

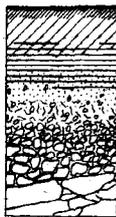
RÉPUBLIQUE DU TCHAD
PRÉSIDENTE DU GOUVERNEMENT
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
ET DES EAUX ET FORÊTS
Direction de l'Agriculture

G. BOUTEYRE

NOTICE EXPLICATIVE

**CARTES PÉDOLOGIQUES
DE RECONNAISSANCE AU 1/200.000**

FEUILLES DE KOUMRA, MOUNDOU



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE FORT-LAMY

PARIS - 1965



RÉPUBLIQUE DU TCHAD
PRÉSIDENTE DU GOUVERNEMENT
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
ET DES EAUX ET FORÊTS
Direction de l'Agriculture

NOTICE EXPLICATIVE

**CARTES PÉDOLOGIQUES
DE RECONNAISSANCE AU 1/200.000**

FEUILLES DE KOUMRA, MOUNDOU

G. BOUTEYRE

Chargé de Recherches de l'O.R.S.T.O.M.

Centre O.R.S.T.O.M. de FORT-LAMY

Section de Pédologie

Avenue du Général TILHO

FORT-LAMY

ETUDE PÉDOLOGIQUE AU 1/200 000e
DE LA RÉGION DU LOGONE ET DU MOYEN CHARI
ENTRE LOGONE ET BAHR - SARA

Moundou : Mission 1959 - J. Barbery et G. Bouteyre

Koumra : Mission 1960 - G. Bouteyre

par G. BOUTEYRE

	Pages
Généralités _____	1
Première partie : LE MILIEU ÉCOLOGIQUE	
- Climatologie _____	5
- Géologie _____	13
- Réseau hydrographique _____	19
- Végétation _____	21
- Action de l'homme _____	25
Deuxième partie : LES SOLS	
1) Présentation, analyses triacides, classification _____	26
2) Description : voir table page _____	31
Troisième partie : AGRONOMIE	
1) Les grandes régions : _____	86
Les Koros	
La cuvette de Doba	
Région du Moundou et vallée du Logone jusqu'à Boroye	
Le Paysannat de Yomi-Bangoul	
La plaine de Mandoul	
La plaine du Logone jusqu'à Lai	
Le socle cristallin	
2) Evolution des sols sous culture _____	99
Conclusion _____	102
Bibliographie _____	104

GÉNÉRALITÉS

L'établissement des cartes pédologiques au 1/200.000e de Moundou en entier, de Koumra en entier, et de Laï dans la partie Sud, a été réalisé à la suite de demandes d'études des sols de la vallée du Logone Occidental par les Directions de l'Agriculture, des Paysannats et de l'Economie Rurale, plus particulièrement en aval de Boroye, dans la zone de Tchaouen jusqu'à la route de Laï à Kelo.

Les études poursuivies par la Section Hydrologique de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer (Centre de Recherches Tchadiennes) dans la zone de Doba, nous ont amené à étudier la rive droite de la Pendé, depuis Bebo jusqu'au Koro de Guidari. De plus, les études de sols des fermes de l'Agriculture à Déli, à l'Ouest de Moundou et à Bekao, au Sud de Moundou, ont nécessité la reconnaissance des zones immédiatement voisines. Ces demandes ont amené les prospections de surface réalisées de Février à Juillet 1959 par Messieurs BARBERY et BOUTEYRE. Tous les profils prélevés au cours de ces prospections ont été appelés "Moundou" de 1 à 330, sur les feuilles de Moundou, de Laï et de Koumra à Ouest.

Au début de 1960 l'étude des sols des paysannats de Bodo et de Bangoul a été demandée par les Directions des Paysannats et de l'Economie Rurale. La prospection de surface a été réalisée de Février à Mai 1960 par Monsieur BOUTEYRE. Elle a couvert tout ce qui restait pour compléter la feuille au 1/200.000e de Koumra. Les profils prélevés en 1960 ont été appelés "Koumra" de 1 à 93.

Au total 400 profils plus ou moins complets ont été décrits et prélevés. Environ 200 profils supplémentaires ont été décrits mais non prélevés par suite de leur identité apparente avec d'autres profils prélevés dans des conditions très voisines de topographie, roche-mère, végétation, utilisation actuelle par l'homme.

Il ne sera pas rédigé de rapport particulier pour chacun des Paysannats de Bodo, Bangoul et Tchaouen, ce qui amènerait à répéter des considérations générales très voisines pour chacun des Paysannats. De même le rapport sur la vallée de la Pendé en aval de Doba sera intégré au présent rapport général, ainsi que l'étude de la vallée du Logone aux abords de Moundou et en aval de Boroye jusqu'à Laï.

Les analyses des échantillons prélevés ont été effectuées en 1960, 1961, 1962, en partie au Laboratoire du Centre de Recherches Tchadiennes à Fort-Lamy, le complément étant confié au Laboratoire de l'Institut d'Etudes et de Recherches Tropicales à Bondy, en particulier en ce qui concerne les analyses de bases échangeables et les analyses totales.

La zone étudiée représente une partie importante du Sud de la République du Tchad, pratiquement de Goré à Laï, du Nord au Sud, et de Moundou à Moissala, d'Ouest en Est. Elle touche le socle cristallin au Sud de la feuille Moundou, en particulier à Bedane et à proximité de Gadjibian.

Les grandes plaines d'inondation du centre de la cuvette tchadienne débutent un peu en amont de Laï, à Gabri-Ngolo. Elles se continuent sans interruption jusqu'au lac Tchad proprement dit et même au-delà vers le Nord-Est (Bahr-el-Ghazal).

La zone étudiée est donc principalement celle des Koros et des grandes vallées qui les séparent.

On appelle Koro une unité géomorphologique et géographique caractérisée avant tout par l'absence d'une nappe d'eau à la profondeur pouvant être atteinte par les puisatiers africains avec leurs moyens traditionnels.

Les Koros représentent les premiers reliefs au Sud de la Cuvette Tchadienne quand on quitte les grandes plaines d'inondation, reliefs en général peu accentués, avec des pentes douces. Ils sont entaillés de vallées sèches bien marquées, peu nombreuses. Les sommets sont au maximum à 70 à 100 mètres au-dessus du niveau général. La zone étudiée est donc comprise entre des altitudes allant de 360 mètres sur le Logone à Laï, à 550 mètres sur le Koro de Manang, avec un sommet à près de 630 mètres sur un pointement voisin de Begamber.

Les Koros portent des sols rouges sableux à sablo-argileux en surface, très utilisés à la périphérie, à proximité des villages. Plus on s'avance vers l'intérieur des Koros, plus les puits sont profonds, jusqu'à la limite des possibilités, et plus les villages sont rares.

Les Koros sont disposés sur un, ou quelquefois deux, arcs grossièrement parallèles, allant de Kélo à Kyabé, et dont la concavité est tournée vers le centre de la cuvette Tchadienne, très loin au Nord.

Au Nord nous avons d'Ouest en Est : les Koros de Kelo et de Benoye (séparés par le cours supérieur de la Tandjile) puis les Koros de Guidari et de Bewaïdou. La vallée du Logone sépare très franchement par une entaille profonde le Koro de Benoye du Koro de Guidari. Puis, à l'Est du petit Mandoul, le Koro de Koumra s'individualise nettement, tout en occupant une zone un peu au Sud des précédents.

Au Sud nous avons, toujours d'Ouest en Est, les Koros de plus faible étendue, un peu moins bien individualisés au point de vue géomorphologique : Manang, Kidi, Boro, Miladi, entre Logone et Pende, puis Yomi entre Pende et grand Mandoul, enfin Ngalo avant d'arriver au Bahr-Sara.

Les grandes vallées sont celles du Logone, de la Pendé, du Mandoul et du Bahr Sara.

Elles comportent en général un lit mineur occupé par le fleuve en saison sèche et les bancs de sable plus ou moins stabilisés.

Le lit majeur est le domaine des hautes eaux de fin de saison des pluies. Il comprend les zones de divagation creusées de chenaux, parfois profonds, et les méandres abandonnés, ainsi que les zones d'inondation habituelle, plus planes, souvent limoneuses en surface. Le lit supérieur est représenté ici par une sorte de terrasse plus ou moins large que les eaux du fleuve n'atteignent pas.

Les terrasses sont faites de matériaux très comparables à ceux des Koros, auxquels s'ajoutent des alluvions fines, peu perméables. Les eaux de pluie s'y infiltrent en général mal, ainsi que les eaux de ruissellement d'origine proche, si bien qu'on observe des zones engorgées de dimensions très variables, très souvent parallèles au cours du fleuve. Des bourrelets larges de quelques centaines de mètres, plus hauts de quelques décimètres les séparent : ils portent des sols nettement plus sains, tout au moins en surface.

Entre les deux alignements de Koros on commence à trouver les éléments essentiels des séries argileuses et sableuses devenues classiques dans les grandes zones d'inondation du Logone en aval de Lai.

Mais les Koros et les lits supérieurs des grands cours d'eau n'occupent pas toute la superficie étudiée. Il faut y ajouter les grandes zones très planes, situées au Nord des Koros proprement dits. Il s'agit en particulier du grand glacis au Nord du Koro de Guidari et aussi de la cuvette de Doba au sens large. La limite Sud de celle-ci passe par Bebedjia, Kourangati, Beti, Bediondo. Ses points bas se trouvent au Nord et au Nord-Est, au pied des Koros de Guidari et de Koumra.

Le Sud-Est de la carte de Moundou et le Sud de la carte de Koumra sont occupés par des formations de sols rouges que nous rattacherons à celles des Koros : reliefs individualisés du même type - présence de sols rouges généralisés. Mais l'eau est plus abondante par suite de la pluviométrie plus élevée et les vallées sèches sont devenues plus importantes et souvent fonctionnelles. La zone située entre le Mandoul et le Bahr-Sara peut être considérée comme un glacis très comparable à la cuvette de Doba, avec laquelle elle présente beaucoup de points communs (généralité de sols beiges à forts caractères d'hydromorphie).

La rive droite du Bahr-Sara, jusqu'à la feuille au 1/200.000e de Moussafoyo est bordée par un grand ensemble de sols ocres à ocre rouge, pauvres en eau et peu habités.

Au point de vue utilisation agricole :

- les Koros sont très cultivés à la périphérie, avec des jachères courtes. Les parties hautes, inhabitables par suite de la difficulté à se procurer de l'eau, sont peu utilisées.
- Les grandes vallées sont pratiquement inutilisées en amont de Tchaouen sur le Logone, et très peu en aval, parce qu'elles ne sont pas aménagées. On y trouve toujours trop d'eau pour les cultures qui risquent de souffrir de l'excès d'eau (coton, cultures vivrières). Par contre on ne peut pas assurer une maîtrise convenable de l'eau en faveur du riz sans un certain nombre de travaux.
- Les grands glacis, cuvette de Doba et région à l'Ouest de Moissala, souffrent de stagnation d'eau en saison des pluies. Le glacis de Guidari est mieux drainé.

RELEVÉS PLUVIOMÉTRIQUES

KÉLO (sur 14 ans)

	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	Moyenne mensuelle
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Février	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	2	0	14	3	2	0	0	0	0	0	31	0	9	1	4
Avril	32	26	22	30	59	8	41	29	56	38	20	18	32	32	29
Mai	24	93	75	146	75	146	87	113	104	34	26	56	41	95	104
Juin	195	177	86	204	196	89	89	97	128	75	118	100	170	106	131
Juillet	336	315	156	232	257	232	255	269	291	217	326	251	176	172	249
Août	140	439	401	184	225	188	315	169	219	122	353	257	182	276	248
Septembre	362	118	131	176	226	262	251	118	208	257	260	127	304	264	219
Octobre	71	57		17	189	99	0	53	69	134	89	51	81	6	69
Novembre	0	0	1	0	0	0	0	7	15	0	1	13	0	0	3
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total annuel	1162	1225	886	992	1229	1024	1092	849	1090	877	1224	873	995	952	1056
Indice pluviométrique	426	426	327	507	525	426	345	516	525	435	417	426	426	417	

LAÏ (sur 14 ans)

Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Février	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	3	0	5	2	22	29	58	4	17	0	9	1	30	3	13
Avril	17	48	18	40	0	30	13	18	7	23	19	22	41	26	23
Mai	29	92	29	197	127	53	113	59	106	68	42	105	76	77	84
Juin	120	184	242	132	66	235	207	217	216	76	78	80	234	76	154
Juillet	148	179	117	226	194	162	193	256	274	383	191	280	185	176	212
Août	261	385	360	287	213	277	160	300	330	173	667	140	407	300	304
Septembre	275	225	190	84	209	138	234	181	172	318	367	104	197	173	205
Octobre	122	57	10	10	118	0	43	43	44	119	82	66	31	38	56
Novembre	0	10	0	0	0	0	6	5	7	0	0	0	0	0	2
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total annuel	975	1180	971	978	949	924	1027	1083	1173	1160	1455	798	1207	869	1053
Indice pluviométrique	507	435	408	426	516	417	525	426	516	426	336	426	426	336	

GUIDARI (sur 11 ans)

Janvier				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Février				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars				18	25	15	0	2	0	7	43	1	1	0	10
Avril				25	31	10	32	6	34	79	15	28	20	23	25
Mai				148	95	66	120	100	96	85	62	18	55	80	84
Juin				154	150	63	110	215	260	120	26	103	296	62	142
Juillet				306	334	314	226	213	518	359	316	182	232	371	306
Août				208	359	267	605	269	215	268	289	238	426	473	329
Septembre				112	331	254	378	139	221	239	299	160	244	311	244
Octobre				21	105	105	92	32	86	166	51	123	76	4	78
Novembre				0	0	0	0	0	0	0	0	28	20	0	4
Décembre				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total annuel				992	1430	1094	1563	976	1430	1323	1101	681	1370	1324	1222
Indice pluviométrique				507	516	426	516	507	435	525	336	507	426	327	

Première Partie

LE MILIEU ÉCOLOGIQUE

CLIMATOLOGIE

Les variations climatiques sont commandées par les déplacements du soleil au cours de l'année, déplacements qui régissent les mouvements de deux grandes masses d'air, l'air continental sec du Nord Est et l'air humide du Sud Ouest dont la progression vers le Nord détermine la saison des pluies.

Avec des pluviométries allant de 1.000 à plus de 1.300 mm, la surface étudiée se situe à la limite des climats tropicaux semi-humides et des climats tropicaux secs. Pour employer la terminologie d'Aubréville on passe du climat Soudano-Guinéen au Sud, au climat Sahélo-Soudanais au Nord. Les moyennes des relevés pluviométriques portent sur de nombreuses années pour plusieurs stations d'observation. En gros ces stations sont situées sur trois lignes parallèles :

- 9° 20' Nord : Kélo - Laï - Guidari - Fort-Archambault
- 8° 40' Nord : Moundou - Bebedjia - Doba - Koumra
- 7° 40' Nord : Baibokoum - Goré
- Moïssala (8° 20') est intermédiaire entre ces deux dernières lignes.

Dans l'ensemble le Sud est plus arrosé que le Nord. Cependant les isohyètes ne se confondent pas avec les parallèles géographiques.

Il existe toujours une grande saison des pluies de Juin à Septembre et une grande saison sèche de Novembre à Mars.

Une petite saison sèche est très généralement observée au mois de Juillet; elle est plus marquée au Nord qu'au Sud, mais la date de son apparition varie beaucoup d'une année à l'autre, d'où sa grande importance au point de vue agricole; ajoutée à la durée de la saison des pluies cette caractéristique conduit à distinguer un climat à influence guinéenne au Sud et un climat à tendance sahéenne au Nord. Elle est en effet beaucoup plus importante que la seule considération de la pluviométrie totale qui serait d'ailleurs toujours suffisante pour satisfaire les besoins de l'agriculture.

La simple considération des moyennes pluviométriques permet de caractériser efficacement chacune des stations d'observation, mais ne rend pas compte des variations de la répartition de la pluie d'une année à l'autre. A partir des chiffres en notre possession (précipitations mensuelles depuis plusieurs années pour 11 stations) nous avons compté le nombre d'années pour lesquelles les précipitations d'un mois donné ne sont pas différentes de celles de la moyenne calculée avec une différence de plus ou moins 25 % (voir tableaux ci-contre et pages suivantes).

Nous avons aussi utilisé le classement d'Aubréville : il utilise un "indice des stations pluviométriques" qui comprend trois chiffres :

- le premier est celui du nombre des mois très pluvieux (plus de 100 mm de pluie)
- le troisième est celui des mois écologiquement secs (moins de 30 mm de pluie)
- le second est celui des mois intermédiaires, mi-secs ou mi-humides, qui ont une très grande influence au point de vue agricole, surtout dans le nord.

RELEVÉS PLUVIOMÉTRIQUES (Suite)

FORT ARCHAMBAULT (sur 20 ans)

	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	Moyenne
Janvier						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Février						0	0	4,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,7	0	0	0	10,6	0	0	0	0,9
Mars						0,4	2,6	5,0	2,1	66,0	0	0,5	0	0	0	28,8	14,8	2,3	24,2	0,2	0	12,6	0	3,7	0	8,2
Avril						17,1	77,0	68,2	6,0	60,4	0	0	3,8	14,0	38,2	38,2	1,4	20,9	25,5	42,0	82,0	0,6	80,1	63,4	53,4	34,3
Mai						95,2	96,0	204,5	122,3	56,4	74,6	47,5	70,0	157,2	111,2	135,4	135,6	16,2	86,6	64,6	196,7	64,8	170,8	76,4	165,7	107,4
Juin						148,4	180,0	165,0	88,2	123,7	180,0	255,1	102,1	193,1	89,5	224,5	110,4	105,5	154,5	167,6	125,2	135,1	115,7	109,6	130,9	145,2
Juillet						190,0	139,2	193,3	289,0	211,6	184,0	199,0	228,4	190,2	290,4	473,1	250,7	149,8	103,8	285,1	195,6	184,6	328,4	188,6	315,9	229,5
Août						245,0	347,0	323,1	311,5	283,1	388,1	288,3	327,1	307,4	200,0	131,8	317,5	389,0	240,8	423,4	232,0	312,4	214,9	256,5	250,0	289,4
Septembre						229,3	79,3	197,6	196,6	209,5	514,9	206,4	226,7	246,4	222,5	210,7	177,3	314,9	175,2	103,2	265,8	253,2	116,3	307,8	339,2	229,6
Octobre						73,5	24,4	52,3	84,6	93,5	22,2	237,8	53,6	27,8	69,9	106,2	162,8	125,4	68,9	113,9	121,1	9,4	51,0	14,7	67,4	79,0
Novembre						0	9,0	0	0	0	0	2,5	0	1,0	0	0	0	1,3	0	0	9,6	14,1	12,9	0	0	2,5
Décembre						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0
Total annuel						999,5	954,5	1212,6	1100	1104	1364	1237	1012	1137	1022	1343	1171	1128	881	1200	1218	993,1	1091	1034	1323	1126
Indice pluviométrique						426	435	525	426	444	417	516	426	507	525	615	606	507	426	516	615	417	525	426	525	

MOUNDOU (sur 25 ans)

	1931	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	Moyenne
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Février	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	4	13	0	9	0	0	0	0	8	1	10	0	0	57	14	9	26	3	47	5	2	10	9
Avril	0	89	0	46	21	6	53	14	64	38	5	34	13	38	89	44	8	51	18	34	149	26	106	18	93	42
Mai	165	257	77	163	95	131	160	113	204	180	115	19	106	56	143	295	167	101	116	122	49	40	68	79	61	123
Juin	158	277	226	193	85	130	193	108	146	130	216	92	223	251	166	219	293	136	150	168	141	166	181	215	210	179
Juillet	306	235	228	226	388	161	321	270	142	288	177	139	270	246	239	612	289	212	128	248	291	200	147	269	115	246
Août	231	486	490	392	177	215	466	269	362	315	489	296	203	206	248	384	385	318	207	310	134	193	346	285	346	310
Septembre	320	273	177	204	234	386	441	206	191	173	208	169	380	217	290	429	383	105	193	142	255	181	163	264	333	253
Octobre	165	53	63	102	29	37	152	64	15	71	52	126	231	130	143	198	328	99	47	106	104	96	49	114	33	98
Novembre	2	0	27	0	0	0	7	26	0	0	0	0	6	0	5	7	0	0	0	35	0	0	17	0	0	5
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total annuel	1347	1670	1288	1330	1042	1066	1802	1070	1124	1204	1262	883	1333	1154	1323	2188	1910	935	868	1191	1126	949	1082	1246	1201	1265
Indice pluviométrique	606	525	426	615	417	516	615	516	516	516	516	417	506	516	615	615	615	615	516	624	615	516	525	516	426	

Les stations de Guidari et de Koumra sont aberrantes.

Il manque plus de 100 mm à Koumra, répartis sur la majeure partie de la saison des pluies. Ce fait est bien connu dans la région et semble coïncider avec l'implantation de Koumra dans un Koro. Il est vraisemblable que les grandes zones de Koros ont une pluviométrie différente de celle des vallées qui les séparent.*

Par contre Guidari reçoit plus d'eau que les stations proches de Laï et de Goundi. En particulier le mois de Juillet a une pluviométrie nettement plus élevée que celle des postes voisins et il faut aller loin dans le Sud pour trouver un mois de juillet aussi régulièrement pluvieux.

A noter que les isohyètes sont placés sensiblement plus au Sud que leurs homologues d'Afrique Occidentale.

Le nombre de mois écologiquement secs varie de 6 à 7 au Nord à 5 au Sud. Les mois de Janvier, Février et Décembre ne reçoivent jamais une goutte d'eau. Le mois de Novembre connaît quelquefois une dernière tornade, mais elle est très hasardeuse et l'agriculture ne peut absolument pas la prendre en considération. Le mois de mars est aussi écologiquement sec sur toute la surface étudiée. Avril et mai font partie des mois mi secs ou mi humides. Plus on va vers le Sud et plus on a de chances de pouvoir compter le mois de mai parmi les mois humides. C'est ce qui arrive à Baibokoum dans plus de 50 % des cas. Mais la variation autour des moyennes calculées est encore très grande, davantage pour avril que pour mai, sauf pour Kelo et Laï où on observe une plus grande régularité en avril.

Dans le Nord-Ouest le mois de juin se montre très irrégulier et il n'est pas toujours possible de le compter parmi les mois pluvieux qui reçoivent plus de 100 mm. Ceci est dû à l'existence de la petite saison sèche, qui se fait sentir là de façon plus limitante pour l'agriculture.

Juillet, août et septembre sont les trois mois où il pleut beaucoup : ils reçoivent couramment les trois quarts des précipitations annuelles, ce qui est loin d'être un bienfait pour l'agriculture. Juillet connaît une répartition des tornades souvent peu satisfaisante, en particulier dans la première partie du mois.

Octobre assiste à la fin des pluies, beaucoup plus tôt au Nord qu'au Sud. Bien souvent il arrive que ce mois soit écologiquement sec au Nord de Moundou. Par contre à la hauteur de Baibokoum il atteint et dépasse fréquemment les 100 mm, ce qui lui confère une valeur non négligeable au point de vue agricole.

Le dépouillement des relevés pluviométriques nous a conduit à distinguer cinq grandes zones, du Sud au Nord. (Voir carte au 1/500.000e en annexe).

Zone A - Climat Soudano-Guinéen typique.

L'influence sahélienne y est exceptionnelle.

Il n'y a jamais plus de 5 mois écologiquement secs.

Les mois pluvieux sont au nombre de 5 à 6. Malgré une certaine irrégularité dans le début des pluies on est à peu près assuré qu'il n'y aura pas de période vraiment importante sans précipitations jusqu'à la fin de la saison pluvieuse. De plus la saison des pluies dure toujours assez longtemps pour permettre le bon développement des plantes cultivées, et l'agriculture n'est pas obligée de prendre des risques en semant tôt.

Zone B - Climat soudanien, à forte influence guinéenne.

La saison pluvieuse dure de 4 à 6 mois, avec une majorité vers 5 et 6 mois. Il peut arriver que la saison des pluies débute assez tard. Elle peut aussi se terminer tôt en Octobre. La petite saison sèche de fin Juin, début Juillet peut avoir des effets nuisibles sur les plantations.

* C'est dans les vallées que sont implantés la plupart des pluviomètres.

RELEVÉS PLUVIOMÉTRIQUES (Suite)

BEBEDJIA (sur 20 ans)

	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	Moyenne
Janvier				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Février				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0
Mars				0	0	0	0	21	0	0	0	9	0	7	13	17	8	1	18	121	0	23	2	12
Avril				14	132	33	15	76	3	97	37	79	2	52	35	18	16	23	71	13	68	37	22	42
Mai				113	168	164	81	80	35	79	70	71	86	128	118	63	159	76	62	8	143	68	68	92
Juin				108	80	111	179	118	195	330	132	304	97	108	116	178	132	170	193	153	138	205	122	158
Juillet				270	106	377	314	196	237	290	281	265	263	215	171	277	262	333	489	287	321	130	208	265
Août				269	240	174	459	252	188	270	339	252	287	373	270	337	500	417	197	296	147	251	491	320
Septembre				206	105	185	172	209	191	276	337	218	249	169	286	158	226	189	342	238	120	194	271	217
Octobre				64	10	80	113	80	210	0	99	67	0	39	209	53	175	74	116	73	81	48	23	81
Novembre				26	1	0	3	0	0	0	0	3	0	0	2	0	0	30	0	0	27	0	0	4,5
Décembre				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total annuel				1070	842	1124	1336	1032	1059	1342	1295	1268	984	1091	1220	1102	1478	1313	1488	1192	1045	956	1207	1173
Indice pluviométrique				516	516	516	516	435	516	516	525	435	417	525	615	426	606	426	525	516	525	435	417	

DOBA (sur 9 ans)

KOUMRA (sur 12 ans)

	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	Moyenne	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	Moyenne	
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Février	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	3,2	8,3	8,0	0	42,9	22,0	7,0	0	8,5	11,1	0	3,6	0	25,5	4,5	11,7	0	1,4	45,4	2,2	3,6	0	8,2	
Avril	76,9	19,4	83,2	17,0	68,6	61,5	9,0	37,3	0	64,2	48,6	85,8	30,2	48,3	11,5	27,7	1,0	30,8	62,7	17,4	158,0	21,0	47,9	45,2	
Mai	96,2	238,9	67,2	110,0	131,2	22,7	29,2	86,4	0	31,1	90,3	89,8	65,2	88,7	181,5	45,2	100,4	116,2	109,9	97,7	97,8	77,6	36,4	92,2	
Juin	96,6	118,5	107,2	129,0	237,3	199,8	81,0	283,1	0	150,4	155,9	128,1	66,2	106,6	147,0	120,7	174,6	94,7	96,9	94,5	185,6	79,8	115,6	117,7	
Juillet	339,3	147,9	208,2	288,5	293,8	349,3	205,5	176,8	0	194,3	244,8	147,8	204,2	415,7	166,6	164,9	185,7	151,5	137,5	159,2	198,2	363,4	174,2	205,7	
Août	428,2	148,1	373,3	403,5	429,2	216,9	207,4	254,1	0	413,1	319,3	169,9	327,6	384,9	168,9	391,1	308,4	276,4	126,6	248,5	222,2	191,2	269,4	257,1	
Septembre	217,7	154,1	283,4	257,0	148,8	277,1	206,3	75,3	0	205,0	202,7	163,5	196,8	190,7	158,5	260,4	200	109,3	311,2	244,4	94,0	275,1	253,1	204,8	
Octobre	86,6	159,8	132,2	64,2	125,7	174,8	82,0	73,3	0	13,0	101,3	43,7	0,2	109,2	160,5	110,2	77,2	96,3	45,9	90,0	95,1	29,0	31,9	74,8	
Novembre	0	0	0	0	26,2	0	0	26,3	0	0	5,8	0	0	4,8	0	0	0	0	0	2,0	29,9	12,2	0,8	4,1	
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total annuel	1341	990	1263	1277	1461	1351	842	1020	0	1080	1180,6	828,6	894	1351	1020	1125	1059	875	892	999	1083	1053	929	1009,8	
Indice pluviométrique	435	606	525	516	615	525	327	345	0	417		435	327	525	606	516	516	426	435	345	435	327	426		

Zone C - Climat soudanien.

En moyenne 1.100 millimètres.

La saison des pluies dure de 4 à 5 mois, rarement 6 mois.

Les mois écologiquement secs sont au nombre de 5 à 6 et quelquefois 7.

Les mois d'avril et mai reçoivent une certaine quantité d'eau, mais cette eau pratiquement n'a pas d'importance pour l'agriculture.

Le calendrier agricole doit être mieux ajusté que dans les zones précédentes ; en effet, on ne peut plus guère compter sur les pluies d'octobre, même si la saison des pluies a débuté tardivement.

Zone D - Climat soudano-sahélien.

L'influence sahélienne devient très importante.

La saison des pluies dure 4 à 5 mois, et quelquefois seulement 3 mois.

Les mois écologiquement secs sont au nombre à 5 à 6, quelquefois 7. Le mois de mai connaît une répartition des pluies encore plus irrégulière.

La préparation des terres et les semis doivent être assez précoces pour que les plantations n'aient pas à souffrir en fin de saison des pluies.

Zone E - Climat sahélo-soudanien à légère influence guinéenne.

Malgré sa pluviométrie plus élevée, Guidari connaît une répartition des pluies tout à fait comparable à celle de Lai et de Kelo.

La saison des pluies dure de 4 à 5 mois, jamais 6 mois comme dans les zones plus au Sud. Elle est quelquefois limitée à 3 mois.

La saison sèche dure 6 à 7 mois. Le calendrier agricole est beaucoup plus difficile à placer.

La préparation des terres doit être faite à la faveur des toutes premières pluies. Les semis précoces ne sont pas du tout assurés de recevoir une eau régulière jusqu'à l'installation de la vraie saison des pluies. En effet la petite saison sèche de juin-juillet dure de 1 à 3 semaines et elle se place à un moment tout à fait imprévisible. Il n'est pas rare de voir recommencer des semis précoces, mais alors le rendement est fortement diminué car la saison sèche s'installe à coup sûr au début du mois d'octobre, à de rares exceptions près.

En ce qui concerne les températures, les chiffres les plus élevés sont observés en fin de saison sèche et les plus faibles en décembre-janvier. Voici les températures moyennes sur 12 ans, observées à Fort-Archambault :

Janvier	26°6	Minimum de saison sèche	Minimum absolu : 10°
Février	28°6		
Mars	30°9	Maximum de saison sèche	Maximum absolu : 45°
Avril	31°6		
Mai	29°9		
Juin	28°	Minimum de saison des pluies	
Juillet	26°8		
Août	25°8		
Septembre	26°9		
Octobre	27°6		
Novembre	27°7	Maximum de fin de saison des pluies	
Décembre	26°9		
Moyenne annuelle	28°1		

RELEVÉS PLUVIOMÉTRIQUES (Suite)

BAÏBOKOUM (sur 14 ans)

	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	Moyenne
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Février	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	1	6	11	15	30	2	23	32	0	81	0	16	1	16
Avril	110	102	72	54	79	7	70	44	36	69	73	118	100	27	69
Mai	65	151	118	134	130	161	79	199	237	199	75	135	122	88	135
Juin	145	112	159	75	209	151	77	196	150	144	178	223	163	126	151
Juillet	296	454	171	237	279	420	309	278	241	178	241	240	245	231	273
Août	220	267	286	301	395	376	344	292	358	349	350	305	268	354	312
Septembre	255	239	131	255	371	303	281	259	197	272	271	256	232	299	259
Octobre	235	47	89	177	102	179	95	92	183	169	100	84	148	64	126
Novembre	0	0	0	8	7	0	1	24	19	0	0	5	0	7	5
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total annuel	1326	1373	1032	1252	1587	1627	1258	1407	1453	1380	1369	1366	1294	1097	1346
Indice pluviométrique	615	615	525	615	615	606	345	525	615	615	534	615	705	426	

GOUNDI (sur 5 ans)

	1955	1956	1957	1958	1959	Moyenne
	0	0	0	0	0	0
	0	3,7	0	0	0	0,7
	50,0	53,1	0	0	0	20,6
	55,6	8,5	55,5	66,1	21,0	41,3
	83,5	57,6	81,6	71,7	140,3	86,8
	85,7	143,6	37,3	139,1	98,0	100,7
	334,7	330,1	168,1	376,2	234,8	288,7
	215,9	183,0	418,9	189,3	399,9	281,4
	306,0	284,7	145,3	248,9	267,9	250,5
	107,2	116,5	44,4	2,6	45,6	67,9
	0	0	10,7	0	0	2,1
	0	0	0	0	0	0
Total annuel	1238	1181	962	1117	1208	1140,7
Indice pluviométrique	444	525	345	426	516	

GORE (sur 11 ans)

	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	Moyenne
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Février	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
Mars	0	12	12	0	74	41	0	26	3	0	16	17
Avril	52	92	20	20	0	48	57	4	15	0	64	37
Mai	120	73	119	29	201	144	93	10	110	0	80	98
Juin	141	92	217	188	195	219	75	205	194	0	113	164
Juillet	249	443	261	467	218	364	155	239	271	0	329	299
Août	417	400	382	314	335	205	234	304	204	0	252	305
Septembre	258	193	368	187	203	201	414	322	230	0	220	260
Octobre	114	178	153	62	53	185	128	114	71	0	53	111
Novembre	0	0	0	0	0	0	0	1	12	0	4	2
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total annuel	1351	1483	1532	1267	1279	1407	1156	1231	1110	0	1131	1294
Indice pluviométrique	615	435	606	417	525	624	435	507	516	0	435	

MOÏSSALA (sur 10 ans)

	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	Moyenne
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	10	0	0	36	2	0	15	6
	119	68	68	128	67	70	45	46	119	148	88
	135	106	128	185	140	130	35	106	47	59	106
	114	192	143	284	161	146	232	132	135	118	166
	334	258	285	188	386	248	141	211	368	212	266
	361	162	380	291	203	238	287	276	422	310	283
	191	219	351	143	117	337	235	117	315	83	211
	110	183	137	32	130	193	50	103	88	0	103
	0	0	0	0	4	0	0	24	0	0	3
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total annuel	1364	1208	1512	1261	1209	1362	1061	1017	1594	975	1242
Indice pluviométrique	705	615	615	606	615	615	444	615	525	426	

Ces chiffres sont tout à fait représentatifs des températures mesurées dans toute la zone étudiée. Les températures dans le sol suivent de près les températures sous abri, avec évidemment une atténuation et un retard des maxima et minima quand la profondeur augmente.

L'humidité relative connaît d'importantes variations journalières et annuelles :

Chaque jour on observe un abaissement de l'humidité relative au milieu de la journée et un relèvement la nuit.

- en saison sèche : le maximum ne dépasse pas 80 %,
le minimum descend à 10 - 20 %.
- en saison des pluies : le maximum est de l'ordre de 100 %,
le minimum ne descend pas au-dessous de 70 %.

L'évaporation est considérable pendant toute la durée de la saison sèche.

La somme annuelle de l'évaporation est supérieure à la pluviométrie annuelle.

Le rapport Evaporation/pluviométrie est de l'ordre de 1,5 à Fort Archambault, avec des variations importantes. Nous n'avons pas de chiffres pour les zones plus au sud. Il est vraisemblable que l'évaporation y est moins importante et que son total annuel est de l'ordre de grandeur de la pluviométrie.

Quelques indices climatiques :

Indice d'aridité de De Martonne : $\frac{P}{T + 10}$

- Fort-Archambault : 30
- Moundou : 33
- Laï : 26
- Baïbokoum : 36

Indice de drainage calculé de Hénin : $D = \frac{P^3}{1 + \gamma P^2}$

où : P = pluviométrie annuelle (en mètres)
T = température moyenne annuelle $\gamma = \frac{1}{0,15 T - 0,13}$

et : $\gamma = \alpha \gamma'$ $\alpha =$ (1 en sol limoneux
0,5 en sol argileux
2 en sol sableux)

Nous obtenons les chiffres suivants (en millimètres) :

	Sol argileux	Sol limoneux	Sol sableux
Fort Archambault	148	264	428
Koumra	107	193	324
Moundou	208	353	560
Laï	122	224	373
Baï Bokoum	252	426	640

Ceci nous conduit à classer la grande majorité des sols que nous allons rencontrer dans la catégorie des sols à fort drainage, sauf les sols argileux de Laï, Koumra et Fort-Archambault. Ceci est important car c'est presque uniquement dans ces régions que nous allons en trouver, si nous ne prenons pas en considération les cuirasses et carapaces mises à nu par l'érosion au pourtour des koros et qui sont parfaitement imperméables. Partout ailleurs les sols limoneux et les sols sableux ont un drainage calculé important. La pédogenèse peut y être poussée. Ceci est intéressant au moment de la classification des sols : la ferrallitisation est possible dans toute la zone étudiée.

CARACTÉRISATION DE LA PLUVIOMÉTRIE

(a) Pluviométrie moyenne du mois

(b) Nombre d'années pour lesquelles la pluviométrie mensuelle a dépassé 100 mm

(c) Nombre d'années pour lesquelles la pluviométrie mensuelle ne s'est pas écartée de plus de 25 % de la moyenne calculée

Poste Mois	KELO			LAI			GUIDARI			FORT ARCHAMBAULT			MOUNDOU			BEBEDJIA			DOBA			KOUMRA			BAIBOKOUM			GORE			MOISSALA		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Nombre d'années d'observation	-14-			-14-			-11-			-20-			-25-			-20-			-9-			-12-			-14-			-10-			-10-		
Janvier	0	0	14	0	0	14	0	0	11	0	0	20	0	0	25	0	0	20	0	0	9	0	0	12	0	0	14	0	0	10	0	0	10
Février	0	0	14	0	0	14	0	0	11	0	0	20	0	0	25	0	0	20	0	0	9	0	0	12	0	0	14	0	0	10	0	0	10
Mars	4	0	0	13	0	2	10	0	0	8	0	0	9	0	4	12	0	2	11	0	2	8	0	0	16	0	3	18	0	1	6	0	0
Avril	29	0	7	23	0	8	25	0	6	34	0	4	42	0	8	42	0	5	49	0	2	45	0	3	69	4	6	37	0	1	88	0	4
Mai	104	4	5	84	5	5	84	3	7	107	10	7	123	17	8	92	7	11	90	3	3	92	4	8	135	10	7	98	5	5	106	4	4
Juin	131	8	5	154	9	3	142	8	5	145	19	15	179	24	19	158	18	15	156	7	4	118	9	8	151	13	9	164	8	5	166	7	7
Juillet	249	14	8	212	14	9	306	11	8	230	20	14	246	25	16	265	20	15	245	9	6	206	12	8	273	14	10	299	10	7	266	10	6
Août	248	14	7	304	14	8	329	11	7	289	20	16	310	25	14	320	20	12	319	9	3	257	12	7	312	14	14	305	10	7	283	10	6
Septembre	219	14	8	205	14	8	244	11	6	230	20	13	253	25	13	217	20	15	203	9	5	205	11	8	259	14	12	260	10	8	211	10	4
Octobre	69	2	7	56	2	5	78	4	4	79	6	8	98	12	8	81	5	8	101	4	5	75	3	5	126	8	5	111	6	3	103	6	4
Novembre	3	0	0	2	0	0	4	0	0	3	0	0	5	0	0	5	0	0	6	0	0	4	0	15	5	0	0	2	0	0	3	0	0
Décembre	0	0	14	0	0	14	0	0	11	0	0	20	0	0	25	0	0	20	0	0	9	0	0	12	0	0	14	0	0	10	0	0	10
Total annuel	1056			1053			1222			1125			1265			1173			1181			1009			1346			1294			1242		
Indices pluviométriques les plus fréquents	426 417 525			426 336 516			507 426 526			426 525 417	507 516 615	516 525 417	426 525 606	516 516 435	417 426		435 525		435 327	426 516		615 525			435 525 615			615 426 525					
Caractérisation*	So4 SG1			So4 SG1			So4 SG1			So2 SG3			So1 SG4			So1 SG4			So2 SG3			So3 SG2			SG			So1 SG4			So1 SG4		

* La caractérisation résulte de l'interprétation des indices pluviométriques. Elle indique la fréquence du climat Soudano-Guinéen (SG) et du climat Sahélo-soudanien (So) pour chacun des postes considérés, en utilisant une échelle allant de 1 à 5.

GÉOLOGIE

Le socle cristallin n'apparaît que tout à fait au Sud de la feuille de Moundou où il occupe une faible superficie à proximité de Bedane et Gadjibiam.

Totalement différent de ce que nous connaissons ailleurs dans la cuvette Tchadienne, le paysage y est fait de plateaux cuirassés, entaillés de vallées profondes et nombreuses au fond desquelles on observe des affleurements de roches grenues peu ou pas altérées.

Le socle cristallin, vu ici au-dessus de la cote approximative 500 mètres, s'élève assez rapidement au Sud et au Sud-Ouest, en particulier dans le massif de Bocaranga où il dépasse 1000 et même 1200 mètres.

Dans la zone étudiée il est de plus en plus profond en allant vers le Nord. Des études gravimétriques de surface et aérogravimétriques le montrent à plus de 2000 mètres de profondeur. Cependant il ne tarde pas à se relever, et il réapparaît aux pointements de Niellim, dans la zone Ere-Loka et à Fianga. Il présente un maximum de profondeur au niveau d'une ligne Moundou-Doba. Un forage profond à Bewaidou ne l'a pas rencontré à 220 mètres. Il est beaucoup plus profond là que dans le centre de la cuvette Tchadienne où il est rencontré à plus de 300 mètres dans les forages profonds de la région de Fort-Lamy sous une série alluvionnaire récente équivalente à celle du "Chad Group" du Nord de la Nigéria.

Le socle cristallin est recouvert en discordance par plusieurs séries sédimentaires où on reconnaît des formations de l'ère secondaire*, avec les séries de Léré (Crétacé Inférieur) et de Lamé (Crétacé Moyen) dans la partie Sud-Ouest de la cuvette Tchadienne. Nous ne les avons pas trouvées en surface dans la zone étudiée. Peut-être sont elles présentes très en profondeur dans le forage de Bawaïdou, dont la description n'est pas facile à interpréter. Elles représentent la majeure partie du remplissage de la fosse de Doba.

La série de Pala qui les surmonte est attribuée au Crétacé Supérieur par Wacrenier qui décrit ainsi la coupe de la falaise au Sud de Pala, de la surface vers la profondeur (Étude pédologique du Koro de Bawaïdou, B. Lepoutre 1954) :

- Cuirasse latéritique,
- Grès ferrugineux grossier,
- Grès à lentilles kaoliniques,
- Grès ferrugineux arkosique.

Les grès ferrugineux qui constituent la plus grande partie de cette série sont de nature variable, à grain fin ou grossier, à ciment ferrugineux (limonite ou hématite). La calcédoine est fréquente et proviendrait de la décalcification des grès.

Les grès arkosiques se présentent comme un grès rose violacé légèrement argileux et à grain très fin. Au microscope on peut voir du quartz, des feldspaths détritiques altérés, de la muscovite détritique, dans un ciment de calcite. Les passages argileux sont en général peu calcaires (1,1 % de CaO et 0,5 % de MgO).

Les grès de la formation de Pala ont un faciès assez typique en particulier le grès à grain très fin proche de la base de la série : grès fin quelquefois blanchâtre, le plus souvent bleuâtre à violacé, se délitant en fines plaquettes de faibles dimensions. L'altération fait disparaître les couleurs bleues et violettes ; le rose blanchit et les faces des feuillets prennent une teinte rouille.

* Carte géologique de l'Afrique Équatoriale Française au 1/2.000.000e.
Notice explicative par Georges GÉRARD ... 1958.

Les grès de Pala ont été vus souvent dans la zone étudiée :

- au Sud ils constituent la base de la "montagne" de Begamber : à une altitude voisine de 600 mètres ils sont donc nettement, au-dessus de la surface générale des Koros.
- dans la partie moyenne et au Nord ils sont vus à la base des versants des vallées, quand les colluvions ou plus souvent les alluvions ne les masquent pas (cote de l'ordre de 400 mètres).
- entre Moundou et Bededjia la berge haute de Moundouli montre tout à fait à sa base le grès blanc violacé protégé par une cuirasse de bas de pente.
- au niveau du confluent du Logone et de la Pendé la route de Doba à Laï passe immédiatement au-dessus d'un important affleurement de grès en plaquettes (au Sud de Biakongo). Ces grès, blanchâtres au sommet, deviennent vite bleuâtres à la base. Ils sont alors en partie masqués sous les produits d'une érosion active, qui les découpe en formes verticales. Le Logone a entaillé nettement cette formation qui représente peut-être encore un accident sur le profil en long du fleuve. Ces grès affleurent aussi, largement, dans la région de Logo (rive gauche).

La puissance des grès de Pala, est certainement supérieure à 100 mètres (montagne de Begamber, forage de Bewaïdou). Les cotes où on les observe suggèrent les mouvements du socle à l'échelle de la région; soit surrection du socle, au Sud, soit subsidence de la cuvette au niveau de Doba, qui favorise beaucoup la mise en place de la série suivante (voir coupe et esquisse géologique en annexe). Leur pendage n'est sans doute pas le même partout et son observation sera riche d'enseignement.

La formation suivante débute par un grès à texture moyenne ou quelquefois grossière, de couleur claire : blanc ou très légèrement jaune. C'est le début de la série des sables de Kelo (E. Roch) où nous distinguerons de bas en haut : sables blancs et sables rouges. Cette formation appartient au Continental Terminal, qui paraît occuper tout le Tertiaire, avec des alternances de morphogénèse et de calme favorable à la pédogénèse.

Les sables de Kelo, particulièrement les sables rouges, occupent la majeure partie de la zone étudiée. Les puits profonds montrent qu'il y a toujours superposition des sables rouges sur les sables blancs, ce qui explique la grande extension des sables rouges, surtout dans les Koros. De façon générale il semble que les sables blancs soient peu épais, beaucoup moins que les sables rouges qui peuvent dépasser 30 mètres. Les sables blancs, peu consolidés sont bouillants et à ce titre redoutés des puisatiers.

Ces sables de Kelo ont une origine fluviatile certaine. On y reconnaît la stratification entrecroisée typique de ce mode de dépôt. Ceci est particulièrement net au contact entre sables blancs et sables rouges. En effet le passage des uns aux autres montre des alternances souvent répétées et très distinctes de sables blancs et de sables rouges et ceci sur une épaisseur de plus d'un mètre (puits de Djoro). L'origine éolienne de ces sables est à écarter par suite de leur morphologie : les quartz sont souvent anguleux et luisants, rarement dépolis et pratiquement jamais arrondis, sauf dans certains colluvions de bas de pente. D'autre part la texture de la masse est assez variable, généralement sablo-argileuse. Il faut noter la présence assez fréquente de très petites concrétions ferrugineuses usées, arrondies. Alors que le transport fluviatile brise les quartz et donne naissance à des grains anguleux et luisants, il use et arrondit les concrétions ferrugineuses jusqu'à produire des grains très petits.

Ces sables paraissent provenir du démantèlement d'anciens sols ferrugineux ou ferrallitiques qui auraient ouvert l'arrière pays cristallin, à la faveur de phases rhéostasiques importantes (changements climatiques ou mouvements tectoniques).

Leur mise en place a certainement duré longtemps permettant la création de niveaux fortement consolidés, à allure de grès ferrugineux interstratifiés à des cotes très variables. Tous les puits en ont traversé au moins un, et même plusieurs, épais de quelques centimètres à plusieurs décimètres. Il est aussi possible qu'ils ne se soient formés que bien plus tard : ils seraient alors des formations de diagénèse à la faveur de circulation profonde des eaux chargées de solutions ferrugineuses.

La quantité de matériaux apportés à cette époque était certainement très supérieure à celle que nous pouvons observer de nos jours. Le niveau atteint se situait très au-dessus de celui que nous connaissons. Ceci est attesté par l'existence des buttes très importantes de Koro et de Mberi, dans le Koro de Guidari, et la "Montagne" de Begamber, dans le Koro de Manang qui sont surmontées d'une formation très différente, épaisse de 7 à 8 mètres, on y reconnaît une cuirasse à allure nettement bauxitique, plus ou moins alvéolaire, peut-être formée en milieu alluvionnaire, qui a protégé très efficacement les collines des environs du village de Koro qui atteignent plus de 30 mètres de haut. Elle coiffe les sables rouges plus ou moins consolidés. L'érosion sape la cuirasse du sommet qui s'abat en blocs énormes (collines de Mberi).

Ces observations conduisent à imaginer une surface située très au-dessus de celle que nous connaissons et vraisemblablement très peu comparable avec elle. Il est possible de penser que ces cuirasses sont les ultimes témoins d'une pédogénèse intense qui aurait marqué la fin du Continental Terminal. S'il est confirmé que les cuirasses bauxitiques de Koro, Mberi et Begamber peuvent être des formations de bas-fond, il faut imaginer des inversions de relief très importantes et des volumes déplacés considérables au cours d'une grande période pluviale. Ceci est tout à fait concevable si on assimile la mise en place des sables de Kelo à une immense formation de piedmont au Continental Terminal, sur la partie Sud et Sud-Ouest du pourtour de la cuvette Tchadienne. Des inversions de relief de cette importance sont bien connues et attribuées à des époques très récentes : coulées basaltiques formant les points hauts du relief dans bon nombre de régions et issues de volcans quaternaires.

Par ailleurs, nous avons observé un certain nombre de buttes bien marquées, à bords abrupts, faites d'un matériau rouge induré résistant bien à l'érosion. On y reconnaît tous les éléments de ce qu'il est convenu d'appeler les sables rouges de Kelo : sables blancs et quartz argileux, souvent luisants, soudés dans une masse cohérente, riche en oxydes et hydroxydes ferrugineux. L'ensemble est parcouru de canalicules plus ou moins anastomosés dont les parois sont tapissées d'un enduit luisant paraissant imperméable. Nous les désignerons sous le nom de "matériau rouge", plus consolidé près de la surface qu'en profondeur. Il s'agit vraisemblablement d'une formation pédologique d'accumulation relative en liaison avec la surface topographique ancienne.

Or ces buttes dominent la surface actuelle de plusieurs mètres :

- 8 à 10 mètres au Nord de Bedane, témoignant d'une extension des sables rouges de Kelo plus grande que de nos jours, vers le Sud. Dans toute cette région les sables rouges ont été déblayés et les formations cristallines mises à jour.
- 7 à 8 mètres à Madana,
- 6 à 8 mètres au Nord de Kaba,
- 5 à 7 mètres près de Lara.

L'étude de la zone de façon systématique a permis de reconnaître que la plupart des points hauts de tous les Koros étaient constitués par le "matériau rouge" que nous avons reconnu dans les buttes de Madana et Lara. Il est souvent altéré. Des blocs détachés ont durci et pris des apparences de cuirasse en surface. Les Koros du Sud (Manang, Timberi, Baké), et les environs de Bebo laissent apparaître le matériau rouge très près de la surface, surtout sur les pentes.

Nous avons pu reconnaître des formations identiques dans les sables blancs de Kelo. La colline de Bebo est dominée par d'énormes blocs de grès siliceux blanc compact : on peut assimiler ce grès à du sable blanc de Kelo consolidé par un ciment siliceux, à moins qu'il ne s'agisse d'une formation plus ancienne, visible ici par une sorte de boutonnière.

La zone de Kourangati et Kagopal, drainée par la Nya et le Mayo Loulé est constituée d'un "matériau beige" très voisin que l'on voit à très faible profondeur, plus ou moins ennoyé sous des sables beiges peu cohérents, légèrement émoussés et dépolis; il est parcouru de canalicules tapissés d'un enduit de couleur rouille apparemment identique à celui du "matériau rouge". Comme l'ensemble a une légère teinte beige nous le désignerons sous le nom de "matériau beige". Il est également visible sur le versant Sud-Est du Koro de Benoye où l'érosion l'a mis à jour. A la base il devient plus grossier (Logo) : les grès fins de la série précédente sont très proches : l'affleurement de Biakongo est très proche. Cette même formation est présente partout entre Bebedjia et Doba, jusqu'à proximité du confluent du Logone et de la Pendé. Elle est vue dans bon nombre de puits et n'est en relation ni avec la surface topographique ni avec la nappe phréatique.

De façon générale le relief des Koros paraît résulter d'une dissection des sables de Kelo. Mises à part les buttes isolées dont nous avons déjà parlé, certaines zones bien consolidées constituent les points hauts et servent pratiquement d'armature. Le réseau hydrographique responsable de ce découpage étant, sans doute, mieux alimenté que le réseau actuel, d'où l'existence d'un certain nombre de vallées sèches qui ne sont plus fonctionnelles de nos jours.

Une redistribution des matériaux a donc été effectuée après la mise en place des sables de Kelo et postérieurement à la première pédogenèse. En particulier les sables rouges ont descendu les pentes et ont été plus ou moins mélangés aux sables blancs remaniés avec eux. Cette dissection des Koros est à rattacher à une phase pluviale importante du quaternaire; elle a pour conséquence un remaniement important des matériaux qui sont étalés en immenses glacis, notamment au Nord de la région des Koros proprement dits et dans la cuvette de Doba. Il n'est pas rare de trouver des sables rouges profondément enterrés à grande distance des Koros (exemple au puits du village de Ter à l'Est de Lai - Pias 1954).

Ce n'est qu'après cette phase de morphogenèse due à l'érosion que la dernière pédogenèse a pu s'exercer, donnant naissance à des sols en général profondément lessivés, aussi bien sur les sables rouges et les sables beiges que sur les matériaux complexes locaux issus de leur mélange. Des cuirasses de bas de pente, formées de gravillons ferrugineux et de débris de "matériaux rouges" soudés entre eux sont observés çà et là en bordure des Koros et notamment dans la vallée du Logone à hauteur de Moni.

Les formations des grandes plaines d'inondation du Logone sont présentes aussi dans la zone étudiée.

La série argilo-sableuse à nodules calcaires est vue en des points très précis dans les grandes vallées : - affleurement près de Bebedjia dans la berge du Logone. Dépression de Beti sur la rive droite de la Pendé. La série à nodules calcaires devient importante à partir de la confluence du Logone et de la Pendé. A partir de ce point, elle se continue sans interruption jusqu'à Lai et Bongor.

A l'Est, des argiles à nodules calcaires d'un type un peu différent occupent la vallée du Mandoul et celle du Bahr Sara en aval d'une ligne joignant Ngalo à Koumogo.

De façon générale cette série n'a jamais été trouvée à une altitude supérieure à 380 mètres, sauf pour les formations argileuses des lacs Ouei et Béro et les argiles grises du Mandoul en amont et sa grande zone d'inondation. L'origine de cette série argilo-sableuse est encore mal précisée. Il faut tenir compte du fait

TABLEAU RÉSUMANT L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE DE LA ZÔNE ÉTUDIÉE

Série limoneuse subactuelle	Extension du lac Tchad	Pédogenèse sur les produits mis en place lors du dernier remaniement.
Série sableuse récente	Erosion - Remaniement des versants Koros. Ravinement de la série à nodules calcaires. Anciens lits du Logone.	
Série argilo-sableuse à nodules calcaires	Extension du lac Tchad	Pédogenèse qui fait les sols profondément lessivés des versants.
Produits de remaniement des sables de Kelo. (sables beiges)	Dissection des sables de Kelo. Erosion, inversion du relief; individualisation des Koros. Création des grands glacis au Nord des Koros. Extension du lac Tchad	A la fin du Continental Terminal, se situe une phase de pédogenèse importante dont il ne reste que de très rares témoins : cuirasse bauxitique de Begamber, Mberi, Koro. (Villafranchien ?)
"Sables" de Kelo Série de Pala Série de Lamé Série de Léré Socle cristallin		Continental Terminal Crétacé supérieur Crétacé moyen (jusqu'au Turonien) Crétacé inférieur

qu'elle occupe de très grandes surfaces dans la cuvette tchadienne, jusqu'au Nord de Bongor (altitude voisine de 320 mètres). Il est possible d'y voir un phénomène lacustre général de la cuvette tchadienne, mais alors une grande partie de la dépression était sous une grande épaisseur d'eau et les conditions de dépôt devaient être bien différentes du Sud au Nord. De plus leur épaisseur varie très peu et ne dépasse pas 3 à 4 mètres. La base est souvent plus grossière, avec présence d'amas calcaires importants. Les nodules de la masse sont quelquefois peu abondants. Ils constituent toujours un excellent repère stratigraphique.

Les séries récentes sont représentées par :

- une série sableuse,
- une série limoneuse actuelle.

La série sableuse récente présente plusieurs faciès :

- épandage très localisé sur le pourtour des Koros. Les matériaux arrachés par l'érosion ne sont pas transportés au loin. Une grande partie est étalée à proximité recouvrant partiellement la série argilo-sableuse à nodules calcaires.
- transport lointain dans les grandes vallées. Les fleuves puissants ravinent profondément les argiles à nodules calcaires. Ils ont un débit solide important : matériaux plus ou moins grossiers arrachés à l'arrière pays lointain et sables du pied des Koros ; au débouché dans les grandes plaines l'écoulement en nappe devient dominant :
- la série sableuse récente, peu épaisse, a recouvert en grande partie les argiles à nodules calcaires. Lorsque la charge solide a diminué en amont le courant était encore assez puissant pour entraîner une partie de ces sables plus au Nord et décaper les argiles à nodules calcaires, qui se sont retrouvées ainsi mises à nu dans beaucoup de cas.

La série sableuse récente constitue des alignements Nord-Sud de buttes sableuses, qui portent les villages dans les grandes plaines d'inondation.

La série limoneuse est le résultat de l'alluvionnement le plus récent. Elle recouvre :

- soit le sable remanié beige ou ocre du pourtour des Koros,
- soit la série argilo-sableuse à nodules calcaires,
- soit la série sableuse récente.

Elle est plus épaisse à proximité des cours d'eau actuels où elle devient plus grossière et plus hétérogène. Le plus souvent elle est très mince et l'influence du matériau sous jacent y est très importante.

Cette série très récente paraît être le résultat de plusieurs apports successifs et non d'un seul apport continu.

L'histoire géologique de la zone étudiée est résumée dans le tableau ci-avant.

Les sols que nous allons étudier sont développés surtout sur les sables de Kelo et les produits issus de leur remaniement.

Le socle cristallin porte des sols peu différents.

La série de Pala est vue, çà et là, dans les versants des grandes vallées ; elle apparaît surtout dans le Nord de la zone étudiée, entre les Koros de Bénoye et de Guidari, le plus généralement au-dessous de la cote 400.

Les séries : argilo-sableuse à nodules calcaires, sableuse récente et limoneuse sont liées au réseau hydrographique actuel.

RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE

La zone étudiée comprend le cours moyen supérieur du Logone et de la Pendé avant leur réunion et une faible portion du cours moyen du Logone en aval de la confluence, jusqu'à Lai. La partie Est est occupée par le Mandoul et le cours moyen inférieur du Bahr Sara, avant sa confluence avec le Chari. Tous s'écoulent en gros vers le Nord.

Le Logone prend sa source à 1.200 mètres d'altitude dans le plateau de l'Adamaoua, près de Ngaoundéré. Il occupe une vallée très encaissée dans le socle granito-gneissique jusqu'au niveau de Gadjibiam, au moment où il entre dans la zone des sables de Kelo. Il passe à Moundou à une cote voisine de 390, passe au confluent avec la Pendé aux environs de 365 et arrive à Lai à 355, soit une pente moyenne de l'ordre de 25 cm par kilomètre.

La Pendé, ou Logone Oriental, prend sa source dans le même massif cristallin, en République Centrafricaine, à une altitude un peu inférieure. Elle passe à Goré à une cote voisine de 395, à Doba à 380, soit une pente moyenne inférieure à 20 cm par kilomètre.

Le Bahr-Sara prend sa source en République Centrafricaine à proximité des sources de la Pendé. Il reçoit un affluent important, la Nana Barya, à 40 km en amont de Moissala, à une cote un peu supérieure à 400. Il passe à Moissala à 380 m, reçoit le Mandoul à 365 m et se réunit avec le Gribingui pour former le Chari à proximité de Manda (cote 355) en aval de Fort-Archambault. De son confluent avec la Nana Barya jusqu'à Manda il a une pente moyenne de 30 cm par kilomètre.

Il faut remarquer tout de suite le comportement particulier de la zone comprise entre la Pendé et le Bahr Sara au Sud des Koros de Guidari et de Koumra. Du Sud de Bébo au confluent, soit sur près de 120 km la Pendé ne reçoit aucun affluent sur sa rive droite. De même le Bahr Sara n'a pas d'affluent sur sa rive gauche entre la Nana Barya et le Mandoul, soit sur 110 km. Toute l'eau qui tombe entre la Pendé et le Bahr Sara depuis la Nana Barya jusqu'aux Koros de Guidari et Koumra se rassemble vers le centre de cette zone (grande zone d'inondation du Mandoul) et s'écoule ensuite difficilement par le Mandoul vers le Bahr Sara.

Pratiquement toute l'eau ruisselée sur cet immense impluvium (plus de 10.000 km²) devrait aller aux ponts de la digue de Doro à Ndila (cote 369) sur la route de Koumra à Moissala, et s'écouler par le Mandoul, dont la pente moyenne est inférieure à 8 cm par kilomètre sur 50 km.

En particulier, la zone située au Nord de Bebo et du Koro de Yomi connaît de grandes difficultés d'écoulement, avec des cours d'eau barrés par de nombreux seuils naturels isolant des biefs en saison sèche et pratiquement sans écoulement au pied du Koro de Koumra. Les digues de pêche jouent un rôle de frein non négligeable dans l'écoulement des eaux, mais sans doute de peu d'importance au regard de la situation topographique et hydrologique générale. Les sols de cette région présentent de façon très générale des caractères d'hydromorphie et les cultures sont souvent perturbées par la stagnation des eaux.

Un autre fait remarquable est l'orientation de la plupart des cours d'eau secondaires à l'Ouest de Koumra. En effet le Mandoul a un cours sensiblement Sud-Ouest, Nord-Est, de même que le Rebmadi qui passe près de Bediondo, le Goumbo Sama, le Mayei, la Pendé de Bebo à Beti, le Mayo Loulé, la Nya de Donya et même une portion du Logone Occidental à hauteur de Bebedjia.

Il est possible de voir là une direction générale ancienne du réseau hydrographique. En effet les vallées du Rebmadji, du Mayo Sei, du Petit Mandoul ne paraissent pas en relation avec leur débit dans la cuvette de Doba; le Mayo Sei en particulier a une vallée tout à fait hors de proportion avec son importance actuelle.

Le Logone et la Pendé auraient alors conflué beaucoup plus à l'Est, au pied de l'actuel Koro de Koumra, et empruntant le cours du Mandoul, auraient déversé leurs eaux dans le "lac de Fort Archambault". Une rivière analogue à la Tandjilé, coulant vers le Nord, aurait entaillé profondément les sables de Kelo et capté le Logone et aussi la Pendé. Ceci permettrait d'expliquer l'important changement de direction de ces grands fleuves à partir de la cuvette de Doba. Cette capture serait très ancienne : il faut la situer au moment de la fin de la dissection des Koros. Elle permet aussi de rendre compte de l'existence de l'affleurement profondément entaillé des grès de Pala au niveau de Biakongo, à hauteur du confluent actuel.

Après le changement de direction de la Pendé, les zones basses à l'Est de Doba, abandonnées par les grands cours d'eau auraient été remblayées. Le Mayo Sei aurait fonctionné un certain temps comme affluent important du Logone (ou de la Pendé).

Actuellement l'ensemble de la région reçoit une pluviométrie moyenne de l'ordre de 1100 millimètres. La saison sèche est l'époque de l'étiage des cours d'eau. Le débit maximum est observé à la fin de la saison des pluies.

Les rivières du bassin supérieur ont des crues très brèves en relation avec les tornades. Ces crues sont très localisées sur le plan géographique. Cependant elles finissent par s'ajouter et provoquer une montée régulière et importante des eaux à l'aval. (En juillet le Logone a des eaux très troubles alors que la Pendé a des eaux claires. Le mélange est long à se faire au confluent. Le même phénomène se produit aussi à Fort-Lamy à la réunion du Chari et du Logone).

Le débit du Logone en crue peut dépasser 3.000 m³ par seconde à Laï en octobre pendant plusieurs jours. Le Bahr Sara se comporte de façon très comparable avec un débit inférieur.

Alors qu'à l'étiage les rivières importantes et les fleuves cheminent entre les bancs de sable de leur lit mineur, les eaux remplissent très vite le lit moyen et débordent très souvent pour inonder les basses plaines. Les points bas des berges constituent de véritables déversoirs d'où partent des courants, parfois importants.

- Le Logone commence à inonder en amont de Tchouen, le Bahr Sara déborde un peu avant son confluent avec le Mandoul, en arrivant au niveau du "Lac de Fort-Archambault". Les échelles de crue permettent d'enregistrer des différences de niveau de plusieurs mètres entre l'étiage et les grandes crues (de 6 à 10 mètres).
- La zone d'inondation du Mandoul en amont de la digue de Doro à Ndila s'élargit et devient une sorte de lac enherbé, très peu profond, parsemé d'îles, parcouru de chenaux libres, long de 20 km, large de 10 km. Au Sud d'une ligne joignant Bebo-Pen à Bouna, Le Mandoul qui s'appelle la Nia Mele à l'Ouest, est une sorte de marécage, aux limites assez nettes, long de 40 km, large de 1 à 2 km, couvert d'herbes où le courant est très faible et la profondeur d'eau assez peu variable dans l'année. A l'Est le Mandoul, qui s'appelle la Benjié, est moins large et nettement moins long.

A l'Est du Bahr Sara, la Moula est une rivière très encaissée, permanente, d'un type bien différent des autres. C'est un affluent du Gribingui.

Le ruissellement représente une part importante des précipitations. Si l'alimentation des nappes est réduite, elle permet cependant un débit d'étiage de 45 à 50 m³ par seconde à Laï au moment où bon nombre de rivières du bassin supérieur sont à sec. Ce sont bien les nappes de la partie sédimentaire du bassin supérieur qui alimentent. A hauteur des Koros on observe des suintements ou des résurgences sur la hauteur des berges, en particulier sur la rive droite de la Pendé et du Logone (à Goré, Doba, Gabri N'Golo) au niveau du "matériau beige", qui constitue nous l'avons vu la partie inférieure des "sables de Kelo".

L'existence d'une nappe profonde continue dans les Koros est assez aléatoire. L'observation des puits des pourtours des Koros montre l'existence d'un niveau piézométrique régulier : en effet les puits sont de plus en plus profonds au fur et à mesure qu'on monte. L'absence de forages suffisamment profonds près des sommets ne permet pas de constater la continuité de cette nappe.

A noter certains puits peu profonds assez hauts dans les Koros, qui permettent de prélever de l'eau à des nappes suspendues. Ils doivent leur existence à la présence de niveaux imperméables très localisés. Malheureusement ils tarissent très vite. Il n'est pas recommandé de les creuser trop profondément, car on risque de percer le mur imperméable.

VÉGÉTATION

Le chapitre climatologie a permis de situer la zone étudiée en grande partie en climat soudano guinéen, avec une tendance sahélienne au Nord.

Les espèces typiquement soudaniennes sont effectivement rencontrées partout. Ce sont :

- | | |
|--|----------------------------|
| - <i>Daniella Olivieri</i> | - <i>Prosopis africana</i> |
| - <i>Butyrospermum Parkii</i> (Karité) | - <i>Burkea africana</i> |
| - <i>Parkia biglobosa</i> | - <i>Isobertinia Doka</i> |

Au Sud on rencontre davantage de *Lophira alata*, très répandu en République Centrafricaine.

Au Nord subsistent *Faidherbia albida* et *Sclerocarya Birrea*, typiques des paysages sahéliens.

La savane arborée forestière occupe tous les sols non inondables. Sa hauteur et sa densité varient en fonction de la topographie et de la nature des sols, en même temps que la distribution des espèces.

Le passage récent et généralisé du feu de brousse au moment des prospections de saison sèche ne permet pratiquement aucune détermination de la végétation herbacée, des graminées en particulier. Il est seulement possible d'estimer l'importance de la strate herbacée quand le feu est intervenu sur les plantes pas tout à fait sèches, laissant des tiges noircies et couchées. Habituellement ce sont les *Andropogon* et les *Hyparrhenia* qui dominent, associées à *Ctenium elegans* quand la strate haute est plus clairsemée. Mais bien souvent le feu a tout détruit et l'impression est que les graminées devaient être très clairsemées, même au maximum de leur croissance.

GLOSSAIRE DE QUELQUES APPELLATIONS VERNACULAIRES

Langue ou dialecte Espèces	DAYE	MBAYE (Moïssala)	GAMBAYE
<i>Afrormosia laxiflora</i>	Tirêin	Sirêin	Tiron
<i>Afzelia</i>	Guila	Guila	Ndila
<i>Anogeissus leiocarpus</i>		Ida	Ira
<i>Anona senegalensis</i>	RiouI	Mbor	Mbor
<i>Bauhinia reticulata</i>		Koumong	Mong
<i>Bovassus flabelliformis</i>	Igna	Mar	
<i>Bridelia ferruginea</i>		Dina	Sibien
<i>Butyrospermum Kostchyi</i>	Sonn	Kignan	Heuroïe
<i>Combretum sp.</i>		Kirembé	
<i>Daniella Olivieri</i>	Guiêou	Bità	Bità
<i>Erythropheum</i>	Ouana	Ouarom	Ouaroum
<i>Burkea</i>			
<i>Gardenia sp.</i>	Sagha	Koumassi	Madji
<i>Grewia mollis</i>	Nbor	Goum	Gom
<i>Guiera senegalensis</i>		Bem	Kamda
<i>Hymenocardia acida</i>	Gaora	Kokar	Kahira
<i>Isobertinia doka</i>		Kabe	Kab
<i>Khaya senegalensis</i>	Kerr	Dil	Mbagueum
<i>Lophira alata</i>	Koyo		
<i>Parinari</i>	Guerkouma	Kouma	Kouma
<i>Parkia biglobosa</i>		Maté	Maté
<i>Poupartia birrêa</i>	Kilembong	Kbelbong	
<i>Prosopis africana</i>	Nderi	Deri	Sam
<i>Securidaca longipedunculata</i>		Kilamar	Pallé
<i>Strychnos sp.</i>	Gourkoutou	Doui	Di
<i>Tamarindus indica</i>	Sion (Son)	Massé	Massé
<i>Terminalia sp.</i>	Rôgo	Rô	Rô
<i>Tetrapleura</i>		Morr	Mouineré
<i>Vitex</i>		Moui	Mi
<i>Ximenia americana</i>	Guirguidji	Kirikité	Titi

La strate arborée est à base de Légumineuses (avec surtout des Césalpinées et des Mimosées) et des Combretacées :

Légumineuses Césalpinées :

- *Azelia africana* - *Cassia occidentalis* - *Erythrophleum africanum*
- *Burkea africana* - *Daniella Olivieri* - *Isoberlinia Doka*

Légumineuses Mimosées :

- *Parkia biglobosa* - *Prosopis africana* - *Tetrapleura andongensis*

Légumineuses Papillonnées :

- *Afromorsia laxiflora*

Combretacées :

- *Anogeissus Leiocarpus* - *Terminalia Laxiflora* - *Terminalia Macroptera*

Il faut signaler la présence de quelques beaux arbres qui dominant souvent les autres : il s'agit de *Khaya Senegalensis* (Méliacées), *Tamarindus indica* (Tamarinier) et *Ficus platiphylla* et *gnaphalocarpa*.

Une strate arbustive basse à très basse est souvent présente, sauf dans les zones où le tapis graminéen paraît très peu dense. Il s'agit de :

- *Grewia mollis* (Tiliacées) - *Detarium microcarpum* (Légumineuses)
- *Gardenia sp.* (Rubiaceées) - *Bauhinia reticulata* "
- *Strychnos sp.* (Loganiacées) - *Ximenia americana* (Olacacées)
- *Parinari excelsa* (Rosacées) - *Hymenocardia acida* (Euphorbiacées)

Dans une certaine mesure l'aspect des arbres, leur densité, leur port, donnent des renseignements sur la profondeur du sol et sur sa fertilité. Mais il faut tenir compte de ces indications avec beaucoup de ménagement.

Il faut cependant faire quelques remarques :

- *Isoberlinia Doka*, s'il peut exister souvent avec les autres espèces, constitue quelquefois des peuplements presque purs, avec seulement quelques *Prosopis* et parfois une strate arbustive avec *Strychnos sp.* et *Gardenia sp.*
- La mise en culture ménage au maximum *Butyrospermum Parkii* et *Parkia biglobosa*. Ils deviennent donc, surtout *Parkia*, de grands arbres.
- Lorsque la culture est abandonnée la jachère est colonisée d'abord par *Detarium microcarpum*, *Hymenocardia acida*, *Combretum sp.* à partir de souches ou de fragments de racines qui ont pu survivre quand la culture n'a pas occupé le sol trop longtemps. Ces essences ont une faculté considérable pour faire des repousses. Ce n'est que par la suite que s'installent les Légumineuses de la strate arborée qui n'ont pas été conservées.
- *Hyphaene Thebaica* (Doum) constitue des peuplements en sol sableux en surface, peu perméable en profondeur. Il devient extrêmement rare au sud d'une ligne joignant Moundou à Moïssala.
- *Anogeissus Leiocarpus* occupe volontiers les sols à horizon supérieur sableux, même sableux grossier.
- *Acacia caffra*, peu répandu, constitue des peuplements purs très limités sur les Koros. L'horizon supérieur du sol, plus profond, paraît plus gris et peut-être plus riche en matière organique.

La durée et le mode de séjour de l'eau modifient considérablement la végétation :

- La strate arborée se clairsème très vite, il ne subsiste plus que *Daniella Olivieri* qui va très loin dans les zones inondées, associé à quelques arbustes.

ACTION DE L'HOMME

Ces dernières années, les surfaces cultivées en coton se sont accrues dans de larges proportions, augmentant sensiblement le rapport des surfaces cultivées à la surface des terres cultivables, plus particulièrement dans les zones où la densité de population est élevée (supérieure à 20 habitants au kilomètre carré), la situation commence à être critique au-dessus de 30 habitants au km².

Les manifestations de la dégradation des sols sont alors fréquentes et caractéristiques : battance entraînant la stagnation d'eau, érosion en nappe ou en ravines mettant à nu les cuirasses. Les rendements deviennent très faibles (moins de 200 kg/ha de coton - graine). La durée moyenne des jachères y est de l'ordre de trois ans alors qu'elle dépasse souvent six ans dans les régions voisines peu peuplées. Les terres se dégradent par suite de la faible durée des jachères qui ne permet pas à la structure de se reconstituer (pas d'humus, très peu de réserves minérales).

Les zones à terres dégradées intéressent au moins 20 % de la superficie Ouest de la zone étudiée et peut-être 50 % de sa population. A l'Est les chiffres sont inférieurs.

L'accroissement démographique et l'introduction de la culture du coton ont bouleversé l'équilibre ancien. Il reste, certes, des terres inutilisées, mais elles sont éloignées des zones actuellement très peuplées et le problème de l'eau n'y est pas résolu (le "grignotage" des Koros est loin d'être total). Les terres des vallées proches nécessitent des aménagements avant leur mise en culture. Les cultures sensibles à l'excès d'eau rechercheront les points hauts. Le problème de la régularité de l'alimentation en eau prime tous les autres dans le cas de la riziculture. La connaissance des niveaux atteints par les eaux sur de longues périodes doit présider au choix des surfaces à mettre en valeur : il faudra préférer les zones homogènes et assez étendues où l'eau vient régulièrement tous les ans, ne formant pas une nappe trop épaisse pour ne pas perturber la croissance du riz. Le retrait des eaux pourra être ralenti par des digues en terre de peu d'importance si le sol n'est pas trop perméable.

Nous verrons qu'il est tout à fait possible de développer des cultures vivières (riz - mil - arachides etc...) sur les terrasses hautes des grandes vallées et dans les plaines d'inondation. Les Koros recevraient des cultures industrielles à condition d'y réformer le système de culture, avec des jachères prolongées, des engrais et peut être l'introduction d'engrais verts, parallèlement à l'élevage et la culture attelée pour passer à une Agriculture Rationnelle se substituant au système de culture traditionnel qui sera insuffisant d'ici quelques décennies.

Deuxième Partie

LES SOLS

I - PRÉSENTATION ET CLASSIFICATION

Seule une très faible partie de la zone étudiée porte des sols évolués sur des matériaux non transportés. Il s'agit de la région de Gadjibian où apparaît le socle cristallin.

Partout ailleurs, nous avons affaire à des matériaux considérés comme provenant du démantèlement de sols et de roches de l'arrière pays cristallin lointain. Ils ont déjà subi une évolution pédologique avant leur transport. Ils ont très vraisemblablement été soumis à une pédogenèse intense après la formation de l'immense glacis de piedmont au Sud de la Cuvette Tchadienne (buttes témoins de Koro et de Bogamber, sur lesquelles nous ne reviendrons pas).

Une succession de phases d'érosion (morphogenèse) et de calme (pédogenèse) a donc profondément marqué la région, sans qu'il y ait apport d'éléments neufs capables de rajeunir le matériau, sauf dans les grandes vallées en relation avec l'arrière pays cristallin.

L'observation des profils montre une abondance de Sesquioxides et un lessivage des argiles, ainsi qu'un concrétionnement fréquent. Les cuirasses et carapaces paraissent fossiles dans beaucoup de cas.

La classification des sols des Koros pose un problème de principe. En effet, en absence d'analyses complètes, la classification vers les sols ferrugineux tropicaux plus ou moins lessivés et concrétionnés paraît s'imposer et a été fréquemment utilisée.

Quand on commence à disposer de quelques analyses et de quelques déterminations d'indices chimiques on est amené à parler de sols faiblement ferrallitiques ou bien de ferrisols. Mais si la roche-mère a été soumise une seule fois au cours de son histoire au phénomène de ferrallitisation elle a acquis de façon définitive les caractéristiques de la ferrallitisation et la détermination actuelle de ses indices ne doit pas conduire à affirmer que la ferrallitisation est le phénomène actuel indiscutable. En effet chaque fois que nous avons affaire à une roche-mère non homogène, d'origine continentale, cas le plus fréquent ici, il ne faut pas oublier qu'elle a été marquée de façon définitive par le ou les paroxysmes pédogénétiques qu'elle a subis antérieurement.

Quelques analyses "triacide" simplifiées ont pu être faites sur des échantillons de Koumra. Deux séries ont été effectuées :

- sur échantillons complets
- sur argile granulométrique (2 microns).

ANALYSES TRIACIDE SIMPLIFIÉES

	N° de l'échantillon	Lieu de prélèvement, profondeur		Nature de l'échantillon	Perte au feu %	Insoluble %	Silice combinée %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	SiO ₂ /R ₂ O ₃	SiO ₂ /Al ₂ O ₃
Analyses sur terre fine à 2 mm	K 80 314	9 km au Sud-Est de Koumra 4 km Est Sud-Est de Gondi	0-30 cm 2 80-100	Matériau rouge induré à l'affleurement (sommet de Koro) Argile grise profonde de la zone du Mandoul	8,65	25,55	23,3	20,15	19,4	1,2	1,9
	610*	15 km Nord-Est de Bengoro	0-20	Sol beige à caractères d'hydromorphie et concrétions ferrugineuses jusqu'à 450 cm Eau à 550 cm	3,0	87,0	3,8	4,1	0,5	1,4	1,57
	611	Puits d'un quartier de Montia	0-20		7,5	55,0	18,0	14,9	1,5	1,9	2,0
	612		200-220		7,4	44,2	24,4	18,5	2	2,1	2,2
	613		300-320		7,4	47	20,6	18,6	3,8	1,7	1,9
	614		380-400		7,6	43,6	24,0	19,9	1,8	1,9	2,0
	615		520-540		4,6	64,5	14,3	12,9	1,8	1,7	1,9
	616		600-620		6,8	48	21,5	18,8	2,4	1,8	1,9
	700	11 km Sud de Sahoyo	0-30	Affleurement de cuirasse de bas de pente	10,4	15	17,4	19,5	34,4	0,7	1,5
	720	7 km Est de Gon		Berge du Bahr Sara. Cuirasse avec graviers de quartz roulé	8,4	36,7	14,3	13,9	24,2	0,8	1,7
860	15 km Sud-Est de Mousseni	0-30	Affleurement de cuirasse de bas de pente	11,3	14,8	17,3	19,75	33,9	0,7	1,5	
Analyses sur argile à 2 microns	223	1 km Est de Bepan	180-220	Argile grise profonde, très compacte du Mandoul	13,6	3,7	40,5	35,0	2,0	1,9	1,9
	295	10 km Est de Bebopen	180-220	Argile grise profonde, très compacte du Mandoul	13,6	7,0	37,2	35,45	2,4	1,7	1,8
	362	2,5 km Est de Bouna	15-60	Argile noire très compacte des passages d'eau à l'Est du Mandoul	14,8	4,4	29,1	36,45	1,9	1,8	1,8
	395	4 km Nord-Ouest de Ndila	130-171	Argile gris-olive, à nodules calcaires	13,0	0,55	39,1	29,55	6,6	1,96	2,2
	451	3,8 km Nord de Kembita	10-30	Série argilo-sableuse, à nodules calcaires, effondrements	13,4	7,8	37,0	31,95	5,9	1,8	1,96
	490	Beige du Bahr Sara à Mayo		Argile gris-olive à nodules calcaires	12,9	5,3	39,1	32,65	5,8	1,8	2,0
	593	6 km Sud-Est de Bendanga	150	Argile bicolore, grise et rouille	13,5	0,2	47,3	34,5	4,5	2,1	2,3
	674	10 km Est de Bekourou	180	Argile grise profonde	13,5	0,3	47,0	37,5	1,8	2,0	2,1
	843	Bourrelet de la Moula	120-150	Horizon beige et rouille, argileux, compact	13,9	0,2	47,5	37,4	2,0	2,0	2,15
	913	0,3 km Est de Koumou	100-140	Horizon gris et rouille, argileux compact	14,0	0,1	47,0	37,4	4,0	2,0	2,1
936	Passage d'eau de Kokati	310-330	Horizon argileux gris, profond	13,4	0,2	48,5	34,5	4,4	2,2	2,3	

* l'échantillon 610 a été prélevé à quelques mètres à côté du puits.

a) Analyses "triacide" sur échantillons complets

Profil Koumra 61 : (Puits de Montia, près de Bengoro)

L'échantillon 611, prélevé de 0 à 20 cm à proximité de la margelle, n'est pas représentatif de l'horizon de surface du sol. En effet comme tous les autres, ce puits est creusé dans une termitière qui se poursuit jusqu'à 1,80 m de profondeur. Ce n'est qu'à partir de 2 mètres que le profil du sol peut être observé.

Par contre l'échantillon 610, prélevé en surface à quelques mètres du puits est très représentatif de la surface du sol.

Le taux d'insoluble est très élevé sur l'ensemble du profil. Le lessivage de l'horizon supérieur fait qu'il ne reste pratiquement plus que du quartz, avec très peu de silice combinée et d'alumine.

A partir de 2 mètres et jusqu'au niveau de l'eau, le taux d'insoluble est élevé, de même que les chiffres de silice combinée et d'alumine.

Le fer est très peu abondant. Il est vraisemblablement sous forme de concrétions, qui ne sont pas prises en compte ici (supérieures à 2 mm).

Il est important de noter le taux élevé d'alumine. Le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ est voisin de 2.

L'échantillon 616 prélevé sous le niveau d'eau paraît peu valable. Les parois du puits avaient dû s'ébouler quelques temps avant notre passage et l'échantillon prélevé donne des résultats très voisins des n° 613 et 614, prélevés plus haut.

L'échantillon 615, prélevé au-dessous du niveau à concrétions ferrugineuses a un insoluble élevé qui peut être considéré comme représentatif du matériel sableux non évolué sur place. Le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ est aussi très légèrement inférieur à 2.

Cuirasses et "matériau" rouge induré : (échantillons K 80 - 700 - 720 - 860)

L'échantillon K 720 a été prélevé dans une cuirasse contenant des galets de quartz roulé, à proximité du Bahr Sara. La proportion de galets peut être estimée à 20 - 25 % de la masse.

Ceci permet de rendre absolument comparables les résultats des échantillons K 700; K 720 et K 860, représentant tous trois des cuirasses de bas de pente. Avec 34 % de fer, 19,5 % d'alumine, 17,3 % de silice combinée et 15 % d'insoluble ces cuirasses présentent des résultats d'analyses très constants.

Le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ est nettement inférieur à 2. Cependant le taux d'alumine est très voisin de celui de l'horizon à concrétions ferrugineuses du profil du puits du quartier de Montia, près de Bengoro. (K 61).

Le "matériau" rouge induré (K 80) est moins riche en fer avec seulement 20 %.

Il renferme environ 25 % d'insoluble et présente un rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ voisin de 2. Il y a seulement accumulation de fer et l'argile est du type kaolinite.

Argile grise profonde de la région du Mandoul (K 314)

L'échantillon complet renferme plus de 40 % de quartz et seulement 45 % d'argile minéralogique.

Le fer n'entre que pour 3,8 % dans sa composition.

Les analyses sur extractions d'argiles à 2 microns sur les échantillons prélevés dans la même zone indiquent que la plus grande partie du quartz a une dimension supérieure à 2 microns.

L'argile granulométrique a un rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ inférieur à 2.

La perte au feu est voisine de 14 %, comme pour une kaolinite et il est très vraisemblable que cette argile est une kaolinite presque pure, avec seulement 2 à 3 % de fer.

b) Analyses "triacide" sur argiles à 2 microns

Argiles à nodules calcaires (K 451 - K 395 - K 490)

Un échantillon de la série argilo-sableuse à nodules calcaires a été prélevé à proximité de Kembita, où son faciès était très typique par la couleur et le microrelief.

L'insoluble approche 8 %, indiquant que le quartz peut être très fin. Le fer est voisin de 6 %, ce qui est beaucoup.

Silice combinée et alumine forment la plus grande partie de cette argile, dans un rapport pratiquement égal à 2.

Des argiles d'aspect très voisin, à nodules calcaires, de couleur gris olive, prélevées plus ou moins profond, ont des constitutions très voisines, avec 6 % de fer et un rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ voisin de 2.

Cependant l'insoluble peut varier assez nettement de l'une à l'autre.

Ces échantillons appartiennent tous à la même série argileuse, formée avant tout de kaolinite, de quartz et d'un peu de fer.

Quelques argiles grises des horizons profonds dans certains passages d'eau.

Elles sont caractérisées par un très faible taux d'insoluble et des quantités de fer à peine supérieures. Il s'agit d'argiles minéralogiques à peu près pures, à très forte dominance de kaolinite. En effet le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ est toujours voisin de 2.

En définitive ces analyses "triacide" simplifiées permettent surtout de connaître les quantités d'insoluble et de fer.

Elles permettent de soupçonner la quantité et la nature de l'argile minéralogique présente, par l'étude du rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ et le taux de perte au feu.

Nous sommes ici en milieu très riche en kaolinite, aussi bien dans les sols beiges que dans la plupart des séries argileuses que nous avons rencontrées.

Nous manquons évidemment des résultats d'analyses demandées sur d'autres échantillons en particulier sur ceux de Moundou et qui n'ont pu être effectuées à ce jour.

L'analyse des accumulations est plus intéressante. Les cuirasses de bas de pente renferment une bonne proportion de fer, mais aussi sans doute un peu d'alumine. Il en est de même pour le "matériau" rouge induré.

Ces considérations sont insuffisantes pour décider des types précis de pédogenèse de la région. Comme le montrent les échantillons K 612 à K 615 l'ensemble du profil présente un rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ de l'ordre de 2. Il y a donc de la kaolinite partout et ceci sans doute depuis la mise en place des "sables" de Kelo ou depuis leur dissection.

Sur un tel matériau pétrographique la seule utilisation des tests chimiques ne permet pas de conclure.

Dans le cas présent, plus fructueuses sont des considérations de géomorphologie qui distinguent des surfaces d'âge différent, plus ou moins bien conservées depuis leur formation et portant des sols où il est possible de reconnaître la pédogenèse principale, ou du moins la plus marquante. Cette méthode se révèle très utile quand il s'agit de cartographier dans leur ensemble des régions qui ont conservé des témoins de plusieurs pédogenèses successives. La description et l'interprétation des profils placés dans leur contexte géomorphologique prennent le pas sur les critères chimiques et permettent des juxtapositions de sols qui seraient étonnantes dans une classification strictement pédogénétique et zonale. Il est ainsi possible de faire voisiner des sols ferrallitiques fossiles sur les surfaces les plus anciennes, des ferrisols sur des surfaces plus jeunes, des sols ferrugineux tropicaux sur des surfaces encore plus jeunes et des sols peu évolués sur les toutes dernières séries. Cette séquence classique en Guinée et en Haute Volta n'avait pas encore été signalée au Tchad où les témoins les plus anciens sont très limités.

L'HYDROMORPHIE pose aussi un important problème de classification. Elle intervient au niveau des grandes classes de sols aussi bien qu'au niveau des séries. La description des caractères généraux de l'hydromorphie ne supporte aucun classement hiérarchique qui puisse être préféré à un autre. En effet, la présence d'un seul des caractères suivants peut conduire à classer un sol comme hydromorphe :

- 1) Situation topographique (bas fond -, replat, ...).
- 2) Végétation spontanée. La nature et l'aspect de cette végétation sont des guides précieux sur la connaissance de la durée et la nature du séjour de l'eau.
- 3) Présence d'eau dans le profil au moment de l'observation.
- 4) Couleur du profil dans son ensemble ou d'un seul horizon (noir ou gris, ou gris-clair, ou verdâtre, ou bleuâtre, ou bigarrure, quelques fois couleur "sale").
- 5) La structure du sol est modifiée par l'hydromorphie, - souvent prismatique, ou bien continue, "bullée" ou alvéolaire -. Dans la plupart des cas la densité apparente du sol est modifiée : vers l'alourdissement ou bien vers l'allègement.
- 6) Le concrétionnement est une manifestation importante de l'hydromorphie.
- 7) Présence de matière organique - débris végétaux non décomposés - accumulation en masse en profondeur. Odeur.
- 8) Le comportement des racines est aussi un indice précieux dans l'étude de l'hydromorphie en particulier par leur distribution et les accidents qu'elles présentent.
- 9) La salure peut souvent être considérée comme un signe d'hydromorphie : le plus souvent l'un ne va pas sans l'autre.

Une classification faisant intervenir l'origine de l'eau, la durée de son action actuelle et l'ancienneté de cette action paraît s'imposer. Mais il n'est pas toujours facile d'interpréter au moment de l'observation du profil. En effet, une connaissance approfondie du pays est nécessaire.

L'examen des photos aériennes de l'Institut Géographique National a permis une localisation des zones engorgées qui apparaissent plus sombres que les zones saines. Mais l'échelle au 1/50.000e n'est utilisable que pour la réalisation d'une carte générale au 1/100.000e ou mieux au 1/200.000e. En effet elle permet de reconnaître le réseau hydrographique (très souvent méconnaissable sur les cartes au 1/200.000e) et les grandes zones de stagnation d'eau. Les zones de passage d'eau sont facilement identifiées à leur végétation toute différente (absence d'arbres) où les courants actuels ou anciens sont bien visibles. On peut y reconnaître les seuils, les étranglements, les zones où l'eau séjourne le plus longtemps, voire la majeure partie de l'année.

La photo aérienne permet de reconnaître que les zones voisines sont boisées. Il est possible d'apprécier la densité des peuplements arborés, ce qui constitue un indice précieux pour la cartographie à petite échelle : si l'identification des espèces n'est pratiquement pas possible, on peut quand même reconnaître l'existence de zones occupées de façon différente du reste : il faut aller les recenser sur place.

Quand la densité du peuplement arboré ne paraît pas différente d'un point à un autre, des variations de teinte du gris au gris foncé indiquent généralement des comportements différents de l'eau à proximité de la surface du sol, en fonction de la topographie ou de la nature du sol : les zones claires sont les plus saines, les zones les plus sombres présentent des caractères souvent accusés d'hydro-morphie.

Les différences ainsi observées ne peuvent évidemment être interprétées dans ce sens que s'il n'y a aucun doute sur l'identité de la roche mère d'un point à l'autre.

CLASSIFICATION DES SOLS

Nous adopterons la classification suivante : (d'après G. AUBERT et les pédologues français 1962).

	Description Pages
Classe : SOLS MINÉRAUX BRUTS	80
s CI : NON CLIMATIQUES	
Gr : Sols minéraux - bruts d'érosion - Cuirasses - Débris de roches_____	85
Gr : Sols minéraux bruts d'apport -	84
s Gr : Alluvions non évoluées, pas toujours stabilisées	
s Gr : Alluvio-colluvions très récentes	
Classe : SOLS PEU ÉVOLUÉS	80
s CI : NON CLIMATIQUES - LE PÉDOCLIMAT PERMET L'ÉVOLUTION DU SOL	
Gr : Sols d'érosion sur quartzite altérée (extension très faible)_____	85
Gr : Sols d'apport : Alluvions peu évoluées - Sols limoneux plus ou moins profonds_____	84

Classe : SOLS À SESQUIOXYDES

s Cl : SOLS FERRALLITIQUES

Gr : Sols fortement ferrallitiques

Pour mémoire : Cuirasses de Koro, Mberi et
Begamber

33

s Cl : SOLS FAIBLEMENT FERRALLITIQUES

Gr : Ferrisols

35

s Gr : Sols rouges ou ocre rouge profonds (Koros) :

- sains

35

- à caractères d'hydromorphie et concrétions

41

- peu profonds, très érodés

41

s Cl : SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX

Gr : Sols ferrugineux tropicaux lessivés

s Gr : Sols ocre-rouge

45

s Gr : Sols beiges sur les grands glacis au pied des Koros :

- sains

47

- à caractères d'hydromorphie (et concrétions)

55

s Gr : Sols beiges sur arènes cristallines :

59

- sains

- à caractères d'hydromorphie et concrétions

Gr : Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés

63

s Gr : Sols beiges sur buttes sableuses dans les grandes
plaines d'inondation à caractères d'hydromorphie
plus ou moins accusés

63

s Gr : Sols beiges à jaunes surmontant certaines
cuirasses et carapaces dans les Koros

63

s Gr : Sols gris

64

- sains

- à caractères d'hydromorphie

Classe : SOLS HYDROMORPHES

67

s Cl : SOLS HYDROMORPHES MOYENNEMENT OU PEU
HUMIFÈRES

Pédoclimat seulement temporairement humide (= hydro-
morphie semi-permanente)

Gr : Sols foncés de la série argilo-sableuse à nodules
calcaires

67

- Typiques

- Avec couverture sableuse ou limoneuse

Gr : Sols beiges inondés

72

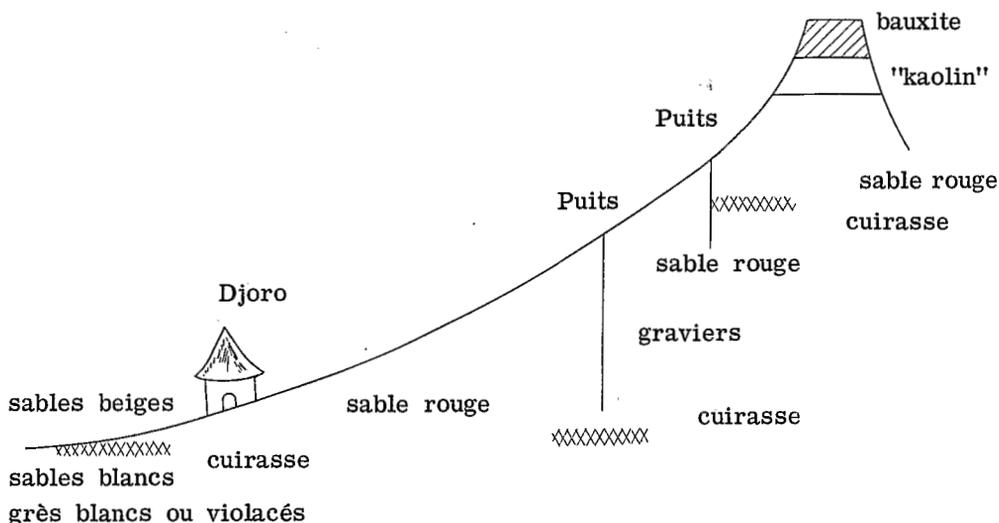
Gr : Sols gris à micro buttes

78

DESCRIPTION DES PRINCIPAUX GROUPES DE SOLS

Cuirasses de Koro, Mberi et Begamber

Dans un rapport de 1961** intitulé "Mission de Recherche de bauxite au Logone et au Mayo Kebbi", le géologue Ph. WACRENIER donne la coupe suivante de la "Montagne" de Koro.



Il y joint cette analyse de la bauxite :

- alumine	57,3 %	- silice totale	3,84 %
- silice libre	0,49 %	- Fe ₂ O ₃	8,25 %
- silice combinée	3,68 %	- P ₂ O ₅ moins de	1 %

La perte au feu montre que la bauxite est constituée essentiellement de trihydrate (Al₂O₃, 3 H₂O) ce qui correspond aux cristaux de gibbsite visibles sur les échantillons.

Ph. WACRENIER conclut que "les seules véritables bauxites connues au "Logone et au Mayo Kebbi sont celles de Koro - qui semblent résulter d'une "latéritisation postérieure à la fin des séries paléotchadiennes ou contemporaines "de la fin de celles-ci - Le Latéritoïde terminal (Pa3) qui en résulte est très "démantelé et n'est connu de façon certaine qu'à Koro et Begamber".

Nous y ajouterons Mberi, dans le Koro de Guidari.

** Ce rapport nous a été communiqué en Février 1963 à Nîmes, par Monsieur J. CABOT. Nous y trouvons confirmation de ce qui a été dit au chapitre géologie.

Sols rouges

MOUNDOU 4

Pente légère vers le Nord.

Jachère de 7 à 10 - Arbustes de 3 à 5 m de haut avec : *Entada soudanica*, *Pterocarpus lucens*, *Combretum sp*, *Grewia mollis*, *Bauhinia reticulata*, *Securidaca longipedunculata*.

0 - 15 cm : Horizon brun roux, sableux grossier, structure particulière.

15 - 50 cm : Horizon rouge sombre. Sableux à sablo-argileux. Structure pseudo-particulaire. Bien exploité par les racines.

50 - 180 cm : Horizon rouge, sablo-argileux. Cohésion moyenne à forte.

180 - 310 cm : Horizon rouge, sablo-argileux, assez compact.

310 et + : Horizon bicolore : Masses ocre rouille à sable blanc et rouille entourées de zones rouges. Plus argileuses anastomosées. Ensemble compact.

KOURMA 19

Pente légère vers le Sud Ouest.

Jachère très ancienne avec dominance de *Anogeissus leiocarpus*, *Hymenocardia acida*, *Prosopis africana*, *Detarium microcarpum*, *Combretum sp*, *Strychnos sp*, *Ximena americana* etc.

0 - 15 cm : Horizon rouge-gris. Sableux grossier, Meuble.

15 - 60 cm : Horizon rouge, sablo-argileux. Meuble.

60 - 140 cm : Horizon rouge sombre. Argilo-sableux. Assez compact vers 90 cm. Porosité faible.

140 - 220 cm : Horizon rouge sombre. Argilo-sableux - plus meuble que l'horizon supérieur.

Profil		MOUNDOU 4					KOURMA 19			
Echantillons		41	42	43	44	45	191	192	193	194
Profondeur		0-15	35-50	100-	250	310	0-15	40-60	100-120	200-220
Kcl N		6,7	4,4	5,0	6,1	6,2	6,6	4,6	4,5	4,6
pH Kcl N/50		6,9	4,8	5,5	6,6	6,8	5,9	4,7	4,6	4,7
eau		7,3	5,5	6,0	6,0	6,8	6,1	4,9	4,7	5,6
Granulométrie	Terre fine %	100	100	100	100	62,0				
	Sable grossier %	65	49,0	44,5	43,0	60,0	60,5	52,0	42,0	43,0
	Sable fin %	19,5	15	9,5	11,5	9,5	30,5	25,5	16,5	17,5
	Limon %	4	4,0	3,5	7,7	3,5	1,0	3,7	1,2	3,5
	Argile %	10	33,5	37,7	35,0	12,5	6,2	18,7	37,7	35,0
Humidité (105°) %		1,0	3,5	4,0	3,5	1,5				
Mat. org.	Mat. org. tot. %	1,60	0,53				4,18	0,52		
	Azote total ‰	0,49	0,27				1,68	0,58		
	Carbone %	0,93	0,31				2,43	0,30		
	C/N	19,0	11,50				14,5	5,2		
B. Echang.	Ca meq/100 g	3,76	0,90	1,54	2,03	1,16	1,11	0,55	0,74	0,68
	Mg meq/100 g	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	1,30	0,50	0,50	0,20
	K meq/100 g	0,13	0,16	0,04	0,16	0,15	0,02	0,02	0,02	0,02
	Na meq/100 g	0,05	0,08	0,08	0,09	0,09	0,12	0,16	0,18	0,21
	S meq/100 g	4,34	1,34	2,06	2,48	1,60	2,55	1,23	1,44	1,11
B. Totales	Ca meq/100 g	5,17	2,98	2,83	3,25	2,38				
	Mg meq/100 g	0,2	2,1	0,3	1,5	0,2				
	K meq/100 g	0,90	0,97	0,81	1,05	0,59				
	Na meq/100 g	1,11	1,17	1,05	0,91	1,07				
	S meq/100 g	7,38	7,32	4,99	6,71	4,24				
Ca échangeable Ca total x 100		73	30	54	62	49				
Is K	(Hénin)	0,69	1,55	2,14	3,10	1,70				
		0,79	2,08	2,69	2,19	3,02				
Extrait sat. C à 25°C (mmho/cm)		0,37	0,36	0,21	0,20	0,26				

Ferrisols

Ils occupent les Koros et se sont formés après la grande dissection des Koros pendant une phase climatique calme permettant une pédogenèse durable et supposant la présence généralisée de la forêt.

Ce sont des sols en général profonds, lessivés, bien conservés dans leur ensemble. Ils ont cependant été érodés de façon assez sévère. Les niveaux d'accumulation ont été mis à nu dans les zones hautes, et sur les replats pendant que les horizons éluviaux étaient entraînés au bas des pentes et souvent très loin dans les zones basses.

SOLS ROUGES OU OCRE ROUGE PROFONDS

Ce sont les sols les plus fréquents dans le Sud de la République du Tchad, Ils représentent environ la moitié de la superficie de la zone étudiée et sont tout à fait typiques des sols des Koros. La plupart du temps ils ont un profil profond, toujours très sain. Ce n'est que lorsqu'ils sont tronqués ou qu'ils occupent des positions topographiques particulières qu'ils présentent des caractères d'hydromorphie.

Profil MOUNDOU 4, à 2,5 km au Nord de Baikoro.

Les analyses montrent une répartition de l'argile indiquant un lessivage marqué.

La structure pseudo-particulaire des horizons supérieurs est en corrélation avec la texture sableuse grossière et une bonne perméabilité. A partir de 50 cm le sol devient nettement compact, avec une porosité assez faible et une structure micropolyédrique forte. A noter l'absence de surstructure ou de structure au niveau de l'horizon.

Le taux d'argile indiqué par l'analyse granulométrique n'est pas en corrélation avec l'observation sur le terrain. Il existe donc une proportion certaine de pseudosable.

Le taux de limon est extrêmement faible dans tout le profil. Il paraît cependant présenter un lessivage certain, ce qui est interprété comme l'indice d'une pédogenèse poussée.

Les tests d'analyse de la stabilité structurale (méthode Hénin) montrent une instabilité structurale (IS) croissante jusqu'au moment où cesse l'accumulation argileuse. Quant à la perméabilité (K) de l'échantillon préparé au laboratoire, elle croît régulièrement jusqu'à la base du profil.

La matière organique est en quantité toujours réduite et son taux décroît très vite en profondeur. Très souvent le rapport C/N de l'horizon de surface est assez élevé, de l'ordre de 12 à 16. Il décroît très vite dans l'horizon sous-jacent et atteint 6 à 10.

La répartition des bases échangeables le long du profil montre l'importance d'une faible quantité de matière organique dans le maintien de la fertilité de l'horizon supérieur, en particulier sur le plan calcium. En effet si les horizons inférieurs ne renferment que 1 à 2 meq/100 g, l'horizon supérieur contient plus de 4 meq/100 g, avec un taux d'argile très faible. C'est ici que se situe l'influence favorable de la jachère arborée qui permettrait une sorte de remontée, ou de remise en surface des éléments minéraux qui auraient été entraînés en profondeur par lessivage. La répartition des bases totales est du même type.

Le calcium représente plus des trois quarts de la somme des bases échangeables. Le magnésium, le potassium et le sodium constituent le reste en proportion variable. La précision du dosage du magnésium et les quantités rencontrées ici, en limite de précision des dosages font qu'il n'est pratiquement pas possible de connaître la dynamique de cet élément dans le profil. Le rapprochement avec les chiffres de magnésium total ne renseigne pas davantage.

Par contre nous notons des quantités relativement importantes de potassium et de sodium, régulièrement réparties le long du profil. Le sodium échangeable représente de 8 à 10 % du sodium total, ce qui est peu. Il faut admettre que la majeure partie du sodium est solidement fixée aux argiles. Le potassium échangeable atteint 15 à 20 % du potassium total, ce qui est tout à fait normal. Quant au calcium, il est sous forme échangeable pour environ 50 %.

Nous n'avons pas de chiffres d'acide phosphorique total. La majeure partie de cet élément est sans doute combinée aux hydroxydes du profil.

L'horizon de surface a un pH très voisin de la neutralité, ce qui doit être considéré comme un élément tout à fait favorable en région tropicale. Les horizons sous-jacents ont des pH nettement plus bas, très fréquemment rencontrés dans les sols des Koros. En profondeur les pH remontent à des valeurs plus convenables, en relation avec le lessivage des bases.

La capacité d'échange est vraisemblablement assez basse, de l'ordre de 3 à 5 meq/100 g (5 à 6 en surface). Le taux de saturation doit se situer aux environs de 60 à 70 % en surface et de 40 à 50 % en profondeur.

En définitive le niveau de fertilité de ce sol n'est sans doute pas très mauvais. Il ne faut pas sans doute attendre des rendements élevés sans aménagements; apports d'éléments fertilisants en quantité suffisante, au moment opportun, amendements organiques. (Ceci en dehors de toute considération économique dans l'échelle actuelle des valeurs). Les propriétés physiques ne sont pas défavorables et donnent un sol facile à "prendre" aux périodes habituelles de culture.

Les types de cultures possibles sont très variés, avec en particulier le mil, l'arachide, le coton, le sésame, les pois, les haricots, le maïs éventuellement, etc ...

Nous allons maintenant examiner les variations rencontrées autour du profil.

Tout d'abord un autre profil extrêmement voisin, observé à proximité de Koumra :

Profil KOUMRA 19, à 3,0 km NE de Narabanga (vers Kirambo) - (description et résultats d'analyses page précédente).

On n'atteint pas ici l'horizon bicolore, cependant la couleur d'ensemble de l'horizon commence à changer et le taux d'argile est en très légère régression après un maximum vers 120 cm.

Le taux de matière organique totale est nettement plus élevé dans l'horizon de surface.

Les chiffres de bases échangeables sont inférieurs et ils peuvent être considérés comme très bas. Le potassium est en très faible quantité, en limite de précision du dosage.

Les possibilités culturales de ce sol sont certainement très comparables à celles du profil décrit précédemment.

Sol rouge lessivé.

Sol rouge tronqué

KOUMRA 2

MOUNDOU 259

Pente légère vers le Sud - Sud Est.

Zone non cultivée boisée avec les essences courantes auxquelles s'associe, *Terminalia laxiflora* en nombre plus grand qu'à l'habitude.

La végétation arbustive ne dépasse pas 4 à 6 mètres de haut, avec les essences habituelles d'une jachère ancienne.

0 - 30 cm : Horizon rouge grisâtre, sableux grossier, meuble.

0 - 20 cm : Horizon rouge sombre, sableux grossier - structure particulière.

30 - 70 cm : Horizon rouge sombre, sableux grossier, meuble.

20 - 70 cm : Horizon rouge vif sablo-argileux. Cohésion moyenne à forte.

70 - 220 cm : Horizon rouge sombre à chocolat. Peu compact sableux grossier.

70 - 130 cm : Horizon rouge vif argilo-sableux. Forte compacité.

Profil		KOUMRA 2				MOUNDOU 259		
Echantillons		21	22	23	24	2591	2592	2593
Profondeur		0-30	40-50	120-140	200-220	0-20	50	100
Kcl N		5,8	5,1	4,8	5,2	4,8	4,3	4,3
pH Kcl N/50		5,6	5,3	4,9	5,2	5,2	4,5	4,5
eau		5,9	5,4	5,2	5,3	5,8	5,0	5,1
Granulométrie	Terre fine %					100	100	100
	Sable grossier %	73,5	71,0	71,5	67,0	49,5	39,0	36,5
	Sable fin %	20,5	13,5	9,5	10,0	16,5	14,5	9,5
	Limon %	1,7	1,7	0,2	2,0	7,5	4,2	5,2
	Argile %	3,5	12,0	17,0	19,2	21,2	38,7	48,7
Humidité (105°) %						2,0	4,0	5,0
Mat. org.	Mat. org. tot. %	3,44	1,19			1,28		
	Azote total ‰	1,14	0,49			0,65		
	Carbone %	2,00	0,69			0,74		
	C/N	17,5	14,1			11,4		
B. Echang.	Ca meq/100 g	0,43	0,22	0,30	0,87	1,51	0,68	0,80
	Mg meq/100 g	0,2	0,2	0,2	0,30	0,9	0,4	0,2
	K meq/100 g	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02
	Na meq/100 g	0,12	0,14	0,11	0,18	0,11	0,08	0,11
	S meq/100 g	0,77	0,58	0,63	1,37	2,56	1,18	1,13
Cap. Ech. (T) meq/100 g		1,5	1,6	2,9	3,2			
Is } K }	(Hénin)	0,38	0,93	1,94	1,72	1,86	2,34	2,40
		4,9	4,8	4,4	5,1	2,74	2,81	3,16
Extrait sat. C à 25°C (mmho/cm)						0,27	0,16	0,15

SOL ROUGE LESSIVÉ

Profil KOUMRA 2 : Observé à 5 km au Nord-Est de Benguébé - (route de Fort-Archambault)

L'analyse mécanique montre immédiatement la différence avec le type normal de sol rouge : le taux d'argile n'atteint pas 20 % (25 % dans le profil Koumra 15 à 3 km au Sud-Est de Gaboulo sur la route de Koumra, également sur une pente légère) et le taux de sable grossier dépasse 70 %. Il semble n'y avoir ici que très peu de pseudo-sable. Le test de perméabilité de Hénin donne des chiffres élevés et constants. Par contre l'indice d'instabilité structurale croît assez vite de haut en bas.

Le limon est en très faible quantité tout au long du profil.

Le taux de matière organique peut être considéré comme élevé pour la région. Le rapport C/N élevé indique une matière organique en cours d'évolution.

Les mesures de pH donnent des chiffres bas, qui restent cependant du même ordre de grandeur que ceux que nous avons déjà vus.

Les bases échangeables sont en quantité extrêmement faible. La plupart des chiffres indiqués est pratiquement sans valeur. La capacité d'échange pour les bases, par la méthode à l'alcool, est aussi très faible et fait apparaître un taux de saturation très faible. Nous avons déjà eu l'occasion de constater que le taux de saturation ainsi calculé est sans doute inférieur à la réalité.

Ce sol est rencontré sur des pentes le plus souvent faibles. L'éventualité d'un transport et d'un recouvrement partiel par des produits d'érosion venus d'amont n'est sûrement pas à rejeter. L'élément essentiel demeure le taux d'argile peu élevé dans l'ensemble du profil.

Le niveau de fertilité de ce sol est sans doute inférieur à celui du sol rouge normal : il ne reste plus qu'un support physique à la culture ; il faut fournir à la plante à peu près tout ce dont elle peut avoir besoin pour sa croissance, et ceci pour chacune de ses phases. Par contre l'eau y circule bien et les façons culturales sont aisées.

SOL ROUGE PLUS OU MOINS TRONQUÉ

La troncature réside dans l'ablation d'une couche superficielle plus ou moins épaisse, rapprochant de la surface l'horizon profond argileux.

Ces sols tronqués sont toujours observés à proximité des sommets des Koros ou près des ruptures de pente menant aux vallées sèches qui les entaillent plus ou moins profondément. Il s'agit là d'une érosion récente ou actuelle relativement intense.

Profil MOUNDOU 259 : à 7 km au Sud de Beboto-Douala, sur la route de Baké.

Dès la surface le taux d'argile est supérieur à 20 %. En profondeur il atteint et dépasse 45 %.

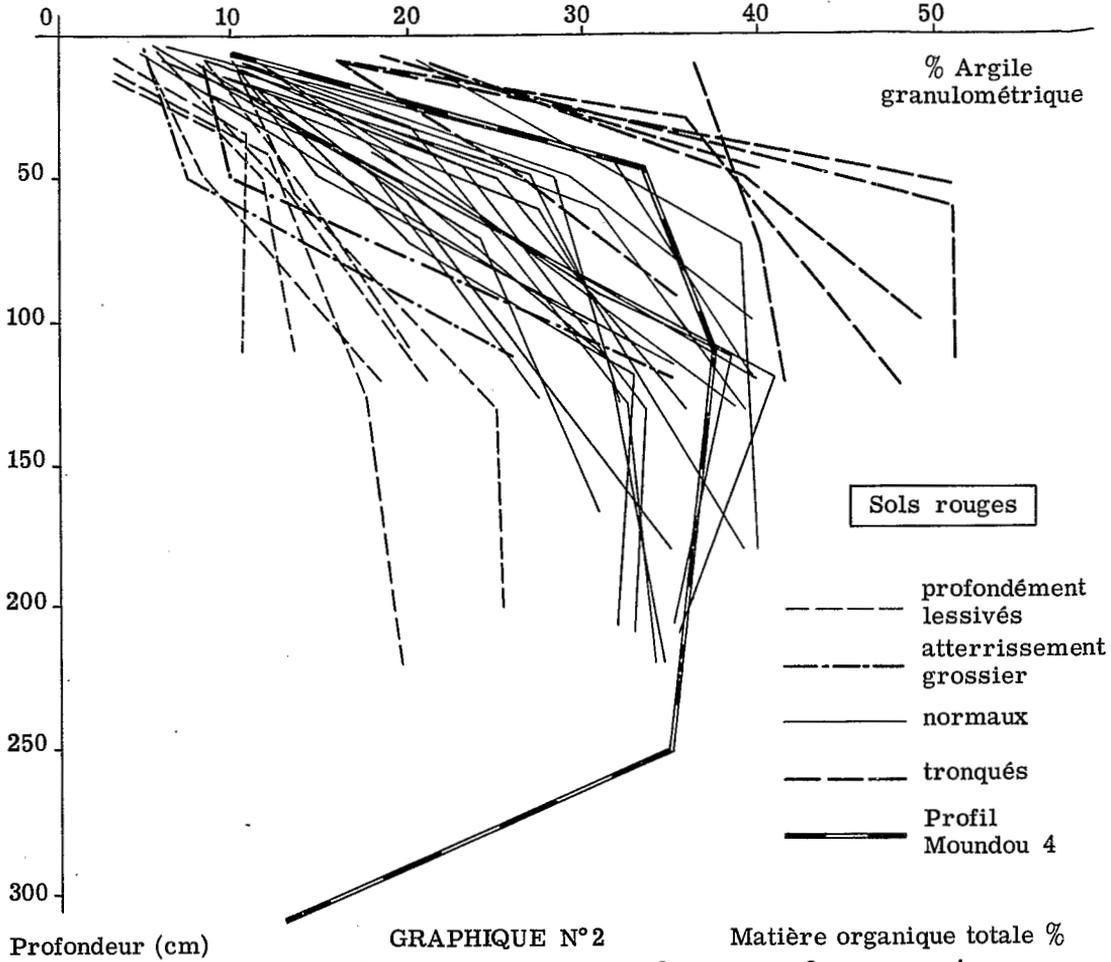
Le limon est un peu plus abondant que dans le sol rouge normal.

Les bases échangeables sont en faible quantité. La présence d'une quantité importante d'argile fait penser à une capacité d'échange assez grande. Ceci expliquerait les pH bas qui ont été mesurés.

L'argile agglomérée en pseudo-sable permet d'obtenir un chiffre assez élevé au test de perméabilité de Hénin. Les chiffres d'instabilité structurale sont assez élevés dès la surface.

Au Profil MOUNDOU 261, assez proche de celui-ci et dans la même position topographique, on note 35 % d'argile dès la surface et 40 % en profondeur, ce qui indique une troncature plus sévère. Les taux de limon atteignent et dépassent 15 %.

GRAPHIQUE N° 1



GRAPHIQUE N° 2

Matière organique totale %

		0	1	2	3	4
Moundou	Atterrissement	2 38 N N				
	Sols tronqués	3 4 N 8 N				
	Sols normaux	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <small>RECT</small> 2 N 1 4 N 2 N 0 2 2 1 N 10 5 0 </div> <div style="text-align: center;"> <small>RECT</small> 2 10 4 N N N 3 N N 2 N N 6 4 0 </div> <div style="text-align: center;"> N 5 8 </div> </div>				
Koumra	Sols rouges normaux	1 2 3 6 0 1 8 N N				
	Atterrissement	9 N				

Chiffre : nombre d'années de jachères ; N = Nombre important d'années de jachères (apprécié)

Ces sols sont assez éloignés d'être des supports passifs comme c'est le cas des sols rouges lessivés. Ils ont une capacité de rétention pour l'eau assez élevée et sont certainement plus difficiles à cultiver. La plupart du temps ils sont pauvres en potasse et sans doute aussi en acide phosphorique.

On note quelquefois la présence d'une discontinuité assez nette dans les profils de certains sols rouges, sur les versants des vallées sèches : l'horizon rouge argileux est recouvert de sable grossier beige sur une épaisseur de 40 à 60 cm. On passe brusquement de 5 - 6 % d'argile à 35 %. Il s'agit de manifestations de l'érosion qui modèle actuellement ces versants. Après tri des éléments fins, le sable grossier se déplace assez peu et se rassemble dans des zones d'atterrissement plus ou moins étendues, sur des sols parfois tronqués au préalable (profil Moundou 330 par exemple).

L'érosion est donc un phénomène important dans le modelé de ces régions. Nous aurons à y revenir plus loin.

Nous avons groupé sur un seul graphique les taux d'argile fournis par l'analyse granulométrique. Les différentes phases de sols rouges - normaux, lessivés, tronqués, apparaissent nettement, de même que les recouvrements par atterrissement résultant de l'érosion - (graphique n° 1, ci-avant).

Nous avons, d'autre part, tenté d'établir une corrélation entre le taux de matière organique totale et l'âge estimé des jachères - Le graphique n° 2 ci-avant montre les résultats obtenus - on constate que la culture de ces sols pendant plusieurs années abaisse considérablement le taux de matière organique, jusqu'à moins de 0,5 %. Ceci est très général sauf dans les cultures de l'IRCT à Bébedjia qui reçoivent des apports variés, et très importants, de matière organique.

L'effet de régénération de la jachère n'est pas constaté avant plusieurs années et il faut attendre 5 à 6 ans pour que le taux de matière organique remonte à 0,8 % pour l'ensemble des échantillons "Moundou". Les chiffres sont nettement plus élevés pour les échantillons "Koumra" pour lesquels le taux de matière organique totale dépasse 3 % après 5 à 6 ans de jachère. La raison de cette différence réside peut être dans le fait que la densité de population est moindre et que le rapport culture jachères est plus faible. Les sols seraient en moyenne moins dégradés par la culture. Il faut plutôt y voir des erreurs d'analyses, comme cela sera dit plus loin.

En résumé :

Pour la série d'analyses de Moundou, aux jachères d'une durée supérieure à 5 ou 6 ans, ou à des zones incultes, correspondent des taux de matière organique supérieurs à 0,8 %.

Pour les analyses de la région de "Koumra", aux jachères d'une durée supérieure à 5 ou 6 ans correspondent des taux de matière organique supérieurs à 3 %.

SOLS ROUGES A CONCRÉTIONS FERRUGINEUSES

On les rencontre seulement en bordure des grandes zones de sol rouge, dominant le contact avec les sols beiges; toujours placés plus bas topographiquement. Cependant dans le sud de la feuille de Moundou ils occupent des surfaces plus grandes, mais dans cette zone les sols rouges ne constituent plus de grandes unités. Dans le sud de la feuille de Koumra ils occupent de grandes étendues jusqu'à la Nana Barya.

De façon générale, ils sont limités à des sortes de replats qui se terminent vers le bas de la pente par des abrupts souvent peu marqués.

Une cartographie détaillée serait nécessaire pour reconnaître l'étendue de ce type de sols.

Profil KOUMRA 80, à 3 km sud de Bekourou vers Sahoyo

Très vieille jachère avec les mêmes essences que dans le cas des sols rouges classiques, avec en plus *Gardenia sp.*, qui est toujours l'indice d'un horizon relativement compact à proximité de la surface du sol. On note aussi la présence de quelques *Bauhinia reticulata*.

L'aspect de la surface du sol n'est pas différent de celui du sol rouge normal. Quand on arrive à proximité des petites vallées (vallées du Sud de la feuille de Moundou, ou vallées des petits affluents de la Nana-Barya), l'horizon à concrétions ferrugineuses devient de plus en plus proche de la surface jusqu'à affleurer dans le dernier abrupt. Les concrétions sont alors quelquefois soudées entre elles sur quelques centimètres au sommet de l'horizon.

L'analyse mécanique indique un profil nettement argileux, au moins à partir de 20 ou 30 cm. Au niveau des concrétions ferrugineuses le taux d'argile décroît nettement et le pourcentage de sable grossier s'élève très vite.

Les bases échangeables sont en aussi faible quantité que dans les autres sols rouges, avec la même prédominance du calcium par rapport aux autres cations. Le taux de saturation est encore ici très faible et les pH sont bas.

Le niveau de fertilité de ces sols paraît très comparable à celui des sols rouges tronqués dont ils sont d'ailleurs très voisins. En effet les gravillons ferrugineux résultent vraisemblablement d'un lessivage vertical et surtout oblique des solutions ferrugineuses. L'érosion s'est chargée de les mettre à jour à proximité du bas de la pente, conduisant à la création d'une sorte de petit abrupt plus marqué dans le sud de la feuille de Laï et dans le sud de la feuille de Moundou.

SOLS ROUGES PEU PROFONDS A CUIRASSE OU CUIRASSEMENT

On les trouve uniquement sur les sommets des Koros où ils n'occupent jamais de surfaces étendues. Ils sont aussi représentés sur certains larges replats notamment sur le versant Nord du Koro de Miladi. Les affleurements cuirassés constituent des zones de stagnation d'eau en saison des pluies. Bien souvent aucun arbre n'y pousse et on est en présence de surfaces nues, très plates, légèrement plus basses (5 à 20 cm) que le niveau d'ensemble du sol. Parfois quelques blocs de cuirasse durcie jonchent la surface.

Il est pratiquement impossible de cartographier les zones à sol rouge peu épais, surtout à l'échelle du 1/200.000e. A plus grande échelle un fond topographique précis rendrait de grands services.

Sol rouge à concrétions ferrugineuses

Sol rouge peu profond sur cuirasse

Sol rouge sur "Matériau" rouge

KOUMRA 80

MOUNDOU 18

MOUNDOU 299

0- 10 cm : Horizon rouge un peu gris compact - Beaucoup de racines.

0-18 cm : Horizon gris beige sableux grossier-particulaire - Peu d'éléments grossiers.

Pente légère vers le Nord.

10- 70 cm : Horizon rouge vif - compact argileux.

10-20 cm : Horizon rouge ocre chatain sableux grossier. Nombreux gravillons ferrugineux de 1 à 2 cm de diamètre

0-15 cm : Horizon gris foncé sableux grossier - Meuble.

70-105 cm : Horizon rouge vif - un peu moins compact.

20 cm : Cuirasse.

15-30 cm : Horizon gris beige, sableux grossier - Meuble.

105 - 145 cm : Horizon très compact, avec beaucoup de gravillons ferrugineux de 1 à 1,5 cm de diamètre - Devient difficile à creuser. La terre fine est moins abondante vers la base de l'horizon.

30-55 cm : Horizon ocre à rouge, sableux grossier - Présence deq. éléments grossiers (blocs plus ou moins émoussés de matériau rouge)

55 cm : Matériau rouge très dur - Transition brutale - Canalicules à parois durcies. Quartz anguleux de 1 à 4 mm, blancs.

Profil		KOUMRA 80				MOUNDOU 18		MOUNDOU 299		
Echantillons		801	802	803	804	181	182	2991	2992	
Profondeur		0-10	40-50	80-90	105-115	0-10	10-20	0-15	55	
Kcl N		5,8	5,2	5,2	4,8	5,8	5,0	6,1	5,4	
pH Kcl N/50		6,1	5,6	5,4	5,3	6,2	5,6	6,4	5,7	
eau		6,2	5,5	5,5	5,6	6,8	6,3	6,6	6,0	
Granulométrie	Terre fine	%	100	100	96	81	96,0	80	100	96,0
	Sable grossier	%	45,0	31,5	19,0	33,5	69,0	71,0	70,0	72,0
	Sable fin	%	20,0	12,0	12,5	17,0	20,0	18,0	15,5	15,0
	Limon	%	11,7	6,5	7,7	7,2	5,0	4,0	7,0	6,0
	Argile	%	20,5	47,5	56,5	40,5	2,5	3,5	4,2	7,5
Humidité (105°)		%						0,4	1,0	
Mat. org.	Mat. org. total	%	5,16	1,64			1,08	0,71	1,24	1,17
	Azote total	‰	1,85	0,59			0,37	0,30	0,39	0,39
	Carbone	%	3,00	0,95			0,63	0,41	0,72	0,68
	C/N		17,2	16,1			17,0	13,7	18,4	17,5
B. Echang.	Ca meq /100 g		3,59	0,87	0,99	1,05	2,53	0,78	2,38	0,99
	Mg meq /100 g		1,4	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,60	0,40
	K meq /100 g		0,08	0,04	0,04	0,04	0,11	0,06	0,08	0,09
	Na meq /100 g		0,14	0,12	0,13	0,15	0,03	0,06	0,08	0,19
	S meq /100 g		5,21	1,23	1,36	7,44	2,97	1,10	3,14	1,67
Cap. Ech. (T) meq /100 g			7,70	5,50	5,25	4,10				
B. Totales	Ca meq /100 g						4,33	1,98		
	Mg meq /100 g						0,6	0,2		
	K meq /100 g						0,64	0,50		
	Na meq /100 g						1,38	1,23		
	S meq /100 g						6,95	3,91		
Ca échangeable Ca total x 100							56	39		
Is K	(Hénin)		0,77	1,77	2,50	3,05	0,45	0,40	0,54	0,45
			4,0	3,8	5,4	1,6	0,40	0,50	4,25	6,30
Extrait sat. C à 25°C (mmhos/cm)							0,27	0,28	0,24	0,73

La végétation arborée comporte les mêmes espèces que sur les sols profonds, mais avec un développement moindre. On note cependant davantage d'*Entada soudanica* et d'*Hymenocardia acida*.

Profil MOUNDOU 18, à 5,7 km à l'Est de Mbaïkoro, sur la route de Miladi.
(Description et résultats d'analyses page 42).

Sommet du Koro : Présence de zones de stagnation d'eau avec cuirasse à nu ou simplement masquée par quelques centimètres de sable grossier ou de sable fin beige, battant.

La profondeur à laquelle on rencontre la cuirasse varie dans d'assez larges limites, de quelques centimètres à près de 80 cm.

Le taux d'argile est la plupart du temps très faible, de l'ordre de 10 %. Il atteint rarement 15 ou 20 %. Les chiffres de limon sont toujours inférieurs à ceux d'argile.

Le niveau de fertilité est très voisin de celui des sols rouges profonds, tant au point de vue matière organique et azote total qu'au point de vue bases échangeables et totales. D'ailleurs ce sol est aussi souvent cultivé en cultures vivrières et coton que le sol rouge profond, avec des rendements très comparables pour les plantes installées suffisamment tôt en début de saison des pluies.

SOLS ROUGES PEU ÉPAIS SUR "MATÉRIAU" ROUGE

La cuirasse profonde n'est autre que le "matériau" rouge plus ou moins grossier, sableux, induré, avec des canalicules de 5 à 8 millimètres de diamètre, dont les parois sont tapissées de dépôts ferrugineux très durs. Les gravillons se présentent comme des débris plus ou moins usés et arrondis de ce matériau rouge. En effet leur cassure montre qu'ils renferment les mêmes grains de quartz blancs à arêtes vives que le sable grossier voisin, avec des dimensions le plus souvent un peu plus grandes (peut être moins usés). Seule une pellicule externe ferrugineuse les enveloppe, très comparable par sa forme et sa texture à celle qui tapisse les canalicules du matériau rouge.

Quelquefois l'horizon à gravillons ferrugineux n'existe pas et on observe un sol rouge peu profond reposant directement sur le matériau rouge. Cela se produit toujours sur une pente et la discontinuité entre le sol et le matériau sous jacent est en général très nette. Il s'agit sans doute d'un matériau colluvionné mis en place depuis assez longtemps à la surface du matériau rouge préalablement mis à nu par l'érosion. La pédogenèse actuelle s'exerce donc sur un matériel déjà préévolué. A moins qu'il ne s'agisse d'un sol résultant de l'altération directe et actuelle du matériau rouge.

Profil MOUNDOU 299, à 3 km au Nord-Ouest de Kagopal, sur la route de Donia.
(Description et résultats d'analyses page 42).

La plupart des espèces habituellement présentes dans une jachère de 7 à 8 ans prennent ici un développement apparemment normal.

Les chiffres servant à connaître le niveau de fertilité de ce sol demeurent toujours les mêmes. Notons toutefois un coefficient K élevé. (test de perméabilité de la méthode de Hénin).

Soils ocre-rouges

KOUMRA 34

La zone paraît plane. Jachère de 4 à 6 ans, dans laquelle *Butyrospermum Parkii* et *Parkia biglobosa* ont été conservés. Repousses de *Detarium microcarpum*, *Hymenocardia acida*, *Burkea africana*, *Combretum sp.*

0- 15 cm : Horizon gris, sableux, meuble.

15- 70 cm : Horizon ocre à tendance rouille, sableux à sablo-argileux, peu compact.

70-120 cm : Horizon ocre rouille, teinte plus vive que dans l'horizon supérieur - Sablo-argileux à argilo-sableux.

120-210 cm : Horizon ocre rouille, relativement peu compact. Argilo-sableux.

MOUNDOU 12

0-20 cm : Horizon gris foncé, sableux grossier. Nombreuses racines.

20-100 cm : Horizon ocre beige, de couleur intense, sablo-argileux. Quelques petits pisolithes ferrugineux, grains de quartz anguleux de 2 à 4 mm.

100-170 cm : Horizon ocre avec taches grises. Argileux. Assez nombreux pisolithes ferrugineux de 8 à 10 mm de diamètre.

170-210 cm : Horizon gris avec de nombreuses taches ocre rouille. Argilo-sableux, compact.

Profil		MOUNDOU 152			KOUMRA 34				MOUNDOU 12			
Echantillons		1521	1522	1523	341	342	343	344	121	122	123	124
Profondeur		0-18	60	120	0-15	40-60	120	210	0-20	80	150	200
Kcl N		5,5	4,6	4,4	6,3	5,2	5,7	4,4	5,7	5,2	4,6	4,7
pH Kcl N/50		6,1	4,9	4,7	6,7	4,5	4,6	4,5	5,9	5,5	4,8	4,9
eau		5,9	5,3	5,0	6,7	4,7	4,7	5,7	6,2	6,4	5,4	6,8
Granulométrie	Terre fine %	100	100	100					97,4	99,0	98,5	99,0
	Sable grossier %	55,5	47,5	46,0	58,0	44,5	38,5	40,5	53,0	47,5	35,5	33,0
	Sable fin %	38,5	30,5	25,0	33,5	28,0	22,0	26,0	36,0	24,5	16,0	17,0
	Limon %	3,5	1,7	1,5	2,0	2,7	3,7	3,0	4,0	5,0	3,0	3,5
	Argile %	5,2	19,2	24,5	7,5	25,7	36,5	30,5	6,0	21,0	43,0	44,0
Humidité (105°) %		0,5	2,0	2,5	2,5				0,5	2,0	4,0	4,5
Mat. org.	Mat. org. Total %	0,11	0,29		3,47	1,07			0,60	0,17		
	Azote total ‰	0,12	0,17		1,28	0,92			0,37	0,19		
	Carbone %	0,06	0,17		2,02	0,62			0,35	0,10		
	C/N	5,0	10,0		18,4	6,7			9,5	5,3		
B. Echang.	Ca meq/100 g	0,67	0,36	0,54	0,80	0,80	0,74	0,55	9,31	0,72	1,22	1,54
	Mg meq/100 g	0,2	0,2	0,2	0,50	0,40	0,20	0,20	0,2	0,7	0,3	0,3
	K meq/100 g	0,04	0,06	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,09	0,05	0,06	0,06
	Na meq/100 g	0,07	0,08	0,09	0,16	0,24	0,15	0,16	0,05	0,07	0,06	0,06
	S meq/100 g	0,98	0,70	0,88	1,48	1,46	1,11	0,93	1,27	1,54	1,64	1,96
Is } (Hénin)		0,56	1,90	1,77								
K }		0,17	0,19	0,21								
Extrait sat. C à 25°C (mmho/cm)		0,31	0,24	0,20								

Sols Ferrugineux Tropicaux

Ils sont développés sur des formations plus récentes vraisemblablement du quaternaire moyen et récent.

SOLS OCRE-ROUGES

Au cours de la prospection de surface il a été assez difficile de distinguer de manière homogène les sols ocres à la périphérie des sols rouges, en limite vers les sols beiges et toujours placés plus bas topographiquement que les sols rouges. Il semble bien que seule leur couleur les différencie des sols beiges profonds auxquels nous pouvons les rattacher aussi bien en ce qui concerne la description des profils, que l'origine et les possibilités culturales. En effet, le critère couleur est essentiellement variable : sol sec ou sol mouillé - éclairage - itinéraire (passage en venant du sol rouge ou en arrivant du sol beige typique).

Cependant certains profils méritent une attention spéciale, en particulier :

Profil MOUNDOU 152 : Observé à proximité de Gabri-N'golo (feuille de Lai)

Profils KOUMRA 17, 34 et 82 : (feuille de Koumra).

La position topographique de ces trois profils est très comparable : zone très plane, différence d'altitude très réduite avec les sols beiges voisins.

Il semble que le matériau sur lequel s'exerce la pédogenèse soit différent de celui des sols rouges, et que la pédogenèse proprement dite soit moins poussée.

Exemple de KOUMRA 34, à 2 km au Sud de Kamasse, vers Djola 2.

Le niveau de fertilité est caractérisé par des valeurs du même ordre de grandeur que pour tous les sols des koros. La butte de Gabri N'golo est occupée en grande partie par ce sol ocre rouge uniforme. Mais la culture y est trop intensive et la jachère de trop courte durée, d'où un niveau de fertilité très bas.

Profil MOUNDOU 12, à 1,5 km au Sud de Doeri, (à proximité de l'aérodrome de Moundou)

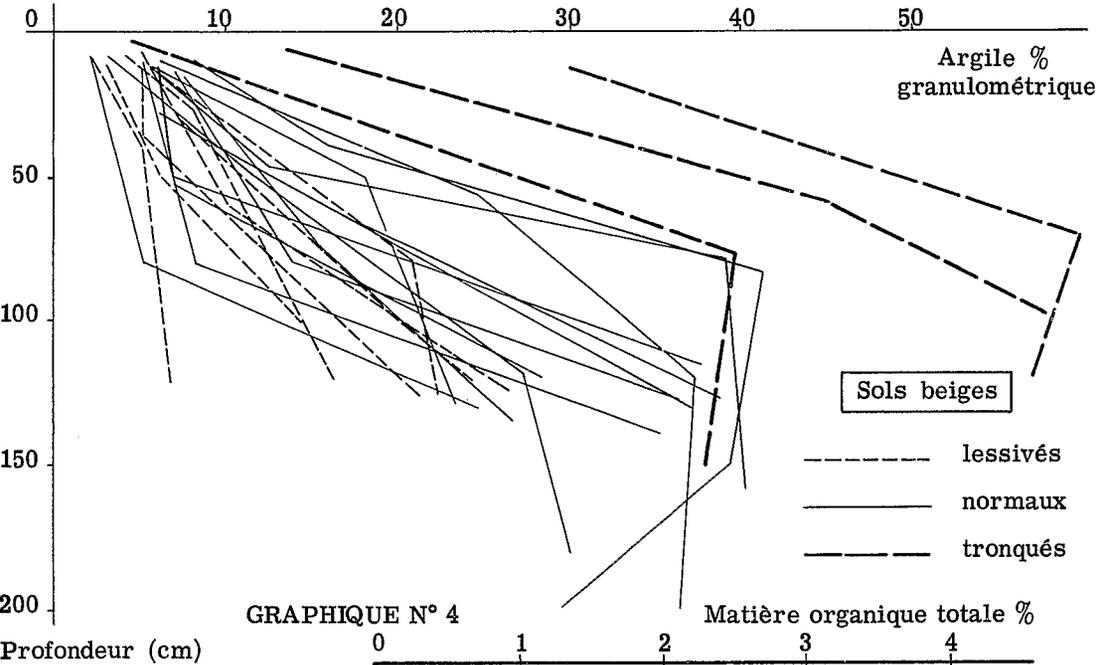
Le profil est observé à 50 m au pied d'une petite falaise cuirassée (la même cuirasse qui porte l'aérodrome).

Les caractères d'hydromorphie observés en profondeur dans ce profil résultent de la présence d'un niveau argileux gris immédiatement sous-jacent (voir Moundou 11) et du ruissellement important des eaux sur la surface cuirassée qui domine.

Il semble que dans ces zones, le "sable rouge de Kelo" ait été remanié. Le matériel qui a donné naissance à ces sols ocres résulterait d'un mélange local de "sable rouge" et de "sable beige". Il en est de même pour la plupart des sols ocres du pourtour des Koros où on trouve souvent le "sable rouge" normal en profondeur.

Le colluvionnement de "sable rouge" en mélange avec un "sable beige" donne naissance çà et là à un matériel de couleur indéfinissable, se rapprochant de l'ocre rouge.

GRAPHIQUE N° 3



GRAPHIQUE N° 4

	0	1	2	3	4
normaux	124 0 1 N 3		5 K7		K2 K7
lessivés	01 0 N 2 3 3 5 4 2 0 4 2				
tronqués	34 1359 N N N				
colluvionnés	1 5 N			K9	
à gravillons et cuirasse	4 4 554 N N				
sur matériau beige	2 5 7 7 N 10 N N N N N N				
jaune	2 5 6 N				
	6 3				
	9 N				N

Chiffre : Nombre d'années de jachère (apprécié)

N : Nombre apparemment élevé

L'extension de ce type de sol est réduite au contact des Koros et des grandes vallées, principalement celle du Logone Occidental jusqu'au niveau de Bebedjia et celle de la Pende jusqu'au niveau de Bebo.

L'épaisseur utile de ce sol est en général amplement suffisante et elle permet toutes les cultures vivrières sèches habituelles. Cependant ce sol est souvent délaissé au profit des sols rouges voisins qui eux par contre ne sont pas assez longtemps en jachère. Peut être sont ils trop bas dans la vallée.

SOLS BEIGES

Les sols beiges occupent de grandes étendues sur les feuilles au 1/200.000e de Moundou, Koumra et le Sud de Lai. Ils sont toujours situés topographiquement au-dessous des sols rouges et aussi des sols ocres. Le critère de la couleur est en général très satisfaisant pour les distinguer des autres sols.

Ils occupent toujours des pentes souvent très faibles où l'érosion ne devrait normalement pas avoir d'influence, ce qui est loin d'être le cas.

Les sols beiges sont développés en majorité sur un matériel issu des sables blancs et rouges de Kélo à la suite de la phase d'érosion qui a conduit à la création des grands glacis situés au Nord des Koros : étendues presque plates et très planes au nord d'une ligne passant par Broum Langue, Gabri N'golo, Guidari, Donomanga, correspondant à un épandage à partir des Koros de Benoye et de Guidari. Les Koros de Miladi et de Bebopen ont donné naissance à un glacis du même type, qui occupe la cuvette de Doba, jusqu'au point bas marqué par le Mayo Sei, le Kool, le Dinn et le Ouahia jusqu'au petit Mandoul.

La zone située entre le grand Mandoul et le Bahr Sara au nord de Bekourou et Delingala peut être considérée comme un glacis du même type appuyé à la zone de sol rouge de Koldaga à Gon.

Ces glacis sont caractérisés par le fait que l'écoulement des eaux s'y fait mal : pente insuffisante, matériel sablo-argileux à argilo-sableux peu perméable. Le réseau hydrographique est souvent colmaté d'où l'existence de seuils qui ralentissent l'évacuation des eaux. L'existence de nombreuses digues de pêche favorise beaucoup cet état de faits. Des différences de niveau très faibles suffisent à faire que de vastes étendues connaissent des conditions d'hydromorphie très sévères pendant plusieurs mois par an.

Les sables "blancs" de Kélo peuvent aussi donner naissance à des sols beiges du même type qu'il n'est pas possible de distinguer dans une étude à cette échelle. Les arènes cristallines du Sud portent aussi des sols beiges dont le profil est très voisin, de même que certaines buttes sableuses bien individualisées dans les grandes plaines d'inondation.

Nous distinguerons :

- Sols beiges ferrugineux tropicaux lessivés,
 - sur les grands glacis au pied des Koros,
 - sur arènes cristallines.
- Sols beiges ferrugineux tropicaux peu ou pas lessivés ;
 - des buttes sableuses,
 - surmontant certaines cuirasses et carapaces dans les Koros.

Sol beige lessivé.

Sol beige profondément lessivé.

Sol beige tronqué à légers caractères d'hydromorphie.

KOUMRA 10

0- 30 cm : Horizon gris-clair, sableux grossier, meuble.

30- 70 cm : Horizon beige. Sableux grossier. Meuble.

70-135 cm : Horizon beige - Sable argileux - Compacité faible.

135-185 cm : Horizon beige - Sablo-argileux.

MOUNDOU 172

0- 20 cm : Horizon gris, sableux grossier, particulaire.

20- 35 cm : Horizon beige encore un peu gris - Sableux grossier - Meuble

35- 90 cm : Horizon beige. Sableux à sablo-argileux meuble.

90-130 cm : Horizon beige vif, sableux à sablo-argileux, plus compact que le précédent.

MOUNDOU 76

0- 30 cm : Horizon beige brun, sablo-argileux, structure particulaire.

30- 85 cm : Horizon beige - assez compact - Cohésion moyenne, argilo-sableux à argileux.

85-120 cm : Horizon beige avec quelques taches ocres. Compact - Argileux.

Profil		KOUMRA 10				MOUNDOU 172				MOUNDOU 76		
Echantillons		101	102	103	104	1721	1722	1723	1724	761	762	763
Profondeur		0-15	40-60	110-130	170-185	0-20	20-35	80	130	0-30	70	120
Kcl N		5,9	5,0	5,2	5,0	6,4	4,7	4,4	4,8	5,5	5,4	5,5
pH Kcl N/50		6,1	5,3	5,0	5,1	6,5	5,0	4,7	5,3	6,0	6,0	6,0
Eau		6,6	6,1	5,5	5,4	6,3	5,2	5,0	5,1	6,4	6,0	6,0
Granulométrie	Terre fine %					100	100	100	100	100	100	100
	Sable grossier %	56,0	54,0	46,5	44,0	52,5	51,0	50,0	51,5	34,0	16,0	20,5
	Sable fin %	36,0	29,5	19,0	20,5	38,0	36,0	27,0	21,5	20,5	10,0	11,5
	Limon %	3,7	3,0	2,0	1,2	2,5	2,5	1,5	3,2	9,2	8,2	9,7
	Argile %	3,0	11,5	27,2	29,2	5,7	10,2	20,0	22,0	30,2	59,7	56,0
Humidité (105°) %						0,5	1,0	2,0	2,5	3,0	6,0	5,6
Mat. orgân.	Mat. org. Total %	2,08	0,72			0,53	0,40			0,95		
	Azote total ‰	0,79	0,37			0,23	0,17			0,71		
	Carbone %	1,21	0,42			0,31	0,23			0,55		
	C/N	15,5	11,4			13,5	13,5			7,7		
E. Echang.	Ca meq/100 g	0,55	0,36	0,43	2,18	1,44	0,23	0,36	0,48	3,52	3,01	2,94
	Mg meq/100 g	0,50	0,50	0,80	0,20	0,3	0,2	0,2	0,6	0,6	2,0	2,2
	K meq/100 g	0,02	0,02	0,02	0,02	0,11	0,02	0,02	0,05	0,11	0,06	0,11
	Na meq/100 g	0,14	0,16	0,14	0,02	0,10	0,03	0,06	0,08	0,06	0,06	0,09
	S meq/100 g	1,21	1,04	1,39	2,62	1,95	0,48	0,64	1,21	4,29	5,13	5,34
E. Totales	Ca meq/100 g									5,17	4,89	4,47
	Mg meq/100 g									2,1	6,2	4,1
	K meq/100 g									1,58	2,10	1,85
	Na meq/100 g									1,15	1,19	1,06
	S meq/100 g									10,00	14,38	11,48
Ca échangeable Ca total x 100										68	62	66
Is } K }	(Hénin)	0,32	1,14	2,13	1,65					1,35	1,82	1,78
		2,6	1,7	2,9	4,3					1,10	1,70	2,64
Extrait sat. C à 25°C (mmhos/cm)										0,27	1,14	1,39

SOLS BEIGES LESSIVÉS

Profil KOUMRA 10, à 0,5 km au Sud de Kadaya sur la route de Koumra à Moïssala.

Pente vers le Sud-Est. Il s'agit d'un versant d'une des vallées sèches qui entaillent fréquemment les Koros - Jachère de 4 à 6 ans environ avec quelques grands arbres : *Parkia biglobosa*, *Daniella Olivieri*, *Butyrospermum Parkii*, et des repousses de *Detarium microcarpum*, *Hymenocardia acida*; *Burkea africana*, *Combretum sp.*

Les sols beiges du Paysannat de Bangoul (au contact des sols rouges) sont du même type (cf. Koumra 26).

Le niveau de fertilité de ces sols beiges est le même que celui des sols rouges.

En général les taux d'argile sont inférieurs en sols beiges à ceux des sols rouges surtout dans les horizons profonds. Les horizons supérieurs, que connaissent les cultivateurs sont très comparables : riches en sable fin et grossier, pauvres en matière organique et très faiblement pourvus en bases échangeables. La répartition des divers cations est surtout sous la dépendance de la précision des méthodes d'analyses. Cependant le potassium est toujours en très faible quantité. Il est très vraisemblable qu'il en est de même pour l'acide phosphorique pour lequel nous manquons de dosages. Cependant ce sol beige paraît plus occupé que le sol rouge par l'agriculteur africain. (Plus près de l'eau et donc des villages).

SOLS BEIGES PROFONDÉMENT LESSIVÉS

Profil MOUNDOU 172, à 2,45 km à l'Ouest de Kariadou Baldoumgar.

Sommet d'un thalweg. Pente très légère vers l'Ouest. Jachère de quelques années dominée par quelques grands *Daniella Olivieri*, et *Parkia biglobosa*. Les repousses habituelles ont un développement apparemment normal.

L'observation sur le terrain laissait prévoir un sol sableux, grossier, très perméable sur l'ensemble du profil. L'analyse granulométrique fait apparaître l'existence d'une certaine quantité d'argile qui demeure bien inférieure à celle des autres sols beiges.

A noter aussi que le rapport sable grossier/sable fin est plus faible en sol beige (inférieur ou égal à 2) qu'en sol rouge (de l'ordre de 3) et ceci de façon très générale. Le taux de sable grossier de l'horizon supérieur n'atteint pratiquement jamais les 70 % courants dans les sols rouges. Par contre le taux de sable fin varie peu, ce qui fait que les sols beiges sont un peu moins perméables et un peu plus battants que les sols rouges.

SOLS BEIGES TRONQUÉS

Profil MOUNDOU 76, à 7 km au Nord de Mboroye, sur la route de Ndou.

Zone apparemment plane. Présence de sable grossier rubéfié dégagé par l'érosion pluviale. Jachère de 4 à 5 ans avec les essences courantes auxquelles s'ajoute *Terminali laxiflora*.

L'analyse granulométrique indique des taux d'argile considérables, supérieurs à ce qu'on pouvait attendre. La troncature est intervenue très bas dans le profil. Peut-être un lessivage plus récent a-t-il participé à l'accroissement du taux d'argile des horizons profonds.

Sol beige clair remanié par l'érosion

MOUNDOU 103

Pente légère, versant de mayo, Jachère récente avec dominance de *Combretum sp* et présence des essences habituelles.

0-20 cm : Horizon gris clair, sableux grossier. Assez meuble.

20-100 cm : Horizon beige clair, sableux grossier. Assez meuble.

100-130 cm : Horizon beige sablo-argileux. Présence de quelques taches rouilles. Assez compact.

Sol beige à caractères d'hydromorphie et gravillons ferrugineux.

MOUNDOU 283

Zone plane. Jachère de 6 à 8 ans avec *Isoberlinia Doka*, *Pavani excelsa* et les essences courantes de la région. Présence de sable rosé rubéfié en surface.

0-10 cm : Horizon gris, sableux grossier, assez meuble, petits pisolithes.

10-25 cm : Horizon beige avec quelques taches rouilles. Nombreux gravillons ferrugineux assez gros (10-15 mm de diamètre).

25-45 cm : Horizon beige, riche en gravillons. Horizon pas très consolidé.

45-70 cm et plus : Horizon ocre rouille, riche en gravillons. Horizon assez compact.

La terre fine (inférieure à 2 mm) qui occupe les intervalles entre les gravillons est en général surtout du sable grossier, pauvre en argile, ce qui explique le manque de cohésion de l'ensemble.

Profil		MOUNDOU 103			MOUNDOU 283			
Echantillons		1031	1032	1033	2831	2832	2833	2834
Profondeur		0-20	80	130	0-10	10-25	45	70
Kcl N		6,8	5,6	3,8	6,1	5,3	4,7	4,9
pH Kcl N/50		6,8	5,9	4,3	6,1	5,5	4,7	4,9
Eau		7,3	6,4	4,8	6,1	5,5	5,2	5,2
Granulométrie	Terre fine %	100	100	100	89,2	52,5	31,6	49,2
	Sable grossier %	71,5	55,0	46,0	60,0	56,5	51,5	55,0
	Sable fin %	25,5	37,0	30,5	26,5	27,0	20,0	20,0
	Limons %	1,2	3,2	1,0	4,2	6,7	8,2	7,0
	Argile %	2,5	4,7	24,5	3,0	8,2	15,5	11,0
Humidité (105°) %		0,5	0,5	2,5	0,3	1,0	1,5	1,0
Mat. org.	Mat. org. tot. %	0,46			0,62	0,62		
	Azote total ‰	0,23			0,29	0,32		
	Carbone %	0,27			0,36	0,36		
	C/N	11,6			12,4	11,3		
E. Echang.	Ca meq/100 g	0,59	0,34	0,21	0,99	0,49	0,49	0,15
	Mg meq/100 g	0,2	0,2	0,3	1,1	0,5	0,5	0,2
	K meq/100 g	0,04	0,04	0,13	0,16	0,09	0,12	0,06
	Na meq/100 g	0,04	0,05	0,26	0,13	0,16	0,16	0,13
	S meq/100 g	0,87	0,63	0,90	2,38	1,24	1,27	0,54

Ce sol beige tronqué, riche en argile est rencontré à proximité des vallées principales : Logone, Pendé, Mandoul. La richesse chimique de ce sol est assez élevée, nettement supérieure à celle des autres sols beiges que nous connaissons : 4 et 5 meq/100 g pour la somme des bases échangeables.

Le calcium échangeable représente de 60 à 70 % de calcium total, ce qui n'indique pas des réserves très élevées. Le magnésium est présent en quantité assez abondante, conduisant à un rapport Ca/Mg un peu trop faible qui ne doit pas être sans influence sur la structure. Le potassium est insuffisant sous forme échangeable, bien que le potassium total paraisse assez abondant. Il est sans doute fixé de façon très énergique dans les feuillets d'argile.

Si on rapporte la somme des bases échangeables au taux d'argile on arrive à une somme théorique de l'ordre de 10 meq/100 g d'argile, ce qui est très peu. Si on estime qu'une partie de l'argile granulométrique est constituée par des hydroxydes métalliques en majorité, il est vraisemblable que le reste des argiles est du type kaolinite et d'un peu d'illite.

SOLS BEIGES REMANIÉS PAR L'ÉROSION

L'observation de certains profils a montré l'existence d'une discontinuité dans la structure et dans la texture. Tout se passe comme si un sol tronqué avait été recouvert par la suite d'un matériau plus léger, riche en sable grossier. L'analyse granulométrique confirme très bien cette observation. La discontinuité se situe à une profondeur de l'ordre de 60 à 80 cm. Les horizons supérieurs, très meubles, peuvent être comparés à ceux d'un sol beige profondément lessivé, aussi bien en ce qui concerne la perméabilité que le niveau de fertilité.

Profil MOUNDOU 103, à 2,5 km à l'Ouest de Mossoum, sur la route de Bao.

A la station I.R.C.T. de Bebedjia on observe un profil très comparable à celui-ci, dans la zone qui précède le bas de la pente qui domine la zone d'inondation du Logone, au Nord de la station. Dans le profil observé (Moundou 36) l'horizon compact est à 70 cm de profondeur. On note la présence de quelques *Ibhaene Thebaica* à proximité.

Dans l'ensemble les sols beiges lessivés décrits ci-dessous, présentent très rarement des signes d'hydromorphie, sauf quelques taches rouilles en profondeur. Nous allons voir que ces caractères deviennent l'élément essentiel de la description dans les zones de glacis mal drainés.

Un graphique (n° 3 de la page 46) des taux d'argile en fonction de la profondeur confirme les distinctions que nous venons d'énumérer :

- Sols profondément lessivés (moins de 25 % d'argile dans le profil)
- Sols tronqués, qui atteignent des taux élevés d'argile
- Sols lessivés à profil régulier
- Sols remaniés, vraisemblablement tronqués, puis recouverts par des sables grossiers. Cet accident est relativement fréquent dans les sols beiges, beaucoup plus que dans les sols rouges. Cela est tout à fait normal, par suite de la position topographique de ces sols sur des pentes où l'érosion est sensible et transporte des quantités importantes de matériaux.

Sol beige à gravillons ferrugineux

MOUNDOU 91

Zone presque plane avant la pente vers la Nya de Doher. Jachère récente avec surtout *Hymenocardia* et *Detarium*.

0-35 cm : Horizon beige, sableux fin, battant.

35-100 cm : Horizon beige, riche en gravillons ferrugineux séparés par une matrice argilo-sableuse.

100-180 cm et plus : Horizon beige, plus riche en gravillons ferrugineux que l'horizon supérieur. Ensemble à forte cohésion.

Sol beige sur "matériau"

MOUNDOU 269

Pente très légère vers le Nord-Est. Jachère très ancienne avec quelques grands arbres : *Daniella Olivieri*, *Isobertinia Doka*, *Burkea africana* et de nombreux *Parinari excelsa*, de taille plus modeste. On note la présence de graviers quartzeux et ferrugineux et de petits morceaux de "Matériau" blanchâtre.

0-7 cm : Horizon brun noir, sableux grossier, meuble - assez nombreux gravillons ferrugineux.

7-20 cm : Horizon beige jaunâtre sablo-argileux. Beaucoup de gravillons ferrugineux et de graviers quartzeux très anguleux.

20-40 cm : Horizon beige jaunâtre, sablo-argileux à argilo-sableux. Apparemment moins de gravillons ferrugineux que dans l'horizon supérieur.

40 cm : "Matériau" beige blanchâtre, parcouru de veines rouilles plus ou moins intenses à contours peu nets. Beaucoup de quartz anguleux sont "sertis" dans la masse générale*

Sol beige sur cuirasse

MOUNDOU 271

Pente légère vers le Sud-Est. Jachère très ancienne. *Tamarindus indica*, *Isobertinia Doka*, *Hymenocardia acida*, *Entada soudanica*, etc ...

0-20 cm : Horizon beige sableux à sablo-argileux. Quelques taches rouilles.

55-80 cm : Horizon beige, riche en gravillons ferrugineux. Contact brutal avec l'horizon supérieur. Puis cuirasse gravillonnaire altérée - certains blocs sont encore résistants.

* qui est percée de canalicules tapissés de dépôts ferrugineux concentriques et solides.

Profil		MOUNDOU 91			MOUNDOU 269			MOUNDOU 271		
Echantillons		911	912	913	2691	2692	2693	2711	2712	2713
Profondeur		0-35	70	188	0-7	15	40	0-20	40	80
Kcl N		5,4	4,4	4,0	5,7	4,4	4,2	5,4	5,0	5,3
pH Kcl N/50		6,0	4,7	4,1	6,0	4,7	4,4	5,6	5,3	5,2
Eau		6,2	5,4	4,7	6,0	5,3	5,0	5,8	5,9	5,5
Granulométrie	Terre fine %	98,8	49,2	38,3	46,2	32,9	39,2	100	97,5	45,8
	Sable grossier %	32,0	42,0	42,0	50,0	40,5	37,5	56,5	44,0	64,0
	Sable fin %	53,0	25,5	25,5	31,0	27,5	22,0	22,5	14,5	23,5
	Limon %	6,5	8,2	6,5	7,5	8,2	8,2	8,0	8,7	5,5
Argile %	6,2	26,0	26,0	5,2	17,0	22,7	7,2	27,5	9,2	
Humidité (105°) %		0,5	2,5	2,5	0,5	1,5	2,0	0,5	3,0	1,0
Mat. org.	Mat. org. total %	0,19			0,87	0,83	0,52	1,42		
	Azote total %	0,10			0,80	0,27	0,24	0,45		
	Carbone %	0,11			0,51	0,48	0,30	0,83		
	C/N	11,0			6,3	17,8	12,4	18,4		
B. Echang.	Ca meq /100 g	0,72	0,78	0,40	2,71	0,74	0,43	1,98	1,92	1,11
	Mg meq /100 g	0,2	0,2	0,2	0,65	0,5	0,4	0,8	0,4	0,4
	K meq /100 g	0,06	0,06	0,09	0,23	0,17	0,20	0,17	0,09	0,08
	Na meq /100 g	0,06	0,11	0,13	0,18	0,14	0,13	0,23	0,12	0,15
	S meq /100 g	1,04	1,15	0,82	3,77	1,55	1,16	3,18	2,53	1,74

SOLS BEIGES A CONCRÉTIONS FERRUGINEUSES

On les trouve surtout à proximité de certains replats jalonnant les versants des grandes vallées sèches des Koros - On les trouve aussi de façon plus généralisée sur la bordure Sud-Ouest de la cuvette de Doba, le long d'une ligne allant de Bebedjia à Beboto-Douala et passant par Kourangati et Bébo. De même la bordure orientale de la dépression du Mandoul au Sud de Bouna comporte un certain nombre de sols beiges à concrétions ferrugineuses, avec bien souvent des signes d'hydromorphie en profondeur.

Profil MOUNDOU 283, à 3,0 km au Nord de Sindalolo, sur la route de Dildo.

Nous sommes ici dans une zone d'érosion importante, beaucoup moins intense actuellement que dans le passé.

Les sols beiges à gravillons ferrugineux ont une profondeur assez variable d'un point à un autre. On passe latéralement à une carapace gravillonnaire proche de la surface en s'approchant de certaines vallées bien marquées.

La végétation est un indice assez certain de l'épaisseur utile du sol : la taille de la plupart des arbres diminue. Des zones plus ou moins étendues, dépourvues de végétation apparaissent çà et là. Cependant l'agriculture traditionnelle africaine utilise des sols parfois très minces. Il est vrai que le niveau de fertilité est partout le même dans ces sols.

Profil MOUNDOU 91, à 0,4 km de Bessigri, sur la route de Doher.

(Plateau de Sar).

Il s'agit là d'un sol très utilisé (jachères de très courte durée) dans toute la zone de Doher par suite d'une densité élevée de la population.

Lorsqu'on remonte la pente, les gravillons deviennent moins abondants et plus clairsemés dans le profil. Au contraire lorsqu'on descend ils deviennent plus nombreux et finissent par constituer une carapace puis une cuirasse consolidée à la partie supérieure, qui affleure et constitue une sorte d'armature rigide au relief de la région, protégeant les sommets des versants contre l'érosion. Son origine doit sans doute être recherchée dans un lessivage oblique des plateaux de sols beiges ou mieux de sols rouges, qui les dominent.

SOLS BEIGES PEU ÉPAIS SUR CUIRASSE

Ils occupent des bandes plus ou moins étroites, souvent discontinues, à l'endroit du changement de pente qui raccorde les versants des vallées sèches, dans leur partie inférieure, à la surface générale des Koros. Ils sont donc les équivalents des sols rouges peu épais sur cuirasse, situés eux à une cote plus élevée, parfois dans la même vallée, et qui, eux sont beaucoup moins fréquents. Dans certains cas la partie amont de la carapace a été déblayée par l'érosion et la cuirasse gravillonnaire constitue un relief bien individualisé, de surface réduite (cf Moundou 237 - à 5 km au Sud-Ouest de Bengamia, sur la route de Takapti).

Profil MOUNDOU 271, à 16,5 km à l'Ouest de Goré, sur la route de Timberi.

Ce sol est parfois très mince. Il peut devenir squelettique quand la cuirasse affleure et ne porte pas d'arbres, ou seulement quelques arbustes qui implantent leurs racines dans des fentes çà et là. Il est très rare que ce type de cuirasse soit bien résistant. Le plus souvent il s'agit de gravillons à peine soudés les uns aux autres. Les lacunes sont remplies de terre fine sableuse, beige à grise, facilement séparable.

CUVETTE DE DOBA

Sols beiges à caractères d'hydromorphie

La végétation arbustive est surtout représentée par les *Gardenia*. (trois espèces au moins sont présentes, en particulier *G. erubescens* et *G. aquialla*). Notons aussi la présence de *Anona senegalesis*, *Detarium microcarpum*, *Anogeissus leiocarpus*, *Combretum sp.*, *Bauhinia reticulata*.

Le tapis graminéen détruit très tôt par le feu, est très réduit. Il ne reste que quelques tiges.

MOUNDOU 197

- 0- 15 cm : Horizon gris, sableux assez grossier, meuble.
 15- 30 cm : Horizon gris clair à beige, structure proche de la structure en mie de pain - Fragile.
 30- 45 cm : Horizon gris beige - argilo-sableux, compact. Assez nombreuses taches rouilles.
 45- 95 cm : Horizon gris beige - Teinte assez uniforme - argilo-sableux - Compact.
 95-130 cm : Horizon bicolore - Présence de nombreuses masses rouilles et de concrétions ferrugineuses - argilo-sableux - cohésion forte.

Profil		MOUNDOU 195				MOUNDOU 197				
Echantillons		1951	1952	1953	1954	1971	1972	1973	1974	1975
Profondeur		0-15	80	100	135	0-15	15-30	30-45	80	130
Kcl N		5,0	5,0	5,3	4,7	4,9	4,5	4,1	4,1	4,2
pH Kcl N/50		4,9	4,9	5,1	4,7	5,0	4,7	4,6	4,5	4,6
Eau		5,2	5,2	5,5	5,0	5,5	5,6	5,3	5,3	5,1
Granulométrie	Terre fine %	100	100	98,0	100	100	100	100	100	90
	Sable grossier %	64,0	55,0	50,5	48,5	54,5	51,5	39,0	34,0	36,0
	Sable fin %	21,5	21,0	14,0	16,0	33,5	28,0	20,5	18,5	15,5
	Limon %	2,7	2,5	3,0	3,5	4,5	4,7	4,5	5,0	5,2
	Argile %	10,0	21,7	30,5	30,5	7,2	14,7	34,0	40,5	38,7
Humidité (105°) %		1,0	2,0	3,0	3,0	0,5	1,5	3,5	4,0	4,0
Mat. org.	Mat. org. total %	1,00				0,65	0,29			
	Azote total ‰	0,54				0,31	0,18			
	Carbone %	0,59				0,38	0,17			
	C/N	11,0				12,2	9,50			
E. Totales	Ca meq /100 g	2	0,80	1,50	0,70					
	Mg meq /100 g	0,83	1,17	0,83	0,23					
	K meq /100 g	1,02	1,48	1,73	1,53					
	Na meq /100 g	0,61	0,69	0,61	0,52					
Extrait sat. C à 25° (mmhos/cm)	Is } (Hénin)	0,74	1,48	2,14	1,86	1,07	1,41	2,04	2,09	2,14
	K }	0,89	1,58	2,14	3,70	0,93	1,17	2,62	3,98	3,90
		0,36	0,22	0,16	0,14	0,25	0,23	0,14	0,12	0,11
	P ₂ O ₅ total ‰	0,20	0,27	0,12	0,07					
E. Echang.	Ca meq /100 g	1,03	0,78	1,03	0,59	0,28	0,34	0,53	0,96	2,23
	Mg meq /100 g	0,07	0,7	0,9	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
	K meq /100 g	0,19	0,23	0,35	0,30	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06
	Na meq /100 g	0,10	0,10	0,12	0,11	0,16	0,16	1,28	1,38	0,63
	S meq /100 g	2,02	1,81	2,40	1,60	0,73	0,84	1,15	1,68	3,12
Ca échangeable / Ca total x 100		66	100	68	84					

SOLS BEIGES PEU ÉPAIS SUR "MATÉRIAU"

Ces sols présentent un profil très voisin des précédents. Ils ont été observés particulièrement dans les grandes zones érodées qui bordent le glacier de la cuvette de Doba au Sud, à proximité de Kourangati ou de Bebo, de part et d'autre de la Pendé.

Profil MOUNDOU 269, à 4,4 km au Sud de Ouellé (vers Mao).
(voir description et résultats d'analyse page 52)

Quand ces sols sont un peu plus profonds ils portent des cultures très comparables à la moyenne des sols de la région. Dans le profil décrit page 52 nous notons un taux de matière organique du même ordre de grandeur que dans les jachères anciennes des sols beiges profonds.

L'horizon supérieur renferme une quantité notable de calcium échangeable, très supérieure à celle des horizons inférieurs : les taux de magnésium, sodium et potassium sont assez faibles et ne présentent pas cette variation de la surface à la profondeur.

L'explication de ce phénomène est peut être à rechercher dans le colluvionnement qui serait responsable de la mise en place des horizons supérieurs de ce sol. En effet, le colluvionnement est beaucoup plus visible dans le profil Moundou 72, par suite de l'existence d'une pente plus forte et de l'observation de cailloux de taille plus importante qui existent plus haut sur la pente. Pour Moundou 72 le taux de calcium échangeable est aussi plus élevé dans l'horizon supérieur. Peut être faut-il penser au lessivage oblique, bien que l'ensemble de la région soit pauvre en calcium sous quelque forme que ce soit.

SOLS BEIGES À CARACTÈRES D'HYDROMORPHIE

Ils occupent de vastes étendues dans la cuvette de Doba au sens large (de Bebedjia à Bediondo) et au Nord de Guidari.

Notre connaissance de la topographie de ces régions n'est pas suffisante mais la végétation naturelle et l'aspect des cultures permettent de préciser assez facilement l'étendue des zones occupées par les sols beiges à caractères d'hydromorphie.

Certaines plantations, de coton en particulier, n'auraient manifestement pas dû être placées dans les zones à peuplements denses de *Gardenia sp.*, par exemple, où l'eau stagne pendant une partie de la saison des pluies. La présence de *Terminalia sp.*, de *Bauhinia reticulata* en association avec quelques *Gardenia sp.*, indique la présence d'un horizon compact à faible profondeur. Apparemment de faibles différences de niveau suffisent pour entraîner une localisation des *Gardenia*. Ceci avait bien été vu à la Station Agronomique de Ba-Illi, mais le matériau était nettement différent (recouvrement sableux sur argiles sableuses à nodules sableuses). Un lever topographique précis devrait permettre de préciser les zones où se produit l'engorgement.

L'examen des puits des grandes zones occupées par les sols beiges à caractères d'hydromorphie montre l'existence fréquente d'une carapace plus ou moins épaisse à une profondeur très variable et en position souvent très différente par rapport au plan d'eau actuel : l'eau peut être au-dessus du niveau supérieur de la carapace ou bien beaucoup plus bas.

Rappelons l'existence de résurgences en saison sèche, à un niveau nettement supérieur à celui de la Pendé (résurgences de Goré, Doba, Gabri-Ngolo). Le niveau supérieur de la carapace est sans liaison avec la topographie actuelle. Cette carapace est absente dans la partie Est de la Cuvette de Doba, ainsi que dans la zone située entre le Mandoul et le Bahr-Sara, tout au moins au Nord de Moïssala. Elle est alors remplacée par un niveau riche en gravillons ferrugineux ou d'amas plus ou moins friables d'hydroxydes, jamais consolidés.

Sol beige à caractères d'hydromorphie

KOU MRA 5

Zone plane - Jachère de 3 à 5 ans.

Les arbres et arbustes sont surtout *Hymenocardia acida*, *Detarium microcarpum*, *Daniella Olivieri*, *Terminalia laxiflora*, *Parinari excelsa*, *Afzormosia laxiflora*.

0- 20 cm : Horizon gris - sableux grossier - meuble.

20- 85 cm : Horizon beige - sableux grossier - meuble.

85-160 cm : Horizon beige - sableux. Cohésion faible. Présence de taches rouille d'hydromorphie.

160-220 cm : Horizon beige et rouille (bicolore) humide - sableux à sablo-argileux.

Sol beige à caractères d'hydromorphie

KOU MRA 53

Zone apparemment plane. Jachère de trois à quatre ans, avec les essences typiques de la flore soudanaise tendant vers la flore soudano-guinéenne (apparition de *Lophira alata*).

0- 10 cm : Horizon gris, sableux grossier - meuble.

10- 75 cm : Horizon beige, sableux assez meuble - Présente quelques taches ocre rouille vers la base.

75-135 cm : Horizon nettement bicolore, beige et rouille - Présence de quelques masses rouilles peu consolidées. Sablo-argileux à argilo-sableux.

135-175 cm : Horizon beige avec quelques rares taches rouille. Argilo-sableux.

175-210 cm : Horizon bicolore - A nouveau forte hydro-morphie. Argilo-sableux.

Les deux derniers horizons sont plus clairs que les horizons de surface.

Profil		KOU MRA 5				KOU MRA 53				
Echantillons		51	52	53	54	531	532	533	534	535
Profondeur		0-15	45-60	110-130	200-220	0-10	40-60	100	160	200
Kcl N		6,0	5,5	5,0	4,8			4,7	4,8	5,0
pH Kcl N/50		6,1	5,7	5,0	4,8			4,7	4,7	4,7
Eau		6,1	5,9	5,4	5,5			4,8	5,4	5,0
Granulom.	Sable grossier %	56,0	63,5	61,0	56,0	65,5	59,0	44,0	47,0	42,5
	Sable fin %	36,0	23,0	22,5	20,0	29,5	23,0	20,0	18,5	24,5
	Limon %	4,5	3,5	3,5	0,5	0,7	0,7	3,2	4,2	3,5
	Argile %	2,5	10,2	12,2	19,5	2,5	14,2	29,5	27,7	26,0
Mat. org.	Mat. org. total %	1,96	0,84			3,82	1,14			
	Azote total ‰	0,67	0,67			1,23	0,66			
	Carbone %	1,14	0,49			2,22	0,66			
	C/N	17	7,3			18,0	10,0			
B. Echang.	Ca meq /100 g	0,99	0,87	0,49	0,87	0,68	0,36	0,55	0,49	0,55
	Mg meq /100 g	0,50	0,70	0,7	0,5	0,3	0,3	0,2	0,3	1,0
	K meq /100 g	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Na meq /100 g	0,13	0,12	0,15	0,16	0,08	0,07	0,08	0,11	0,13
	S meq /100 g	1,64	1,71	1,36	1,55	1,08	0,75	0,85	0,92	1,70
	Cap. Ech. (T) meq /100 g	2,10	2,70	2,50	3,70					
Is } (Hénin)		0,28	1,06	1,52	22,8	0,18	0,83			
K }		4,5	4,6	2,5	1,9	44,7	3,1			

Profil MOUNDOU 197, à 1,4 km à l'Est de Benbanga (5,5 km au Sud de Yeï)

Présence de petites cuvettes très plates de 1 à 3 ou 4 hectares, en bordure de la zone à *Gardenia*. Elles se rejoignent vers le centre pour former des surfaces importantes, d'un seul tenant. La différence de niveau avec les environs est toujours très faible. Mais le développement de la végétation est très différent.

L'eau de pluie stagne plus ou moins longtemps avant de s'écouler, ou, plus vraisemblablement, de s'infiltrer sur place. Les horizons supérieurs restent gorgés d'eau pendant plusieurs mois par an. On ne doit pratiquement jamais observer de lame d'eau libre à la surface du sol car en saison sèche on ne voit que très rarement des signes de battance ou tout au moins de séparation des éléments de la texture, suivie de dépôts sur place.

Le profil d'argile indique un lessivage très net des horizons supérieurs et une accumulation à faible profondeur. Notons un taux constant de limon tout le long du profil. Le rapport sable grossier/sable fin augmente régulièrement de la surface à la profondeur, passant de 1,6 à 2,3. Dans une certaine mesure il varie moins que le taux d'argile. Dans quelques autres profils ce rapport est de l'ordre de 3. Mais sa variation le long du profil n'est pas plus grande que dans le cas présent. Ceci atteste sans doute la réalité de la formation de ce sol en place, sur un matériau sablo-argileux qui peut présenter quelques variations d'un point à l'autre.

Du point de vue chimique la pauvreté en bases échangeables est encore plus grande que dans les sols que nous avons vus jusqu'ici. Le pH à l'eau est de l'ordre de 5,0 à 5,5. Les mesures effectuées en présence de chlorure de potassium N et N/50 donnent des valeurs plus basses, indiquant un complexe absorbant désaturé. En effet le calcium est en très faible quantité, de même que le magnésium et le potassium, bien que le rapport K/Ca soit presque satisfaisant mais à un niveau très bas. Seul le sodium est en quantité plus importante qu'à l'habitude, mais ceci semble un cas particulier qui ne se produit pas souvent. D'ailleurs ce sodium échangeable paraît sans influence notable sur le pH et sur la structure.

Le profil MOUNDOU 195, voisin, (à 6 km à l'Est de Goré, sur la route de Maïbo-Mbaye) répond pratiquement à la même description que Moundou 197. (Ci-contre, page précédente).

Une analyse chimique plus poussée montre que le calcium est pratiquement en totalité sous forme échangeable, de même que le magnésium. Quant au potassium, 20 % seulement sont sous forme échangeable ce qui est plus normal et plus satisfaisant. La fraction échangeable du sodium est du même ordre de grandeur mais les chiffres ne sont pas très élevés dans ce profil.

L'acide phosphorique total ne laisse pas présager de grandes quantités d'assimilable.

En ce qui concerne la matière organique les chiffres obtenus par la mesure du carbone total sont ceux que nous connaissons par ailleurs. Le rapport C/N est très variable, allant de 7 à 20, sans qu'il soit possible d'en saisir la raison.

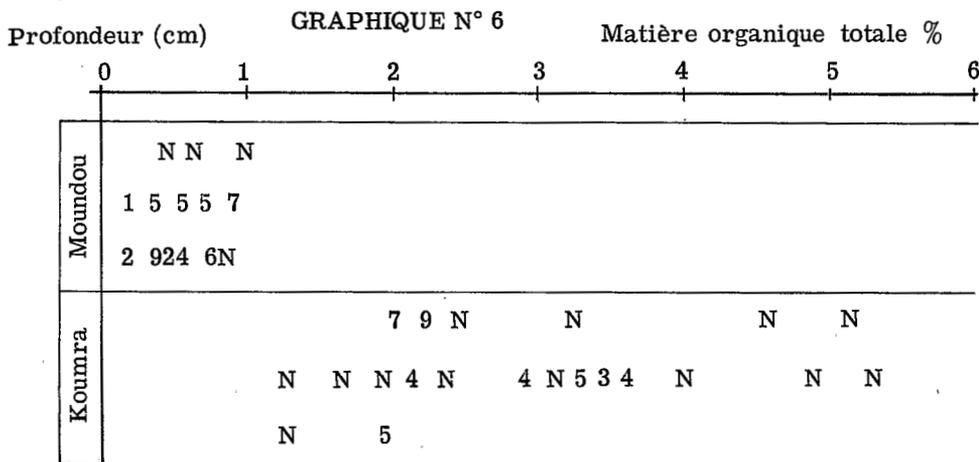
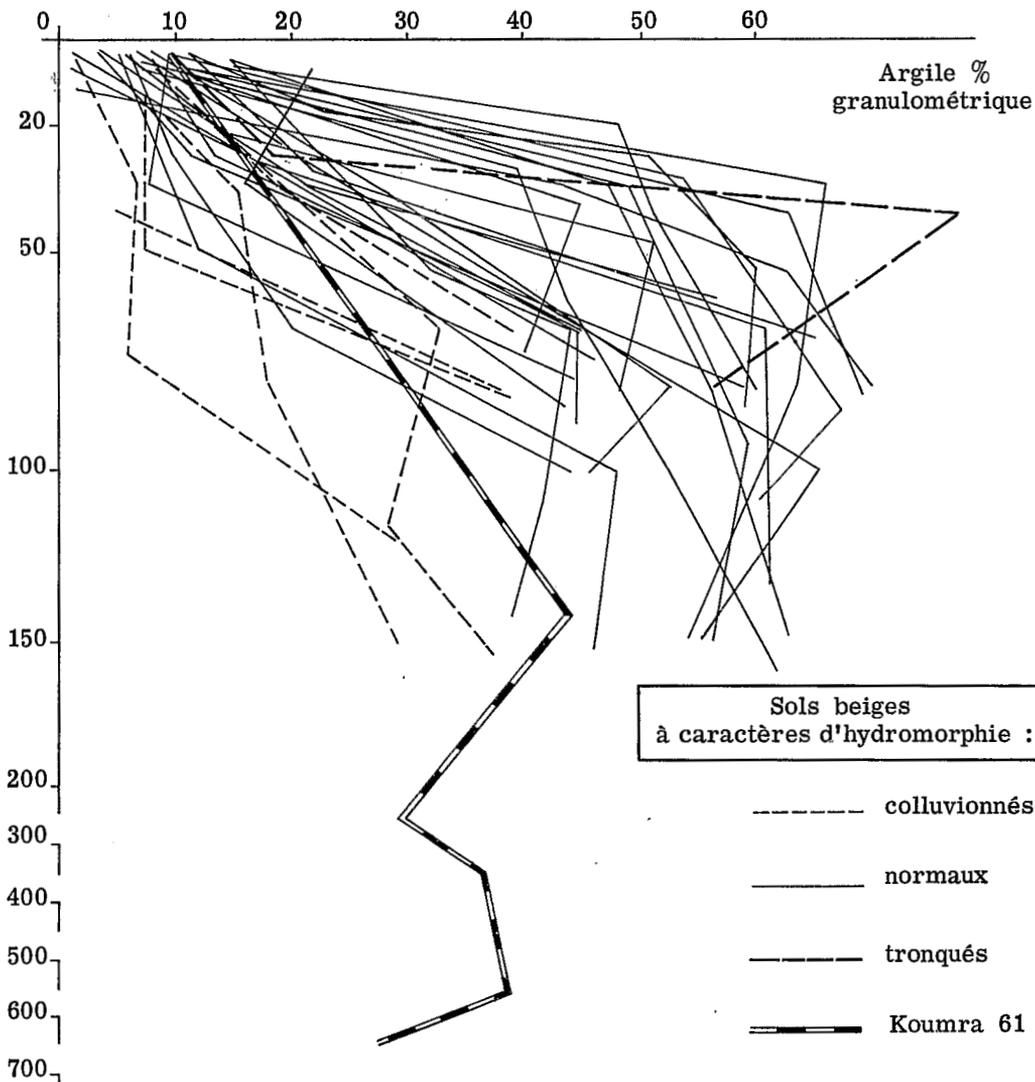
Ces deux profils sont très représentatifs des sols beiges à caractères d'hydro-morphie de la cuvette de Doba.

Profil KOUMRA 53 : La zone inter Mandoul - Bahr-Sara est représentée par ce profil, observé à 1,2 km de Begara-M'Baye.

Les taux d'argile sont très inférieurs à ceux de la cuvette de Doba. On note cependant la même variation dans l'évolution du rapport sable grossier/sable fin, le long du profil.

Les pH sont bas et la richesse en bases échangeables est exprimée par les mêmes chiffres.

GRAPHIQUE N° 5



Chiffre : Nombre d'années de jachère (apprécié) N : Nombre apparemment élevé

Comme pour les sols beiges normaux nous avons aussi des profils très pauvres en argile, tout au moins dans les horizons supérieurs. Ils se situent pour la plupart à l'extrême bordure des Koros (Sud du Koro de Koumra, Nord du Koro de Bebo-Pen). Le rapport sable grossier/sable fin ne varie plus régulièrement le long du profil dans le cas présent. Tout se passe comme si la roche-mère n'était pas homogène. Il est très vraisemblable qu'il y a eu colluvionnement, et apport de matériaux lessivés.

Profil KOUMRA 5, à mi-chemin entre Moudjibé et Kandili.

Le mètre supérieur, qui seul intéresse l'agriculture n'a pas plus de 10 % d'argile. C'est un sable très pauvre à tous points de vue.

Le pH est de l'ordre de 6 ou à peine inférieur. Le complexe absorbant est saturé à 70 % en surface et à 60 % immédiatement au-dessous. Ces éléments d'appréciation du niveau de fertilité seraient donc assez satisfaisants. Cependant la richesse chimique est faible, surtout en potassium.

Des cas de troncature ont aussi été rencontrés. C'est l'explication la plus satisfaisante pour comprendre le profil Moundou 246 où on rencontre un taux élevé d'argile à faible profondeur (51,5 %).

Comme pour les sols rouges un essai de corrélation a été tenté entre les taux de matière organique et l'âge estimé des jachères. (Graphiques 4 page 46 et 6 page 58).

Il fait d'abord apparaître une plus grande disparité entre les échantillons de Moundou (1959) et ceux de Koumra (1960). Il faut sans doute mettre en cause la valeur des chiffres fournis par le laboratoire. Ceci est à rapprocher des résultats d'analyses de la Ferme de Déli, particulièrement aberrants.

A la suite de plusieurs années de culture, il faut attendre assez longtemps pour que l'effet de régénération dû à la jachère ait une action notable sur le taux de matière organique totale. On peut estimer que ce n'est qu'après 5 à 7 ans de jachère que le cap des 1 % est franchi, tout au moins en ce qui concerne l'ensemble des échantillons "Moundou".

SOLS BEIGES SUR ARÈNES

Comme nous l'avons vu le socle cristallin occupe une très faible surface dans la zone étudiée.

La route de Bedane à Gabjibian traverse une région très érodée avec des plateaux cuirassés, disséqués par de nombreuses vallées. La cuirasse est à nu et elle porte de nombreuses zones de stagnation d'eau.

Quelques flots peuvent être utilisés par l'agriculture : il s'agit de sol sableux très riches en gravillons ferrugineux, peu profonds, résultant de l'altération de la cuirasse.

Les vallées entaillent profondément cette cuirasse. Leur fond atteint la roche cristalline dure, non altérée, souvent à plus de 20 mètres au-dessous de la surface générale de la cuirasse. Les versants de ces vallées présentent généralement le même profil du haut vers le bas : abrupt de quelques mètres montrant la coupe de la cuirasse, puis pente douce entrecoupée de quelques légers replats jusqu'à un abrupt dominant de plusieurs mètres le fond plus ou moins plat de la vallée.

Sol beige des buttes exondées à caractères d'hydromorphie.

Sol beige des buttes exondées

Sol beige sur arènes cristallines

MOUNDOU 95

Joli bois de Roniers.

0- 35 cm : Horizon gris foncé, sableux à sable fin - Très meuble.

35- 70 cm : Horizon beige. Sableux grossier. Très meuble.

80-130 cm : Horizon beige - sablo-argileux. Taches rouille de plus en plus nombreuses vers la base.

MOUNDOU 34

0- 20 cm : Horizon gris , sableux particulière.

20- 60 cm : Horizon gris beige clair à tendance un peu roux. Sableux, particulière.

60-180 cm : Horizon beige. Sableux à sablo-argileux. Taches rouille de plus en plus grandes et de plus en plus nombreuses.

180-280 cm : Horizon bicolore, beige et rouille - argilo-sableux, humide. Présence de concrétions ferrugineuses.

280-350 cm : Horizon beige clair, sableux à sablo-argileux. Pas de concrétions ni de taches rouille. Sable plus grossier et quelques graviers de quartz.

MOUNDOU 312

Zone plane. Jachère de 3 à 5 ans avec les espèces soudaniennes habituelles, mais les Légumineuses sont peu abondantes.

0- 20 cm : Horizon gris beige, sableux grossier, structure particulière - Très meuble en surface.

20- 45 cm : Horizon beige-ocre - grossier sableux. Présence de nombreux gravillons ferrugineux.

45- 75 cm : Horizon rouille-grossier; sablo-argileux. Concrétions ferrugineuses noires. Quartz à facettes. Feldspaths altérés. Minéraux moins altérés.

75-120 cm : Horizon rouille, plus jaunâtre, sableux grossier, plus argileux. Proche de l'arène granitique. Les gravillons ferrugineux deviennent de moins en moins nombreux.

Profil		MOUNDOU 95			MOUNDOU 34					MOUNDOU 312			
Echantillons		951	952	953	341	342	343	344	345	3121	3122	3123	3124
Profondeur		0-35	70	130	0-20	40	160	250	330	0-20	40	60	120
Kcl N		5,8	5,1	4,3	5,7	5,4	4,5	5,4	5,5	6,0	5,8	5,9	5,9
pH Kcl N/50		6,3	5,7	4,5	6,1	6,0	5,2	6,3	6,4	6,2	6,0	6,1	6,2
Eau		6,5	6,0	5,0	6,7	6,5	6,0	6,7	6,7	6,6	6,3	6,3	6,4
Granulométrie	Terre fine %	100	100	99,5	100	100	90,5	97,2	95,5	96,5	80,2	64,8	81,0
	Sable grossier %	58,5	50,5	54,5	59,0	59,0	57,0	57,5	54,5	49,0	50,5	46,5	33,5
	Sable fin %	32,0	34,0	16,5	28,0	27,5	10,5	13,0	16,5	25,5	16,0	9,5	10,5
	Limon %	3,2	4,2	4,7	5,5	5,0	2,5	4,5	6,0	10,5	14,0	10,0	13,5
	Argile %	6,5	12,7	26,2	5,5	7,0	26,0	22,0	21,0	8,5	13,7	28,7	32,0
Humidité (105°) %		0,5	1,0	2,0	0,5	0,5	0,5	2,5	2,0	1,0	1,0	3,0	3,0
Mat. org.	Mat. org. total %	0,70			0,43	0,27				0,72	0,46		
	Azote total ‰	0,31			0,43	0,94				0,36	0,32		
	Carbone %	0,41			0,25	0,16				0,42	0,27		
	C/N	13,3			5,80	6,7				11,6	8,5		
B. Echang.	Ca meq /100 g	1,2	1,03	1,36	0,96	0,59	2,10	2,85	2,29	1,45	1,24	1,69	1,92
	Mg meq /100 g	0,2	0,2	0,9	0,2	0,2	0,4	0,5	0,5	0,50	0,50	1,20	1,40
	K meq /100 g	0,04	0,04	0,17	0,04	0,02	0,15	0,16	0,15	0,15	0,17	0,25	0,29
	Na meq /100 g	0,05	0,05	0,09	0,08	0,03	0,05	0,05	0,09	0,13	0,18	0,24	0,35
	S meq /100 g	1,51	1,32	2,52	1,28	0,89	2,70	3,36	3,03	2,23	2,09	3,38	3,96
100 Na/Ca													17
Is } (Hénin)										1,32	2,22	2,14	2,82
K }										0,40	0,20	0,60	0,74
Extrait sat. C à 25° (mmhos/cm)										0,30	0,35	0,27	0,32

La roche cristalline, granite ou granito-diorite, a subi une altération poussée et une pédogenèse très ancienne qui a conduit à la formation des cuirasses typiques de la région. Il est possible de reconstituer par la pensée le profil du premier sol qui s'est formé là, vraisemblablement du type ferrallitique évolué :

Horizon éluvial, épais, entièrement disparu aujourd'hui.

Horizon illuvial, plusieurs mètres d'épaisseur : c'est la cuirasse, en cours d'altération actuellement.

Niveau d'altération profonde qui est apparent dans les pentes des versants.

Roche mère non altérée.

Si la cuirasse ne peut évoluer que très lentement, par érosion physique et chimique, il n'en est pas de même pour le niveau d'altération profonde, tout à fait apte à subir une nouvelle pédogenèse, d'autant plus qu'il est sérieusement remanié par l'érosion, sévère dans toute la région.

Les versants des vallées portent des sols beiges très utilisés par l'agriculture. Ces sols sont sains mais souvent peu profonds. Ces versants à pente douce sont de largeur très variable, de plusieurs centaines de mètres jusqu'à un kilomètre et plus.

Profil MOUNDOU 312, à 5 km au Sud de Bam, sur la route de Baïbokoum.

(Description et résultats d'analyse page 60).

Comme toujours la matière organique est en très faible quantité.

Les pH à l'eau sont assez satisfaisants pour l'ensemble du profil.

Les taux de bases échangeables sont aussi très bas. Le calcium en représente la part essentielle, suivi du magnésium. Potassium et sodium, bien qu'à des niveaux très bas, sont en quantités telles que les rapports Na/Ca, K/Mg, K/Ca sont satisfaisants. Mais pratiquement il n'est pas possible de se faire une idée valable de la répartition de ces éléments le long du profil par suite du nombre insuffisant d'analyses et de la dispersion des chiffres obtenus.

Les tests de Hénin, (analyse de la structure) sont intéressants : ils donnent des valeurs assez élevées pour le coefficient IS d'instabilité structurale, et des chiffres bas pour le test de perméabilité. Ceci vient corroborer l'observation sur le terrain : battance de surface, stagnation d'eau, enracinement peu profond.

Si le taux de sable fin est très variable il faut noter la présence constante d'une certaine quantité de limon, qui contribue sans doute au mauvais état physique de ces sols.

L'érosion est aussi très active sur ces versants, dont la forme évolue très vite, notamment sous l'influence des grandes mises en culture. Les horizons riches en gravillons ferrugineux sont quelquefois mis à jour sur de grandes surfaces. Les rigoles et ravines sont nombreuses, ainsi que les atterrissements d'éléments grossiers. Il y a là un problème important qui doit retenir l'attention des autorités, d'autant plus que la densité de la population est élevée, les rendements faibles et les jachères de courte durée. Le bas des pentes est marqué par un cuirassement qui occupe une bande de quelques dizaines de mètres de large et qui domine nettement le fond proche de la vallée. Il résulte d'un lessivage oblique à partir de la cuirasse qui domine l'ensemble ou à partir des gravillons ferrugineux des sols de la pente. Il faut d'ailleurs dire que bon nombre de ces gravillons, de teinte plus sombre, proviennent certainement du démantèlement de la cuirasse ancienne.

Sol gris de bas fond à caractères d'hydromorphie.

KOUMRA 16

Pas d'arbres. Quelques *Mitragyne inermis* à proximité. Les graminées, brûlées tôt, ont fait des pousses de 30 à 50 cm au mois d'Avril. Il n'est pas possible de les identifier sauf quelques *Imperata cylindrica* tout près.

0- 25 cm : Horizon gris noir (herbes brûlées) sablo-limoneux - Meuble - Nombreuses racines de graminées.

25- 60 cm : Horizon gris beige de plus en plus clair. Sableux grossier, très meuble. Encore beaucoup de racines.

60-220 cm : Horizon blanc, humide, sableux grossier - Parait plus argileux en profondeur. Présence de quelques petites taches ocres rouille à contours assez nets.

Sol beige jaune sur cuirasse

Hydromorphie Concrétions Ferrugineuses

MOUNDOU 25

Surface plane - Quelques Combretacées - Aucune trace de culture, même très ancienne.

0-18 cm : Horizon gris, sablo-argileux - Meuble. Structure pseudoparticulaire. Présence de bon nombre de racines.

18-65 cm : Horizon beige jaunâtre. Couleur vive, sablo-argileux à argilo-sableux.

65-90 cm : Horizon beige à jaune. Présence de concrétions ferrugineuses, de plus en plus grosses et de plus en plus consolidées en allant vers la base. Caractères d'hydromorphie accusés à la partie supérieure de l'horizon (couleur terne - masses friables d'hydroxydes métalliques).

90 cm : Cuirasse très dure.

Profil		KOUMRA 16				MOUNDOU 25		
Echantillons		161	162	163	164	251	252	253
Profondeur		0-15	45-60	100-120	200-220	0-18	50	90
Kcl N		5,0	6,4	5,53	56,4	5,5	4,7	4,6
pH Kcl N/50		4,9	5,8	5,5	5,2	6,0	5,0	4,8
Eau		6,1	6,8	6,5	6,5	6,6	5,7	5,5
Granulométrie	Terre fine %	100	100	100	100	100	100	65,8
	Sable grossier %	32,0	64,0	54,5	52,5	37,5	31,0	37,5
	Sable fin %	32,0	34,0	31,0	29,5	23,0	17,5	22,5
	Limon %	22,2	1,2	1,5	1,5	14,5	9,5	11,0
	Argile %	11,2	2,2	11,0	15,0	21,0	37,0	26,5
Humidité (105°) %						2,0	4,0	2,5
Mat. org.	Mat. org. tot. %	4,34				0,91	0,67	
	Azote total ‰	2,40				0,75	0,32	
	Carbone %	2,52				0,53	0,39	
	C/N	10,5				7,10	12,10	
B. Echang.	Ca meq /100 g	4,74	0,15	0,93	1,37	4,93	1,72	0,91
	Mg meq /100 g	1,80	0,60	0,60	0,80	1,4	0,2	0,2
	K meq /100 g	0,13	0,02	0,02	0,02	0,11	0,02	0,02
	Na meq /100 g	0,57	0,10	0,15	0,14	0,08	0,05	0,02
	S meq /100 g	7,24	0,87	1,70	2,33	6,52	1,99	1,15
Is } K }	(Hénin)					1,20	2,04	3,80
						1,20	2,04	3,80
Extrait sat C à 25°C (mmho/cm)						0,35	0,16	0,12

SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX PEU LESSIVÉS

Sols beiges des buttes exondées

Dans la zone étudiée ici les buttes exondées représentent de faibles surfaces. Il s'agit d'anciens bourrelets des grands fleuves, Logone ou Bahr Sara. Elles dominent toujours les zones inondées annuellement.

Ces buttes portent tous les villages des plaines inondées. Elles sont alignées sensiblement Nord Sud à partir de Boumou ou Gabri Ngolo.

En amont du confluent du Logone et la Pendé les anciens passages du fleuve sont marqués par d'importants méandres abandonnés, dont les berges hautes sont hors de portée des inondations. Elles constituent des buttes exondées très comparables à celles des grandes plaines du Nord. Les villages permanents ne s'y installent pas parce que des zones parfaitement saines existent à proximité. Cependant les pêcheurs y habitent pendant plusieurs mois par an.

MOUNDOU 95 : 0,7 km au Nord de Guelsao.

Sol très pauvre à tous points de vue. Il constitue un excellent support physique, très comparable aux sols beiges à caractères d'hydromorphie des Koros. Une plus grande épaisseur de la série sableuse distingue ces sols des sols hydromorphes beiges inondés observés à proximité.

Le Profil MOUNDOU 34 observé à 2,05 km au Nord de Bebedjia dans la vallée de Logone est du même type. Butte allongée dans le sens de la vallée, très étroite, en principe jamais inondée.

La répartition de l'argile le long du profil montre qu'il y a eu un lessivage faible. Dans les vallées moyennes du Logone et de la Pendé ces sols sont peu utilisés surtout parce qu'ils ne représentent pas de grandes unités de culture; les animaux sauvages, plus abondants dans les vallées font plus de dégâts aux cultures : c'est encore le domaine des chasseurs et des pêcheurs. Par contre les sols de ces buttes sont très utilisés dans les plaines du Nord parce qu'ils constituent les seuls endroits sains, habitables, qui permettent la culture du mil de saison des pluies et des cultures de cases.

Sols beiges à jaunes sur cuirasse

Nous avons vu que les Koros et en particulier celui de Miladi étaient dominés par une carapace plus ou moins discontinue. Quand les zones occupées par cette carapace sont assez étendues et peuvent constituer des lieux de rassemblement d'eau il s'y développe des sols beiges à jaunes, peu épais, le plus souvent riches en gravillons ferrugineux et présentant des signes très nets d'hydromorphie.

La végétation y est répartie très irrégulièrement : plages nues, surfaces occupées uniquement par des graminées de petite taille. Quelques Combretacées y atteignent leur volume habituel.

Profil MOUNDOU 25, à 7,4 km à l'Est de Baikoro (vers Miladi)

L'analyse indique des pH légèrement plus bas qu'à l'habitude, correspondant sans doute à des taux de saturation du complexe absorbant inférieurs. En effet, les pourcentages d'argile sont plus élevés dès la surface alors que les sommes de bases échangeables restent du même ordre de grandeur. La potasse est à un niveau particulièrement bas, en limite des possibilités de dosage.

Quant à la matière organique totale elle se situe au même niveau que partout ailleurs et ne paraît pas intervenir davantage dans la constitution du complexe absorbant.

Le Profil MOUNDOU 71, à 1 km au Nord-Est de Mboroye, sur la route de Bebalem, répond à une description tout à fait comparable. Avec des pH très peu inférieurs et des taux d'argile également inférieurs il a un complexe saturé à moins de 25 %.

Ce sol beige-jaune hydromorphe a des possibilités culturales très réduites surtout par suite de son hydromorphie, de sa faible profondeur, l'un résultant de l'autre d'ailleurs.

La méthode d'analyse de la structure (Hénin) indique des indices d'instabilité structurale assez élevés en profondeur. Le test de perméabilité est beaucoup plus favorable et permet de classer ces sols dans la zone des sols moyens, sans problèmes importants.

Il est possible que leur assainissement les rende utilisables.

Rappelons qu'ils représentent des surfaces toujours petites, assez loin des principaux villages actuels. Par ailleurs le problème de l'eau y est de toute évidence plus difficile à résoudre que partout ailleurs. (Sommet de Koro).

SOLS GRIS

Sols Gris de bas fonds

Ils occupent les fonds plus ou moins plats des vallées sèches des Koros.

Le seul critère de la couleur est insuffisant pour différencier ces sols des sols beiges, le plus souvent très clairs, qui les dominent. C'est la végétation qui permet de les distinguer dans la partie aval des vallées importantes, où les arbres disparaissent totalement pour faire place à la végétation graminéenne dans les zones périodiquement inondées. En amont il est impossible de séparer sol gris et sols beiges. Seule la plus grande épaisseur de l'horizon supérieur, gris, permet de les y classer, car la position topographique n'est pas toujours facile à percevoir sans carte détaillée et la photo aérienne n'est pas d'un grand secours dans ces zones où le relief n'est pas très vigoureux.

Profil KOUMRA 16, à 12 km à l'Ouest de Koumra (vallée du petit Mandoul)
(Description et résultats d'analyses page 62).

Le plan d'eau est observé à 1 m. Il subit d'importantes variations au cours de l'année. Il est ici voisin de son point bas. Pendant les derniers mois de la saison des pluies il est voisin, sinon au-dessus de la surface du sol.

La couverture limoneuse de l'horizon supérieur est peu importante. Elle est fréquente dans la partie basse des vallées sèches des Koros. Il est important de noter l'augmentation du taux d'argile vers la profondeur qui témoigne d'un lessivage, donc d'une évolution sur place. Par ailleurs, le limon est pratiquement inexistant.

Le taux de matière organique élevé est en liaison avec les restes d'herbes brûlées qu'il est bien difficile de séparer au moment de la préparation des échantillons.

Sauf dans l'horizon supérieur, riche surtout en racines, les chiffres de bases échangeables sont ceux que nous connaissons partout ailleurs sur les Koros, avec en particulier une très grande pauvreté en potassium.

Sol gris de bas fond
(en zone d'arène cristalline)

MOUNDOU 315

Pas d'arbres - Eau proche de la surface.

0- 15 cm : Horizon gris brun, gorgé d'eau - Limono argileux.

15- 70 cm : Horizon beige gris, à taches jaunâtres - sableux fin à sablo-argileux.

70-120 cm : Horizon bicolore, beige et rouille. Sableux fin à sablo-argileux. Présence de concrétions noires et ocres.

Sol gris de bas fond

MOUNDOU 173

Fond de vallon à peine marqué. Jachère de 4 à 5 ans avec repousses des espèces habituelles des sols beiges et rouges voisins.

0- 25 cm : Horizon gris foncé sableux grossier, particulière.

25- 45 cm : Horizon gris, sableux, meuble.

45- 85 cm : Horizon gris un peu beige sableux grossier, meuble.

85-125 cm : Horizon gris, un peu plus beige, sableux grossier, meuble.

Sol gris de bas fond

MOUNDOU 218

Sondage effectué à proximité d'un passage d'eau permanent. *Vitex sp*, *Sarcocephalus esculentus*, *Syzygium sp*.

Présence de diguettes de pêche de 40 à 60 cm de haut espacées de 20 à 60 mètres.

0- 20 cm : Horizon gris noir sableux-Meuble - racines.

20 - 50 cm : Horizon gris beige, sableux très grossier - Meuble.

50-120 cm : Horizon gris métallique (gley) sableux grossier.

Profil		MOUNDOU 315			MOUNDOU 173				MOUNDOU 218		
Echantillons		3151	3152	3153	1731	1732	1733	1734	2181	2182	2183
Profondeur		0-15	60	120	0-25	25-45	75	125	0-20	40	120
Kcl N		5,0	4,7	5,6	5,7	5,2	4,7	4,5	5,2	5,7	5,5
pH Kcl N/50		5,3	4,9	5,7	5,8	5,2	4,7	4,5	5,6	5,7	5,6
Eau		5,8	5,6	6,2	6,0	5,2	5,0	4,9	5,4	6,4	6,1
Granulométrie	Terre fine %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Sable grossier %	13,0	29,0	29,0	55,5	55,0	54,4	51,0	59,5	80,0	67,5
	Sable fin %	22,0	38,5	35,0	35,0	34,5	30,5	29,5	27,0	17,0	21,5
	Limon %	22,5	6,7	7,5	4,7	3,5	2,7	4,7	3,0	1,2	1,7
	Argile %	28,7	20,0	17,5	4,5	5,7	10,5	13,7	6,7	1,5	5,2
Humidité (105°) %		3,0	2,0	2,0	0,5	0,5	1,0	1,5	0,5	0,5	0,5
Mat. org.	Mat. org. total %	3,20	0,30		0,41				0,96		
	Azote total ‰	1,45	0,31		0,13				0,44		
	Carbone %	1,85	0,22		0,24				0,56		
	C/N	12,7	7,1		18,5				12,7		
B. Totales	Ca meq/100 g	3,79	1,56	1,56	1,24	0,23	0,40	0,46	0,78	0,07	0,07
	Mg meq/100 g	1,50	0,60	0,80	0,2	0,2	0,2	0,5	0,4	0,2	0,2
	K meq/100 g	0,56	0,20	0,15	0,04	0,02	0,04	0,02	0,04	0,04	0,04
	Na meq/100 g	0,42	0,21	0,17	0,06	0,03	0,14	0,14	0,13	0,07	0,08
	S meq/100 g	6,27	2,57	2,68	1,54	0,48	0,78	1,12	1,35	0,38	0,39
Is } (Hénin)		4,55	5,35	5,15							
K }		0,40	0,30	0,50							
Extrait sat. C à 25°C (mmho/cm)		0,38	0,28	0,27							

Profil MOUNDOU 218 : Bas-fond à 9 km au Sud-Est de Bebomo
(Description et résultats d'analyses page 65).

Le plan d'eau est rencontré à 80 cm en mai.

L'analyse granulométrique indique une très faible variation du taux d'argile de la surface à la profondeur mis à part l'horizon de surface, un peu plus riche en éléments fins.

Comme dans le profil précédent les pH ne sont pas très bas.

Ces sols sont inutilisables pour les cultures de saison des pluies. (plan d'eau trop haut en général). Ils sont aussi inutilisables en saison sèche car il n'est pas possible d'y retenir de l'eau (le sable grossier est trop perméable). Seul le riz précoce pourrait y réussir, à condition qu'il soit bon à récolter immédiatement après la baisse des eaux.

Quelquefois on note la présence d'un niveau sablo-argileux à argilo-sableux gris métallique, rencontré assez brutalement en profondeur. Il est vraisemblablement le résultat d'un lessivage oblique des versants, surmonté par un colluvium sableux grossier. Ceci est surtout vu en bordure de la zone générale des Koros, au moment où on aborde les grandes vallées alluviales du Logone et la Pendé. (Exemple de Moundou 19, où on a 30 % d'argile à 1,30 m).

Dans la partie amont des vallées on ne rencontre ni plan d'eau ni caractères d'hydromorphie.

Profil MOUNDOU 173, à 3,85 km à l'Ouest de Kariadou Baldoumgar.

C'est ici un sol très perméable, dont la vocation culturale n'est pas différente de celle des sols beiges voisins.

Jusqu'au moment où l'existence d'un plan d'eau, même momentané, trop proche de la surface en limite l'épaisseur utile, les sols gris sont à rapprocher des sols beiges peu ou pas lessivés. Plus bas dans la vallée commence le domaine à rattacher aux zones inondables.

Un autre sous-type de sol gris de bas fond est observé dans la zone de Bédane, et Gadjibian, où apparaît le socle cristallin. Il est aussi très limité au point de vue géographique. La plupart du temps il est dominé par une cuirasse de bas de pente.

Le fond des vallées est occupé par un sol gris d'épaisseur très irrégulière par suite d'affleurements fréquents de roche cristalline non altérée.

En saison des pluies les eaux de ruissellement s'y rassemblent en grande quantité et très brutalement par suite de l'absence totale de mesures antiérosives dans les cultures sur les pentes. Leur évacuation est le plus souvent rapide. Cependant un certain nombre de seuils conduisent à l'existence de biefs où l'eau séjourne plusieurs mois. Leur mise en valeur nécessiterait sans doute de faibles travaux mais exigerait une régularité des précipitations qui paraît bien improbable. Cependant certaines portions de ces vallées pourront porter des rizières très satisfaisantes.

Profil MOUNDOU 315 : Rizière de la ferme de Békao

Le taux de matière organique est élevé, mais seulement dans l'horizon limoneux de surface.

De même, pour les bases échangeables, le taux élevé de potassium dans l'horizon de surface résulte sans doute du ruissellement et des feux de brousse.

Il s'agit d'un sol très instable et très peu perméable, surtout par suite de sa texture où dominent le limon en surface et le sable fin en profondeur.

Sols Hydromorphes

Les sols hydromorphes organiques sont inconnus dans la zone étudiée. De façon générale l'hydromorphie n'est jamais permanente : elle est limitée à la saison des pluies et à la période des inondations. Elle va de 5 à 8 mois au plus. Le sol est donc soumis à une phase de sécheresse de 4 à 5 mois souvent intense en surface. Le dessèchement est plus ou moins profond suivant la position topographique. Ce type d'hydromorphie varie peu d'un point à un autre : des matériaux très divers y sont soumis : série argilo-sableuse à nodules calcaires, série sableuse récente, formations locales où participent argiles et sables.

Les sols foncés argileux de la série argilo-sableuse à nodules calcaires ne paraissent pas pouvoir être classés avec les vertisols. En effet si le taux d'argile est souvent très suffisant, le type d'argile ne paraît pas répondre à la définition des vertisols : "argiles gonflantes". Ce que nous en connaissons indique une large prédominance de kaolinite, associée à un peu d'illite.

Le terme de vertisol serait à réserver aux sols noirs de Youhé par exemple, riches en montmorillonite, ou bien à certains Berbérés du Centre ou de l'Est de la cuvette Tchadienne.

Lorsque la durée de la submersion dépasse 7 à 8 mois, le sol devient sans intérêt pour l'agronome.

SOLS FONCÉS DE LA SÉRIE ARGILO-SABLEUSE À NODULES CALCAIRES

La série argilo-sableuse à nodules calcaires, classique des grandes plaines d'inondation du Logone, débute un peu en amont du confluent du Logone et de la Pendé. A partir de Ro elle se continue sans interruption jusqu'à Laï, Bongor et au-delà. Elle s'étend d'abord sur la rive gauche du Logone, dans la plaine de Tchaouen, à Tamion, Guidjina, jusqu'à Nantchéré-Nangon. Elle forme le substratum de la grande plaine traversée d'Est en Ouest par la route-digue de Laï à Béré.

Sur la rive gauche cette série débute à hauteur de Gabri N'Golo et prend vite une très grande largeur, puisqu'à hauteur de Laï elle a déjà plus de 30 kilomètres.

En amont on observe quelques rares surfaces occupées par les argiles à nodules calcaires : dépression de Béti sur la rive droite de la Pendé, affleurement dans la berge du Logone près de Bebedjia. Des niveaux argileux à nodules calcaires ont été observés en bordure des lacs Oueï et Gero, en amont de Moundou.

La série argilo-sableuse a été retrouvée dans la plaine du Mandoul, en aval de la digue de Doro. Elle est vue le long du Bahr Sara à partir de Bili. Mais elle présente un faciès un peu différent de celui des environs de Laï : plus d'argile en profondeur ; couverture sableuse plus régulière, microrelief caractéristique rare ; mais les nodules calcaires sont toujours présents.

Pratiquement cette série est rencontrée dans la majeure partie des points bas de la zone étudiée. L'eau s'y rassemble et y stagne pendant plusieurs mois par an. Quelquefois, notamment sur la rive droite du Logone, ces argiles à nodules calcaires sont actuellement le lieu de passage de courants d'eau de débordement du Logone, dirigés du Sud vers le Nord, en direction du Ba-Illi.

Sols foncés de la série argilo-sableuse à nodules calcaires

MOUNDOU 26

0-10 cm : Horizon gris beige rouille argilo-sableux. Structure polyédrique à tendance grenue. Nombreuses racines et radicelles. Traînées rouille le long des racines.

10-70 cm : Horizon beige jaunâtre à olivâtre. Argilo-sableux très compact, présence de surfaces de glissement* dans la masse. Le dégagement de ces surfaces montre qu'elles sont quelconques, mais toujours nettement limitées. Rares nodules calcaires, de 1 à 2 cm de diamètre. La masse ne réagit pas à l'acide chlorhydrique.

* Slikensides - Ce caractère tendrait à faire classer ces sols avec les VERTISOLS.

MOUNDOU 147

0-20 cm : Horizon jaunâtre argilo-sableux à sable grossier. Assez nombreux nodules calcaires. Nombreuses racines et radicelles. Structure grumeleuse à polyédrique. Cohésion faible. La partie supérieure de l'horizon paraît figurer un léger recouvrement sablo-limoneux.

20-80 cm : Horizon jaunâtre, compact. Quelques concrétions ferrugineuses. Structure prismatique dans la partie supérieure de l'horizon, sous-structure polyédrique.

A la base la structure devient continue à tendance micro-polyédrique. Très faible réaction à l'acide chlorhydrique.

80-130 cm et plus : Horizon jaunâtre, massif peut-être moins sableux. Nodules calcaires à sable grossier. Nombreuses taches jaunes claires à grises. (Hydromorphie).

Profil		MOUNDOU 26		MOUNDOU 147			
Echantillons		261	262	1471	1472	1473	1474
Profondeur		0-10	60	0-7	7-20	80	128
Kcl N		6,0	6,9	4,0	5,9	7,4	7,5
pH Kcl N/50		6,6	7,5	4,5	6,4	7,6	7,8
Eau		7,5	8,2	5,2	6,7	8,0	8,3
Granulométrie	Terre fine %	100	90,0	100	93,2	100	94,5
	Sable grossier %	18,5	15,0	41,5	41,0	41	41,5
	Sable fin %	8,0	8,0	13,0	11,5	12	14,0
	Limons %	12,0	12,0	19,0	5,7	6	6,7
	Argile %	55,5	58,0	25,0	36,2	36	33,5
Humidité (105°) %		5,5	6,0	2,5	4,0	4	3,5
CO ₂ Ca %						0,4	0,55
Mat. org.	Mat. org. total %	1,08	0,50	1,72	0,55		
	Azote total ‰	0,54	0,29	0,90	0,36		
	Carbone %	0,67	0,29	1,0	0,32		
	C/N	12,4	10,0	11,1	8,9		
E. Echang.	Ca meq /100 g	14,05	16,45	5,76	11,68	17,44	15,68
	Mg meq /100 g	3,8	3,5	1,6	2,0	3,40	4,10
	K meq /100 g	0,22	0,22	0,20	0,19	0,48	0,66
	Na meq /100 g	0,54	1,07	0,22	0,36	1,48	2,27
	S meq /100 g	18,61	21,24	7,78	14,23	22,80	22,71
E. Totales	Ca meq /100 g	18,02	22,52	7,10	12,50	20,70	22,70
	Mg meq /100 g	17,2	23,1	3,83	8,51	13,02	16,70
	K meq /100 g	4,52	4,91	3,26	3,65	4,34	5,20
	Na meq /100 g	2,23	3,24	0,95	1,30	2,52	3,22
	S meq /100 g	41,97	53,77				
Ca échangeable Ca total x 100		78	74				
Is } (Hénin)		0,95	2,40	2,08	1,21	1,46	1,46
K }		1,91	0,91	0,87	2,57	0,79	0,59
Extrait sat. C à 25°C (mmhos/cm)		0,23	0,37	0,27	0,33	0,51	0,61
P ₂ O ₅ total ‰				0,05	0,05	0,02	0,0

La surface du sol est très tourmentée : le microrelief est fait d'une juxtaposition de monticules et de dépressions à bords plus ou moins francs. La différence de niveau entre les points hauts et les points bas est de l'ordre de 20 à 30 cm et peut atteindre 40 et 50 cm.

Le fond des dépressions est de teinte grise par suite de l'accumulation d'agrégats superficiels, un peu plus riches en matière organique que l'ensemble de la masse. Les petites buttes sont d'une couleur très particulière, beige jaunâtre à olivâtre; elles sont parfois jonchées de nodules calcaires et quelquefois d'amas ferrugineux ou même de concrétions ferrugineuses. La surface du sol est parcourue d'un réseau important de fentes de retrait.

On observe çà et là entre les dépressions de petits trous circulaires, qui vont en s'évasant vers le bas, comme des entonnoirs posés à l'envers. Chacun de ces trous correspond au sommet d'un futur effondrement. En fait l'effondrement s'est déjà produit dans la masse du sol. Il ne reste qu'une sorte de voûte fragile au voisinage de la surface du sol, qui peut s'écrouler au moment du passage d'un homme, en saison des pluies. Ces effondrements figurent un remaniement considérable et permanent de la masse du sol. En effet, on peut distinguer les effondrements récents et les plus anciens. Quelquefois les effondrements paraissent s'appuyer à une fente de retrait importante. Il y aurait entraînement mécanique de l'argile et aussi du sable le long des fentes de retrait au moment des premières pluies, puis circulation interne des particules jusqu'à ce qu'il se produise un colmatage de l'ensemble des horizons de surface. Une micro-érosion locale attaque alors les points hauts voisins, dégageant les nodules calcaires et comblant l'effondrement.

Lorsque le microrelief est bien marqué il peut constituer un obstacle non négligeable à la mise en valeur de ces sols. En effet, il amène à utiliser des outils de grandes dimensions et des moyens de traction importants. Lorsque la surface est aplanie le risque d'une réapparition du microrelief ne paraît pas éliminé. L'expérience du Casier A Nord-Bongor l'a en effet montré. Après une année de culture à plat ou en billons une seule tornade précoce a bouleversé la surface du sol : les fentes de retrait se sont beaucoup élargies. Les points de rencontre de deux, ou plus souvent trois fentes sont devenues des trous importants. Un semis aurait été fortement compromis par un tel remaniement de la surface. La mise en culture de ces sols ne sera capable d'éviter le renouvellement de ce bouleversement que lorsque leur structure aura été stabilisée.

Nous ne reviendrons pas ici sur le problème de l'origine des nodules calcaires qui se seraient formés sur place, car ils paraissent trop fragiles pour avoir été transportés. De plus les impuretés qu'ils contiennent, présentent une granulométrie très comparable à celle de la masse qui les entoure.

Profil MOUNDOU 26, à 0,5 km au Sud de Sero-Man. Microrelief caractéristique. Pas d'arbres. Steppe à *Hyparrhenia rufa*.

L'analyse mécanique révèle un taux très important d'argile et la présence constante de sable grossier tout le long du profil.

Comme cela a été vu depuis longtemps au Casier A Nord-Bongor, la matière organique est en très faible quantité dès la surface. L'azote est également rare, ce qui conduit à des rapports C/N le plus souvent voisins de 10.

Les bases échangeables sont nettement plus abondantes que dans les sols que nous venons d'étudier sur les Koros.

- Le calcium dépasse 15 meq pour 100 g, soit 75 à 80 % et même 90 % du calcium total.

- Le magnésium échangeable est présent à raison de 2 à 4 meq/100 g, soit 15 à 20 % du magnésium total. Ce fait a une grande importance. En effet, le magnésium n'est pas sans influence sur les propriétés physiques du sol, en particulier sur la structure.

Le rapport Ca/Mg échangeable est de l'ordre de 4 à 5. (et Ca/Mg total égal à 1).

- Le sodium est peu abondant dans l'horizon de surface. Il l'est davantage en profondeur et le rapport Na/Ca peut être assez élevé pour conduire à classer certains sols sur argiles à nodules calcaires dans les sols à alcalis.

Mais l'extrait de saturation n'a jamais une conductibilité élevée et ces sols ne sont jamais salins.

Les argiles à nodules calcaires sont loin de présenter toujours la même texture. De façon générale les zones soumises à de forts passages d'eau sont plus sableuses que les zones calmes où l'eau de stagnation provient seulement des pluies. Il est possible de voir là le résultat de l'érosion, qui entraînant les particules fines produirait une augmentation du taux de sable.

Profil MOUNDOU 147, à 7,4 km au Nord-Est de Nantchére Nangon, à proximité de la route de Beré à Lai. (Description et résultats d'analyse page précédente).

Zone inondée, pas d'arbres, peu de fentes de retrait, quelques effondrements brusques.

A part la légère couverture sablo-limoneuse, le taux d'argile est beaucoup plus bas que celui du profil précédent et le taux de sable grossier est remarquablement constant. Ce sol est nettement sablo-argileux. Somme et répartition des bases échangeables sont très comparables à celles que nous venons de voir. S'il est possible de ramener les bases échangeables à l'argile on arrive à une capacité d'échange de l'ordre de 30 meq/100 g, ce qui fait penser que l'argile minéralogique est un mélange de kaolinite et d'illite avec peut être un peu de montmorillonite.

Le sodium est en quantité importante en profondeur. Cependant le pH n'est pas anormalement élevé et il ne paraît pas nécessaire de classer ce profil avec les sols à alcalis.

A noter les taux très bas de P_2O_5 total.

La stabilité structurale donne rarement des chiffres bas. Corrélativement le test de perméabilité classe ces sols parmi les sols peu perméables et même imperméables.

Sur la feuille de Koumra la série argilo-sableuse à nodules calcaires est présente dans une grande zone au voisinage du confluent du Mandoul et du Bahr Sara. Mais les recouvrements sableux ou limoneux sont plus fréquents et les affleurements typiques sont rares. Nous en avons cependant trouvé un bon nombre. Les caractéristiques physiques et chimiques des sols sont identiques à celles que nous venons d'examiner. C'est le cas en particulier de Koumra 45, à 3,8 km au nord de Kembita, en direction de Ngondéré, à proximité du Mandoul.

De façon générale les caractères d'hydromorphie de ces sols sur argiles à nodules calcaires sont peu apparents dans le profil, mise à part la structure prismatique et la compacité. La question a été souvent posée de prévoir quel type de transformation ils subiraient s'ils étaient soustraits à la stagnation d'eau et drainés convenablement. Il est probable qu'ils évolueraient assez peu, sauf dans la couche cultivée qui deviendrait plus meuble et mieux exploitée par les racines.

Sol foncé de la série argilo-sableuse à nodules calcaires avec couverture sableuse.

Sol limono argileux à nodules calcaires

MOUNDOU 83

MOUNDOU 229

0- 10 cm : Horizon beige, sablo-argileux.Compact.
 10- 60 cm : Horizon beige compact, argileux. Structure polyédrique très marquée.
 60-120 cm : Horizon beige - argileux, compact, structure prismatique large, sous-structure polyédrique moins nette à la base.

0-10 cm : Horizon gris noir, sablo-limono-argileux. Humide.
 10-40 ou 55 cm : Horizon beige, argilo-sableux, à sable fin. Humide.
 40 ou 55 cm à 100 cm et plus : Horizon beige-olivâtre, sec, compact. Quelques fentes de retrait. Structure prismatique, sous-structure polyédrique à cubique. Présence de nodules calcaires très gros et assez abondants. Cependant la masse de terre fine est peu calcaire.

Profil		MOUNDOU 83			MOUNDOU 229		
Echantillons		831	832	833	2291	2292	2293
Profondeur		0-10	50	160	0-10	40-55	80
Kcl N		4,6	5,5	6,0	4,5	4,8	7,4
pH Kcl N/50		4,9	5,8	6,5	5,0	5,2	7,6
Eau		5,8	6,6	7,3	5,4	5,6	8,0
Granulométrie	Terre fine %	95,0	100	100	100	100	46,0
	Sable grossier %	42,0	20,5	17,0	35,5	29,0	28,5
	Sable fin %	14,0	13,0	14,3	17,0	10,5	10,5
	Limon %	7,2	10,0	12,2	14,0	5,7	5,0
	Argile %	33,5	50,2	55,3	24,0	48,7	47,7
Humidité (105°) %		3,5	5,0	5,5	2,5	4,5	4,5
CO ₃ Ca %							1,5
Mat. org.	Mat.org. total %	0,78	0,28		2,45	0,40	
	Azote total ‰	0,67	0,15		1,57	0,15	
	Carbone %	0,45	0,16		1,41	0,23	
	C/N	6,7	10,6		8,5	15,4	
E. Echang.	Ca meq/100 g	4,15	9,61	11,38	2,43	4,93	19,45
	Mg meq/100 g	0,8	2,00	2,2	0,7	0,7	2,70
	K meq/100 g	0,18	0,25	0,24	0,40	0,18	0,23
	Na meq/100 g	0,10	0,30	0,48	0,45	0,28	0,65
	S meq/100 g	5,23	12,16	14,30	3,98	6,09	23,03
B. Totales	Ca meq/100 g				3,50	6,10	3,40
	Mg meq/100 g				4,51	6,01	9,68
	K meq/100 g				2,50	3,52	3,65
	Na meq/100 g				1,30	2,06	1,22
Is } (Hénin)		1,62	2,64	3,24	1,78	2,70	2,74
K }		2,64	1,44	0,66	0,60	1,41	0,89
Extrait sat. C à 25°C (mmho/cm)		0,15	0,15	0,25	0,63	0,27	0,50

Lorsque les couvertures sableuses ou limoneuses sont assez épaisses, le microrelief caractéristique disparaît. Il ne subsiste que de larges ondulations accompagnées de faibles différences de niveau entre les points hauts et les points bas. Très souvent la présence de *Pseudocedrella Kostchii* en peuplement pur indique la présence des argiles à nodules calcaires à faible profondeur.

Profil MOUNDOU 83, à 2 km au Nord-Est de Tchaouen sur la route de Doua.

Zone très plane. Pas d'arbres, la surface du sol ne présente pas le microrelief typique de la série argilo-sableuse à nodules calcaires, mais une succession de larges ondulations aux formes très douces.

Très souvent la couverture est limoneuse et ne laisse rien paraître du microrelief de la série argilo-sableuse. Cependant l'observation du profil permet de reconnaître les dômes et les zones déprimées sous la couverture sablo-limoneuse.

Profil MOUNDOU 229, à 2,3 km au Nord de Béti, sur la route de Doba.

Zone inondable. Quelques *Sarcocephalus esculentus*. Diguettes de pêche, de 30 à 50 cm de hauteur.

La couverture sablo-limoneuse a 40 à 55 cm d'épaisseur. Le microrelief typique des argiles à nodules calcaires est très facile à retrouver.

Les caractéristiques physiques et chimiques de ce sol sont tout à fait favorables à la culture du riz. Seule l'incertitude sur la hauteur d'eau et la durée de l'inondation peut constituer un obstacle. En effet, l'horizon de surface est assez riche en matière organique et facile à cultiver, même avec des moyens rudimentaires.

Seul le pH peut paraître très bas, mais il s'agit d'un pH de fin de saison sèche, nettement inférieur au pH de saison des pluies.

Par suite de la position topographique la culture du riz ou du mil repiqué paraît s'imposer sur ce type de sol chaque fois que la richesse en matière organique est suffisante grâce à une mince couverture limoneuse

SOLS BEIGES INONDÉS

Ils ont une répartition très hétérogène et constituent rarement de grandes étendues homogènes. Ils alternent avec les sols de la série argilo-sableuse à nodules calcaires en bandes plus ou moins larges grossièrement orientées Nord-Sud, en aval du confluent du Logone et de la Pendé. Ils occupent des surfaces plus étendues sur la feuille de Koumra, notamment au confluent du Mandoul et du Bahr Sara.

Ces sols sont formés sur la série sableuse qui surmonte la série argilo-sableuse à nodules calcaires, tout comme les sols ferrugineux tropicaux beiges voisins. Mais leur évolution a été très différente par suite de leur position topographique. Ils sont souvent peu épais et ils présentent des profils assez différents d'un point à un autre par suite de l'épaisseur du recouvrement sableux, de leur position topographique et éventuellement de la troncature à laquelle ils ont été soumis. Ils portent souvent d'énormes termitières le plus souvent mortes, qui constituent encore un relief appréciable, dominant la surface du sol de un à deux mètres et plus. Ceci est particulièrement net à l'approche des buttes sableuses exondées de façon permanente. La zone à termitières constitue une auréole de quelques décamètres à quelques kilomètres de large à mi-chemin entre les buttes exondées et les sols beiges plus ou moins inondés.

SOLS BEIGES HYDROMORPHES

Sur argile à nodules calcaires

MOUNDOU 132

- 0- 15 cm : Horizon gris sableux grossier, meuble.
- 15- 80 cm : Horizon beige sableux grossier, meuble.
- 80-120 cm : Horizon beige sablo-argileux assez compact. Nombreuses taches rouille.
- 120-135 cm : Horizon beige à gris beige. Argilo-sableux, très compact. Nombreuses taches rouille et amas ferrugineux friables.

MOUNDOU 133

- 0- 20 cm : Horizon gris foncé, argilo-limoneux à sable fin. Humide.
- 20- 80 cm : Horizon gris clair à taches rouille argilo-sableux avec des poches sableuses, compact.
- 80-100 cm et plus : Horizon argileux compact, gris et rouille. Présence de nodules calcaires.

Profil		MOUNDOU 132				MOUNDOU 133		
Echantillons		1321	1322	1323	1324	1331	1332	1333
Profondeur		0-15	70	110	135	0-20	70	100
Kcl N		5,4	5,4	6,0	6,5	4,6	5,0	7,0
pH Kcl N/50		6,0	6,1	6,6	7,1	5,0	5,7	7,4
Eau		6,2	6,2	7,2	7,8	5,5	6,2	7,6
Granulométrie	Terre fine %	100	100	98,8	100	99,8	100,0	96,0
	Sable grossier %	45,0	70,0	53,5	41,5	20	27,5	25
	Sable fin %	44,5	17,5	17,5	19,5	30	27,0	18
	Limon %	3,7	2,5	3,0	4,2	18	10,5	7
	Argile %	4,2	9,2	24,5	34,5	25	30,5	45
Humidité 105° %		0,5	1,0	2,5	3,0	5	3,0	3
Mat. org.	Mat. org. total %	1,13				2,15		
	Azote total ‰	0,34				0,81		
	Carbone %	0,66				1,24		
	C/N	19,4				15,3		
B. Echang.	Ca meq /100 g	0,96	1,36	4,36	6,62	4,22	7,37	11,60
	Mg meq /100 g	0,2	0,2	0,5	0,9	1,3	0,9	1,0
	K meq /100 g	0,17	0,20	0,45	0,55	0,24	0,17	0,22
	Na meq /100 g	0,11	0,11	0,36	0,54	0,27	0,20	0,50
	S meq /100 g	1,44	1,87	5,67	8,61	6,03	8,64	13,32
Is } (Hénin)	0,57	0,89	2,62	4,15	3,62	3,38	3,16	
K }	1,05	2,28	1,10	0,63	0,85	0,64	1,51	
Extrait sat. C à 25°C (mmho/cm)		0,30	0,29	0,39	0,39	0,69	0,32	0,60

Profil MOUNDOU 132, à 1,6 km au Sud de Nantchére Nangon.

Les buttes exondées correspondant à d'anciennes termitières portent des cultures de mil.

Les creux sont occupés par le riz. Le sondage a été effectué dans la rizière.

La hauteur d'inondation naturelle ne dépasse pas 10 à 20 cm. Les eaux de pluie s'écoulent très mal et participent beaucoup à l'alimentation en eau du riz.

La série argileuse à nodules calcaires est très proche.

Les pH sont assez élevés et dépassent largement la neutralité.

Très souvent l'épaisseur de sable grossier est inférieure à 80 cm et le niveau argilo-sableux gris à sable grossier, très compact, est voisin de la surface. Ce niveau argilo-sableux, très fréquent dans ce type de sol, est redouté de l'agriculteur africain qui n'a pas les moyens de le mettre en valeur avec ses moyens de culture traditionnels. Il préfère cultiver l'horizon sableux beaucoup plus meuble qui le surmonte.

Ce niveau argilo-sableux à sable grossier a une épaisseur variable, de quelques décimètres à plus de un mètre. Il a une structure continue ou massive, qui le rend très compact, avec une porosité extrêmement faible.

La texture de cet horizon riche à la fois en argile et en sable grossier, mais pauvre en sable fin et dépourvu de limon conduit à la formation d'agrégats d'argile seule, très cohérents, entourant les grains de sable grossier qui ne participent pas à cette architecture. En saison sèche, il n'apparaît pas de fentes de retrait importantes. Le retrait s'effectue au niveau de chaque agrégat. Les grains de sable grossier peuvent être assez facilement dessertis.

Pendant la saison des pluies le gonflement des argiles forme une masse compacte, très cohérente, à perméabilité nulle où ne pénètre aucune racine. Le test de stabilité structurale de Hénin le classe avec les sols à grande instabilité structurale et à très faible perméabilité.

La richesse chimique de ce niveau argilo-sableux est assez satisfaisante, avec une grande majorité de calcium échangeable. Le potassium paraît très suffisant. Par contre le magnésium est en faible quantité.

De très petites différences de niveau d'un point à un autre permettent au riz de bénéficier d'une stagnation d'eau plus ou moins prolongée et en définitive de produire une récolte plus ou moins abondante. De petits travaux de nivellement et quelques diguettes conduiraient facilement à créer des rizières homogènes.

Le profil MOUNDOU 133 : Observé à peu de distance, dans la même rizière que le Profil Moundou 132, est assez différent. Il représente un point bas de la rizière, avec des chaumes bien plus abondants. Un réseau de petites fentes de retrait parcourt la surface du sol.

Le niveau argilo-sableux est peu épais ici et le sol est plus riche dès la surface en matière organique et en éléments fertilisants. Ce sol est à rapprocher des sols alluviaux limoneux à forts caractères d'hydromorphie que nous verrons plus loin.

Il est intéressant parce qu'il permet d'observer la présence de la série argileuse à nodules calcaires en place sous l'argilo-sableux compact et sous le sable beige inondé voisin.

Très souvent le sable grossier est le siège d'un important concrétionnement ferrugineux, actuel ou fossile, principalement à proximité des Koros ou à proximité des passages d'eau.

Sol beige hydromorphe

MOUNDOU 137

0-18 cm : Horizon gris sableux, grossier. Meuble.

18-65 cm : Horizon beige à nombreuses taches rouilles, d'où un aspect bicolore. Sablo-argileux à argilo-sableux.

65-90 cm et plus : Horizon bicolore beige et rouille sablo-argileux, nombreuses concrétions ferrugineuses, compact.

Sol beige inondé

KOUMRA 39

0-30 cm : Horizon gris-noir, sableux à sable fin à sablo-argileux, riche en matière organique. Nombreuses racines de 0 à 15 cm, meuble.

30-60 cm : Horizon noir, peu compact, argilo-limono-sableux.

60-85 cm : Horizon beige rouille sableux grossier meuble au sommet, très vite compact à la base. Présence de concrétions ferrugineuses dures et arrondies.

85-130 cm : Horizon gris et rouille, argilo-sableux, quelques concrétions ferrugineuses jusqu'à 100 cm, structure prismatique à cubique.

Sol beige inondé

KOUMRA 51

0-12 cm : Horizon gris, sableux à sable fin, peu compact.

12-55 cm : Horizon beige - bicolore - fortement marbré de taches rouilles, sablo-argileux. Quelques concrétions ferrugineuses.

55-105 cm : Horizon beige bicolore. Forts caractères d'hydromorphie. Concrétions ferrugineuses dures et très solides vers 70 cm-90 cm. Argileux à argilo-sableux. Structure prismatique à cubique, cohésion très forte.

Il s'agit du même niveau argilo-sableux que celui des plaines d'inondation du Logone.

Profil		MOUNDOU 137			KOUMRA 39						KOUMRA 51		
Echantillons		1371	1372	1373	391	392	393	394	395	396	511	512	513
Profondeur		0-18	50	90	0-15	40-55	65-75	100	150	200	0-10	40-50	100-105
Kcl N		4,5	4,6	4,0	5,5	5,5	6,0	7,0	7,3	6,7	5,4	5,0	5,7
pH Kcl N/50		5,0	5,0	4,5	6,1	5,5	5,6	6,5	7,6	6,9	6,0	5,5	5,9
Eau		5,2	5,2	5,0	5,8	5,3	5,5	6,3	7,5	6,8	5,9	5,4	5,9
Granulométrie	Terre fine %	100	94,5	88,8									
	Sable grossier %	52,0	35,0	44,0	29,5	21,5	69,5	36,0	34,5	28,5	52,0	30,0	14,0
	Sable fin %	25,5	15,5	13,0	39,5	36,0	13,5	17,0	20,5	20,5	31,0	19,0	12,5
	Limon %	4,7	4,7	2,5	6,5	14,5	1,2	3,5	4,0	6,7	6,7	6,7	4,2
	Argile %	14,2	40,2	36,2	19,5	25,0	14,7	40,5	39,0	41,7	7,5	40,7	62,0
Humidité 105° %		1,5	4,0	4,0									
Mat. org.	Mat. org. total %	0,46			8,8	1,56					2,08	0,60	
	Azote total ‰	0,34			5,77	1,25					1,20	0,37	
	Carbone %	0,28			5,10	0,91					1,21	0,35	
	C/N	8,2			9,0	7,3					10,1	9,4	
B. Echang.	Ca meq/100 g	1,30	3,07	1,54	2,12	0,74	1,45	9,34	16,8	12,44	1,24	2,71	6,56
	Mg meq/100 g	0,3	0,4	0,2	0,30	0,20	0,3	1,90	2,40	2,60	0,4	0,3	2,3
	K meq/100 g	0,09	0,08	0,06	0,23	0,09	0,02	0,15	0,17	0,17	0,09	0,15	0,13
	Na meq/100 g	0,11	0,22	0,26	0,44	0,65	0,39	1,49	2,03	1,90	0,11	0,24	0,74
	S meq/100 g	1,80	3,77	2,06	3,09	2,68	2,16	12,88	21,48	17,11			
Cap. Ech. meq (T) %					14,65	13,55	3,90	13,25	27,05	18,65			
Is K	(Hénin)	1,23	2,14	1,78	0,34	2,06	0,58	1,24	1,54	2,74	0,47	1,37	2,51
		2,45	3,10	3,16	3,5	1,7	1,9	0,3	0,5	0,2	0,5	2,5	0,7
Extrait sat. C à 25°C (mmho/cm)		0,38	0,28	0,10					0,38	0,63			

Profil MOUNDOU 137, à 1,2 km au Sud de Delbian, à proximité de la route de Béré, à Bao

Rizière - Vraisemblablement cultivée depuis plusieurs années. Passage d'eau important pas très loin.

Les pH sont bas dans l'ensemble du profil, de même que les taux de bases échangeables.

La matière organique paraît très peu abondante dans l'horizon de surface. C'est le cas général chaque fois que cet horizon est uniquement sableux et dépourvu de limon.

Un tel sol n'est utilisé en rizière que parce qu'il occupe un point bas et que pour cette raison l'eau peut y séjourner. Mais ce n'est évidemment pas un sol à riz : trop pauvre et trop perméable. En effet, le test de perméabilité de Hénin le classe avec les sols beiges et les sols rouges des Koros et la méthode de Müntz conduit au même résultat.

Cependant le niveau sablo-argileux compact n'est pas loin et permet des stagnations d'eau subsuperficielles où les racines du riz peuvent puiser pendant un certain temps.

Toute autre culture que le riz trouverait là des conditions d'asphyxie très défavorables, en particulier le coton. Le mil pourrait peut-être s'en accommoder.

Le profil KOUMRA 39, montre la superposition de la série sableuse à concrétionnement ferrugineux sur la série argilo-sableuse à nodules calcaires.

A 4 km au Nord-Ouest de Ndila, en bordure de la digue de Doro.

Zone sans arbres, avec de rares *Terminalia* et *Bauhinia reticulata*. Surface très plane. La hauteur d'eau d'inondation doit être très faible. A cet endroit la digue a environ 50 cm de haut.

Le niveau compact argilo-sableux surmonte la série argileuse à nodules calcaires qui passe à une argile grise plastique souvent observée dans le bassin du Mandoul uniquement en profondeur. Cette argile à pH neutre ou acide est toujours rencontrée sans transition sous les sables d'épandage à proximité des dépressions et des passages d'eau notamment sur la branche Ouest du Mandoul à hauteur de Bebopen.

Le profil KOUMRA 51 : Observé à 1,5 km à l'Ouest du Bahr-Sara, entre Ngolo et Mayo est tout à fait représentatif de cette zone, jusqu'au confluent avec le Mandoul.

Jachère très ancienne. La population active est très peu dense dans cette région et il est vraisemblable que ce sol n'a jamais été cultivé.

Termina macroptera

Daniella Olivieri

Butyrospermum parkii

Pseudocedrella Kostchyi

Gardenia sp.

Combretum sp

Un niveau argileux, à nodules calcaires ou non, est présent partout à faible profondeur. De façon générale il est recouvert de sable grossier peu épais, sauf pour les deux passages anciens du Bahr-Sara à l'Ouest du cours actuel où on observe des sols beiges à caractères d'hydromorphie du type de celui des buttes exondées.

Zone apparemment très plane. A noter la présence de quelques grandes termitières plus ou moins aplanées et de gravillons ferrugineux en surface.

La végétation paraît groupée en touffes plutôt que répartie uniformément.

Sols gris à microbuttes

MOUNDOU 9

Zone très plane - Microbuttes de 20 à 35 cm. Beaucoup de tortillons sur toute la surface du sol, y compris sur les espaces entre les buttes. Arbres et arbustes rares.

0- 15 cm : Horizon gris, sableux fin - Structure à tendance particulière. Petites taches rouilles. Nombreuses racines.

15- 45 cm : Horizon gris rouille sableux plus grossier. Masses rouilles assez friables. Un peu plus compact.

45- 95 cm : Horizon gris rouille argilo-sableux, compact. Gravillons ferrugineux arrondis.

95-125 cm : Horizon gris à tendance olivâtre. Argileux à sable grossier. Fentes de retrait. Transition brutale. Qq. petits pisolithes noirâtres. Taux élevé de magnésium échangeable et total.

MOUNDOU 35

Pas d'arbres - Limite extrême de la zone d'inondation du Logone. Monticules de 20 cm de haut occupant 60 % environ de la surface du sol, sableux.

0- 18 cm : Horizon gris sableux à sable fin, particulière .

18- 50 cm : Horizon gris clair, sablo-argileux à sable fin. Quelques taches rouilles diffuses - Meuble.

50-110 cm : Horizon bicolore gris, rouille compact et plus en plus compact à la base.

110-200 cm : Horizon bicolore, sableux à sablo argileux. Qq. concrétions ferrugineuses.

Profil		MOUNDOU 9					MOUNDOU 35			
Echantillons		90	91	92	93	94	350	351	352	353
Profondeur		**	0-15	15-45	80	125	**	0-18	18-50	110
Kcl N		4,5	4,9	4,4	5,1	5,2	4,5	4,5	4,0	4,7
pH Kcl N/50		5,1	5,3	4,7	5,6	5,8	5,4	5,3	4,7	5,4
Eau		5,3	5,9	5,5	6,3	6,8	6,0	6,0	5,5	6,4
Granulométrie	Terre fine %	100	99,9	97,0	85	98,0	100	100	100	100
	Sable grossier %	40	38	35	32,0	22	44,5	49,0	26,0	48,0
	Sable fin %	40	40	30	16,5	13	36,0	31,0	18,0	14,5
	Limon %	8	8	10	15,5	12	6,0	9,5	9,0	3,0
	Argille %	7	10	20	20	50	9,5	8,0	43,0	32,0
Humidité (105°) %		2	1,5	3	3,0	3	1,0	1,0	4,5	3,5
Mat. org.	Mat. org. total %	1,51	1,20	0,86			1,05	0,89	0,50	
	Azote total ‰	0,56	0,45	0,41			0,42	0,49	0,22	
	Carbone %	0,88	0,70	0,50			0,61	0,52	0,29	
	C/N	15,7	15,3	12,10			14,0	10,3	13,2	
B. Echang.	Ca meq/100 g	1,22	1,66	3,07	4,59	9,46	0,65	0,78	1,97	2,43
	Mg meq/100 g	0,2	0,3	0,4	1,3	3,3	0,2	0,2	0,2	0,5
	K meq/100 g	0,12	0,15	0,24	0,79	0,91	0,14	0,19	0,37	0,41
	Na meq/100 g	0,06	0,16	0,13	0,31	0,96	0,09	0,08	0,19	0,42
	S meq/100 g	1,60	2,27	3,84	6,99	14,53	1,08	1,25	2,73	3,76
100 Na/Ca éch.						10				
B. Totales	Ca meq/100 g	2,53	3,08	5,07	6,13	9,22	0,95	1,80	3,33	3,89
	Mg meq/100 g	0,7	2,4	7	9,4	19,6	0,2	0,3	3,2	5,3
	K meq/100 g	1,47	1,67	4,24	4,99	7,87	0,14	0,19	0,37	0,41
	Na meq/100 g	1,25	1,23	1,51	1,52	2,12	0,09	0,08	0,19	0,41
	S meq/100 g	5,95	8,38	17,82	22,04	38,81	2,74	4,31	10,65	14,43
Ca échangeable										
Ca total		48	54	51	75	100				
Is	(Hénin)	1,41	1,41	1,15	1,47	17,7	1,95	0,89	1,66	1,90
		0,79	0,51	1,51	1,20		0,40	0,50	2,82	1,58
Extrait sat. C à 25°C (mmho/cm)		0,51	0,29	0,19	0,20	0,20	0,28	0,21	0,13	0,13

** prélevé dans le monticule.

L'inondation par le Bahr Sara paraît peu possible. En effet l'absence de carte topographique précise ne permet pas de compenser le manque d'observations sur le terrain en saison des pluies. Il est par contre certain que l'eau de pluie doit stagner très longuement à la surface de ce sol, dont la perméabilité est des plus faibles.

SOLS GRIS À MICROBUTTES

Ce faciès particulier est fréquemment rencontré dans les zones à stagnation d'eau, en limite des zones d'inondation et même très loin des cours d'eau : il comporte un microrelief spécial, fait de microbuttes de dimensions variables, dominant la surface de 20 à 40 centimètres. Ces microbuttes paraissent dues au travail des vers de terre et peut-être de certains termites, et aux touffes de certaines graminées. Elles sont à contours très francs, arrondis. Leur partie supérieure est faiblement mamelonnée et couverte de très nombreux tertillons de vers.

Les espaces qui séparent ces microbuttes sont très plats, dépourvus de végétation, saupoudrés de sable grossier sur un horizon argilo-sableux compact.

Alors que la cohésion de monticules est moyenne à faible, celle des espaces entre les buttes est beaucoup plus élevée.

La surface libre entre les microbuttes varie de 20 % du total, lorsqu'elles sont très nombreuses à 50 % et plus en allant vers la bordure des zones à monticules.

Les arbres assez nombreux sont des *Terminalia macroptera* et *Terminalia laxiflora*, des *Bauhinia reticulata*, *Combretum glutinosum* qui poussent aussi bien sur les buttes que dans les espaces libres.

Les graminées sont surtout représentées par *Vetiveria nigriflora*, et quelques *Andropogonées*.

La stagnation d'eau paraît être limitée aux espaces entre les buttes et ne pas intéresser les monticules eux-mêmes, qui se comporteraient comme de gros billons de culture.

La coupe verticale dans ces microbuttes montre des blocs à structure continue séparés par une masse friable à structure fragile, grumeleuse à pseudo-particulaire.

Le niveau correspondant à la surface libre n'est pas retrouvé dans le centre de la butte. Il apparaît encore un peu vers les bords. Le volume des matériaux remaniés est de l'ordre de 500 à 1500 m³ à l'hectare.

Les profils MOUNDOU 35, à 1,45 km au Nord de Bebedjia

et MOUNDOU 9, à 0,5 km au Nord du Lac Ouei, en amont de Moundou sont très comparables.

La masse des monticules présente des caractéristiques physiques et chimiques identiques à celles de l'horizon supérieur du sol, et bien différentes de celles des horizons profonds.

Ces microbuttes doivent être considérées davantage comme un remaniement de l'horizon de surface que comme une construction à partir de matériaux extérieurs ou même profonds. L'hypothèse d'une construction du type termitière paraît à écarter. Nous sommes loin des bouleversements de texture caractéristiques du travail des termites, tendant à fabriquer toujours le même matériau à texture

moyenne, argilo-sableuse, qui paraît souvent argileuse en sol sableux. L'intervention de vers de terre effectuant des remaniements profonds est également peu probable. En effet, il existe bien quelques petites galeries verticales mais elles sont vraiment peu nombreuses. De plus le matériau profond est assez variable d'un sondage à un autre, tantôt sableux avec des concrétions ferrugineuses, tantôt argileux et compact. Cependant l'horizon de surface est très semblable d'un profil à un autre. Les vers, qui ne sont pas vus en saison sèche, existent certainement, étant donné l'abondance des tertillons dans la masse des monticules et à leur surface.

D'autre part l'érosion pluviale a sans doute une large part dans le modelé de la surface de ce sol, ainsi que la présence de graminées en touffes.

De façon générale ces microbuttes constituent un obstacle non négligeable à la mise en culture, obstacle bien inférieur cependant au microrelief des sols de la série argilo-sableuse à nodules calcaires.

Leur pauvreté en matière organique et en bases échangeables les situe au niveau des sols beiges plus ou moins sains du pourtour des Koros. Le seul élément favorable pourrait être une bonne porosité de l'horizon de surface, mais le test de perméabilité de Hénin assez bas, indique une nette tendance à la battance, s'accordant bien avec les résultats de l'analyse granulométrique qui mettent l'accent sur le sable fin ou le limon grossier.

Sols peu évolués et Sols Minéraux Bruts

Ces sols sont formés sur les derniers sédiments mis en place, en relation avec les cours d'eau actuels et les zones d'inondation. De façon générale, ils sont très hétérogènes, aussi bien par leur nature que par leur épaisseur.

A proximité des massifs sableux des Koros on observe des épandages sableux très localisés, dont l'épaisseur décroît très vite depuis le débouché de la vallée sèche. Le transport dans le sens du fleuve est réduit. Au contraire les éléments fins limono-argileux, riches en matière organique sont rencontrés sur de plus grandes surfaces, à plus grande distance.

Ils recouvrent des matériaux très variés et seule une étude détaillée comportant de nombreux sondages permettrait de décrire tous les sols rencontrés dans une vallée.

Au point de vue pratique une telle étude est absolument indispensable, car la vocation des sols peut être totalement différente d'un point à un autre très voisin. En effet, une couche de 20 centimètre de limon sur une argile imperméable a un comportement vis-à-vis de l'eau très différent de la même couche de limon surmontant un sable grossier très perméable.

Il faut connaître avec précision les contours des niveaux argileux plus ou moins profonds, de façon à délimiter les zones où il est possible de retenir de l'eau par des digues, en vue de la culture du riz.

L'existence de niveaux sableux proches de la surface interdit pratiquement de tels travaux. Il faudra alors orienter les sols à horizons profonds sableux vers d'autres cultures que celle du riz.

De même la connaissance précise de la topographie et du rythme de stagnation des eaux est indispensable pour décider des possibilités de ces sols. Dans l'état actuel des choses de nombreux aménagements locaux paraissent possibles et souhaitables, soit pour se protéger des excès d'eau, soit pour les favoriser et les prolonger.

SOLS PEU ÉVOLUÉS

Sols limoneux, limono-sableux ou limono-argileux des passages d'eau peu fonctionnels ou des dépressions

On les trouve :

- sur les emplacements d'anciens passages d'eau.
- dans les dépressions où l'eau a pu stagner, mais sans écoulement caractérisé.
- dans les dépressions parallèles aux grands cours d'eau, à l'"extérieur" des bourrelets.

La mise en place du dépôt limoneux a nécessité un séjour calme de l'eau : arrivée lente, départ difficile, sinon réduit à la seule évaporation ou infiltration sur place. La végétation arbustive est absente. La végétation herbacée, graminéenne est abondante; elle fournit des débris importants, qui se décomposent mal surtout parce que l'eau couvre le sol pendant très longtemps chaque année.

Sol limoneux à caractères d'hydromorphie de la zone d'inondation du Logone.

MOUNDOU 24

Pas de pentes de retrait, quelques *Ficus*, beaucoup de graminées.

0-40 cm : Horizon gris assez foncé, sablo-limoneux, structure continue pas très cohérente, taches rouille dès 20 cm.

40-100 cm : Horizon beige ocre, limono-argileux, compact, humide.

100-120 cm : Horizon gris mauve. Argilo-limoneux. Transition brutale avec l'horizon supérieur. Présence de petits débris de charbon de bois.

Sol argilo-sableux hydromorphe en zone inondable.

KOUMRA 36

0-20 cm : Horizon gris clair d'apparence limoneuse (en réalité limon grossier ou sable très fin) meuble, nombreuses racines.

20-40 cm : Horizon gris clair avec quelques taches d'hydromorphie. Moins meuble.

40-60 cm : Horizon beige à jaune, sableux et sablo-argileux grossier, transition régulière, compacité moyenne. Quelques concrétions ferrugineuses.

60-75 cm : Horizon beige à gris, argilo-sableux avec de nombreuses concrétions ferrugineuses, très compact.

75-90 cm : Horizon beige à gris, argileux, très compact, peu de concrétions.

Sol argilo-limoneux en zone inondée.

KOUMRA 9

0-15 cm : Horizon gris foncé argilo-sableux, beaucoup de racines, meuble.

15-60 cm : Horizon noir, argileux, très compact, fentes de retrait, structure prismatique large.

60-100 cm : Horizon beige à gris foncé, sablo-argileux, très compact, structure prismatique à cubique, blocs argileux dont les faces sont tapissées de sable grossier.

100-180 cm : Horizon bicolore, gris et rouille clair argileux compact.

180-220 cm et plus : Horizon bicolore plus clair que le précédent, argileux, humide plastique.

Profil		MOUNDOU 24			KOUMRA 36					KOUMRA 9				
Echantillons		241	242	243	361	362	363	364	365	91	92	93	94	95
Profondeur		0-40	80	120	0-15	30-60	90-100	150	200-220	0-15	25-40	50-60	60-75	80-90
Kcl N		4,7	5,3	5,3	5,0	4,6	4,8	4,8	4,9	5,6	5,3	5,2	5,2	6,0
pH Kcl N/50		5,2	5,9	6,0	5,0	4,6	4,8	4,7	4,9	5,7	5,2	5,2	5,5	6,3
Eau		6,0	6,7	6,9	5,2	4,8	4,8	4,7	4,9	6,7	5,5	5,6	5,8	6,6
Granulométrie	Terre fine %	100	100	100										
	Sable grossier %	2,5	4,5	2,4	38,5	27,5	62,0	30,5	24,0	30,0	35,5	51,0	36,0	31,0
	Sable fin %	25	39,0	30	35,5	23,5	8,5	16,0	16,5	44,5	36,5	22,0	22,5	24,0
	Limon %	30	29,0	20	5,0	8,7	3,0	10	1,5	2,5	13,2	6,5	4,0	4,2
	Argile %	15	26,0	30	18,7	37,0	25,5	48,7	55,7	19,2	10,0	17,0	33,5	36,2
Humidité 105° %		4	2,5	5										
Mat. org.	Mat. org. total %	3,75	0,72	3,4	3,00	1,39				4,1	1,15			
	Azote total ‰	1,47	0,72	2,0	1,15	1,05				1,58	0,78			
	Carbone %	2,17	0,42	2,0	1,74	0,81				2,36	0,67			
	C/N	14,6	5,7	10	15,1	7,7				15,0	8,6			
B. Echang.	Ca meq /100 g	10,85	7,79	10,35	0,49	0,15	0,87	1,56	2,25	0,93	0,99	1,56	4,29	8,67
	Mg meq /100 g	2,9	3,8	5,1	1,30	0,80	0,20	0,50	0,70	0,80	0,20	0,60	2,50	1,70
	K meq /100 g	0,19	0,28	0,52	0,10	0,04	0,02	0,02	0,02	0,13	0,09	0,08	0,20	0,25
	Na meq /100 g	0,47	0,27	0,33	0,19	0,36	0,24	0,31	0,30	0,24	0,38	0,27	0,63	0,03
	S meq /100 g	14,41	12,14	16,30	2,08	1,35	1,33	2,39	3,27	2,10	1,66	2,51	7,62	10,65
Cap. Ech. (T) meq /100 g					6,95	9,65	4,45	7,40	8,10					
Is K	(Hénin)	0,01	4,15	0,20	0,62	1,26	1,55	2,64	2,98	1,52	1,04	1,66	2,7	2,3
		0,61	0,61	0,30	0,3	0,3	2,1	2,8	2,4	2,6	2,6	3,1	2,1	0,5
Extrait sat. C à 25° (mmho/cm)		0,23	0,18	0,17	0,21	0,22	0,32	0,33	0,62	0,21	0,22	0,32	0,33	0,62

Les racines des graminées qui s'installent sur ce dépôt fournissent une quantité importante de matière organique "neuve".

Ce dépôt limoneux a pu être mis en place de façon très lente, au cours de nombreuses submersions annuelles, avec des courants très faibles.

Le matériau paraît homogène, avec un léger litage horizontal.

Il n'y a pas eu ravinement du sable ou de l'argile sous-jacente mais seulement recouvrement.

La surface du sol actuel est très plane, un peu élastique sous le pied en saison sèche.

On observe une pellicule brune, épaisse de un à trois ou cinq millimètres, qui se desquame. Très rarement on observe un réseau dense de fines fentes de retrait qui pénètrent seulement de quelques centimètres dans l'horizon supérieur.

Parfois cependant on observe une mise en place plus brutale, avec recouvrement d'un ancien sol d'un type très voisin. C'est le cas pour le profil suivant :

Profil MOUNDOU 24 , observé dans la plaine d'inondation du Logone , au Nord de Baikoro.

Les caractéristiques chimiques de ce sol sont très différentes de celles que nous avons vues partout dans les Koros : pH supérieur à 6 et même très voisin de la neutralité; taux de bases échangeables élevé dans tout le profil.

Le calcium représente les 2/3 de la somme et le magnésium la majeure partie du reste. Le potassium est en quantité suffisante pour assurer des récoltes correctes. Le sodium ne paraît jamais gênant.

Mais cette richesse chimique n'existe pas partout de même la teneur en matière organique peut être très variable d'un profil à un autre.

La végétation va de la steppe herbeuse, dans la zone régulièrement inondée, à la savane arbustive à *Mitragyne inermis* et *Bauhinia reticulata*, à proximité des passages d'eau et jusqu'à la savane arborée à *Terminalia sp.* et *Combretum sp.* en limite des sols sains.

Profil KOUMRA 9, à 5,5 km au Sud-Sud-Est de Ndila. .

Quelques rares *Mitragynes*. Hauteur d'eau d'inondation inconnue, de l'ordre de quelques décimètres.

Entre 75 et 90 cm on trouve le niveau argilo-sableux des sols beiges hydro-morphes inondés. La série à nodules calcaires est proche, ainsi qu'en témoigne le relèvement du pH de l'horizon profond et le chiffre élevé de calcium échangeable.

Les propriétés physiques de ce sol sont satisfaisantes dans les horizons supérieurs. Il en va tout autrement dans les couches profondes argileuses imperméables. L'aspect limoneux n'apparaît pas toujours à l'analyse granulométrique, qui ici ignore le limon grossier. En effet, le sable fin doit être interprété en grande partie comme du limon grossier, de 20 à 50 microns.

Le profil KOUMRA 36, à 2,5 km à l'Est de Bouna, est du même type, avec à la fois une couverture limoneuse et argileuse. Zone basse. Peu d'arbres. *Terminalia macroptera* et *Terminalia laxiflora*, *Sarcocephalus esculentus*, *Vitex sp.* Quelques diguettes de 10 à 20 cm. Belle paille de graminées.

L'analyse granulométrique de l'horizon beige 60 à 100 cm est très imprécise car la dispersion des argiles n'a pu être réalisée correctement.

Les pH sont peu élevés dans l'ensemble de ce profil et ils correspondent à un taux de saturation faible du complexe absorbant, de l'ordre de 20 à 25 % de la capacité totale d'échange.

Bourrelet de la Moula

Sol limoneux de zone inondé

Sol mince sur quartzite

KOUMRA 84

0- 30 cm : Horizon gris, limono-sableux à sable fin. Meuble.

30-120 cm : Horizon beige clair, argilo-limoneux structure voisine de la structure en mie de pain. Caractères d'hydromorphie de plus en plus apparents vers la base.

120-150 et plus : Horizon beige et rouille argileux. Compact.

KOUMRA 76

0- 25 cm : Horizon noir, très riche en matière organique, limoneux, humide.

25- 40 cm : Horizon gris noir argileux, humide.

40-140 cm et plus : sable grossier blanc, eau à 80 cm, le sable s'éboule dans le trou de la tarière.

KOUMRA 313

0-15 cm : Horizon gris, structure grumeleuse faible.

15-30 cm : Horizon gris clair.

30 cm : Quartzite peu altérée et seulement suivant des plans de clivage.

Profil		KOUMRA 84 *			KOUMRA 76			KOUMRA 313	
Echantillons		841	842	843	761	762	763	3131	3132
Profondeur		0-15	60	140	0-15	30-40	130	0-15	30
Kcl N		5,1	5,0	4,9	5,4	5,1	6,5	5,4	5,0
pH Kcl N/50		5,2	4,9	5,4	5,4	5,1	6,6	5,7	5,4
Eau		5,7	5,4	5,7	6,2	5,4	6,8	6,0	6,4
Granulométrie	Terre fine %							34,7	31,4
	Sable grossier %	39,5	2,5	1,0	26,0	27,0	66,0	37,0	51,0
	Sable fin %	27,5	29,0	25,5	33,5	14,5	33,0	28,5	13,0
	Limon %	20,2	30,2	13,0	35,2	7,2		12,5	14,7
	Argile %	11,7	38,7	57,7	6,5	47,2	1,0	7,7	4,7
Humidité (105°) %								1,0	0,5
Mat. org.	Mat. org. total %	4,60	0,81		10,0	2,22		2,25	0,70
	Azote total ‰	2,05	0,76		6,65	1,03		0,82	0,34
	Carbone %	2,67	0,47		5,82	1,29		1,30	0,41
	C/N	13,1	6,2		8,8	12,5		15,8	12,0
E. Echang.	Ca meq/100 g	2,04	0,55	1,87	2,31	3,42	0,30		0,99
	Mg meq/100 g	0,4	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2		0,20
	K meq/100 g	0,12	0,23	0,12	0,20	0,04	0,02		0,10
	Na meq/100 g	0,14	0,16	0,18	0,88	0,26	0,23		0,21
	S meq/100 g	2,70	1,14	2,67	3,59	3,92	0,95		1,50
Is } (Hénin)		0,23	2,80	2,17	0,45	3,05	0,02		0,40
K }		2,9	3,2	1,1	1,4	6,2	26,5		1,41
Extrait. sat. C à 25°C (mmo/cm)				0,07				0,45	0,37

L'argile profonde grise est également peu pourvue en bases échangeables. Comme nous l'avons vu, sa position topographique et surtout stratigraphique amène à la situer antérieurement à la série argileuse à nodules calcaires, à moins qu'elle n'en constitue un premier épisode local. Elle paraît avoir une grande extension dans la plaine du Mandoul où elle est largement recouverte de sables grossiers provenant des Koros.

Comme toujours le calcium constitue la part la plus importante des bases échangeables suivi de très près du magnésium, qui peut même être plus abondant dans les horizons de surface. Le sodium est relativement abondant et participe sans doute à la compacité générale du profil. Par contre le potassium échangeable est en très petite quantité, même en tenant compte du faible total des bases échangeables.

SOLS BRUTS D'APPORT

Alluvions plus ou moins stabilisées et bourrelets des fleuves

Leur principale caractéristique est leur grande hétérogénéité. Il est cependant possible de dégager quelques caractères communs :

- 1) absence de calcaire.
- 2) caractères d'hydromorphie sur tout le profil.
- 3) pas d'horizons résultant de pédogenèse sur place, mais succession de couches à texture très variable, le plus souvent minces, montrant la stratification du dépôt fluvial.
- 4) grande variabilité dans l'espace, aussi bien au point de vue topographique qu'au point de vue texture : Ce caractère a une grande importance au point de vue mise en valeur. Si le problème de la maîtrise de l'eau était résolu, l'utilisation de ces sols serait très variable d'un point à un autre.
- 5) dans l'état actuel une crue importante peut recouvrir ce sol sous un apport nouveau et le modifier complètement. Ou bien elle peut l'araser sur plusieurs décimètres et en faire quelque chose de tout à fait différent.

La description et l'analyse de quelques profils n'ont de valeur que pour les environs immédiats du point où elles ont été faites. Seule une étude très détaillée pourrait déterminer les possibilités de ces sols.

Profil KOUMRA 84, à proximité de la Moula, sur la route de Moïssala à Gabian (page 83).

Un essai de riz avait été établi il y a quelques années aux environs, mais les horizons supérieurs sont trop poreux et trop épais pour que le niveau argileux profond imperméable puisse jouer son rôle habituel de retenue d'eau. Seul le taux élevé de matière organique pourrait être un élément favorable, mais il est certain qu'il diminuerait très vite sous culture prolongée.

Au point de vue chimique c'est la grande misère, surtout dans le niveau argileux profond.

Profil KOUMRA 76, à 8 km au Nord-Ouest de Bouna - Zone du Mandoul

Pas d'arbres. Surface très plane.

Il est vraisemblable que l'argile grise, acide ou neutre est présente sous ce sable, ainsi que cela a été vu dans toute la zone de Mandoul.

A part le taux élevé de matière organique dans l'horizon de surface résultant surtout de l'accumulation sur place pendant la submersion, ce sol est très pauvre au point de vue chimique. En particulier le sable blanc sous-jacent peut être considéré comme de la silice tout à fait pure qui ne contient que ce qui est présent dans la nappe et n'est pas susceptible d'échanges avec elle.

La mise en valeur de ce sol évitera les travaux profonds et se limitera aux 30 à 40 centimètres superficiels.

SOLS PEU ÉVOLUÉS D'ÉROSION

Sols squelettiques sur quartzite

Lorsque la roche cristalline s'est montrée particulièrement résistante à l'altération elle constitue quelques reliefs très voisins du niveau supérieur cuirassé. Un accident de ce genre a été observé à 6,1 km au sud de Bam, sur la route de Baïbokoum. Il porte un sol mince, très peu évolué, que nous classerons avec les sols (ferrugineux tropicaux) peu évolués.

Profil MOUNDOU 313, à 6,1 km au Sud de Bam, le long de la route de Baïbokoum.
(Description et résultats d'analyse page 83).

Il s'agit d'un relief assez abrupt dominant les environs de 20 à 30 mètres. La surface du sol est jonchée de cailloux anguleux de quartzite de 1 à 6 centimètres.

Végétation graminéenne abondante. Arbustes rares et rabougris avec :

Monothes Kerstingii
Strychnos sp
Sterculia sp
Isobervlinia Doka
Burkea Africana

L'utilisation agricole de ce sol ne paraît pas pensable dans l'état actuel des choses. Seule une plantation d'arbres y serait souhaitable.

Sols squelettiques sur cuirasse

Nous ne reviendrons pas ici sur ces sols qui ont été étudiés avec les sols évolués qui ont donné naissance aux cuirasses. Il faut cependant signaler ici les cuirasses colluviales de bas de pente, en particulier sur les pentes qui dominent le Logone entre les Koros de Benoye et de Guidari.

Ces cuirasses sont particulièrement nettes à Mogo et Moni, où elles voisinent avec des affleurements de grès de la série de Pala, dont elles reprennent d'ailleurs quelques fragments.

La valeur agricole de ces régions est évidemment nulle.

Ces régions sont d'ailleurs limitées à quelques centaines de mètres aux abords du Logone de Boroye à Logo sur la rive gauche et de Madana à Brompti sur la rive droite. La Pendé connaît quelques rives abruptes et des formations du même type à proximité de Bebo (rive droite). Il en est de même pour le Bahr-Sara, rive gauche, après son confluent avec le Mandoul.

RENDEMENTS COTON PAR Ha PAR CANTON

Cantons		1955-56	1956-57	1957-58	Type de Sol
MOUNDOU	Bebalem	161	163	300	rouge et beige
	Beinamar	262	237	360	rouge
	Beissa	226	307	392	rouge
	Benoye	187	142	242	rouge
	Déli	309	368	482	rouge
	Kaba	221	234	482	rouge et beige
	Krim-Krim	341	315	403	beige
	Mballa	149	144	249	rouge
	Biramanda		136	165	rouge et beige
	Dadjillé (N. de Balkabra)		199	211	rouge et beige
	M'Balkabra	200	224	240	rouge
	Hors Canton	185	163	285	beige
	Moundou urbain	200-214	205	298	beige et rouge
	DOBA	Bebedjia	321	273	406
Sama		242	230	436	beige
Beti		?	296	323	beige
Komé			342	359	beige
Doba Urbain		302 ?	126	229	beige
Doba Rural			112	265	beige
Maïbo Mbaye		321	165	277	beige
Maïbo Goulaye		260	218	284	beige
Mango		199	156	260	beige
Bodo		467	411	496	rouge et beige
Nankessé		350	200	440	beige
Bedio			426	430	beige
Timbéri		300	414	357	beige et rouge
Goré		205	275	357	beige et rouge
Douala		301	348	364	beige et rouge
Boro		310	264	418	beige et rouge
Yamado		268	315	405	beige et rouge
Mbaïkoro			268	304	beige et rouge
Miladi	315	344-296	437-378	beige et rouge	
BAÏBO-KOUM	Bessao	309	385	446	Arènes
	Gadjibian	298	340	404	Arènes + beige
KELO	Nantchéré	242	226	292	beige
LAI	Goulaye	290	236	337	beige et rouge
	Mbaye	318	209	350	rouge et beige

Troisième Partie

AGRONOMIE

I - LES GRANDES RÉGIONS

LES KOROS

Comme nous l'avons vu, les Koros constituent des unités géomorphologiques assez bien définies, avec :

- une majorité de sols rouges profonds,
- une auréole de sols beiges profonds remontant dans les vallées sèches,
- une zone haute ou affleurent des lambeaux de cuirasse et le matériau rouge induré.

L'ensemble est parfaitement sain, sauf quelques petites surfaces très localisées (replats sur les pentes - cuirasses ou carapaces peu profondes) où peuvent se développer des conditions d'hydromorphie.

De façon générale, les Koros sont très utilisés dans leur périphérie par l'agriculture africaine, avant tout par suite des facilités de travail et d'accès.

L'assolement le plus courant est le suivant :

- coton - mil - mil de repousse plus arachides plus divers.

Les rendements en culture normale sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Coton graine	140 à 500 kg/ha
Mils	
- sorgho précoce	4 à 600 kg/ha
- sorgho de saison	5 à 800 kg/ha
- petit mil hâtif	2 à 300 kg/ha
- petit mil tardif	500 kg/ha
Arachide	700 à 1200 kg/ha
Manioc	très variable

Nous avons tenté de rattacher les rendements du coton aux grands types de sols. Les rendements sont bien connus par canton mais les types de sols ne suivent pas les limites administratives, aussi le tableau page 86 est-il bien difficile à interpréter. Les variations de rendement d'une année à l'autre sont plus importantes que les différences d'un canton à un autre.

Cependant les zones à sols beiges à forts caractères d'hydromorphie et les sols rouges dégradés ont des rendements en coton-graine plus faibles que les autres. Par contre un sol peu profond, à gravillons ferrugineux porte des cultures de coton tout aussi valables qu'un sol rouge profond, à condition que la jachère ait été assez longue.

Les sols de certaines zones peuplées (canton de Bodo par exemple) ont des rendements meilleurs que les zones voisines. Une partie de cette supériorité doit être attribuée à une meilleure pratique culturale. Mais les sols du canton Bodo et de la zone de Bekamba-Bebopen (moyen Chari) ont des taux de saturation du complexe absorbant supérieurs à ceux des régions érodées (de Benoye par exemple). Ces taux de saturation plus élevés sont quelquefois en relation directe avec des pH KCl N ou N/50 très voisins des pH à l'eau. La structure de ces sols paraît également meilleure.

Pourtant bien souvent la succession du mil sur le coton ne suffit pas, à surface égale à nourrir l'ensemble de la population. Lorsque la densité de la population atteint et dépasse 30 habitants au km² les jachères deviennent insuffisantes et les sols perdent leur fertilité et se dégradent. Les remèdes peuvent être de plusieurs ordres :

- augmenter les rendements à surface cultivée égale.
- accroître la valeur de reconstitution des jachères.
- diminuer ou tout au moins limiter la population par unité de surface.
- envisager le transfert du surplus sur des surfaces actuellement peu utilisées.
- produire un supplément de vivres dans les grandes vallées alluviales voisines et utiliser les terres des Koros de façon plus modérée.

Ces types de solutions ont été proposés depuis plusieurs années et ont conduit à des débuts de réalisations dans le cadre de différents Paysannats :

- Paysannats tendant à améliorer les rendements - et les jachères - par l'amélioration des techniques culturales et l'introduction de la culture attelée :
 - Dolougou - Bodo -
- Paysannats de peuplement de zones inoccupées, avec introduction de techniques culturales adaptées : - Talia - Badé -
- Paysannats tendant à l'introduction de cultures adaptées aux zones plus ou moins inondées des bordures des Koros : - Bangoul -
- Paysannats d'utilisation des zones inondables : - Marba -

LA CUVETTE DE DOBA

Comme nous l'avons vu, elle présente une unité certaine, aussi bien au point de vue géologique qu'au point de vue géomorphologique. Elle s'étend :

- à l'Ouest jusqu'aux Koros de Miladi et Benoye
- au Nord jusqu'aux Koros de Guidari et Bewaidou
- à l'Est et au Sud-Est jusqu'aux Koros de Koumra et Bebopen
- au Sud jusqu'aux reliefs de Bebo et Timberi.

Elle est bordée de zones fortement érodées où les cuirasses plus ou moins profondes des Koros affleurent. L'arasement a surtout porté sur la partie Sud de la cuvette, qui a fourni la majeure partie des matériaux de remplissage, le reste du pourtour ayant sans doute peu fourni.

Cette région est traversée du Sud au Nord par la Pendé (Logone Oriental) qui draine uniquement les eaux de sa rive gauche et s'écoule vers le Nord par une entaille pratiquée entre les Koros de Benoye et de Guidari. Il est probable que cette dépression s'écoulait autrefois vers le Nord-Est et l'Est, en contournant le Koro de Koumra par le Sud.

Actuellement les eaux de pluie tombées à l'Est de la Pendé continuent à chercher leur exutoire vers le Nord-Est par deux cours d'eau principaux :

- le système Mayei au Nord qui va jusqu'à Morongoulaye au Nord avant de redescendre vers le Sud le long du Koro de Koumra.
- le système Gounbo-Dolmadji au Sud.

Ils se réunissent au niveau de Narabanga pour former le petit Mandoul, qui rencontre le Mandoul proprement dit à proximité de Doro.

Ces confluences se situent au voisinage des Koros de Koumra et de Behopen. L'érosion a conduit à un ensablement de la région et par conséquent à la création d'une zone relativement haute qui freine l'écoulement des eaux de la région située en amont.

Ce seuil est particulièrement marqué sur le système Sud (Goumbo-Dolmadji) qui est à sec sur plusieurs kilomètres au niveau de Baa-Kemkaga depuis le mois de Janvier, alors qu'il a encore de l'eau en amont. Un profil en long serait nécessaire pour préciser l'importance de ce seuil dans l'écoulement de la zone Sud. Il suffit qu'il ne permette le passage de l'eau qu'à partir d'une date assez tardive pour que la zone Sud voit l'écoulement de ses eaux de pluie diminuer de façon sensible.

Au point de vue pédologique nous avons affaire à deux types de sol seulement :
- les dépressions sont occupées par des sols argileux hydromorphes à couverture sablo-limoneuse fine relativement riche en matière organique.

L'hydromorphie joue le rôle primordial avec formation de concrétions ferrugineuses vers 60-80 cm. et horizon de Gley caractéristique vers 1 m. surmonté d'un horizon bicolore qui va très près de la surface (Pseudogley).

La connaissance du niveau de l'eau et de la durée d'inondation est absolument nécessaire pour délimiter les surfaces propres à la culture du riz, qui devrait bien y venir.

- le reste de la région considérée est occupé par un sol beige sableux grossier en surface et de plus en plus argileux en profondeur.

Ce sol est toujours très pauvre en matière organique, azote et éléments minéraux.

La surface est très plane dans l'ensemble, souvent doucement ondulée avec des différences de niveau de quelques dizaines de centimètres au maximum, formant des cuvettes de quelques centaines de mètres de diamètre. L'eau y stagne longuement en saison de pluies. Elle imprègne le sol profondément et s'écoule très lentement vers les dépressions, freinée par un nombre considérable de micro-seuils.

Les zones où l'eau séjourne le plus longtemps sont facilement repérables grâce à la présence de *Gardenia* assez abondants qui indiquent en général un horizon peu perméable à faible profondeur.

Sauf dans les zones où manifestement l'eau stagne trop longtemps ce sol peut être utilisé pour la culture du coton, du mil et aussi de l'arachide à condition de pratiquer la culture sur billons. D'ailleurs les sols du périmètre de Derguigui (Moyen Chari) cultivés en billons ont des rendements tout à fait convenables pour la région et ne paraissent pas souffrir d'une stagnation d'eau désastreuse comme celle qui a été décrite au Logone, dans les zones de Mango, Maibo et Begada de l'autre côté de la limite administrative, où la culture en billons est peu connue.

La culture en billons paraît devoir être la solution à préconiser dans les zones où la stagnation de l'eau n'est pas très prononcée. Elle est à recommander dans les zones où l'eau séjourne plus longtemps, associée à un système d'assainissement de la surface du sol destiné à évacuer l'excès d'eau vers les dépressions qui seront aménagées pour faciliter l'écoulement vers le Mandoul.

Le sous-solage n'est pas à conseiller car il n'existe pas d'horizon plus perméable à faible profondeur.

Le problème est ici différent de celui que nous avons connu au Casier A Nord Bongor où la pluviométrie totale est moindre et où il faut constituer une certaine réserve d'eau dans le sol. Le problème de l'ouverture des terres ne se pose pas et il existe un horizon assez meuble en surface pour permettre des levées correctes des semis.

De plus une amélioration du profil en long des dépressions, allant de pair avec leur aménagement en vue de la culture du riz doit permettre de venir à bout du problème de la cuvette de Doba, sans trop de difficultés.

RÉGION DE MOUNDOU ET VALLÉE DU LOGONE JUSQU'À BOROYE

Entre les sols rouges du Koro de Benoye et le lit du Logone s'étend une zone basse où l'eau séjourne en saison des pluies. Elle est occupée par des sols souvent hydromorphes, quelquefois pourvus d'une couverture limoneuse peu épaisse et portant une végétation arborée à base de *Terminalia macroptera*.

Il est vraisemblable que cette zone reçoit des eaux en provenance des sols rouges et beiges situés en amont et dont l'écoulement se fait très mal vers le Logone. L'exemple de la cuvette proche de Moundou est particulièrement net. Or elle convient tout à fait à la culture du riz. Il est nécessaire d'entreprendre une étude du régime de l'eau dans les zones comparables situées à proximité des villages de Bemia, Tilo, Dohara et Lara, avant de savoir si elles pourront porter des cultures de riz satisfaisantes. Par ailleurs, ces sols ont souvent un microrelief assez accentué dû au travail des vers. Mais ceci ne doit pas être un obstacle à leur mise en culture.

Il y a sans doute là une possibilité intéressante pour cette zone relativement peuplée.

La rive droite du Logone possède des sols très comparables à hauteur de Mbikou et presque jusqu'à hauteur de Bebedjia. Ils sont actuellement très peu utilisés.

LE PAYSANNAT DE YOMI - BANGOUL

Il s'agit là d'une zone très peuplée (plus de 30 habitants au km²) où la jachère est très réduite. Cependant les rendements sont encore satisfaisants pour plusieurs raisons comme dans le canton Bodo voisin :

- les cultivateurs travaillent mieux (semis précoces, sarclages en général corrects, etc ...)
- les terres sont loin d'être mauvaises : bonne structure, en relation avec un taux de saturation du complexe absorbant élevé.

La bande de sol à la limite du sol beige et du sol rouge est très occupée. C'est le sol le plus riche de la région. Il n'y reste que quelques gros arbres : *Parkia biglobosa*; *Khaya senegalensis*, *Ficus sp.*; tout le reste a été dessouché, offrant des surfaces tout à fait aptes à la culture attelée, mais l'élevage est peu ou pas connu dans la région. Les conditions sanitaires ne seraient pas très bonnes. Cependant un essai dans ce sens doit être tenté, qui pourrait aider fortement à la solution des problèmes de jachère.

Un autre élément de réussite est la possibilité de mise en valeur de la plaine du Mandoul tout proche par la riziculture.

LA PLAINE DU MANDOUL

Dans l'ensemble c'est une zone très plane qui s'étend sur près de 70 km de long sur 5 à 15 km de large, avec un écoulement restreint par suite de la présence de seuils importants :

- au niveau de la confluence du Petit Mandoul, à hauteur de Doro (seuil sans doute accentué par l'existence d'une digue-route sur la piste de Koumra à Moïssala).

- un peu avant la confluence avec le Bahr-Sara.

ce qui conduit à distinguer deux grands bassins successifs :

- le bassin amont entouré de gros villages très peuplés : Békamba, Bangoul, Yomi, Bebopen, Bouna, Bara.- Grand bassin du Mandoul -

Le Mandoul s'y divise en de nombreux bras, peu profonds, qui sans doute changent quelquefois de place.

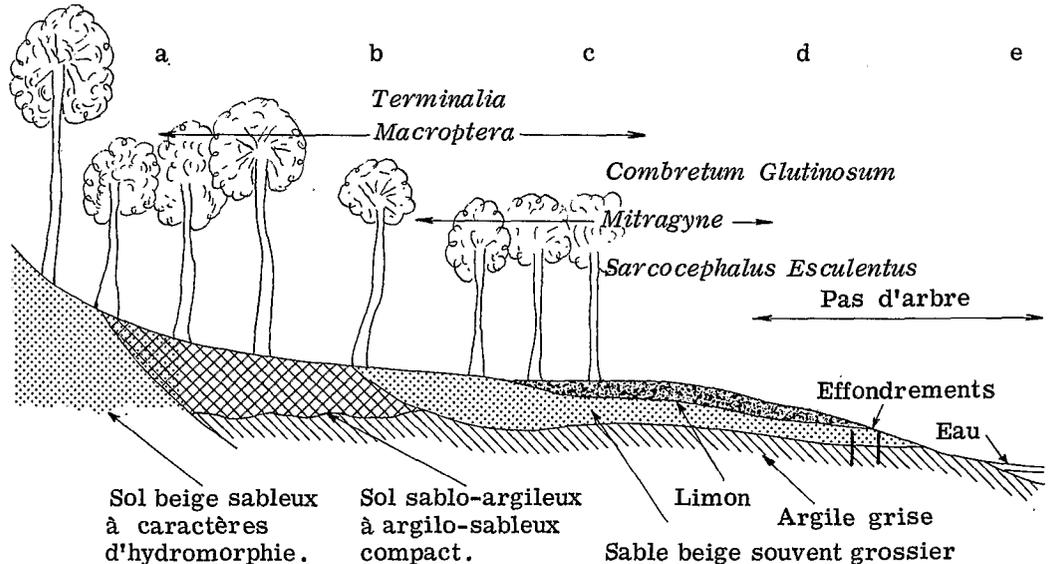
- le bassin aval plus étroit - Petit bassin du Mandoul -

Les villages sont moins importants : Ndila, Doguéré, Doro, Moskilem, Kaba 7.

Le Mandoul est mieux marqué et plus stable. De plus, il est sans doute sous l'influence du Bahr-Sara, car la confluence n'est pas très loin. Suivant la pluviométrie dans les régions amont, les maxima ne se produisent pas en même temps dans le Mandoul et le Bahr-Sara, conduisant à des inversions de courant au niveau de Bédaya. De plus, le Mandoul reçoit sur sa rive droite un certain nombre d'affluents qui drainent plus ou moins toute la zone à l'Ouest du Bahr-Sara. Il ne semble pas qu'il y ait de débordements du Bahr-Sara sur sa rive gauche en direction du Mandoul, tout au moins jusqu'à proximité de la confluence.

LES SOLS

Nous trouvons successivement en allant vers le centre de la dépression :



a) - Sol beige sableux (ferrugineux tropical lessivé, à caractères d'hydromorphie) grossier en surface, rapidement sablo-argileux en profondeur.

Il n'est que très rarement inondé mais présente des caractères d'hydromorphie très nets à faible profondeur (horizon bicolore - présence de concrétions ferrugineuses).

Il porte une végétation arborée assez dense et peut convenir à la culture du mil et du coton, de préférence sur billons. Sauf dans les régions très peuplées de Bekamba, Bangoul, Yomi et Bebopen. Ces sols sont assez peu utilisés.

b) - Sol argileux à argilo-sableux compact, hydromorphe

Il porte une végétation dense à base de *Terminalia macroptera*, *Gardenia sp.* et souvent *Pseudocedrella Kostchyi*.

Le relief général est peu marqué : pente très légère, insensible à l'œil, vers le centre de la dépression.

Le relief de détail est quelquefois assez tourmenté :

- termitières champignons (30 - 40 cm)
- grosses termitières plus ou moins anciennes portant de gros arbres (*Daniella Olivieri*).
- monticules dus aux vers (20 - 40 cm)
- quelques effondrements à bords assez francs dans les zones planes.

Il existe cependant de belles zones bien planes, de quelques dizaines de mètres, inégalement réparties, avec parfois des concrétions ferrugineuses en surface (très rarement).

L'horizon supérieur peu épais est limono-sableux (sable fin) rarement argileux, pas très riche en matière organique, compact.

Il repose sur un horizon beige compact, de plus en plus argileux, rapidement bicolore.

Ce sol ressemble à ce que nous connaissons dans la zone rizicole du Canton Nantchéché, dans la région de Jacob Dré - Pa Bako, avec une texture semblable et une perméabilité tout à fait comparable en surface.

c) - Sol limono-sableux à sablo-argileux peu évolué et peu compact sur horizon argileux imperméable.

En général à la limite de la végétation arborée, nous trouvons une bande de recouvrement sableux assez grossier sur argile compacte grise, par l'intermédiaire d'un niveau argilo-sableux très compact.

- *Terminalia macroptera*, *Vitex sp.*, *Sarcocephalus esculentus*, *Mitragyne africana*, *Combretum glutinosum*.

La surface du sol est très régulière, absolument sans microrelief.

L'horizon de surface est en général limono-sableux assez riche en matière organique. L'épaisseur du sable est tout à fait variable d'un endroit à un autre allant de 20 à 50 cm.

Ce sol peut convenir à la culture du riz quand le niveau imperméable n'est pas trop profond. Seule une étude très détaillée, avec de nombreux sondages peut permettre de préciser son extension.

L'eau de saison des pluies s'infiltré dans l'horizon sableux où elle reste à la disposition de la plante. Par la suite l'eau d'inondation vient la relayer et le problème se pose encore de savoir si elle reste assez longtemps pour permettre une végétation correcte du riz. Ce recouvrement sableux présente l'avantage d'être meuble et par conséquent facile à cultiver, surtout pour les cultivateurs africains.

d) - Sol limoneux sur horizon argileux imperméable

Peu à peu l'épaisseur du sable beige diminue et ce niveau finit par disparaître tout à fait, pour faire place à la série argilo-sableuse à nodules calcaires.

Nous atteignons alors la zone sans arbres qui, elle, est certainement inondée tous les ans, sous des hauteurs d'eau variables, pas toujours compatibles avec la culture du riz, surtout par excès semble-t-il.

La surface du sol est en général très régulière. On rencontre quelques effondrements plus près de l'eau, quand le recouvrement limoneux devient moins épais. C'est le domaine des Graminées, en particulier de *Vetiveria Nigriflora*.

e) - Sol argileux ou argilo-limoneux proche de l'eau

Parcours de diguettes de pêches abandonnées ou fonctionnelles ce sol est submergé une grande partie de l'année. Il occupe les parties les plus basses de la dépression.

Certaines îles très petites, au milieu de l'eau et dans les zones les plus basses, sont de véritables buttes témoins sableuses - (Koros plus ou moins ennoyés - ou couvertures de sables plus récents ?).

Les hauteurs d'eau en saison des pluies sont très mal connues. La végétation permet de se faire une idée sur les surfaces inondées, mais de façon trop imprécise pour engager la culture du riz sans autre étude du régime hydrologique.

En effet, on rencontre toujours les mêmes associations végétales en passant du sol beige à la zone vraiment inondée.

Sol beige bordure extérieure	Zones + ou - inondées	Zones inondées	Zones très inondées
<i>Hymenocardia</i> <i>Gardenia</i>	<u><i>Terminalia macroptera</i></u>	<i>Sarcocephalus</i>	Pas d'arbre
<i>Parinari</i> <i>Daniella</i>	<i>Terminalia laxiflora</i>	<i>Mitragyne</i>	Vetiver
<i>Afrormosia</i> <i>Detarium</i>	<i>Bauhinia reticulata</i>	<i>Combretum glutinosum</i>	+ autres
<i>Bridellia</i>	<i>Gardenia</i> sp.	<i>Vetiver</i>	graminées

- *Terminalia macroptera* indique la présence d'eau pendant une partie de l'année, eau de stagnation en saison des pluies ou eau d'inondation.

Les zones à *Sarcocephalus* et *Mitragyne* ont trop d'eau pour la culture du riz.

Les zones à *Terminalia macroptera* en ont sans doute assez (tout au moins à l'approche des parties moins boisées) en cours de saison des pluies, mais elles risquent fort d'en manquer au mois d'Octobre, qui nous le savons, revêt une très grande importance dans le cycle du riz.

Une étude sérieuse des niveaux de l'eau est indispensable pour essayer d'obtenir une corrélation avec la végétation. En effet, les renseignements oraux qu'on peut obtenir sur place sont souvent contradictoires et il est très difficile de les utiliser.

Nous nous trouvons donc ici devant le même problème que dans les dépressions de la cuvette de Doba, ou dans la région de Moundou, ou encore à Tchaouen, comme chaque fois qu'il apparaît possible de faire du riz. Avant d'entreprendre quoi que ce soit il faut étudier le milieu convenablement; en particulier connaissant l'irrégularité de la pluviométrie et des crues, une étude portant sur plusieurs années est indispensable.

Il semble cependant que cette immense zone pourrait être valorisée par la riziculture sans pour cela nécessiter d'aménagements considérables.

Des mises en culture anciennes, à une date indéterminée, ont sans doute été réalisées, ainsi qu'en témoignent des vestiges rencontrés à plusieurs reprises, notamment :

- au Sud-Est de Bangoul
- à l'Ouest de Bouna
- à l'Ouest de Bendi

A Bendi, à la limite des derniers arbres, en allant vers la zone d'inondation du Mandoul, on observe des levées de terre disposées d'une manière apparemment coordonnée.

Elles ont de 30 cm à 1 m de hauteur et une largeur de l'ordre de 2,50 m à 3 mètres. Elles sont placées perpendiculairement au sens du courant dans la zone actuellement sans arbres et espacées de 10 à 12 mètres. Elles atteignent, à Bendi, une centaine de mètres de long.

Un peu avant les premiers arbres elles deviennent parallèles au courant, tout en conservant le même espacement.

Plus avant dans les arbres le réseau des levées de terre devient plus confus, dessinant une sorte de quadrillage irrégulier, peut être adapté au relief.

L'ancienneté de ces levées de terre est attestée par le fait que les arbres, en majorité des *Terminalia macroptera*, poussent aussi bien sur les points hauts que sur les pentes et les zones basses. Leur densité ne paraît pas différente de celle des environs.

La surface intéressée par ce modelé du sol est de l'ordre de plusieurs hectares pour chacune des zones où il a été reconnu.

Une coupe perpendiculaire a été faite dans un de ces billons, à 3 km à l'Ouest de Bendi.

Les échantillons 781 et 782 sont un sable plus ou moins grossier, limoneux, très différent de l'argile sous-jacente (783 et 784). La levée de terre est très riche en matière organique totale et paraît bien résulter d'un remaniement de l'ancienne couche sablo-limoneuse, qui aurait été répartie uniformément à la surface du sol. En effet à mi-distance entre ces gros billons le niveau argileux est vu très près de la surface, sous un horizon limoneux de quelques centimètres d'épaisseur.

Il paraît difficile d'interpréter ce réseau comme un système de pêche. En effet sa densité et sa disposition sont totalement différentes de ceux qui sont actuellement en service. D'ailleurs des diguettes de pêche existent à proximité : de façon générale elles sont placées perpendiculairement au courant et ne sont pas discontinues comme celles-ci.

Par contre on peut y voir un ancien système de cultures avec de gros billons qui auraient été susceptibles de porter des cultures.

Les africains interrogés à Bouna et Bangoul paraissent ignorer tout de ces réseaux de levées de terre et tendent à les considérer comme tout à fait naturelles, ce qui est très improbable.

Les cultures actuelles qui nécessiteraient de tels billons peuvent être l'igname, le dazo, la patate douce... Peut être faut-il voir là le résultat de nombreux billons d'écobuage réalisés au même endroit et jamais épandus.

L'extension de chacun des systèmes observés rapidement et décrits ici suggère l'existence d'une population nombreuse, qui aurait demandé sa nourriture à un ensemble de cultures très différent de celui d'aujourd'hui, non centré exclusivement sur le mil.

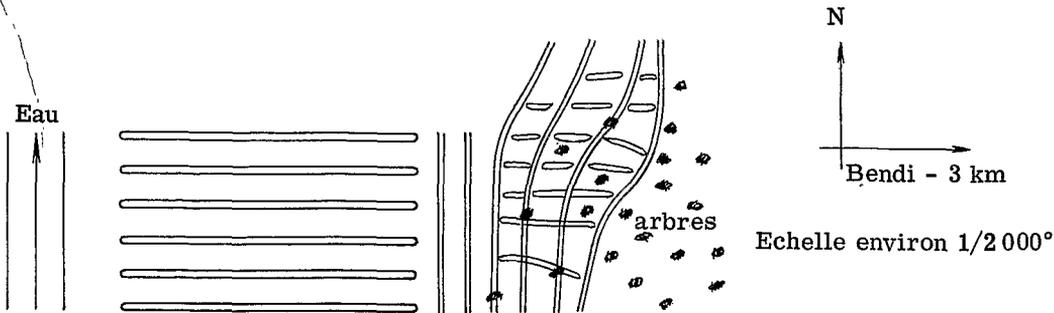
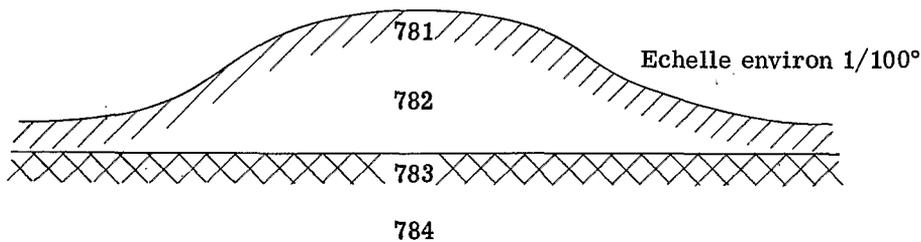


Schéma de disposition des levées de terre

Coupe d'une de ces levées de terre et localisation des échantillons



Résultats d'Analyses

Sondage : Koumra 78

Levée de terre dans la plaine du Mandoul

Echantillons		781	782	783	784
Profondeur		0-10	10-30	30-40	40-50
Eau		5,8	5,7	5,4	5,9
pH KCl N/50		5,8	5,7	5,2	5,2
KCl N		5,5	5,5	4,9	4,9
Granulomé.	Sable grossier %	46,5	21,5	5,0	4,5
	Sable fin %	23,5	48,0	16,5	20,0
	Limon %	16,2	23,0	15,5	11,0
	Argile %	9,7	6,5	56,2	60,0
Mat. org.	Mat. org. tot. %	9,9	7,7		
	Azote total ‰	4,7	4,4		
	Carbone %	5,8	4,5		
	C/N	12,4	10,0		
B. Echang.	Ca meq/100 g	3,52	0,55	2,04	2,12
	Mg meq/100 g	0,8	0,2	0,1	0,1
	K meq/100 g	0,26	0,08	0,08	0,08
	Na meq/100 g	0,20	0,16	0,22	0,22
Is K	(Hénin)	0,03	0,81	1,46	2,02
		5,4	1,4	1,9	1,3

Les conditions climatiques étaient peut-être différentes de celles que nous connaissons aujourd'hui (soit 1300 mm par an en six mois).

Une étude plus détaillée et éventuellement quelques fouilles permettraient de répondre à toutes ces questions. Elle est du domaine des géographes ou des ethnologues.

LA PLAINE DU LOGONE JUSQU'À LAÏ

L'essentiel est constitué par la série ancienne argilo-sableuse à nodules calcaires d'épaisseur variable (2 à 4 mètres).

- Sur la rive gauche du Logone, la plaine s'élargit graduellement depuis Bebalem jusqu'à hauteur de Laï et Béré.

On observe deux grands alignements de buttes sableuses plus ou moins régulièrement exondées :

- à l'Ouest, en limite des épandages issus des Koros : Koro, Tchaouen, Tamion, Guidgina, Nantchére.
- à l'Est, proche du Logone : Boumou, Bitakara, Bayam, Doua, Kara. Il paraît se continuer plus au Nord par les buttes de Tchéblé.

Les argiles à nodules calcaires affleurent surtout entre ces deux alignements. Elles sont très largement inondées et leur microrelief très accusé. Elles ne sont pas du tout utilisées par l'Agriculture africaine.

Les sols beiges hydromorphes à horizon supérieur sableux ou limono-sableux sont souvent utilisés pour la culture du riz, quand leur position topographique l'autorise. Des aménagements de faible amplitude permettraient de cultiver des surfaces nettement plus étendues, en particulier en direction des zones les plus basses, à couverture limoneuse plus épaisse, dont les possibilités agricoles sont bien supérieures.

Les sols beiges des buttes exondées sont très utilisés pour les cultures vivrières de village. On y trouve quelques parcelles de coton. Il ne semble pas que ce soit bien sa place, d'autant plus que la culture du riz à proximité immédiate est susceptible de procurer des revenus bien supérieurs, sans parler de la pêche.

Les villages importants de Tchaouen, Tamion, Nantchére, Tchéblé devraient connaître un développement certain à la suite de l'accroissement de la culture du riz.

- Sur la rive droite du Logone, la plaine d'inondation débute brusquement à hauteur de Gabri-N'golo, où elle s'étend au-delà de Kidjibour jusqu'à Dormo Baguidja. Au niveau de Laï, elle a plus de 30 km de large jusqu'à Tchéré, Mébigué et Bourmaye.

La série argileuse à nodules calcaires y tient une très grande place avec des passages sans arbres et des zones à légère couverture sableuse généralement occupés par *Acacia Seyal* ou *Pseudocedrella Kostchyi*.

Des alignements de buttes sableuses commencent à se dessiner orientés sensiblement du Sud au Nord, c'est-à-dire un peu différemment du Logone qui coule du Sud, - Sud-Est vers le Nord, Nord-Ouest. Ces buttes sont entourées de sols beiges hydromorphes favorables à la riziculture qui s'y est déjà solidement implantée.

Les rendements de la culture du riz sont estimés à 10 à 20 Qx/ha et quelquefois davantage. La partie commercialisée officiellement varie beaucoup d'une année à l'autre suivant l'importance de la récolte, la date de la récolte et les prix pratiqués.

Les variétés cultivées dérivent du Maroua à grain long et dur. Elles sont multipliées par les Services Officiels qui attachent une grande importance à la pureté des variétés, de façon à obtenir un produit homogène susceptible d'être traité facilement en rizerie industrielle.

Le Dokol, venu de Casamance, à cycle végétatif un peu plus long (160 jours), verse moins, produit autant, mais son grain est plâtreux. A la cuisson il donne une sorte de pâte collante qui a conduit à l'abandonner.

Le Garoua, ou Laf 2 a un cycle végétatif plus court (110 jours). Il pourrait être cultivé dans les zones où la maîtrise de l'eau est imparfaite, mais son rendement dépasse rarement 10 Qx/ha.

La pratique de l'écobuage est très généralisée sur les sols à couverture limoneuse importante, où le développement des graminées naturelles est très rapide. Il permet des rendements satisfaisants par suite de l'action de la chaleur sur la structure du sol et bien qu'il y ait perte de matière organique et d'azote total.

En sol sableux cette opération longue et coûteuse n'est pas pratiquée.

Il n'est pas inutile de rappeler ici les observations que nous avons pu faire sur la végétation du riz dans le Casier A Nord Bongor.

- la condition essentielle d'une bonne récolte est d'avoir de l'eau en quantité suffisante au 15 Octobre, surtout pour les variétés du groupe Maroua qui épie à date fixe.
- l'année d'ouverture des terres à couverture limoneuse épaisse voit un rendement de l'ordre de 10 Qx/ha. En seconde et troisième année les rendements atteignent 15 à 20 Qx/ha et parfois davantage, suivant l'état de propreté des rizières et la densité de semis.
- sur argiles à nodules calcaires il y a manque d'azote et d'acide phosphorique. Leur utilisation en vue de la culture du riz apparaît bien difficile, d'autant plus qu'il s'y pose le grave problème de l'ouverture des terres.

Le problème de l'orientation culturale de la série argileuse à nodules calcaires doit être évoqué ici aussi.

- Dans les zones les plus basses la rectification des passages d'eau limitera les surfaces où sévit le plus l'érosion superficielle génératrice du microrelief.

La riziculture y sera peut-être possible moyennant des apports d'engrais et de matière organique.

La culture des mils repiqués du type berbéré y est possible à condition d'assurer le débouché des grains ainsi produits.

- Dans les zones qui peuvent être assainies, la culture du coton est possible moyennant aussi des apports d'engrais. Mais des améliorations importantes du sol peuvent être obtenues par des façons culturales et des cultures d'engrais verts.

En effet le coton venant après un engrais vert voit son rendement augmenter de façon certaine. Pourtant nous n'avons noté aucun accroissement du taux de matière organique dans le sol. Une augmentation de rendement du même ordre de grandeur avait été obtenue à la suite d'un simple labour l'année précédente;

suiwi d'une jachère non travaillée. Il faudrait peut-être voir là une cause importante de l'action de l'engrais vert : le travail mécanique, même léger, provoquerait un départ de la vie microbienne du sol. Ceci est confirmé par le fait qu'en deuxième année le rendement du coton est supérieur à celui de la première année (400 kg/ha contre 300 kg/ha). Il est possible qu'après plusieurs années de culture et d'exondaison ces sols donnent de meilleurs rendements.

LE SOCLE CRISTALLIN

Comme nous l'avons vu, les sols cultivables s'étendent surtout sur les pentes où l'érosion pose des problèmes d'autant plus graves que les jachères sont de plus courte durée.

On y cultive le coton, les sorghos, l'arachide, le manioc et le maïs. Cette dernière culture y donne des rendements intéressants (6 à 15 Qx/ha) comparables à ceux de la République Centrafricaine.

Le riz vient bien dans les bas fonds sur des surfaces très limitées moyennant quelques travaux de faible importance destinés à lui assurer de l'eau en quantité suffisante pendant le mois d'Octobre.

Dans l'ensemble les surfaces cultivables sont faibles par rapport à la superficie totale, les sols sont souvent peu épais et d'un niveau de fertilité peu élevé.

Seule l'amélioration des techniques culturales peut permettre de faire face à un accroissement de population dans les années à venir.

II - ÉVOLUTION DES SOLS SOUS CULTURE

Le Service de l'Agriculture, devenu la Direction de l'Agriculture, avait créé il y a une dizaine d'années un certain nombre de Fermes de multiplication de graines de coton et de cultures vivrières.

La Ferme de Deli, à proximité de Moundou est très représentative des sols rouges des Koros. Les sols y sont en général profonds.

A la ferme de Youé, près de Fianga, des sols rouges très voisins sont testés de la même manière.

Les sols beiges ferrugineux tropicaux sont cultivés dans les Fermes de Moussafoyo et du Ba-Illi.

Celle de Bekao représente les sols beiges sur arènes cristallines.

L'Institut de Recherches du Coton et fibres textiles (IRCT) utilise les sols rouges et les sols beiges de Bebedjia.

Les assolements ne relevaient pas d'un programme très précis dans les débuts, ayant à faire face à des objectifs divers et variables. Cependant les techniques culturales, essentiellement différentes de celles des Africains, ont conduit à se demander comment évoluerait la fertilité des sols après plusieurs années de culture dans ces conditions.

Les tests d'épuisement en culture de coton ont donné très vite des rendements très bas, inférieurs à 100 kg/ha de coton-graine.

Les apports de fumier, de terre de Kraal, en quantité importante ont produit des augmentations de rendements notables, de même que des apports de sulfate d'ammoniaque.

Des essais d'urée ont montré que l'azote n'est pas seul en cause, mais que le soufre, ou mieux l'ion sulfate fait défaut (IRCT).

Des essais d'engrais plus complexes, faisant intervenir anions (N-P-S) et cations (K-Ca-Mg) et inspirés de la méthode du physiologiste belge Homes n'ont pas donné de résultats totalement satisfaisants d'une année à l'autre (Essais IRCT à Tikem, Bebedjia, en République Centrafricaine, à Bambari).

En effet, ces essais tendent à négliger l'influence du complexe absorbant du sol qui libère les éléments fertilisants de façon très variable d'une année à l'autre ou même d'une période à l'autre de la même année et pas nécessairement au moment du maximum des exigences physiologiques de la plante. Les résultats sont encore plus mauvais lorsque le taux de saturation du complexe s'accroît.

Le problème de la matière organique, des engrais verts et des jachères a aussi été abordé. Nous avons vu qu'il faut de nombreuses années de jachère pour que le taux de matière organique totale s'élève un peu.

L'enfouissement d'un engrais vert n'avait souvent pas d'effet favorable sur la culture suivante mais quelquefois au contraire un effet dépressif. Il est vrai que l'apport d'azote qui aurait dû lui être associé tardait ou n'était pas effectué.

Le travail mécanique intéresse une couche de sol plus épaisse qu'en culture traditionnelle. Le profil naturel du sol est davantage perturbé. Il semble que la minéralisation de la matière organique soit plus rapide et le taux de matière organique totale décroît brutalement dès l'ouverture des terres (chute de 30 à 40 % du taux initial).

A notre connaissance il n'a pas été accordé assez d'importance à la méthode du diagnostic visuel des carences ou des déséquilibres alimentaires associés à des apports d'oligo-éléments par pulvérisations ou au sol. Il est très vraisemblable que cette agriculture sans matière organique sur des matériaux très transformés par une ou plusieurs pédogenèses souffre de déséquilibres et manque de nombreux oligo-éléments, peut-être surtout molybdène, cuivre, peu mobiles en milieu acide. Par contre le manganèse paraît abondant de façon générale et même toxique en conditions acides ou réductrices. (Alluvions récentes argileuses du Logone).

Des essais "pour voir" devraient être tentés sur différentes cultures. Il est possible que la connaissance et l'élimination d'un facteur particulièrement limitant contribuera à augmenter largement les rendements.

Un programme d'étude de l'évolution des sols sous culture dans les Fermes de multiplication avait été mis sur pied en 1959, avec définition d'un protocole de prélèvements régulièrement espacés dans le temps.

Connaissant le passé cultural de la plupart des parcelles depuis le défrichement et connaissant les récoltes exactes il devient possible de tenter d'établir des corrélations entre les rendements et les méthodes culturales.

En effet, le meilleur critère dans l'étude de l'évolution des sols sous culture demeure la connaissance des rendements.

Par ailleurs la caractérisation de la fertilité et des variations de rendements demande une foule d'analyses tout au moins dans les débuts. Ce n'est que lorsque certaines corrélations ont pu être esquissées qu'il devient possible d'abandonner les déterminations dont les résultats sont vraiment inintéressants.

Au moment de l'établissement du programme d'études, certaines parcelles étaient en culture depuis 3 ans, d'autres depuis 2 ans, d'autres depuis un an.... On ouvrait la quatrième sole et le programme prévoyait le défrichement d'une cinquième sole l'année suivante. L'assolement retenu était le suivant :

- | | | |
|-----------------------|---|---------------------|
| - coton |) | |
| - mil |) | avec introduction |
| - arachide ou jachère |) | de |
| - jachère |) | 20 tonnes de fumier |
| - jachère |) | à l'hectare |

On pouvait donc penser que les résultats des analyses de la première campagne de prélèvements pourraient permettre de comparer entre eux des sols en culture depuis un nombre d'années connu et avec le même sol non encore défriché.

A la suite d'une première campagne les résultats obtenus n'ont pas permis de dégager grand chose, mais tout comme pour les sols du Casier A Nord Bongor les analyses doivent être poursuivies plusieurs années de suite.

Le prélèvement des échantillons devait être assuré régulièrement par MM. les Chefs de Ferme. L'arrivée des échantillons a été très irrégulière et les résultats d'analyses n'ont pas toujours été cohérents.

En particulier on se perd en conjectures pour expliquer les variations des taux de matière organique et d'azote de 1959 à 1960 pour la Ferme de Deli. Les chiffres ont en général triplé : il y a sans doute eu un changement dans le mode de prélèvement des échantillons ; les méthodes d'analyses ont également subi des modifications. Nous avons vu qu'il en était sans doute de même pour les échantillons de "Koumra".

C. Marius a pu rédiger un rapport en Décembre 1961 rendant compte des résultats obtenus. Le rapprochement avec les rendements obtenus sur chacune des parcelles n'a pas été esquissé. C'est pourtant une notion essentielle qui mériterait d'être étudiée de façon approfondie, car c'est la seule susceptible de mener à quelque chose.

Les résultats actuels permettent d'observer les traditionnelles variations annuelles du pH, des taux de matière organique, d'azote total.

Le pH augmente brutalement au début de la saison des pluies. Suivant les stations et les dates de prélèvement il subit des destinées variables. Des observations très rapprochées ont montré que les courbes de pH suivent assez fidèlement les courbes de pluviométrie, mais avec un décalage de 15 jours à un mois, difficile à expliquer (Casier A Nord-Bongor).

La matière organique totale et l'azote suivent aussi les variations de la pluviométrie.

Le genre d'étude de l'évolution des sols confirme que les facteurs de fertilité sont liés en cours d'année à la pluviométrie.

Pendant la saison sèche toute vie a été stoppée. Cette vie reprend avec les pluies qui mettent les éléments minéraux en solution, facilitent leur déplacement et permettent leur absorption par les agents transformateurs et finalement par la plante. La matière organique est minéralisée, l'azote également; leur taux décroît.

La végétation atteint son maximum de développement en Octobre, moment où elle fructifie. Puis la sécheresse revient. Les processus d'utilisation se ralentissent, entraînant l'augmentation des réserves.

Rappelons que l'étude de l'évolution des sols présente un double intérêt :

- prévoir ce qui se passera dans les sols après un certain nombre d'années de culture dans les conditions actuelles.
- aider à l'interprétation des résultats d'analyses des prospections générales en montrant quelle valeur il faut leur accorder par suite de l'existence de cycles annuels et du fait que les cultures occupent le sol en saison des pluies, c'est-à-dire surtout au moment où le pédologue ne peut souvent pas circuler.

L'incorporation de fumier à doses assez élevées (20 t/ha) permet d'amener les rendements à un niveau bien supérieur à celui que nous connaissons habituellement. Il est vraisemblable que la vie microbienne est facilitée et bénéficie d'un élan important. En effet des seuls éléments fertilisants contenus dans le fumier ne suffisent pas à expliquer les accroissements de rendement constatés.

Il n'est malheureusement pas possible de généraliser cette pratique à l'ensemble de l'Agriculture Africaine.

Le développement de la culture attelée sera également très loin de suffire. La culture d'engrais verts augmentera l'effet régénérateur des jachères, de même que les cultures laissant des débris abondants au sol (tiges de mil, maïs, paille de riz) à condition que le feu ne les touche pas. Ceci allant évidemment à l'encontre de considérations phytosanitaires.

Il y aurait là une transformation radicale de l'Agriculture Africaine qui n'est pas possible partout - il faut alors choisir les surfaces cultivées et s'y maintenir en les améliorant : cas des "Gallé" de Guinée.

On arrive à une culture de case étendue, avec fertilisation plus ou moins consciente. Ce genre de culture ne se conçoit que lorsque des aménagements ayant été effectués parce que nécessaires il devient très difficile de les abandonner et impossible d'aller ailleurs (Cultures dans les polders du Lac Tchad par exemple).

CONCLUSION

Cette étude rapide de la zone des Koros et des vallées dans les cours moyens des grands fleuves du Sud de la République du Tchad a permis de préciser notre connaissance générale des formations géologiques de surface.

Les structures profondes et l'existence d'une zone de subsidence ancienne et actuelle au niveau de la cuvette de Doba demandent certes une étude beaucoup plus complète. Seule la nature et la répartition des matériaux en surface nous intéressent.

Nous avons vu également à quel point les considérations de géomorphologie sont indispensables pour permettre la classification des sols à cette échelle et combien elles peuvent compléter une classification pédogénétique uniquement actualiste, où tous les sols du quaternaire ne peuvent pas se placer sur le même plan.

Les grandes zones géographiques et pédologiques ont été reconnues, leurs possibilités agronomiques succinctement évoquées. Nous avons souvent répété leur grande pauvreté en toutes sortes d'éléments, sauf dans les sols alluviaux ou certains sols hydromorphes. L'aménagement de ces derniers nécessitera des études topographiques et hydrologiques aussi complètes que possible.

Lorsque les impératifs démographiques et économiques exigeront des revenus accrus de ces régions il faudra songer sérieusement à améliorer les sols et l'Agriculture.

La culture itinérante devra être abandonnée et la bonne volonté de la jachère naturelle devra être encouragée. En effet, le maintien des jachères de brousse est peu compatible avec la culture intensive.

Jusqu'à ce jour les engrais minéraux n'ont pas apporté de solution satisfaisante au point de vue économique. Il est possible qu'il existe des facteurs sévèrement limitants non encore identifiés, notamment du côté des oligo-éléments.

De façon générale l'effet des engrais dépend beaucoup de leur mode d'application et du degré de fertilité du sol auquel ils sont appliqués. Si la jachère de brousse est satisfaisante, les engrais n'ont pas d'effet bien marqué. Au contraire les engrais marquent bien en sol pauvre, non déséquilibré.

A ce jour le recul est insuffisant pour juger du maintien de la fertilité par les seuls engrais sur les sols tropicaux.

Il est connu que si la structure du sol est bonne la fertilité peut être augmentée et maintenue à un niveau élevé par des apports de fumier et de compost.

Il semble qu'il en soit de même par des apports d'engrais minéraux seuls dans les sols riches en fer, comme c'est le cas dans la majeure partie de la région étudiée.

Il est évidemment souhaitable de combiner les apports de fumier et d'engrais minéraux. Le facteur structure devient donc prépondérant. Lorsque la structure le permet on peut améliorer un sol et cette amélioration est durable.

Bien souvent la fumure minérale n'est pas rentable : on lui reproche de donner un accroissement de rendement l'année d'application mais les effets résiduels sont en général faibles, sinon dépressifs, par suite de déséquilibres.

Il existe toujours un seuil d'action, placé souvent très haut dans ces sols peu fertiles au départ, parfois totalement dépourvus en un ou plusieurs éléments fertilisants.

Les apports d'engrais doivent aller de pair avec la lutte antiparasitaire et l'amélioration des méthodes culturales. Leur prix est souvent bien trop élevé : des subventions gouvernementales sont indispensables, qu'elles soient appliquées aux engrais eux-mêmes ou bien aux récoltes qui en auront bénéficié, ou encore aux transports qui constituent une part importante de leur prix.

La suppression de la jachère et son remplacement par la culture continue ne sont pas souhaitables partout.

Il faut rechercher les zones encore en bon état pour essayer d'y implanter une culture continue avec introduction d'engrais verts. Il sera plus facile d'arriver à un niveau de fertilité élevé sur de bonnes terres que sur des terres dégradées. La régénération de celles-ci est une entreprise encore plus difficile.

Vouloir réaliser les deux opérations en même temps est fermement à déconseiller.

Le côté propagande des méthodes nouvelles de culture n'est pas à négliger.

Il faudra aussi limiter les surfaces en culture continue en fonction des possibilités mêmes d'amélioration, en particulier des ressources en fumier.

Des essais dans ce sens doivent être entrepris dès maintenant pour créer des systèmes de culture nouveaux, adaptés à chaque région géographique et rendus indispensables par l'augmentation de la population. Partout ailleurs, il faut se préoccuper de faire une agriculture qui ménage l'avenir et éviter autant que possible la dégradation des sols, aussi bien physique, que chimique, ou même biologique.

G. BOUTEYRE

Nîmes

1962 - 1963

BIBLIOGRAPHIE

- ABADIE J. : Rapport de la tournée effectuée au cours du mois de Décembre dans les régions de Lai, Koumra, Borom, Koundou.
Service des Mines et de la Géologie - Brazzaville 1953 -
18 pages dactylographiées.
- ABADIE J. et FRANZ H. : Contribution à la connaissance de la stratigraphie et climatologie du quaternaire dans le bassin du Tchad - 1957 -
Fort-Lamy (Tchad). Vienne (Autriche).
- AUBERT G. : Cours de pédologie professé à l'ORSTOM - Non édité.
- AUBERT G. : Les sols et l'aménagement agricole de l'Afrique Occidentale Française. 4 pages -
- AUBERT G. : La cartographie des sols et son utilisation - ORSTOM - 1951 -
12 pages ronéotypées -
- AUBERT G. : Sur quelques problèmes de pédogénèse et de classification des sols ,
abordés à Léopoldville - 1954 - Association Française pour l'Etude du
Sol - Mars 1955 -
- AUBERT G. : Les Sols Latéritiques - Actes et comptes rendus du cinquième
Congrès International de la Science du Sol - Léopoldville 1954 - Pages 103 -
118 -
- AUBERT G. : Les sols des régions intertropicales - Institut des Hautes Etudes
de l'Amérique Latine - 1956 - 7 pages ronéotypées.
- AUBERT G. : Classification des sols - Juin 1958 -
- AUBERT G. - OLLAT C. - PINTA M. : Méthodes d'analyses utilisées actuellement
aux laboratoires des sols de l'IDERT - Comptes rendus de la 2ème confé-
rence Interafricaine des Sols - Léopoldville - 1954 - pp. 1267 - 1276 .
- AUBREVILLE A. : Flore forestière Soudano-Guinéenne - (AOF - Cameroun - AEF -)
Paris - Société d'Edition Géographique, Maritime et Coloniale - 1950 -
523 pages.
- BACHELIER G. : Esquisse de la Pédologie du Cameroun - Institut de Recherches
du Cameroun - 1954 - 10 pages dactylographiées.
- BARBERY J. : Rapports mensuels à l'ORSTOM - 1959 -
- BESLON M. - BOUTEYRE G. : Etude du bassin versant expérimental de Barlo.
Région de Mongo - 1958 - Centre de Recherches Tchadiennes. 80 pages
dactylographiées, cartes, graphiques.
- BETREMIEUX R. : Les sols du Moyen Logone et de la Zone de capture.
Agronomie Tropicale du Congo Belge. Vol. XL - 1944 - Comptes rendus
de la conférence de Goma. Tome I.
- BEZOT P. - BOUTEYRE G. : Protocole d'essai de fertilisation, en comparaison
avec l'écobuage - Station rizicole de Boumo - 1959 - 5 pages dactylo-
graphiées.

- BRAUD - BUFFET - DAESCHNER - MEGIE - RICHARD : Diagnostic foliaire et essais de fumure minérale - IRCT - 1959 - 6 pages ronéotypées, 15 graphiques.
- BRICE R. : Petit exposé sur les problèmes posés par la montée démographique de la zone du Mandoul du District de Koumra. Secteur Agricole de la région du Moyen Chari - 15 pages dactylographiées - 1957 -
- BOUTEYRE G. : Etude pédologique de la ferme cotonnière de Youé. Carte au 1/5.000e. 54 pages dactylographiées. Rapport inédit. Service de l'Agriculture du Tchad 1955.
- BOUTEYRE G. : Comptes rendus d'activité. Service de l'Agriculture du Tchad - 1955 - 1959 - Centre de Recherches Tchadiennes 1960 -
- BOUTEYRE G. : Reconnaissance pédologique des Paysannats de la région du Logone - Cartes au 1/20.000e - Service de l'Agriculture du Tchad - 1956 - 16 pages dactylographiées.
- BOUTEYRE G. : Ecobuage en culture rizicole dans la région de Kim et Boumo (Régions du Mayo - Kebbi et du Logone). Service de l'Agriculture du Tchad 1956. 24 pages dactylographiées.
- BOUTEYRE G. : Trois années d'étude de l'évolution des sols sur argiles récentes et sur argiles à nodules calcaires du Logone. Centre de Recherches Tchadiennes - Sept. 1959. 83 pages ronéotypées, 25 graphiques.
- BOUTEYRE G. : Programmes de prélèvements d'échantillons de terre en vue de l'étude de l'évolution des sols sous culture dans les fermes de Deli, Bekao, Moussafoyo, Youe, Ba-Illi, Boumo - 1959 - 1960. Direction de l'agriculture du Tchad.
- BOUTEYRE G. : Rapport d'activité pour la période allant du 1er Janvier 1960 au 30 Avril 1960. Centre de Recherches Tchadiennes - 1960 - 12 pages dactylographiées.
- BOUTEYRE G. : Rapport d'activité pour les années 1959 - 1960 - 1961 - ORSTOM - Nîmes 1961 - 4 pages dactylographiées.
- BOUTEYRE G. : Etude pédologique du Paysannat de Talia. Centre de Recherches Tchadiennes - Nîmes 1961 - 18 pages ronéotypées, carte et graphiques.
- BOUTEYRE G. - BARBERY J. : Evolution des sols jeunes sur argiles récentes et argiles à nodules calcaires du Logone dans le casier A Nord-Bongor. Observations sur la campagne 1959. Centre de Recherches Tchadiennes. Nîmes 1961 - 16 pages ronéotypées - 11 annexes (graphiques et tableaux).
- BOUYER S. : Etude de l'évolution du soldans un secteur de Modernisation Agricole au Sénégal. 3ème conférence Interafricaine des Sols - Dalaba - 10 pages ronéotypées.
- COMBEAU A. : Quelques facteurs de la variation de l'indice d'instabilité structurale dans certains sols ferrallitiques - Académie d'Agriculture de France - 27 Janvier 1960. pp. 109 - 115 -
- COMBEAU A. - CURIS : Etude pédologique de la plaine du Logone. Son utilisation pour la riziculture. Comité Régional de l'Afrique Centrale pour la Conservation et l'Utilisation des Sols. 1954 - 5 pages dactylographiées.
- COULAND L. : Activités de la ferme de Bekao. Campagne 1958 - 59. Service de l'Agriculture. 50 pages dactylographiées.
- DABIN B. : Premières notions sur la Flore microbienne utile dans les sols du Delta Central Nigerien - Archives de l'Office du Niger 1953 - 18 pages ronéotypées.

- DABIN B. : Evolution biologique des composés azotés en rizière - Action sur l'alimentation minérale du riz (essais en pots). Archives de l'Office du Niger - 1954 - 31 pages ronéotypées.
- DABIN B. : Les problèmes de l'utilisation des sols à l'Office du Niger. Comptes-rendus de la 2ème conférence Interafricaine des Sols. Léopoldville 1954 - pp. 1165 - 1176.
- DABIN B. : Considérations sur l'interprétation agronomique des analyses de sols en pays tropicaux (cas particulier de l'azote et du phosphore) - Sixième congrès de la Science du Sol - Paris - 1956 - pp. 403 - 409.
- DABIN B. - HERZBERG : Rapport annuel du Laboratoire des Sols de l'Office du Niger - Archives de l'Office du Niger - 1954 - 58 pages ronéotypées.
- DAESCHNER M. : Rapport annuel de la Station de Bebedjia - IRCT 1959.
- DEMOLON A. : Croissance des végétaux cultivés - Dunod 1950.
- DEMOLON A. : Dynamique du sol. Paris - Dunod 1954.
- DESAUNETTES J.R. : Emploi des méthodes américaines de caractérisation des sols salés. Direction des travaux publics. Section spéciale d'études de pédologie et d'hydrologie. N° 110 - 1952 - 49 pages et graphiques. Tunis.
- DOMMERMUES Y. : Action du feu sur la microflore des sols de prairie. Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar. Série D - Tome VI 1954 - pp. 149 - 158.
- DOMMERMUES Y. : Influence de l'engrais vert sur l'activité biologique du sol. Sixième congrès de la Science du Sol. Paris 1956 - pp. 389 - 392.
- DUMONT R. : Les possibilités d'accroissement de la production cotonnière sur Nord-Cameroun - Rapport de mission 1950.
- DUMONT R. : L'Afrique Noire est mal partie. Collection Editions du Monde - 1962 - 240 pages.
- ERHART H. : La genèse des sols en tant que phénomène géologique - Esquisse d'une théorie géologique et géochimique. Biostasie et rhexistasie. Collection Evolution des Sciences - Masson 1956 -
- ERHART H. - PIAS J. - LENEUF N. : Etude pédologique du bassin alluvionnaire du Logone - Chari. Commission Scientifique du Logone Tchad - Librairie Larose - Paris - 1954 - 234 pages - cartes au 1/200.000e.
- ESPARRON C. d'. : Rapport annuel du Paysannat Rizicole de Baktchoro - 1958 - 8 pages dactylographiées.
- ESTEVE : Carte au 1/500.000 de la Région du Logone - Sols rouges dépourvus d'eau. Secteur Agricole du Logone - 1950.
- FAUCK R. : Premières observations sur les relations engrais verts, engrais chimiques, en Moyenne Casamance. Actes et Comptes rendus du Cinquième Congrès International de la Science du Sol - Léopoldville - 1954 - pp. 155 - 159 -
- FAUCK R. : Les facteurs et les intensités de l'érosion en Moyenne Casamance Actes et comptes rendus du 5ème Congrès International de la Science du sol - Léopoldville 1954 - pp. 376 - 379.
- FORESTIER J. : La matière organique dans les sols de l'Oubangui - Chari, ORSTOM - Bangui - 1957 - Bureau des Sols - AEF - 21 pages ronéotypées.
- GSELL J. : Rapport sur les possibilités aquifères du plateau de Guidari. Direction des Mines de l'AEF - Juillet 1954.

- GUICHARD E. : Etude pédologique de la zone Loka - Kabia. Centre de recherches Tchadiennes - 1960 - N° 41. 104 pages ronéotypées.
- GUICHARD E. - BARBERY S. : Etude pédologique de la zone Ere-Loka. 1958. Cartes au 1/50.000 et au 1/20.000e. 80 pages ronéotypées.
- GUICHARD E. - BOUTEYRE G. - LEPOUTRE B. : Etude pédologique des Polders de Bol et Bolguini - Centre de Recherches Tchadiennes - 1959.
- GUILLEMIN R. : La Fumure du cotonnier dans les Républiques Tchadienne et Centrafricaine - Inspection de l'Agriculture en Afrique Equatoriale Française - Brazzaville - 154 pages ronéotypées.
- HENIN S. - GRAS R. - MONNIER G. : Le profil cultural - Editions des Ingénieurs Agricoles - 157.
- HENIN S. - MONNIER G. - COMBEAU A. : Méthode pour l'étude de la stabilité structurale des sols. Annales Agronomiques. Janvier - Février 1958.
- HOMES M.V. : L'alimentation minérale des plantes et le problème des engrais chimiques. Paris, Edition Masson et Cie, 1953 - 142 pages.
- HUTCHINSON J. - DALZIEL J.M. : Flora of West Tropical Africa. London. Lovelle Reeve and Co - 1927 - 1928, 1931 - 1936.
- JACQUES FELIX : La vie et la mort du Lac Tchad - Agronomie Tropicale - 1947 - Bulletin n° 3.
- KOECHLIN J. : Rapport de Mission Botanique dans le territoire du Tchad. Nov. Déc. 1955 - Bulletin Institut d'Etudes Centrafricaines. Nouvelle série. Brazzaville N° 12 - 1956 - pp. 133 - 199.
- LEPOUTRE B. : Etude pédologique de la Station du Ba-Illi. Service de l'Agriculture du Tchad. 1953. 28 pages dactylographiées - carte au 1/5.000e.
- LEPOUTRE B. : Etude pédologique du Koro de Bewaidou. Service de l'Agriculture du Tchad. Avril 1954. 30 pages ronéotypées. 1 carte au 1/200.000ème.
- LEPOUTRE B. : Rapport de mission au Gezira. Soudan. Rapport Service Agriculture du Tchad. 1955.
- LEPOUTRE B. : Premiers résultats sur l'évolution des sols dans le casier A Nord-Bongor - Saison 1956-57. Centre de Recherches Tchadiennes 1957 - 48 pages ronéotypées.
- LEPOUTRE B. : Evolution des sols sous cultures dans le casier A Nord-Bongor Saison 1957 - 58 - Centre de Recherches Tchadiennes - 1958 - 39 pages ronéotypées.
- LEPOUTRE B. - BOUTEYRE G. : Prospection détaillée des sols du Bahr-Ligna - Transversale à hauteur de Fort-Lamy suivant l'ancienne route de Massaguet. District de Fort-Lamy. Service de l'Agriculture, 1955 - 1956 - 17 pages dactylographiées - Carte au 1/100.000e.
- LEPOUTRE B. - BOUTEYRE G. : Etude pédologique au 1/20.000e du casier A Nord-Bongor. Service de l'Agriculture. ORSTOM - Fort-Lamy. 1957. 5 cartes. 150 pages ronéotypées.
- LEPOUTRE B. - GUICHARD E. : Interprétation des analyses effectuées sur un essai d'arrière culture. Station Agronomique du Ba-Illi - 1955 - 14 pages ronéotypées.
- LEQUESNE J.M. : Etude sur le Paysannat du village de Talia. Secteur Agricole du Moyen Chari - 1959 - 15 pages dactylographiées.
- MAGNEN A. : Rapport annuel 1955 - 56. Secteur Agricole du Logone. 153 pages dactylographiées.

- MAGNEN A. : Rapport annuel 1956 - 57. Secteur Agricole du Logone - 1957. 48 pages dactylographiées.
- MAGNEN A. : Etude agricole et pédologique sur le futur Paysannat rizicole de Marba Batchoro (Kélo). Secteur Agricole du Logone - 1957 - 12 pages dactylographiées.
- MAGNEN A. : Le coton, dans la Région du Logone, au Tchad, son évolution, ses perspectives d'avenir. Mémoire de candidature présenté au C. H. E. A. M. Mai 1957 - 97 pages ronéotypées.
- MAGNEN A. : Rapport annuel 1957 - 58. Secteur Agricole du Logone. 20 pages dactylographiées.
- MAGNEN A. : Bilan de la Campagne Agricole 1958 - 59. Secteur Agricole du Logone 1959. 27 pages dactylographiées.
- MAGNEN A. : Influence de la culture du coton sur la dégradation des sols au Tchad. Secteur Agricole de la Région du Logone. 8 pages ronéotypées. 1959.
- MAIGNIEN R. : De l'importance du lessivage oblique dans le cuirassement des sols en AOF - Sixième congrès de la Science du Sol. Paris 1956. pp. 463 - 467.
- MAIGNIEN R. : Le cuirassement des sols en Guinée - ORSTOM - Université de Strasbourg - Institut des Sciences Géologiques - 1959 - 240 pages.
- MAIGNIEN R. : Influences anciennes sur la morphologie, l'évolution et la répartition des sols en Afrique Tropicale de l'Ouest. Septième congrès de l'Association Internationale de la Science du sol - V. 24 - Madison 1960.
- MARIUS C. : Evolution des sols sous culture dans les fermes cotonnières du Tchad. Centre de Recherches Tchadiennes - 1961 - N° 55 - 108 pages ronéotypées.
- MARTIN G. : Essai de bilan de quatre années d'études pédologiques dans la vallée du Niari. Institut d'Etudes Centrafricaines. Brazzaville. Septembre 1958. 89 pages ronéotypées.
- MEGIE C. : Facteur structure et comportement du cotonnier sur les argiles récentes du casier A Nord-Bongor - IRCT. 1959 - 10 pages dactylographiées.
- MERMILLOD J. : Implantation de puits dans la région du Logone - Institut Equatorial de Recherches et d'Etudes Géologiques et Minières - 1959 - 19 pages dactylographiées.
- MERMILLOD J. : Programme de Recherches Hydrogéologiques pour la zone Sud du Tchad (Saison sèche 1959 - 1960). Institut Equatorial de Recherches et d'Etudes Géologiques et Minières. 1959 - 7 pages dactylographiées.
- MERMILLOD J. : Coupes géologiques des puits de Dodjigui, Balkabra, Déli et Besseye-Genlardje dans le District de Moundou - Institut Equatorial de Recherches et d'Etudes Géologiques et Minières. Service Hydrogéologique. 1959 - 9 pages ronéotypées.
- MERMILLOD J. : Implantation de puits dans le District de Kélo. Service Géologique et de prospection minière, Section d'Hydrogéologie du Tchad - 1959 - 7 pages dactylographiées.
- MERMILLOD J. : Note sur l'essai de pompage exécuté sur le puits du poste Cotonfran de Guidari - Institut Equatorial de Recherches et d'Etudes Géologiques et Minières - Service Hydrogéologique - 1959 - 8 pages ronéotypées.

- MERMILLOD J. : Note préliminaire sur l'alimentation en eau de la ville de Koumra. Institut Equatorial de Recherches et d'Etudes Géologiques et Minières - Service Hydrogéologique - 1959 - 25 pages ronéotypées - Carte au 1/2.000e.
- NYE P.H. : Recent progress in work on the fertility of west African Soils (Journal of the West African Science Association) - 1957.
- NYE P.H. : Divers effets de la végétation naturelle sur les sols d'Afrique Occidentale et sur leur évolution sous culture. Université de Ghana - 3ème conférence Interafricaine des Sols. Dalaba - 1959 - 7 pages ronéotypées.
- OLLAT CH. - COMBEAU A. : Détermination de la capacité d'échange et du pH d'un sol. Relation entre le complexe absorbant et le pH. ORSTOM.
- PIAS J. - GUICHARD E. : Origine et conséquences de l'existence d'un cordon sableux dans la partie Sud-Ouest de la cuvette Tchadienne. Comptes-rendus de l'Académie des Sciences - 1957 - Tome 244 - pp. 791-793.
- PIAS J. : Les sols du Moyen et Bas Logone, du Bas Chari, des régions riveraines du Lac Tchad et du Bahr-el-Ghazal. Commission Scientifique du Logone - Tchad - Septembre 1960. 682 pages ronéotypées.
- PIAS J. : Sédimentation au quaternaire dans l'Est de la cuvette tchadienne (massifs de Ouaddai et de l'Ennedi - Plaines de Piedmonts). Comptes rendus de l'Académie des Sciences - 1960 - Tome 250, pp 1514 1516.
- PORTERES R. : La Recherche Agronomique dans les pays chauds. Revue Internationale de Botanique Appliquée et d'Agriculture Tropicale. N° 231-232. Mai-Juin 1950 - pp. 241-263.
- RICHARD L. : Problèmes de fumure minérale - Division d'Agronomie Générale. Institut fr. Recherches du Coton et des textiles Exotiques - 1958 - 39 pages.
- RICHARDS L. A. : Diagnosis and improvment of saline and alkali soils. U.S. Regional salinity Laboratory Riverside California - 1947.
- ROCH E. : Itinéraires géologiques dans le Nord-Cameroun et le Sud-Ouest du territoire du Tchad. Bulletin du Service des Mines n° 1. Territoire du Cameroun - 1949.
- TILHO J. (Général) Sur l'aire probable d'extension maxima de la mer paléotchadienne. Comptes rendus de l'Académie des Sciences - 1925 - Tome 181. pp. 643-645.
- TROCHAIN J. : Contribution à l'étude de la végétation du Sénégal - Mémoires de l'Institut Français d'Afrique Noire - 1940 - N° 2.
- WACRENIER Ph. : Rapport de fin de mission 1953 - Feuilles Lai-Garoua de la carte géologique.
- LE TCHAD - 1958 - Chambre de Commerce, d'Agriculture et d'Industrie du Tchad. B. P. 458 - Fort-Lamy. Editions Fontana - Casablanca - Maroc.
- Annuaire Hydrologiques de la France d'Outre-Mer - 1953 - 1954. Publiés par Electricité de France et Société Hydrotechnique de France - ORSTOM - PARIS.
- Monographie hydrologique du Logone Supérieur, par le Service de la Commission Scientifique du Logone - Tchad - 1953.

Monographie Hydrologique du Logone Inférieur, par le Service de la Commission Scientifique du Logone - Tchad - 1954.

SERVICE de la Météorologie - Relevés pluviométriques des stations du Sud du Tchad.

3ème Conférence Inter africaine des Sols - Dalaba - 1959 - Rapports - Recommandations et conclusions.

Carte des Sols d'Afrique au 1/5.000.000e

3ème conférence Inter africaine des Sols - Dalaba - 1959.

EXECUTION ET IMPRESSION
RAMBAULT & GUIOT 1-1965

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

Direction générale :

24, rue Bayard, PARIS-8^e

Service Central de Documentation :

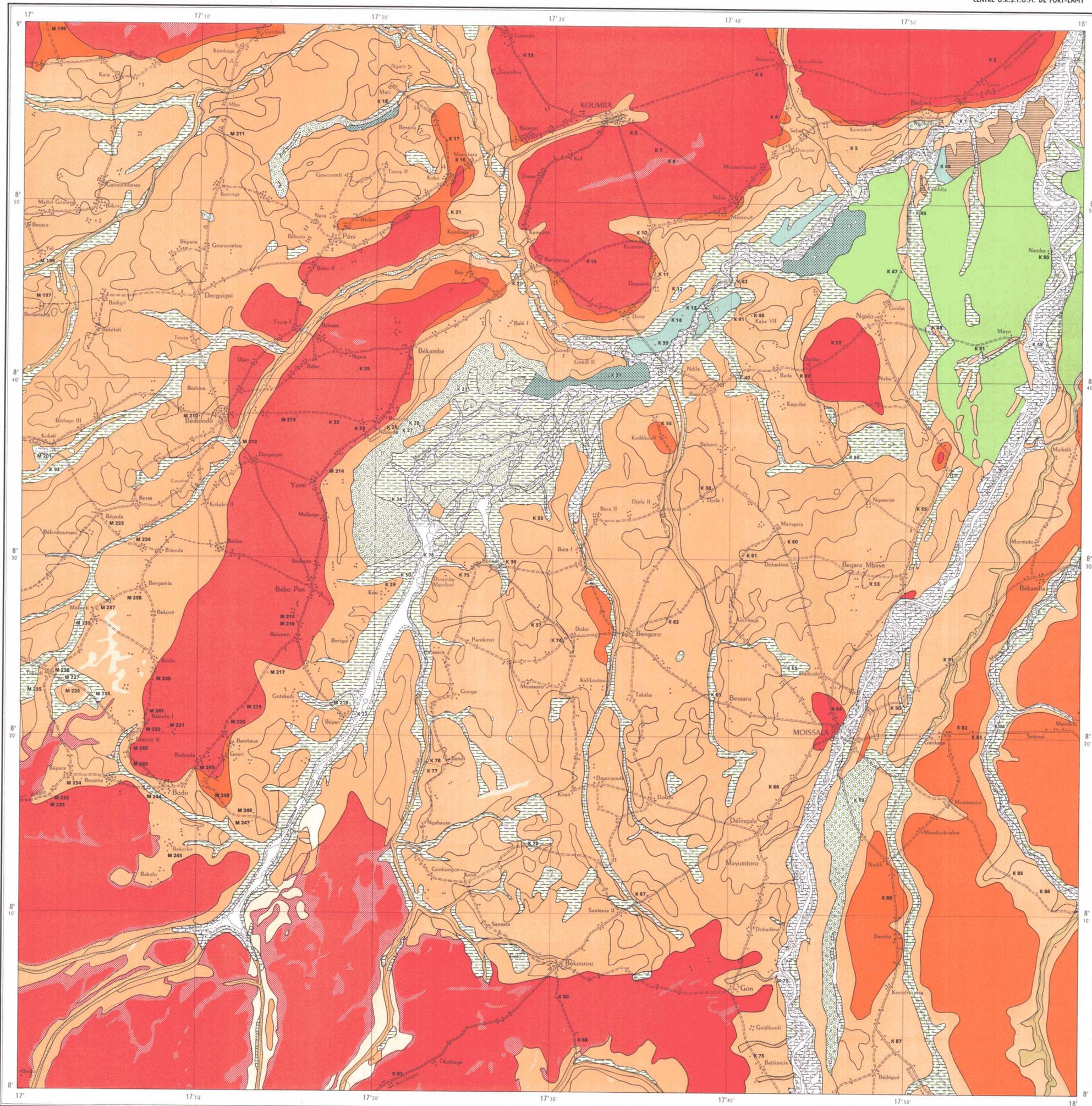
70 à 74 route d'Aulnay, BONDY (Seine)

Centre de Fort-Lamy

B. P. 65 - FORT-LAMY (Rép. du Tchad)

CARTE PÉDOLOGIQUE KOUMRA

MISSION 1960 G. BOUTEYRE



LÉGENDE

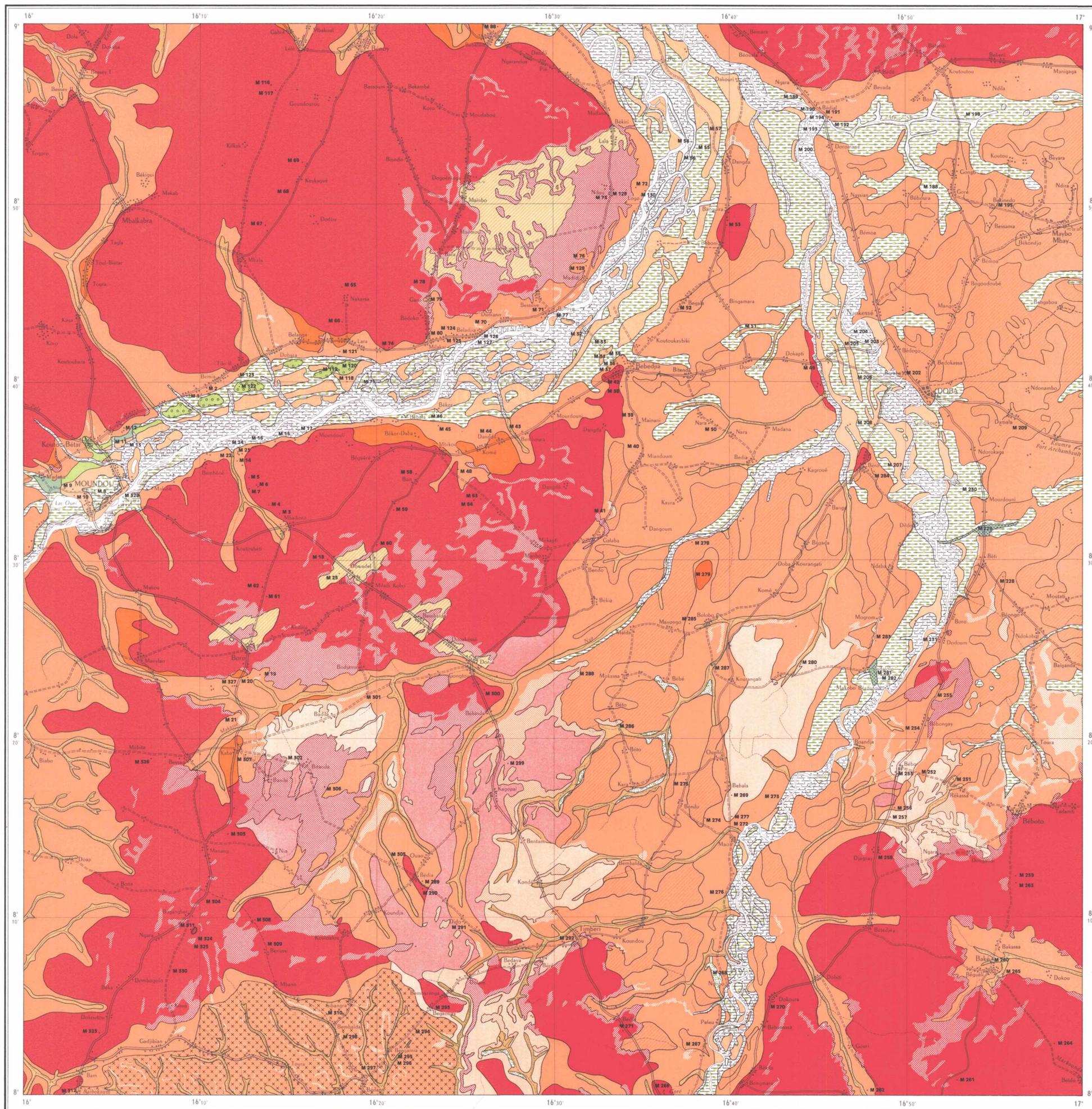
- SOLS MINÉRAUX BRUTS**
NON CLIMATIQUES
SOLS MINÉRAUX BRUTS D'ÉROSION
CUIRASSES
- SOLS MINÉRAUX BRUTS D'APPORT**
ALLUVIONS NON ÉVOLUÉES PAS TOUJOURS STABILISÉES
DE MATÉRIEL SABLO-LIMONEUX.
- SOLS PEU ÉVOLUÉS**
NON CLIMATIQUES
SOLS D'APPORT
SOLS D'ALLUVIONS A CARACTÈRES ACCUSÉS D'HYDRO-
MORPHIE
- Série limoneuse subactuelle surmontant sables ou argiles.
- Série sableuse subactuelle ou remaniement récent de sables.
- SOLS A SESQUIOXYDES**
SOLS FERRALLITIQUES
SOLS FAIBLEMENT FERRALLITIQUES
MODAUX ROUGES
- Sur matériaux sableux à sablo-argileux des Koros.
- MODAUX OCRE ROUGES**
- Sur matériaux sableux à sablo-argileux des Koros.
- SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX**
SOLS LESSIVÉS
A TACHES
- De matériaux sableux et sablo-argileux remaniés des Koros.
- tronqués.
- HYDROMORPHES A TACHES ET CONCRÉTIONS**
DE PSEUDOGLÉY.
- De matériaux sableux et sablo-argileux remaniés des Koros.
- SOLS PEU LESSIVÉS**
A TACHES
- De matériaux sableux
- De matériaux sableux en recouvrement sur matériaux argilo-sableux à nodules calcaires.
- HYDROMORPHES**
- Sols gris.
- SOLS HYDROMORPHES**
SOLS MINÉRAUX
SOLS A PSEUDOGLÉY
INTERGRADÉS VERS LES VERTISOLS
- De matériaux argilo-sableux à nodules calcaires.
- De matériaux argilo-sableux à nodules calcaires avec recouvrement sableux à limoneux masquant le microrelief.
- A TACHES ET CONCRÉTIONS**
- De matériaux sableux sur niveau argileux (voisin des argilo-sableux à nodules calcaires).

M 39 Sondages



CARTE PÉDOLOGIQUE MOUNDOU

MISSION 1959 J. BARBERY G. BOUTEYRE



L É G E N D E

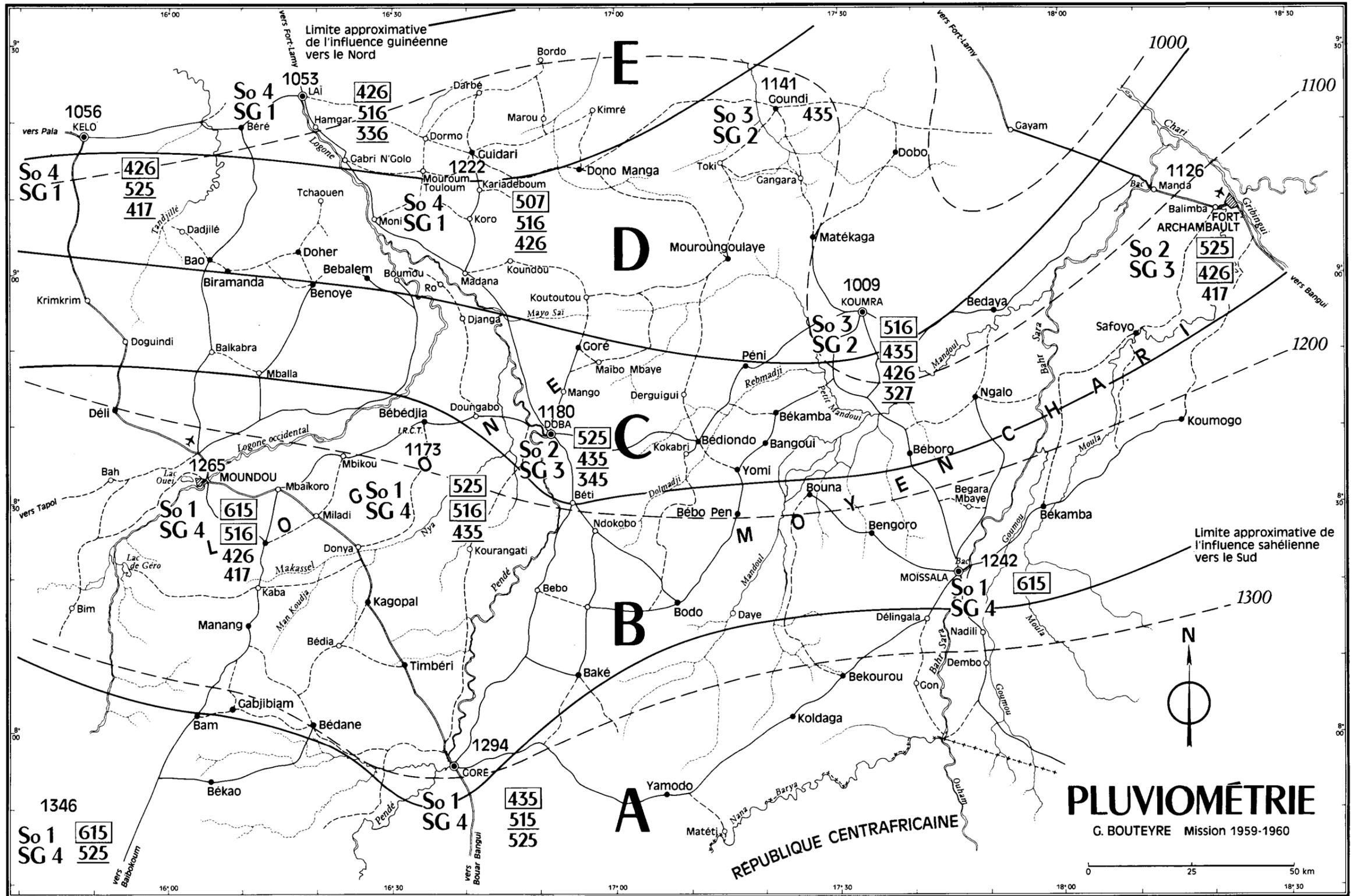
- SOLS MINÉRAUX BRUTS**
NON CLIMATIQUES
SOLS MINÉRAUX BRUTS D'ÉROSION
CUIRASSES
- SOLS MINÉRAUX BRUTS D'APPORT**
ALLUVIONS NON ÉVOLUÉES PAS TOUJOURS STABILISÉES
DE MATÉRIAU SABLO-LIMONEUX.
- SOLS PEU ÉVOLUÉS**
NON CLIMATIQUES
SOLS D'APPORT
SOLS D'ALLUVIONS A CARACTÈRES ACCUSÉS D'HYDRO-
MORPHIE
- Série limoneuse subactuelle surmontant sables ou argiles.
- Série sableuse subactuelle ou remaniement récent de sables.
- SOLS A SESQUIOXYDES**
SOLS FERRALLITIQUES
SOLS FERRALLITIQUES
ÉRODÉ (témoin de Begamber)
- SOLS FAIBLEMENT FERRALLITIQUES**
MODAUX ROUGES
- Sur matériaux sables à sablo-argileux des Koros.
- tronqués
- MODAUX OCRE ROUGES
- Sur matériaux sables à sablo-argileux des Koros.
- SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX**
SOLS LESSIVÉS
A TACHES
- De matériaux sables et sablo-argileux remaniés des Koros.
- tronqués.
- D'arènes cristallines
- HYDROMORPHES A TACHES ET CONCRÉTIONS
DE PSEUDOGLEY.
- De matériaux sables et sablo-argileux remaniés des Koros.
- SOLS PEU LESSIVÉS**
A TACHES
- De matériaux sables
- HYDROMORPHES
- Sols beiges à jaunes sur cuirasse.
- Sols gris.
- SOLS HYDROMORPHES**
SOLS MINÉRAUX
SOLS A PSEUDOGLEY
INTERGRADÉS VERS LES VERTISOLS
- De matériaux argilo-sableux à nodules calcaires.
- De matériaux argilo-sableux à nodules calcaires avec recou-
vrement sableux à limoneux masquant le microrelief.
- A TACHES ET CONCRÉTIONS**
- De matériaux sables sur niveau argileux (voisin des argilo-
sableux à nodules calcaires).
- De matériaux sables et sablo-argileux remaniés des Koros
(sols gris à microbuttes).
- M 39 Sondages



RÉGION DU LOGONE ET DU MOYEN CHARI

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
CENTRE O.R.S.T.O.M. DE FORT-LAMY

RÉPUBLIQUE DU TCHAD



Zone A Climat Soudano-Guinéen typique
(Influence sahélienne exceptionnelle)

Zone B Climat Soudanien
(Forte influence guinéenne)
(Faible influence sahélienne)

Zone C Climat soudanien

Zone D Climat soudano-Sahélien
(à forte influence sahélienne)

Zone E Climat sahélo-soudanien
(à légère influence guinéenne)

--- Isohyètes
— Lignes de séparation de grandes zones climatiques

1173
• Bébédjia

So 1
SG 4

525
516
435

1173 Pluviométrie annuelle moyenne (mm)

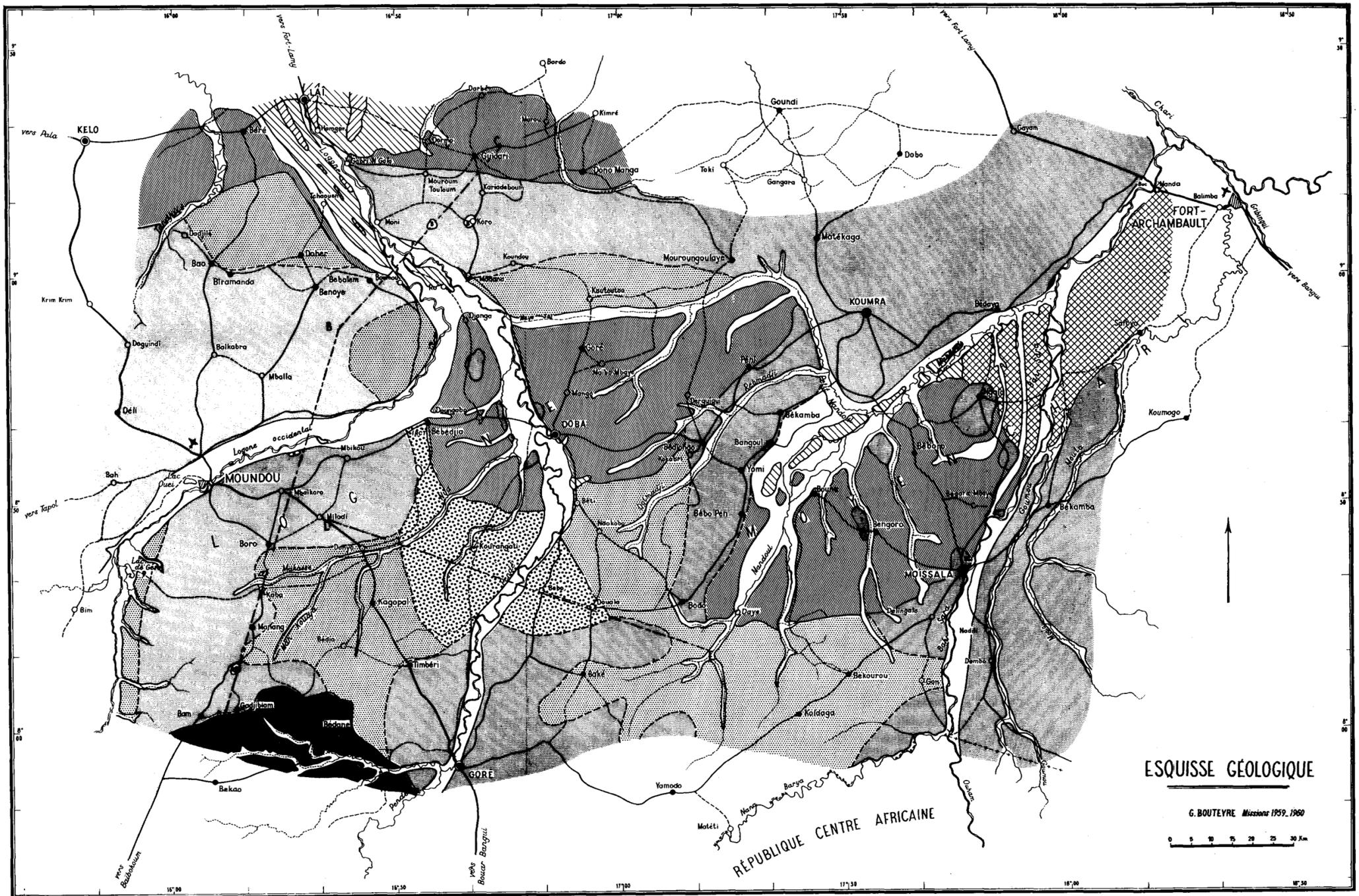
516 indice pluviométrique (Aubreville)

So 1
SG 4

Caractérisation du climat Soudanien
Guinéen

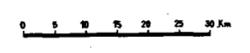
FIANGA	LAI	NIELIM	FORT-ARCHAMBAULT
TAPOL	MOUNDOU	KOUMRA	MOUSSAFOYO
BABO-KOUM	PAOUA	KOUKI	BATAN-GAFO

Réduction et assemblage de Cartes I.G.N.
au 1/200 000



ESQUISSE GÉOLOGIQUE

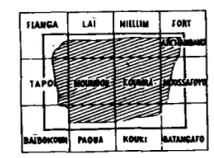
G. BOUTEYRE Missions 1959, 1960



DESSIN: M.H. BONNET - D. DUMON

LÉGENDE

- Socle cristallin
- Remaniements des sables de KELO
Epanchages consécutifs à l'individualisation des KOROS
- Série sableuse récente peu épaisse sur argiles à nodules calcaires
- Série des sables de KELO
- Série argilo sableuse à nodules calcaires
- Série limoneuse actuelle en surface actuelle
- Sables de KELO érodés (cuirasses mises à nu)
- Série sableuse récente du LOGONE
- Série de PALA
- Cuirasses bauxitiques (bottes témoin)
- Partie inférieure de la série sableuse de KELO



Réduction et assemblage de Cartes IGN au 1:200.000

