

Sur la présence de sols bruns calcaires vertiques au Sénégal oriental

par J.-C. LEPRUN et A. BLOT
(O.R.S.T.O.M.)

SOMMAIRE

Aux confins du Sénégal et de la Guinée, sous climat contrasté soudano-guinéen à pluviométrie d'environ 1.400 mm par an, se développent sur des roches calcaires métamorphiques (cipolins) des sols bruns calcaires dont un horizon profond au moins est fortement carbonaté. Les caractères morphologiques et analytiques de ces sols sont étudiés et leur classification discutée.

Considérés généralement comme caractéristiques des zones subarides, ces sols sont en réalité strictement liés aux roches mères calcaires, c'est-à-dire azonaux.

I. — INTRODUCTION.

Les sols calcimagnésiques sont des exceptions en Afrique au sud du Sahara. Dans les différentes classifications, et en particulier la classification française, ces sols sont considérés comme intrazonaux mais on les estime souvent comme typiques des régions tropicales septentrionales. D'HOORE (1964) considérant l'ensemble des sols d'Afrique, les range dans les sols développés sous climat semi-aride ou aride. Sous des climats tropicaux à pluviométrie plus élevée (en Afrique et dans d'autres continents, sur les mêmes roches mères), ces sols passent insensiblement à des sols d'argiles noires rangés le plus souvent dans la classe des vertisols.

Au Sénégal occidental, dans la presqu'île du Cap Vert, sous climat tropical nord soudanien, les roches mères calcaires sont fréquentes. MAIGNIEN (1961) a le premier décrit les sols calcimorphes qui sont soit des rendzines sensu stricto, soit des sols bruns calcaires.

Au Sénégal oriental, sous climat soudano-guinéen, avec une pluviométrie deux fois plus élevée, des affleurements de marbres et cipolins permettent d'observer des sols carbonatés originaux.

Ces sols sont situés à une quinzaine de kilomètres à l'ouest de Kedougou, après le village de Bandafassi sur la piste de Tiabedji (fig. 1).

II. — ETUDE DU MILIEU.

Située aux confins sénégal-guinéens, au sud-est du Sénégal, la zone d'étude est proche du contact entre le socle birrimien et les séries sédimentaires primaires.

A l'est, au nord et au sud, le Birrimien plissé et métamorphique est constitué de roches d'origine sédimentaire ou volcanique basique. Les schistes et quartzites dominent largement.

Les affleurements de cipolins birrimiens sont situés ici à proximité de roches doléritiques. Ils sont assez peu étendus et exploités comme marbre à Ibel et Bandafassi. Ils émergent du paysage en buttes ruiniformes ou chicots de plusieurs dizaines de mètres ou au contraire sont subaffleurants comme à Bandafassi. Les compositions moyennes de ces cipolins sont : $\text{CO}_3\text{Ca} = 73\%$, $\text{MgCO}_3 = 2$ à 16% , $\text{SiO}_2 = 4,9$ à $14,7\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,75$ à $2,2\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 0,7$ à $9,9\%$. Ce sont donc des calcaires ou calcaires dolomitiques plus ou moins purs de densité 2,78 ; la roche est dure et très peu poreuse (densité de la calcite = 2,73). Ces roches sont semblables aux formations décrites à 110 km au nord-est : les calcaires cristallins sont constitués préférentiellement de grains de calcite équidimensionnels pour 60 à 95%, il s'y ajoute du matériel gréseux, des grains de quartz (jusqu'à 40%), parfois des plagioclases (jusqu'à 5%), plus rarement du microcline (jusqu'à 3%). Il y a également de l'actinote (jusqu'à 15%), de

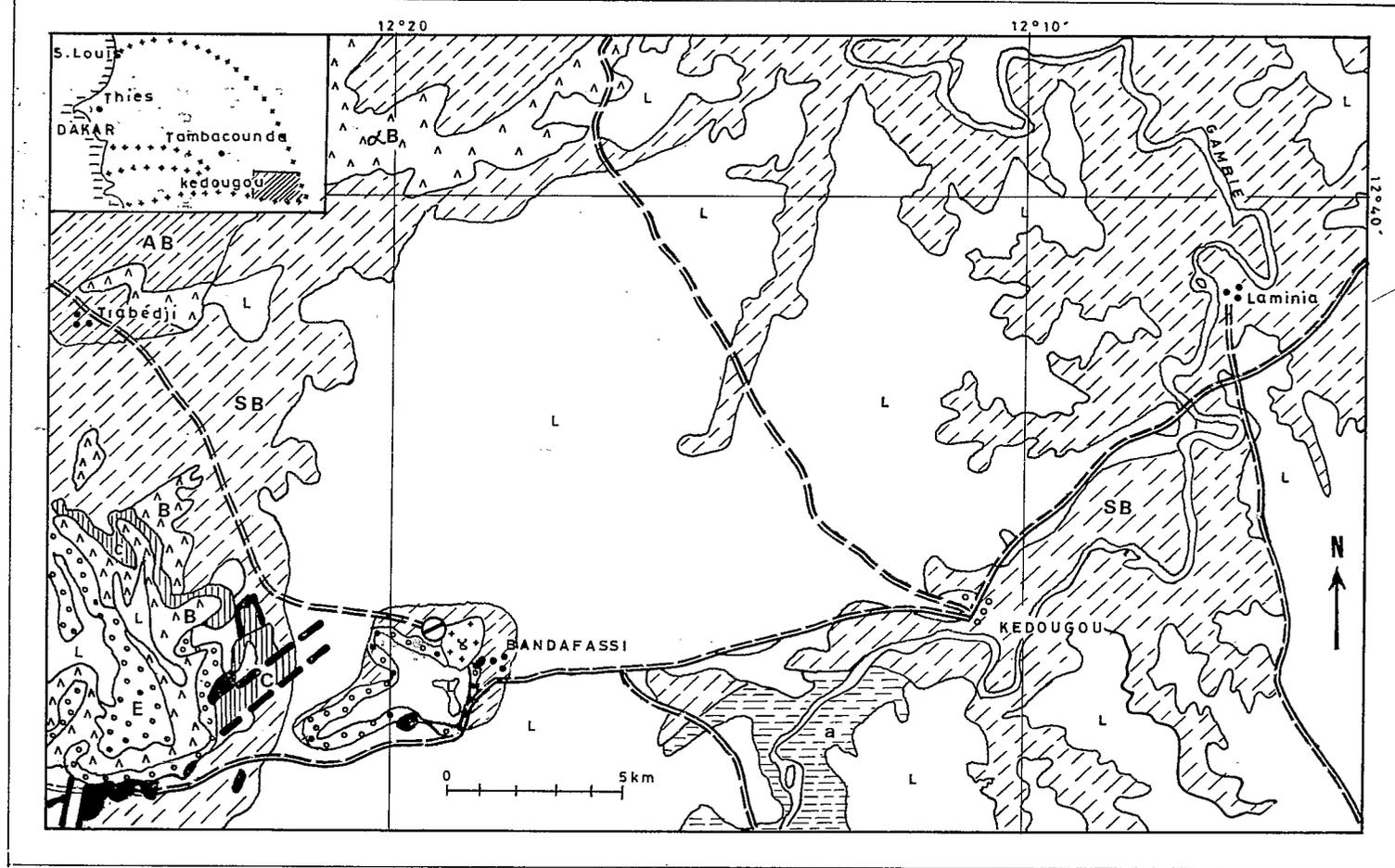


fig: 1 - Extrait schématique de la carte géologique 1/200.000 (KEDOUGOU - B.R.G.M.)

a = alluvions récentes. - E = éboulis. - L = latérites. - C = cambrien (grés - jaspes) B = roches basiques (dolerites - gabbros) SB, birrimien indif. (schistes - Quartzites) ■ : CB : (cipolins). - ∞ B : andésites. - AB : amphibolites

⊗ : granite dioritique. ⊙ : zone d'étude

l'épidote (jusqu'à 10 %), de la biotite (jusqu'à 5 %), de la séricite (jusqu'à 5 %) et des minéraux métalliques (jusqu'à 2 %). Suivant la proportion de calcite, ces formations donnent une succession continue allant des calcaires cristallins au grès calcareux. Les sols développés sont semblables à ceux décrits ici.

Le climat de type soudano-guinéen est caractérisé par une pluviométrie de 1.428 mm (moyenne de 1949 à 1958) à Kedougou, avec des variations interannuelles importantes, puisqu'en 1954 il est tombé 2.160 mm. La saison des pluies s'étend de mai à octobre. La température moyenne annuelle est de 28°3 à Kedougou et l'évapotranspiration approche 1.800 mm/an.

Les formations végétales sont des savanes boisées soudano-guinéennes.

Le relief est dominé par la colline doléritique de Bandafassi, surmontée d'un chapeau cuirassé. Le point culminant de la colline accuse 382 m contre 161 m au pied des versants couverts de blocs doléritiques et latéritiques. Les affleurements de cipolins birrimiens semblent avoir été dégagés de la cuirasse ferrugineuse recouvrant uniformément les schistes birrimiens alentour (fig. 1). Les points bas sont occupés par des argiles dans lesquelles se développent des vertisols ou des sols hydromorphes.

III. — DESCRIPTIONS MORPHOLOGIQUES.

a) Le profil type (Voir figure II).

1. **Situation et environnement** : sur la piste de Bandafassi à Landiéné avec une pente de 2 à 3 % et une végétation de savane arborée lâche à Karité.

2. Description :

A1. 0-18 cm : gris noir (10 YR 2,5/1) argilo-limoneux. Structure grumeleuse à polyédrique fine et moyenne, bien développée, à assemblage prismatique lâche. Cohésion d'ensemble faible, cohésion des agrégats forte. Porosité structurale bien développée, porosité tubulaire fine faible. Enracinement bien développé en tous sens. Présence de quelques quartz anguleux de 1-2 cm et de nodules ferrugineux jaune vernissé de 0,5 cm de Ø. Passage graduel difficile à saisir. Effervescence dans la masse, faible localement, plus forte sur des granules blancs de 2 et 3 mm de Ø.

A (B) 18-56 cm : gris foncé (10 YR 3,5/2), argileux sur-structure prismatique 15 à 20 cm/6 cm et débit en plaquettes horizontales de décollement ; Faces lissées très rares ou absentes sur certaines faces du profil. Sous-structure polyédrique à cubique 1-2 cm mal développée. Cohésion d'ensemble moyenne, cohésion des mottes forte. Porosité fine très faible des volumes prismatiques. Enracinement fin vertical assez bien développé. Horizon frais avec bordure des prismes plastiques. Débris épars et fins, blancs, calcaires faisant effervescence et quelques nodules jaune-rouge en pastilles de 0,5 cm de Ø et moins. Effervescence dans la masse à HCl 1/2. Contraste faible, passage distinct sur 2-3 cm.

(B) 56-80 cm : noir (10 YR 3/1) humide et plastique, colle aux doigts. Très argileux. Structure prismatique peu développée à débit oblique à faces de décollement non lissées. Enracinement faible. Porosité des prismes très faible. Granules et amas calcaires friables épars à vive effervescence à HCl 1/2. Effervescence plus faible dans la masse. Rares nodules ferrugineux brun-jaune. Transition distincte sur 2 cm peu ondulée.

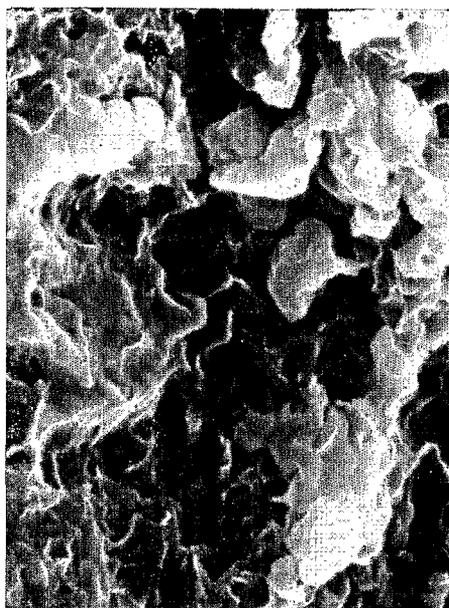
(B) Ca 80-130 cm : gris olive pâle à blanc (2,5 Y 5/2), argilo-limoneux à argileux. Horizon constitué d'amas calcaires granuleux de 1-2 cm, peu cohérents, devenant poudreux ou sec et se réduisant en farine sous la pression des doigts. Porosité tubulaire fine assez bien développée. Quelques fentes dont les plus grandes sont bordées d'une frange d'altération argileuse noire identique aux horizons du dessus. Enracinement faible. Passage très progressif sur plus de 10 cm. Très violente effervescence à HCl 1/2.

C 130-180 : horizon d'altération olive (2,5 YR 4,5/4) à ponctuations et plages blanches poudreuses calcaires et individualisation de petits nodules ocre vermillon de 0,5 cm de Ø, ferrugineux, au sein même des éléments de la roche. Altération argileuse noire identique aux horizons du dessus, le long des fissures. Structure massive à débit polyédrique moyen. Quelques fissures étroites. Cohésion d'ensemble moyenne mais horizon faiblement humide, plastique. Pas de racines. Distribution éparse d'amas calcaires à granules jointifs, friables, coalescents. Pas de nodules durcis. Vers la base gros débris de roche blanche finement cristalline dont les bordures sont altérées et le cœur compact.

FIGURE II



Profil BAN 3 : horizons A1, A(B), (B), (B)Ca, (B)CaC



Horizon BCa : grains de calcite dans un réseau de montmorillonite

b) Variations autour du profil type.

Ces variations concernent principalement :

— L'épaisseur totale du sol qui peut se réduire à 75 cm, le (B) ca devenant très épais (50 cm) au dépens des horizons argileux prismatiques.

— L'absence possible de toute face lissée. Les horizons (B) et (B) ca se présentent alors avec une structure prismatique à polyédrique moyenne ou fine et une sur-structure prismatique large essentiellement verticale, sans débit en plaquettes obliques.

— La présence éventuelle de nodules calcaires bien individualisés, de 2-3 cm de diamètre, durs, au sommet de l'horizon (B) ca ou à la base de l'horizon (B).

Le profil de référence décrit est celui qui possède la différenciation en horizons la plus complète.

IV. — PRINCIPAUX CARACTERES ANALYTIQUES.

Deux profils analysés seront présentés, dont le profil de référence.

a) Analyses physicochimiques.

L'examen du tableau 1 permet les constatations suivantes :

— La texture est très argileuse et n'accuse que des variations de faibles amplitudes, excepté un appauvrissement argileux superficiel du profil de référence qui n'affecte pas le second profil.

— Les taux de matière organique sont assez élevés pour les sols de ces régions et décroissent très progressivement vers la profondeur. Le rapport C/N élevé, la réaction basique de l'horizon de surface, la présence de calcaire, et l'aspect de la structure font ranger le type humus parmi les mull calciques.

— Les matières humiques contiennent plus d'acides humiques que d'acides fulviques, mais cette tendance s'inverse vers la profondeur - le rapport AF/AH croît du haut vers le bas du profil (ceci pouvant être mis en relation avec un phénomène de séquestration des matières organiques par les carbonates).

— Le complexe absorbant est bien pourvu et largement dominé par l'ion calcium. La saturation, presque atteinte dans l'horizon de surface est générale ensuite, la réaction

du sol devenant alors fortement basique. La décarbonation est nette du bas vers le haut des profils. En surface, notamment, la teneur en CO_3Ca semble particulièrement faible, mais ceci est dû en grande partie à l'élimination au tamisage des granules calcaires de taille légèrement supérieure à 2 mm, c'est-à-dire celle de la terre fine analysée.

— Les caractéristiques physiques de ces sols surprennent quand on les compare aux autres sols argileux sous même climat : leur porosité est élevée et la capacité de rétention pour l'eau utile varie entre 150 et 260 mm par mètre, ce qui constitue des valeurs importantes.

Enfin, les teneurs en phosphore dans l'ensemble des deux sols sont constantes.

TABLEAU 1. — Analyses des sols - Soils analysis

Profondeur en cm	BAN 1				BAN 3				
	0-12	12-30	30-54	54-95	0-18	18-56	56-80	80-130	130-180
Granulométrie en %									
Humidité	7,0	9,62	9,69	6,86	7,42	9,94	9,22	7,45	8,18
Argile	49,53	42,16	49,53	33,78	38,10	51,82	56,13	26,67	c
Limon fin	11,18	24,64	10,67	6,10	23,11	14,73	13,46	4,57	
Limon grossier	10,13	6,99	7,17	3,09	13,06	7,70	6,61	3,59	
Sable fin	11,71	8,15	6,04	2,47	7,81	6,96	6,50	5,62	
Sable grossier	7,23	7,02	4,14	1,72	5,02	3,91	4,67	8,14	
Matière organique	3,46	2,12	1,09	0,54	2,49	1,29	0,99	-	
Total	100,25	101,02	98,63	96,36	97,73	98,62	99,45	105,17	
Matière organique en %									
Carbone	20,06	12,30	6,31	3,10	14,45	7,50	5,73		
Azote	1,21	0,76	0,36	0,18	0,88	0,31	0,26		
C/N	16,5	16,2	17,5	17,2	16,4	24,2	22,0		
Phosphore total %	0,36	0,36	0,32	tr	0,34	0,35	0,23	tr	tr
Acidité									
pH eau 1/2,5	7,65	7,80	8,50	8,70	7,85	8,25	8,40	8,70	8,40
pH K Cl	6,20	6,60	7,10	7,45	6,70	6,70	7,00	7,45	7,15
Cations échangeables en meq %									
Calcium Ca^{++}	39,76	48,16	45,84	29,36	47,92	50,64	50,72	24,80	34,40
Magnésium Mg^{++}	3,44	3,04	4,72	4,80	2,64	3,52	6,96	1,92	5,92
Potassium K^+	0,16	0,09	0,08	0,07	0,14	0,08	0,10	0,04	0,08
Sodium Na^+	0,06	0,30	0,09	0,10	0,06	0,08	0,12	0,08	0,32
S	43,42	51,59	50,73	34,33	50,76	54,32	57,90	26,84	40,72
Capacité d'échange T	44,0	52,0	48,0	32,0	52	52	56	25	38
CO_3Ca %									
	tr	0,31	10,30	41,80	0,72	2,27	1,86	49,13	27,4
C AH %	3,08	2,83	0,66		2,94	0,63	0,48		
C A-F %	0,58	0,82	1,03		0,89	0,59	1,52		
AF/AH	0,2	0,3	1,6		0,3	0,9	3,2		
pF 3,0	29,77	33,28	33,35	27,43	33,76	37,71	42,33	29,46	35,99
pF 4,2	20,82	25,47	25,65	17,67	25,50	26,53	28,74	15,56	22,09
Porosité	37,60	34,46	26,85	34,87	33,35	28,63	26,72	45,04	35,55
Perméabilité	1,60	3,41	3,53	1,62	1,00	0,80	0,70	1,07	0,55
Fer total %									
	2,12	2,00	2,37	1,98	2,52	2,20	1,96	2,17	2,05
Fer libre %									
	0,33	0,26	0,25	0,22	0,37	0,28	0,25	0,30	0,30

b) Déterminations diffractométriques des niveaux argileux.

Comme l'atteste le tableau 2, les phyllites argileuses sont remarquablement constantes dans leur nature et leurs proportions. Ce fait suggère un développement du sol à partir d'un matériau homogène, en place (ici des cipolins), sans apports exogènes ou « pollutions » importantes.

TABLEAU 2. — Détermination des minéraux argileux
Clay minerals determination

Profil	Horizon	Montmoril.	Kaolinite	I (10-14)
BAN 1	0-12 cm	9,5	0,5	
	12-30	9,5	0,5	
	30-54	9,5	0,5	
	54-95	9,5	0,5	
BAN 3	0-18 cm	9,5	0,5	
	18-56	9,5	0,5	
	56-80	9,5	0,5	
	80-130	9,5	0,5	
	130-180	9,5	0,5	

c) Etude granulométrique et morphologique des sables.

Les résultats granulométriques sont consignés dans le tableau 3. Le calcul et la comparaison des médianes, des écarts interquartiles et des modes, indiquent des produits sableux très semblables dans les quatre horizons du profil de référence.

Les sables sont fins et montrent sous la loupe binoculaire des formes non usées ou, à peine, des grains émoussés luisants. Ces sables pourraient constituer les impuretés des cipolins qui, d'après les analyses totales, possèdent 5 à 15 % de silice.

Les résultats de l'étude de ces sables renforcent encore les preuves de l'homogénéité du matériau et suggèrent que les sols étudiés se sont développés à partir de l'altération des cipolins.

d) Examens micromorphologiques.

La roche mère : elle apparaît comme constituée :

— de passées centimétriques de très gros cristaux de calcite (150 à 280 μ) à clivages fins losangiques et macles polysynthétiques. Les grains de quartz grossier anguleux (500 μ en moyenne) sont épars et assez peu nombreux.

— de passées et lentilles de cristaux de calcite plus petits (20 à 50 μ) dans lesquelles les quartz sont absents.

L'horizon Bca : il présente un assemblage granulaire de calcite microcristalline (6 à 8 μ) à crystallaria de rhomboèdres plus volumineux (50 μ) autour des vides circulaires. Quelques plages de plasma argileux asépiques, imprégnées d'oxydes et hydroxydes de fer bruns, forment des masses floconneuses se surimposant à la calcite sous-jacente. Des concentrations nodulaires diffuses s'individualisent au sein de ces masses. Les grains de quartz épars et les fissures, très nombreuses ne sont pas entourés de calcite plus largement cristallisée.

Ces observations permettent d'interpréter l'horizon Bca comme constitué de calcaire secondaire (calcite microcristalline) et tertiaire (crystallaria).

La photographie de la planche 2 (cl. n° 2221) prise à l'aide du microscope électronique à balayage permet de distinguer le réseau de montmorillonite et les grains de la calcite.

V. — ESSAI DE CLASSIFICATION - DISCUSSION - GEOGRAPHIE DES SOLS.

a) Classification.

Avant de tenter de classer les sols précédemment décrits et analysés, il peut être opportun de résumer leurs principaux caractères qui nous paraissent être :

- la structure fine de l'horizon supérieur et sa cohésion d'ensemble faible,
- la décroissance très progressive de la teneur en matière organique avec la profondeur,
- le taux relativement élevé de cette matière organique en surface (plus de 2%),
- la présence de débris calcaires même de petite taille jusqu'en haut des profils et l'effervescence vive dans tous les horizons au test à l'acide,
- l'individualisation d'un horizon d'amas calcaires friables (RUELLAN, 1970) sous un ou des horizons argileux structurés à faces et fentes de décollement nombreuses,
- les faces lissées rares.

1. Place dans la classification française.

On peut au départ hésiter entre les classes des sols calcimagnésiques, des vertisols et des sols isohumiques suivant que l'on considère la présence de calcaire dans l'ensemble du profil, ou la présence de faces lissées, ou la décroissance progressive du taux de matière organique comme facteur principal.

La classification C.P.C.S. (1967) est ambiguë sur les critères permettant de lever cette indétermination (tableau 3).

TABLEAU 3. — *Diverses possibilités fournies par la classification française (C.P.C.S.)*
Some possibilities for the classification of this soil in the french CPCS system

Classe choisie	Caractères justifiant le choix	Caractères défavorables au choix
Sols calco-magnésiques	Partie supérieur du profil	Caractères vertiques et isohumiques
Sols isohumiques	Caractères morphologiques et chimiques	Zonalité sub-aride de l'isohumique
Vertisols lithomorphes	Relief gilgai et faces lissées fréquentes	Présence d'horizons et notamment du (B) Ca différencié
Sols fersiallitiques		Couleur - Présence de carbonates en A et B - Fer libre < 0,5 %

La persistance du calcaire dans tout le profil et la différenciation d'un horizon (B) ca, entre autres caractères, nous fait adopter la position suivante :

Classe des sols calcimagnésiques, sous-classe des sols carbonatés, groupe des sols bruns calcaires et sous-groupe au choix : à encroutement calcaire ou brun calcaire vertique, ce dernier ayant notre préférence dans la version CPCS de 1967.

Dans la classification des sols de AUBERT (1965) le choix à faire est entre les rendzines encroustées et les sols bruns calcaires modaux ou vertiques, du groupe des rendzines à horizon, de la sous-classe des sols rendziniiformes, de la classe des sols calcimagnésimorphes.

2) Place dans la classification américaine.

L'horizon de surface s'apparente parfaitement à l'épidon mollique des américains. Il en a tous les caractères. Parmi les mollisols de la Soil Taxonomy (1973), les rendolls qui correspondent à nos rendzines vraies peu épaisses, ne conviennent pas car ils n'admettent pas d'horizon d'accumulation en carbonates ni de taux trop faibles de CO_3Ca .

Les sols étudiés peuvent rentrer, par contre, dans la définition des ustolls et en particulier des vertic calcistolls. Ce terme contient alors toutes les caractéristiques essentielles mises en évidence : la structure de l'horizon de surface et le taux de carbone reactivement élevé, la présence de calcaire dans tous les horizons et en particulier le développement d'un horizon calcaire différencié profond, la structure vertique et les fentes de retrait, et enfin, la richesse en argile constituée en grande majorité par de la montmorillonite.

b) Discussion

La présence des caractères vertiques, calcaires et isohumiques au sein des mêmes profils rendent, nous venons de le voir, la classification de ces sols difficile.

Il faut remarquer que dans la plupart des cas les premières tentatives de classification ont souvent associé les sols argileux foncés, les sols calcaires et les sols isohumiques, avant que la classe des vertisols soit créée.

Historiquement, les classificateurs français ont placé tout d'abord ces sols dans les sols hydromorphes (AUBERT 1954), puis dans les sols calcimorphes (AUBERT et DUCHAUFOR 1956), et enfin dans une classe à part, celle des vertisols en 1965.

DUDAL (1967) rend compte également de l'imbrication de ces différents caractères et types de sols à l'intérieur de l'ensemble des sols argileux foncés. Il signale notamment que certains sols isohumiques, les chernozems d'U.R.S.S., seraient proches des sols argileux foncés.

En Australie, PRESCOTT (1931), propose qu'une définition distinctive soit trouvée entre les rendzines et les terres noires et indique qu'il peut y avoir des similitudes entre les terres noires tropicales et les chernozems. STACE et al. (1968) précisent que les terres noires et les chernozems sont très similaires en Australie, et que les rendzines et les chernozems ont le même profil que les sols noirs peu épais. Pour MOHR et VAN BAREN (1972) la présence de faces lissées doit lever l'indétermination en faveur des vertisols.

c) Géographie des sols carbonatés sous climats méditerranéens et tropicaux.

En Afrique du Nord et au Moyen Orient, c'est-à-dire sous climat méditerranéen, les sols rendziniiformes et rendzines sont fréquents. RUELLAN (1970) les note sur roches mères calcaires ou sur marnes, sous 400 à 500 mm de pluviométrie moyenne au Maroc.

Différents travaux les signalent en Algérie et en Tunisie. LAMOUREUX (1971) au Liban trouve sous 1.200 mm des sols contenant encore 37 % de CO_3Ca à un mètre de profondeur.

La carte mondiale des sols FAO/UNESCO (1973) indique de grandes étendues de xérosols calciques dans toute l'Afrique du Nord entre le 30° et le 36° degré de latitude nord. Ces sols se retrouvent dans la corne éthiopienne, associés à des rendzines.

Sur la côte ouest de Madagascar HERVIEU (1968) décrit des rendzines noires et des sols bruns calcaires sous 550 mm de précipitations sur relief de calcaires gréseux.

Sous 1.050 mm, sur calcaire légèrement marneux, le même auteur observe par contre des sols ferrugineux tropicaux. Dans la partie sud de l'Afrique, d'immenses étendues sont cartographiées en xérosols calcaïques, de l'extrême pointe du continent jusqu'au 17° degré latitude sud (FAO/UNESCO 1973).

Plus près de nous, MAIGNIEN (1961) a décrit et cartographié des sols calcimorphes strictement liés aux affleurements calcaires de la presqu'île du Cap Vert au Sénégal sous des pluviométries de 500 à 600 mm.

Pour cet auteur, les rendzines se développeraient sur marnes et calcaires tendres, les calcaires durs supportant surtout des sols d'argiles noires (vertisols).

Par accentuation du drainage interne et décarbonatation accrue, on aboutit au même résultat. MAIGNIEN note que certains de ces sols calcaires sont tirsifiés en profondeur et passent alors aux vertisols actuels.

Enfin, on peut trouver des sols carbonatés dans les pays équatoriaux humides. Ainsi en Nouvelle Guinée, HAANTJENS et al. (1967) ont étudié sur calcaires et sur fortes pentes des sols morphologiquement et chimiquement identiques aux nôtres avec du carbonate de calcium jusqu'en surface. Ces sols sont rangés dans les « lithomorphie soils » et supposés jeunes. Certains sont développés sur coraux. Les pluviométries annuelles vont de 2.000 à 2.500 mm en moyenne mais peuvent atteindre 5.000 mm en régions montagneuses.

TERCINIER (1962) en Nouvelle Calédonie a inventorié des sols calcimorphes, dont des rendzines et des sols d'argiles noires sursaturés en calcium, sous pluviométrie variant de 800 mm sur le littoral à 3.000 mm dans les chaînes centrales. Cet auteur précise qu'à la limite « la distinction entre rendzines et sols noirs tropicaux sursaturés en calcium est tout à fait artificielle ». Ces derniers passent sous une pluviométrie supérieure à 1.100 mm aux sols noirs tropicaux modaux qui sont les vertisols.

VI. — CONCLUSIONS.

L'étude de sols bruns calcaires à horizon (B)ca bien différencié sur cipolins, au Sénégal Oriental sous climat tropical à saisons contrastées dont la pluviométrie annuelle est de l'ordre de 1.400 mm, et la présence de tels sols dans diverses régions du globe sous des pluviométries diverses et quelquefois supérieures indiquent que l'intrazonalité stricte est le plus souvent la règle. Malgré la situation sur pente, souvent accentuée, et malgré la pluviosité importante du climat considéré comme lexiviant et ferralitisant, le maintien du calcium reste élevé dans une grande partie du profil.

Ces sols se développent sur des affleurements de calcaires sains ou peu altérés. Dans les régions où une vieille et puissante altération de type latérique a régné jusqu'au début du quaternaire, en Afrique et en Australie ou dans le Pacifique par exemple, ces affleurements n'ont pu être remis en surface que par des mécanismes de rajeunissement (déblaiement, mouvements tectoniques...). Rajeunissement qui est favorisé ici par la faible épaisseur du manteau d'altération recouvrant les roches calcaires.

Dans le cas étudié, les marbres et cipolins se trouvent être en relief dans le paysage contrairement aux schistes environnants qui sont profondément altérés. Si ces sols, peu fréquents en Afrique au sud du Sahara et jusqu'à l'équateur ont toujours été considérés comme typiques des zones semi-arides, c'est parce que les affleurements de calcaires indispensables à leur individualisation sont rares dans les régions tropicales, ou oblitérés par un vieux manteau d'altération décarbonaté.

Remarquons cependant qu'en régions tropicales humides ou sub-humides, les sols calci-magnésiques se situent généralement sur pentes faibles à moyennes de reliefs calcaires. Sinon en zones planes, les caractères vertiques s'amplifient.

Ces sols sont donc sous la dépendance étroite du facteur roche mère, plus que celle de tout autre facteur, le facteur climatique en particulier.

Les auteurs remercient MM. M. LAMOUREUX, A. RUELLAN et G. PEDRO pour leurs critiques et suggestions.

Bibliographie

- AUBERT G. (1954). — Classification des sols utilisés dans les territoires tropicaux de l'Union française. C.R. deux Conf. interafr. sols, 2, p. 706-708.
- AUBERT G. (1965). — Classification des sols. Tableaux des classes, sous-classes, groupes et sous-groupes de sols utilisés par la Section de Pédologie de l'ORSTOM. Cah. ORSTOM, sér. Pédol., vol. III, fasc. 3, pp. 268-288.
- AUBERT G., DUCHAUFOUR Ph. (1956). — Projet de classification des sols. Rap. VI^e Congr. intern. Sc. Sol, Paris, vol. E, pp. 597-604.
- C.P.C.S. (1967). — Classification des sols. Commission de Pédologie et de Cartographie des sols. Lab. Géol. Péd. E.N.S.A. de Grignon, 87 p. ronéo.
- D'HOORE J. (1964). — La carte des sols d'Afrique au 1/5.000.000 ; une carte en 7 feuilles et un mémoire explicatif, 209 p. Projet conjoint n° 11, C.C.T.A., Lagos, Public n° 93.
- DUDAL R. (1967). — Sols argileux foncés des régions tropicales et subtropicales. Coll. F.A.O. Agriculture, Rome, Cahier n° 83, p. 172 p.
- F.A.O.-U.N.E.S.C.O. (1973). — Carte mondiale des sols au 1/5.000.000 Afrique en 3 feuilles. Publ. U.N.E.S.C.O., Paris.
- HAANTJENS M.A., REYNDERS J.J., MOUTHAN W.L.P.J., VAN BAREN F.A. (1967). — Major soil groups of New Guinea and their distribution. Comm. Depart. Agri. Res. Royal Trop. Inst. Amsterdam, 87 p., 2 cartes, h-t.
- HERVIEU J. (1968). — Contribution à l'étude de l'alluvionnement en milieu tropical. Mém. Off. Rech. Sc. Tech. O. mer Fr, n° 24, 465 p., 1 carte h-t.
- LAMOUREUX M. (1971). — Etude des sols formés sur roches carbonatées. Pédogenèse fersiallitique au Liban. Thèse Sci. Strasbourg ORSTOM, Bondy, 314 p. multigr.
- MAIGNIEN R. (1961). — Les sols de la Presqu'île du Cap Vert. Rapp. Off. Rech. Sc. Tech. O. Mer, Dakar, 163 p. multigr. 3 cartes h-t.
- MOHR E.C.J., VAN BAREN F.A., VAN SCHUYLENBORGH J. (1972). — Tropical soils. A comprehensive study of their genesis. 3^e Ed. Mouton, Ichtdar Baru, Van Hoeve Ed., Paris, Djakarta, La Haye, 481 p.
- PRESCOTT J.A. (1931). — The soils of Australia in relation t. végétation and climate. Bull. Sci. Res. Austra 52, p. 82.
- RUELLAN A. (1970). — Les sols à profil calcaire différencié des plaines de la Basse Moulouya (Maroc occidental). Thèse Sci. Strasbourg et Mém. Off. Rech. Sc. Tech. O. Mer, n° 52, 302 p.
- Soil Taxonomy (1973). — A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. U.S. depart. of Agric., Washington, 330 p.
- STACE H.C.T. and al (1968). — Handbook of Australian soils. Adelaïde, 435 p.
- TERCINIER G. (1962). — Les sols de la Nouvelle-Calédonie. Cah. Off. Rech. Sc. Tech. O. Mer, série Pédologie, n° 1, Paris, 51 p.

(Reçu pour publication : mai 1978.)

VERTIC BROWN SOILS IN EASTERN SENEGAL

SUMMARY

The calcic magnesian soils are rare in Africa, South of the Sahara. The authors describe here some calcic-magnesian soils with differentiated (B) Ca which developed from Birrimian crystalline limestones under tropical climate with alternate seasons and mean annual rainfall of 1400 mm. This study was performed on the boundary of Senegal and Guinea (fig. I).

The typical profile BAN 3 permits the authors to identify and to describe 5 horizons developed in situ from the crystalline limestone which are the following: A1, A(B), (B), (B) Ca, (B) Ca C. These different horizons were analyzed (table 1) and their clay minerals identified (table 2). The (B) Ca horizon was studied by means of microscope and stereoscan (photo on figure II).

The principal characteristics of these soils are the following:

- *fine structure of the upper horizon and weak cohesion;*
- *very progressive decrease of the percentage of organic matter as a function of depth;*
- *relatively high percentage of this organic matter near the surface (higher than 2%);*
- *occurrence of calcareous fragments, even very small, up to the top of profiles and strong effervescence to the acid test;*
- *individualization of a horizon of friable calcareous fragments under one or two clayey horizons the structure of which is characterized by many saddle lodes and sides;*
- *rare slicken sides.*

The place of this soil in the french CPCS classification (table 3) and in the american one is discussed after its morphologic and physico chemical properties.

The soil is compared to the principal soils described in the warm mediterranean and tropical countries and having similar characteristics.

The specificity of the soils with differentiated (B) Ca of Bandafassi is that their genesis is strictly related to the calcareous nature of parent rock first of all the other factors especially the climatic one. Topography also intervenes, since these soils develop on more or less high slopes, whilst in level zones the vertic characteristics increase.

(Extrait de « Science du Sol - Bulletin de l'A.F.E.S. », n° 1 - 1978)

Sur la présence de sols bruns calcaires vertiques au Sénégal oriental

par **J.-C. LEPRUN** et **A. BLOT**
(O.R.S.T.O.M.)

23 OCT. 1978

O. R. S. T. O. M. *OX*

Collection de Référence

n° *B 9354* *Pedo.*