

Les grands types de sols du Sénégal

RÉSUMÉ

Les sols les plus représentatifs du Sénégal sont décrits morphologiquement et analytiquement et la distribution spatiale et les contraintes de mise en valeur agricole sont indiquées. Les avantages et inconvénients des différents systèmes de classification sont en outre examinés. Il en ressort que la Base de référence mondiale (BRM) dispose de critères précis qu'il faut retrouver sur le terrain ou à l'issue d'analyses pour pouvoir situer un profil par rapport à la référence. Une tentative de corrélation est également faite avec la BRM. Les sols décrits peuvent avoir une correspondance non univoque, et posent quelques difficultés quant à la quantification de certains paramètres. La présentation des grands types de sols permet d'identifier douze types de sols assez bien représentés au Sénégal. Cette situation simplifiée a l'avantage d'offrir aux non spécialistes une vue claire des sols du Sénégal sans rentrer dans des nuances qui ne sont pas toujours faciles à saisir. Ceci ne doit cependant pas faire oublier que la réalité est plus complexe, car plus de cinquante unités ont été décrites dans la légende de la Carte pédologique du Sénégal au 1/1000 000.

INTRODUCTION

Le Sénégal est situé à la pointe extrême occidentale de l'Afrique, à l'intérieur des coordonnées géographiques suivantes: 12° 10' - 17° 30' de longitude O, 12° 20' - 16° 40' de latitude N.

Le pays est limité par la Mauritanie au nord, le Mali à l'est; la Guinée et la Guinée-Bissau au sud, l'Océan Atlantique à l'ouest. La Gambie constitue une enclave de l'ordre de 15000 km² le long du fleuve Gambie.

DESCRIPTION DES SOLS DOMINANTS

Les grands types de sols du Sénégal sont:

- Les sols minéraux bruts de cuirasse sur schiste (2,4 pour cent);
- Les sols minéraux bruts de cuirasse sur grès argileux (8,1 pour cent);
- Les sols gravillonnaires sur cuirasse (11,6 pour cent);
- Les sols brun-rouge subarides sur sable (14,2 pour cent)
- Les sols ferrugineux tropicaux faiblement lessivés sur sable (Dior, 20 pour cent);
- Les sols ferrugineux tropicaux lessivés sur grès sablo-argileux (17,2 pour cent);
- Les sols ferrugineux tropicaux lessivés cuirassés sur schiste (12,4 pour cent);
- Les sols faiblement ferrallitiques sur grès sablo-argileux (6,2 pour cent);
- Les sols halomorphes sur alluvions argileuses (1,9 pour cent);
- Les sols hydromorphes sur argile de décantation (0,2 pour cent);

Mamadou Khouma
ISRA CNRA de Bambey

Les sols hydromorphes sur argile (3,3 pour cent);
Les sols sulfatés acides sur sable (2,5 pour cent).

Les profils décrits proviennent des études de Chauvel, A. (1967), FAO (1975), Kaloga, B. (1966), Maignien, R. (1965), FAO- PNUD-OMVG (1986,1987, 1988) et du Projet RAF 82/047.

Sols minéraux bruts d'érosion sur schistes

On retrouve ces sols sur les affleurements de schistes localisés sur certaines pentes fortes (colline de N'débou, bordure du massif de Mali).

Sols minéraux bruts de cuirasse sur grès argileux

Les cuirasses qui sont des témoins de la surface Eocène et du relief intermédiaire correspondent aux sommets tabulaires de quelques collines d'altitude supérieure à 380 mètres (collines de Bandafassi, de N'débou et de Lakanta). Ces cuirasses présentent parfois les caractéristiques d'une évolution ferrallitique (altération en "pain d'épice"). Elles sont généralement fortement démantelées. La grande majorité des surfaces cuirassées semble être constituée par les matériaux résiduels du Moyen glaciaire. Les cuirasses y forment, le plus souvent, de vastes zones planes où la surface du sol est jonchée de gravillons et de nombreux blocs et pierres de cuirasse épars, produit de leur démantèlement superficiel. La cuirasse est souvent ferrugineuse, massive, à induration forte, constituée essentiellement par un squelette rouge sombre ou brun-rouge, parfois à taches noires et cimentant de nombreux gravillons ferrugineux: elle est qualifiée de type ancien. Le type subactuel est une cuirasse à carapace ferrugineuse à squelette rouille à rouge, anastomosé, à inclusion de terre fine argileuse jaune clair cheminée par les termites (Chauvel, 1967). Il s'agit de sols squelettiques sur grès et quartzites

Sols gravillonnaires sur cuirasse

Les sols sur matériau gravillonnaire font partie des sols les plus représentés dans le sud-est du Sénégal. Ces sols gravillonnaires s'intercalent entre les zones cuirassées dont il n'est pas toujours facile de les séparer dans une représentation à grande échelle (Khouma, 1995). Les matériaux gravillonnaires sont très hétérogènes. En fonction des recouvrements superficiels, de la proportion de terre fine et de l'épaisseur, on peut observer:

- des sols essentiellement gravillonnaires;
- des sols gravillonnaires à recouvrement sableux;
- des sols gravillonnaires plus ou moins argilo-sableux et à recouvrement sableux.

Ils reposent sur une cuirasse qui constitue la source des gravillons. Kaloga définit le gravillon comme étant « des débris de cuirasse ou de carapace ferrugineuse, souvent émoussés ou arrondis, de la taille des graviers et d'origine allochtone certaine ». Le terme concrétion est réservé aux éléments ferrugineux et (ou) manganifères individualisés en place tandis que l'appellation gravier est réservée aux éléments non ferrugineux.

Description d'un sol gravillonnaire (Oussoukala)

Surface gravillonnaire parsemée de nombreuses pierres de cuirasse.

0- 9 cm	Couleur gris-beige, horizon humifère–gravillonnaire, à terre fine sablo-argileuse, ensemble très hétérogène, structure de la terre fine, polyédrique, petite, bien développée, porosité très forte, nombreuses et fines racines.
29-80 cm	Couleur beige-rouge, très gravillonnaire, terre fine sablo-argileuse, carapace ferrugineuse cimentant irrégulièrement les gravillons, nombreux cailloux de cuirasse. L'ensemble, très vacuolaire, présente une cohésion variable et peut facilement être attaqué au piochon. Aspect stratifié, plus ou moins festonné. Présence de racines fortement contournées.
80–100 cm	Niveau de carapace, très gravillonnaire, à terre fine argilo-sableuse, à structure polyédrique. Quelques passées de cailloux de quartz cimentés par la carapace

Résultats d'analyses: sol gravillonnaire (Oussoukala)

- La proportion de terre fine est très variable. Elle est plus élevée en surface (30 à 50 pour cent), plus réduite dans le deuxième horizon (25 à 45 pour cent) et légèrement croissante dans le troisième (40 à 50 pour cent).
- La texture de la terre fine est sablo–argileuse, sablo–limoneuse ou argilo-limoneuse en surface, puis argilo-sableuse, argilo-limoneuse ou argileuse en profondeur.
- La capacité d'échange est toujours maximum dans l'horizon de surface: elle varie de 3 à 10 méq pour 100 g de terre fine, de l'ordre de 3 à 7 méq dans les deuxième et troisième horizons.
- Le taux de saturation est proche de 100 en surface.
- Le pH dans l'horizon de surface est compris entre 6 et 7.
- La teneur en matière organique est généralement élevée en surface (supérieure à 2 pour cent dans la plupart des cas), avec un rapport C/N voisin de 13.
- La teneur en azote est de l'ordre de 1 pour mille en surface.
- La teneur en phosphore total est comprise entre 0,5 et 1,2 pour mille dans l'horizon de surface.

Sols brun-rouge subarides sur sable

Ce sont des sols formés sur les dunes ogoliennes. Ils présentent une couleur rouge uniforme sur tout le profil avec une teneur en matière organique faible mais homogène sur une bonne partie du profil. La teneur en éléments fins est également faible. Leur complexe absorbant est fortement saturé. Ils sont très sensibles à l'érosion éolienne lorsqu'ils sont dénudés.

Description d'un sol brun-rouge subaride (Fanaye Diéri)

0-40 cm	Sec sur 2 cm et devenant frais en profondeur; brun grisâtre; humifère; texture très sableuse à sables fins; grains de quartz roses et hyalins; structure fondue; cohésion faible; porosité d'ensemble bonne; radicules fines. Passage progressif à l'horizon suivant
40-56 cm	Humide; brun légèrement rougeâtre; apparemment légèrement humifère; horizon de transition; texture très sableuse; structure fondue; cohésion faible; porosité assez bonne; quelques radicules. A partir de 56 cm, passage brutal à un matériau sec assez cohérent et de couleur brun–rouge.

56–150 cm Sec; brun rougeâtre; texture sableuse à sables fins avec grains de quartz roses, hyalins, structure massive large et ferme; cohésion forte; porosité moyenne à faible; quelques grosses racines.

Résultats d'analyses: sol brun-rouge subaride (Fanaye Diéri)

Profondeur (cm)	0-10	10-40	40-56	56-150
Argile	4,8	10,2	12,2	8,4
Limon fin	1,3	0,8	0,8	1,3
Limon grossier	4,8	2,5	2,5	2,5
Sable fin	47,1	39,3	38,6	39,4
Sable grossier	41,6	46,6	45,6	48
Matière organique	0,3	0,3	-	-
C ‰	1,48	1,52	-	-
N ‰	0,12	0,13	-	-
C/N	12,3	11,7	-	-
pH eau ½,5	7,6	7,5	7,4	8
pH KCL	5,5	5,3	5,5	5,7
Ca ++	1,74	1,88	2,20	1,94
Mg ++	-	1,10	1,58	2,04
K +	0,11	0,12	0,15	0,12
Na +	0,02	0,02	0,02	0,02
S	1,87	3,16	3,95	4,12
T	1,89	3,53	3,57	3,58
S/T pour cent	98,9	89,5	-	-
Fer total Fe ₂ O ₃ pour cent	1,10	1,55	1,75	1,43
Fer libre Fe ₂ O ₃ pour cent	0,64	0,94	0,68	1,00

Sols ferrugineux tropicaux faiblement lessivés sur sable (Dior)

On les rencontre majoritairement sur l'ancien erg du Cayor et dans quelques plaines. 'Dior' signifie étendue de sable en Ouolof. Ces sols se caractérisent par une texture sableuse comprenant plus de 95 pour cent de sables totaux. Ils ont une structure particulière devenant fondue à sec. Leur teneur en carbone est très faible (0.20 pour cent en moyenne) de même que leur teneur en azote total (0.15 pour mille en moyenne) et en bases échangeables (0.7 méq/100g pour Ca, 0.04 pour K et 0.5 pour Mg). Ils ont un pH entre 5,4 et 6,1, et un faible pouvoir tampon.

Lors du dessèchement, il se produit une prise en masse qui rend difficile tout travail du sol avec les moyens traditionnels de traction. Leur capacité de rétention en eau est faible. Les teneurs en eau utile des horizons de surface sont de l'ordre de 4,5 pour cent contre 6 pour cent pour les horizons de profondeur. La kaolinite est le type d'argile dominant. La coloration rouge en profondeur est due à un certain lessivage du fer.

Ils se caractérisent aussi par leur mauvaise structure qui les rend peu perméables lorsqu'ils sont gorgés d'eau sur les premiers centimètres. Ils sont sensibles à l'encroûtement.

Les sols Dior situés en position d'interdunes sont le siège d'accumulation de matériaux d'origine éolienne et hydrique, constitués de sable, d'argile et de limon et se singularisent par une couleur gris-blanc dominante.

Description d'un sol ferrugineux tropical faiblement lessivé sur sable (Bambey)

Sole I Nord CNRA de Bambey, sommet de dune

- 0-20 cm Horizon de couleur 10 YR 7/4, brun très pâle à sec, sans taches, assez riche en matière organique bien décomposée, la texture sableuse à sable fin sans structure ou massive, transition distincte et régulière, consistance rigide, non plastique; peu cimenté, pores communs et fins, tubulaires, sans orientation dominante. Racines nombreuses de petite taille dans la masse de l'horizon; nombreuses galeries d'insectes.
- 20-60 cm Horizon de couleur 10 YR 8/3, brun très pâle à sec, sans taches, assez riche en matière organique bien décomposée, de texture sableuse, à sable fin sans structure ou massive, transition distincte et régulière, consistance rigide, non plastique, peu cimenté, pores communs, fins, tubulaires, sans orientation dominante. Quelques racines fines dans la masse de l'horizon, quelques débris de poterie et de charbon de bois, galeries d'insectes.
- 60–100 cm Horizon de couleur 10 YR 6/3, brun pâle à sec, avec des traînées plus ou moins horizontales de couleur 7,5 YR 5/6, brun vif à limite nette, pauvre en matière organique, de texture sableuse à sable fin, structure massive, rigide non plastique, transition distincte et régulière, peu cimenté, pores communs, fins, tubulaires, sans orientation dominante, quelques débris de poterie et charbon de bois; pas de racine, quelques galeries d'insectes.
- 100–175 cm Horizon de couleur 7,5 YR 6/6, jaune rougeâtre, à sec, traînées plus ou moins horizontales de couleur 7,5 YR 5/6, brun vif à limite nette, structure massive, transition distincte et régulière, semi-rigide, non plastique, peu cimenté, pores communs, fins, tubulaires et sans orientation dominante; pas de racine, quelques débris de poterie et galeries d'insectes.
- 175–235 cm Horizon de couleur 7,5 YR 6/6 jaune rougeâtre, à sec; traînées plus ou moins horizontales de couleur 7,5 YR 5/6, brun vif à limite nette, pauvre en matière organique, de texture sableuse à sable fin, structure massive, consistance rigide, peu cimenté, peu friable, pores communs, fins, tubulaires et sans orientation dominante, des débris de poterie, des nodules ferrugineux fréquents, pas de racine.

Résultats analytiques: sol ferrugineux tropical faiblement lessivé sur sable (Bambey)

Profondeur (cm)	0-20	20-60	60-100	100-175	175-235
Argile	3,3	5,3	5,3	5,3	3,8
Limon	1,5	2,8	2,5	2,5	1,8
Sable fin	4,1	4,4	4,1	3,6	3,3

Sable moyen	70,8	64,5	66,6	68,5	69,5
Sable grossier	19,8	22,7	21,3	20,1	21,7
C ‰	2,24	2,14	2,01	2,17	1,61
N ‰	0,19	0,19	0,16	0,12	0,07
C/N	11,8	11,3	12,6	18,1	23,0
P ₂ O ₅ total pour cent	0,180	0,210	0,160	0,205	0,130
pH eau ½,5	5,4	5,5	5,5	5,8	6,1
pH KCL	4,4	4,2	4,2	4,5	5,0
Ca ++	0,7	1,2	0,9	1,5	1,09
Mg ++	0,2	0,5	0,5	0,7	0,3
K +	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03
Na +	0,006	0,006	0,02	0,02	0,02
S	0,95	1,81	1,45	2,26	1,44
T	1,75	2,6	2,0	2,35	1,45
S/T pour cent	54	70	73	96	99

Sols ferrugineux tropicaux lessivés sur grès sablo-argileux

On les rencontre sur les plateaux et versants dans la moitié sud du pays. Ils peuvent être de couleur rouge ou beige. Ils présentent un horizon d'accumulation d'argile. La présence de taches et concrétions ferrugineuses est fréquente. Ils peuvent aussi être indurés. La kaolinite reste le type d'argile dominant. Ils sont souvent déficients en phosphore assimilable.

Ces sols sont largement représentés dans le Niombato, au nord et au sud de Kaffrine et au sud de Goudiry jusque vers Dialakoto au S.E. Ce sont des sols très caractéristiques qui se sont développés sur les entailles du Continental Terminal. Ils sont très largement exploités en vue de la culture de l'arachide. Ils correspondent aux anciennes « terres neuves » du Sénégal.

Exemple observé près du village de Hanene (Laghem oriental), modelé doucement vallonné, mi-pente d'un glacis se raccordant à un bas-plateau; pente 2-3 pour cent; savane parc à *Cordyla africana*, jachère à arachide.

Description d'un sol ferrugineux tropical lessivé sur grès sablo-argileux (Hanene)

0-25 cm	Gris-brun sableux; structure nuciforme un peu anguleuse, légèrement durcie, peu stable; poreux.
25-50 cm	beige grisâtre; sableux; structure peu développée à tendance nuciforme; lessivé.
50-85 cm	beige, légèrement rougi; sableux; structure peu développée, particulière; assez poreux; lessivé.
85-155 cm	beige plus clair; sablo-argileux; structure à tendance polyédrique massive, pseudo-sableux; porosité relativement bonne; légère ségrégation du fer vers le bas de l'horizon, sous forme de taches diffuses et de marbrures ocre-rouille.

155–210 cm	beige jaunâtre, très clair; sablo-argileux; taches ferrugineuses bien individualisées, peu nombreuses, légèrement durcies, se coupant à l'angle; structure fondue
> 210 cm	sables argileux jaunâtres (Continental Terminal).

Résultats analytiques: sol ferrugineux tropical lessivé sur grès sablo-argileux (Hanene)

Profondeur (cm)	0-25	50-85	85-155	155-210
GRANULOMÉTRIE (%)				
Sable grossier	30,2	30,6	28,6	27,7
Sable fin	61,4	57,5	46,9	48,5
Limon	3,5	2,3	2,7	3,7
Argile	3,3	8,0	19,8	16,5
Matière organique	0,74	0,19	-	-
MATIÈRE ORGANIQUE (‰)				
Carbone	4,3	1,1	-	-
Azote	0,27	0,09	-	-
C/N	15,9	12,2	-	-
BASES ÉCHANGEABLES (%)				
Ca méq	1,6	0,7	0,9	0,75
Mg méq	0,5	0,4	0,6	0,4
K méq	0,11	0,09	0,09	0,11
ACIDE PHOSPHORIQUE TOTAL (‰)				
	0,43	0,29	0,27	0,34
pH eau	6,6	6,5	5,5	5,8

Sols ferrugineux tropicaux lessivés cuirassés sur schiste

Ils sont très largement représentés à l'est du Sénégal. Ils ont des caractères d'hydromorphie très prononcés et sont associés à des cuirasses de bas de pente, formant de vastes glacis abritant très peu d'arbres.

Sols faiblement ferrallitiques

Ces sols se sont formés sur le matériau sablo-argileux du Continental Terminal et se caractérisent par leur couleur rouge uniforme, une faible capacité d'échange cationique et l'homogénéité du profil. Ils sont pauvres en limons et riches en fer et alumine libre. Les propriétés physiques de ces sols sont généralement bonnes avec une grande profondeur et une structure finement polyédrique. La teneur en matière organique sous forêt peut atteindre 2,1 pour cent, mais dès qu'ils sont mis en culture, celle-ci décroît pour se stabiliser autour de 1 pour cent (Fauk *et al.*, 1969).

Description d'un profil de sol faiblement ferrallitique (Kounayan)

0-8 cm	7,5 YR 4/4, brun foncé; sec sans taches; à matière organique non directement décelable; aucune effervescence; sans éléments grossiers; texture sableuse à sables grossiers siliceux; structure d'ensemble massive avec en surface une
--------	---

structure feuilletée due à l'action hydrique; porosité tubulaire fine, bonne; matériaux à consistance rigide, non plastique et non collant; assez friable; chevelu racinaire; horizon labouré; activité biologique forte; quelques morceaux de charbon. Passage diffus à

8-20 cm 2,5 YR 4/4, brun rougeâtre, sec; sans taches; à matière organique non directement décelable; sans effervescence; sans éléments grossiers; texture sableuse légèrement argileuse à sables grossiers siliceux ferruginisés et hyalins; structure massive à débit peu aisé, polyédrique grossier; porosité tubulaire fine bonne; matériau à consistance rigide non plastique et collant; chevelu racinaire; horizon labouré; activité biologique moyenne. Passage graduel à

20-50 cm 2,5 YR 3.5/6, rouge foncé, sec; sans taches; sans éléments grossiers; sans efflorescence; texture sablo-argileuse à sables grossiers siliceux; structure d'ensemble massive à débit peu aisé, polyédrique grossier subanguleux; cohésion forte, porosité tubulaire bonne; matériaux peu plastiques et peu collants; activité biologique moyenne. Passage graduel à

50-105 cm 2,5 YR 4/6, rouge, légèrement frais; sans tache; sans éléments grossiers; texture sablo-argileuse à argilo-sableuse; à sables grossiers siliceux, structure massive bien nette à débit peu aisé polyédrique subanguleux grossier, cohésion plutôt forte, porosité tubulaire fine, moyenne à faible; horizon compact, apparition de nodules argileux à la base de l'horizon; matériaux plastiques et collants; activité biologique moyenne. Passage graduel à

105-170 cm 10 R 4/6 rouge, légèrement frais; sans tache; sans éléments grossiers, texture argilo-sableuse à sables grossiers siliceux ferruginisés et hyalins, structure d'ensemble massive à sous-structure polyédrique subanguleuse grossière; cohésion forte à moyenne, très forte au niveau des nodules argileux; porosité moyenne; matériaux plastiques et collants; activité biologique moyenne.

Résultats d'analyses: sol faiblement ferrallitique (Kounayan)

Profondeur (cm)	0-8	8-20	20-50	50-105	105-170
Argile	13,7	14,2	26,2	45,0	42,7
Limon fin	2,0	4,8	5,8	2,8	2,8
Limon grossier	7,9	6,9	6,4	3,5	4,4
Sable fin	34,8	32,5	27,7	19,7	21,3
Sable grossier	39,8	40,6	32,0	23,8	25,7
Matière organique	1,5	0,8	0,7		
C ‰	9,6	4,4	4,2		
N ‰	0,64	0,41	0,41		
C/N	13,4	10,7	10,2		
P ₂ O ₅ total ‰	0,16	0,13	0,18		
pH eau 1/2,5	6,2	6,0	5,1	5,0	5,1
pH KCL	5,2	4,5	4,0	4,2	4,3
Ca ++	1,94	0,74	0,24	0,58	0,46

Mg ⁺⁺	1,22	0,78	0,50	0,58	0,44
K ⁺	0,06	0,02	0,03	0,03	0,03
Na ⁺	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02
S	3,25	1,55	0,79	1,21	0,95
T	3,78	3,17	3,87	4,45	2,58
S/T %	86	49	20	27	37
Fer total Fe ₂ O ₃ %	1,63	1,88	2,94	4,63	4,75
Fer libre Fe ₂ O ₃ %	1,15	1,50	2,35	3,80	4,15

Sols halomorphes

Ce sont des sols formés sur alluvions deltaïques. Ils sont argileux et ils présentent aussi des caractéristiques hydromorphes. Ils sont marqués par de fortes teneurs en sels solubles qui précipitent en surface en saison sèche.

Description d'un profil de sol halomorphe (Kassack nord)

0-5 cm	Sec; 10 YR 5/1,5; gris à brun-gris, quelques fines taches d'hydromorphie de couleur rouille, localisées dans les pores racinaires, dans la masse de l'horizon, noyaux de couleur gris-noir, plus argileux; fines plages verticales plus beiges sur les faces des éléments structuraux; limon argileux (clay loam), structure polyédrique moyenne, surstructure prismatique grossière; fortement poreux (porosité horizontale semi-fermée).
5-12 cm	Presque sec; couleur plus sombre, augmentation du nombre et de la taille des taches de réoxydation; argilo-limoneux; structure polyédrique moins développée et plus grossière; faiblement poreux;
12-24 cm	Frais; 10 YR 6/1,5; gris léger; nombreuses taches rouilles; fines traînées noires liées à d'anciennes racines; limono-argileux; structure massive à débit polyédrique; surstructure prismatique; porosité fine, faible.
24-37 cm	Légèrement humide; 10 YR 3,5/1; gris sombre, nombreuses petites plages jaune-rouge; quelques traînées noires le long de pores racinaires; argileux; structure massive à tendance polyédrique moyenne; assez forte porosité tubulaire fine et moyenne.
37-48 cm	Humide; très taché de jaune et de rouge par grandes plages, sableux; structure massive;
48-80 cm	Humide, taché; sablo-limoneux;
80-103 cm	Humide; teinte de fond claire; nombreuses taches rouge vif constituant des noyaux de quelques cm, plus consistants que le reste de l'horizon; assez nombreux 'ironpipes'; sablo-limoneux
103-132 cm	Humide; alternance de lits argileux et de lits très sableux; taché, 'ironpipes'.
132-155 cm	Très humide; nombreuses taches de jarosite, nombreuses taches ocres associées; limono-argileux, pas de structure.

155-170 cm Très humide; gris-noir; quelques rares taches; argilo-limoneux; pas de structure; plastique; collant; à partir de 210 cm, le profil est sableux.

Résultats d'analyses: sol halomorphe (Kassack nord)

Profondeur (cm)	0-5	5-12	12-24	24-37	37-48	50-60	60-70
Argile	27,4	34	32	44,7	6,4	7,3	5,1
Limon fin	13,7	14,2	16,3	20,3	1,3	7,9	6,4
Limon grossier	28,3	24,2	23	16,8	3,6	31,3	24,1
Sable fin	22,8	18,8	21,7	11,1	82,0	32,2	42,9
Sable grossier	0,6	0,3	0,4	0,2	0,4	2,4	2,5
Matière organique	1,7	2,2	0,4	0,5	0,1	0,3	0,3
C ‰	10	12,8	2,4	2,7	0,6	1,7	1,7
N ‰	0,74	1,1	0,3	0,34	0,08	0,17	0,18
C/N	13,5	12	8,3	7,9	7,5	10	9,4
P ₂ O ₅ total ‰	0,26	0,29	0,28	0,29	0,07	0,14	0,13
pH eau ½,5	5,5	5,5	6,2	5,8	5,0	5,0	-
pH KCL	5,0	4,9	5,1	4,8	4,3	4,3	-
Ca ++	3,9	4,0	2,7	3,7	0,6	1,8	2,4
Mg ++	6,6	7,0	5,3	9,1	1,4	4,2	4,0
K +	0,4	0,45	0,4	0,65	0,05	0,2	0,25
Na +	2,2	1,6	1,5	3	-	1,2	1,15
S	13,1	13	9,9	17	2,05	7,4	7,8
T	17,1	16,2	11,2	17	2,75	8,3	7,5
S/T %	76	80	88	100	74	89	> 100
Na/T %	13	10	15	17	-	14,5	15
Conductivité E,S, dS/m	27	12,9	6,5	6,83	4,95	11,8	-

Sols hydromorphes

Cette classe regroupe tous les sols dont l'évolution est dominée par la présence d'un excès d'eau par suite, soit d'un engorgement temporaire, de profondeur ou d'ensemble, soit de la présence ou de la remontée d'une nappe phréatique.

Sols hydromorphes minéraux à pseudogley sur alluvions argileuses diverses

Ces sols se sont développés dans les zones inondables bordant les grands cours d'eau et leurs affluents. Dans la vallée de la Gambie, les alluvions ont une texture argileuse (taux d'argile variant de 40 à 60 pour cent) combinée à une forte teneur en limon (de 20 à 30 pour cent). La teneur en matière organique, la capacité d'échange cationique et les bases échangeables sont relativement faibles. Le pH est bas. Les sols ont l'avantage d'être profonds, mais le manque de maîtrise des conditions de submersion constitue un facteur limitant majeur.

Description d'un sol hydromorphe (Fanaye)

0–12 cm	Frais; brun; apparemment humifère, quelques taches brun-ocre; texture argilo-sableuse; structure fragmentaire polyédrique moyenne à tendance fondue; cohésion faible; microporosité apparemment bonne; radicelles fines; quelques morceaux de charbon de bois.
12–35 cm	Frais à humide; brun légèrement foncé; apparemment non humifère; taches brunâtres foncées accompagnées de quelques concrétions ocre-noir assez dures; texture argilo-sableuse; structure fondue à tendance polyédrique moyenne; cohésion faible; microporosité d'ensemble assez bonne; quelques radicelles fines. Passage progressif à l'horizon suivant.
35–80 cm	Humide; brun légèrement foncé; horizon identique au précédent mais renfermant plus de taches ocres et de concrétions noires; pas de racine. Vers 80 cm, on passe brutalement à un support très sableux (à sables blancs fins) sec.
80–120 cm	Sec; horizon très sableux à sables blancs fins entachés de larges plages brun-ocre, ça et là des gaines ferrugineuses fossilisant des racines; texture très sableuse; structure particulière à tendance massive; horizon drainant; pas de racines actuelles.

Résultats d'analyses: sol hydromorphe (Fanaye)

Profondeur (cm)	0-12	12-35	35-80	80-120
Argile	38,9	45,5	44,7	3,3
Limon fin	10,7	10,9	9,9	
Limon grossier	6,1	3,7	3,7	0,1
Sable fin	21,5	21,2	23,3	67,0
Sable grossier	19,3	13,0	13,3	29,0
C ‰	2,88	2,48		
N ‰	0,32	0,29		
C/N	9,0	8,6		
pH eau ½,5	7,0	6,6	6,3	7,3
pH KCL	5,0	4,7	4,5	5,2
Ca ++	8,90	9,40	9,18	0,56
Mg ++	5,76	7,82	6,92	0,26
K +	0,36	0,22	0,13	0,02
Na +	0,08	0,06	0,05	0,02
S	15,10	17,50	16,28	0,86
T	14,34	17,59	20,23	1,08
S/T pour cent	99,5	80,5	79,6	98,9
Fer total Fe ₂ O ₃ %	4,60	5,20	5,00	0,40
Fer libre Fe ₂ O ₃ %	2,65	3,20	2,75	0,18

Sols hydromorphes minéraux à pseudogley sur argile de décantation

Ils sont marqués par une hydromorphie à pseudogley avec des taches et concrétions. Certaines propriétés verticales sont présentes dans le profil. Les sols sont profonds et localisés dans les zones les plus basses de la dépression.

Description d'un sol hydromorphe sur argile de décantation (vallée de l'Anambé)

0–20 cm	Couleur à sec (10YR 6/1), humide (10YR 5/1); texture limono-argileuse; structure polyédrique; compact; présence de taches et concrétions; nombreuses racines; faune abondante; contour peu net; mauvais drainage; porosité fine; fentes de 2 cm de large distantes de 10 à 30 cm, transition distincte et régulière.
20–30 cm	Couleur à sec (2,5 Y 6/2), humide (2,5 Y 5/2); texture argileuse, structure massive; compact; nombreuses taches et concrétions, peu de racines; faible activité faunistique; porosité fine.

Résultats d'analyses: sol hydromorphe sur argile de décantation (Anambé)

Profondeur (cm)	0-20	20-130
Argile	33,10	43,6
Limon	52,66	20,74
Sable	14,14	35,70
C %	0,62	0,37
N ‰	0,59	0,22
C/N	11	17
P ₂ O ₅ ass, ‰	0,037	0,012
pH eau 1/2,5	5,69	6,35
pH KCL	4,26	4,69
Ca ++	7,60	13,70
Mg ++	2,00	1,80
K +	0,16	0,17
Na +	0,10	0,04
S	9,86	15,71
T	13,20	17,75
S/T %	75	89

Sols sulfatés acides

Ce sont des sols de mangrove et de tannes (zones hypersalées et dénudées) appelés aussi sols sulfatés acides, dont la genèse est orientée par les différentes transformations du soufre contenu dans ces sols.

Les sols de mangrove dans leur acception la plus large comprennent tous les sols fluvio-marins dont la pédogénèse est dominée par les transformations du soufre. La nature et l'importance des différentes formes du soufre dans ces sols donnent une indication sur leur

degré d'évolution. Quel que soit ce degré d'évolution, les sols de mangrove du Sénégal sont tous affectés par une salinité variable dont la sévérité décroît du nord au sud du pays en concordance avec le gradient pluviométrique. La salinité a sans doute les effets les plus marquants mais elle coexiste avec d'autres facteurs limitants telles que la toxicité aluminique et ferreuse, l'acidité et la déficience en éléments nutritifs.

Les mangroves constituent une écologie particulièrement favorable à la riziculture traditionnelle. La riziculture de mangrove est l'une des plus performantes en Afrique de l'Ouest, toutes choses étant égales par ailleurs. Jusque dans les années soixante, la salinité chlorurée sodique était considérée comme étant la principale contrainte des sols de mangrove. Il aura fallu l'échec des grands projets, basés uniquement sur un drainage profond de ces sols, pour attirer l'attention des scientifiques sur la nécessité d'une meilleure connaissance sur leur genèse.

Description d'un sol sulfaté acide (Tobor)

Cuvette de tanne

- | | |
|------------|---|
| 0–3 cm | Frais: brun pâle (10YR 6/3); très nombreuses taches jaune-brun (10 YR 6/6) de forme diffuse; aucune autre tache; argilo–limoneux; structure particulière nette; croûte saline friable en surface; pas de racines; activité biologique faible. Transition nette et régulière. |
| 3–12 cm | Humide: gris (10 YR 5/1); très nombreuses taches rouge jaunâtre peu étendues, associées aux racines; taches noires (2,5 Y N/4) sur les parois des fentes; argilo–limoneux; structure fragmentaire nette à éclats émoussés, moyenne et grossière et à surstructure grenue, fine quand sec; fentes de 0,1 cm de large sur toute l'épaisseur de l'horizon; agrégats à pores nombreux, très fins et fins, tubulaires, horizontaux; matériau à consistance semi–rigide, très friable, très fragile; chevelu racinaire important, activité biologique forte. Transition nette et régulière. |
| 12–75 cm | Humide: 5 YR 5/1; très nombreuses taches jaunâtres (2,5 Y 8/6) à (10 YR 7/4) en traînées verticales le long d'anciennes traces de grosses racines de palétuviers; texture idem; structure prismatique, grossière et très grossière, nette; macroporosité élevée due aux fentes sur toute l'épaisseur de l'horizon; microporosité moyenne; matériau à consistance pâteuse (d'ordre 30), plastique, collant, fragile; quelques racines fines et grosses de palétuviers en décomposition; faible odeur caractéristique de vase. Activité microbiologique intense. Transition graduelle sur 10 cm et régulière. |
| 75–100 cm | Sol noyé; gris idem; très nombreuses taches jaune pâle (2,5 Y 7/4) à rouge jaunâtre (YR 4/8) le long des anciens emplacements racinaires; débris organiques; argilo–sableux; aucune structure; sans fente; matériau à consistance pâteuse, très plastique, très collant; racines de palétuviers en voie de décomposition plus nombreuses (20 pour cent); activité microbiologique intense. Transition graduelle en 10 cm et ondulé. |
| 100–140 cm | Sol noyé; gris (7,5 YR N/5); quelques taches gris brunâtre clair (10 YR 6/2) en traînées verticales et associées aux radicelles, argilo–sableux à sable fin; aucune structure; matériau identique; 30 pour cent de grosses racines non décomposées et 30 pour cent de radicelles en voie de pourrissement; légère odeur de vase. Activité microbiologique intense; Transition nette et régulière . |
| 140 et + | Horizon identique au précédent mais sans tache. Nappe à 140 cm |

Résultats d'analyses: sol sulfaté acide (Tobor)

Profondeur (cm)	0-3	3-12	12-75	75-100	100-140
Argile	29,7	51		33	
Limon fin	15,2	14,2		7,1	
Limon grossier	8,4	6,8		9	
Sable fin	7,3	12		40	
Sable grossier	0,2	0,7		0,4	
C ‰	12,8	13,2	8,2	12,0	24,4
N ‰	1,28	1,13	0,41	0,41	0,77
C/N	10	12	20	29	32
pH eau 1/1	3,6	3,6	3,5	3,3	2,4
pH frais			3,3	3,4	3,5
Ca ⁺⁺	2,00	2,20	1,60	1,80	3,40
Mg ⁺⁺	9,60	5,80	5,60	4,00	6,80
K ⁺	0,55	0,75	0,80	0,40	0,45
Na ⁺	40	4,8	5,4	4,6	8,5
S	52,2	13,60	13,35	10,75	19,20
T	11,40	14,40	13,40	15,75	20,2
S/T ‰	100	95	100	68	95
Ec extrait 1/10 en dS/m	46,2	5,73	5,33	5,68	9,20
Soufre élémentaire ‰	-	-	0,04	0,03	0,13
S. de la jarosite	10,66	2,93	3,78	2,45	5,65
S. total	37,82	10,08	15,84	8,40	23,52

DISTRIBUTION SPATIALE

- Les sols minéraux bruts sur cuirasse schisteuse sont localisés dans le périmètre constitué par le fleuve Gambie, la rivière Koulountou et la frontière avec la République de Guinée.
- Les sols ferrugineux tropicaux lessivés cuirassés sur schiste sont situés à l'est et au nord de ces derniers, formant un triangle dont le sommet nord se situe aux environs de Bakel.
- Les sols minéraux bruts sur cuirasse de grès argileux sont situés à l'ouest de la vallée du fleuve Sénégal et s'étendent du sud-ouest de Bakel au nord-ouest de Matam.
- Les sols ferrugineux tropicaux lessivés cuirassés sur schiste forment un triangle avec comme sommets le coin sud-est du Sénégal, la Koulountou à l'entrée du territoire sénégalais, à l'ouest, et Dembankané au nord.
- Les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés s'étendent d'ouest en est sur une large bande.
- Les sols gravillonnaires leur font suite au sud avec la même orientation sur la moitié ouest.
- Les sols brun-rouge subarides sont adossés à la basse et moyenne vallée du fleuve Sénégal et s'étendent vers le centre.

- Les sols ferrugineux tropicaux lessivés bordent les 2/3 de la frontière sud avec la Gambie en Moyenne et en Haute Casamance.
- Les sols ferrallitiques sont situés à l'ouest, de part et d'autre de la frontière gambienne.
- Les sols halomorphes couvrent le delta du fleuve Sénégal.
- Les sols hydromorphes sont localisés dans les moyennes vallées des fleuves Sénégal et Gambie, le long de la Koulountou et dans la grande dépression de la vallée de l'Anambé au sud.
- Les sols sulfatés acides sont de part et d'autre de l'estuaire de la Casamance et dans toutes les basses vallées subissant l'influence de la marée.

VALEUR AGRICOLE DES SOLS (CULTURES PRINCIPALES) ET CONTRAINTES DE MISE EN VALEUR

Les terres arables ne représentent que 19 pour cent de la superficie du pays (3,8 millions d'hectares). Les surfaces moyennes cultivées annuellement sont de l'ordre de 2,5 millions d'hectares (65 pour cent des terres arables) dont 98 pour cent en pluvial et 2 pour cent en irrigué. Les taux d'exploitation les plus élevés se rencontrent dans le bassin arachidier (81 pour cent), les Niayes (65 pour cent), contre seulement 40 pour cent en Casamance et au Sénégal Oriental. Les forêts, les savanes et les parcours classés représentent 32 pour cent de la superficie du pays (6 324 000 hectares) et les zones non classées et les terres non cultivables 49 pour cent (9 542 000 hectares) (*in*: Badiane, 1999).

Les sols minéraux bruts sur cuirasse n'ont aucune valeur agricole. Tout au plus une certaine vocation pastorale peut exister à la faveur des formations herbeuses qui y poussent.

Les sols ferrugineux tropicaux lessivés cuirassés sur schiste ont une faible valeur agronomique, mais conviennent surtout au pâturage.

Les sols gravillonnaires, en dépit d'une faible capacité pour l'eau, présentent une bonne aération et contribuent de manière plus ou moins importante à la nutrition des plantes en fonction de leur teneur en éléments fins et de leur profondeur qui constituent souvent des facteurs limitants. Hormis la culture de l'arachide et du mil, ce sont des sols qui peuvent convenir pour le reboisement.

Les sols brun-rouge subarides ont une fertilité relativement faible mais c'est surtout l'aridité du climat qui ne permet pas aux principales cultures pluviales d'y boucler leur cycle par manque d'eau, qui constitue la principale contrainte.

Les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés sont les sols à arachide par excellence, en rotation avec le mil. Ils sont également cultivés en niébé. L'arboriculture et le maraîchage réussissent bien dans ces sols. Du fait de leur texture sableuse et de leur faible teneur en matière organique, ils sont chimiquement pauvres et se sont pratiquement tous acidifiés sous les effets d'une mise en culture continue.

Les sols ferrugineux tropicaux lessivés conviennent à une gamme plus large de cultures du fait de leur plus grande richesse minérale mais aussi du fait qu'ils sont localisés dans des zones relativement mieux pourvues en eau. Ils conviennent à l'arachide, au mil, au maïs, au riz pluvial, au sorgho, au coton, à l'arboriculture et au maraîchage.

Les sols halomorphes sur alluvions argileuses sont chimiquement riches et conviennent à la riziculture intensive, au coton et à la culture de la canne à sucre en conditions de maîtrise

complète de l'eau. Mais leur salinité excessive et les difficultés de travail du sol y constituent les principales contraintes.

Les sols ayant la plus large gamme d'aptitudes sont en majorité les sols alluviaux hydromorphes qui ont l'avantage de posséder une grande profondeur, une texture équilibrée, une capacité pour l'eau importante, une fertilité naturelle relativement bonne. Ils conviennent au riz de bas-fond, au maïs, au sorgho et au maraîchage. Pour les sols alluviaux hydromorphes, les mesures qu'on peut envisager pour mieux les utiliser vont dans le sens d'une meilleure protection contre l'excès d'eau provenant principalement des inondations. Il peut s'agir de digues de ceinture et de drains à ciel ouvert

Les sols sulfatés acides conviennent bien à la riziculture traditionnelle. Ils ne doivent pas être brutalement drainés lorsqu'ils sont immatures au risque de conduire à des sols extrêmement acides avec des toxicités alumino-ferriques les rendant stériles. La salinité, l'acidité, la toxicité ferreuse et la déficience en phosphore constituent les principales contraintes de ces sols.

Le déficit pluviométrique de ces trois dernières décennies a accentué la remontée saline, entraînant les effets néfastes ci-dessus mentionnés, notamment dans les estuaires du Saloum et en Casamance, zones de riziculture pluviale traditionnelle, où l'on a observé une réduction d'environ 60 pour cent des forêts de palétuviers et l'abandon de plusieurs rizières.

CORRÉLATION DES SOLS DOMINANTS AVEC LES GROUPES DE LA BASE DE RÉFÉRENCE MONDIALE DE DONNÉES DE SOLS (BRM)

Modélé	Lithologie du substratum	Type de sol	BRM
Sommets de colline	Cuirasse ferrallitique	Sol min. brut	Leptosol lithique
Plateau	Grès argileux	Sol ferrallitique	Ferralsol rhodique
Plateau	Grès argileux	Sol ferrugineux tropical lessivé	Lixisol ferrique
		Sol ferrugineux tropical lessivé cuirassé	Lixisol (lepti) ferrique
Glacis	Cuirasse ferrugineuse	Sol minéral brut sur cuirasse peu démantelée	Leptosol lithique
Glacis gravillonnaire	Cuirasse ferrugineuse.	Sol peu évolué sur matériau gravillonnaire.	Leptosol eutrique
Complexe dunaire	Sable éolien	Sol brun-rouge subaride	Régosol arénique
Dunes émoussées	Sable éolien	Sol ferrugineux peu lessivé	Arénosol dystrique/ferralique
Fonds de vallées, basse terrasse	Remblais sablo-argileux, alluvions récentes	Sol peu évolué. hydromorphe sablo-argileux	Fluvisol
Plaines alluviales	Alluvions récentes	Sol hydromorphe	Gleysol dystrique
Estuaires, Deltas	et subrécentes	Sol sulfaté acide Sol halomorphe	Fluvisol thionique Fluvisol salique

CONCLUSIONS

Observations générales sur le système de classification actuellement utilisé et la BRM

La classification française, plus connue sous le nom CPCS, est toujours utilisée dans des pays comme le Sénégal, malgré la parution du Référentiel pédologique français qui lui a succédé. La CPCS est une classification de type génétique donnant une prépondérance à la filiation ayant conduit au sol considéré. Cette filiation repose sur des types de pédogenèse connus et répertoriés (ferrugineux, ferrallitique, halomorphe, hydromorphe etc.). Le principal reproche qu'on peut faire à cette classification est que devant un profil on a souvent tendance à ne rechercher que l'origine du sol, en négligeant quelque peu certains éléments objectifs du profil. Certaines appellations sont sujettes à différentes interprétations tels que sol brun, sol rouge, sol gris. Les difficultés de corrélation avec la BRM tiennent au fait que la notion d'horizon diagnostique n'existe pas dans la CPCS et que l'appréciation de certains paramètres reste qualitative. Le RPF se rapproche plus de la BRM en ce sens qu'il définit des références de sols avec des critères plus précis que la CPCS.

La « Soil Taxonomy » reste un système, certes objectif, mais trop quantitatif. Très peu d'importance est accordée aux processus pédogénétiques. Seuls comptent les critères quantifiables et mesurables. Lorsque les critères de la Soil Taxonomy sont suivis à la lettre, il devient quasi impossible de classer un sol sur le terrain, car il faudrait d'abord disposer des résultats d'analyse avant de se prononcer. Malgré ces inconvénients, elle est beaucoup plus proche de la BRM que n'importe quel autre système. La notion d'horizons diagnostiques est très proche dans les deux systèmes et on note même une certaine convergence dans les définitions. Une différence importante tient au fait que le climat du sol intervient au deuxième niveau de la « Soil Taxonomy », après les grands groupes. Dans la BRM le climat n'intervient pas de manière explicite, car on estime que beaucoup de sols de référence peuvent se retrouver sous différentes conditions climatiques.

Le Base de référence et ses critères de classification

La BRM met d'abord l'accent sur les processus pédogénétiques qui sont à l'origine des sols, excepté là où les matériaux parentaux des sols revêtent un caractère prépondérant. Ce qui signifie qu'au niveau le plus élevé du système, l'évolution des sols est mise en avant mais pas de manière absolue.

Au deuxième niveau, les classes sont différenciées selon tout critère secondaire prédominant dans le processus de formation du sol qui affecte significativement les caractéristiques primaires. Dans certains cas, les caractéristiques du sol ayant un effet significatif sur son utilisation doivent être prises en compte.

Ce système a l'avantage de disposer de critères précis qu'il faut retrouver sur le terrain ou à l'issue des analyses pour pouvoir situer un profil par rapport à la référence. Les choses ne sont pas toujours simples lorsqu'il s'agit de sols tropicaux. Certains critères analytiques ne sont pas disponibles sur les profils déjà étudiés (fer ferreux dosé avec une solution à 1 pour cent de cyanide ferrique de potassium ou avec une solution de dipyridil dans 10 pour cent d'acide acétique, pour les propriétés gleyiques). La mesure du potentiel redox *in situ* est un autre exemple. Pour d'autres paramètres, il est nécessaire de procéder à un calcul (CEC pour 100 g d'argile). Certains paramètres doivent être testés sur le terrain.

BIBLIOGRAPHIE

- Badiane, A.** 1999. *Gestion intégrée des sols pour une agriculture durable et la sécurité alimentaire, cas du Sénégal.*
- Chauvel, A.** 1967. *Carte pédologique du Sénégal au 1/200 000.* Kédougou-Kossanto-Keniéba. ORSTOM, Centre de Dakar-Hann, 158 p.
- FAO.** 1975. *Troisième Réunion du Sous-Comité ouest et centre africain de corrélation des sols. Guide pour la tournée sur le terrain.* Sénégal, février-mars 1975. 92 p.
- FAO.** 1999. *Rapport du Sénégal sur la gestion des ressources pour un développement agricole durable et les politiques d'accompagnement.* 75 p.
- FAO-PNUD-OMVG.** 1986-88. *Pedological Study of the Sandougou, Gouloumbo, Kirili, Mako, Tomboronkoto, Bantako-Couta and Anambe plains in Senegal.* OMVG/UNDP/FAO.
- FAO-PNUD-OMVG.** 1988. *Etudes pédologiques régionales.* Vallée de l'Anambé. FAO/PNUD RAF 82/047. 49 p.
- Fauk, R., C. Moureaux, et C. Thomann.** 1969. Bilan de l'évolution des sols de Séfa (Casamance) après quinze années de culture continue. *L'Agronomie Tropicale* 24(3):263-301
- Kaloga, B.** 1966. *Carte pédologique du Sénégal au 1/200 000.* Notice explicative de la feuille de Dalafi. ORSTOM, Dakar-Hann. 104 p.
- Khouma, M.** 1995. *Identification et évaluation des ressources en sols dans la moyenne vallée du fleuve Gambie et problématique de leur gestion par les systèmes d'information géographique.* Thèse de doctorat, Faculté des sciences agronomiques de Gembloux.
- Maignien, R.** 1965. *Notice explicative de la carte pédologique du Sénégal au 1/1000 000.* ORSTOM, Centre de Dakar-Hann. 66 p.