

ET. 87.0006

MAT

KIUU

PLDD

IME

REPUBLIQUE DU SENEGAL

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

INSTITUT SENEGALAIS DE
RECHERCHES AGRICOLES

F0000-118

- R A P P O R T D E S T A G E -

Connaissance des Sols
du Sénégal et méthodes d'étude

par

François M A T Y

M A R S 1 9 8 7

Direction des Recherches sur les Productions Forestières (DRPF / ISRA.

B.P. 2312 - DAKAR-HANN

87/0005

I N T R O D U C T I O N

La pédologie, discipline scientifique née en Russie dans la fin du XIX^e siècle étudie la formation des sols à partir de la décomposition de la zone superficielle de l'écorce terrestre. Il s'agit d'une décomposition de roches par des phénomènes d'origine: , diverses. Ces phénomènes tout. en produisant des sols à leurs dépens provoquent dans ceux-ci des transformations et des déplacements de substances.

Ainsi donc comme le définit A. DEMOLON, le sol est une formation naturelle de surface à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus physiques, chimiques et biologiques.

Cette science du soi revêt un caractère particulier par son importance dans les pays situés juste en dessous du sahara (ou zone sahélienne); une étude pédologique minutieuse des sols de ces pays et ajoutée à cela une bonne utilisation du capital sol peuvent aider à jeter des bases solides de la lutte contre la sécheresse et la désertification qui sévissent dans cette région du globe depuis une dizaine d'années en provoquant des perturbations de l'écosystème. Beaucoup d'organismes de recherches travaillent dans ce sens. Parmi ceux-ci se situe en bonne place par ses travaux, ses publications, l'ORSTOM avec son centre de Dakar(Sénégal). Grâce à ses structures et à la bonne volonté des chercheurs, l'occasion nous a été donnée de solliciter un stage en pédologie afin de nous familiariser avec les sols tropicaux et nous initier aux différentes méthodes analytiques et de prospection.

Mon accueil au centre ORSTOM de Dakar n'a été possible que grâce au C.N.R.F./ISRA qui a bien voulu m'y envoyer avec l'accord de M. DALMAYRAC.

1. INFORMATION ET CONNAISSANCE DES SOLS

Le stage a débuté le 15 Novembre 1986 à la section de Pédologie de l'ORSTOM 1 mois avec possibilité de prolongation. Le responsable de cette section, après un accueil chaleureux, m'a présenté tour à tour aux chercheurs qui n'ont ménagé aucun effort pour me montrer leur disponibilité à m'aider durant mon séjour.

... ..

Je commençais donc par la bibliographie 3 heures de temps à autre par des discussions et des sorties en brousse pour la prospection. Ces discussions avec les pédologues de l'ORSTOM m'ont permis de connaître l'état d'utilisation de la télédétection dans la recherche au Sénégal, les caractères et les propriétés des sols tropicaux, en particulier ceux du Sénégal.

Les sols rencontrés au Sénégal appartiennent aux classes suivantes :

- sols subarides
- sols ferrugineux tropicaux lessivés
- les sols rouges faiblement ferrallitiques
- les vertisols et les sols bruns entropes
- les sols hydromorphes
- les sols salés
- les sols calcimorphes.

A/ Sols subarides

Situés dans les régions du Nord. Ils sont relativement peu profonds et formés sous climat à altération faible (pluviométrie maximale : 450 mm). Ils sont caractérisés par une teneur faible en matières organiques mais bien réparties dans le profil. Le CAS est saturé par le calcium et $\text{pH} \simeq 7$. On rencontre 2 types :

- a) sols subarides bruns rouges
- b) sols subarides bruns

B/ Sols ferrugineux tropicaux non lessivés

C'est un groupe de sols ferrugineux avec particularité de ne pas être lessivés en argile. Par contre le lessivage du fer est réel. Ceci se traduit par la **présence** en profondeur d'horizons de couleur rouge vif, avec des lignes d'accumulation subhorizontales et rarement de concrétions. L'horizon humifère est peu différencié par rapport aux autres caractères d'évolution peu marqués. La teinte générale **varie** de l'ocre au beige. Ce sont des sols formés sur deux roches mères différentes; d'où la subdivision en :

- sols dérivés du continental terminal (dans partie orientale et peu dans Cap-Vert)
- Sols **dérivés** des sables dunaires du quaternaire (dans partie occidentale).

Ce sont en général des sols dont le niveau chimique est très bas pour tous les éléments : carence pour le phosphore. CAS assez saturé, réaction chimique légèrement acide.

C/ Les sols ferrugineux tropicaux lessives

D'après la classification de G. AUBERT, on distingue 4 sous groupes :

- sans concrétions
- avec concrétions
- indurés en carapace ou cuirassé
- à pseudogley profond.

Sols développés au Sénégal sur matériaux sabla-argileux et argilo-gréseux du continental terminal. également sur granites dans la région orientale et sur divers autres matériaux. Profondeur des profils : 1,5 - 2.50 m. Les textures varient du sablo-argileux à argileux.

La morphologie des ces sols est caractérisée par l'existence, dans les horizons profonds, de tâches ou de concrétions qui, dans certaines conditions de topographie, peuvent se transformer en de véritables

La tendance évolutive générale de ces sols : **lessivage** en argile et en fer. Les horizons d'accumulation sont plus ou moins développés.

- Caractéristiques chimiques :

pH en surface : 6,0 - 6,5 ; et en profondeur : de 5,5 à 6,0.

- Les **réserves minérales** sont faibles dans l'ensemble :

matière organique sous forêt : 1,5 %

Si les teneurs en calcium sont bonnes, elles sont relativement faibles en potassium et phosphore. La tendance au lessivage est l'une des causes. Certains sols sont associés à des affleurements de cuirasses.

Ils sont de niveaux parfois épais de plusieurs mètres à morphologie assez variables, mais toujours très riches en fer et caractérisés essentiellement **par** leur forte induration. Les cuirasses se rencontrent dans tout le Sénégal et ils sont de plusieurs types qui peuvent être regroupés ainsi :

- a) affleurement le long des pentes
- b) affleurement de plateaux
- c) démentellements de cuirasse
- d) sols squelettiques sur cuirasse.

D/ Les vertisols et les sols bruns entrophes

- Les vertisols

Les caractéristiques fondamentales se présentent comme telles :

- a) couleur généralement foncée sur tout le profil, très souvent tirant sur le vert olive, ou sur le brun.
- b) une teneur en argile **généralement** assez élevée, toujours > 35 - 30 %
- c) caractéristiques de structures très précises, en particulier structure prismatique avec nombreuses fentes de **dessiccation**, parfois petits effondrements.
- d) présences irrégulières de nodules calcaires, parfois étalés en surface par érosion.

Ils sont caractérisés par la présence d'argiles de type **montmorillonite**, d'où des **mouvements** de rétraction et de gonflement en hivernage. Richesse chimique en particulier en Ca et **Mg**. La profondeur dépassant 1 m ; **pH \simeq 7**.

Ils montrent une pauvreté en matière organique malgré leur couleur foncée, et sont très difficiles à travailler. Ce sont des sols généralement développés sur roches basiques : basaltes, dolerites, marnes calcaires se trouvant dans certains points du Sénégal tels que :

- le long du cours moyen du fleuve Sénégal
- Région de Bargny
- Région de Mbour
- Sénégal-Oriental.

• Les sols bruns entrophes

Ces derniers faiblement représentés sont généralement associés à des vertisols.

Caractéristiques :

- faible épaisseur du profil
- faible individualisation des horizons
- couleur brune foncée
- saturation en bases élevée
- bonne teneur en matière organique
- structure de surface excellente.

E/ Les Sols hydromorphes.

Sols dont l'évolution est dominée par l'action d'un excès d'eau. Le renouvellement de l'oxygène par l'atmosphère est insuffisant. Les micro-organismes empruntent aux éléments minéraux susceptibles d'être réduits, tels que fer, Mn. Suivant les fluctuations de la nappe, on note une alternance des phases d'oxydation et de réduction, déterminant la précipitation ou la solubilisation du fer et du Mn ; d'où la répartition pour ces éléments en taches ou traînees, donnant à certains horizons un aspect très caractéristique.

On distingue 2 sous-classes :

- a) Sols hydromorphes moyennement ou peu humifères à pédoclimat temporaire sec sur une partie du profil.
- b) Sols hydromorphes organiques d'engorgement total et permanent.

F/ Les Sols salés

Ils sont caractérisés par des teneurs élevées de sels solubles dans la solution du sol. Selon la proportion du Sodium dans le complexe absorbant, on distingue :

- a) les sols salés
- b) les sols sales à alcali ($Na > 15 \%$)
- c) Les sols à alcali non salés

Les 2 premiers sont fortement **représentés** au Sénégal. La salure des sols peut être d'origine marine ou continentale, mais au Sénégal la salure est **exclusivement** d'origine marine et les sols salés sont localisés, en majeure partie dans des zones deltaïques plus ou moins colmatées

- pseudodelta du Sénégal
- embourchure du Sine-Saloum
- cours inférieurs de la Gambie et de ses affluents
- casamance maritime.

Notons la présence au Sénégal des sols salins normaux (ou "soloutchak" selon les pédologues russes) : ceux-ci présentent des teneurs en sels solubles très variables dans les différents horizons du profil. Je citerais particulièrement les sols de la mangrove et les tannes, sols fortement salés et à pH très bas (pH = 3 à 4).

G/ Les Sols calcimorphes

Ce sont des sols marqués par l'abondance d'ions bivalents (Ca et Mg) sous forme de carbonates.

Caractéristiques :

- horizon A épais, riche en azote
- complexe absorbant saturé en calcium
- profil du type AC, avec un seul horizon de couleur grise ou brune.

La formation de ces sols est plutôt favorisée par les climats secs. Ils se rencontrent en général au Sénégal dans le Cap-Vert où ils se différencient uniquement sur des calcaires ou des marnes.

2. Missions de reconnaissance des Sols

Comme il a été mentionné plus haut, j'ai accompagné deux fois de suite Monsieur Syaka SADIO (pédologue) dans ses missions dans la région du Sine-Saloum.

1ère mission : Observation et prélèvements des échantillons de sol de la séquence établie. Durant cette sortie, j'ai fait connaissance des méthodes de prospection pédologique sur le terrain, de l'utilisation du code de Munsel pour différencier les couleurs, les horizons du profil et des critères de description et classification des sols salés du Sénégal.

2ème mission : Etude des types de sols dans la séquence en présence des pédologues de l'ORSTOM et de quelques pédologues de l'ISRA. Le principal organisateur de cette rencontre entre spécialistes de la science du sol est Syaka SADIO. Cette rencontre entre pédologues d'une longue expérience m'a été très instructive pour la bonne raison qu'elle a fait l'objet d'amples et fructueuses discussions scientifiques en matière de pédologie à telle enseigne que cela a été pour moi un cours et séance pratique à la fois complets sur les sols du Sénégal.

3. Stage au CNRF/ISRA

Le deuxième mois de mon stage a été passé au Centre National de Recherches Forestières pour des travaux d'installation du futur laboratoire de pédologie de ce Centre. J'ai eu à travailler sur des données pédologiques de certaines stations liées à ce Centre.

C'est ainsi que j'ai reçu une initiation au travail d'interprétation des données analytiques enregistrés pour certains sols du Sénégal. Nous avons fait la récapitulation des données sur les mesures biométriques des essences forestières de la station de NIANGA, calculé et interprété l'équilibre des cations sur les sols hydromorphes de la vallée du fleuve en vue de l'appréciation de la fertilité de ces sols.

Ce travail m'a été facilité grâce à mon séjour d'une vingtaine de jours au Laboratoire commun de l'ORSTOM.

4. Initiation aux méthodes d'analyse des sols tropicaux

Au cours de mon stage à l'ORSTOM, j'ai passé 20 jours au Laboratoire commun d'analyses des sols et des Eaux. C'est un grand laboratoire de chimie bien équipé de matériel moderne avec système de sécurité performant. Tous ces paramètres réunis leur permettent de mener à bien les analyses avec une grande précision.

Compte tenu du temps restreint que j'avais à passer au Laboratoire, je ne m'étais intéressé qu'aux méthodes d'analyses ou modification reflétant le plus la particularité du milieu tropical en matière de sols.

4.1. Analyses mécaniques des échantillons de sol

Après destruction de la matière organique et agrégats, les éléments du sol sont ainsi classés par catégorie de grosseur :

- . sables grossiers de 2 mm à 200 microns
- . sables fins 200 microns à 50 microns
- . limons grossiers - 50 microns à 2 microns
- . argiles - éléments inférieurs à 2 microns.

On opère par sédimentation et tamisage

Pour les sols salés et calcaires, on applique des techniques particulières.

Dans le cas général, la destruction de la matière organique s'obtient avec de l'eau oxygénée à froid d'abord puis à chaud comme dispersant, c'est le pyrophosphate de Sodium à 52 g/l qui est utilisé. Le prélèvement des argiles et limons s'effectue avec la pipette de Robinson.

Pour les sols salés, La destruction de la matière organique se fait comme d'habitude avec de l'eau oxygénée mais on doit ensuite se livrer à des techniques de lavage pour éliminer les chlorures.

Quant aux sols calcaires, la manipulation est identique au cas général mais comme dispersant, c'est l'hexamétaphosphate à 52 g/l qui est utilisé, suivi d'une agitation pendant 30 minutes.

Cependant on peut être amené à détruire en milieu acide (Hcl) les carbonates s'ils empêchent une bonne dispersion.

4.2. Courbes d'humidite p^F des Sols

Le sol est préalablement saturé en eau et soumis à une pression d'air. L'eau, dont la force de rétention par le sol est inférieure à la pression d'air soumise est chassée. On mesure alors le pourcentage d'humidité restreinte par rapport au sol séché à 105°C. La pression appliquée varie de 16 000 g à quelques grammes. Elle est exprimée par son logarithme.

P ^F 4,2	correspond à une pression de 16 000 g (point de flétrissement)
P ^F 3,0	" " " de 1 000 g (humidité équivalente)
P ^F 2,5	" " " 316 g (humidité équivalente)

Pour les P^F inférieurs ou égaux à 3,0, on utilise l'extracteur N° 1200 de soil Moisture à plaque de porcelaine, un manomètre à mercure et l'air comprimé d'un compresseur.

Pour les P^F supérieurs, on utilise l'extracteur N° 1500 de Soil Moisture à plaque de porcelaine, un manomètre métallique et de l'air comprimé en bouteille ou d'un compresseur.

4.3. Mesure du pH des sols dans l'eau et dans Kcl

utilisation du pH mètre Tacussel - TS 4/N

- ajuster (avant d'allumer! le Zéro mécanique du pH-mètre
- après allumage, introduire les électrodes dans une solution tampon pH = 7

Après réglage du pH-mètre, rinçage et séchage des électrodes, ces derniers sont introduits dans une solution tampon pH = 4.

N.B. : L'électrode de verre (type TB (HS) très fragile
- l'électrode au calomel (type (8) moins fragile.

4.4. Dosage de l'azote organique et ammoniacal, azote total

L'échantillon est minéralisé par attaque Kjeldahl en présence d'un catalyseur (sulfate de potassium + Sélénium). Le dosage est effectué par colorimétrie automatique (bleu d'indophénol).

1.5. Dosage du Fer total

. Fer total : Le sol est attaqué par l'acide chlorhydrique à chaud, Le fer est dosé colorimétriquement (technique II) après destruction de la matière organique par l'eau oxygénée.

N.B Le dosage est effectué par colorimétrie à l'orthophénantroline.

4.6. Phosphore total et Assimilable

. phosphore total - L'échantillon de sol est attaqué par l'acide nitrique concentré. Le phosphore est dosé par colorimétrie automatique du phosphomolybdate réduit par l'acide ascorbique.

. phosphore assimilable - (Méthode de Olsen modifiée), Le phosphore assimilable est extrait du sol par une solution de bicarbonate de sodium et de fluorure d'ammonium à pH = 8,5. Le dosage est fait par colorimétrie du phosphomolybdate réduit par l'acide ascorbique.

4.7. Analyse triacide

Nous avons eu à déterminer les éléments totaux de même que les rapports moléculaires.

Si 02 Al₂O₃ - Fe₂O₃

C'est une méthode acceptable pour les sols évolués et les argiles ; elle ne l'est plus pour les échantillons humifères, les sols contenant plus de 70 % de quartz et les sols très calcaires (10 %).

Nous avons déterminé :

- humidité à 105°C par pesées
- la perte au feu à 1.000" (eau de constitution, matière organique, carbonates) par pesées.

- Le résidu total d'at (aque (quartz + minéraux insolubles) par **pesées** .
- La **silice** colloïdale (supposée provenir des silicates hydratés solubles) par gravimétrie.
- Le fer d'Aluminium et le titane par colorimétrie au technicon
- Le manganèse, le calcium, le Magnésium par absorption atomique.
- Le sodium et le potassium par émission de flamme.

4.8. Extraits aqueux des sols salés

Cette manipulation a pour but la détermination des sels solubles de ces sols, pour cela, il faut les extraire par l'eau. Sur ces extraits, ont été effectués les dosages de : pH, conductivité, carbonates, bicarbonates, . . . chlorure, sulfate, calcium, magnésium, potassium et sodium.

4.9. Mode d'emploi succinct du spectrophotomètre Jean et Coustant

Principe : Un faisceau de lumière monochromatique traverse alternativement la cuve contenant la solution à colorimétrer et une portion de coin photométrique. On déplace ce coin jusqu'à ce qu'il absorbe la même énergie que la cuve (position zéro du milliampèremètre). Le déplacement du coin est réperé sur le grand cadra. du spectrophotomètre. Nous avons suivi le réglage de l'appareil et la prise des mesures enregistrées.

4.10. L'autoanalyseur Technicon

C'est une chaîne de modèles reliés entre eux et réalisant automatiquement les manipulations successives de l'analyse colorimétrique. Les réactions chimiques ont lieu dans un courant liquide animé d'un mouvement continu et segmenté par des bulles d'air. Le principe repose sur le traitement absolument identique des étalons connus et des échantillons inconnus si bien qu'il n'est pas nécessaire de mener les réactions jusqu'au développement complet de la coloration. Un rinçage est automatiquement effectué entre deux échantillons, ce qui permet de séparer nettement les pics enregistrés.

4.11. Spectrophotométrie d'émission de flamme et d'absorption Atomique IL-151

Principe : L'échantillon à doser est vaporisé dans une flamme. Les atomes des éléments présents sont excités et émettent des radiations caractéristiques de chaque élément en revenant à l'état fondamental, Inversement les atomes d'un élément peuvent s'exciter en absorbant une partie de l'énergie d'une radiation caractéristique de cet élément. Cette émission ou cette absorption est proportionnelle à la concentration de l'élément.

5. Insuffisances et avantages du stage

J'aurais voulu multiplier intensément mes sorties sur le terrain dans les différentes zones pédoclimatiques du pays pour une approche nette de ce que sont les sols du Sénégal dans l'ensemble, mais malheureusement les conditions n'ont pas été assez réunies pour que cela ait lieu.

Le temps restreint autorisé pour le stage en est pour beaucoup.

Cependant, La qualité des documents rencontrés à la bibliothèque de l'ORSTOM, de même qu'à celle du CNRF/ISRA, les quelques discussions tenues avec les pédologues d'une longue expérience de cette institution française, et ajouté à cela mon séjour fructueux au Laboratoire Commun le plus équipé en ma connaissance en matière de pédologie au Sénégal m'ont permis de me situer, de bien cerner pour "ne première phase, mon objectif à atteindre.

J'ai bénéficié gratuitement de la part des responsables du Laboratoire d'une brochure intitulée : " Méthodes d'analyses utilisées au Laboratoire Commun de Dakar ".

Qu'il me soit donné maintenant l'occasion d'exprimer toute ma gratitude et mes remerciements à tous ceux qui m'ont épaulé depuis le 15 Novembre 1986, au cours de mon séjour en qualité de stagiaire à l'office pour la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer.

Mes remerciements vont à Monsieur DALMAYRAC, Directeur du Centre ORSTOM de Dakar pour l'attention qu'il a bien voulu porter sur mon dossier et m'avoir autorisé à faire un stage dans son établissement.

Je remercie le Chef de la division de pédologie et ses collègues qui n'ont ménagé aucun effort pour m'initier aux méthodes scientifiques de travail en matière de recherche pédologique sous climat tropical.

Mes remerciements à Monsieur CHANUT, Chef du Laboratoire Commun et son adjoint Monsieur Soleihavoup de même que tout le personnel avec lequel j'ai pu trouver un langage commun et profiter de leur expérience et conseils dans ce domaine.

Mes vifs remerciements également à Monsieur Pape Ndiengou SALL, Directeur des Recherches sur les Productions Forestières et Monsieur Syaka SADIO, Pédologue de l'ISRA/CNRF à l'ORSTOM pour m'avoir accueilli à bras ouvert dans leur Centre et suivi de près aussi bien scientifiquement que financièrement pendant le déroulement du stage.

Dans le souci de ne pouvoir vraiment dresser la liste de tous ceux qui ont contribué à la réussite de mon stage, je dirais tout simplement que j'éprouve une gratitude immense pour l'attention que m'ont prêtée le personnel de l'ORSTOM et celui du CNRF/ISRA.-

- 10 -

DOCUMENTATION

• Dominique SOLTNER

Les bases de la production végétale
Tome 1 (Le Sol), 10^e édition, 1981.

• C. PAYRENG,

Méthodes d'analyses utilisées au Laboratoire Commun de Dakar,
ORSTOM, 1980.

• Syaka SADIO

Comportement de quelques provenances d'*Eucalyptus* Dehn,
sur différents types de sol et zones climatiques du Sénégal
CNRF, 1984,

• C. MARIUS.

Contribution à l'étude des mangroves du *Sénégal*
et de Gambie - Ecologie - Pédologie - Géochimie.
Mise en valeur et aménagement - Thèse - Institut de Géologie
Strasbourg - ORSTOM - Paris.

• CHARREAU C., FWUCK Ri,

Les sols du Sénégal
Extrait d'Etudes Sénégalaises N° 9, 1965.-