

REPUBLIQUE DU NIGER

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE
I N R A N

DEPARTEMENT DE RECHERCHES ECOLOGIQUES
SECTION CARTOGRAPHIE ET CLASSIFICATION DES SOLS
PROJET PNUD/FAO NER/75/1009

ETUDE PEDOLOGIQUE
DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE
DE TILLAKAINA

Echelle : 1/10.000

1981

ISRIC LIBRARY

NE - 81.02

Wageningen
The Netherlands

REPUBLIQUE DU NIGER

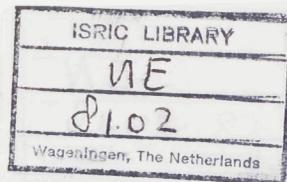
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE

I N R A N

DEPARTEMENT DE RECHERCHES ECOLOGIQUES

SECTION CARTOGRAPHIE ET CLASSIFICATION DES SOLS

PROJET PNUD/FAO NER/75/009



ETUDE PEDOLOGIQUE

DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE

DE TILLAKAINA

Echelle : 1/10.000

1981

Scanned from original by ISRIC - World Soil Information, as ICSU World Data Centre for Soils. The purpose is to make a safe depository for endangered documents and to make the accrued information available for consultation, following Fair Use Guidelines. Every effort is taken to respect Copyright of the materials within the archives where the identification of the Copyright holder is clear and, where feasible, to contact the originators. For questions please contact soil.isric@wur.nl indicating the item reference number concerned.

ISN 7308

TABLE DES MATIERES

	page
INTRODUCTION	3
But de l'étude	3
Méthodes	3
PREMIERE PARTIE : LE MILIEU NATUREL	5
1.1. LE CLIMAT	7
1.2. LA GEOLOGIE ET LA GEOMORPHOLOGIE	7
DEUXIEME PARTIE : LES SOLS	9
2.1. CLASSE DES SOLS MINERAUX BRUTS	11
2.1.1. Groupe des sols minéraux bruts d'érosion	11
-- Unité cartographique 1	11
2.2. CLASSE DES SOLS PEU EVOLUES	12
2.2.1. Groupe des sols peu évolués d'érosion	12
-- Unité cartographique 2	12
2.2.2. Groupe des sols peu évolués d'apport	13
2.2.2.1. Sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial	13
-- Unité cartographique 3	14
2.2.2.2. Sols peu évolués d'apport alluvial	14
-- Unité cartographique 4	14
2.3. CLASSE DES SOLS ISOHUMIQUES	16
2.3.1. Groupe des sols bruns subarides	16
2.3.1.1. Sols brun rouges subarides	16
-- Unité cartographique 5	17
-- Unité cartographique 6	19
-- Unité cartographique 7	20
2.3.1.2. Sols bruns subarides modaux	21
-- Unité cartographique 8	21
-- Unité cartographique 9	22
-- Unité cartographique 10	23
-- Unité cartographique 11	24
2.3.1.3. Sols bruns subarides vertiques	25
-- Unité cartographique 12	25
2.3.1.4. Sols bruns subarides alcalisés	26
-- Unité cartographique 13	26
-- Unité cartographique 14	27
2.4. CLASSE DES SOLS HYDROMORPHES	28
2.4.1. Groupe des sols hydromorphes minéraux à pseudogley	28
-- Unité cartographique 15	28
TROISIEME PARTIE : APTITUDE A L'IRRIGATION PAR GRAVITE	30
3.1. METHODOLOGIE	31
3.2. CARACTERISTIQUES ET QUALITES DES TERRES	31
3.3. EVALUATION DES CARACTERISTIQUES DES SOLS DU PERIMETRE	32
3.3.1. La topographie	32
3.3.2. Le drainage et la présence d'une nappe	32
3.3.3. Les caractéristiques physiques du sol	33
3.3.4. L'alcalinité et la salinité	35
3.4. EVALUATION DES QUALITES DES SOLS DU PERIMETRE	37
3.4.1. Capacité pour drainage et aération	37
3.4.2. Capacité de rétention en eau	37
3.4.3. L'absence d'alcalinité et de salinité	38
3.4.4. Le travail du sol	38

3.5. CLASSEMENT D'APTITUDE A L'IRRIGATION PAR GRAVITE DES UNITES PEDOLOGIQUES	pag 40
3.5.1. Généralités	40
3.5.2. Classe S1 : aptitude élevée	40
3.5.3. Classe S2 : aptitude moyenne	41
3.5.4. Classe S3 : aptitude marginale	43
3.5.5. Classe N1 : inaptitude actuelle	44
3.5.6. Classe N2 : inaptitude permanente	45
3.6. CONCLUSIONS	47
REFERENCES	49

INT

But

(O
FAC
KA
ti

le
"t

dé
té
qu

Mé

or
et
L'

or

l

L
s

l
l
s
b
e
t
1

pag

40
40
40
41
43
44
45
47
49

INTRODUCTION

But de l'étude

A la demande de l'Office National des Aménagements Hydro-Agricoles (ONAHA), la Section Cartographie et Classification de l'INRAN/Projet PNUD/FAO NER/75/009 a exécuté une prospection pédologique du périmètre de TILLAKAINA. Un contrat d'exécution (N° EP-1/81) a été signé entre les deux parties.

Le périmètre a une superficie de 130 ha, ce chiffre dépasse d'ailleurs largement les prévisions (70 ha) du contrat, et se situe sur la "terrasse" du Niger à 5km au nord de TILLABERY.

Le but de l'étude est l'établissement d'une carte pédologique de détail (échelle 1/10.000) et une carte d'aptitude à l'irrigation par gravité afin de préciser la nature et la répartition dans l'espace des contraintes qui seront rencontrées lors de la mise en oeuvre.

Méthodes

Documents disponibles

- Fond topographique IGN/1/50.000 feuille Tillabéry 1a
- " " " du périmètre 1/2.000, ONAHA
- Photographies aériennes : mission 75 NIG 43/125, échelle 1/12.500.

Travaux effectués

La prospection du terrain s'est déroulée en mars/avril 1981.

D'une manière systématique, 125 fosses d'une profondeur de 1,5m ont été ouvertes, tous les 100m sur des layons parallèles espacés de 100m, et décrites d'après les "Directives pour la description des sols" de la FAO. L'emplacement des fosses figure sur la carte en annexe.

Des prélèvements pour analyse au Laboratoire des Sols de l'INRAN ont été effectués sur 43 fosses totalisant 161 échantillons :

- 13 fosses ont été analysées pour la granulométrie, le pH, le pF, la capacité d'échange et les bases échangeables, la matière organique et le phosphore ;
- 14 fosses pour la granulométrie, le pH et le pF ;
- 16 fosses pour la granulométrie et le pH.

Les résultats analytiques complets sortiront en annexe dès que les dernières analyses seront terminées.

Chaque fosse a été reportée sur un plan de layonnage au 1/5000. Les limites entre les différentes unités ont été dressées à l'aide de sondages intermédiaires.

Le plan de masse au 1/2000 a été réduit à l'échelle 1/10.000 à l'aide d'un planvariographe et corrigé avec les photographies aériennes par l'intermédiaire d'un sketchmaster. Les corrections ont été jugées nécessaires parce que le fond topographique fourni par l'ONAHA montre de nombreuses inexactitudes en ce qui concerne l'emplacement des drains naturels et la configuration du canal principal d'irrigation. Ensuite, le plan de travail au 1/5000 a été réduit et reporté sur le fond topographique au 1/10.000.

2. LE CLIMAT

2.1. LE CLIMAT

Le climat de la zone est de type semi-aride (MANNING, 1969), caractérisé par un mois de pluie en moyenne et quatre saisons de sécheresse avec deux périodes de sécheresse plus longues, l'hiver et le mois qui le suit immédiatement (1969). Le climat est déterminé par les précipitations qui se situent à 1000 mm à l'année.

Les variations PREMIERE PARTIE de deux mois :

- mois secs : octobre à mai
- mois des pluies : juin à septembre

Les températures de la zone sont élevées toute l'année (Fig. 2). L'égrenage annuelle est LE MILIEU NATUREL 15,7°.

La pluviosité de la zone est élevée toute l'année (Fig. 3) années (1931-1976), environ 1000 mm. Les pluies sont caractérisées d'environ 3 mois de la distribution des précipitations dans le temps et l'espace est très variable. Par conséquent, il est difficile de déterminer que la hauteur annuelle qui détermine la croissance des plantes.

L'évaporation potentielle annuelle (1000 mm) est une valeur élevée caractéristique qui est celle de la température (Fig. 1). La valeur de l'évaporation est très élevée et reflète les conditions de grande aridité de cette zone, le manque de drainage et la répartition verticale limitée des réserves en eau de sol.

Cette dernière est caractérisée par le développement qui dépend de la répartition des précipitations des pluies (tempête, tempête, pluvieuse) et des facteurs physiques de la zone et de la zone. Il est possible qu'il existe un coefficient de répartition qui varie de 0,5 à 0,8 pour les sols humides de texture moyenne et de 0,2 à 0,4 pour les sols secs de texture argileuse (MANNING, 1969).

2.2. CLIMAT ET VEGETATION

La pluviosité de la zone est élevée toute l'année (Fig. 3) années (1931-1976), environ 1000 mm. Les pluies sont caractérisées d'environ 3 mois de la distribution des précipitations dans le temps et l'espace est très variable. Par conséquent, il est difficile de déterminer que la hauteur annuelle qui détermine la croissance des plantes.

L'évaporation potentielle annuelle (1000 mm) est une valeur élevée caractéristique qui est celle de la température (Fig. 1). La valeur de l'évaporation est très élevée et reflète les conditions de grande aridité de cette zone, le manque de drainage et la répartition verticale limitée des réserves en eau de sol.

Cette dernière est caractérisée par le développement qui dépend de la répartition des précipitations des pluies (tempête, tempête, pluvieuse) et des facteurs physiques de la zone et de la zone. Il est possible qu'il existe un coefficient de répartition qui varie de 0,5 à 0,8 pour les sols humides de texture moyenne et de 0,2 à 0,4 pour les sols secs de texture argileuse (MANNING, 1969).

Le climat de la zone est de type semi-aride (MANNING, 1969), caractérisé par un mois de pluie en moyenne et quatre saisons de sécheresse avec deux périodes de sécheresse plus longues, l'hiver et le mois qui le suit immédiatement (1969). Le climat est déterminé par les précipitations qui se situent à 1000 mm à l'année.

Les variations de deux mois :
- mois secs : octobre à mai
- mois des pluies : juin à septembre

Les températures de la zone sont élevées toute l'année (Fig. 2). L'égrenage annuelle est 15,7°.

1. LE MILIEU NATUREL

1.1. LE CLIMAT

Le climat de la zone est du type Sahélo-Soudanien (AUBREVILLE, 1949), caractérisé par un cycle de saisons qui reflète la marche annuelle du soleil avec deux passages au zénith très rapprochés, suivis d'environ un mois par le front intertropical (FIT). Ce passage est accompagné par des précipitations dont la culmination se situe vers la mi-août.

Les variations cycliques annuelles entraînent l'apparition de deux saisons :

- saison sèche : octobre à mai ;
- saison des pluies : juin à septembre.

Les températures de la zone apparaissent comme excessives (fig.2). La moyenne annuelle atteint 29,2°C avec maxi-moyen 36,5 et mini-moyen 19,9°.

La pluviométrie moyenne annuelle, enregistrée au cours des 45 années (1931-1976), atteint 483,5mm, tombant pendant une courte période d'environ 3 mois $\frac{1}{2}$. La distribution des précipitations dans le temps et l'espace est très variable. Par conséquent, c'est plutôt sa répartition que la hauteur annuelle qui détermine la croissance des plantes.

L'évaporation potentielle annuelle (ETP-Penman) montre une courbe bimodale asymétrique qui suit celle de la température (fig. 1). La valeur de l'ETP annuelle est très élevée et souligne les conditions de grande aridité de cette zone, le manque de drainage et la reconstitution limitée des réserves en eau du sol.

Cette dernière est encore réduite par le ruissellement qui dépend évidemment des caractéristiques des pluies (hauteur, intensité, répartition) et des facteurs physiques du terrain et du sol. Ainsi, il apparaît qu'il existe un coefficient de ruissellement qui varie de 5 à 15% pour les sols bruns de texture moyenne et de 20 à 41% pour les sols bruns vertiques argileux (VALET, 1981).

1.2. GEOLOGIE ET GEOMORPHOLOGIE

La géologie de la zone est déterminée par les roches datant du Birrimien : des roches à amphibole (amphibolites et amphibolites schisteuses). D'autres formations d'une importance mineure se situent en périphérie du périmètre : des granites alcalins et des grano-diorites.

La géomorphologie de la zone est dominée par des vastes glacis à pente faible, orientés est-ouest, reliant les surfaces tabulaires du Continental Terminal au lit majeur du Niger. Le périmètre se situe sur la partie basse de ces glacis, appelée incorrectement "terrasses".

Les glacis ou niveaux inférieurs, qui sont parsemés de bombements rocheux du substratum séparés par des zones déprimées, sont recouverts d'une nappe de débris, essentiellement constitués de cailloux anguleux de quartz et de roches à amphibole, de concrétions ferrugineuses et ferromanganeuses, arrachées des zones en amont. GAVAND (1965) considère cette nappe comme un ancien pavage d'un reg désertique. La nappe est recouverte par des apports plus fins de texture limono-argilo-sableuse à argileuse, avec quelques galets roulés, indiquant une origine mixte : colluviale/alluviale. En surface, la texture est plus sableuse à cause d'un apport éolien remanié.

Les cours d'eau, appelés kori, ont des lits qui ont divagué sur le glacis, provoquant le dépôt local de matériaux de texture hétérogène grossière. Le Niger a déposé à la base du glacis des alluvions hétérogènes sur les bourrelets et dans les dépressions.

DEUXIEME PARTIE

LES SOLS

Il est à noter que l'état des sols est en rapport avec les conditions climatiques et les caractéristiques géologiques de la région. Les sols sont généralement classés en fonction de leur texture et de leur composition chimique.

Les sols les plus rencontrés sont les sols limoneux et les sols argileux. Ces sols sont caractérisés par une teneur élevée en argile et en limon, ce qui leur confère une grande capacité de rétention d'eau.

En ce qui concerne la composition chimique, les sols sont généralement riches en azote et en phosphore, ce qui les rend très fertiles. Cependant, ils peuvent être carencés en certains éléments minéraux, ce qui nécessite l'apport de fertilisants.

Il est important de noter que l'état des sols peut varier considérablement d'une région à l'autre, en fonction des conditions locales. Par conséquent, il est essentiel de réaliser des analyses de sols régulières afin de mieux connaître leur état et d'adapter les pratiques agricoles en conséquence.

Lorsque les cailloux sont absents dans l'horizon de surface (G6), la morphologie du profil montre des similarités aux sols brun rouges subarides. Les sols conservent un certain développement de structure, finement polyédrique angulaire, et une couleur rougeâtre plus accusée que dans des sols lithiques.

GAVAUD, dans l'étude citée en référence, classe ces formations en sols réguques à faciès rubéfiés sur la base de la faible épaisseur du profil et de la présence à faible profondeur d'une nappe de débris surmontant la zone d'altération de la roche.

Nous avons hésité à maintenir certains sols de cette association dans le sous-groupe des sols peu évolués d'érosion régosoliques, parce qu'ils se rapprochent plus des profils types du sous-groupe des sols brun rouges subarides, à l'exception de la profondeur de la nappe de débris. Mais, afin de les associer aux sols avec une même vocation agricole, nous les avons rangés dans la sous-classe des sols peu évolués d'érosion.

La séparation entre les deux types de sols reste cependant impossible au niveau de la carte vu les grandes variations de profondeur et de pierrosité.

Il est à noter que l'unité est parsemée d'affleurements rocheux. Leurs dimensions ne sont jamais très grandes mais leur présence -- ils occupent jusqu'à 25% de la superficie de l'unité, ensemble avec une pierrosité de surface parfois très forte, -- est un facteur très défavorable pour la mise en valeur.

Marge des variations

Elles sont surtout liées à la teneur en éléments grossiers, toujours dans une proportion gênante pour l'agriculture, et à la profondeur du substratum rocheux.

Dans le nord du périmètre, les sols lithiques semblent dominer les sols régosoliques à faciès rubéfiés plus fortement qu'ailleurs.

Classification et corrélation

CPCS/ORSTOM	: Sol peu évolué lithique sur roches à amphibole de texture sable-limoneuse à limono-argilo-sableuse et caillouteux.
USDA (Soil Taxonomy)	: Lithic ustorthent, loamy-skeletal, mixed, hyperthermic
FAO	: Lithosol.
CPCS/ORSTOM	: Sol peu évolué régosolique à faciès rubéfié sur roche à amphibole de texture limono-sableuse à limono-argilo-sableuse et caillouteux.
USDA (Soil Taxonomy)	: Lithic ustochrept, loamy-skeletal, mixed, hyperthermic.
FAO	: Cambisol eutrique ou chromique, phase lithique.

2.2. Groupe des sols peu évolués d'apport

Ces sols sont caractérisés par un horizon humifère reposant sur un matériau récemment apporté. Deux sous-groupes ont été retenus :

2.1. Sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial

Ce sont des sols dont l'apport du matériel est d'origine mixte, partiellement colluvial, partiellement alluvial. Les deux processus se reflètent dans la granulométrie du sol qui peut être caillouteuse et sableuse, ou homogènement sableuse ou sablo-limoneuse. Un seul groupe a été distingué :

UNITE CARTOGRAPHIQUE 3.

- Sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial, modaux, de texture grossière, hétérogène, profonds.

Ces sols sont développés sur des matériaux colluvio-alluviaux qui ont comblé les ravines peu profondes d'un axe de drainage divagant et tributaire du kori central de la zone. Ils forment une sorte de cône d'épandage à peine décelable sur le levé topographique ; ce cône est constitué de matériaux hétérogènes arrachés aux zones en amont. Les sables dominent dans ces matériaux, bien qu'il existe des lentilles de graviers d'origines diverses : quartz, petites amphibolites et concrétions ferro-manganeuses.

Les sols de cette unité occupent 2,1ha, soit 1,6% du total.

La morphologie du sol est caractérisée par un mince horizon de surface, brun foncé, légèrement humifère, de texture limono-sableuse. Il repose, suivant une transition nette, sur des horizons d'une couleur légèrement plus claire, d'une texture en alternance sableuse, sablo-limoneuse et limono-sableuse, parfois limono-argilo-sableuse ; l'épaisseur de ces horizons varie entre 10 et 25cm. Des lentilles de graviers anguleux, de quelques centimètres de diamètre, peuvent y être incorporés.

La structure de l'horizon de surface est faiblement polyédrique subangulaire. Dans les autres horizons, elle est, soit élémentaire, lorsque la texture est sable grossier, soit massive, lorsque la texture est plus fine. La porosité du sol est partout très élevée.

Les sols sont profonds (>150cm) et bien drainés, ne montrant aucun signe d'hydromorphie.

Les analyses physico-chimiques montrent :

- un pH neutre à légèrement acide ;
- une rétention en eau de l'ordre de 50mm sur une profondeur de 100cm.

Classification et corrélation

- | | |
|----------------------|---|
| CPCS/ORSTOM | : Sol peu évolué d'apport alluvial/colluvial modal, de texture grossière hétérogène, profond. |
| USDA (Soil Taxonomy) | : Typic ustorthent, coarse loamy, mixed, hyperthermic. |
| FAO | : Régosol eutrique. |

2.2.2.2. Sols peu évolués d'apport alluvial

Ces sols sont caractérisés par un apport récent, d'origine alluvial, notamment du fleuve Niger. Un seul sous-groupe a été retenu :

UNITE CARTOGRAPHIQUE 4.

- Sols peu évolués d'apport alluvial, hydromorphes, de texture moyenne à fine, profonds, alcalisés.

L'extrême ouest du périmètre est formé par la plaine alluviale du Niger. Le fleuve y a déposé des alluvions limono-argilo-sableuse montrant encore des stratifications sédimentaires dans les profils. L'unité occupe 4,5ha, soit 3,5% du total.

parf
ont
ract

Elle
et P

La m

25 e
stru
pact
clai

La c
sign
tre

Les
fait

deur

sier
élev

163m

Marg

en a
face
est
est

les
de 10

Clas
CPCS

USDA

FAO

Elle est constituée d'une zone très plate avec une surface lisse, parfois recouvert de gravillons. Par leur position topographique, les sols ont un drainage réduit ce qui provoque des effets importants sur leurs caractéristiques physico-chimiques.

La végétation naturelle est très clairsemée et en état rabougri. Elle est essentiellement formée par *Ziziphys Mauretania*, *Balanites aegyptiaca* et *Pilostigma reticulatum*. Le couvert graminéen manque quasi totalement.

La morphologie du profil montre la séquence suivante :

En dessous de l'horizon de surface brun, d'épaisseur comprise entre 25 et 35cm, de texture limono-sableuse, couvert d'une mince croûte, faiblement structuré en éléments polyédriques angulaires, le sol devient rapidement compact, massif et très dur, de texture limono-argilo-sableuse et de couleur plus claire.

La porosité, déjà réduite à la surface, diminue avec la profondeur. La compacité du sol et son drainage imparfait font apparaître vers 75cm des signes de stagnation d'eau se manifestant par des couleurs de plasma grisâtre et des taches rouille.

Les analyses physico-chimiques montrent l'effet important du drainage imparfait et le confinement dans le sol des produits d'altération.

Le pH est neutre à la surface et il croît rapidement avec la profondeur pour atteindre une forte alcalinité dans les horizons compacts (pH 9,2).

La granulométrie montre une disparition progressive des sables grossiers en profondeur ; l'horizon de surface a une teneur en argile un peu moins élevée qu'ailleurs dans le profil.

La rétention en eau dépasse 150mm sur une profondeur de 100cm : 163mm pour le profil H8 et 217mm pour le profil B5.

Marge des variations

Dans la partie nord-ouest de la zone, l'unité atteint ses valeurs en argile les plus élevées (50% dans le profil C5). Lorsque l'horizon de surface a une texture plus fine que limono-sableuse, l'insuffisance du drainage est accentuée : les taches montent jusqu'à la base de l'horizon A et le pH est alcalin dès la surface (8,5 à 8,7).

Il est à noter le cas du profil H9 qui a une texture grossière dans les premiers 35cm mais qui accuse une hydromorphie poussée dès la profondeur de 16cm.

Classification et corrélation

- | | |
|----------------------|---|
| CPCS/ORSTOM | : Sols peu évolués d'apport alluvial hydromorphes de texture moyenne à fine, profonds, alcalisés. |
| USDA (Soil Taxonomy) | : Natric aquic ustorthents, fine loamy, mixed, hyperthermic. |
| FAO | : Régosols gleyiques et natriques. |

2.3. CLASSE DES SOLS ISOHUMIQUES

Les sols isohumiques sont définis par la CPCS comme des sols évolués à profil moyennement ou peu différencié du type A(B)C, l'horizon B étant le plus souvent caractérisé par sa structure. L'ensemble des horizons de surface est nettement marqué par la matière organique qui décroît progressivement jusqu'à son matériau originel.

Le complexe adsorbant de ces sols est saturé principalement en calcium et secondairement en magnésium. Parfois le sodium peut y être en teneur relativement élevée.

Les sols isohumiques du périmètre appartiennent à la sous-classe des sols isohumiques à complexe saturé, évoluant sous pédoclimat à température élevée en période pluvieuse.

Leur teneur en matière organique est réduite, mais cette matière organique est très fortement humifiée. L'altération minérale y est assez poussée, d'où une couleur souvent plus rouge du sol.

Un seul groupe constitue cette sous-classe.

2.3.1. Groupe des sols bruns subarides

Quatre groupes ont été distingués :

- sols brun rouges subarides ;
- sols bruns subarides modaux ;
- sols bruns subarides vertiques ;
- sols bruns subarides alcalisés.

2.3.1.1. Les sols brun rouges subarides

Dans l'étude pédologique du Niger occidental, GAVAUD définit les sols brun rouges comme des sols possédant un horizon B de couleur, et des amorces de B structuraux ou texturaux, possédant un ou plusieurs horizons supérieurs, d'épaisseur totale n'excédant pas 20cm, à teinte nettement moins pure, ou plus pâle, ou moins rouge, et donnant à l'oeil une impression grisâtre ou brunâtre.

L'extension des sols brun rouges subarides coïncide avec la zone Sahélo-Saharienne. Au Niger ouest la limite méridionale oscille entre les isohyètes 400 et 500mm.

Les sols brun rouges subarides rencontrés dans le périmètres ont été classés dans un grand ensemble :

- famille des sols brun rouges subarides, développés sur un matériau dérivé des roches à amphibole.

Ces sols prennent une extension considérable au niveau du périmètre (53,1ha, soit 40,8%).

GAVAUD a classé ces sols comme régiques à faciès rubéfiés sur la base de leur faible épaisseur et de la présence à faible profondeur d'une nappe de débris surmontant les altérites.

Nous avons, pour notre part, préféré classer ces sols dans le sous-groupe brun rouge, comme déjà proposé par le SOGETHA dans son étude des terrasses du Niger au sud de Tillabéry, parce qu'il existe dans le périmètre des profils assez profonds (jusqu'à 1,5m) avec un horizon B de couleur et une structure très nette.

amphibo
sion hy
on note

-- une p
du so
-- un ho
inclu
bris
-- un ni
à emb
-- une a
passa

tingué

-- série
caill
-- série
caill
-- série
caill

UNITE (

le tra
est ég

phibol
bris d
paraît

La mor

-- en s
roug
à ag

-- sous
text
en é
ont
entr

-- un h
très
peut
jacc

Ces sols sont développés sur un matériau dérivant de roches à amphibole avec des apports superficiels de sables éoliens remaniés par l'érosion hydrique. Vu en détail, le matériau est très complexe : de haut en bas on note dans les profils les plus complets :

- une pellicule mince de sables ruisselés, souvent mélangée, par le travail du sol, avec l'horizon sous-jacent ;
- un horizon de texture limono-argilo-sableuse, formant la masse du profil, incluant parfois, mais toujours en faible proportion, quelques uns des débris sous-jacents ;
- un niveau à débris de quartz et de roche à amphibole en forme d'un pavage à emballage argileux à concrétions ferro-manganeuses ;
- une argile d'altération avec concrétions ferro-manganeuses et de calcaires passant progressivement à la roche friable.

Sur la base de la profondeur de la nappe de débris nous avons distingué trois séries :

- série reposant à faible profondeur (25-50cm) sur des colluvions très caillouteuses ;
- série reposant à profondeur moyenne (50-100cm) sur des colluvions très caillouteuses ;
- série reposant à grande profondeur (100-150cm) sur des colluvions très caillouteuses.

UNITE CARTOGRAPHIQUE 5.

- . Sols brun rouges subarides.

Série reposant à faible profondeur (25-50cm) sur colluvions très caillouteuses.

Cette série se situe à proximité du canal d'amenée où elle forme le trait d'union entre les petites zones cartographiées en unité 2. Elle est également présente dans la partie centrale du périmètre.

L'unité occupe 19,6ha, soit 15,1% du périmètre.

Les sols sont développés sur un matériau dérivant des roches à amphibole à l'exception de l'extrême nord de la zone où sous une nappe de débris d'amphibolite se situe une altérite de granite, mais cette altérite ne paraît pas influencer le sol d'une façon décisive.

La morphologie du profil montre la succession suivante :

- en surface, une pellicule de sables ruisselés, faiblement argileux, brun rougeâtre, à structure lamellaire puis polyédrique, parfois élémentaire, à agrégats peu durs de taille moyenne, très poreux et peu compacts.
- sous cet horizon d'apport et en transition nette, apparaît un horizon de texture limono-sableuse à limono-argilo-sableuse, rouge vif, bien structuré en élément polyédriques moyens à grossiers ; les agrégats sont très durs et ont une porosité moyennement développée. L'épaisseur de cet horizon varie entre 25 et 40cm. La transition vers l'horizon sous-jacent est distincte.
- un horizon de même texture mais moins structuré. Les agrégats sont durs à très durs et la porosité est mieux développée. L'épaisseur de cet horizon peut varier entre 0 et 25cm. Lorsque cet horizon est absent, l'horizon sous-jacent repose abruptement sur la nappe de débris de quartz.

- une nappe de débris de quartz, de roches à amphibole et de concrétions ferro-manganeuses dans une matrice argileuse à limono-argilo-sableuse. Cette couche a une épaisseur moyenne de 25cm avec des valeurs extrêmes de 10 à 50cm. Parfois on y observe la présence d'éléments carbonatés.
- une argile d'altération, passant progressivement à la roche friable et fracturée, la première riche en éléments carbonatés. On peut y rencontrer des éléments de roches dures dont la quantité augmente avec la profondeur. Les roches sont essentiellement des amphibolites à l'exception de la partie nord-est où le substratum est ponctué de granites.

Les sols de cette unité présentent dans leur profil une partie inférieure rougeâtre, indiquant un drainage interne favorable et une rubéfaction intense. La structure est bien développée jusqu'à la nappe de débris.

Les analyses physico-chimiques montrent :

- une granulométrie qui indique un enrichissement des horizons de surface en sable : sablo-limoneuse à limono-sableuse avec une prédominance des sables fins, reposant sur un limon-argilo-sableux d'environ 30% d'argile ;
- le pH est légèrement acide en surface (5,9) et neutre en profondeur (6,2-6,7) ;
- la rétention en eau oscille entre 40mm (D1) et 60mm (N3) jusqu'à la nappe de débris.

L'analyse des caractères morphologiques et physico-chimiques confirme le caractère de rubéfaction de l'horizon B ; la faible épaisseur de cet horizon rubéfié est due à une érosion ancienne qui a décapé les horizons superficiels du profil. Actuellement, cette érosion est lente, et, en dépit d'un couvert végétal peu dense, les sols conservent une certaine épaisseur et un horizon humifère. En ce qui concerne la nappe de débris, continue dans l'est de la zone et absente dans le centre, GAVAUD l'attribue à un ancien reg désertique formé à la fin d'une intense période d'érosion. A sa formation a succédé une période des apports plus fins dont nous ignorons les modalités précises.

Marge des variations

Les variations rencontrées dans l'unité sont liées à la profondeur de la nappe de débris, variant entre 25 et 50cm. Cette nappe manque dans la partie de l'unité se situant dans la zone centrale du périmètre ; dans ce cas l'horizon structural rouge vif repose directement sur l'altérite compacte.

La texture de l'horizon de surface peut varier de limono-sableux à limono-argilo-sableux. La dernière se présente lorsque la pellicule superficielle est absente ou mélangée avec le matériau sous-jacent.

Classification et corrélation

- CPCS/ORSTOM : Sol brun rouge subaride de texture moyenne reposant à faible profondeur sur des colluvions caillouteuses.
- USDA (Soil Taxonomy) : Lithic/udic ustochrept, loamy over loamy-skeletal, mixed, hyperthermic.
- FAO : Cambisol chromique (phase lithique).

UNITÉ

une z
bruns
mètre

La m
de l'

-- un
fa
no-

-- un
en
an
pro

-- un
d'

-- un
ma
ro

-- so
d'

form
brun

Les
envi
Ensu

la n

Marg

napp

text

Clas

CPCS

USDA

FAO

UNITE CARTOGRAPHIQUE 6.

. Sols brun rouges subarides.

Série reposant à profondeur moyenne (50-100cm) sur des colluvions très caillouteuses.

Cette série occupe une bande centrale du périmètre constituant une zone de transition entre les sols brun rouges peu profonds et les sols bruns moins bien drainés. Leur superficie fait 31,2ha, soit 24,0% du périmètre.

La morphologie du sol montre une séquence qui s'approche de celle des sols de l'unité précédente :

- un horizon de surface, d'une épaisseur entre 5 et 10cm, brun rougeâtre, faiblement structuré en éléments polyédriques angulaires, de texture limono-sableuse à limono-argilo-sableuse, assez poreux et peu compact.
- un horizon de texture limono-argilo-sableuse, d'une épaisseur de 25cm environ, de couleur rouge foncé, bien structuré en éléments polyédriques angulaires à cubiques ; ces agrégats sont très durs et peu poreux ; passant progressivement vers :
- un horizon de même texture, mais moins rouge, moins structuré, moins poreux, d'une épaisseur entre 35 et 60cm reposant abruptement sur :
- une nappe de débris de quartz, des roches à amphibole, et des concrétions manganésifères dans une matrice argileuse, avec parfois quelques galets roulés de quartz. L'épaisseur varie entre 10 et 50cm.
- sous cette couche d'apport et en transition abrupte, apparaît une argile d'altération passant progressivement vers la roche saine (amphibolite).

Le drainage imparfait de la base du profil peut y provoquer la formation de taches et de concrétions, voir un début de gleyification (teint brun olive 2,5 Y 5/2).

Les analyses physico-chimiques montrent : une texture limono-sableuse avec environ 18% d'argile et 45 à 50% de sables fins dans les premiers 10cm. Ensuite la teneur en argile monte jusqu'à 29% (limono-argilo-sableux).

Le pH est neutre dans la totalité du profil (6,5-7,1).

La rétention en eau oscille entre 55mm (D2) et 71mm (J2) jusqu'à la nappe de débris.

Marge des variations

Les variations au sein de l'unité sont liées à la profondeur de la nappe de débris qui oscille entre 50/100cm sans régularité.

Le profil R1 a une rétention en eau qui dépasse 100mm grâce à une texture plus limoneuse.

Classification et corrélation

- | | |
|----------------------|--|
| CPCS/ORSTOM | : Sol brun rouge subaride de texture moyenne reposant à profondeur moyenne sur des colluvions caillouteuses. |
| USDA (Soil Taxonomy) | : Udic ustochrept, fine loamy over clayey-skeletal, mixed, hyperthermic. |
| FAO | : Cambisol chromique. |

UNITE CARTOGRAPHIQUE 7.

3.1.2. Les s

- . Sols brun rouges subarides.
Série reposant à grande profondeur (100-150cm) sur colluvions très caillouteuses.

Ces sols se retrouvent dans l'extrême sud de la zone où ils forment la transition entre les sols brun rouges moyennement profonds et les sols bruns profonds. Ils occupent 2,3ha, soit 1,8% de la superficie totale.

La morphologie du profil montre la séquence suivante :

- un horizon de surface, brun, de texture limono-argilo-sableuse, faiblement structuré en éléments polyédriques angulaires : très poreux, non compact, d'une épaisseur variant entre 15 et 25cm ;
- un horizon brun sombre à brun rougeâtre, de texture limono-argilo-sableuse, bien structuré en éléments polyédriques angulaires moyens, compacts et durs ; l'épaisseur varie entre 40 et 50cm ;
- un horizon de couleur brune, même texture mais moins structuré, d'une épaisseur entre 50 et 60cm ;
- en transition abrupte, une nappe de débris d'une composition identique à celle des autres sols brun rouges ;
- une argile d'altération passant progressivement vers la roche saine. On peut y rencontrer des éléments carbonatés.

Les analyses physico-chimiques montrent :

- une granulométrie limono-argilo-sableuse sur toute la profondeur du sol (21 à 29% d'argile).
- le pH est neutre dans la totalité du profil. Il est de 6,6 en surface et croît vers 7,3 en profondeur.

L'analyse des résultats analytiques et la description morphologique font apparaître une différence avec les sols brun rouges moins profonds ; grâce à leur profondeur, leur rétention en eau est plus élevée (90-100mm/m).

Classification et corrélation

- CPCS/ORSTOM : Sol brun rouge subaride de texture moyenne reposant à grande profondeur (100-150cm) sur colluvions caillouteuses.
- USDA (Soil Taxonomy) : Udic ustochrept, coarse loamy, mixed, hyperthermic.
- FAO : Cambisol chromique.

de so
de tr
(2) l
lins.
pogra
gileu

coule
l'abs

reuse
ment,
ture

morph
infér
premi
profi
dans

tatic
ment

-- sé
teu
-- sé
teu
-- sé
-- sé

UNITI

et la

Le m

-- so
-- un
qu
à ?
-- un
av
re

3.1.2. Les sols brun subarides modaux

Dans l'étude de référence, GAVAUD fait marquer qu'il n'existe pas de sols bruns au sens pédogénétique strict mais qu'il s'agit plutôt de sols de transition entre (1) les sols brun rouges subarides bien drainés et (2) les sols hydromorphes, les sols bruns vertiques, et les sols bruns alcalins. En effet, ce passage est, le plus souvent, le fait d'une position topographique intermédiaire, parfois encore d'une texture insuffisamment argileuse.

La distinction avec les sols brun rouges subarides est basée sur la couleur : une teinte foncée uniforme. La différence avec les vertisols est l'absence d'horizon de structure en coin.

Il s'avère effectivement difficile d'établir une distinction rigoureuse avec le sous-groupe brun rouge typologiquement mieux défini. Pratiquement, nous avons classé sans hésitation comme sol brun rouge tout sol à structure et à couleur 5YR 4/6-8 ou plus rouge.

Les sols bruns subarides appartiennent à la même grande unité géomorphologique que les sols brun rouges subarides : le bas glacis ou modelé inférieur. Ensemble avec les derniers, ils forment une toposéquence, dont les premiers occupent les positions basses. La continuité morphologique entre les profils et l'identité stratigraphique des matériaux suggèrent une similarité dans leur mise en place.

Sur le terrain, seuls le changement superficiel du sol et la végétation rendent sensible ce changement pédologique qui n'est pas topographiquement perceptible.

Au niveau de la carte, quatre séries ont été distinguées :

- série reposant à faible profondeur (25-50cm) sur colluvions très caillouteuses ;
- série reposant à profondeur moyenne (50-100cm) sur colluvions très caillouteuses ;
- série profonde (pas de nappe de débris à moins de 150cm) ;
- série profonde avec recouvrement sableux d'une épaisseur entre 25 et 40cm.

UNITE CARTOGRAPHIQUE 8.

- Sols bruns subarides modaux
Série reposant à faible profondeur (25-50cm) sur colluvions caillouteuses.

Ces formations sont localisées entre le kori central du périmètre et la terrasse du Niger. Le substratum rocheux affleure par endroit.

L'unité occupe 8,3ha, soit 6,4% du périmètre.

La morphologie du profil est caractérisée par la succession suivante :

- sous une mince pellicule de sables ruisselés se situe
- un horizon, brun rougeâtre, limono-argilo-sableux, bien structuré, polyédrique angulaire, assez poreux et très dur. Son épaisseur est de l'ordre de 10 à 25cm ;
- un horizon brun foncé, argileux, moins structuré et moins poreux, très dur, avec quelques uns des débris sous-jacents, d'une épaisseur d'environ 25cm, reposant abruptement sur

- un niveau caillouteux composé de débris de quartz très anguleux, des concrétions ferromanganeuses et ferrugineuses, le tout dans une matrice argileuse. L'épaisseur varie de 10 à 35cm ;
- sous cet horizon d'apport et en transition abrupte, se situe une argile d'altération passant progressivement vers l'amphibolite saine.

On remarque la teinte plus foncée d'ensemble, due au drainage réduit, et la séquence des matériaux qui est plus ou moins identique à celle des sols brun rouges.

Les analyses physico-chimiques montrent :

- une granulométrie de limon argilo-sableux avec une augmentation de la teneur en argile et de limon avec la profondeur et une décroissance des taux de sables fins.
- Le pH est légèrement acide en surface (6,2) et neutre en profondeur.
- La rétention en eau jusqu'à la nappe de débris est de l'ordre de 40mm.

Marge des variations

Par leur faible extension au périmètre, les sols de cette unité ne présentent que des variations mineures liées à la profondeur de la nappe de débris.

Quelques profils (P6 et P7) possèdent un mince horizon de surface de sables lités d'une épaisseur entre 5 et 10cm.

Classification et corrélation

- CPCS/ORSTOM : Sol brun subaride modal de texture moyenne à fine reposant à faible profondeur sur colluvions caillouteuses.
- USDA (Soil Taxonomy) : Lithic/udic ustochrept, coarse loamy over clayey-skeletal, mixed, hyperthermic.
- FAO : Cambisol eutrique (phase lithique)

UNITE CARTOGRAPHIQUE 9.

- Sols bruns subarides modaux
Série reposant à profondeur moyenne (50-100cm) sur colluvions très caillouteuses.

Une petite zone entre le kori central et la terrasse du Niger est occupée par les sols de cette unité, de même que la zone de transition entre les sols brun rouges et les sols peu évolués hydromorphes. Leur superficie mesure 8,5ha, soit 6,5% du total du périmètre.

Dans la morphologie du profil on observe :

- un horizon de surface brun rougeâtre, sableux à sablo-limoneux, de structure élémentaire à lamellaire, très poreux et peu compact, d'une épaisseur entre 5 et 15cm ;
- un horizon brun sombre, argileux à limono-argilo-sableux, à structure assez bien développée, à agrégats polyédriques angulaires, très durs, très compacts et peu poreux, d'une épaisseur d'environ 25cm.
- un horizon de couleur brun olive (10YR 4/3 à 2,5Y 4/4), argileux, à structure polyédrique à tendance cubique, moyennement développée, très dur et peu poreux, avec quelques facettes de glissement ; épaisseur entre 30 et 50cm.

- une nappe de débris composée de quartz anguleux, de concrétions ferromanganeuses et ferrugineuses ;
- une argile d'altération ou directement la roche à amphibole saine.

On observe une séquence plus ou moins identique à celle de l'unité précédente. Le profil est aussi très foncé, indiquant le drainage réduit.

Pour les données analytiques, le lecteur est prié de se référer à celles de l'unité précédente.

Marge des variations

Dans l'ouest de l'unité, l'horizon sableux de surface croît d'épaisseur pour atteindre des valeurs d'environ 25cm. Egalement la texture du sous-sol s'allège légèrement, faisant disparaître les facettes de glissement.

Classification et corrélation

- | | |
|----------------------|--|
| CPCS/ORSTOM | : Sol brun subaride modal, de texture moyenne sur fine reposant à profondeur moyenne sur colluvions caillouteuses. |
| USDA (Soil Taxonomy) | : Udic ustochrept, coarse loamy over clayey-skeletal, mixed, hyperthermic. |
| FAO | : Cambisol eutriqué. |

UNITE CARTOGRAPHIQUE 10

- . Sols bruns subarides modaux.
Série profonde.

Cette unité a deux aires de répartition dans le centre de la zone (12,2ha, soit 9,4%) :

- associé au kori central, où elle forme une bande allongée coupée en deux par les sols peu évolués d'apport ;
- en transition entre les sols bruns peu profonds et la terrasse du Niger.

La morphologie du profil montre la séquence suivante :

- un horizon de surface, brun sombre, limono-sableux, à limono-argilo-sableux, faiblement structuré, polyédrique angulaire, assez poreux et peu dur ; d'une épaisseur entre 20 et 25cm ;
- un horizon intermédiaire, brun sombre, limono-sableux à limono-argilo-sableux, très faiblement structuré à massif, avec agrégats très durs, avec quelques concrétions ferromanganeuses et de carbonates de calcium, dont le nombre augmente jusqu'à une profondeur de 100cm. ;
- en transition diffuse, se trouve un horizon brun jaunâtre à brun olivâtre, massif et compact, de même texture, avec quelques taches rouilles et grises.

On remarque la teinte sombre de l'ensemble du profil. Le drainage interne modéré provoque la formation de concrétions diverses et l'apparition de taches à la base du profil. Ce drainage paraît être moins influencé par la texture qui n'est pas encore très argileuse, mais plutôt par la position topographique basse de ces sols.

2.3.1.3. Les sols bruns subarides vertiques

Les sols bruns subarides vertiques sont des sols à profils à drainage réduit, formant le passage entre (1) les sols brun rouges subarides bien drainés, et (2) les sols bruns subarides alcalins, les sols peu évolués hydromorphes et les sols hydromorphes. Ce passage est le fait d'une position topographique intermédiaire combinée avec une texture plus argileuse.

Ils se distinguent des sols rubéfiés par leur couleur, (en général une teinte foncée uniforme), des vertisols par l'absence d'horizon vertique à structure en coin, bien qu'admettant souvent un faible développement des faces lissées obliques, et des sols hydromorphes par l'absence des signes manifestes de gley ou de pseudogley.

UNITE CARTOGRAPHIQUE 12

- . Sols bruns subarides vertiques de texture argileuse.

L'extension de ces sols est limitée à l'extrême nord du périmètre, où ils forment une petite entité de quelques hectares : 4,3ha, soit 3,3% du total.

La morphologie du profil montre la séquence suivante :

- une surface du sol, légèrement bombée, voire un début de micro-relief gilgai, avec quelques fentes de retrait étroites.
- Un horizon de surface, brun foncé, de texture limono-argilo-sableuse, faiblement structuré en éléments polyédriques angulaires et subangulaires de taille moyenne et fine, dur, peu poreux, avec quelques concrétions ferromanganeuses ; d'une épaisseur entre 5 et 10cm.
- Un horizon brun sombre, de texture argileuse, à structure prismatique de taille moyenne, séparé par des fentes de retrait minces (largeur < 1cm), partiellement remplies de matériaux venant d'en haut ; nombreuses faces de glissement sans qu'ils s'entrecroisent et qu'ils forment des structures en coin ; la porosité des agrégats durs est faible ; l'épaisseur est environ 25cm.
- En transition diffuse, se trouve un horizon plus sombre, argileux et plus structuré en éléments prismatiques grossiers, séparés par des fentes de retrait ; nombreuses faces de glissement, porosité faible, quelques concrétions ferromanganeuses, et de carbonates de calcium. L'épaisseur de cet horizon dépasse 50cm, passant diffusément vers :
- Un horizon brun olive, argileux, compact, faiblement structuré (argile d'altération, riche en éléments carbonatés et concrétions ferromanganeuses).

On remarque la couleur foncée, la compacité, la richesse en nodules et concrétions, tous caractères dénonçant un mauvais drainage interne.

Les analyses physico-chimiques montrent

Une texture très argileuse : sa teneur est supérieure à 40% dans la totalité du profil à l'exception de l'horizon de surface. Les sables fins dominent dans la fraction sableuse.

La diminution des sables avec la profondeur suggère un faible degré d'homogénéisation dans ces sols, où la vertisolation n'est pas fortement développée.

Le pH est neutre en surface (6,8) et devient alcalin (8,0) en profondeur où la teneur en sodium est la plus élevée.

La rétention en eau est 100mm/m.

Marge des variations

La faible extension de l'unité exclut des variations importantes. Elles sont d'ordre mineur et concernent le degré de développement des faces de glissement et la prolifération des fentes de retrait.

Classification et corrélation

CPCS/ORSTOM : Sol brun subaride vertique de texture argileuse.
USDA (Soil taxonomy) : Udic (vertic) ustochrept, clayey, mixed, hyperthermic.
FAO : Cambisol eutrique/vertique.

2.3.1.4. Les sols bruns subarides alcalisés

Ces sols ont un drainage interne réduit. Ils occupent la même position topographique que les sols bruns vertiques ou modaux, notamment en transition entre le glacis assez bien drainé et la terrasse du Niger. Mais leur alcalinité suggère soit un substratum différent, soit un confinement plus fort des produits d'altération dans le profil ; il a été observé dans quelques fosses une altérite semblant provenir d'un granite à migmatite. D'ailleurs, la carte géologique indique la présence de granites à biotite d'âge indifférencié dans le nord-ouest de la zone.

Ces différents faciès sont définis comme suit :

- série modale
- série à drainage très réduit.

UNITE CARTOGRAPHIQUE 13

- . Sols bruns subarides alcalisés
- Série modale

Cette unité, de petite taille (2,7ha, soit 2,1% du total) occupe le nord-ouest de la zone. Elle forme la transition entre (1) les sols bruns profonds de l'unité 10, les lithosols et sols lithiques de l'unité 1 et (2) les sols de la terrasse de l'unité 4.

La morphologie du profil montre la séquence suivante :

- un horizon de surface, brun, limono-sableux à sable limoneux, massif et dur, peu poreux, d'une épaisseur d'environ 25cm.
- un horizon de transition, plus clair, limono-sableux, très faiblement polyédrique angulaire, très dur et peu poreux, d'une épaisseur de 25 à 40cm.
- en transition graduelle, un horizon de même couleur limono-argilo-sableux, massif et compact, très peu poreux et très dur, avec quelques concrétions de carbonate de calcium, d'une épaisseur d'environ 40cm, passant progressivement vers :
- un matériau brun olive, de même texture, très compact, très dur, avec des concrétions ferromanganeuses et de carbonate de calcium.

En plus de la teinte, signe d'un mauvais drainage, on remarque la compacité du sol, presque dès la surface et s'accroissant en profondeur. Le mauvais drainage a comme conséquence le confinement dans le sol des produits d'altération, se reflétant par la présence de concrétions diverses et un pH très alcalin dans les horizons de profondeur (pH 8,8).

Classification et corrélation

- CPCS/ORSTOM : Sol brun subaride alcalisé série modal à texture moyenne.
- USDA (Soil Taxonomy) : (Natric) udic ustochrept, fine loamy, mixed, hyperthermic.
- FAO : Cambisol eutriqué (natric).

UNITE CARTOGRAPHIQUE 14

- Sols bruns subarides alcalisés
- Série à drainage très réduit.

Cette série se situe en position la plus basse de tous les sols bruns. Elle forme la transition entre les sols bruns subarides modaux et vertiques d'une part, les sols peu évolués hydromorphes alcalisés et les sol hydromorphes alcalisés de la terrasse d'autre part.

La position topographique basse et une texture fine confèrent à ces sols un drainage imparfait. De tous les sols bruns, ils présentent les signes d'hydromorphie les plus accusés ; toutefois, leur caractère d'hydromorphie qui devrait être situé au niveau du sous-groupe a été retenu au niveau de la série afin de pouvoir accorder plus d'importance aux caractères sodiques, très contraignants pour la mise en valeur.

Ils occupent 5,0ha, soit 3,9% du total.

La morphologie du profil montre la séquence suivante :

- une mince pellicule de sables lités en transition abrupte sur
- un horizon brun sombre, limono-argilo-sableux, faiblement polyédrique angulaire, dur, assez poreux, d'une épaisseur d'environ 10cm, en transition nette sur
- un horizon brun jaunâtre sombre, avec des taches rouilles, même texture, très faiblement polyédrique angulaire, très dur, peu poreux, d'une épaisseur d'environ 40cm, passant graduellement vers
- un horizon brun olive avec des taches diverses, argileux, compact, massif et très dur.

On note la teinte foncée d'ensemble, (couleur de 2,5Y 5/2 dans le dernier horizon), les taches et la compacité, tous signes d'un drainage très réduit.

Les analyses physico-chimiques montrent

- Une granulométrie assez fine : limono-argilo-sableuse en surface (29% d'argile) et argileuse en profondeur (45% d'argile).
- Le pH de l'horizon de surface se situe entre 6,7 et 6,8 et il devient plus alcalin avec la profondeur (8,2-8,7).
- La rétention en eau de ces sols est élevée : 130 à 150mm sur une profondeur de 1m.

Marge des variations

La partie sud de l'unité a une texture plus légère que le profil-type notamment dans les premiers 50cm. Le mauvais drainage commence donc un peu plus profondément, de même que l'alcalinité.

Classification et corrélation

CPCS/ORSTOM	: Sol brun subaride alcalisé, faciès à drainage très réduit, de texture moyenne sur fine.
USDA (Soil Taxonomy)	: Natric udic ustochrept, coarse loamy over clayey, mixed, hyperthermic.
FAO	: Cambisol eutrique (natrique).

2.4. CLASSE DES SOLS HYDROMORPHES

Ce sont des sols dont les caractères sont dûs à une évolution dominée par l'effet d'un excès d'eau en raison d'un engorgement temporaire ou permanent d'une partie ou de la totalité du profil (CPCS).

Dans le secteur étudié, cet excès d'eau est dû en majeure partie au manque d'infiltration des eaux pluviales, provoquant temporairement une nappe perchée ou un engorgement de surface et affectant la majorité du profil.

La faible teneur en matière organique fait ranger les sols étudiés dans la sous-classe des sols hydromorphes minéraux ou peu humifères.

En raison du caractère temporaire de l'hydromorphie, un seul groupe a été retenu.

2.4.1. Groupe des sols hydromorphes minéraux à pseudogley

Ces sols présentent un horizon de pseudogley : horizon à engorgement périodique où se produit une alternance de réduction et d'oxydation avec redistribution du fer. Cet horizon est caractérisé par une alternance de taches ou bandes grisâtres et ocre ou rouilles à la base de l'horizon A.

UNITE CARTOGRAPHIQUE 15

- Sols hydromorphes minéraux à pseudogley de texture hétérogène, alcalisés.

Ces sols sont développés dans une zone déprimée de la terrasse du Niger, une position topographique qui fait accumuler les eaux de ruissellement. Ce sont essentiellement des dépôts alluviaux montrant encore une stratification sédimentaire. Ils occupent 0,4ha, soit 0,3% du total.

La morphologie du profil montre la séquence suivante :

- sous une mince croûte se situe un horizon de couleur jaune-brunâtre, limono-argilo-sableux, faiblement polyédrique angulaire. Cet horizon présente de nombreuses taches grises et rouilles, les dernières parfois avec un noyau induré, et quelques nodules ferro-manganeux. L'épaisseur est d'environ 10cm.
- en transition nette, un horizon intermédiaire de couleur plus claire, même texture, très faiblement structuré à massif dans sa partie inférieure, compact et très dur, riche en taches rouilles et grises très nettes et grandes, et quelques nodules ferromanganeux. L'épaisseur est d'environ 50cm.

- un horizon grisâtre, limon-sableux, massif, également tacheté et avec des nodules ferromanganeux. L'épaisseur est d'environ 50cm.
- un horizon de galets roulés de quartz dans un emballage sablo-limoneux de couleur grisâtre, riche en taches rouilles et avec des efflorescences en sel.

On remarque les signes évidents d'une hydromorphie dès la surface.

Les analyses physico-chimiques montrent

- Une granulométrie très variable confirmant l'origine alluviale de ces dépôts.
- La conductivité de la pâte saturée est faible (0,32-0,49 mmhos/cm).
- Le pH reflète bien une teneur élevée en sodium. Il est déjà alcalin (8,2) en surface et devient très fortement alcalin en profondeur (9,2).
- La rétention en eau est élevée : plus de 200mm/m.

Classification et corrélation

- CPCS/ORSTOM : Sol hydromorphe minéral à pseudogley, de texture hétérogène, alcalisé.
- USDA (Soil Taxonomy) : Aquic natric ustorthent, coarse loamy, mixed, hyperthermic.
- FAO : Fluvisols eutriques/natriques.

TROISIEME PARTIE

APTITUDE A L'IRRIGATION

PAR GRAVITE

3. APTITUDE A L'IRRIGATION PAR GRAVITE

3.1. METHODOLOGIE

La méthodologie est basée sur les idées élaborées par des auteurs et des organismes divers (USBR, 1953, KLINGEBIEL & MONTGOMERY, 1961, FAO, 1976, 1979 a et 1979 b, IILRI, 1977). Quelques considérations importantes sont à retenir de ces travaux :

- en évaluant l'aptitude d'un terrain pour l'irrigation, il est préférable d'utiliser le concept "qualité de terres" plutôt que des caractéristiques individuelles ; ceci permet d'éliminer les effets cumulatifs de ces dernières ainsi que les problèmes d'interaction. Les caractéristiques des sols sont utilisées pour la distinction entre des unités (les sous-classes) à un niveau bas dans la classification d'aptitude. La qualité des terres est un attribut complexe du terrain qui influence d'une façon déterminée le classement d'aptitude pour une utilisation spécifique, et elle est utilisée pour la distinction entre les classes d'aptitude de valeur différente. L'application des qualités des terres paraît être plus rationnelle et plus avantageuse pour aboutir à la compréhension progressive des facteurs qui influencent l'aptitude.

- l'utilisation des caractéristiques diagnostiques (texture, profondeur, etc.) est avantageuse parce ces caractéristiques ont une influence sur les rendements des cultures et elles servent à définir les limites entre les sous-classes d'aptitude différente.

- par manque de données quantitatives sur les rendements, la classification s'est limitée à une appréciation qualitative.

3.2. LES CARACTERISTIQUES ET LES QUALITES DES TERRES

L'évaluation qualitative pour l'irrigation est habituellement basée sur l'interprétation des caractéristiques et des qualités de l'environnement parmi lesquelles l'eau et le sol sont considérées comme les plus importantes.

Les caractéristiques des terres disponibles après la prospection pédologique sont :

- la topographie du terrain (pente)
- le régime hydrique du sol : inondation et drainage
- les caractéristiques physiques du sol :
 - la pierrosité de surface
 - la texture
 - la teneur en éléments grossiers
 - la profondeur du sol
- l'alcalinité et la salinité.

Les qualités de terres les plus importantes pour l'irrigation sont :

- la capacité de drainage
- la capacité de rétention en eau
- l'absence d'alcalinité de salinité
- la facilité de travail du sol.

L'évaluation relative des caractéristiques et des qualités est faite sur une échelle qui peut être traduite dans un taux ou un indice pour chaque paramètre. Cette évaluation est basée sur les travaux de SYS (dans FAO 1979a).

3.3. EVALUATION DES CARACTERISTIQUES DES SOLS DU PERIMETRE

Nous donnerons dans ce chapitre une évaluation chiffrée des limitations des caractéristiques des sols considérées comme diagnostiques pour l'aptitude à l'irrigation. Cette estimation est en correspondance avec le tableau 3.1. et elle donne un indice allant de 0 à 100.

Tableau 3.1. Niveau des limitations & leurs indices

Symbole	Intensité de la limitation	Taux ou indice
0	pas de limitation	98-100
1	faible	85-98
2	modérée	60-85
3	sévère	45-60
4	très sévère	< 45

Le classement des limitations est valable pour l'agriculture sous irrigation par gravité sans spécification de la culture. Ce classement doit être modifié pour une culture dont les exigences spécifiques diffèrent des critères généraux, par exemple, la profondeur sera différemment appréciée pour des cultures à enracinement superficiel que pour des cultures à enracinement profond. Le lecteur est donc libre de modifier les indices pour les cultures dont les exigences ne correspondent plus aux degrés de limitations.

Les indices d'évaluation des limitations pour chaque caractéristique par unité pédologique figurent dans le tableau 3.9.

3.3.1. La topographie

Le facteur topographique dominant qui influence l'aptitude à l'irrigation par gravité est la valeur de la pente. La pente du périmètre se situe en général autour de 1% (indice 100) à l'exception :

- de l'affleurement rocheux allongé au centre de la zone (unité 1) où la pente dépasse 30% (indice 50) ;
- de quelques zones dans l'unité 2 où se produisent quelques dénivellations mineures (< 50cm) liées aux affleurements rocheux épars de cette unité. Nous apprécions l'indice à 98.

3.3.2. Le drainage et la présence d'une nappe

Nous n'avons pas observé de signes d'une nappe permanente dans nos fosses pédologiques. Seuls les sols à pseudogley subissent l'action d'un engorgement de la surface pendant l'hivernage.

L'absence d'une nappe dans la zone suggère qu'uniquement le drainage du sol joue un rôle dans l'évaluation des limitations du régime d'humidité. L'intensité de la limitation est considérée comme modérée, même avec une classe de drainage pauvre (par exemple les unités 4, 14 et 15).

3.3.3. Les c

en ca
les p
luée

en ca
tion

la te

rizon
subdi
tion

textu
sable
des i
des l

L'appréciation du drainage est donnée par le tableau 3.2.

Tableau 3.2. Evaluation des limitations de drainage

Classe de drainage				
normal à excessif	modéré	imparfait	pauvre	très pauvre
100 - 98	98 - 85	85 - 70	70 - 60	60

3.3.3. Les caractéristiques physiques du sol

Les caractéristiques physiques déterminent la capacité de rétention en eau, la vitesse d'infiltration et l'aération du sol. Les caractéristiques les plus importantes sont la texture et la profondeur. La structure est évaluée indirectement par les critères ci-dessous.

i. La texture

La texture a une influence directe sur la perméabilité et la teneur en eau du sol et elle peut être considérée comme un bon indicateur de la rétention en eau.

L'évaluation des classes texturales est un compromis entre le rôle de la texture sur la rétention en eau et son rôle sur la perméabilité du profil.

L'évaluation se fait sur 120cm, en tenant compte du fait que les horizons de surface ont plus d'importance que ceux en profondeur. Le profil est subdivisé en sections de 20cm auxquelles nous attribuons un facteur de correction de profondeur proposé par DURAND (1966) :

Tableau 3.3.

	facteur de correction
0 - 20 cm	x 2
20 - 40 cm	x 1,5
40 - 60 cm	x 1
60 - 80 cm	x 0,75
80 - 100 cm	x 0,50
100 - 120 cm	x 0,25

L'utilisation du tableau 3.4. permet de pondérer la limitation de la texture en la corrigeant par la profondeur. Par exemple : une texture limoneuse de la couche 80-100cm donne un indice de $75 \times 0,50 = 3,75$. La somme des indices des différentes profondeurs divisée par six donne enfin l'indice des limitations de la texture du sol.

L'apport de la culture en matière de drainage
 Tableau 3.2. Répartition des limites de drainage

Classes de drainage				
normal à excessif	modéré	important	peu	très peu
100 - 90	90 - 80	80 - 70	70 - 60	60

3.3.3. Les caractéristiques physiques du sol

Les caractéristiques physiques du sol ont une influence directe sur la possibilité de drainage en cas de fortes précipitations et l'absorption de l'eau. Les caractéristiques les plus importantes sont la texture et la structure. Le drainage est favorisé dans les sols légers par les fortes précipitations.

1. la texture

La texture a une influence directe sur la possibilité de drainage en cas de fortes précipitations et l'absorption de l'eau. Les caractéristiques les plus importantes sont la texture et la structure. Le drainage est favorisé dans les sols légers par les fortes précipitations.

L'apport de la culture en matière de drainage est un facteur important. Les caractéristiques les plus importantes sont la texture et la structure. Le drainage est favorisé dans les sols légers par les fortes précipitations.

L'apport de la culture en matière de drainage est un facteur important. Les caractéristiques les plus importantes sont la texture et la structure. Le drainage est favorisé dans les sols légers par les fortes précipitations.

Tableau 3.3.

Facteur de correction	
0 - 20 cm	x 0,5
20 - 40 cm	x 1,2
40 - 60 cm	x 1,5
60 - 80 cm	x 2,0
80 - 100 cm	x 2,5
100 - 120 cm	x 3,0

son état de drainage est un facteur important. Les caractéristiques les plus importantes sont la texture et la structure. Le drainage est favorisé dans les sols légers par les fortes précipitations.

3.3.4.1

ii. La profondeur

La profondeur du sol est définie comme l'épaisseur du matériau meuble au-dessus d'une couche impénétrable par les racines.

Au niveau du périmètre, cette couche se présente soit comme la roche dure ou partiellement altérée, soit comme un horizon non-consolidé, contenant au moins 75% d'éléments grossiers.

Les profondeurs suivantes, avec l'appréciation de leur limitation, ont été retenues :

Tableau 3.5. Evaluation des limitations de profondeur

Profondeur	Intensité de limitation	Taux ou indice
0 .. 10	très sévère	< 45
10 .. 25	sévère	45 .. 60
25 .. 50	modérée	60 .. 85
50 .. 100	faible	85 .. 98
< 100	.	98 .. 100

3.3.4. L'alcalinité et la salinité

Le pourcentage de sodium échangeable influence, ensemble avec le type d'argile, la structure du sol et la disponibilité de l'eau pour les cultures.

Par manque de données concernant la teneur en sodium échangeable, nous nous basons sur le pH pour l'appréciation des limitations d'alcalinité.

Tableau 3.6. Evaluation des limitations de l'alcalinité

alcalinité en fonction du pH			
≤ 8,0	8,1-8,5	6,6-9,0	≥ 9,1
100 .. 98	98 .. 85	85 .. 60	60 .. 45

Les analyses ne montrent aucune limitation en ce qui concerne la salinité des sols. Donc elle n'est pas prise en considération pour l'appréciation de l'aptitude.

Tableau 3.7. Evaluation des limitations des caractéristiques des sols par unité pédologique.

Unité	Type de sols	Indice des limitations des caractéristiques des sols				
		pente	drainage	texture	profondeur	alcalinité
1	Lithosols	50	100	25	45	100
2	Sols peu évolués lithiques	98	100	35	45-60	100
3	Sols peu évolués d'apport coll.all.	100	100	65	100	100
4	Sols peu évolués d'apport hydromor.	100	70	85	100	50
5	Sols brun rouges (25 - 50cm)	100	100	76	60-85	100
6	Sols brun rouges (50 - 100cm)	100	100	86	85-98	100
7	Sols brun rouges (100 - 150cm)	100	100	60	85-98	100
8	Sols bruns modaux (25 - 50cm)	100	95	66	60-85	100
9	Sols bruns modaux (50 - 100cm)	100	90	75	85-98	100
10	Sols bruns modaux profonds	100	90	83	100	100
11	Sols bruns modaux prof. + recouvre ^t	100	100	61	100	100
12	Sols bruns vertiques	100	85	87	100	100
13	Sols bruns alcalisés	100	85	60	100	50
14	Sols bruns alcalisés à drainage réduit	100	75	81	100	40
15	Sols hydromorphes	100	60	70	100	40

3.4.

3.4.1.

3.4.2. (

F
g
s
d
d
u
q

3.4. EVALUATION DES QUALITES DES SOLS DU PERIMETRE

3.4.1. Capacité pour drainage et aération

La qualité de la capacité pour le drainage et l'aération est liée aux conditions naturelles de drainage, de texture et de la présence des horizons caillouteux ou imperméables. Nous suivons SYS (FAO 1979a) dans sa suggestion que la vitesse d'infiltration reflète le mieux cette capacité.

Malheureusement, nous ne disposons pas de ces données pour le périmètre même. Cependant quelques valeurs indicatives peuvent être données, en se basant sur les mesures effectuées sur des sols emblables de la station surcrière de l'INRAN à TILLAKAINA (VALET, 1979).

Il s'avère que les sols bruns de texture moyenne à fine ont des vitesses d'infiltration qui oscillent entre 0,9 et 0,3cm/h. Lorsque l'alcalinité monte, cette vitesse décroît jusqu'à 0,1cm/h.

Les sols à recouvrement sableux ou les sols peu évolués de texture grossière possèdent une vitesse d'infiltration plus élevée.

L'appréciation chiffrée des limitations de vitesse d'infiltration est donc estimative. Nous pensons que la plupart des sols ne possèdent pas de contraintes importantes, à l'exception des sols très argileux ou des sols à alcalis.

Tableau 3.8. Evaluation des limitations de la vitesse d'infiltration

Vitesse d'infiltration (cm/h)	Intensité de la limitation	Indice
$0,8 < V_i < 3,5$	faible	100-98
ou $0,5 < V_i < 0,8$ $3,5 < V_i < 7$	modérée	98-85
ou $0,2 < V_i < 0,5$ $7 < V_i < 11$	sévère	85-60
ou $0,1 < V_i < 0,2$ $11 < V_i < 12,5$	très sévère	60-45
ou $V_i < 0,1$ $V_i > 12,5$		< 45

3.4.2. Capacité de rétention en eau

La capacité de rétention en eau d'un sol dépend de sa texture, de sa porosité, de sa profondeur et de sa teneur en éléments grossiers.

Une bonne idée d'ensemble de ces caractéristiques est donnée par la quantité d'eau utilisable dans la zone des racines. En pratique, nous apprécions sur 1 m de profondeur pour des sols profonds, ou seulement sur la partie meuble de surface pour des sols peu profonds limités par un horizon imperméable.

Les suggestions d'évaluation figurent dans le tableau 3.9. La quantité d'eau en % est la différence de la teneur en eau pF3 et pF4,2. Multipliée avec une densité apparente moyenne de 1,6 et l'épaisseur de l'horizon, elle donne la quantité d'eau en mm de cet horizon.

Tableau 3.9. Evaluation de la capacité de rétention en eau

mm d'eau pouvant être stockés de la surface jusqu'à 100cm ou à un horizon imperméable	Intensité de la limitation	Indice
> 150 mm	--	100 -- 98
100 -- 150 mm	faible	98 -- 85
70 -- 100 mm	modérée	85 -- 60
50 -- 70 mm	sévère	60 -- 45
< 50 mm	très sévère	45

3.4.3. L'absence d'alcalinité et de salinité

Les mêmes critères que pour la caractéristique alcalinité et salinité ont été retenues (voir § 3.3.4.).

3.4.4. Le travail du sol

La facilité de travail du sol dépend principalement de la pierrosité de la texture et de la structure du sol et des conditions de drainage. En faisant l'irrigation, nous présumons qu'on maîtrise le drainage. La texture et la structure sont déjà appréciées par la vitesse d'infiltration. Il ne reste que la pierrosité superficielle : teneur en éléments grossiers pour les premiers 20 cm.

Tableau 3.10. Evaluation des limitations de la pierrosité pour la facilité de travail du sol

Volume %	Gravillons 0,2-2,5cm	Graviers 2,5-7,5cm	Cailloux 7,5-25cm	Blocs > 25cm
3 -- 15	100 -- 98	98 -- 85	98 -- 85	85 -- 60
15 -- 40	98 -- 85	85 -- 60	85 -- 60	60 -- 45
40 -- 75	85 -- 60	60 -- 45	60 -- 45	60 -- 45
> 75	60 -- 45	< 45	< 45	< 45

Tableau 3.11. Evaluation des limitations des qualités du terrain
et classe d'aptitude par unité pédologique.

Unité	Type de sols	Indice des limitations des qualités du terrain				Indice global	Classe d'aptitude
		vitesse* infiltr.	retention en eau	alcali- nité	travail du sol		
1	Lithosols		25*	100	45	(11)	II2
2	Sols peu évolués lithiques		30*	100	60	(24)	II2
3	Sols peu évolués	100	50	100	100	50	S2
4	Sols peu évolués d'apport hydromor.	45	100	50	100	23	N1
5	Sols brun rouges (25 - 50cm)	95	45-55	100	93	42-51	S3
6	Sols brun rouges (50 - 100cm)	95	55-70	100	100	52-67	S2
7	Sols brun rouges (100-150cm)	100	80-85	100	100	80-85	S1
8	Sols bruns modaux (25 - 50cm)	90	50	100	98	44	S3
9	Sols bruns modaux (50 - 100cm)	85	70	100	100	60	S2
10	Sols bruns modaux profonds	90	80-85	100	100	80-85	S1
11	Sols bruns modaux prof. + recouvert	100	60	100	100	60	S2
12	Sols bruns vertiques	60	85	100	100	51	S2
13	Sols bruns alcalisés	45	?	50	100	(23)	N1
14	Sols bruns alcalisés à drainage réduit	45	90-98	40	100	16-18	N1
15	Sols hydromorphes	45	100	40	100	18	N1

* Valeurs estimées

3.5. CLASSEMENT D'APTITUDE A L'IRRIGATION PAR GRAVITE DES UNITES PEDOLOGIQUES

3.5.1. Généralités

Le classement d'aptitude est basé sur les qualités des terres (voir tableau récapitulatif 3.11.). En multipliant les indices des limitations des qualités des terres on obtient un indice global qui peut être traduit en une classe d'aptitude générale.

Ces classes d'aptitude sont définies en considérant le nombre et l'intensité des contraintes, en suivant les indications du "cadre pour l'évaluation des terres" (FAO, 1976).

-- Ordre apte (S)

Classe S1 : aptitude élevée : terres n'ayant pas de limitations sérieuses ou seulement quelques limitations mineures. L'indice est généralement supérieur à 75.

Classe S2 : aptitude moyenne : terres avec des limitations mineures et deux ou trois limitations modérées. L'indice est généralement entre 50 et 75.

Classe S3 : aptitude marginale : terres avec plus de deux ou de trois limitations modérées ou une limitation sévère qui désormais n'exclut pas l'utilisation du terrain. L'indice est habituellement compris entre 25 et 50.

-- Ordre inapte (N)

Classe N1 : inaptitude actuelle : terres ayant des limitations sévères, mais qui peuvent être corrigées.

Classe N2 : inaptitude permanente : terres ayant des limitations très sévères, sans correction possible.

Les sous-classes d'aptitude indiquent les types de limitations. Les suivants ont été définis :

r : limitations de topographie/relief/pente
p : " profondeur
t : " texture
d : " drainage
a : " alcalinité

3.5.2. Classe S1 : aptitude élevée

Cette classe est formée par les sols des unités 7 et 10.

Unité 7 : sols bruns rouges subarides, série reposant à grande profondeur (100-150cm) sur colluvions très caillouteuses.

Les sols ont les caractéristiques suivantes :

- une topographie plane ;
- un drainage normal ;
- une texture grossière (limono-sableuse) en surface et moyenne (limono-sableuse) en profondeur ;
- une profondeur dépassant 100cm ;
- pas d'alcalinité.

Leurs qualités sont :

- une bonne vitesse d'infiltration ;
- une rétention en eau entre 90 et 100cm sur une profondeur de 100cm.

Ces qualités confèrent à l'unité un indice global compris entre 80 et 85, donc une aptitude élevée.

Unité 10 : Sols bruns subarides modaux, série profonde de texture moyenne.

Ces sols ont les caractéristiques suivantes :

- une topographie plane ;
- un drainage normal ;
- une texture moyenne (limono-argilo-sableuse) ;
- une profondeur dépassant 100cm ;
- pas d'alcalinité.

Leurs qualités sont :

- une vitesse d'infiltration assez bonne ;
- une rétention en eau comprise entre 90 et 100mm sur une profondeur de 100cm.

Ces qualités donnent à l'unité un indice global de 80 à 85 ; aptitude élevée.

Les deux unités ne nécessitent pas une amélioration foncière importante mais pourront bénéficier d'un apport organique et d'engrais azotés et phosphatés. Le labour profond et le sous-solage ne sont pas nécessaires.

3.5.3. Classe S2 : aptitude moyenne

Les sols des unités 3, 6, 9, 11 et 12 constituent la classe S2. Ils sont caractérisés par la présence de limitations modérées.

Unité 3 : Sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial, modaux, de texture grossière hétérogène.

Les sols ont les caractéristiques suivantes :

- une topographie plane ;
- un drainage normal ;
- une texture grossière, sableuse, sablo-limoneuse ou limono-sableuse ;
- une profondeur dépassant 100cm ;
- pas d'alcalinité.

Leurs qualités sont :

- une bonne vitesse d'infiltration ;
- une rétention en eau de l'ordre de 50mm sur une profondeur de 100cm.

Ces qualités confèrent à l'unité un indice global de 65 : aptitude moyenne. Les contraintes sont dues à la texture grossière ; donc la sous-classe est S2t. Les sols de cette unité ne nécessitent pas un labour profond ni sous-solage. Etant donné leur faible rétention en eau, la fréquence d'irrigation, à dosage modéré, doit être élevée.

Unité 6 : Sols bruns rouges subarides, série reposant à profondeur moyenne (50-100cm) sur colluvions très caillouteuses.

Les caractéristiques de ces sols sont les suivantes :

- une topographie plane ;
- un drainage normal ;
- une texture limono-sableuse à limono-argilo-sableuse en surface et limono-argilo-sableuse en profondeur ;
- une profondeur jusqu'à la nappe de débris entre 50 et 100cm ;
- pas d'alcalinité.

Les qualités sont :

- une vitesse d'infiltration assez bonne ;
- une rétention en eau comprise entre 55 et 70 mm jusqu'à la nappe de débris.

Ces qualités donnent à l'unité un indice global de 52 à 67 ; donc une aptitude moyenne. La contrainte la plus importante est la profondeur ; ce qui donne une sous-classe S2p.

Un labour qui ne dépasse pas 25cm, et un sous-solage peuvent améliorer ces sols.

Unité 9 : Sols bruns subarides modaux, série reposant à profondeur moyenne (50-100cm) sur colluvions très caillouteuses.

Les caractéristiques sont les suivantes :

- une topographie plane ;
- un drainage normal modéré ;
- une texture limono-argilo-sableuse et jusqu'à argileuse en profondeur ;
- une profondeur jusqu'à la nappe de débris de 50 à 10cm ;
- pas d'alcalinité.

Leurs qualités sont :

- une vitesse d'infiltration bonne à modérée ;
- une rétention en eau d'environ 80mm jusqu'à la nappe de débris.

Ces qualités confèrent à l'unité un indice global de 60 : aptitude moyenne. Les contraintes principales sont la profondeur et la texture ; ce qui détermine une sous-classe S2pt.

Les sols de cette unité peuvent être améliorés par un labour profond et un sous-solage afin d'augmenter la vitesse d'infiltration.

Unité 11 : Sols bruns subarides modaux, série profonde, avec recouvrement sableux d'une épaisseur de 25 à 40 cm.

Les caractéristiques de ces sols sont :

- une topographie plane ;
- un drainage normal ;
- une texture sableuse en surface et limono-argilo-sableuse en profondeur ;
- une profondeur dépassant 100cm ;
- pas d'alcalinité.

Les qualités sont :

- une bonne vitesse d'infiltration ;
- une rétention en eau d'environ 60mm sur une profondeur de 100cm.

Ces qualités donnent à l'unité un indice global de 60, donc une aptitude moyenne. La contrainte majeure est la texture grossière des horizons de surface. La sous-classe est S2t.

Par leur rétention moyenne en eau, ces sols exigent une fréquence d'irrigation élevée.

Unité 12 : Sols bruns subarides vertiques de texture argileuse.

Ces sols ont les caractéristiques suivantes :

- une topographie plane ; absence de micro-relief gilgai ;
- un drainage modéré ;
- une texture homogènement argileuse ;
- une profondeur dépassant 100cm ;
- pas d'alcalinité à moins de 100cm.

Leurs qualités sont :

- une vitesse d'infiltration moyenne. Le sol sec a une vitesse d'infiltration élevée grâce aux fentes de retrait qui, après l'humectation, se ferment. La vitesse d'infiltration décroît en conséquence.
- une rétention en eau d'environ 100cm sur une profondeur de 100cm.

Ces qualités donnent à l'unité un indice global de S^2 : aptitude moyenne. La contrainte principale est la texture argileuse ; donc la sous-classe est S2td. Afin d'augmenter la vitesse d'infiltration, un sous-solage est recommandé, de même qu'un labour profond. Cependant, une certaine prudence est indispensable en ce qui concerne le dosage d'irrigation. Lorsque le sol est sec, il faut compter sur des pertes de percolation considérables par les fentes de retrait. Ensuite les dosages doivent être modérés afin d'éviter une asphyxie superficielle.

3.5.4. Classe S3 : aptitude marginale

Cette classe est constituée de deux unités pédologiques : unités 5 et 8.

Unité 5 : Sols brun rouges subarides, série reposant à faible profondeur (25-50cm) sur colluvions très caillouteuses.

Ces sols ont les caractéristiques suivantes :

- une topographie plane ;
- un drainage normal ;
- une texture limono-sableuse en surface, parfois directement limono-argilo-sableuse jusqu'en profondeur ;
- une profondeur de 25 à 50cm jusqu'à la nappe de débris ;
- pas d'alcalinité.

Leurs qualités sont :

- une vitesse d'infiltration assez bonne ;
- une rétention en eau de 40 à 60mm jusqu'à la nappe de débris.

Ces qualités donnent à l'unité un indice global compris entre 43 et 52, donc une aptitude marginale. La contrainte majeure est la profondeur. La sous-classe est S3p.

Il est à noter que l'unité est parfois parsemée d'affleurements rocheux de taille décimétrique. Leur présence est indiquée sur la carte pédologique.

Ces sols bénéficieront d'un labour qui ne doit pas dépasser 25cm afin d'éviter la remontée des cailloux de la nappe de débris. Un sous-solage peut augmenter la perméabilité de la nappe de débris.

Unité 8 : Sols bruns subarides modaux, série reposant à faible profondeur (25-50cm) sur colluvions caillouteuses ; de texture moyenne à fine.

L'unité a les caractéristiques suivantes :

- une topographie plane ;
- un drainage modéré ;
- une texture limono-argilo-sableuse à argileuse ;
- une profondeur de 25 à 50cm jusqu'à la nappe de débris ;
- pas d'alcalinité.

Ses qualités sont :

- une vitesse d'infiltration assez bonne ;
- une rétention en eau d'environ 50mm jusqu'à la nappe de débris ;
- une facilité de travail du sol qui est parfois gênée par quelques affleurement rocheux.

L'indice global d'aptitude est compris entre 42 et 51 ce qui indique une aptitude marginale. La contrainte majeure est la profondeur : sous-classe S3p. Ces sols bénéficieront d'un labour de 25cm aux maximum et d'un sous-solage.

3.5.5. Classe N1 : inaptitude actuelle

Cette classe d'aptitude est formée par les unités 4, 13, 14 et 15.

Unité 4 : Sols peu évolués d'apport alluvial, hydromorphes, de texture moyenne à fine, alcalisés.

Ces sols présentent les caractéristiques suivantes :

- une topographie plane ;
- un drainage imparfait ;
- une texture limono-sableuse en surface et limono-argileuse ou limono-argilo-sableuse en profondeur ;
- une profondeur qui dépasse 100cm ;
- une alcalinité élevée.

Leurs qualités sont :

- une vitesse d'infiltration très lente ; -- une alcalinité élevée ;
- une rétention en eau d'environ 150mm sur une profondeur de 100cm ;

L'indice global de cette unité est 23 : inaptitude actuelle, avec l'alcalinité comme contrainte majeure : sous-classe N1a. A la rigueur ces sols peuvent être récupérés par une amélioration foncière très coûteuse :

- un apport massif de gypse afin de saturer le complexe d'échange en calcium et de régénérer la structure ;
- un sous-solage intensif et un labour profond afin d'augmenter la perméabilité et d'assurer le drainage ;
- installation d'un réseau de drainage.

Unité 13 : Sols bruns subarides alcalisés, série modale à texture moyenne.

Cette unité présente les caractéristiques suivantes :

- une topographie plane ;
- un drainage modéré ;
- une texture limono-sableuse en surface et limono-argilo-sableuse en profondeur ;
- une profondeur dépassant 100cm ;
- une alcalinité élevée.

Ses qualités sont :

- une vitesse d'infiltration très lente ;
- une rétention en eau satisfaisante (pas de données) ;
- une alcalinité élevée.

L'indice global de cette unité est inférieur à 25 : inaptitude actuelle, sous-classe N1a. Les recommandations sont identiques à celles de l'unité précédente.

Unité 14 : Sols bruns subarides alcalisés, série à drainage très réduit de texture moyenne sur fine.

Les caractéristiques de ces sols sont les suivantes :

- une topographie plane ;
- un drainage imparfait ;
- une texture limono-argilo-sableuse en surface et argileuse en profondeur ;
- une profondeur dépassant 100cm ;
- une alcalinité élevée.

Leurs qualités sont :

- une vitesse d'infiltration très lente ;
- une rétention en eau de 130 à 150mm sur une profondeur de 100cm.
- une alcalinité très élevée.

L'indice global est inférieur à 25 : inaptitude actuelle (N1a). Mêmes recommandations qu'à l'unité 4.

Unité 15 : Sols hydromorphes minéraux à pseudogley, de texture hétérogène, alcalisés.

Cette unité a les caractéristiques suivantes :

- une topographie plane ;
- un drainage pauvre ;
- une texture limono-argilo-sableuse en surface et limono-sableuse à sablo-limoneuse en profondeur ;
- une profondeur dépassant 100cm ;
- une alcalinité très élevée.

Ses qualités sont :

- une vitesse d'infiltration très lente ;
- une rétention en eau supérieure à 150mm sur une profondeur de 100cm ;
- une alcalinité très élevée.

L'indice global de cette unité est inférieure à 25 : inaptitude actuelle, sous-classe N1ad.

3.5.6. Classe N2 : inaptitude permanente

Cette classe est constituée de deux unités : unités 1 et 2.

Unité 1 : Lithosols associés à des sols peu évolués lithiques.

Les sols de cette unité présentent les caractéristiques suivantes :

- une topographie accidentée : pentes fortes ;
- un drainage légèrement excessif ;
- une texture grossière très caillouteuse ;
- une profondeur de l'ordre de 10cm jusqu'à la roche dure ;
- pas d'alcalinité.

Leurs qualités défavorables sont :

- une rétention en eau très faible, estimée à 10mm.
- une pierrosité très élevée et une forte teneur en affleurements rocheux qui exclut tout travail du sol.

Ces sols peuvent être considérés comme irrécupérables : inaptitude permanente (N2r).

Unité 2 : Sols peu évolués lithiques associés à des sols peu évolués régosoliques à faciès rubéfiés.

Les sols de cette unité présentent les caractéristiques suivantes :

- une topographie quasi-plane, avec quelques pentes de l'ordre de 2% autour des affleurements rocheux ;

- un drainage normal;
- une texture grossière, souvent riche en éléments grossiers;
- une profondeur inférieure à 25 cm;
- pas d'alcalinité.

leurs qualités défavorables sont :

- une rétention en eau très faible, estimée à 20 mm/m;
- des affleurements nombreux (jusqu'à 25% de la superficie); et une pierrosité variable mais toujours gênante pour le travail du sol.

Ces sols sont considérés comme irrécupérables, sous-classe N2p, à l'exception de quelques petites poches de sols peu évolués régosoliques non-cartographiables.

3.6 CONCLUSIONS

Le classement d'aptitude pour l'irrigation par gravité part de la présomption que les exigences des cultures envisagées correspondent bien aux critères limitatifs des caractéristiques et des qualités du terrain. Le manque de connaissances des cultures spécifiques fait que le classement n'a qu'une valeur générale. Ces exigences une fois connues peuvent changer fondamentalement l'appréciation des caractéristiques et des qualités pédologiques et par conséquence leur aptitude.

En tenant compte de cette condition préalable nous pensons que le périmètre de TILLAKAINA présente des possibilités réelles pour des cultures irriguées.

Les sols ayant une aptitude élevée couvrent 15,1 ha, soit 11,6%. Ce sont des sols profonds, perméables, de texture moyenne en profondeur et grossière en surface. Ils ne demandent pas une amélioration foncière. Cependant, leur niveau de fertilité doit être amélioré par des apports de matière organique et des engrais azotés et phosphatés.

Les sols qui ont une aptitude moyenne dominant dans la zone. Ils couvrent 53,5 ha, soit 41,3% du total. Leurs limitations sont liées aux facteurs physiques du sol : une texture grossière, ou fine, ou une profondeur moyenne :

- unité 3 et 11 : texture grossière ;
- " 6 : profondeur moyenne ;
- " 9 : texture et profondeur ;
- " 12 : texture argileuse et drainage.

Les sols ayant une aptitude marginale (unités 5 et 8) couvrent 27,9 ha, soit 21,5% du total. Leurs limitations sont liées à une profondeur faible (25-50cm) et localement à la présence d'affleurements rocheux épars.

Les sols qui possèdent une alcalinité élevée, n° 4, 13, 14, 15, ont une inaptitude actuelle qui exclut, pour le moment, leur mise en valeur. Ils occupent 12,6 ha, soit 9,7% du total, en bordure du périmètre.

Les sols classés dans la classe inaptitude permanente, unités 1 et 2, sont trop minces et trop caillouteux pour être mis en valeur. Ils occupent 20,6ha, soit 15,9% du total.

Tableau 3.12. Recommandations pour la mise en valeur des unités pédologiques.

<u>Unité</u>	<u>Aptitude</u>	<u>Recommandations pour la mise en valeur</u>
1	N2r	--
2	N2p	--
3	S2t	Doses d'irrigation fréquentes et modérées
4	N1a	--
5	S3p	Labour assez profond (\leq 25cm) -- sous-solage
6	S2p	Labour profond ($>$ 25cm) -- sous-solage
7	S1	--
8	S3p	Labour assez profond (\leq 25cm) -- sous-solage
9	S2tp	Labour profond ($>$ 25cm) -- sous-solage croisé
10	S1	--
11	S2t	Doses irrigation fréquentes et modérées, sous-solage
12	S2td	Labour profond ($>$ 25cm) -- sous-solage croisé
13	N1a	--
14	N1a	--
15	N1ad	--

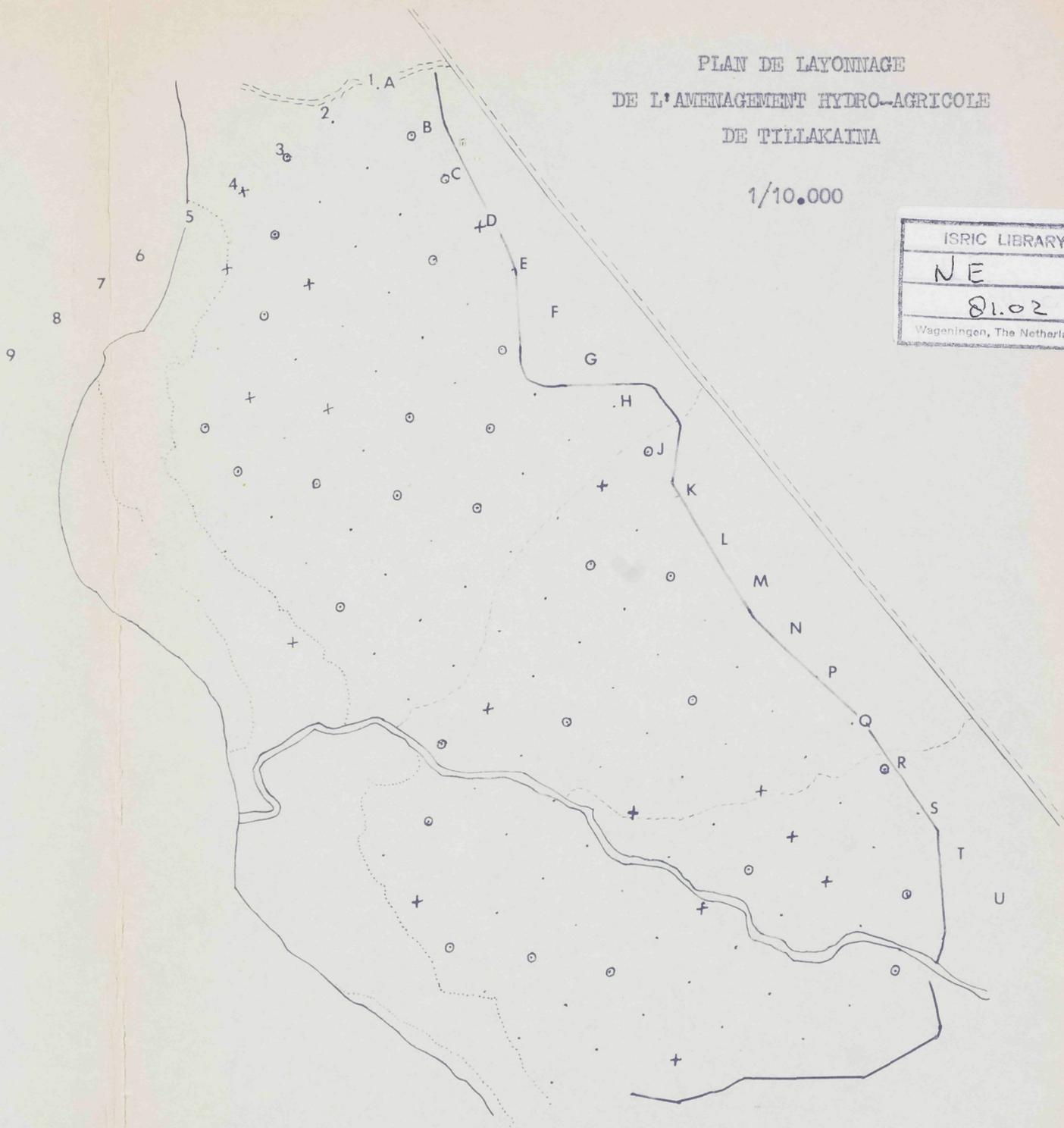
REFERENCES

- AUBREVILLE A., 1949, Climats, forêts et désertification de l'Afrique Tropicale, Soc. Edit. Géog. Paris.
- COMMISSION DE PEDOLOGIE ET DE CARTOGRAPHIE DES SOLS, 1967. Classification des Sols, ENSA, Grignon.
- DURAND J.H. 1964, Cartographie des alluvions en vue de leur mise en valeur agricole ; 8è congr. int. Sc. Sol, vol V Bucharest, pp. 779-784.
- FAO, 1976 Cadre pour l'évaluation des terres. Bulletin pédologique de la FAO N° 32, FAO, Rome.
- 1977 Directives pour la description des sols, FAO, Rome.
- 1979a Land evaluation criteria for irrigation, World Soil Ressources Reports N° 50, FAO, Rome.
- 1979b Soil survey investigations for irrigation. FAO Soils bulletin N° 42, FAO, Rome.
- FAO-UNESCO, 1975, Carte mondiale des Sols, vol I, légende, Unesco, Paris.
- GAVAUD M., 1965, Etude pédologique du Niger Occidental, 2 tomes. ORSTOM Dakar-Hann.
- 1977 Les grands traits de la pédogenèse au Niger méridional. Travaux et documents de l'ORSTOM, N° 76, ORSTOM, Paris.
- KLINGEBIEL A.A. & MONTGOMERY P.H., 1961. Land capacity classification. Agric. Handbook N° 210, Soil conserv. Service. Washington DC
- MINISTERE DU PLAN (1980) Annuaire statistique 1978-1979. Direction de la statistique et des comptes nationaux. Niamey.
- SOGETHA 1969 Terrasses du Niger à Tillabéry, Etude des possibilités de culture de la canne à sucre. 2 vol. SOGETHA, Grenoble/ Génie Rural, Niamey
- SOIL SURVEY STAFF 1975, Soil Taxonomy, Agric. Handbook N° 436, Soil conservation service, US. Dept. of Agric. Washington DC.
- US BUREAU OF RECLAMATION, 1953. Reclamation manual, vol V, Part 2 Land classification, Irrigated land use, Dept. of Interior, Washington DC.
- VALET S., 1979, Etude de l'effet de l'halomorphie sur la production de canne à sucre à Tillakaina. INRAN.
- 1981 Contribution à l'étude "in situ" des propriétés physiques, hydriques et hydro-dynamiques des sols des terrasses du Niger. GERDAT-INRAN (en préparation).

PLAN DE LAYONNAGE
DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE
DE TILLAKAINA

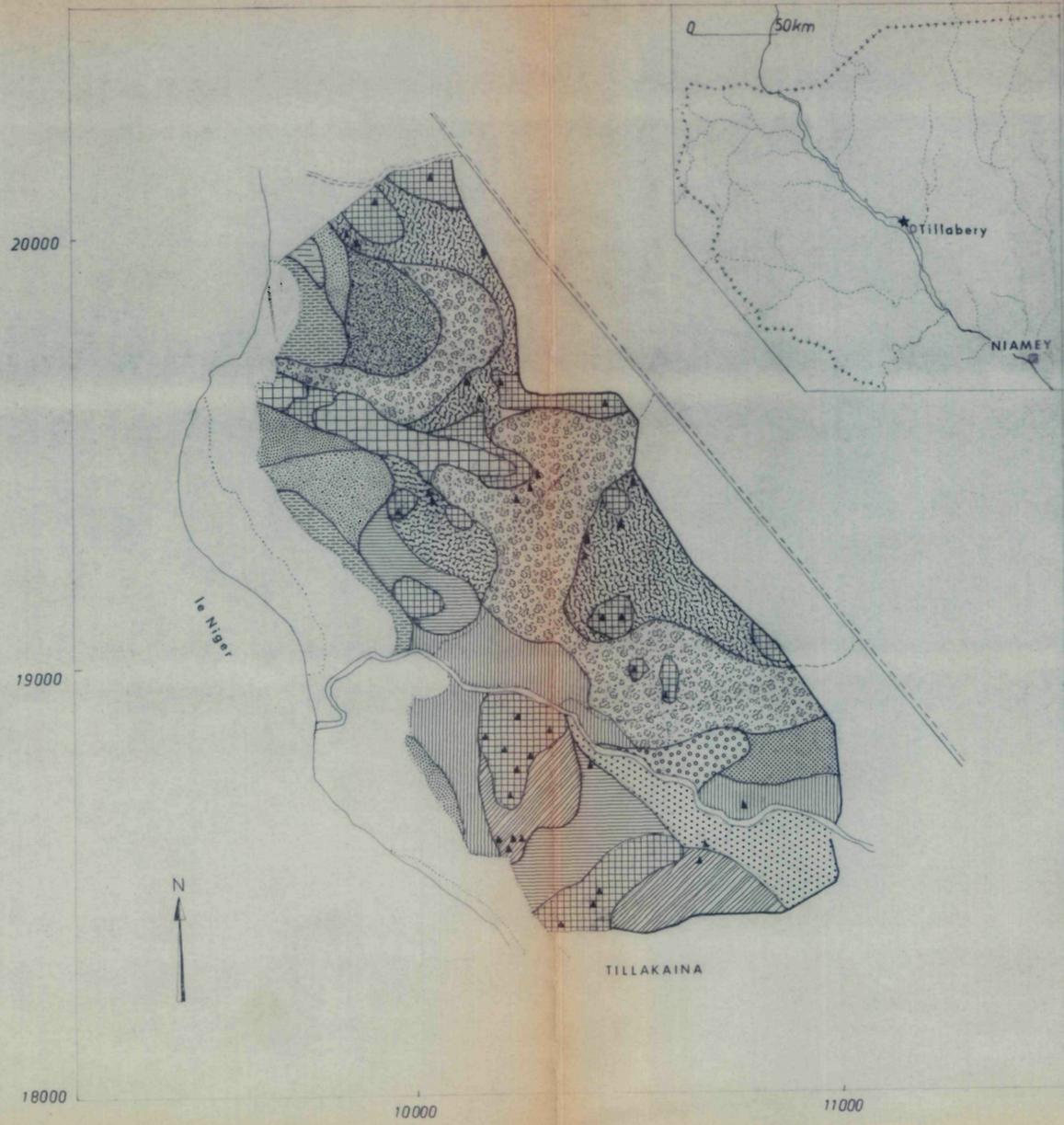
1/10.000

ISRIC LIBRARY
NE
81.02
Wageningen, The Netherlands



LEGENDE

- fosse pédologique
- o " " analysée (granulométrie, pH)
- + " " analysée (analyses complètes)



SIGNES CONVENTIONNELS

	routes
	pistes
	zone de jardins & vergers
	affleurements rocheux épars
	réseau hydrographique
	canal principal d'irrigation

REPUBLIQUE DU NIGER
 MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
 ET DE LA RECHERCHE
 I N R A N
 DEPARTEMENT DE RECHERCHES ECOLOGIQUES
 SECTION CARTOGRAPHIE ET CLASSIFICATION DES SOLS
 PROJET FAO/FAO BEL/75/009

ISRIC LIBRARY
 NE
 81.02
 Wageningen, The Netherlands

CARTE PEDOLOGIQUE
 DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DE TILLAKAINA

Echelle : 1/10.000
 0 500m

1981

LEGENDE PEDOLOGIQUE

symbole	unité	CPCS/ORSTOM	USDA (Soil Taxonomy)	FAO
	1	Lithosols associés à des sols peu évolués lithiques	Lithic ustorthents, loamy-skeletal, mixed hyperthermic	Lithosols
	2	Sols peu évolués lithiques associés à des sols peu évolués régosoliques à faciès rubéfié	Lithic ustorthents } loamy-skeletal, mixed Lithic ustochrepts } hyperthermic	Lithosols Cambisols eutriques et ochromiques (phase lith)
	3	Sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial, modaux, de texture grossière hétérogène	Typic ustorthents, coarse loamy, mixed, hyperthermic	Régosols eutriques
	4	Sols peu évolués d'apport alluvial, hydromorphes, de texture moyenne à fine, alcalisés	Hetric aquic ustorthents, fine loamy, mixed, hyperthermic	Régosols gleyiques et natriques
	5	Sols bruns rouges subarides, série reposant à faible profondeur (25-50cm) sur alluvions très caillouteuses	Lithic/udic ustochrepts, loamy over clayey-skeletal, mixed, hyperthermic	Cambisols ochromiques (phase lithique)
	6	Sols bruns rouges subarides, série reposant à profondeur moyenne (50-100cm) sur colluvions très caillouteuses	Udic ustochrepts, fine loamy over clayey-skeletal, mixed, hyperthermic	Cambisols ochromiques
	7	Sols bruns rouges subarides, série reposant à grande profondeur (100-150cm) sur colluvions très caillouteuses	Udic ustochrepts, coarse-loamy, mixed, hyperthermic	Cambisols ochromiques
	8	Sols bruns subarides modaux, série reposant à faible profondeur (25-50cm) sur colluvions caillouteuses, de texture moyenne à fine	Lithic/udic ustochrepts, coarse loamy over clayey-skeletal, mixed, hyperthermic	Cambisols eutriques (phase lithique)
	9	Sols bruns subarides modaux, série reposant à profondeur moyenne (50-100cm) sur colluvions très caillouteuses, de texture moyenne sur fine	Udic ustochrepts, coarse loamy over clayey-skeletal, mixed, hyperthermic	Cambisols eutriques
	10	Sols bruns subarides modaux, série profonde de texture moyenne	Udic ustochrepts, coarse loamy, mixed, hyperthermic	Cambisols eutriques
	11	Sols bruns subarides modaux, série profonde avec recouvrement sableux d'une épaisseur de 25 à 40cm	Udic ustochrepts, sandy over coarse loamy, mixed, hyperthermic	Cambisols eutriques
	12	Sols bruns subarides vertiques de texture argileuse	Udic (vertic) ustochrepts, clayey, mixed, hyperthermic	Cambisols eutriques/ vertiques
	13	Sols bruns subarides alcalisés, série modale à texture moyenne	Hetric udic ustochrepts, fine loamy, mixed, hyperthermic	Cambisols eutriques/ natriques
	14	Sols bruns subarides alcalisés, série à drainage très réduit, de texture moyenne sur fine	Hetric udic ustochrepts, coarse loamy, over clayey, mixed, hyperthermic	Cambisols eutriques/ natriques
	15	Sols hydromorphes minéraux à pseudogley, de texture hétérogène, alcalisés	Aquic hetric ustorthents, coarse loamy, mixed, hyperthermic	Fluvisols eutriques/ natriques

REPUBLIQUE DU NIGER
 MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
 ET DE LA RECHERCHE
 INRAN
 DEPARTEMENT DE RECHERCHES ECOLOGIQUES
 SECTION CARTOGRAPHIE ET CLASSIFICATION DES SOLS
 PROJET PNUD/FAO NER/75/009

CARTE D'APTITUDE A L'IRRIGATION PAR GRAVITE
 DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DE TILLAKAINA

Echelle : 1/10.000

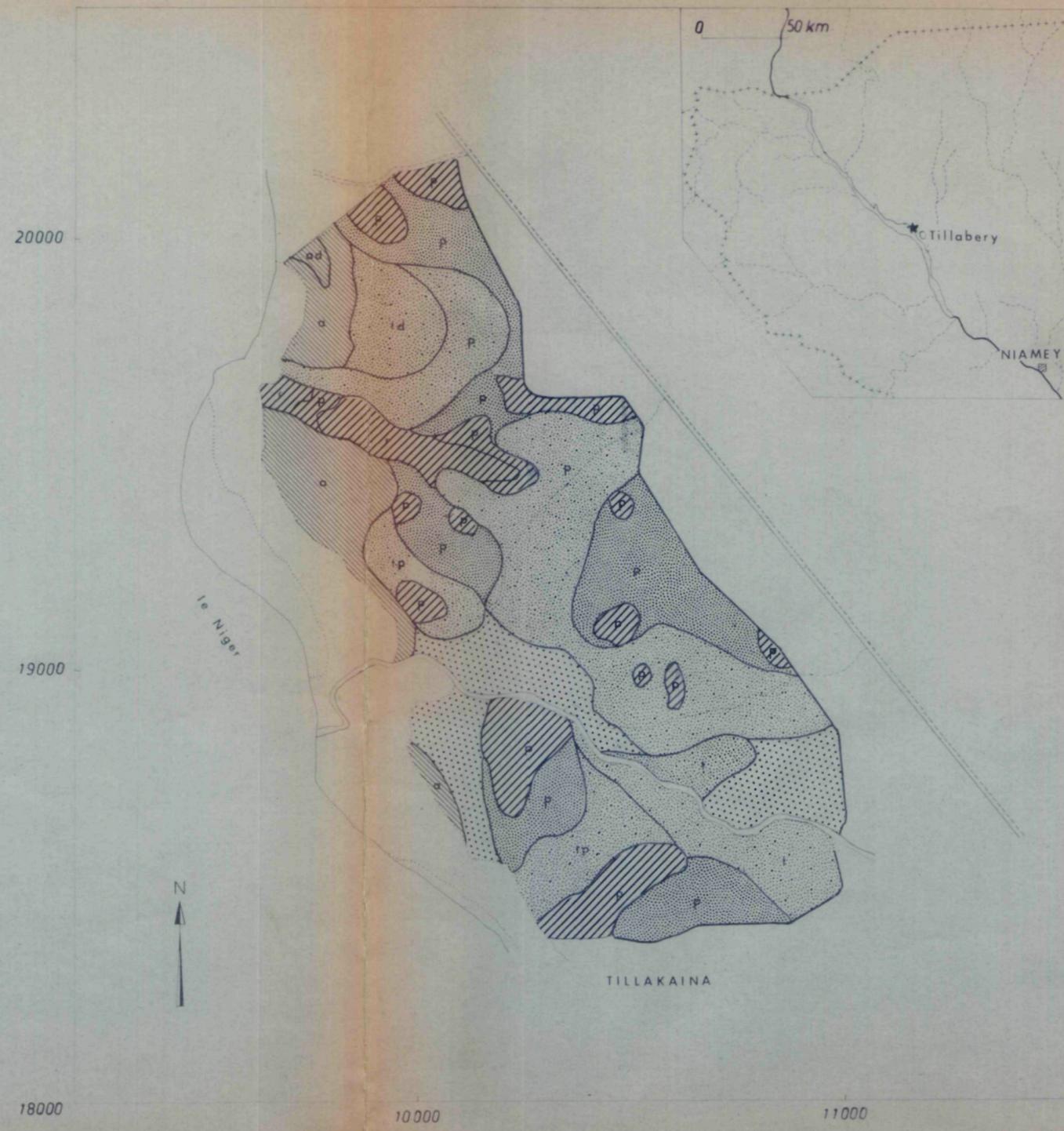
0 500m

1981

LEGENDE

symbole	unité	classe	superficie (ha)
	S 1	aptitude élevée	15,1
	S 2	aptitude moyenne	53,5
	S 3	aptitude marginale	27,9
	H 1	inaptitude actuelle	12,6
	H 2	inaptitude permanente	20,6

indice	contraintes
r	limitations de relief
P	de profondeur
t	de texture
d	de drainage
o	d'alcalinité



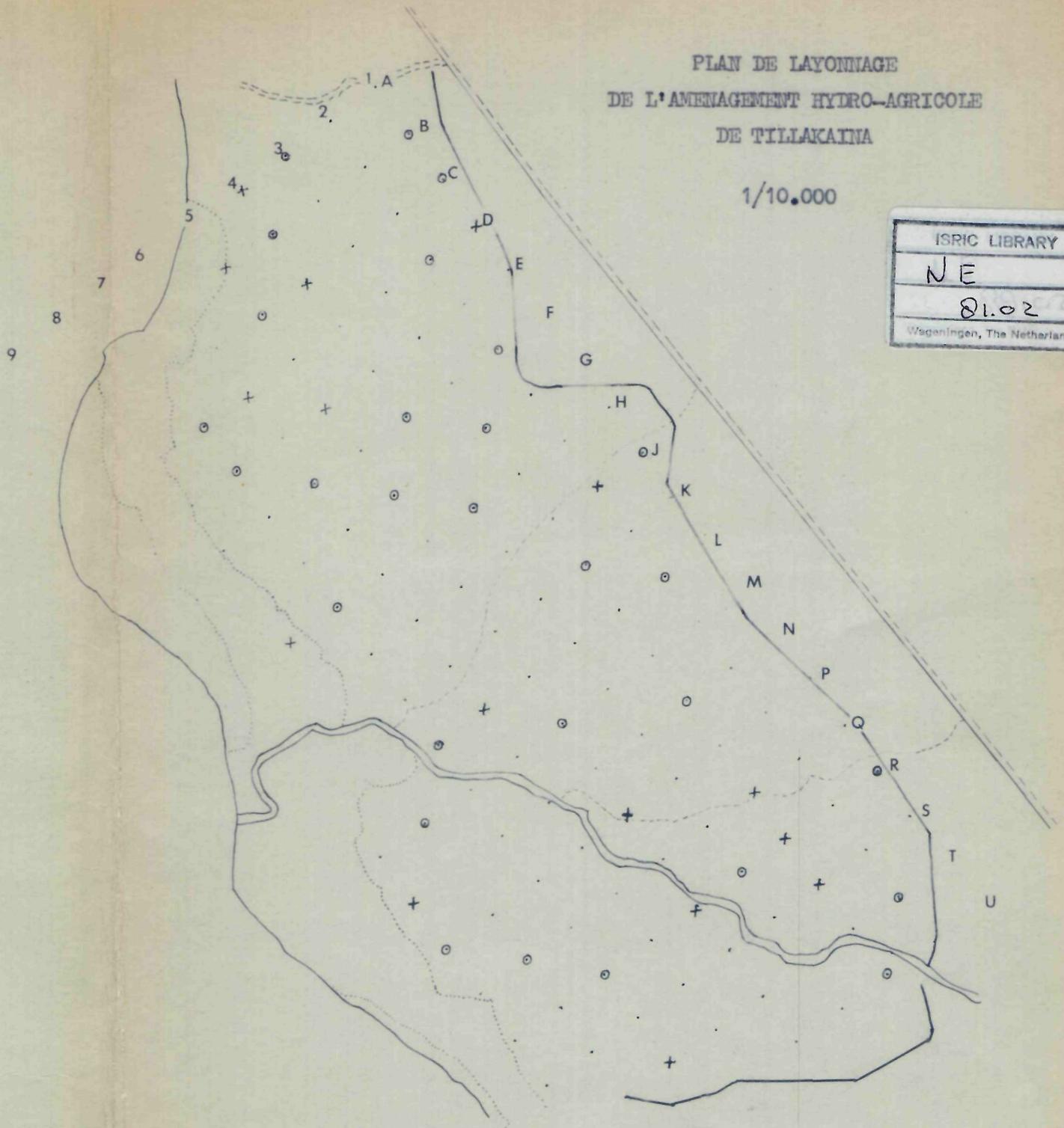
SIGES CONVENTIONNELS

	routes
	pistes
	zone de jardins & vergers
	réseau hydrographique
	canal principal d'irrigation

PLAN DE LAYONNAGE
DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE
DE TILLAKAINA

1/10.000

ISRIC LIBRARY
NE
81.02
Wageningen, The Netherlands



LEGENDE

- fosse pédologique
- o " " analysée (granulométrie, pH)
- + " " analysée (analyses complètes)

REPUBLIQUE DU NIGER
 MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
 ET DE LA RECHERCHE
 I N R A N
 DEPARTEMENT DE RECHERCHES ECOLOGIQUES
 SECTION CARTOGRAPHIE ET CLASSIFICATION DES SOLS
 PROJET PNUD/FAO NER/75/009

CARTE D'APTITUDE A L'IRRIGATION PAR GRAVITE
 DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DE TILLAKAINA

Echelle : 1/10,000
 0 500m

1981

LEGENDE

symbole	unité	classe	superficie (ha)
	S 1	aptitude élevée	15,1
	S 2	aptitude moyenne	53,5
	S 3	aptitude marginale	27,9
	I 1	inaptitude actuelle	12,6
	I 2	inaptitude permanente	20,6

indice	contraintes
r	limitations de relief
P	de profondeur
t	de texture
d	de drainage
a	d'alcalinité



SIGNES CONVENTIONNELS

	routes
	pistes
	zone de jardins & vergers
	réseau hydrographique
	canal principal d'irrigation

