



Association Nigérienne pour la Dynamisation
Des Initiatives Locales ONG Karkara
BP. 90 Diffa Tél. 540 071
E-mail karkarad@intnet.ne



Association Française des volontaires
du Progrès AFVP
BP. 11468 Niamey Tél. 75 30 69
E-mail afvp-nig@intnet.ne

Projet d'Appui à la Gestion des Ressources Naturelles -PAGR

**Etude sur l'inventaire
et la caractérisation pédologique
et hydraulique des cuvettes oasiennes
dans le Département de Mainé-Soroa**

TYPOLOGIE DES CUVETTES ET BAS-FONDS ET POSSIBILITE D'EXPLOITATION AGRICOLE ET DE VALORISATION

Projet financé par DANIDA
Ré. No. 104.Niger. 15

Ambouta Karimou J.M.
Zabeirou Toudjani
Guéro Maman
Amadou Bachir

Septembre 2005

SOMMAIRE

I. GENERALITES	3
II. TYPOLOGIE DES CUVETTES ET DES BAS-FONDS.....	3
III. CARACTERISTIQUES DES SOLS DE CUVETTES ET APTITUDE AGRICOLE	4
3.1. LES SOLS DES CUVETTES A EAU AFFLEURANTE (CEA).....	4
3.1.1. <i>Les sols peu évolués d'apports éoliens de l'auréole externe.....</i>	<i>4</i>
3.1.2. <i>Les sols salés à hydromorphie de profondeur de la deuxième auréole</i>	<i>5</i>
3.1.3. <i>Les sols salés à hydromorphie totale de la troisième auréole.....</i>	<i>6</i>
3.1.4. <i>Les sols natronnés hydromorphes de la zone centrale</i>	<i>8</i>
3.2. LES SOLS DES CUVETTES A EAU INTERMEDIAIRE (CEI)	9
3.2.1. <i>Les sols peu évolués d'apports éoliens de l'auréole externe.....</i>	<i>9</i>
3.2.2. <i>Les sols salés à hydromorphie de profondeur de la deuxième auréole</i>	<i>10</i>
3.3. LES SOLS DES CUVETTES A EAU PROFONDE (CEP).....	12
3.3.1. <i>Les sols salins à hydromorphie temporaire de l'auréole externe.....</i>	<i>12</i>
3.3.2. <i>Les sols salés à hydromorphie de profondeur de la deuxième auréole</i>	<i>14</i>
3.3.3. <i>Les sols natronnés hydromorphes de la zone centrale</i>	<i>16</i>
IV. CARACTERISTIQUES DES SOLS DE BAS-FONDS ET APTITUDE AGRICOLE.....	16
4.1. LES SOLS ALLUVIAUX LEGERS DES BAS-FONDS AGRICOLES	17
4.2. LES SOLS HYDROMORPHES LOURDS DES BAS-FONDS AGRO-PASTORAUX ET PASTORAUX	18

I. GENERALITES

Les **cuvettes** (localement dénommées *N'Gors*) sont des dépressions interdunaires de section très variée (amiboïde) et dont la forme générale se rapproche de celle d'un tronc de cône renversé. La dénivelée oscille entre 10 et 40 m. Dans la dépression, la végétation et les types de sols s'organisent en auréoles concentriques descendant en pente douce vers le centre avec invariablement l'auréole externe constituée essentiellement de doumiers denses (*Hyphaene thebaica*) et la plage centrale nue plus ou moins natronnée, parfois occupée par une mare. Dans les cuvettes, la profondeur de la nappe varie généralement de 0 à 5 m et reste toujours inférieure à celle du plateau sableux environnant.

Les **bas-fonds** (localement dénommés *Fayas*) sont des segments généralement étirés de vallées sèches, à dénivelée n'excédant pas 10 m, à fond plat occupé par une végétation ligneuse dense et variée dominée par *Acacia raddiana*. La profondeur de la nappe peut atteindre 10 m.

II. TYPOLOGIE DES CUVETTES ET DES BAS-FONDS

Pour la typologie des cuvettes, 2 facteurs jugés comme étant les plus discriminants de ces unités de paysage ont été retenus : la profondeur de la nappe et le type d'exploitation. Sur la base de la profondeur de la nappe déterminée à partir de la zone centrale la plus basse, on distingue 3 grands types de cuvettes :

- Les cuvettes à eau affleurante (CEA) : nappe inférieure à 1,5 m ;
- Les cuvettes à eau intermédiaire (CEI) : nappe entre 1,5 et 4 m ;
- Les cuvettes à eau profonde (CEP) : nappe supérieure à 4 m.

Ces types de cuvettes s'organisent selon un gradient Sud-Nord, les Cuvettes à eau affleurante étant localisées principalement dans le Sud-ouest du département.

Si à la profondeur de la nappe on surimpose le type d'exploitation, 3 groupes peuvent être dégagés dans chaque grand type :

- Les cuvettes agricoles (cultures pluviales et/ou irriguées) ;
- Les cuvettes pastorales ;
- Les cuvettes agro-pastorales (pastoralisme et cultures pluviales et/ou irriguées).

Bien que non toujours vérifiée, on observe tout de même une bonne relation entre la profondeur de la nappe dans les cuvettes et leur exploitation : les Cuvettes à eau affleurante et intermédiaire sont essentiellement agricoles avec développement important de l'arboriculture et du maraîchage alors que les cuvettes à eau profonde sont presque exclusivement pastorales avec localement des cultures pluviales et quelques petits jardins. Quant à l'extraction du sel et du natron, elle n'est jugée discriminante pour être utilisée comme critère de classification des cuvettes que lorsqu'elle est exclusive ou constitue l'activité la plus importante menée dans la cuvette.

Concernant les bas-fonds, seul le type d'exploitation a été utilisé pour les classer. Ainsi, on distingue :

- Les bas-fonds de culture pluviale ;
- Les bas-fonds pastoraux ;
- Les bas-fonds mixtes.

III. CARACTERISTIQUES DES SOLS DE CUVETTES ET APTITUDE AGRICOLE

Dans toutes les cuvettes, les sols s'organisent en auréoles dont la texture devient en général plus fine vers l'intérieur. Aussi, ce sont surtout les caractéristiques de profondeur de la nappe provoquant ou non l'hydromorphie et sa teneur en sels dont la concentration excessive provoque la salinisation qui différencient les sols d'un type de cuvette à un autre.

3.1. LES SOLS DES CUVETTES A EAU AFFLEURANTE (CEA)

Parmi les cuvettes représentatives de ce type, des études morphologiques suivies parfois d'analyses de laboratoire ont été effectuées à Djouwéza, Broumwadi et Bariram Koura.

Dans ces cuvettes à eau affleurante, les auréoles de sols et de végétation sont agencées en fonction de la profondeur de la nappe phréatique avec, de l'extérieur vers l'intérieur :

- La première auréole dite extérieure ou couronne de palmiers doums, à nappe supérieure à 2 m ;
- La deuxième où sont pratiquées les cultures annuelles, céréalières et fruitières, à nappe comprise entre 1 et 2 m ;
- La troisième occupée par des plantes halophiles, à nappe proche de la surface (40 à 100 cm) ;
- La plage centrale occupée en saison des pluies par une mare puis en saison sèche par des croûtes salines (natron), la nappe devenant alors sub-affleurante.

3.1.1. Les sols peu évolués d'apports éoliens de l'auréole externe

Elle porte une ceinture d'environ 10 m de large composée presque exclusivement de doumiers à frondaison fermée d'où pointent de place en place des dattiers. La surface du sol est meuble car fortement piétinée et est recouverte de nombreux rachis de palmiers. Le profil (F1) ouvert à Broumwadi caractérise les sols de cette auréole.

Caractéristiques morphologiques

C'est un sol uniformément sableux, brun clair, à porosité tubulaire, structure massive, fragile. En dehors de l'horizon légèrement plus clair de surface, le reste du profil est très homogène. Les racines, très nombreuses jusqu'à 70 cm, se raréfient en profondeur tout en gardant une direction oblique à verticale.

Caractéristiques physiques et chimiques

Le tableau 1 présente les données d'analytiques de l'horizon de surface du profil F1 de Broumwadi.

Tableau 1 : Caractéristiques physiques et chimiques de l'horizon de surface du profil F1 de l'auréole externe de la cuvette de Broumwadi

Granulométrie					
Argile %	Limon Fin %	Limon Grossier %	Sable Fin %	Sable Moyen %	Sable Grossier %
1,3	0,5	9,3	79,1	5,4	4,4

Chimie											
PH-eau 1:2,5	CE μS/cm	C %	N %	C/N	P total ppm	P BrayI ppm	K méq/100g	Na méq/100g	Ca méq/100g	Mg méq/100g	CEC méq/100g
8,4	-	0,44	0,036	12	10,9	6,1	0,03	-	1,2	0,6	2

La granulométrie est dominée par les sables fins et la teneur en argile est très faible, probablement du fait de son origine dunaire.

Le pH est moyennement alcalin. La matière organique est peu présente mais le rapport C/N indique qu'elle est fortement minéralisée. L'azote et le phosphore sont faibles et leur niveau est comparable à celui des sols caractéristiques des plateaux dunaires environnants. Le cortège ionique est pauvre et la faiblesse de la capacité cationique s'explique largement par la pauvreté en matière organique et en argile.

Aptitude agricole et propositions

Dans toutes les cuvettes humides prospectées, le sol de la couronne externe porte une végétation dense de doumiers servant comme une ceinture protectrice contre les sables par son effet brise vent. Elle est encore bien préservée bien que les premiers individus de la partie la plus externe de la ceinture soient parfois engloutis jusqu'à mi-hauteur par les sables, signes d'une menace plus ou moins forte d'ensablement de ces cuvettes.

C'est un sol minéral brut peu évolué d'apport éolien, pauvre en éléments fertilisants et en matière organique inapte à la culture. De plus, de par sa texture très sableuse, il est très sensible à l'érosion éolienne dès que sa couverture protectrice disparaît. Aussi, du fait de sa grande épaisseur facilement prospectable par les racines des doumiers en direction de la nappe phréatique (située en dessous de 2 m), ce sol est très apte à la couverture forestière intégrant le palmier dattier.

En guise de proposition, la grande production de rachis peut être valorisée à travers leur utilisation alternative ou complémentaire aux tiges de *Leptadenia pyrotechnica* dans les opérations de fixation des dunes.

3.1.2. Les sols salés à hydromorphie de profondeur de la deuxième auréole

La deuxième auréole de la cuvette de Bariram Koura a été retenue comme étant très représentative de cette zone des cuvettes à eau affleurante.

Caractéristiques morphologiques

Cette auréole constitue un vaste glaciais à pente s'inclinant régulièrement vers le centre de la cuvette. La végétation ligneuse spontanée et plantée est composée essentiellement de dattiers, d'agrumes, de manguiers, de doumiers, de *Piliostigma reticulatum* et de *Calotropis procera*. La végétation herbacée, très dense dans les zones inexploitées, est composée de chien dent et de *Schoenfoldia gracilis*. Dans les parties cultivées ou piétinées, le sol est couvert d'une poudre de sel (efflorescence saline) très fine grisâtre devenant localement grumeleuse. Elle est exploitée en polyculture avec principalement du maïs, du blé, du manioc, de la patate douce, des courges, du gombo, de l'oseille et du moringa. Le profil F1 a été positionné au centre de l'auréole en zone non cultivée et présente les caractéristiques morphologiques suivantes :

- **0-90 cm** : Brun foncé, humide, limono-sableux, massif, denses fines racines, forte effervescence à l'acide, transition nette ;
- **90-100 cm** : Brun clair, humide, limoneux, massif, denses racines, forte effervescence à l'acide, transition nette ;
- **100- 135 cm**: Brun verdâtre, humide, limoneux, massif ;
- **135 cm** : nappe phréatique.

Caractéristiques physiques et chimiques

La texture, faiblement allégée par les sables en surface, est dominée par les limons sur le reste du profil. L'hydromorphie se manifeste brutalement à partir de 1 m de profondeur sous forme de taches verdâtres (gley) caractéristiques d'un engorgement permanent.

Les efflorescences salines et l'effervescence à l'acide chlorhydrique jusque dans la nappe sont caractéristiques de l'abondance des sels de type carbonates et bicarbonates. Les variations du pH, de la conductivité électrique et des composés organiques sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Quelques caractéristiques chimiques du sol salé à hydromorphie de profondeur de la deuxième auréole de la cuvette de Bariram Koura.

Profondeur (cm)	pH-Eau	Matière organique %	Azote total %	Conductivité électrique $\mu\text{S/cm}$
0-90	8,27	2,65	0,27	1 300
90-100	8,30	-	-	1 258
100-135	6,60	-	-	1 725

Le pH, moyennement alcalin et relativement constant dans la partie supérieure du profil baisse brutalement en profondeur dans la zone de contact avec la nappe. Dans l'horizon de surface le taux de matière organique et d'azote sont élevés, la matière organique étant bien minéralisée (C/N = 10). La conductivité électrique de l'extrait de pâte saturée (1/5) varie dans le profil, la valeur la plus élevée concernant l'horizon intermédiaire : ces valeurs caractérisent les sols salins ou salés.

Aptitude agricole et propositions

Du fait de l'épaisseur importante du profil favorable au développement des racines et la relative finesse de la texture de tous les horizons permettant non seulement une remontée capillaire élevée de l'eau de la nappe mais aussi conférant au sol une bonne capacité en eau, ce sol présente une bonne aptitude à la culture irriguée (maraîchage) intégrant l'arboriculture. Dans tous les cas, du fait des teneurs élevées en sels, toutes les espèces qui y seront cultivées doivent être tolérantes à la salinité.

Dans la frange amont de l'auréole où la nappe est relativement basse, une irrigation d'appoint est nécessaire à l'installation des cultures qui ensuite s'alimenteront en eau directement dans la frange capillaire : elle présente donc une bonne aptitude pour les cultures à enracinement profond sensibles à l'engorgement (dattiers, agrumes, goyaviers, manioc...) ; en revanche, la frange aval où la nappe est peu profonde est davantage favorable aux cultures à enracinement peu profond s'alimentant directement à l'eau de la frange capillaire de la nappe (maïs, blé, patate douce, canne à sucre...).

Compte tenu de l'activité minéralisatrice importante de la matière organique, un maraîchage intensif dans cette auréole devrait être accompagné d'apports réguliers en matière organique et si possible de petites doses d'engrais minéraux pour soutenir un niveau de productivité élevé.

3.1.3. Les sols salés à hydromorphie totale de la troisième auréole

Le profil représentatif des sols de la troisième auréole des cuvettes à eau affleurante est celui creusé dans la cuvette de Djouwéza (F1).

Caractéristiques morphologiques

Cette auréole constitue la zone submersible par l'eau de la mare centrale en saison des pluies lorsque l'année est assez pluvieuse. Elle porte une végétation naturelle presque exclusivement constituée de roseaux très denses et luxuriants. Dans les zones localement exploitées, les cultures les plus rencontrées sont surtout la canne à sucre, la patate douce, le blé et le maïs. Dans les parties non exploitées, la surface du sol entre les roseaux est recouverte d'une croûte saline de couleur variable (blanche, kaki, brune ou noirâtre) finement craquelée.

Le profil F1 ouvert dans une frange dégagée par l'eau et sèche en surface présente les caractéristiques morphologiques suivantes :

- **0-30 cm** : 2,5 Y. 7/1 (gris clair), sec à frais, limono-argileux, grumeleux à légèrement polyédrique, nombreux pores fins à moyens, peu dur, limite graduelle, très nombreuses racines fines à moyennes, présence de fines taches ocre rouille, forte effervescence à l'acide, transition graduelle ;
- **30-60 cm** : 2,5 Y. 5/2 (brun grisâtre), frais, argilo-limoneux, massif donnant des éclats polyédriques à grumeleux, pores peu nombreux, assez friable, limite graduelle, nombreuses racines, présence de fissures verticales et de grosses traînées verdâtres dans un fond grisâtre, forte effervescence à l'acide, transition graduelle ;
- **60-80 cm** : 2,5 Y. 5/2 (gris) humide, limon argileux à sables fins, massif, nombreux pores fins à moyens, friable, limite graduelle, nombreuses racines, grosses traînées verdâtres et ocre rouille, forte effervescence ;
- **80-100 cm** : 2,5 Y. 2,5/1 (noir) avec de nombreuses taches verdâtres, gluant, nappe très effervescente à l'acide.

Caractéristiques physiques et chimiques

Le tableau 3 présente les données d'analytiques des horizons du profil F1 de la troisième auréole de la cuvette de Djouwéza.

Tableau 3 : Caractéristiques physiques et chimiques du profil F1 de la troisième auréole de la cuvette de Djouwéza

Granulométrie						
Profondeur cm	Argile %	Limons fins %	Limons Grossiers %	Sables fins %	Sables Moyens %	Sables Grossiers %
0-30	38,03	6,34	39,09	12,76	3,40	0,37
30-60	46,34	14,10	12,09	21,50	5,31	0,66
60-80	26,43	11,75	21,54	38,01	1,85	0,42
80-100	25,48	1,82	24,57	45,49	2,36	0,29

Prof cm	PH-Eau 1:2,5	CE µS/cm	C %	N %	C/N	P total ppm	P Brayl ppm	K Még /100g	Na Még /100g	Ca Még /100g	Mg Még /100g	CEC még/ 100g
0-30	8,2	1405	1,88	0,14	13	92,64	41,45	0,44	0,04	8	6	15
30-60	8,25	1035	1,68	0,07	24	73,66	34,26	0,40	0,02	8,20	4,7	15
60-80	8,1	710	1,48	0,042	35	39,43	21,32	0,33	0,05	4	8,4	11
80-100	7,6	700	1,56	0,07	22	10,92	6,4	0,33	0,00	9	5,5	15

La texture est argileuse à argilo-limoneuse sur l'ensemble du profil. Le pH, moyennement alcalin en surface et assez constant sur la majeure partie du profil, baisse légèrement en contact avec la nappe ce qui révèle le caractère peu alcalinisant de celle-ci. Comme pour le pH, la salinité forte en surface diminue avec la profondeur.

Le profil est bien pourvu en matière organique dont le taux relativement élevé en surface se stabilise en profondeur. Cette matière organique, exception faite de l'horizon de surface, est peu évoluée (rapports C/N > 20) car les conditions d'hydromorphie régnant dans le milieu bloquent la destruction des composés organiques. Les teneurs en phosphore total sont moyennement élevées et diminuent progressivement vers la base du profil en relation avec la baisse de l'activité minéralisatrice de la matière organique due à l'hydromorphie, les proportions en phosphore assimilable restant moyennes.

La capacité d'échange cationique est moyenne, niveau probablement lié à la relative abondance en matière organique et en argile du profil. Le cortège ionique, très pauvre en K et Na est par contre riche en Ca et Mg.

Ce sol présente donc toutes les caractéristiques d'un sol hydromorphe salé.

Aptitude agricole et propositions

La faible profondeur de la nappe associée à la finesse de la texture font de ce sol un milieu toujours bien alimenté en eau par capillarité dans lequel peuvent se développer des cultures sans irrigation. De plus, le statut organique ainsi que la disponibilité en éléments fertilisants devraient être des atouts favorables au développement des cultures. Cependant, l'hydromorphie quasi-généralisée régnant dans le profil à laquelle s'ajoute une forte salinité dans les horizons de surface confèrent en général une mauvaise aptitude agricole à ce sol sauf pour les plantes tolérantes telles la canne à sucre, la patate douce, le blé et le maïs. Néanmoins, pour les cultures céréalières (blé et maïs) il est important de maintenir une bonne aération de l'horizon de surface par le drainage, le travail du sol et surtout par des apports organiques rendus nécessaires par l'activation de la minéralisation ainsi stimulée.

Dans les cuvettes où cette auréole n'est pas encore totalement cultivée, les tiges des roseaux pourraient être exploitées pour l'artisanat local.

3.1.4. Les sols natronnés hydromorphes de la zone centrale

Dans les cuvettes à eau affleurantes échantillonnées, cette zone est totalement nue et constitue la partie la plus basse occupée par l'eau en saison des pluies puis, en saison sèche lorsque la nappe descend, les sels précipitent et forment une épaisse croûte de couleur gris cendre à brunâtre boursouflée et finement craquelée communément appelée natron.

Le profil F2 ouvert au centre de la zone natronnée de la cuvette de Djouwéza représente les sols de cette plage des cuvettes à eau affleurante.

Caractéristiques morphologiques

Sous une épaisse croûte saline de 4 à 5 cm, on observe les caractéristiques morphologiques suivantes :

- 0 – 5 cm : litages successifs de limons fins incrustés de cristaux de sel, effervescent à l'acide ;

- 5 – 75 cm : brun très sombre, présence de concrétions noires fragiles, argilo-limoneux, saturé d'eau, traînées verdâtres, gluant, odeur caractéristique de sulfato-réduction, aspect massif, très forte effervescence à l'acide même dans l'eau de nappe.

Le pH est très acide (5,2) et la conductivité électrique très élevée (4 000 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Il s'agit donc d'un sol à hydromorphie permanente, très asphyxiant et à niveau de conductivité électrique et de pH ne permettant le développement d'aucune végétation.

Dans les cuvettes à eau affleurante, la zone centrale constitue un véritable marais salant qu'il faut exploiter en natron aussi longtemps que possible.

3.2. LES SOLS DES CUVETTES A EAU INTERMEDIAIRE (CEI)

Parmi les cuvettes représentatives de ce type, des études morphologiques suivies parfois d'analyses de laboratoire ont été effectuées à Mariri, Dirguia, Waladikidji, et Djidjia Koura.

Dans ces cuvettes à eau intermédiaire, les auréoles de sols et de végétation sont agencées en deux couronnes autour d'une plage centrale avec, de l'extérieur vers l'intérieur :

- La première auréole dite extérieure ou couronne arborée dominée par des palmiers doums, à nappe supérieure à 3-4 m ;
- La deuxième auréole où est pratiquée la polyculture irriguée, à nappe comprise entre 2 et 4 m ;
- La plage centrale natronnée et nue (non échantillonnée), à nappe fluctuant entre 1 et 3 m.

Contrairement aux cuvettes à eau affleurante où on observe la présence d'une troisième auréole distincte, ici elle tend à s'estomper, sa végétation caractéristique (roseaux) apparaissant alors de manière diffuse au sein de la deuxième auréole ou en mince liseré aval.

3.2.1. Les sols peu évolués d'apports éoliens de l'auréole externe

La ceinture de doumiers laisse de place en place des ouvertures utilisées comme voies préférentielles d'accès à la cuvette par les hommes et les animaux. De plus, selon les cuvettes, on peut observer des souches plus ou moins nombreuses sujets le plus souvent en frange aval de l'auréole, preuve d'une certaine pression sur cette espèce. Le profil (F1) ouvert à Mariri caractérise les sols de cette auréole.

Caractéristiques morphologiques

La frange aval de la doumeraie est localement exploitée en culture pluviale de mil. On y note aussi la présence de quelques pieds de *Calotropis procera*. La surface du sol est très meuble et porte par endroits des traces d'activité des termites. Les caractéristiques morphologiques du profil sont les suivantes :

- **0-100 cm** : 5 YR. 5/1 gris clair, sec, sableux à sable fin dominant, structure massive, peu dur nombreux galeries de termites, bonne porosité tubulaire, forte densité de racines jusqu'à 40 cm de profondeur puis moins nombreuses mais plus grosses racines jusqu'à 1 m, limite progressive ;
- **100 cm plus** : 10 YR. 8/1 très clair, frais, sable fin, massif, fragile, nombreux petits pores, quelques grosses racines.

Caractéristiques physiques et chimiques

Le tableau 4 présente les données d'analytiques de l'horizon (0-100 cm) du profil F1 de la cuvette de Mariri.

Tableau 4 : Caractéristiques physiques et chimiques du profil F1 de l'auréole externe de la cuvette à eau intermédiaire de Mariri

Granulométrie					
Argile %	Limon Fin %	Limon Grossier %	Sable Fin %	Sable Moyen %	Sable Grossier %
2,90	1,93	11,60	65,78	17,54	0,24

Chimie											
PH-Eau 1:2,5	CE μS/cm	C %	N %	C/N	P total ppm	P BrayI ppm	K méq/100g	Na méq/100g	Ca méq/100g	Mg méq/100g	CEC méq/100g
7,75	235	1,40	0,12	11	52,35	28,64	0,10	0,20	8	3	10

La granulométrie est dominée par les sables fins et la teneur en argile est très faible, probablement du fait de son origine dunaire.

Le pH est légèrement alcalin. La conductivité électrique est faible et le sol peut être qualifié de non salin. La matière organique est moyennement présente et le rapport C/N (11) indique qu'elle est fortement minéralisée. L'azote et le phosphore sont faibles et leur niveau est comparable à celui des sols caractéristiques des plateaux dunaires environnants. Le cortège ionique est bien pourvu en calcium et magnésium mais pauvre en sodium et potassium. La capacité cationique est faible à moyenne, l'argile étant peu présente dans ce sol.

Aptitude agricole et propositions

Dans les cuvettes à eau intermédiaire prospectées, les sols de la couronne externe sont de plus en plus exploités en culture pluviale de mil au même titre que ceux des plateaux sableux environnants avec comme corollaire l'amenuisement de la couverture de doumiers et donc la pénétration du sable sous forme de langues à l'intérieur des cuvettes. Pourtant, du fait de sa pauvreté en éléments fertilisants et de sa faible capacité en eau, il est inapte à la culture mais pourrait avantageusement, par sa grande épaisseur et le manque de résistance qu'il offre à la pénétration des racines, porter une végétation dense de doumiers servant comme une ceinture protectrice contre les sables par son effet brise vent. De plus, de par sa texture très sableuse, il est très sensible à l'érosion éolienne dès que sa couverture protectrice disparaît.

Aussi, un changement de pratique s'impose pour une culture pluviale associant intimement le doumiers aux cultures qui profiteraient ainsi des débris organiques tombant des arbres. Enfin, au niveau des brèches ouvertes dans cette ceinture arborée, des regarnis de doums s'imposent pour limiter la pénétration de langues de sable dans la cuvette.

3.2.2. Les sols salés à hydromorphie de profondeur de la deuxième auréole

La deuxième auréole de la cuvette de Mariri a été retenue comme étant très représentative de cette zone des cuvettes à eau intermédiaire.

Caractéristiques morphologiques

Il s'agit d'un glacié faiblement ondulé à végétation ligneuse composée surtout de dattiers, manguiers, agrumes, bananiers, papayers et rôniers. On y observe aussi quelques pieds de *Calotropis procera*, *Acacia senegal*, *Acacia nilotica* et de neems et, dans la frange aval, des plants de roseaux. Dans la zone cultivée, on trouve du manioc sur la frange amont de l'auréole

puis en aval, sous irrigation, de l'oignon, de la laitue, du maïs, du chou, de l'oseille et de la patate douce. La surface du sol est poudreuse aux endroits piétinés et est couverte de croûte de battance dans les parties inexploitées. Le profil F2 ouvert au milieu de l'auréole présente les caractéristiques morphologiques suivantes :

- **0-40 cm** : 10 YR. 4/1 gris foncé, sec, argilo-limono-sableux, structure grumeleuse, friable, assez poreux à pores fins moyens, quelques galeries, nombreuses petites racines, limite progressive ;
- **40-70 cm** : 10 YR. 3/2 brun grisâtre très foncé, frais, argilo-limono-sableux, structure grumeleuse, fragile, nombreux pores fins et moyens, peu nombreuses petites racines, présence de nombreuses petites taches claires, limite nette ;
- **70-120 cm** : 7,5 YR. 5/6 brun foncé, humide, sable fin légèrement argileux, massif donnant des éclats polyédriques de taille variable, peu friable à friable, porosité faiblement exprimée, racines petites à moyennes peu nombreuses prises dans un manchon ocre rouille, très nombreuses taches jaunâtres à rougeâtres.

Caractéristiques physiques et chimiques

Le tableau 5 présente les données d'analytiques des horizons du profil F1 de la deuxième auréole de la cuvette de Mariri.

Tableau 5 : Caractéristiques physiques et chimiques du profil F2 de la deuxième auréole de la cuvette à eau intermédiaire de Mariri

Granulométrie						
Profondeur cm	Argile %	Limon Fin %	Limon Grossier %	Sable Fin %	Sable Moyen %	Sable Grossier %
0-40	26,30	6,58	24,42	38,52	3,57	0,61
40-70	25,90	8,29	19,69	41,24	4,14	0,74
70-120	14,21	5,33	11,55	66,79	2,00	0,13

Prof cm	PH-Eau 1:2,5	CE μS/cm	C %	N %	C/N	P total ppm	P Brayl ppm	K Még /100g	Na Még /100g	Ca Még /100g	Mg Még /100g	CEC Még/ 100g
0-40	7,65	1925	1,48	0,14	10	52,93	26,14	0,14	0	12,40	3	15
40-70	6,98	1255	1,16	0,14	8	41,63	14,56	0,10	0	9	3,50	13
70-120	3,5	95	1,28	0,042	30	18,23	9,25	0,09	0	9,40	0,10	10

La texture est moyenne de type argilo-limono-sableuse s'allégeant légèrement en profondeur pour devenir sableuse à pôle sable fin dominant. Le pH, légèrement alcalin en surface devient très acide en profondeur, signe de transformation des sulfures en sulfates suite à une oxydo-réduction sévère libérant de l'acide sulfurique. Comme pour le pH, la salinité forte en surface devient inexistante en profondeur.

Le profil est assez bien pourvu en matière organique dont le taux reste peu variable avec la profondeur. Cette matière organique, très bien minéralisée en surface (rapport C/N entre 8 et 10) est par contre très peu évoluée en profondeur (rapport C/N = 30) où les conditions d'hydromorphie (taches bariolées) qui règnent bloquent la destruction des composés organiques. Les teneurs en phosphore total, faibles à moyennes en surface, deviennent très basses en profondeur. La capacité d'échange cationique est moyenne en surface et devient faible en profondeur du fait probablement de la diminution du taux d'argile. Le cortège ionique, pauvre en K et Na est par contre riche en Ca et Mg.

Ce sol présente donc toutes les caractéristiques d'un sol hydromorphe salé.

Aptitude agricole et propositions

La frange amont de l'auréole à nappe phréatique profonde (3,5 m) et à sol épais est apte à la culture du manioc et des dattiers, plantes à enracinement profond et ne supportant pas un engorgement prolongé. Sur le reste de l'auréole, la texture assez fine des deux premiers horizons, leur teneur relativement correcte en matière organique ainsi que la nappe peu profonde confèrent au sol une bonne aptitude à l'irrigation. Les arbres fruitiers une fois installés peuvent s'alimenter ensuite dans la frange capillaire de la nappe (environ 2,6 m) alors que les cultures céréalières et maraîchères doivent être irriguées.

La salinité de surface, peu gênante pour les plantes tolérantes (blé, maïs, patate douce, pomme de terre) peut par contre constituer un facteur limitant pour les autres cultures (chou, laitue, piment...) sauf si on procède à un arrosage fréquent et abondant. Dans tous les cas, l'exploitation intensive sous irrigation doublée d'un travail régulier et profond du sol, du fait qu'ils accélèrent la minéralisation de la matière organique, obligent à effectuer des apports réguliers de fumier et d'engrais minéraux pour une productivité élevée et soutenue.

3.3. LES SOLS DES CUVETTES A EAU PROFONDE (CEP)

Parmi les cuvettes représentatives de ce type, des études morphologiques suivies parfois d'analyses de laboratoire ont été effectuées à Goujou Tchagamari (agro-pastorale à jardins), Kilakam (agro-pastorale à culture pluviale) et à Bitomaram (agro-pastorale à jardins et culture pluviale).

Dans ces cuvettes à eau profonde, les auréoles de sols et de végétation sont agencées en deux couronnes, souvent segmentées, autour d'une plage centrale avec, de l'extérieur vers l'intérieur :

- La première auréole dite extérieure ou couronne arborée dominée par des palmiers doums, dont parfois des pans entiers sont cultivés en mil, à nappe supérieure à 5-6 m ;
- La deuxième auréole, boisée et parfois localement exploitée en jardinage, à nappe comprise entre 3 et 5 m ;
- Les reliques de plage centrale natronnée et nue, à nappe supérieure à 3-3,5 m.

3.3.1. Les sols salins à hydromorphie temporaire de l'auréole externe

La ceinture de doumiers laisse de place en place des ouvertures utilisées comme voies préférentielles d'accès à la cuvette par les hommes et les animaux. De plus, lorsque la cuvette est agricole ou agro-pastorale à cultures pluviales, des pans entiers de la couronne de doumiers sont cultivés avec comme conséquence la disparition de nombreux sujets. Le profil (F1) ouvert à Goujou Tchagamari caractérise les sols de cette auréole.

Caractéristiques morphologiques

La surface du sol est meuble mais présente aux endroits non piétinés une épaisse croûte de battance craquelée et criblée de terriers de fousseurs. De place en place on observe la présence de termitières géantes dans les touffes de doumiers, signe d'une texture relativement fine en profondeur. Les caractéristiques morphologiques du profil sont les suivantes :

- **0-100 cm** : 10 YR 4/1 gris foncé, sec, argilo-limoneux, structure massive à éclats grumeleux, assez dur, porosité très fine, très nombreuses de toute taille, présence de petites rainures de couleur rougeâtre, limite diffuse ;
- **100-135 cm et plus** : 10 YR. 5/1 gris cendré à fines taches claires, frais, argilo-limoneux à sable fin, massif à éclats polyédriques, peu dur, porosité très fine.

Caractéristiques physiques et chimiques

Le tableau 5 présente les données d'analytiques de l'horizon (0-100 cm) du profil F1 de la cuvette de Goujou Tchagamari.

Tableau 5 : Caractéristiques physiques et chimiques du profil F1 de l'auréole externe de la cuvette à eau profonde de Goujou Tchagamari.

Granulométrie					
Argile %	Limon Fin %	Limon Grossier %	Sable Fin %	Sable Moyen %	Sable Grossier %
27,08	8,71	22,25	37,02	4,51	0,44

Chimie											
PH-Eau 1:2,5	CE μS/cm	C %	N %	C/N	P total ppm	P BrayI ppm	K méq/100g	Na méq/100g	Ca méq/100g	Mg méq/100g	CEC méq/100g
7,1	2130	1,28	0,14	9	54,98	22,65	0,06	0,06	7,60	2,80	13

La granulométrie est dominée par l'argile et les limons, texture relativement fine probablement à l'origine du ralentissement du drainage qui cause l'apparition des fines taches d'hydromorphie sur l'ensemble du profil.

Le pH est neutre. La conductivité électrique est très élevée et caractérise un sol salé. Un tel niveau de salinité, compte tenu de la position topographique actuelle, semble hérité des phases antérieures où la nappe était proche de la surface. La teneur en matière organique et en azote est moyenne et le rapport C/N (égal à 9) indique que la matière organique est fortement minéralisée. Le taux de phosphore est faible. La capacité d'échange cationique est moyenne et le cortège ionique est dominé par le calcium et le magnésium.

Aptitude agricole et propositions

Dans les cuvettes à eau profonde, des pans de sol de la couronne externe sont exploités en culture pluviale de mil au même titre que ceux des plateaux sableux environnants avec comme corollaire l'amenuisement de la couverture de doumiers et donc des risques d'ensablement plus rapides. De plus, la finesse de la texture rendant le sol compact, donc difficile à travailler lorsqu'il est sec, limite la possibilité du mil à exploiter la relative fertilité de celui-ci. Enfin, parce que l'argile a une forte capacité en eau et donc qu'elle la cède plus difficilement aux racines, les risques de stress hydrique se trouvent considérablement accrus en cas de sécheresse dans un milieu à pluviométrie déjà marginale. Dans ces conditions, ce sol a une aptitude plutôt forestière qui peut être valorisée par la plantation de dattiers capables d'explorer une grande profondeur du sol tout en n'étant point gênés par la forte salinité du milieu.

Quant aux cuvettes pastorales, leur couronne de doumiers, renforcée par des germinations d'acacias au niveau des brèches, est relativement bien conservée.

3.3.2. Les sols salés à hydromorphie de profondeur de la deuxième auréole

Dans toutes les cuvettes à eau profonde prospectées, cette unité reste presque totalement boisée sauf quelques petits jardins clôturés à l'aide de branchages d'épineux lorsqu'elles ont un caractère agro-pastoral, la nappe étant trop profonde pour permettre une irrigation à grande échelle. Les profil (F2) ouvert dans la deuxième auréole de la cuvette de Goujou Tchagamari caractérise les sols de cette auréole.

Caractéristiques morphologiques

C'est une unité relativement plate colonisée par des végétaux ligneux dominés par des dattiers et des acacias (*A. seyal* et *A. nilotica*) avec de place en place des doumiers. Dans les endroits très fréquentés par le bétail, la surface du sol est poudreuse et porte un fort pavage de noyaux de doums et de fèces, ailleurs elle est scellée par une croûte de battance finement craquelée. Les caractéristiques morphologiques du profil (F2) de la cuvette de Goujou Tchagamari sont les suivantes :

- **0-70 cm** : 5 YR 5/1 gris, sec, argilo-limoneux, grumeleux en surface et devenant plus polyédrique vers la base, peu dur, très fine porosité, très nombreuses racines de toutes les tailles, limite progressive ;
- **70-150 cm** : gris foncé à verdâtre, tacheté d'ocre rouille, frais, argilo-limoneux, massif, assez dur, structure à prismes se débitant en polyèdres légèrement, faible porosité, nombreuses racines moyennes à grosses.

Il s'agit donc d'un sol épais, uniformément argilo-limoneux à hydromorphie de profondeur caractérisée par des phases d'anaérobioses (saison des pluies) suivies de phases de dessiccation profonde (saison sèche).

Caractéristiques physiques et chimiques

Le tableau 6 présente les données analytiques des horizons du profil F2 de la deuxième auréole de la cuvette de Goujou Tchagamari.

Tableau 6 : Caractéristiques physiques et chimiques du profil F2 de la deuxième auréole de la cuvette à eau intermédiaire de Goujou Tchagamari

Granulométrie						
Profondeur cm	Argile %	Limon Fin %	Limon Grossier %	Sable Fin %	Sable Moyen %	Sable Grossier %
0-70	45,48	16,54	24,81	11,58	1,26	0,33
70-150	38,28	11,38	27,93	19,76	1,81	0,84

Prof cm	PH-Eau 1:2,5	CE μS/cm	C %	N %	C/N	P total ppm	P Brayl ppm	K méq /100g	Na méq /100g	Ca méq /100g	Mg méq /100g	CEC méq/ 100g
0-70	8,2	1020	0,68	0,07	10	44,25	18,65	0,07	0,01	12	1	13
70-150	7,8	295	0,52	0,07	7	27,30	15,32	0,08	0	9,80	4,20	15

La texture est fine et peu variable avec la profondeur avec un pôle argileux dominant. Le pH, moyennement alcalin en surface devient légèrement alcalin à la base. La salinité, forte en surface, disparaît en profondeur.

La matière organique est faible mais demeure partout bien minéralisée (rapports C/N entre 7 et 10) signe que l'hydromorphie n'y est pas permanente. Les teneurs en phosphore total, moyennes en surface, deviennent très basses en profondeur. La capacité d'échange cationique

est globalement moyenne malgré une teneur relativement forte en argile Le cortège ionique, pauvre en K et Na est par contre riche en Ca et Mg.

Aptitude agricole et propositions

Du fait de sa grande épaisseur et une texture fine, ce sol est apte à la culture irriguée tant céréalière, maraîchère que fruitière. Cependant, pour ne pas réduire la gamme de cultures céréalières et maraîchères aux seules espèces tolérantes au sel, la dose et la fréquence des irrigations devront être augmentées. De plus, la profondeur élevée de la nappe (5 m environ) et donc les difficultés d'exhaure traditionnel que cela engendre, obligent les agriculteurs d'une part à n'exploiter que les arbres à enracinement profond et nécessitant peu d'apport d'eau (dattiers) et d'autre part à limiter le maraîchage à seulement de très petites surfaces (jardins) devant être clôturées de branchages d'épineux empêchant l'accès aux animaux.

Dans tous les cas, la pauvreté du milieu en matière organique à minéralisation rapide associée aux basses teneurs en éléments fertilisants obligent, pour les cultures céréalières et maraîchères, à effectuer des apports réguliers de fumier et d'engrais minéraux.

3.3.3. Les sols natronnés hydromorphes de la zone centrale

Dans les cuvettes à eau profonde échantillonnées, cette zone est, hormis quelques maigres touffes de graminées halophiles se développant en périphérie, totalement dépourvue de tout végétal ligneux. La surface du sol est poudreuse en zone piétinée et partout ailleurs recouverte d'une croûte de sel blanchâtre à brunâtre parcourue de fines fentes de retrait. Le sondage S1 effectué au centre de la zone natronnée de la cuvette de Goujou Tchagamari représente les sols de cette plage des cuvettes à eau profonde actuellement exploités en sel.

Les caractéristiques morphologiques décrites par observation des carottes de sol sont les suivantes :

- **0-12 cm** : sec, jaune clair, dur, argilo-limoneux ;
- **12-50 cm** : frais, jaune verdâtre, limono-argileux, facile à pénétrer.

Il s'agit donc d'un sol hydromorphe (couleur jaune verdâtre), à texture fine devenant dur après dessiccation. Ce serait cette compacité à sec et l'engorgement en saison des pluies, le tout doublé d'une excessive salinité, qui rendraient ce milieu impropre à toute forme de vie végétale.

La production de sel semble être la seule aptitude des sols du centre des cuvettes à eau profonde, celle-ci pouvant être conduite de manière plus soutenue par stimulation de la remontée des sels en procédant à des arrosages successifs là où cela est possible.

IV. CARACTERISTIQUES DES SOLS DE BAS-FONDS ET APTITUDE AGRICOLE

Si du point de vue de la végétation il n'a pas été observé de différences importantes d'un type de bas-fond à un autre type, il n'en est point pour les types de sols : d'une part les sols alluviaux localisés dans les bas-fonds à texture relativement légère et le plus souvent exploités en culture pluviale et, d'autre part les sols hydromorphes à texture plus lourde et le plus souvent réservés au pastoralisme.

Tous les bas-fonds prospectés présentent un fond plat densément colonisé par des peuplements de ligneux dominés, surtout dans ceux qualifiés de « bas-fonds pastoraux », par *Acacia raddiana*. Lorsqu'ils sont par contre cultivés, la sélection opérée par les agriculteurs tend à privilégier plutôt *Acacia albida* et *Hyphaene thebaica*. Suite à l'arrêt de toute culture, il a été observé une forte colonisation des bas-fonds par *Calotropis procera*.

Les cultures pratiquées dans les bas-fonds sont toutes pluviales (mil, niébé, sorgho), la nappe phréatique étant profonde (10 m en moyenne) pour permettre l'irrigation par exhaure traditionnel.

Les prototypes de bas-fonds prospectés sont ceux de Faya Goujou (agro-pastoral), Faya Ambouraram Ali (pastoral) et Faya Belo Houro (pastoral, anciennement cultivé).

4.1. LES SOLS ALLUVIAUX (LEGERS) DES BAS-FONDS AGRICOLES

Le profil F1 ouvert dans un champ de mil dans le bas-fond de Faya Goujou représente les sols de ces types de bas-fonds.

Caractéristiques morphologiques

Tous les chaumes de mil récolté ont été fauchés et entassés comme réserve de fourrage en grosses meules protégées par des branchages d'épineux. La végétation ligneuse est constituée de plants éparses de *Acacia albida*, *Acacia raddiana*, *Commiphora africana*, *Ziziphus mauritiana* et *Leptadenia pyrotechnica*.

La surface du sol est meuble et intensément piétinée par les animaux. Les caractéristiques morphologiques du sol sont les suivantes :

- **0-4 cm:** voile sableux meuble, clair ;
- **4-35 cm:** 7,5 YR 5/2 brun clair, sec, sableux fin, structure massive à éclats grumeleux, fragile, porosité tubulaire faible à moyenne, nombreuses petites racines, transition graduelle.
- **35-65 cm:** 7,5 YR 4/2 brun foncé, sec, sable fin très légèrement limoneux, structure massive à éclats polyédriques, fragile, poreux, racines fines à moyennes peu nombreuses, quelques galeries, présence de coquillage de mollusque, quelques taches localisées, transition graduelle ;
- **65-95 cm:** 10 YR 6/2 gris cendreuse, frais, sablo-limoneux, présence de taches blanchâtres, massif à éclats polyédriques à légèrement grumeleux, peu dur, nombreux pores fins à moyens, transition graduelle ;
- **95-140 cm +:** 10 YR 7/2 gris clair, frais, sable fin à moyen, traces de marmorisation (taches diffuses jaunâtres et claires), massif, très fragile, peu poreux, racines peu nombreuses moyennes à fines, galeries comblées de sable brun provenant de l'horizon de surface.

Dans le profil, des litages très fins entrecroisés sont perceptibles ce qui, en plus de la présence de coquillage, témoigne du mode d'apport alluvial des matériaux d'origine. Dans la masse du sol, la présence de taches diffuses claires est un signe de léger ralentissement du drainage (hydromorphie temporaire) dû au sable fin.

Caractéristiques physiques et chimiques

Le tableau 7 présente les données analytiques des horizons de surface du profil F1 de la zone agricole du bas-fond de Faya Goujou.

Tableau 7 : Caractéristiques physiques et chimiques du profil F2 des horizons de surface du profil F1 de la zone agricole du bas-fond de Faya Goujou.

Granulométrie						
Profondeur cm	Argile %	Limon Fin %	Limon Grossier %	Sable Fin %	Sable Moyen %	Sable Grossier %
0-35	4,83	2,90	4,83	69,91	17,47	0,05

35-65	5,16	3,09	11,35	59,05	21,32	0,03
-------	------	------	-------	-------	-------	------

Prof cm	PH-Eau 1:2,5	CE μS/cm	C %	N %	C/N	P total ppm	P Brayl ppm	K méq /100g	Na méq /100g	Ca méq /100g	Mg méq /100g	CEC méq/ 100g
0-35	7,95	35	0,48	0,042	11	21,02	12,54	0,05	0,02	8	3,5	10
35-65	7,9	40	0,52	0,07	7	29,25	14,23	0,03	0,02	8,9	1,7	10

La texture est sableuse sur tout le profil avec un pôle sable fin dominant. Le pH est légèrement alcalin et relativement constant. Le sol ne présente aucun indice de salinité.

La matière organique est faible et bien minéralisée (rapports C/N entre 7 et 11) signe que l'hydromorphie n'y est pas permanente. Les teneurs en phosphore, en en azote et en potassium sont faibles. Les bases échangeables sont dominées par Ca et Mg. La capacité d'échange cationique est faible à moyenne liée à la pauvreté du milieu en matière organique et en argile.

Aptitude agricole et propositions

La pauvreté en matière organique et en éléments fertilisants confèrent à ce sol une aptitude agricole médiocre. Cependant, compte tenu d'une part de la réalité des pratiques agricoles dans cette région où, malgré le caractère très aléatoire des précipitations les populations abandonnent toute autre activité pendant l'hivernage pour s'adonner aux cultures pluviales, et d'autre part du type de cultures peu exigeantes, l'aptitude de ce sol pourrait être considérablement améliorée par le renforcement de la présence d'arbres dans les champs et une meilleure intégration de l'agriculture et de l'élevage par le parcage. La mise en œuvre de cette dernière proposition suppose évidemment le maintien des résidus de récolte dans les champs.

4.2. LES SOLS HYDROMORPHES (LOURDS) DES BAS-FONDS AGRO-PASTORAUX ET PASTORAUX

La culture pluviale dans les bas-fonds pastoraux s'effectue généralement sur des superficies relativement réduites et toujours ceinturées de branchages d'épineux pour en empêcher l'accès aux animaux.

En dehors de *Acacia albida* ici peu représenté, on y retrouve les mêmes espèces que dans les bas-fonds sableux avec un renforcement des espèces comme *Hyphaene thebaica*, *Balanites aegyptiaca*, *Tamarindus indica*, *Acacia raddiana* et *Ziziphus mauritiana*.

Le profil P1 ouvert dans une zone non cultivée du bas-fond de Faya Ambouraram Ali représente les sols de ce type de bas-fond.

Caractéristiques morphologiques

La surface du sol est recouverte d'un épais manteau sableux assez meuble. Les caractéristiques morphologiques du sol sont les suivantes :

- **0-22 cm:** 10 YR 5/2 brun grisâtre, sec, massif très fragile, sableux, racines peu nombreuses, transition nette ;

- **22-55 cm:** 10 YR 3/2 brun, sec, fentes de retrait larges et profondes, structure polyédrique faiblement développée, limono-argileux, peu dur, porosité très fine, racines très fines, transition graduelle ;
- **55-83 cm:** 7,5 YR 4/2 brun jaunâtre, sec, argileux, structure prismatique, assez dur, porosité faible, fines racines, transition graduelle ;
- **83-100 cm:** 5 YR 4/2 gris sombre tacheté de rouge, frais, argilo-limoneux, peu dur, peu poreux, petites racines.

Caractéristiques physiques et chimiques

L'horizon de surface est en nette discontinuité avec le reste du profil, signe qu'il s'agit d'un apport par l'eau et/ou le vent. La teneur en argile augmente avec la profondeur passant de 10,5 % dans le deuxième horizon à 34,5 % dans le troisième. L'accroissement de l'argile conjugué avec la faiblesse de la porosité entraînent une infiltration très lente de l'eau qui se traduit par la couleur jaunâtre puis rougeâtre vers la base du profil. Néanmoins, les bonnes teneurs en argile confèrent à ce sol une bonne capacité en eau.

Quelques caractéristiques chimiques du profil P1 sont regroupées dans le tableau 8.

Tableau 8 : Variations du pH et de la matière organique du profil P1 du bas-fond de Faya Ambouraram Ali.

Profondeur cm	PH-Eau 1:2,5	CE μS/cm	C %	N %	C/N
0-22	9,14	96	0,18	0,02	9
22-55	9,40	185	0,11	0,01	11
55-83	9,30	302	-	-	-

Le pH est très alcalin et varie peu avec la profondeur. La conductivité électrique augmente avec la profondeur mais le sol n'est pas salin. La matière organique et l'azote sont en quantité faible.

Aptitude agricole et propositions

La finesse de la texture sous le manteau de sable confère à ce sol une aptitude à la culture irriguée qui peut être valorisée par la proximité du site avec le centre urbain de Mainé-Soroa. Pour cela un forage est nécessaire et, pour contrecarrer l'effet négatif de l'alcalinité sur la structure de ce sol argileux, il est nécessaire de procéder à des apports réguliers de la matière organique.

Comme alternative au lourd investissement pour le forage, la culture pluviale peut être promue sur ce site à l'intérieur d'ouvrages creusés de CES/DRS tels que les zaï et les demi-lunes au fond desquels sera déposé du fumier. Ce dernier, en attirant les termites, favorisera non seulement l'intégration de l'argile avec la matière organique pour donner une bonne structure mais aussi la création de galeries profondes améliorant l'infiltration et le stockage de l'eau dans le sol.

ANNEXE 1 : Tableau des potentialités, contraintes, aptitude culturale et propositions d'amélioration de l'exploitation des sols de cuvettes et bas-fonds de Mainé-Soroa

TYPE DE DEPRESSION						
I. CUVETTES (N'GORS)	TYPE DE SOL	UTILISATION ACTUELLE	POTENTIALITES	CONTRAINTES	APTITUDE CULTURALE	PROPOSITIONS D'AMELIORATION ET D'EXPLOITATION
1.1. Cuvettes à eau affleurante						
	<i>Sols peu évolués d'apports éoliens de l'auréole externe</i>	Doumeraie dense	Grande épaisseur de sol exploitable par les ligneux à enracinement profond	Texture sableuse à faible capacité en eau Pauvreté en éléments fertilisants et en matière organique Sensibilité à l'érosion éolienne	Inapte à la culture	Renforcement de la couverture végétale en opérant des regarnis de doums et de dattiers Prélèvement de rachis pour la fixation mécanique des dunes
	<i>Sols salés à hydromorphie de profondeur de la deuxième auréole</i>	Sous formation végétale variée ou exploitée en polyculture irriguée (culture céréalière, maraîchère et fruitière)	Fertilité bonne à moyenne Nappe phréatique à très faible profondeur Ne nécessite qu'une irrigation d'appoint Exploitable toute l'année	Forte salinité sur tout le profil	Apte à la irrigation	Application de techniques de gestion de la salinité : irrigation et drainage Utilisation d'espèces tolérantes à la salinité Cultiver en partie amont les plantes à enracinement profond (arbres, manioc...) et en aval celles peu sensibles à l'engorgement Apport régulier de fumure organique
Sos salé à hydromorphie totale de la troisième auréole	Sous couvert dense de roseaux ou localement exploitée en culture de canne à sucre, patate et céréales	Faible profondeur de la nappe Texture assez fine	Forte hydromorphie Forte salinité Matière organique faiblement minéralisée	Aptitude agricole faible à mauvaise	Cultiver des espèces tolérantes à la salinité et à l'engorgement (canne à sucre, patate douce) Opérer un travail profond du sol pour la culture de céréales (blé et maïs) et mettre en place un bon réseau de drainage	

	Sol salé (natronné) à hydromorphie permanente de la plage centrale	Marais salant	Production de natron	pH très acide Très salé Asphyxiant en permanence Structure dégradée Solubilisation de la matière organique	Inapte à toute production végétale	Renforcer l'exploitation de natron
1.2. Cuvettes à eau intermédiaire						
	<i>Sols peu évolués d'apports éoliens de l'auréole externe</i>	Couverture de doumiers localement exploitée en culture pluviale	Grande épaisseur de sol et faible résistance à la pénétration des racines	Texture sableuse à faible capacité en eau Pauvreté en éléments fertilisants et en matière organique Sensibilité à l'érosion éolienne	Inapte à la production agricole	Renforcement de la couverture végétale en opérant des regarnis de doums Culture pluviale sous parc de doumiers
	<i>Sols salés à hydromorphie de profondeur de la deuxième auréole</i>	Zone non exploitée sous couverture végétale dense et variée Zone cultivée en manioc sur la frange amont et en cultures maraîchères vers l'aval	En partie amont, grande épaisseur de sol exploitable par les ligneux à enracinement profond En partie aval, texture assez fine et faible profondeur de la nappe	Nappe relativement profonde en frange amont Forte salinité sur tout le profil	Aptitude moyenne à bonne pour l'irrigation	Cultiver des espèces tolérantes à la salinité Cultiver en partie amont des plantes à enracinement et ne supportant pas un engorgement prolongé (arbres, manioc...) Faire en partie aval des cultures céréalières et maraîchères irriguées Irriguer avec des doses importantes ou fréquentes Travailler profondément le sol et apporter régulièrement de la matière organique
1.3. Cuvettes à eau profonde						
	<i>Sols salins à hydromorphie temporaire de l'auréole externe</i>	Couverture de doums renforcée par des acacias ou culture pluviale	Grande épaisseur du profil Fertilité moyenne à bonne Réserve en eau assez correcte	Sol assez dur et compact à sec Très forte salinité Nappe trop profonde	Aptitude agricole faible à moyenne	Maintenir le sol sous couverture forestière renforcée par des dattiers

	<i>Sols salés à hydromorphie de profondeur de la deuxième auréole</i>	Couverture ligneuse à base d'acacias, dattiers et quelques doumiers	Grande épaisseur du profil Forte capacité en eau	Nappe phréatique profonde Forte salinité en surface Pauvreté en matière organique	Apte à l'irrigation	Maintenir sous couvert naturel renforcé par des dattiers En cas d'irrigation, utiliser des espèces tolérantes à la salinité, apporter des doses importantes ou fréquentes d'eau et faire des amendements organiques réguliers
	<i>Sols natronnés hydromorphes de la zone centrale</i>	Récolte de sel et de natron	-	Imperméabilité et drainage déficient Salinité excessive Forte compacité à sec Nappe phréatique profonde	Inapte à la production agricole	Provoquer, en cas de disponibilité d'eau, la remontée de sels en saison sèche par arrosages réguliers de la surface du sol
II. BAS-FONDS (FAYAS)	TYPE DE SOL	UTILISATION ACTUELLE	POTENTIALITES	CONTRAINTES	APTITUDE CULTURALE	PROPOSITIONS D'AMELIORATION ET D'EXPLOITATION
2.1. Bas-fonds agricoles à sol léger	<i>Sol alluvial faiblement marmorisé</i>	Culture pluviale	Profil épais Facile à travailler	Pauvre en argile et en matière organique Pauvre en éléments fertilisants Nappe très profonde	Aptitude agricole médiocre	Renforcer la présence des arbres en particulier les légumineuses avec les cultures Favoriser la pratique du parcage
2.2. Bas-fonds agro-pastoraux et pastoraux à sol lourd	Sol à hydromorphie de profondeur	Couverture ligneuse dense et variée ponctuée de lopins de culture pluviale entourés de branchages d'épineux	Bonne capacité en eau du profil sous le faible recouvrement sableux	Réaction très alcaline dans tout le profil Pauvre en matière organique et en éléments fertilisants Très grande profondeur de la nappe Sol compact à dessiccation Forte sensibilité au déficit hydrique	Apte à l'irrigation	Réaliser un forage pour permettre la mise en cultures irriguées des bas-fonds à proximité des centres urbains ou des grands axes routiers, avec apports réguliers de la matière organique En cas d'exploitation en culture pluviale, installer les cultures à l'intérieur d'ouvrages creusés de CES/DRS tels que les zaï et les demi-lunes au fond desquels sera déposé du fumier

**ANNEXE 2. RESULTATS DES ANALYSES PHYSIQUES ET CHIMIQUES DES SOLS DE CUVETTES ET BAS-FONDS DU
DEPARTEMENT DE MAÏNE-SOROA**

Analyses granulométriques

Nom site	N° Profil	Profondeur (cm)	GRANULOMETRIE (%)					
			Argiles	Limons fins	Limons grossiers	Sables fins	Sables moyens	Sables grossiers
Cuvette Djouwéza	F 1	0 30	38,03	6,34	39,09	12,76	3,40	0,37
		30 60	46,34	14,10	12,09	21,50	5,31	0,66
		60 80	26,43	11,75	21,54	38,01	1,85	0,42
		80 100	25,48	1,82	24,57	45,49	2,36	0,29
Cuvette Boulboudji	F 1	0 100	2,95	4,92	5,90	46,69	39,33	0,22
Cuvette Dirguia	F 1	0 35	11,60	46,39	11,60	23,23	4,80	2,39
		35 90	22,12	39,81	9,95	20,90	3,89	3,32
Faya Goujou	F 1	4 35	4,83	2,90	4,83	69,91	17,47	0,05
		35 65	5,16	3,09	11,35	59,05	21,32	0,03
Cuvette Mariri	F 1	0 100	2,90	1,93	11,60	65,78	17,54	0,24
	F 2	0 40	26,30	6,58	24,42	38,52	3,57	0,61
		40 70	25,90	8,29	19,69	41,24	4,14	0,74
	70 120	14,21	5,33	11,55	66,79	2,00	0,13	
Cuvette Goudjou Tchagamari	F 1	0 80	27,08	8,71	22,25	37,02	4,51	0,44
	S 1	0 20	11,94	4,59	38,58	44,09	0,78	0,02
F 2	0 70	45,48	16,54	24,81	11,58	1,26	0,33	
	70 150	38,28	11,38	27,93	19,76	1,81	0,84	
Cuvette Kilakam	F 1	0 30	3,03	2,02	6,07	77,28	11,13	0,47
		30 65	4,03	4,03	6,05	73,99	11,24	0,67
Cuvette Waladikidji	F 1	0 55	35,80	7,16	23,53	30,28	3,07	0,16
		55 90	2,93	4,89	5,87	79,83	6,46	0,02
		90 140	4,7	5,25	16,44	66,25	6,27	1,09

Analyses chimiques

Nom site	N° profil	Profondeur (cm)	pH-Eau 1/2,5	C E 1/5 μ s/cm	C %	N %	C/N	P total ppm	P assim. ppm	Bases échangeables méq/100g				CEC mé/100g
										Ca++	Mg ++	K+	Na+	
Cuvette Djouvéza	F 1	0 - 30	8,2	1405	1,88	0,14	13	92,64	41,45	8	6	0,44	0,04	15
		30 - 60	8,25	1035	1,68	0,07	24	73,66	34,26	8,2	4,7	0,40	0,02	15
		60 - 80	8,1	710	1,48	0,042	35	39,43	21,32	4	8,4	0,33	0,05	11
		80 - 100	7,6	700	1,56	0,07	22	10,92	6,14	9	5,5	0,33	0,00	15
Cuvette Bonlboudji	F 1	0 - 100	7,8	130	1,40	0,07	20	17,59	11,23	5	3,1	0,15	0,00	12
Cuvette Dirguia	F 1	0 - 35	7,45	1070	1,88	0,238	8	34,58	20,05	10,6	1,4	0,14	0,00	18
		35 - 90	7,35	1050	1,80	0,126	14	27,30	19,45	11,6	4,6	0,12	0,02	15
Faya Goujou	F 1	0 -35	7,95	35	0,48	0,042	11	21,02	12,54	8	3,5	0,05	0,02	10
		35 - 65	7,9	40	0,52	0,07	7	29,25	14,23	8,9	1,7	0,03	0,02	10
Cuvette Mariri	F 1	0 - 100	7,75	235	1,40	0,12	12	52,35	28,64	8	3	0,10	0,20	10
	F 2	0 - 40	7,65	1925	1,48	0,14	11	52,93	26,14	12,4	3	0,14	0,00	15
		40 - 70	6,98	1255	1,16	0,14	8	41,63	14,56	9	3,5	0,10	0,00	13
		70 - 120	3,5	95	1,28	0,042	30	18,23	9,25	9,4	0,1	0,092	0,00	10
Cuvette Goudjou Tchagamari	F 1	0 - 80	7,1	2130	1,28	0,14	9	54,98	22,65	7,6	2,8	0,062	0,06	13
	S 1	0 - 20	9,9	280	0,68	0,042	16	15,10	8,41	9	2	0,100	0,00	13
	F 2	0 - 70	8,2	1020	0,68	0,07	10	44,25	18,65	12	1	0,069	0,01	13
		70 -150	7,8	295	0,52	0,07	7	27,30	15,32	9,8	4,2	0,075	0,00	15
Cuvette Kilakam	F 1	0 - 30	7,95	60	0,68	0,111	6	10,31	6,18	8,4	2	0,151	0,09	11
		30 - 65	7,65	1402	0,28	0,042	7	47,89	24,56	6,8	2,2	0,082	0,03	10
Cuvette Waladikidji	F 1	0 - 55	6,55	880	1,48	0,21	7	29,65	14,24	7,5	3,8	0,110	0,02	13
55 -90		5,8	125	0,68	0,042	16	21,46	11,52	5,1	2,1	0,007	0,02	10	
90 -140+		3,1	85	1,08	0,051	21	17,56	9,85	7	3,6	0,010	0,01	12	

