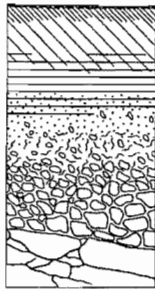


Bernard MOUGENOT

ETUDE PÉDOLOGIQUE  
DE LA  
CUVETTE DE N'THIAGAR

(PARTIE NORD)

(Delta du Fleuve Sénégal)



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE DAKAR - HANN



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

---

CENTRE DE DAKAR

ETUDE PÉDOLOGIQUE  
DE LA  
CUVETTE DE N'THIAGAR  
(PARTIE NORD)  
(Delta du Fleuve Sénégal)

p a r  
Bernard MOUGENOT

MEMOIRE DE STAGE - 2ème ANNEE ORSTOM - SEPTEMBRE 1982

SEPTEMBRE 1982

ÉTUDE PÉDOLOGIQUE DE LA CUVETTE  
DE N'THIAGAR - PARTIE-NORD

Nous avons étudié dans la partie amont du delta du fleuve Sénégal, une cuvette alluviale et un système de levées, dans le but d'établir une carte pédologique et une carte factorielle à 1/10 000°. Cette dernière carte précise, en fonction de la profondeur, les divers facteurs (texture, salure, acidité...) utiles pour la mise en valeur par cultures irriguées.

Les principales caractéristiques des sols, s'expliquent par l'histoire paléogéographique du delta au quaternaire récent :

- Une nappe résiduelle salée témoigne d'une transgression marine vers - 7000 B.P.
- Les crues du fleuve ont ensuite édifié un système de levées sablo-limoneuses à limono-argileuses, et déposé dans les parties basses des argiles. Sous l'effet de l'engorgement temporaire en surface, une redistribution du fer sous forme de taches rouilles et rouges s'est opérée, tandis qu'en profondeur apparaît une zone réduite en permanence (gley).
- Sous le climat actuel chaud et sec, les sels de la nappe remontent dans les sols provoquant localement des structures particulières (structures "poudreuses"...).

Nous avons montré que la répartition des sels est tributaire de la géomorphologie :

- Les nappes des parties basses sont plus riches en cations  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  que celles des levées. Par contre, la composition moyenne des nappes est identique à celle observée en aval.
- On constate dans les sols une concentration des sels sur les parties hautes et les replats et un dessalement en surface dans les zones basses par inondation temporaire.

- . La ventilation des ions solubles montre toujours un maximum des ions  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  et  $\text{Cl}^-$  en surface.
- . Le rapport  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{--}$  atteint 120 contre 13 en aval.
- . La présence de jarosite associée à des pH très acides est moins fréquente que dans le moyen et le bas delta. Par contre on voit apparaître des précipitations de carbonates de calcium et de magnésium, rares en val.

Les perspectives ouvertes à partir des points abordés dans ce travail sont :

- L'étude dans le delta du Sénégal, de la dynamique verticale et latérale des sels en fonction de la géo-morphologie, à l'aide de topo-séquences très fines et un suivi des variations au cours des saisons sèche et humide
- L'observation à partir de colonnes de sols des effets du dessalement, avec ou sans amendements, sur le comportement physique des sols salés et la composition des solutions du sol et du complexe d'échange, complétant ainsi les mesures sur le terrain en cultures irriguées. Une tentative de modélisation mathématique pourra être faite à partir des données recueillies. Cette modélisation devra prendre en compte les phénomènes d'échange de cations entre argiles et solutions du sol.
- La poursuite de l'étude des états de surface des sols salés : évolutions au cours du temps, précision des phénomènes à l'aide de techniques fines, extension possible comme critère cartographique à l'ensemble du delta.

Bernard MOUGENOT

S O M M A I R E

P A G E S

CHAPITRE I : PRESENTATION	
1.1. BUT DE L'ETUDE - SITUATION .....	4
1.2. METHODOLOGIE UTILISEE .....	6
CHAPITRE 2 : ETUDE DU MILIEU	
2.1. ANALYSE DES PAYSAGES .....	8
2.2. LE CLIMAT .....	8
2.3. L'HISTOIRE DU DELTA - LES GRANDES UNITES GEOMORPHOLOGIQUES ET LEUR VEGETATION .....	12
2.4. LES NAPPES .....	20
CHAPITRE 3 : LES UNITES DE LA CARTE PEDOLOGIQUE	
3.1. REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE .....	29
3.2. LES SOLS PEU EVOLUES .....	32
3.3. LES SOLS HYDROMORPHES .....	47
3.4. LES VERTISOLS .....	60
3.5. LES SOLS SODIQUES .....	67
3.6. LES ETATS DE SURFACE DES SOLS NUS .....	84
3.7. ANALYSES DES TACHES ROUGES DANS LES SOLS INFLUENCES PAR LA SALURE ET L'HYDROMORPHIE .....	93
CHAPITRE 4 : LES UNITES DE LA CARTE FACTORIELLE - MISE EN VALEUR	
4.1. BUTS ET METHODES .....	95
4.2. MODE DE REPRESENTATION DES FACTEURS .....	96
4.3. EXPRESSION DES FACTEURS ET CONSEQUENCES POUR LA MISE EN VALEUR .....	96
CONCLUSIONS .....	105
BIBLIOGRAPHIE .....	107
TABLES DES MATIERES .....	110
ANNEXES .....	114
CARTES (Pochette de couverture)	

## C H A P I T R E I :

### P R É S E N T A T I O N

#### 1.1. BUT DE L'ETUDE - SITUATION :

Nous avons étudié une zone non encore aménagée, en domaine salé, dans la partie amont du delta du fleuve Sénégal : la partie Nord de la cuvette de N'THIAGAR.(2 100 ha).

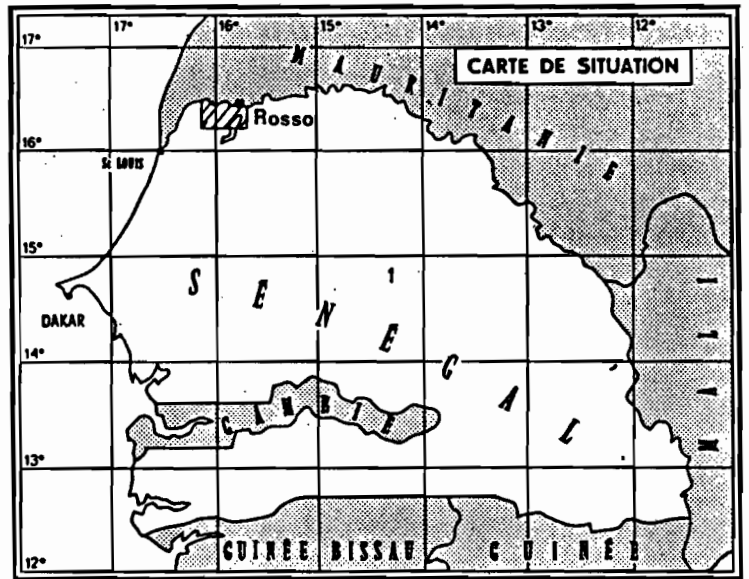
Le secteur choisi s'étend à l'intérieur d'un large méandre du fleuve Sénégal, à 5 km à l'ouest de ROSSO. Il est limité au Nord par la digue anti-crue construite en 1964 le long des dépôts alluvionnaires sub-actuels du fleuve, et au Sud par les parties les plus basses de la cuvette de N'THIAGAR partiellement cultivée (casier rizicole) et cernée par un système de digues et de canaux (Fig. 1).

Mis à part ce système de digues et le passage de troupeaux, l'homme est encore peu intervenu dans ce milieu où les relations entre les facteurs du paysage pourront s'exprimer assez clairement.

Ce travail fait suite à ceux du même type, réalisés plus en amont dans la vallée par L. BADO (1975), E. BRAUDEAU (1978) et J.-Y. LOYER et A. MTIMET (1979), en aval dans le bas delta par J.-Y. LE BRUSQ (1980) dans une zone en grande partie aménagée, et près de l'embouchure par Ph. JOIN (1982). Le secteur étudié s'inscrit dans un domaine charnière pratiquement à l'état naturel.

3 cartes ont été réalisées :

- Une carte géomorphologique à 1/25 000° qui met en évidence les relations entre la géomorphologie, la pédologie et la végétation.
- Une carte pédologique à 1/10 000°, définissant des unités de sols sur la base de la classification CPCS
- Une carte factorielle à 1/10 000°, qui découpe les sols en unités volumiques où sont hiérarchisés de façon claire et facilement utilisables, un certain nombre de facteurs susceptibles d'intéresser des utilisateurs donnés.



échelle 1/8900000

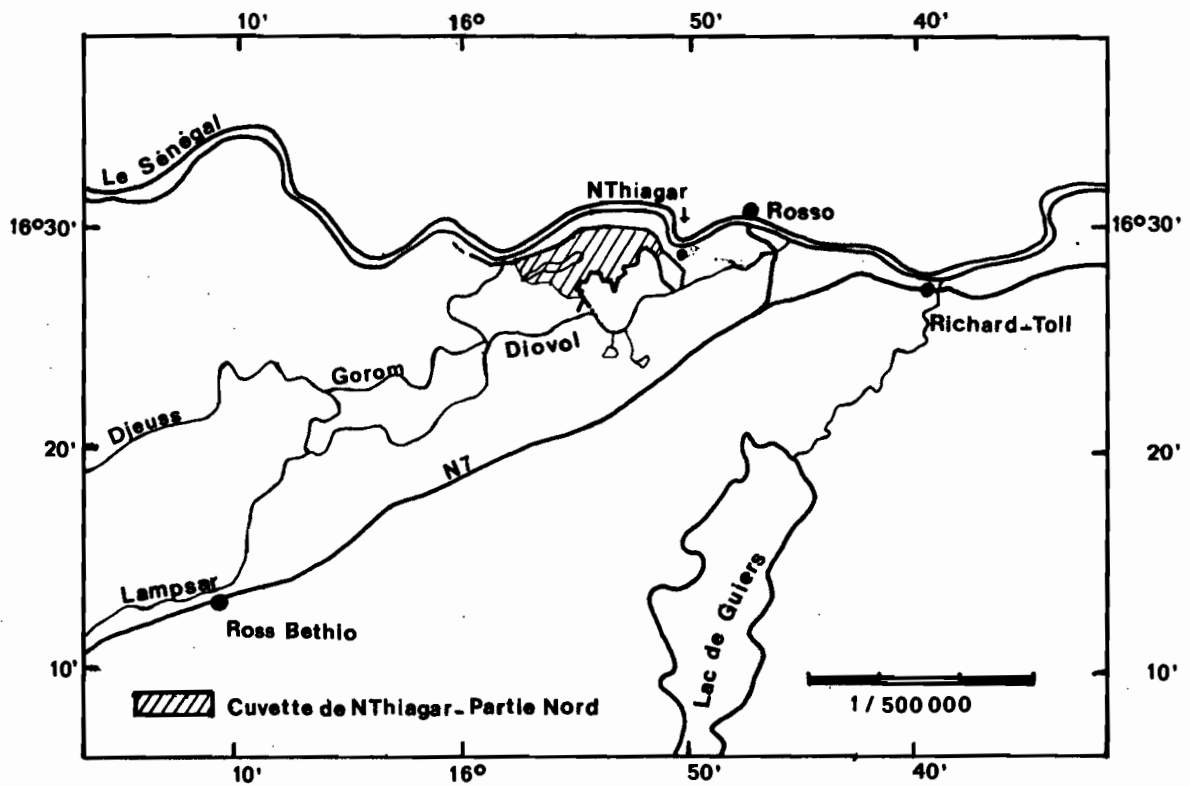


Fig1. Cartes de situation

Comme dans tout le delta du Sénégal (LOYER J.-Y. 1974 et 1981), les facteurs retenus représenteront les principales contraintes dues aux problèmes d'irrigation exprimés par les aménageurs.

## 1.2. METHODOLOGIE UTILISEE

La prospection cartographique a permis de définir un système de paysages (BERTRAND R., 1974 - TRICART J. et KILLIAN J. 1979), intégrant les éléments du milieu fortement liés entre eux : géomorphologie, pédologie, végétation, climat, nappes, influence de l'homme). Ce type d'approche amène la compréhension de la dynamique actuelle et éventuellement ancienne du système et facilite ainsi la cartographie. Elle rend possible la hiérarchisation des contraintes en tenant compte des risques ou des améliorations qui peuvent engendrer une modification d'un système "considéré en équilibre" (GAUCHER G. 1966, KILLIAN J. 1974, MULLER J.P. et M. GAVAUD 1976).

L'utilisation des photos aériennes à des échelles des époques et des saisons différentes, a d'abord permis de distinguer les grands domaines de végétation, les sols nus qui se sont révélés la plupart du temps salés ou dont la végétation avait été dégradée, et les zones basses d'accumulation des eaux.

Les données fournies par des photos de 1960 sont en grande partie encore valables malgré la construction des digues.

La vision stéréoscopique n'a jamais fourni de renseignements supplémentaires, le relief étant très peu marqué.

Les nuances de gris des sols nus sont difficilement interprétables et très trompeuses. L'aspect des surfaces est tributaire des conditions qui règnent sur les premiers centimètres superficiels du sol : réflexions différentes selon l'angle de prise de vue, perturbations dues aux apports ou aux départs irréguliers de particules fines par le vent, échauffement de la couche d'air superficielle, piétinement par le bétail...

Ainsi, nous avons distingué plusieurs types de paysages en prenant comme base les unités morphologiques pour l'établissement des cartes géomorphologique (accompagnée d'une légende synthétique : pédologie et végétation) et pédologique. Cependant, certains critères utilisés pour différencier les états de surface des sols sodiques n'apparaissent pas toujours avec des lois de répartitions précises. Des observations plus rapprochées ont été dans ce cas nécessaires, de même pour la carte factorielle du fait de la variabilité des facteurs retenus (texture, salinité, pH...) et de la précision désirée à l'échelle du 1/10 000°.

Documents cartographiques existants :

- JH. DURAND, 1966 : Cuvette de N'THIAGAR
  - Carte pédologique à 1/25 000°
  - Carte des aptitudes culturales à 1/10 000°
- SEDACRI, 1969 : Etude hydro-agricole du bassin du fleuve Sénégal :  
DAGANA 1c et 3a
  - Cartes géomorfo-pédologiques à 1/50 000°
  - Cartes des aptitudes culturales à 1/50 000°

## C H A P I T R E 2 :

### É T U D E D U M I L I E U

#### 2.1. ANALYSE DES PAYSAGES

Les 3 principaux facteurs qui régissent la répartition des sols sont ici, comme dans une grande partie du delta du Sénégal :

- la géomorphologie, définissant des unités liées à la topographie du substrat d'origine fluvio-marine.
- la présence d'une nappe à faible profondeur très salée (conductivité électrique atteignant 75 mmhos/cm à 20°C)
- Le climat de type sahélien.

La pédogenèse, la végétation, le fonctionnement hydrique, le micro-modélé, ne sont que des conséquences des caractères précédents.

La synthèse des observations recueillies ici, donnera une idée relativement précise de l'état du milieu, mais dans une certaine mesure seulement de sa dynamique passée et actuelle, car les observations n'ont été faites qu'en saison sèche (de Janvier à Avril 1982). Un suivi est prévu.

Après avoir caractérisé le climat considéré comme un facteur constant au niveau du secteur, nous étudierons les grandes unités géomorpho-pédologiques à travers l'histoire du delta, et leur végétation, et ensuite dans ce cadre, la composition chimique des nappes.

#### 2.2. LE CLIMAT

Cet élément est développé par P. MICHEL (1979) A. NDIAYE (1978) et dans le rapport S.E.D.A.G.R.I. (1969), d'où nous tirons les données suivantes, essentielles dans le cadre de notre étude (stations de ROSSO, RICHARD-TOLL et accessoirement SAINT-LOUIS). Les

2.2.2. Les températures

Les températures en moyenne mensuelle (TABLEAU 3 - Fig.2) définissent une saison fraîche de Novembre à Février (22 à 24°C en moyenne), une saison chaude de Mars à Juin (27 à 30°C en moyenne) toutes les deux sèches, et une saison chaude et humide de Juillet à Octobre.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MOYENNE
ROSSO	22,4	24,2	27,1	28,6	30,1	30,5	29,8	28,8	29,3	29,3	26,1	23,1	27,4
RICHARD-TOLL	23,0	25,1	27,2	27,4	29,6	30,2	29,9	29,0	29,0	29,1	27,1	22,3	27,4

TABLEAU 3 : Température moyenne mensuelle à ROSSO et RICHARD-TOLL (1962 - 1967)

Pendant la saison fraîche, les écarts thermiques moyens atteignent 20°C et les écarts absolus 30°C. En saison des pluies, les écarts ne sont plus que respectivement de 10°C et 14°C. Le maximum absolu dépasse 44°C en Juin en fin de saison sèche, période critique pour la végétation.

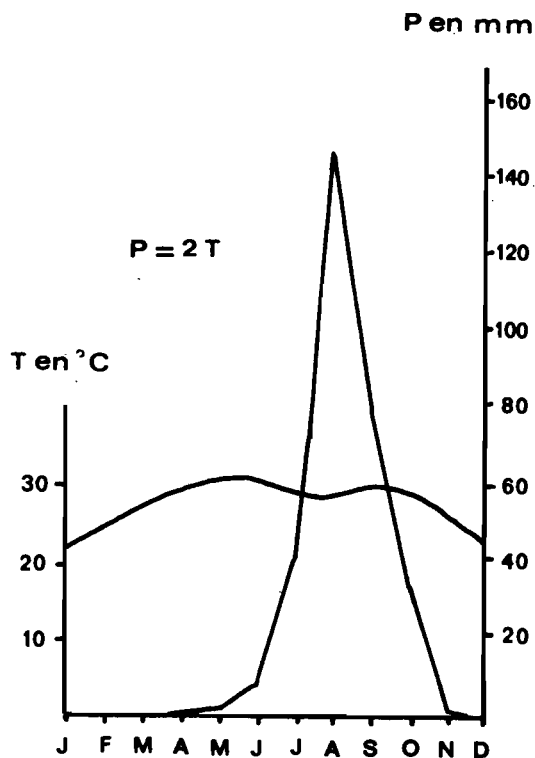


Fig 2 - Diagramme ombrothermique de GAUSSEN (station de ROSSO)

### 2.2.3. Les vents

Les vents sont de deux types :

#### Les alizés (en saison sèche)

- l'alizé maritime qui souffle du Nord - Nord-Ouest. Il peut se continentaliser et vient alors du Nord-Est.
- l'alizé continental Franc ou Harmattan originaire de l'Est.

#### La mousson (alizé dévié, en hivernage)

- ce vent apporte des séries d'averses par le Sud (lignes de grains)

Pendant la saison sèche les alizés continentaux et continentalisés dominant à l'intérieur des terres. Ils sont à l'origine d'une intense déflation éolienne sur les zones nues et salées de tout le delta du Sénégal et observée de façon spectaculaire dans le secteur étudié. Les particules fines en suspensions dans l'air forment les brumes sèches. Nous avons remarqué que ces vents chargés ne se lèvent qu'en début ou en milieu de matinée et persistent au moins jusqu'en début d'après-midi, obscurcissant le ciel jusqu'en soirée. Des fosses d'observations pédologiques de 1,5 à 2 m ont été comblées en quelques jours. L'intensité des vents est irrégulière mais rarement très violente (7 à 14 m/s au maximum).

### 2.2.4. L'humidité de l'air - L'évaporation

#### 2.2.4.1. L'humidité de l'air

En saison sèche, la cuvette de N'THIAGAR, à 60 kilomètres à l'intérieur des terres ne subit que partiellement l'effet des alizés maritimes humides.

- L'humidité relative de Décembre à Avril est de l'ordre de 30 à 35 % à RICHARD-TOLL et de 60 à 75 % à SAINT-LOUIS en bordure de l'océan.

- Des condensations rarement importantes sous forme de rosées, se déposent fréquemment sur le sol et la végétation, et retardent le dessèchement matinal.

#### 2.2.4.2. L'évaporation

Sous l'effet combiné des vents secs et de la température élevée, l'évaporation théorique (Evaporomètre Piche) atteint 3245 mm à ROSSO et 2656 mm à RICHARD-TOLL, soit respectivement 10 fois et 7,8 fois plus que les précipitations.

En hivernage, les pluies compensent à peine l'évaporation. Cependant, nous avons remarqué que les sols salés à texture argileuse restent frais lorsque la surface se divise en petits agrégats (mulch). Par contre, les sols sableux ou argileux à larges fentes de retrait se dessèchent profondément sauf s'il existe une nappe peu profonde.

#### 2.2.5. Conclusions

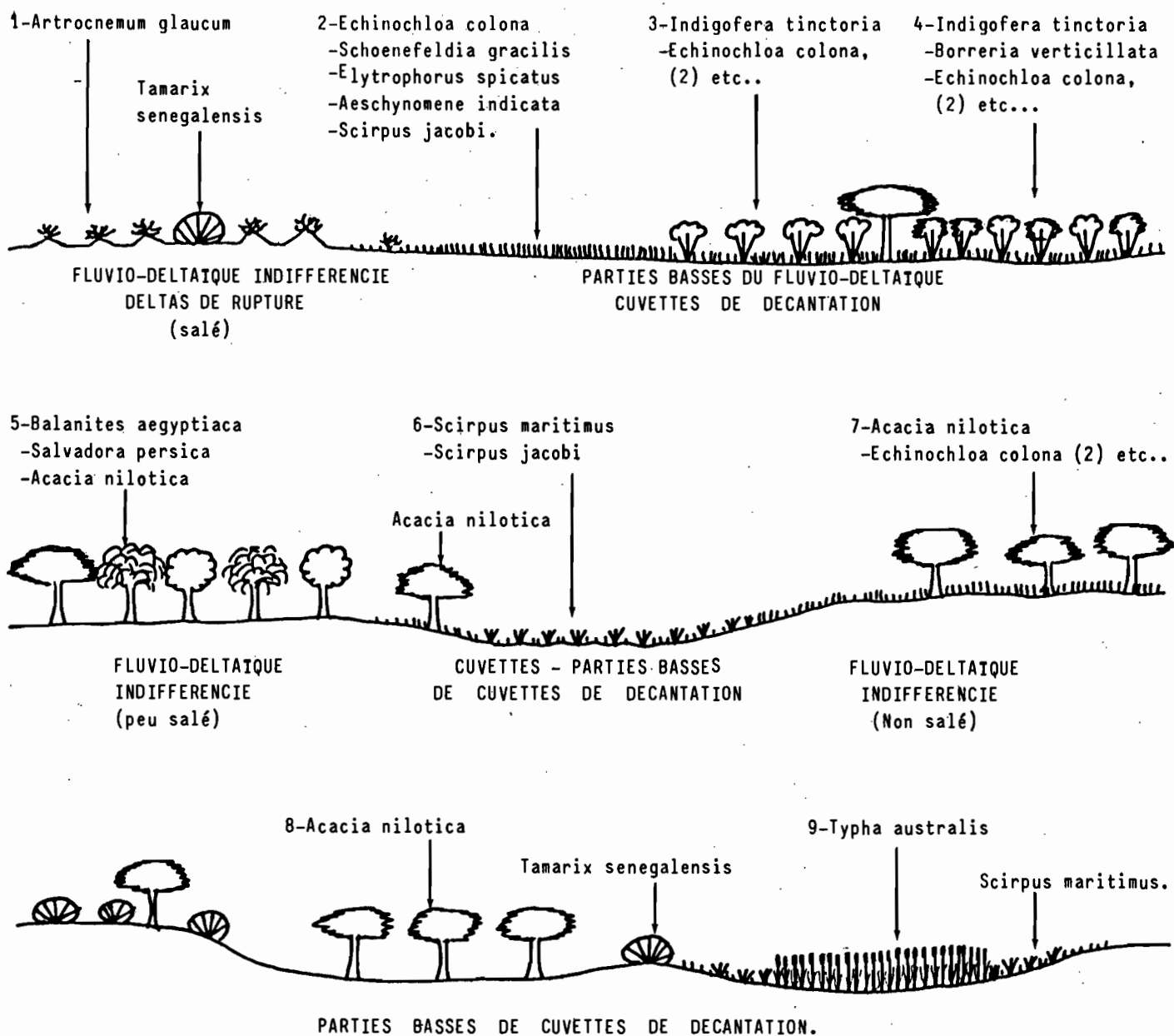
L'alternance de saisons contrastées, la faiblesse des précipitations, le vent, la température élevée contribuent au maintien d'une pédogenèse à salure ascendante, accompagnée d'une intense déflation éolienne, et à la formation de structure verticale dans certains bas-fonds. Après la saison des pluies, l'engorgement des sols n'est que temporaire et les nappes baissent rapidement dès le début de la saison sèche. L'état de surface des sols nus (battance....) est une conséquence directe de l'action des facteurs du climat (voir § 3.6 ).

### 2.3. L'HISTOIRE DU DELTA - LES GRANDES UNITES GEOMORPHOLOGIQUES ET LEUR VEGETATION :

Nous définirons d'abord les associations végétales rencontrées et leur signification sur l'intensité de l'hydromorphie et de la salure. La figure 3 de la page suivante présente ces associations en fonction de leur position géomorphologique (décrite ultérieurement).

#### 2.3.1. Les associations végétales

Les associations qui témoignent d'une hydromorphie à engorgement permanent ou de quelques mois, sont la typhaie (9) et les *Acacias nilotica* sans strate herbacée (8), viennent ensuite la steppe à



LEGENDE DES SCHEMAS

||||| "Graminées"

▼ "Cypéracées"

Artrocnemum glaucum

Typha australis

Tamarix senegalensis

Indigofera tinctoria

Borreria verticillata

Acacia nilotica

Balanites aegyptiaca

Salvadora persica

1-Steppe clairsemée à Artrocnemum glaucum - 2-Steppe graminéenne à Echinochloa colona - 3-Steppe arbustive à Indigofera tinctoria - 4-Steppe arbustive à Indigofera tinctoria et Borreria verticillata - 5-Forêt très clairsemée et dégradée à Balanites aegyptiaca, Salvadoria persica et Acacia nilotica - 6-Steppe à Scirpus maritimus - 7-Forêt clairsemée à Acacia nilotica - 8-Forêt très clairsemée sans strate herbacée à Acacia nilotica - 9-Typhaie à Typha australis.

Fig. 3 : ASSOCIATIONS VEGETALES DE LA CUVETTE DE N'THIAGAR -- PARTIE NORD.

Scirpus maritimus (6) et à Echinochloa colona (2) à engorgement plus temporaire et les autres associations jamais inondées sauf très temporairement.

- La steppe à Indigofera tinctoria et Borreria verticillata (4) ne résiste pas à l'inondation mais Borreria verticillata résiste moins à la sécheresse que Indigofera tinctoria (3) (MICHEL P. et Al. 1969).

La salure élevée, ( $> 2$  ou  $3$  mmhos/cm sur extrait 1/5) est caractérisée par l'apparition d'Artrocnemum glaucum (1) associé à des graminées que nous n'avons pas pu identifier à cette saison.

Les associations (2) (3) et (5) supportent une salinité plus faible (  $0,5$  à  $2$  mmhos/cm)

pour des conductivités inférieures à  $0,5$  mmhos/cm, nous rencontrons les associations (4), (6), (7) et (8).

La typhaie (9) ne résisterait pas à une conductivité de plus de  $1$  mmhos/cm sur extrait saturé d'après les auteurs, pourtant dans notre cas, elle atteignait plus de  $2$  mmhos sur extrait 1/5.

- Tamarix senegalensis et Balanites aegyptiaca sont des espèces assez plastiques pour la salinité (de  $0$  à  $3$  mmhos/cm sur extrait 1/5 au plus pour le Tamaris) et caractérisent souvent ainsi que l'association (5) des terrains à texture grossière.

Il faut remarquer que ces informations ne sont qu'indicatives et caractérisent mal en particulier la salure de profondeur. Nos critères, obtenus en saison sèche, seraient à compléter en période de végétation active, d'autant plus que pour cette raison, des espèces n'ont pu être identifiées.

### 2.3.2. L'histoire du delta - Les grandes unités géomorpho-pédologiques

#### 2.3.2.1. Les grandes phases de l'édification du delta du Sénégal et les principales formations associées

Le delta du Sénégal s'est édifié au cours du quaternaire, suite à des mouvements de subsidence et des oscillations climatiques correspondant à des périodes de régression et transgression, de creusement et de sédimentation.

De l'histoire récente du delta (quaternaire récent), nous développerons le façonnement qui a donné naissance aux formations de la région étudiée. On pourra consulter les ouvrages et les bibliographies de P. MICHEL (1972) et N'DIAYE (1978) :

- L'OGOLIEN : A partir de 30 000 BP, un système dunaire (évoluant en dunes "rouges) envahit progressivement la région soumise alors à une sédimentation détritique. Le fleuve devient endoréïque.
- LE POST-OGOLIEN : (vers 10 000 BP). Pendant cette période plus humide, le fleuve franchit les dunes et coule vers la mer.
- LE NOUAKCHOTTIEN : (vers 7 000 BP) : une vaste transgression envahit la vallée du fleuve en déposant des sédiments sableux en plages ou terrasses.
- LE POST-NOUAKCHOTTIEN : (vers 4 000/3 000 BP) : le golfe formé se referme et une sédimentation de type lagunaire s'établit progressivement.

- On retrouve des traces de racines sous formes "d'iron-pipes" à partir d'un mètre de profondeur, rarement jusqu'à la surface actuelle. Le fleuve dépose sur ses berges des hautes levées sablo-limoneuses et entretient dans la lagune une sédimentation fluvio-deltaïque : Levées, fluvio-deltaïque "indifférencié", deltas de rupture de levées, cuvette de décantation ; ces formations, de texture variées et imprégnées d'une nappe résiduelle marine salée, sont de moins en moins envahies par les crues pour les plus élevées. Dans la phase finale, le fleuve édifié des levées plus petites en faisceaux le long des rives convexes des méandres. Tout au long de cette période, une sédimentation argileuse tapisse les cuvettes et les zones basses entre les levées. Si l'inondation ne les atteint plus, elles peuvent évoluer en sebkhas (cuvettes salées). Enfin, la déflation active sur les sols salés provoque la formation de nebkas et de dunes plus ou moins fixées par la végétation.

#### 2.3.2.2. Les grandes unités géomorpho-pédologiques et leur végétation, rencontrées dans le secteur de N. THIAGAR

Toutes les formations sont d'âge post-Nouakchottien. Le Nouakchottien semble cependant exister en profondeur sous forme d'un niveau à sables fins sous les couches plus récentes. Il n'a pas toujours été rencontré, en particulier au fond des cuvettes. D'origine marine, il recèle fréquemment dans le delta des coquilles calcaires. Nous avons rencontré des carbonates uniquement sous formes secondaires (concrétions), locales.

La synthèse de ce chapitre est présentée sous forme d'une carte géomorphologique à 1/25 000° et d'une légende, incluses; au niveau de ce paragraphe précisant les variations pédologiques et de végétation des 6 types d'unités simples de la carte. On se reportera au chapitre 3 pour la description des unités pédologiques. (Les paragraphes suivants ne feront que compléter et préciser la légende).

2.3.2.2. - 1 Les levées, le Fluvio-deltaïque "indifférencié"

Cette unité forme un grand arc suivant le méandre du fleuve, en arrière des faisceaux de levées actuelles puis subactuelles. Elle est plus limitée dans sa partie Sud en bordure des principales cuvettes. Nous avons parfois distingué des zones hautes, et des zones basses ou en replat.

Les textures sont sablo-limoneuses à argileuses avec des variations horizontales et verticales complexes. Les secteurs de texture argileuse à argilo-limoneuse semblent témoigner d'anciennes zones basses ou cuvettes comblées, indiscernables en surface ou sur photographies aériennes. Nous sommes dans le domaine des sols Sodiques ou Peu Evolués. En domaine salé, la couverture végétale est souvent absente sur de grandes surfaces et se concentre sur le pourtour des unités.

2.3.2.2. - 2 Les parties basses du Fluvio-deltaïque

Elles constituent la transition avec le fluvio-deltaïque bas et les cuvettes. Les textures sont généralement plus grossières que celles du fluvio-deltaïque indifférencié, en profondeur. Les couches argileuses jusqu'à 30 à 60 cm de profondeur sont en continuité avec les matériaux des cuvettes de décantation contiguës. Les sols associés appartiennent aux classes des sols Peu Evolués, Hydro-morphes (modaux ou salés) ou Sodiques, à steppe graminéenne ou arbus-tive (taux de couverture > à 60 %). Ces deux unités décrites précédemment seront parfois regroupées dans les termes plus généraux de fluvio-deltaïque haut et fluvio-deltaïque bas (incluant les parties basses).

2.3.2.2. - 3 Les cuvettes de décantation  
.....

Le périmètre rizicole de N'THIAGAR ceinture une grande partie de la cuvette principale. Celle-ci déborde au Sud du secteur cartographié. Les autres cuvettes sont peu nombreuses, de petites tailles (100 à 500 m de large) ou allongées suivant la direction du fleuve. Les textures argileuses à argilo-limoneuses dominent. Les sols hydromorphes ou Vertiques se couvrent d'un peuplement dense herbacé ou arbustif. La steppe arbustive à Indigo Fera tinctoria, indique souvent un niveau sableux drainant peu salé.

Les marigots constituent des axes de drainage locaux, discontinus, à peine marqués dans le relief. Leur lit encombré de végétation (graminées, cyperacées, gonakiens) tranche remarquablement avec les sols à surface nue qu'il traverse .

2.3.2.2. - 4 Les parties basses de cuvettes  
.....

Les sols possèdent des caractères vertiques et hydromorphes plus ou moins marqués, selon le type d'argile du substrat et la durée de l'engorgement par submersion, que reflète bien la végétation : cypéracées, typhaie, gonakiens.

Les cuvettes et leurs parties basses décrites précédemment sont des zones de décantations de matériaux fins à très fins. Ce n'est pas entièrement le cas d'une grande dépression allongée (4 km sur 0,3 km) parallèle au fleuve, profonde de 1 à 1,5 m, à limites tranchées (pente locale > 6 %) et partiellement comblée de sédiments limono-sableux à sableux sans couverture argileuse, le long d'une partie de sa limite Sud-Est en continuité avec du fluvio-deltaïque à texture grossière ( (A) sur la carte). Vers l'Ouest, en aval, les matériaux sont de texture argilo-limoneuse avec de fréquentes intercalations sableuses. Les eaux de la cuvette de N'THIAGAR s'y déversaient avant aménagements par un petit chenal bordé de levées sableuses.

Des traces d'érosion en griffes puis en ravines profondes (0,5 à 0,8 m) entaillent les bords de la dépression à 10 ou 20 m en retrait et parfois à plus de 150 m sur des sols sodiques à structure poudreuse de surface (pente < 1 %).

C'est un axe de drainage important qui se prolonge avec une faible pente vers la cuvette de DIAMBAR à l'Ouest.

Cette dépression semble être le témoin d'un ancien bras du fleuve, soit isolé tardivement, soit qui n'a pas fonctionné comme une cuvette de décanlation fermée. La forêt de gonakiers dans la moitié Ouest témoigne d'une inondation actuelle encore prolongée.

Une digue, empêche théoriquement les eaux de drainage du périmètre irrigué de s'y déverser.



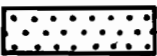

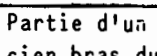



#### 2.3.2.2. - 5 Les deltas de rupture de levées .....

Ces épandages consécutifs à une forte crue étalent des matériaux repris aux levées. Dans le seul cas bien net rencontré, la texture est sablo-limoneuse à limono-argileuse ; les sols de types Peu Evolués (plus ou moins salés et hydromorphes) portent une végétation variée très peu dense à peu dense (taux de couverture de moins de 5 % à 20 %), souvent dégradée : strate herbacée très clairsemée ou absente, arbres et arbustes isolés et de petite taille systématiquement exploités par la population de passage, pas de régénération...

#### 2.3.2.2. - 6 Les accumulations éoliennes .....

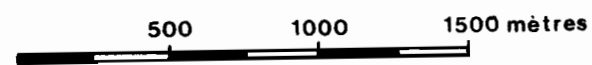
Nous les divisons en 2 types :

- Des nebkas, petites dunes de 0,3 à 0,6 m de hauteur, sont orientées suivant la direction des alizés continentaux (E à N.E - W à SW) et sont constituées de particules arrachées par les vents aux sols à proximité ou encore d'une origine plus lointaine; Celles-ci s'accumulent, piégées au contact des sols couverts de végétation ou en concentrations isolées sur les sols sodiques (seules les formations importantes ont été signalées sur la carte); Les nebkas fixées par des halophytes ou des tamaris couvrent la surface complètement ou s'espacent irrégulièrement, atteignant alors leurs dimensions maximales. Leur texture limono-sableuse à limono-argilo-sableuse se rapproche de celle des sols avoisinants.
- Des accumulations en cordons, qui sont en fait une succession linéaire de petites dunes contiguës, de 0,6 à 1 m de hauteur, fixées par une ligne de tamaris. Elles se forment le long de certaines unités du fluvio-deltaïque indifférencié de texture grossière à moyenne, surplombant de plus d'un mètre des cuvettes ou parties basses du fluvio-deltaïque. Des stratifications obliques sur 0,20 à 0,50 m d'épaisseur, s'observent dans les formations en arrière des accumulations, semblant témoigner de leur progression suivant la direction et le sens actuels des vents dominants.

UNITES MORPHOLOGIQUES	MATERIAUX	UNITES PEDOLOGIQUES		ASSOCIATIONS VEGETALES / SALINITE - HYDROMORPHIE	
				Spécifiques	Plastiques
LEVEES FLUVIO-DELTAIQUES "INDIFFERENCIE" 	TG à F	SOLS PEU EVOLUES	S/G HYDROMORPHE	- Forêt clairsemée à <i>Acacia nilotica</i>	- Forêt très clairsemée à <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Salvadora persica</i> et <i>Acacia nilotica</i> - <i>Tamarix senegalensis</i>
	TF à M et TG à TF en profondeur		SOLS SODIQUES	S/G SALE	- Steppe à <i>Artrocneum glaucum</i>
LES PARTIES BASSES DU FLUVIO-DELTAIQUE 	TF à F et TF à TG en profondeur	SOLS PEU EVOLUES et SOLS HYDROMORPHES	S/G NON SALE	- Steppe arbustive à <i>Indigofera tinctoria</i> et <i>Borreria verticillata</i> - Steppe à <i>Echinochloa colona</i> - Rares <i>Acacia nilotica</i>	- <i>Tamarix senegalensis</i>  - <i>Balanites aegyptiaca</i>
			SOLS SODIQUES	S/G SALE.	- Steppe à <i>Echinochloa colona</i> et <i>Artrocneum glaucum</i> en taches - Steppe arbustive à <i>Indigofera tinctoria</i>
CUVETTES DE DECONTATION 	TF à F et TF à TG en profondeur	SOLS HYDROMORPHES		- Steppe arbustive à <i>Indigofera tinctoria</i> avec localement <i>Borreria verticillata</i> . - Steppe à <i>Echinochloa colona</i> (zones intermédiaires avec les parties basses du Fluvio-deltaïque).	- <i>Tamarix senegalensis</i> .
		SOLS VERTIQUES		- Steppe à <i>Scirpus maritimus</i> - <i>Acacia nilotica</i> isolés	-
PARTIES BASSES DES CUVETTES DE DECONTATION 	TF à F et TF à TG en profondeur	SOLS HYDROMORPHES	G. à PSEUDO-GLEY	- Forêt très clairsemée à <i>Acacia nilotica</i> , sans strate herbacée.	-
			SOLS VERTIQUES	G. à GLEY	- Typhaie à <i>Typha australis</i>
Partie d'un ancien bras du Fleuve partiellement comblé(A) 	TG	SOLS PEU EVOLUES		- Steppe clairsemée à <i>Scirpus maritimus</i>	- <i>Tamarix senegalensis</i>
DELTAS DE RUPTURE DE LEVEES 	TG à F	SOLS PEU EVOLUES	S/G HYDROMORPHE	- Taches de graminées et d' <i>Artrocneum glaucum</i> (rare)	- Forêt très clairsemée à - <i>Balanites aegyptiaca</i> - <i>Salvadora persica</i> - <i>Acacia nilotica</i> - <i>Tamarix senegalensis</i>
			S/G SALE	- Steppe clairsemée à <i>Artrocneum glaucum</i> .	
ACCUMULATIONS EOLIENNES (Matériaux M à F)	 Nebkas, < 60 cm de hauteur			- <i>Artrocneum glaucum</i> et <i>Tamarix senegalensis</i>	
	 Nebkas, > 60 cm de hauteur			- <i>Tamarix senegalensis</i> et <i>Artrocneum glaucum</i> .	

ETUDE PEDOLOGIQUE DE LA CUVETTE DE N'THIAGAR - PARTIE NORD

CARTE GEOMORPHOLOGIQUE A 1/25 000°



RÉFÉRENCES TOPOGRAPHIQUES

Photos aériennes au 1/25 000  
Mission IGN A.O. 637-250, 1964.  
Cartes géomorphopédologiques de la vallée et du delta  
du fleuve Sénégal au 1/50 000, DAGANA 1a et 3c  
S.E.D.A.-G.R.I., 1969

16°  
30'

16°  
29'

16°  
28'

15°57'

15°56'

15°55'

15°54'

15°53'

15°52'

N

MAURITANIE

16°  
30'

16°  
29'

FLEUVE SENEGAL

Levés actuelles et subactuelles

KHOR

DIATENE

N'THIAGAR

de N'THIAGAR

Périmètre irrigué

LEGENDE ( voir aussi p. 19)

- |  |                                      |  |                                      |
|--|--------------------------------------|--|--------------------------------------|
|  | Levés Fluvio-deltaïque indifférencie |  | Digue                                |
|  | Parties basses du Fluvio-deltaïque   |  | Canal d'irrigation                   |
|  | Cuvettes de décantation              |  | Station de pompage                   |
|  | Parties basses de cuvettes           |  | Marigot temporaire                   |
|  | Deltas de rupture de levées          |  | ++++ Limite de la zone cartographiée |
|  | Nebkas                               |  | Village                              |
|  | Cordons dunaires                     |  |                                      |

D'après les auteurs du rapport S.E.D.A.G.R.I. (1973), la crue du fleuve Sénégal envahissait la cuvette de N'THIAGAR par un seuil légèrement en amont et remontait partiellement vers les petites cuvettes plus au Nord. Malgré la construction des digues, les caractères d'hydromorphie et de salinité reflétés par les sols et la végétation ne semblent pas avoir beaucoup changé dans le secteur étudié.

Les domaines décrits précédemment sont imprègnés d'une nappe salée quasiment continue mais de composition variable directement liée aux formations précédentes.

#### 2.4. LES NAPPES

Les prélèvements ont été effectués en Décembre 1981 et Janvier 1982. Les nappes atteignent en moyenne par rapport à la surface, les cotes de - 2,8 mètres dans les parties hautes et - 1,3 mètre au fond des cuvettes. En 3 mois, dans une cuvette peu marquée, la nappe s'est abaissée de 0,7 mètre.

##### 2.4.1. Les caractères généraux des nappes

Les analyses sont regroupées dans le tableau 4.

- La conductivité électrique en moyenne égale à 36 mmhos/cm dépasse toujours 11 mmhos/cm.
- Les pH sont faiblement acides à neutres en moyenne. Les mesures n'ayant pas été effectuées sur le terrain, les pH très acides sont difficilement interprétables.
- Les corrélations entre la conductivité électrique (C.E.) et la concentration en sodium sont moyennes: (droite de régression  $C.E = 9,67 [Na^+] - 73,29$ , coefficient de corrélation = 0,739.
- Le sodium prédomine, suivi du magnésium, du calcium et du potassium. L'ion chlorure largement prédominant sur l'ion sulfate, varie linéairement avec le sodium.

Ceci permet d'affirmer l'origine marine de la nappe salée en accord avec l'histoire du delta et les études précédentes (LOYER J.Y. et DIALLO M.A. 1979a et b).

	N° NT	pH	C E 20°C mmhos/cm	Concentrations en me/l							Cl <sup>-</sup> SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup> Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup> Mg <sup>++</sup>	SAR	ESP (Cruesi) %	ESP (USSL) %	ACTIVITES DES IONS		P. A. I. gypse CaSO <sub>4</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub>		
				Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>							Ca <sup>++</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>			
				Ca <sup>++</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>																
EAUX DE SURFACE	236 M	5,7	9,10	82,5	8,67	0,0	14,5	18,0	1,94	60,0	9,5	3,3	0,80	14,9	14	17	-	-	-		
PARTIES BASSES	CUVETTES	32	5,9	38,0	419	47,3	0,10	31,8	112	5,75	300	8,9	2,7	0,28	35,4	34	34	3,08 10 <sup>-3</sup>	2,85 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-5,06</sup>	
		34	5,8	20,5	195	29,4	0,10	20,3	57,5	2,50	151	6,6	2,6	0,35	24,2	23	26	2,84 10 <sup>-3</sup>	1,86 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-5,27</sup>	
	PARTIES BASSES DE CUVETTES	24	6,7	29	300	67,1	0	31,6	99,0	8,30	224	4,5	2,3	0,32	27,7	27	29	3,74 10 <sup>-3</sup>	2,24 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4,92</sup>	
		25	7,3	12,5	108	15,5	0	7,38	15,2	3,38	105	7,0	6,9	0,48	31,2	30	31	1,23 10 <sup>-3</sup>	1,51 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-5,73</sup>	
	" " "	161	3,8	15,0	113	72,2	0	22,5	49,5	2,63	113	1,6	2,3	0,45	18,8	18	21	2,76 10 <sup>-3</sup>	5,38 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4,83</sup>	
		213	7,5	14,0	140	23,3	4,3	17,5	61,5	4,0	78,0	6,0	1,3	0,28	12,4	12	14	2,59 10 <sup>-3</sup>	1,70 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-5,36</sup>	
		249	6,3	38,0	431	81,7	0,25	50,5	140	7,90	288	5,3	2,0	0,36	29,5	28	30	4,44 10 <sup>-3</sup>	4,51 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4,70</sup>	
		260	2,8	11,0	97,5	27,1	0	26,0	39,5	3,0	52,0	3,6	1,3	0,66	9,1	8	11	4,07 10 <sup>-3</sup>	2,23 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-5,04</sup>	
		CUVETTE DE RECEPTION D'EAUX D'EXHAURE " " "	219	6,4	40,0	456	65,8	0,48	48,0	127	7,50	325	6,9	2,6	0,38	34,7	34	33	4,34 10 <sup>-3</sup>	3,65 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4,81</sup>
			241	6,3	35,0	388	64,5	0,50	63,5	130	5,70	250	6,0	1,9	0,48	25,4	24	26	5,68 10 <sup>-3</sup>	3,73 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4,68</sup>
PARTIES HAUTES	LEVEES FLUVIO-DELTAIQUE "INDIFFERENCIE" " " "	3	6,6	74,0	1050	75,4	0,30	38,8	270	8,50	740	13,9	2,7	0,14	59,5	58	46	5,94 10 <sup>-3</sup>	2,58 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4,84</sup>	
		18	7,1	60,0	72,5	32,7	0	34,5	134	13,5	575	22,2	4,3	0,26	62,6	61	48	3,90 10 <sup>-3</sup>	1,01 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-5,42</sup>	
		22	3,9	32,0	315	76,5	0	32,5	63,5	6,90	275	4,11	4,3	0,51	39,7	38	36	3,74 10 <sup>-3</sup>	3,80 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4,84</sup>	
		23	7,4	33	360	22,8	0	24,2	47,5	6,80	300	15,8	6,3	0,51	50,1	49	42	3,15 10 <sup>-3</sup>	1,13 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-5,45</sup>	
		27	7,0	52	600	46,4	0	28,0	118	11,8	488	12,9	4,1	0,24	57,1	55	45	3,19 10 <sup>-3</sup>	1,59 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-5,31</sup>	
		28	2,7	27,5	280	31,0	0	16,8	40,3	5,60	239	9,0	5,9	0,42	44,7	44	39	2,23 10 <sup>-3</sup>	1,74 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-5,41</sup>	
		30	4,1	42	419	73,1	0	32,8	132	5,38	330	5,7	2,5	0,25	36,3	35	34	2,88 10 <sup>-3</sup>	4,26 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4,92</sup>	
		35	8,1	59	738	1,29	-	19,5	143	8,5	540	572	3,8	0,14	59,9	59	46	-	-	-	
		36	4,9	43	488	-	0	35,0	116	4,06	358	-	3,1	0,30	41,2	40	47	-	-	-	
		NAPPE PEU CHARGEE	29	3,7	0,72	2,18	4,42	0	1,25	2,00	0,30	2,19	0,49	1,1	0,62	1,7	1	1	3,60 10 <sup>-4</sup>	1,28 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-6,33</sup>

TABLEAU 4 : Composition des eaux de nappes et de surface - Produit d'activité ionique du gypse (P.A.I.)  
(prélèvements effectués entre Décembre 1981 et Janvier 1982) dans les nappes.

- Le taux de sodium échangeable ou taux d'alcalisation du sol (Na/T en % ou ESP : Exchange Sodium Percentage) en contact avec les nappes (ou une solution, extraits saturés, 1/5...) peut être calculé à partir du SAR : Sodium Adsorption Ration (ou pouvoir alcalisant, SAR = 
$$\frac{[Na^+]}{\sqrt{\frac{[Ca^{++}] + [Mg^{++}]}{2}}}$$

concentrations en me/l) suivant les formules établies par l'U.S. Salinity Laboratory et le C.R.U.E.S.I., valables pour le delta du Sénégal d'après J.-Y. LE BRUSQ et J.-Y. LOYER (1982)

$$ESP_{(USSL)} = \frac{100 (-0,0126 + 0,0147 SAR)}{1 + (-0,0126 + 0,0147 SAR)}$$

$$ESP_{(CRUESI)} = 0,988 SAR - 0,61$$

Les résultats sont similaires et dépassent 10 % . Deux échantillons n'atteignent pas 15 % . Ces valeurs de 10 à 15 % selon les auteurs sont considérées comme des limites dangereuses : imperméabilisation, mauvaise structure et risques d'alcalinisation (pH > 8,5).

Au cours de l'étude des unités pédologiques, nous verrons que seul le phénomène d'alcalisation a été observé (10 à 15 % au moins de sodium échangeable et pH < 8,5).

- La qualité des eaux suivant les normes de l'U.S.S.L. est toujours très mauvaise (classes C<sub>4</sub> S<sub>3</sub> et C<sub>4</sub> S<sub>4</sub>)
- La nature chimique des nappes correspond à leur position dans le paysage :

. Les nappes les plus chargées (C.E. = 50,1 mmhos/cm en moyenne) et à SAR élevé (35 à 60) donc pauvres en cations bivalents (Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup>) correspondent aux sols "salés" des zones hautes (levées Fluvio-deltaïque indifférencié). Elles sont chlorurées sodiques et magnésiennes (Cl<sup>-</sup>/SO<sub>4</sub><sup>--</sup> > 5, voir tableau 4). Dans les parties basses (cuvettes), les eaux de nappes, à tendance chloruro-sulfatée (5 > Cl<sup>-</sup>/So<sub>4</sub><sup>--</sup> > 1) possèdent une conductivité électrique moyenne de 22 mmhos/cm et un SAR souvent élevé (9 à 35). Les grandes variations observées ne correspondent pas à des types précis de cuvettes plus ou moins marquées ou étendues dans le paysage.

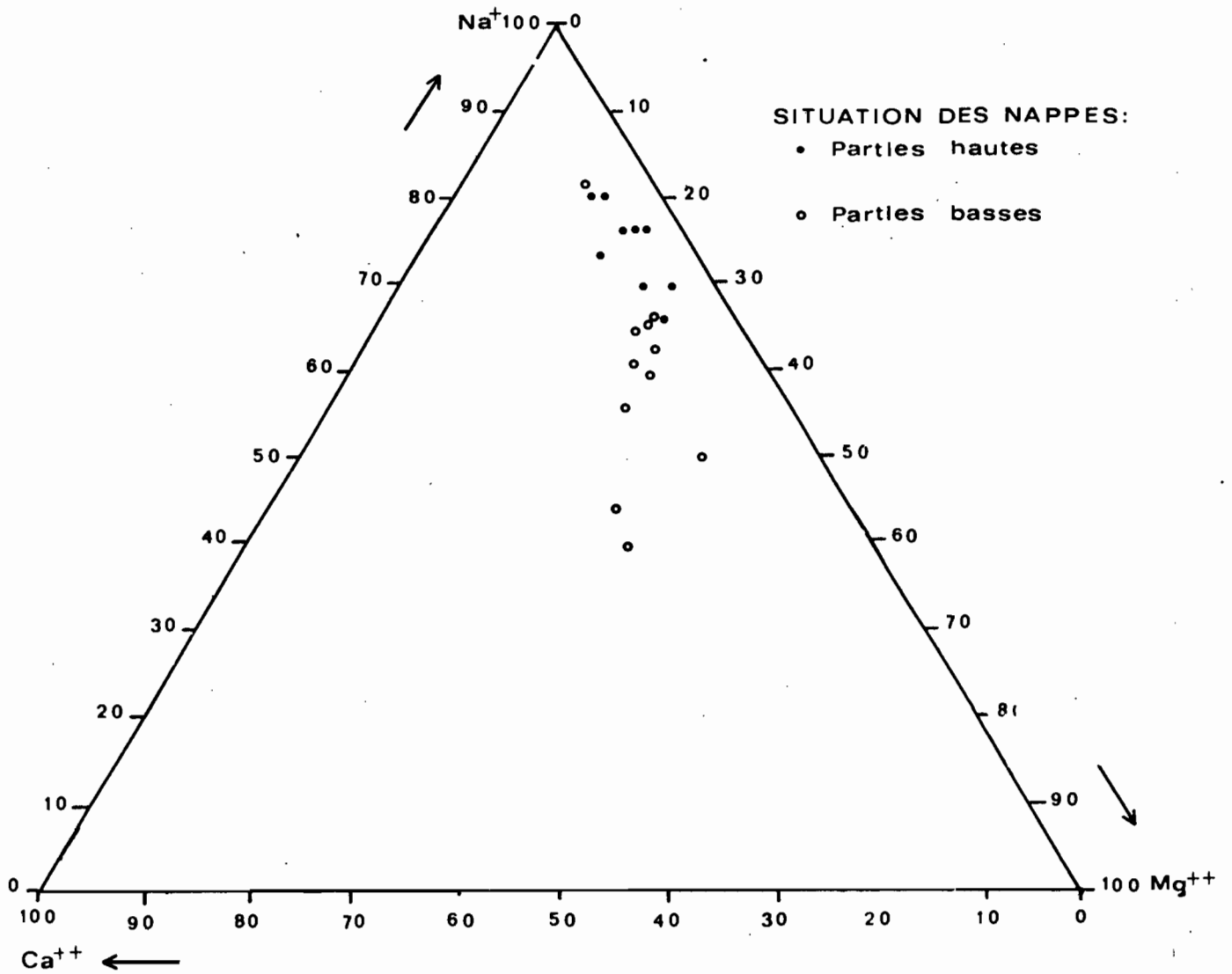


Fig 4 - Balance Cationique des eaux de nappes

$$([Ca^{++}] + [Mg^{++}] + [Na^+] = 100)$$

• La balance cationique met en évidence (Fig.4) une plus grande richesse en calcium et en magnésium des zones basses par rapport aux parties hautes (voir aussi le paragraphe suivant). Les points de corrélation entre  $Cl^-/SO_4^{=}$  et  $Na^+/Mg^{++}$  (Fig.5) font état dans ce domaine d'une grande dispersion, alors qu'ils sont concentrés, avec des valeurs plus faibles, dans les parties basses.

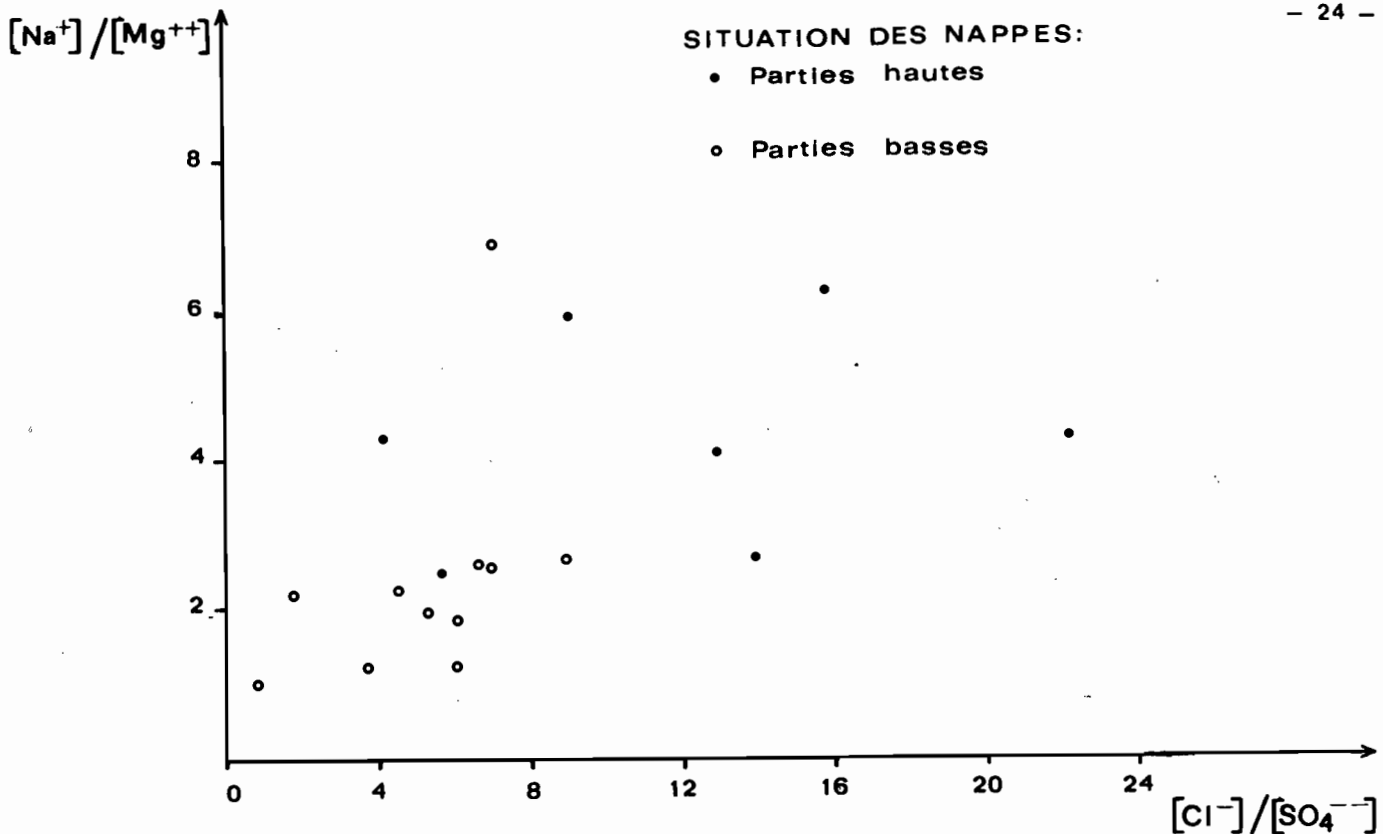


Fig 5 - Rapports corrélés entre  $\frac{[Cl^-]}{[SO_4^{--}]}$  et  $\frac{[Na^+]}{[Mg^{++}]}$ .

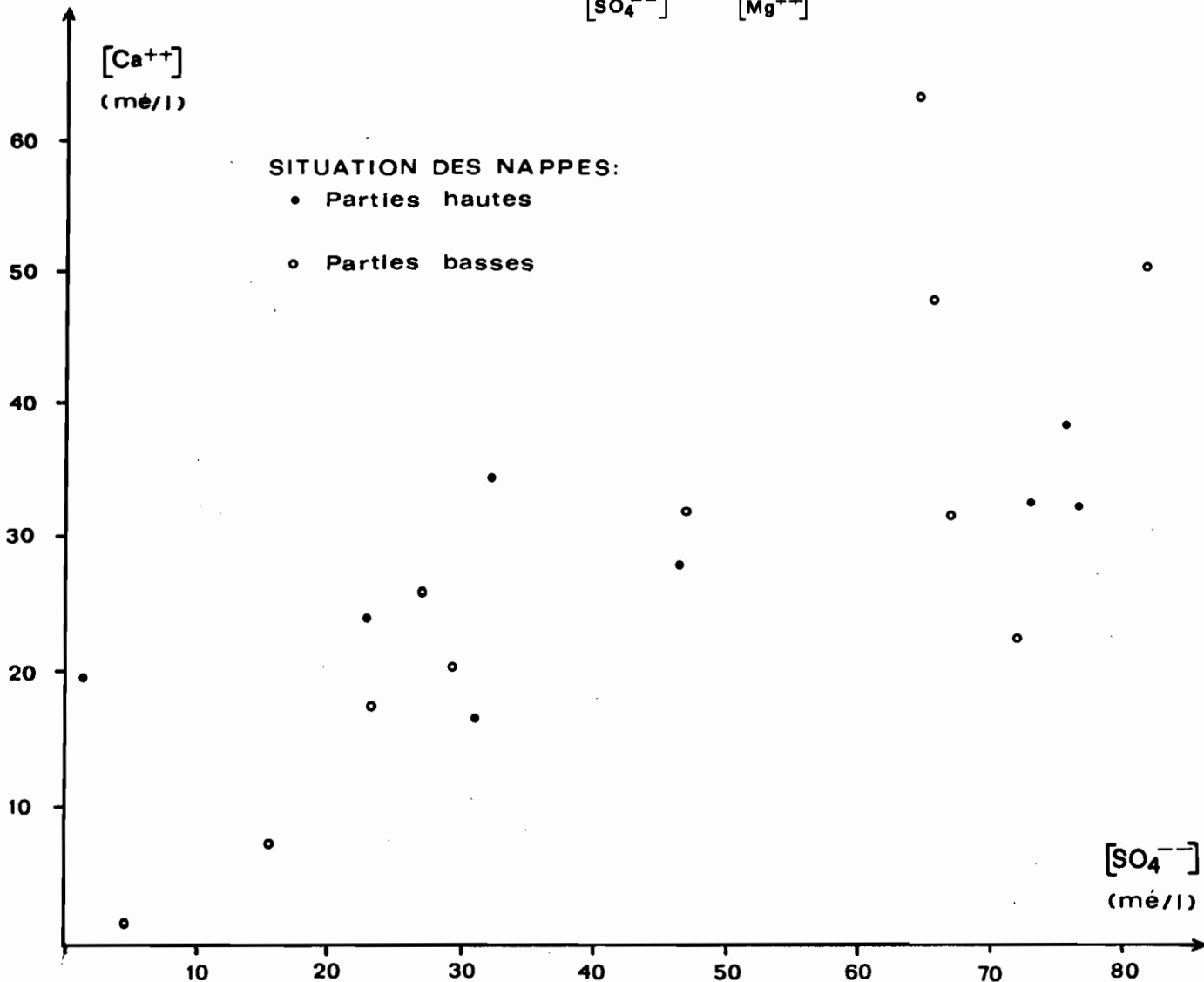


Fig 6 - Variations de [Ca<sup>++</sup>] en fonction de [SO<sub>4</sub><sup>--</sup>]

. Sur le diagramme de variation de  $\text{Ca}^{++}$  en fonction de  $\text{SO}_4^{--}$  (Fig. 6), les nappes les plus chargées en  $\text{SO}_4^{--}$ , s'écartent de la première bissectrice du fait de l'augmentation de  $\text{SO}_4^{--}$  plus rapide que celle du  $\text{Ca}^{++}$ . Un minéral calcique précipite. La précipitation de gypse ne peut expliquer totalement ce comportement. Nous verrons qu'il existe des sols à carbonates de calcium (sols peu évolués : profil NT 35). Cependant, le pH des nappes ne dépasse que dans un cas, la valeur de 7 (concentration en  $\text{HCO}_3^- = 4,3 \text{ me/l}$  ; ailleurs, les concentrations de l'anion bicarbonate sont nulles ou très faibles ( $0,5 \text{ meq/l}$ )).

La séparation entre grands domaines morphologiques ne ressort pas très bien dans ce cas.

La composition des nappes semble en moyenne plus régulière au niveau des cuvettes que des levées et du fluvio-deltaïque indifférencié où des précipitations minérales sont fréquemment observées. Les caractères des domaines de transition sont moins tranchés (nappe NT 32).

2.4.2. Comparaison aux nappes de la vallée du Lampsar

Les données et les conclusions sur l'étude des nappes de la vallée du Lampsar sont tirés de LE BRUSQ J.-Y. (1979) et LE BRUSQ J.-Y. et LOYER J.-Y. (1982).

Des prélèvements réguliers en zones irriguées avant et après cultures sont effectués sur 16 piézomètres installés sur des positions géomorphologiques variées.

- Bilans cationiques

Nous avons réalisé la moyenne en pourcentage des compositions cationiques des nappes des secteurs du Lampsar et de N'THIAGAR dans le tableau suivant :

Cations	Lampsar moyenne générale	N' T H I A G A R		
		Moyenne générale	Moyenne Parties basses	Moyenne Parties hautes
Na <sup>+</sup>	65,59	66,79	60,46 ( - 6,3)	73,82 ( + 7 )
Mg <sup>++</sup>	23,72	23,26	26,87 ( + 3,6)	19,24 ( - 4 )
Ca <sup>++</sup>	9,43	8,29	10,86 ( + 2,5)	5,44 ( - 2,8)
K <sup>+</sup>	1,27	1,66	1,81 ( + 0,2)	1,49 ( - 0,2)
( ) Ecart s par rapport à la moyenne générale				

- Les moyennes générales sont remarquablement proches, avec pour le secteur cultivé du Lampsar, un pourcentage de Ca<sup>++</sup> légèrement supérieur, au détriment des monovalents Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup>.

- Les moyennes partielles selon les 2 positions morphologiques distinguées dans le secteur de N'THIAGAR reflètent un enrichissement relatif en Ca<sup>++</sup> puis en Mg<sup>++</sup> et K<sup>+</sup> pour les nappes de cuvettes et à l'inverse un appauvrissement pour les nappes des positions hautes, où nous pouvons évoquer un soutirage du Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup> dans les sols. Si la nappe n'était pas au départ de composition proche de celle des nappes de cuvettes, des phénomènes d'apports par les eaux de surface ou latéralement dans les sols, ont pu s'y produire.

- La concentration en  $\text{Na}^+$  montre dans le secteur de N'THIAGAR les écarts les plus importants par rapport à ceux des autres cations, alors que c'est  $\text{Mg}^{++}$  dans la vallée du Lampsar.

#### - La saturation pour le gypse

A partir du programme de calcul d'activité des ions en solutions concentrées établi par J.-Y. LE BRUSQ (1982, Publication en cours), nous déterminons le P.A.I. (Produit d'Activité Ionique) du gypse ( $\text{Ca}^{++}$ ) ( $\text{SO}_4^{--}$ ) ( $\text{H}_2\text{O}$ )<sup>2</sup> pour chaque prélèvement (Tableau 4).

Les valeurs les plus élevées atteignent  $10^{-4,68}$  et  $10^{-4,70}$  dans des nappes de cuvettes où les sols sont apparemment exempts de ce minéral. Ces valeurs sont inférieures à  $10^{-4,6}$ , chiffre maximum trouvé pour les nappes de la vallée du Lampsar. Cependant, nous avons observé des précipitations de gypse dans des sols à nappe théoriquement non saturée pour ce minéral. Les proportions de gypse toujours très faible ( $\sim 1\%$ ) peuvent provenir de cristallisation après évaporation, des eaux piégées dans les sols à texture moyenne à très fine, alimentées par des remontées capillaires.

#### 2.4.3. Les eaux de surface - Une nappe peu chargée

2.4.3.1. Les eaux d'exhaure du périmètre irrigué de N'THIAGAR sont rejetées dans une cuvette, au Sud du secteur étudié, fermée par 2 digues et envahie par une typhaie dense. La conductivité électrique de la nappe, prélevée à - 1,1 mètre en bordure de la cuvette, atteint 35 à 40 mmhos/cm (Tableau 4), le SAR et l'ESP dépassent 25. Il sera intéressant de suivre l'évolution de la nappe sous l'effet de ces rejets, même si le paysage ne semble pas encore très marqué après plus d'une dizaine d'années de cultures (Voir paragraphe 33-3).

Au fond du chenal faisant communiquer cette cuvette avec la grande dépression centrale, subsiste une mare résiduelle (Tableau 4). Les eaux d'une conductivité supérieure à 9 mmhos/cm seraient issues des eaux pluviales concentrées en ce point bas de la dépression et contaminées par une nappe peu profonde très chargée ou par les eaux de la cuvette précédente percolant à travers la digue de protection. Le choix de ces cuvettes "sacrifiées" doit tenir compte des pollutions de bordure éventuelles.

2.4.3.2. Une nappe peu chargée : (C.E. = 0,72 mmhos/cm) de qualité C2S1 (normes U.S.S.L.), exploitée par un puits, atteignait la cote - 2,10 mètres en décembre 1981. A 150 mètres au Nord de ce puits placé en bordure d'une partie basse du fluvio-deltaïque, un sondage effectué sur une zone plus haute, a rencontré, approximativement à la même profondeur relative, une nappe très chargée (C.E.= 27 mmhos/cm). Il est possible qu'une lame d'eau douce perchée, moins dense que l'eau salée persiste sans contamination. On observe ce phénomène en bordure de mer.

## C H A P I T R E 3 :

### LES UNITÉS DE LA CARTE PÉDOLOGIQUE

#### 3.1. REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE

Nous avons différencié 12 unités pédologiques simples et une unité de juxtaposition de sols, précisées jusqu'au sous-groupe sur la carte par une couleur, et éventuellement une pastille surimposée. Des lettres majuscules matérialisent la famille (voir la signification des lettres utilisées pour la texture d'ensemble dans le chapitre 4), et des minuscules, le faciès. Des signes complémentaires sont ajoutés.

4 Classes de sols ont été reconnues (classification CPCS)

- Classe des sols Peu Evolués
- Classe des sols Hydromorphes
- Classe des Vertisols
- Classe des sols Sodiques.

Les caractères vertiques, d'hydromorphie, de salure, d'acidification, déterminent selon leur intensité, les sous-groupes ou les faciès. Ainsi, une conductivité électrique de l'extrait 1/5 entre 1 et 3 mmhos/cm détermine un sous-groupe et entre 0,5 et 1, un faciès. (Dans les 60 à 80centimètres supérieurs).

#### Considérations analytiques

- La teneurs en sels solubles et la conductivité électrique (C.E.) des sols sont étudiées uniquement sur des extraits 1/5, obtenus rapidement et permettant l'emploi d'échelle de salinité déjà utilisée dans le delta du Sénégal (paragraphe 1-1). Comme il est parfois nécessaire de se rapporter à des valeurs de l'extrait saturé (très longues à obtenir

sur une grande quantité d'échantillons) afin de nous situer par rapport à d'autres études ; nous considérerons comme l'ont montré, pour le delta du fleuve Sénégal, LE BRUSQ J.-Y. et LOYER J.-Y. (1981), qu'un facteur de 7 à 9, fonction de l'humidité à saturation (RICHARD M. et GOUNY P. 1965), située en moyenne entre 40 et 60 %, et valable pour des conductivités électriques de l'extrait saturé  $\leq$  à 10 mmhos/cm, peut être utilisé pour le calcul de la conductivité de cet extrait. Le gypse en faible quantité ne perturbe pas cette évaluation : C.E. extrait saturé = CE extrait 1/5 x 7 à 9.

Pour des C.E. extrait 1/5, supérieures à 2 à 3 mmhos/cm, il serait préférable d'utiliser la somme des cations solubles.

Les mesures ponctuelles doivent être interprétées avec prudence. L'expérience montre que des variations importantes existent dans une même unité. Les approches statistiques, quand elles sont réalisables sur de petites parcelles (LE BRUSQ J.-Y. et LOYER J.-Y. 1982), reflètent mieux la réalité.

- Le SAR de l'extrait 1/5 est à multiplier, pour obtenir le SAR du même extrait saturé, au moins par 2,2 (facteur de dilution). Sauf précision, le SAR dans le texte sera toujours celui de l'extrait 1/5.

Ceci est comme précédemment une estimation.

- L'étude du phénomène d'alcalisation des sols ou fixation importante du sodium sur le complexe d'échange cationique, nécessite la connaissance des cations échangeables. Les méthodes utilisant les différences entre cations solubles plus échangeables et solubles seulement n'ont pas donné satisfaction. Nous ne pourrions qu'émettre des présomptions d'alcalisation, même si le calcul du ESP (Na/T en pourcentage, nous utiliserons le ESP<sub>(USSL)</sub>) à partir du SAR saturé (estimé) est supérieure à 10 % au 15 % (voir paragraphe 24.1).

Le risque d'erreur augmente avec la concentration cationique (DOERING E.J. et al. 1982). Ainsi, nous préférons insister sur la présence d'une nappe "alcalisante" avec de plus des risques d'alcalisation remontante.

Il serait souhaitable dans ce domaine de s'orienter vers l'étude des équilibres sols-solutions à l'aide d'isothermes d'échange pour chaque cation et leur mélange, pour permettre ainsi, dans différentes conditions d'humidité (dilutions), de pH et de concentrations, la prévision de la composition du complexe d'échange en équilibre avec les sels en solutions.

- Le dosage du soufre

Les résultats concernant le soufre total ont donné des valeurs de 0,1 à 7 ‰. Le soufre de la matière organique entre pour une part dans ce dosage. Ainsi, en surface, le soufre total mesuré est plus important que la somme des sulfates analysés - (Il n'y a pas de sulfures dans les sols). Les tentatives d'estimation que nous avons réalisées en dosant le soufre total avant et après passage au four à température croissante, ( $\rightarrow$  500°C), n'a pas donné satisfaction.

Il n'a pas été possible de tester la méthode de "CHANTRET" plus précise, qui met en parallèle l'ATD (Analyse Thermique Différentielle) et la coulométrie (dosage du SO<sub>2</sub> dégagé par combustion). (CHANTRET F. 1969 ; VIEILLEFON et al., 1973). Les valeurs du rapport C organique / S organique seraient de l'ordre de 70 à 100 (CHEVERRY C., 1974 ; TABATABAI M.A. et BREMMER J.M. 1973).

Ces chiffres obtenus pour des sols jeunes très humifères, s'appliquent mal à nos sols assez pauvres en matière organique à C/N bas. Ainsi, les données concernant les formes du soufre ne seront qu'indicatives.

Remarques :

- Les notions de fertilité seront évoquées succinctement à travers les descriptions des unités et développées au niveau de la carte factorielle.

- Les données concernant le milieu et l'environnement des unités pédologiques décrites auparavant dans le paragraphe 2.3.2.2. seront abordées et complétées brièvement.

- Les analyses sont en annexes, sauf celles qui concernent les profils décrits.

### 3.2. LES SOLS PEU EVOLUES

Nous avons considéré comme Peu Evolués, les sols formés sur des matériaux alluviaux de texture variée ayant subi une faible évolution dans le milieu où ils se sont déposés. Les horizons se différencient par la présence de matière organique, l'hydromorphie et la salure qui se surimposent aux variations texturales : SOLS PEU EVOLUES NON CLIMATIQUES D'APPORT ALLUVIAL.

Les sols peu évolués se rencontrent sur les levées, le fluvio-deltaïque indifférencié et ses parties basses et les deltas de rupture de levées. Les textures moyennes à très grossières dominant.

La végétation constitue rarement une couverture complète sur le sol. Des noyaux forestiers résiduels à *Acacia nilotica* subsistent sur des secteurs non salés.

La présence de concrétions ferrugineuses libres en surface, la mise en relief de surface battante, le déchaussement de bornes datées (indiquant en ces endroits un départ de matériaux estimé à 1 cm chaque année), prouvent l'intense érosion qui affecte les sols : érosion hydrique et éolienne

Dans le seul groupe des sols d'apport alluvial de la sous-classe des sols peu évolués non climatiques, nous avons différencié deux sous-groupes :

- SOUS-GROUPE HYDROMORPHE A PSEUDO-GLEY (taches et concrétions Ferrugineuses) (UNITE 1).
  - . Faciès modal et Faciès salé
- SOUS-GROUPE SALE (UNITE 2)
  - . Faciès hydromorphe à taches et concrétions Ferrugineuses et Faciès hydromorphe à concrétions calcaires.
  - . Famille : matériaux très grossiers à fins du fluvio-deltaïque haut et bas et de deltas de rupture.

#### Caractères complémentaires

- Nappe alcalisante
- Présence de gypse
- Présence de jarosite en profondeur
- Tronqué
- Localement cultivés
- Désagrégé en surface par le piétinement du bétail.

### 3.2.1. Caractères généraux

#### - Caractères physiques

Les structures sont prismatiques à polyédriques sub-anguleuses ou massives.

Un phénomène d'induration ou de prise en masse des sols Peu Evolués (sous-groupe ou faciès salé) atteint fréquemment les horizons situés entre 10 et 90 cm de profondeur, de texture limono-argilo-sableuse à limono-sableuse. La perméabilité diminue notablement ( $K = 0,1$  à  $0,01$  cm/h, perméabilité laboratoire), malgré une assez bonne porosité tubulaire fine et moyenne observée sur le terrain. Le travail mécanique de ces horizons en saison sèche est impossible.

Le taux de salure (conductivité de l'extrait 1/5 de  $0,3$  à  $4$  mmhos/cm et l'alcalisation ne semble pas directement liés à cette prise en masse apparemment tributaire de la granulométrie.

#### - Matière organique - C.E.C.-pH

Le taux de matière organique atteint rarement 1 % en surface et décroît très rapidement en profondeur. Les apports par la couverture végétale sont très faibles. Le C/N de l'ordre de 11 rend compte d'une bonne évolution, l'azote et le phosphore total, sont déficitaires ( $< 0,3$  %).

La pauvreté en matière organique et en argile implique une capacité d'échange cationique (CEC) inférieure à 10 me/l en moyenne.

Le pH acide à neutre ( $5,1$  à  $7,0$ ) dans les 30 premiers cm devient neutre, en général en profondeur. On rencontre quelques cas d'acidification (pH  $< 4,5$ , Profil NT 8) et des pH alcalins ( $8$  à  $8,5$ ) témoignant de la présence de carbonates.

#### - Le rapport Fer libre/Fer total

Le rapport Fer libre/Fer total est en moyenne égal à  $0,47$ . Un peu moins de la moitié du fer total est sous forme dite "libre". Ce rapport pour les sols "plus évolués" des autres classes est de l'ordre de  $0,65$ . Il faut cependant rappeler que ce rapport est assez peu significatif en domaine alluvial.

-La salure

L'étude des extraits 1/5 permet de définir deux types de profils salins (profils salins potentiels de J. SERVANT (1973).

. Profil ascendant (cas le plus fréquent) quand le niveau de la nappe salée baisse en saison sèche, les sels restent piégés en surface dans les horizons à texture moyenne, possédant une assez bonne capacité de rétention, et s'accumulent sous l'effet des remontées capillaires et de l'évaporation intense. On observe parfois la formation de structure poudreuse en surface.

. Profil descendant : Les remontées capillaires ne peuvent affecter les horizons supérieurs à texture grossière où la nappe, baissant rapidement dans ce milieu très drainant, n'a pu déposer ses sels.

Cette distinction n'a pas été réalisée sur la carte.

Les variations texturales provoquent parfois des perturbations de ce schéma. Ainsi, certains profils semblent peu différenciés.

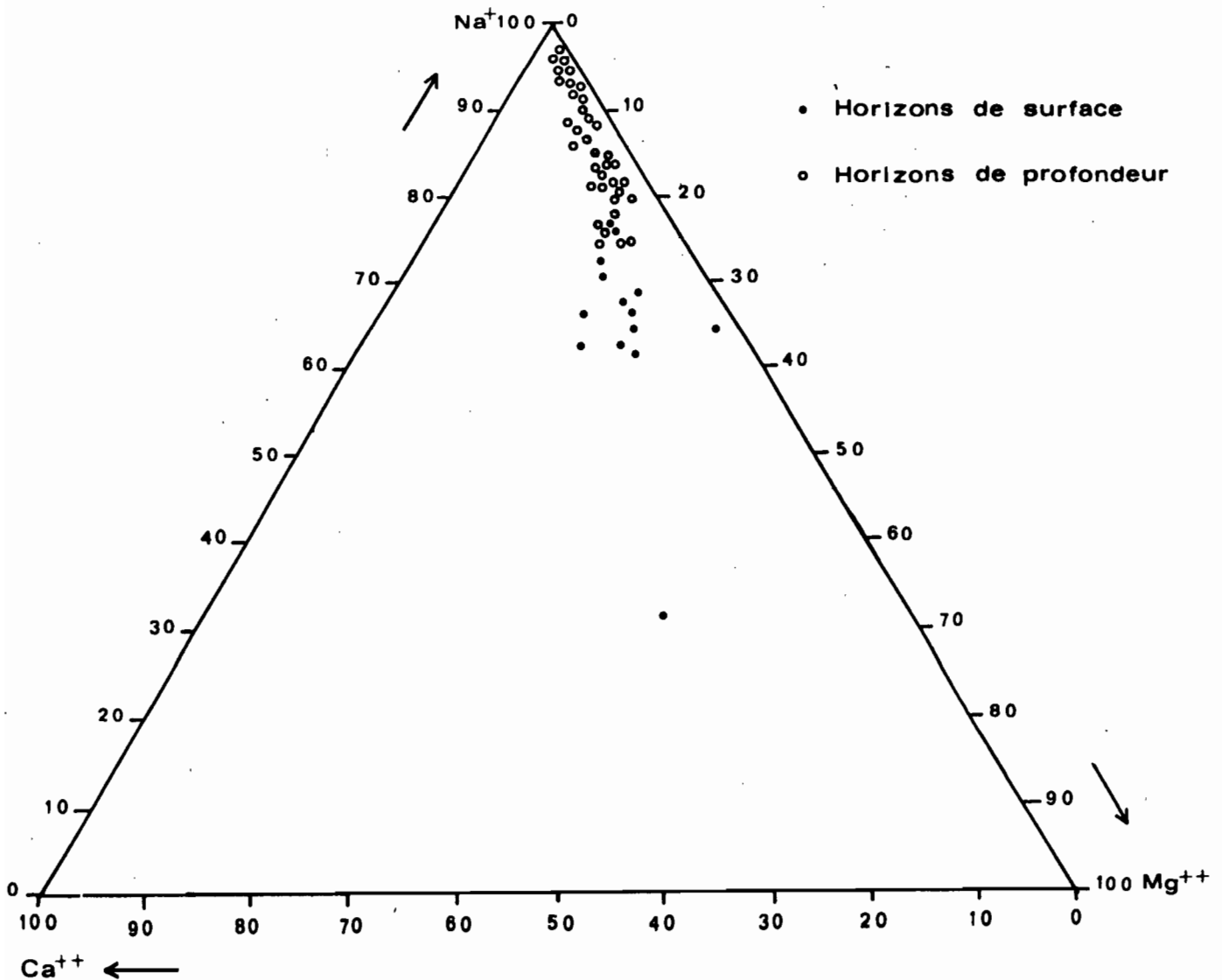


Fig 7 - Balance Cationique des extraits 1/5 des sols Peu Evolués

$$([Ca^{++}] + [Mg^{++}] + [Na^{+}] = 100)$$

La distinction entre horizons de surface (0-5 à 30 cm) et horizons profonds, permet en saison sèche de dégager une tendance sodique magnésienne en profondeur et un enrichissement relatif en  $Mg^{++}$  et  $Ca^{++}$  en surface. La distinction entre profils ascendants et descendants ne se fait plus. Cet aspect rappelle ce qui se produit dans les sols sodiques. (Fig. 7)

Le rapport  $Ca^{++}/SO_4^{--}$  systématiquement supérieur à un en surface est plus irrégulier dans les horizons profonds ( $>$  ou  $<$  à 1). Le gypse n'est observé ou dosé qu'en faible quantité.

3.2.2. Sols peu évolués, non climatiques, d'apport alluvial,  
Sous-Groupe hydromorphe à Pseudo-gley (UNITE 1) :

Les variations autour des profils types sont peu importantes et concernent : la texture, la compacité et la couverture végétale.

3.2.2.1. Sous-Groupe hydromorphe à pseudo-gley, Faciès modal.

Profil type NT 167 (Non analysé) : Sur matériaux limono-argilo-sableux à sableux du Fluvio-deltaïque bas.

Description du profil :

Morphologie de surface : plane, battante.

Végétation : 10 % de *Balanites aegyptiaca* 1 % de *Salvadora persica*. Quelques graminées sèches éparses.

- 0 - 20 cm : Sec - brun-grisâtre (10 YR 5/2), 15 % de taches jaune brunâtre (10 YR 5/8) de 1 cm arrondies. Texture limono-argilo-sableuse. Structure polyédrique sub-anguleuse peu nette. Porosité moyenne vésiculaire et tubulaire. Très cohérent très compact. Quelques racines. Limite régulière sur 4 cm.
- 20 - 65 cm : Gris (10 YR 5/1) - 10 % de taches brun jaunâtre à jaune brunâtre (10 YR 5/6 à 6/8) de 0,5 cm à 2 cm irrégulières. Texture limono-sableuse. Structure massive à prismatique peu nette. Porosité moyenne à faible. Très cohérent. Très forte compacité. Limite régulière sur 2 cm.

> 65 cm : Sec - Blanc - 15 à 20 % de taches jaune brunâtre (10 YR 5/8) et noires de 1 à 5 cm irrégulières, isolées ou en amas de 10 à 20 cm. 2 % de concrétions noires de 2 cm, arrondies texture sableuse. Mal structuré. Cohérent à peu cohérent. Compact à meuble vers le bas.

Profondeur	pH	C.E. Extrait 1/5 en mmhos/cm
0 - 30 cm	6,4	0,39
30 - 60 cm	6,6	0,12
60 - 120 cm	7,2	0,19

Dans le tableau ci-dessus, la conductivité de l'extrait 1/5 est inférieure à 0,5 mmhos dans chaque horizon mais atteint un maximum dans l'horizon supérieur possédant la texture la moins grossière.

### 3.2.2.2. Sous-Groupe hydromorphe à pseudo-gley, Faciès salé

Profil type, NT 26 : Sur matériaux limono-argilo-sableux à sableux du Fluvio-deltaïque, à nappe alcalisante, tronqué.

Description du profil:

Morphologie de surface : plane, pellicule de battance délogée en partie par le vent. Concrétions ferrugineuses libres de 0,5 à 1 cm (1 %)

Végétation : Rares Tamarix senegalensis

Description des horizons : (profil sec)

0 - 20 cm : Gris brunâtre clair (10 YR 6/2) - 15 à 30 % de taches brun-jaunâtre (10 YR 5/8) irrégulières de 1 à 2 cm - peu contrastées, souvent en amas - texture limono-argilo-sableuse - Structure prismatique de 4 à 10 cm - Quelques racines fines. Assez bonne porosité tubulaire de 0,5 à 1 mm. Compact - Limite ondulée sur 2 cm.

20 à 40/50 cm : Brun-jaunâtre (10 YR 5/6) - 15 à 20 % de taches brun très pâle (10 YR 8/3) de 2 à 4 cm - 2 % de concrétions plus ou moins durcies, pores de 0,5 cm - texture limono-sableuse - structure massive - bonne porosité tubulaire - Forte compacité - Transition sur 10 cm.

P R O F I L N T 26					
Profondeur en cm	0 - 20	20 - 50	50 - 90	120	150
G R A N U L O M E T R I E (10 <sup>-2</sup> )					
Humidité	1,5	1,0	0,1	0,1	-
Argile	21,1	15,7	1,5	0,5	-
Limon fin	7,2	9,4	2,5	1,2	-
Limon grossier	17,0	16,1	5,4	2,2	-
Sable fin	52,0	54,3	88,8	93,4	-
Sable grossier	0,5	1,9	1,4	2,9	-
Matière organique	0,5	0,2	0,1	-	-
Total	99,8	98,6	99,8	100,3	-
M A T I E R E O R G A N I Q U E - P H O S P H O R E et pH					
C %	2,9	1,08	0,28	-	-
N %	0,26	0,10	0,03	-	-
C/N	11,2	10,8	9,3	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,29	0,19	0,08	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. %	0,02	0,005	0,007	-	-
pH eau 1/2,5	6,0	6,3	7,1	7,2	7,7
pH KCl	5,2	5,5	6,2	6,2	6,7
C A L C A I R E - S O U F R E et F E R					
CO <sub>3</sub> Ca total %	-	-	-	-	-
Gypse S %	0,03	0,02	-	-	-
Jarosite S %	0,02	0	-	-	-
S/total %	0,32	0,17	0,29	0,36	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total %	3,12	2,7	0,82	0,85	0,57
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre %	2,16	1,82	0,55	0,49	0,25
V A L E U R T en me/100 g					
T	8,71	6,10	1,91	1,30	-
S E L S S O L U B L E S (sur un extrait au 1/5) (me/l)					
Conductivité mmhos/cm	0,42	0,36	0,68	0,58	0,56
pH	6,3	6,5	6,8	6,8	7,0
Ca <sup>++</sup>	-	-	0,34	0,15	0,16
Mg <sup>++</sup>	-	-	0,78	0,51	0,51
K <sup>+</sup>	-	-	0,20	0,18	0,16
Na <sup>+</sup>	-	-	4,69	4,50	4,44
Somme cations	-	-	6,01	5,34	5,27
Cl <sup>-</sup>	-	-	6,25	5,25	5,25
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	-	-	0,09	0,09	0,17
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	-	0	0	0
Somme anions	-	-	6,34	5,34	5,42
R A P P O R T S C A R A C T E R I S T I Q U E S					
Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	-	-	69,4	58,3	30,9
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	-	-	6,0	8,8	8,7
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	-	-	0,43	0,29	0,31
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	-	-	23,4	25,0	27,7
S A R	-	-	6,3	7,8	7,7
A N A L Y S E S P H Y S I Q U E S					
pF 4,2	6,3	5,6	1,6	1,1	-

- 40-50 à 70 cm : Banc sableux, blanc avec 10 % taches brun jaunâtre (10 YR 6/8 à 5/8) et noires - 2 % d'iron-pipes - Compact - Limite régulière sur 1 cm.
- 70 à 80 cm : Niveaux sablo-limoneux gris clair (10 YR 7/2) très compact, mais traversé par quelques racines.
- > 80 cm : Brun très pâle (10 YR 8/3) - 5 à 10 % de taches jaune brunâtre (10 YR 6/6 à 6/8) et noires, allongées, verticales nettes, ou en amas irréguliers à contours diffus - texture sableuse - meuble à peu compact.

ANALYSES DU PROFIL (voir page précédente).

L'érosion éolienne est actuellement active comme en témoignent les concrétions ferrugineuses dégagées en surface. Très localement, ces formations ont pour origine la désagrégation d'iron-pipes, rencontrés à diverses profondeurs dans d'autres profils (anciennes zones de mangroves plus ou moins recouvertes de matériaux plus récents?)

L'horizon limoneux-sableux à forte compacité est ici peu épais ( 20 à 30 cm).

La salure ne dépasse 0,5 mmhos/cm qu'au-delà de 50 cm de profondeur et le SAR sur extrait 1/5 atteint 7,8.

3.2.3. Sols peu évolués non climatiques, d'apport alluvial, sous-Groupe salé : (UNITE 2)

3.2.3.1. Sous-Groupe salé, Faciès à Taches et Concrétions Ferrugineuses :

PROFILS, NT 1 - 8 - 28-36 (ANNEXE 1 : Analyses complètes); NT 37 (Profil type)

PROFILS, NT 6 - 13 - 14 - 20 - 60A (ANNEXE 2 : Analyses partielles)

PROFIL TYPE, NT 37 : Sur matériaux limono-sableux et argileux en profondeur du Fluvio-deltaïque haut, à nappe alcalisante, tronqué.

Description du Profil :

Morphologie de surface : plane - surface battante, décapée par le vent - concrétions ferrugineuses libres ( 1 à 2 %) - Accumulation limono-sableuse feuilletée dans les irrégularités de la surface (1 à 10 cm de profondeur) et sous forme de dunettes éparses.

Végétation : Touffes clairsemées d'Artrocnum glaucum.

renseignements des stations s'étalent sur des périodes de durées variables, souvent relativement courtes, mais suffisamment représentatives si on les compare à ceux de périodes plus anciennes, plus longues mais moins complètes.

2.2.1. Lcs pluies

La pluviométrie moyenne annuelle à N'THIAGAR est de l'ordre de 350 mm (Tableau 1 - Fig. 2) répartie sur 3 mois avec un maximum en Août. Les pluies de saison sèche (heugs) sont rarement significatives (1 à 5 mm).

Les caractéristiques des pluies sont l'irrégularité inter-annuelle et saisonnière et la forte intensité (averses).

STATIONS \ MOIS	MOIS												TOTAL
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
ROSSO	0,2	1,1	0,2	0,1	2,4	9,0	40,7	147,5	79,7	31,7	2,6	3,3	318,5
RICHARD-TOLL	0,6	1,0	0,1	0,1	2,9	13,7	56,7	118,3	96,3	42,3	4,9	4,8	341,5

TABLEAU 1 : Précipitations moyennes mensuelles à ROSSO et RICHARD-TOLL ( 1966 - 1979 )

- Les variations quantitatives des précipitations entre années excédentaires et déficitaires atteignent pour SAINT-LOUIS 450 mm, pour une moyenne annuelle peu significative de 346 mm (TABLEAU 2). D'une façon générale, les précipitations restent inférieures à 400 mm (domaine sahélien).

MOYENNE	MAXIMA	MINIMA	$\frac{MAXIMA}{MINIMA}$	ECART
346 mm	592,7 mm	141,8 mm	4,28	450,9 mm
100 %	171,3 %	40,9 %		

TABLEAU 2 : Les précipitations annuelles maxima et minima en pourcentage de la moyenne (Stations de Saint-Louis 1931 - 1975)

- L'étude de l'intensité et de la fréquence des averses orageuses donne de précieux renseignements sur leur action érosive. Il est important de connaître l'effet des premières pluies sur les nus salés soumis à une sécheresse de 8 à 9 mois (voir paragraphe 3.6).

- 0 - 10 cm : Brun-pâle (10 YR 6/3) - Texture sablo-limoneuse - Structure feuilletée - fendillée piégeant des concrétions - Quelques taches brun jaunâtre (10 YR 5/4) à la base.
- 0-10 à 25 cm : Sec - Brun-jaunâtre (10 YR 5/4) - 5 % à 10 % de taches jaune brunâtre (10 YR 6/8) de 0,5 à 2 cm irrégulières - 2 % de taches noires fines et allongées (3 cm) - 1 % de concrétions ferrugineuses de 0,2 à 1 cm - Efflorescences salines à la base (1 %) - Texture sablo-limoneuse - structure prismatique de 5 à 15 cm peu nette - Porosité moyenne - Très compact - Quelques racines - Limite ondulée sur 2 cm.
- 25 à 60 cm : Sec - Gris clair 10 YR 7/2 - 15 % de taches jaune brunâtre irrégulières de 2 à 3 cm - 2 % de taches noires fines - Quelques efflorescences salines au sommet - texture limono-sableuse - Structure massive - Faible porosité - Pas de racines - Limite régulière sur 2 cm.
- 60 à 90-100 cm : Sec à frais - Brun (10 YR 5/3) - 15 % de taches gris clair (10 YR 6/1), brun foncé (10 YR 4/4) brun jaunâtre (10 YR 5/8) et noires, irrégulières de 0,5 à 2 cm - Texture argileuse - Structure polyédrique anguleuse 4 à 8 cm - Porosité moyenne tubulaire - Compact à peu compact - Limite régulière sur 10 cm.
- 90-100 à 130 cm : Frais - Gris (10 YR 6/1) - 5 % de taches jaune rougeâtre - (7,5 YR 6/8) - Quelques iron-pipes ( 1 %) - Autres caractères identiques à ceux de l'horizon 60 à 90-100 cm.
- > 130 cm : Frais - Blanc à taches jaune brunâtre (10 YR 5/8) - Sableux peu compact à meuble.

ANALYSES DU PROFIL (voir page suivante).

L'horizon de surface est fortement remanié (structure feuilletée). L'augmentation du taux d'argile de 10 à 25 cm peut être due au lessivage de l'horizon sus-jacent, si cette différence n'est pas originelle. La C.E.C. est de l'ordre de 30 me/100 g d'argile (mélange essentiellement d'argiles de type illite et kaolinite). La perméabilité de cet horizon est faible ( $K = 0,09$  cm/h).

P R O F I L N T 37					
Profondeur en cm	0 - 10	10 - 25	25 - 60	60 - 90	90 - 130
G R A N U L O M E T R I E (10 <sup>-2</sup> )					
Humidité	1,0	3,0	1,5	6,0	6,0
Argile	8,4	16,2	11,4	54,7	39,3
Limon fin	5,7	3,7	8,0	21,9	13,9
Limon grossier	17,0	15,2	17,6	9,0	9,7
Sable fin	66,1	62,1	62,0	7,1	29,4
Sable grossier	1,1	0,5	0,2	0,1	0,4
Matière organique	0,4	0,2	0,1	-	-
Total	99,7	100,9	100,8	98,8	98,7
M A T I E R E O R G A N I Q U E - P H O S P H O R E e t p H					
C ‰	2,20	1,30	6,70	-	-
N ‰	0,19	0,12	0,58	-	-
C/N	11,60	10,80	11,60	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,14	0,14	0,26	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. ‰	0,010	0,010	0,010	-	-
pH eau 1/2,5	6,5	7,3	7,7	7,4	5,8
pH KCl	6,0	6,5	6,7	6,5	5,1
S O U F R E					
Gypse S ‰	-	-	-	0,26	-
Jarosite S ‰	-	-	-	0,0	-
S/total ‰	2,37	1,67	0,73	1,58	1,84
V A L E U R T e n m / 1 0 0 g					
T	3,48	6,05	3,97	16,01	11,99
S E L S S O L U B L E S (sur un extrait au 1/5) (me/l)					
Conductivité mmhos/cm	4,8	2,7	,05	2,8	3,2
pH	5,6	5,9	6,8	6,6	5,7
Ca <sup>++</sup>	3,13	2,0	0,09	0,46	0,63
Mg <sup>++</sup>	11,4	4,44	0,18	1,56	2,31
K <sup>+</sup>	0,51	0,40	0,28	0,35	0,43
Na <sup>+</sup>	32,50	20,8	9,40	25,3	27,5
Somme cations	47,54	27,64	9,95	27,27	30,87
Cl <sup>-</sup>	46,0	20	7,25	22,0	25,0
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	2,14	7,54	2,14	6,0	5,06
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,0	0,0	0,08	0,07	0,0
Somme anions	48,14	27,54	9,47	28,07	30,06
R A P P O R T S C A R A C T E R I S T I Q U E S					
Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	21,5	2,6	3,4	3,7	4,9
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	2,8	4,7	52,2	16,2	11,9
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,27	0,45	0,5	0,29	0,27
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	63,7	52,0	33,6	72,3	63,9
S A R	12,0	11,6	25,6	25,2	22,7
A N A L Y S E S P H Y S I Q U E S					
pF 4,2	3,0	5,8	5,0	20,6	15,5
K (cm/h) Laboratoire	0,17	0,57	0,12	0,09	0,05

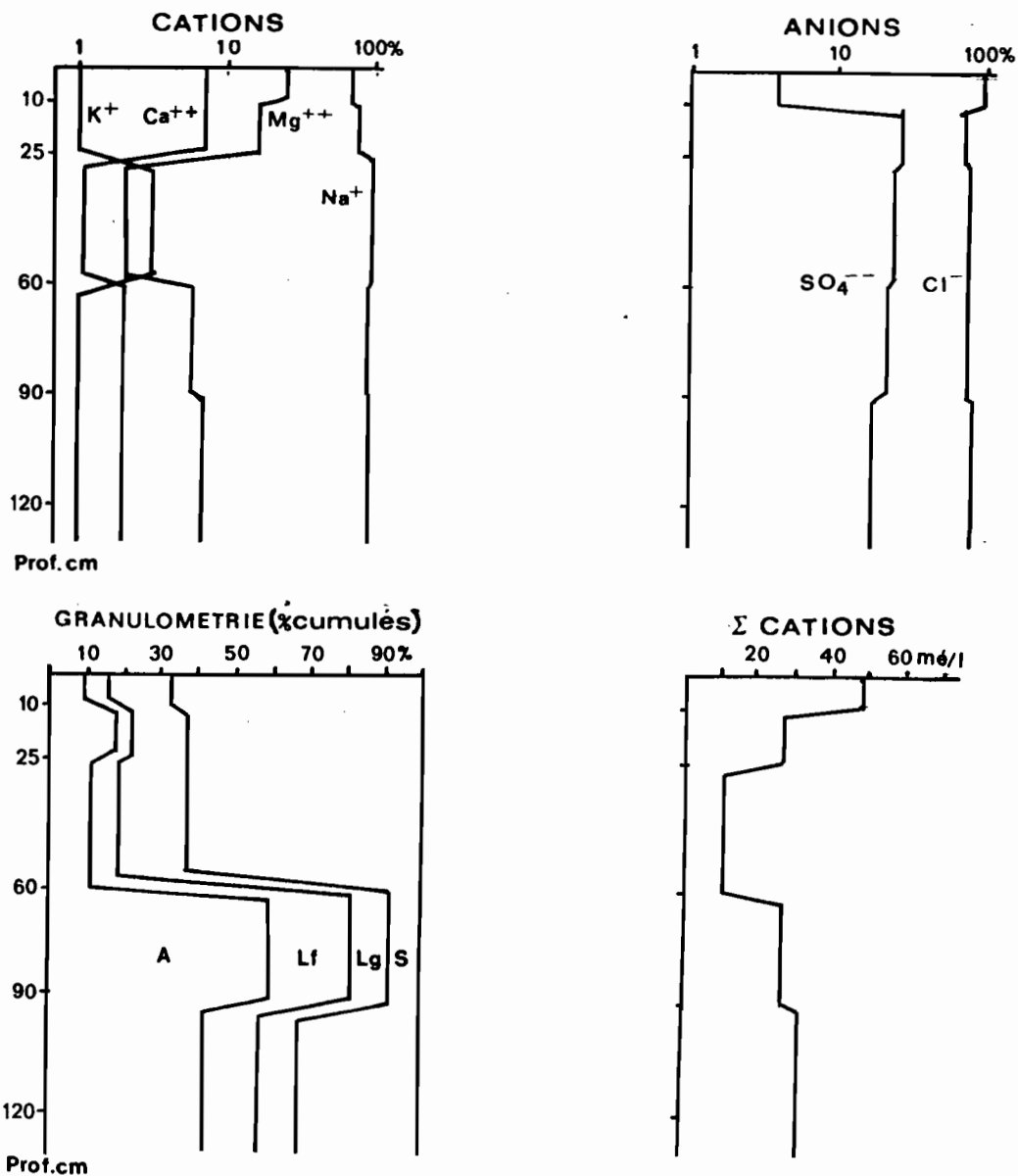


Fig 8 - Profils salins et granulométriques du profil NT37

Les trois premiers horizons limono-sableux forment un profil salin "ascendant" (Fig. 8). La forte capacité de rétention des horizons argileux profonds entraîne une élévation de la somme des cations des extraits 1/5.

Dans les horizons supérieurs, on note une forte augmentation des cations  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$  corrélativement à une baisse du sodium. Mis à part du chlorure de sodium, il n'a pas été observé de gypse et de chlorures magnésiens et calciques, ceux-ci facilement identifiables du fait de leur hygroscopicité. Ceci peut aussi s'expliquer par le fait qu'en solutions concentrées, les cations  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$  du complexe d'échange passeraient en solution et le  $Na^+$  sur le complexe (LE BRUSQ J.-Y. et LOYER J.-Y. 1982)

Le rapport  $Cl^-/SO_4^{--}$  (voir analyses) décroît fortement sous la surface. L'ion-sulfate est 5 à 6 fois plus élevé en profondeur.

Le SAR de la solution diluée au 1/5 double au-delà de 25 cm de profondeur (12 à 25). Le  $Na/T_{(U.S.S.L.)}$  à cette dilution passe de 14 à 26 % sans variations notables de la capacité d'échange cationique. Ainsi, l'alcalisation est-elle probable dans des conditions saturées.

### 3.2.3.2. Sous-Groupe salé, Faciès hydromorphe à concrétions calcaires

Profil Type, NT 35 : Sur matériaux limono-argileux à limono-sableux, du Fluvio-deltaïque haut, à nappe alcalisante, tronqué.

Description du Profil :

Morphologie de surface : plane - croûte ou pellicule de battance, désagrégée à 70 %

Végétation : arbustes morts

(Profil sec)

- 0 à 0 - 4 cm : Brun pâle en surface (10 YR 6/3) - croûte de battance en plages discontinues de 2 à 4 cm d'épaisseur, légèrement fendillée ou micro-agrégats de 1 à 5 mm. Efflorescences salines après 1 cm (2 %).
- 1 - 4 à 20 cm : Brun (10 YR 5/3) avec 5 à 15 % de taches grises (10 Y 6/1) et brun jaunâtre (10 YR 5/8), et 2 % de taches noires, de 0,5 cm irrégulières, peu contrastées - Texture limono-argileuse - Structure polyédrique subanguleuse à tendance plaquettaire - Porosité moyenne - Compact - Rares racines fines - Limite régulière sur 3 cm.
- 20 à 60 cm : Brun-jaunâtre clair (10 YR 6/4) - 2 % de taches brun jaunâtre de 0,5 cm arrondies et 5 % de taches noires de 0,2 cm allongées - 5 à 10 % de concrétions allongées irrégulières arrondies de 2 à 5 cm de longueur et peu nombreuses de 5 mm. 2 % de concrétions noires arrondies de 0,5 cm - Texture limono-sableuse - Structure massive - Faible porosité - Forte compacité - Limite régulière sur 2 cm.
- 60 à 90-105 cm : Brun (10 YR 5/3) - 15 % de taches brun-jaunâtre (10 YR 5/8), noires et grises irrégulières de 1 à 2 cm - 2 % de concrétions - Texture limoneuse - Banc sableux vers 80 cm - Structure polyédrique subanguleuse peu nette - Porosité moyenne fine - Très compact - Limite ondulée sur 5 cm.

> 90 cm : Blanc 10 YR (8/2) - 15 % de taches brun jaunâtre (10 YR 6/8 à 5/8) - 2 % de taches brun rougeâtre (10 YR 4/4) - texture limono-sableuse - Mal structuré - Peu compact.

ANALYSES DU PROFIL (voir page 46).

Ce type de sol est observé sur deux petites unités à l'Est et au Centre du secteur.

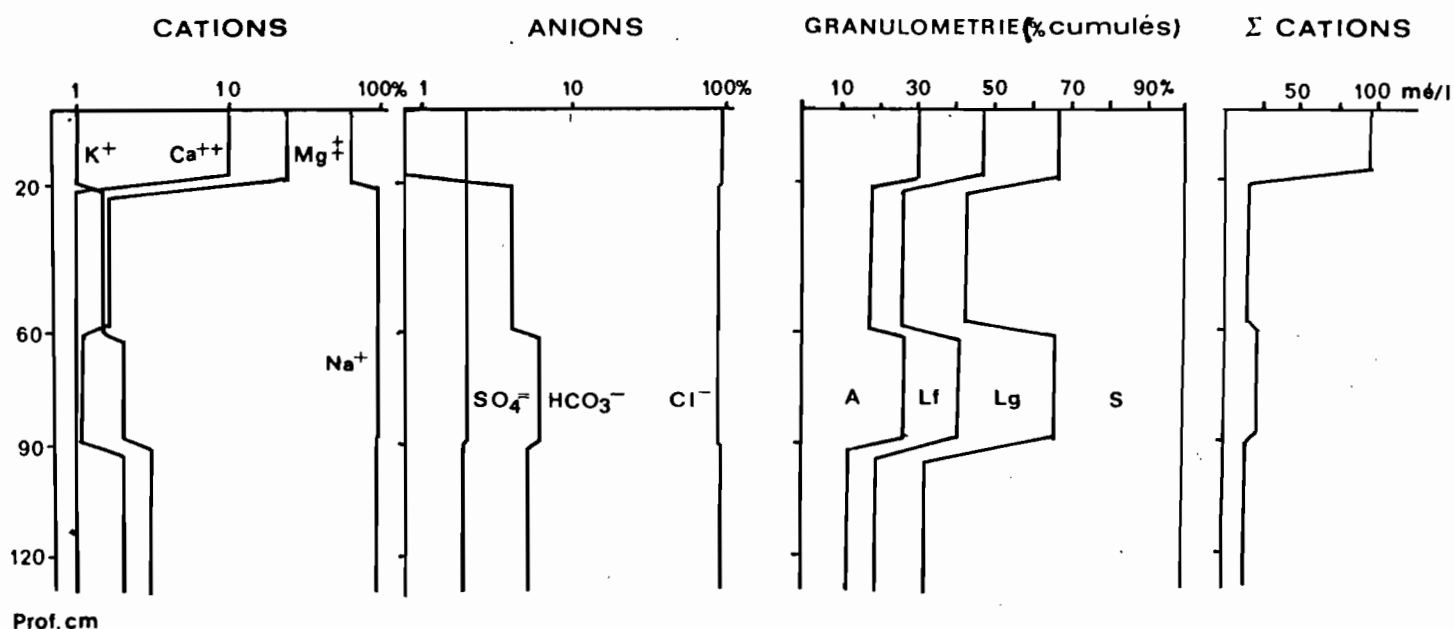


Fig 9 - Profils salins et granulométriques du profil NT35

Les graphiques de la Figure 9 montrent que 90 % du  $\text{Ca}^{++}$  et du  $\text{Mg}^{++}$  disparaissent en dessous de 20 cm de profondeur (de 10 à 1 % pour  $\text{Ca}^{++}$  dans l'extrait 1/5) où il a été observé 5 à 10 % de concrétions carbonatées (précipitations de carbonates de calcium et de magnésium - 28 % de  $\text{CaCO}_3$ ). Ce type d'accumulation est rare en aval.

Les anions  $\text{Cl}^-$  et  $\text{SO}_4^{--}$  conservent une valeur pratiquement constante, contrairement à l'ion bicarbonate qui apparaît dans les horizons à concrétions.

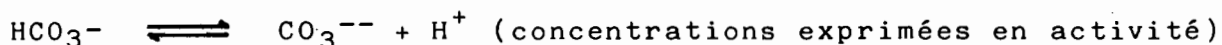
Le SAR comme dans le sol précédent augmente en profondeur (14 à 30).

L'analyse de la nappe incomplète (Tableau 4), n'a pas permis de faire de relation avec la composition des extraits 1/5 du sol.

En utilisant les activités des ions solubilisés dans l'extrait 1/5 (solution concentrée), nous pouvons déterminer, comme il a été effectué pour les nappes (paragraphe 2.4.2.) pour quels minéraux celui-ci est éventuellement saturé - (Voir tableau ci-dessous).

Profondeur en cm	$\text{Ca}^{++}$		$\text{SO}_4^{--}$		$\text{CO}_3^{--}$		P.A.I. du gypse	P.A.I. du carbonate de calcium
	Molalité	Activité	Molalité	Activité	Molalité	Activité		
0 - 20cm	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$1,744 \cdot 10^{-3}$	$9,85 \cdot 10^{-4}$	$2,018 \cdot 10^{-4}$	0	0	$10^{-6,4}$	-
30 - 60cm	$4,0 \cdot 10^{-5}$	$2,502 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$7,225 \cdot 10^{-5}$	$5,2 \cdot 10^{-4}$	$4,588 \cdot 10^{-4}$	$10^{-8,7}$	$10^{-11,0}$
60 - 90cm	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$5,817 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$8,452 \cdot 10^{-5}$	$1,14 \cdot 10^{-3}$	$9,848 \cdot 10^{-4}$	$10^{-8,3}$	$10^{-10,0}$
> 90cm	$5,0 \cdot 10^{-5}$	$3,217 \cdot 10^{-5}$	$8,5 \cdot 10^{-5}$	$4,903 \cdot 10^{-5}$	$6,2 \cdot 10^{-4}$	$5,512 \cdot 10^{-4}$	$10^{-8,8}$	$10^{-10,6}$

Au pH considéré (7,2 à 7,5 dans le profil NT 35), la quantité de  $\text{CO}_3^{--}$  théorique est faible (le système  $\text{CO}_2$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{CO}_3^{--}$   $\text{CaCO}_3$ , en équilibre à l'air possède un pH de 8,4) ; nous pouvons la calculer à partir de la constante d'équilibre du système :



$$K(\text{HCO}_3^-) = \frac{(\text{CO}_3^{--}) (\text{H}^+)}{(\text{HCO}_3^-)} = 10^{-10,3}$$

$$\text{d'où } (\text{CO}_3^{--}) = \frac{(\text{HCO}_3^-) 10^{-10,3}}{10^{-\text{pH}}}$$

Produit d'activité ionique (P.A.I.) du gypse et du carbonate de calcium pour une solution saturée :

$$(Ca^{++}) (SO_4^{--}) (H_2O)^2 = 10^{-4,6} \quad (\text{LE BRUSQ J.-Y. et LOYER J.-Y. 1982})$$

$$(Ca^{++}) (CO_3^{--}) = 10^{-8,3} \quad (\text{GARRELS R.M. et CHRIST C.L., 1967}).$$

Les extraits 1/5 ne sont saturés pour aucun de ces minéraux avec un facteur de concentration trop faible au moins égal à  $10^{-2}$ . Ainsi, on peut estimer que l'extrait saturé sera également sous-saturé.

Le carbonate de calcium total dosé dans la terre fine est inférieur à 0,1 % sauf dans l'horizon 60-90 cm où il atteint 1 % . Les concrétions ont été séparées, mais des pollutions ont pu se produire.

La sous-saturation pour le carbonate de calcium, la quantité de  $Ca^{++}$  soluble très faible prouvent qu'un système actuel d'accroissement des concrétions à partir de la solution du sol est impossible. On peut émettre à l'inverse, l'hypothèse d'une dégradation.

L'horizon de surface, sans concrétions, de texture plus fine, acide (pH = 5,3), très chargé en sels solubles en particulier en cations  $Ca^{++}$  ET  $Mg^{++}$ , a pu être déposé, secondairement après la formation des concrétions (le contact est assez net) ou avoir subi une décarbonatation descendante.

Des sols à proximité de ce profil, en bordure d'une petite cuvette (profils NT 3 - 4 - 5) possèdent de petits niveaux (5 à 10 cm) à concrétions carbonatées. Nous avons vu que les nappes des sols en position haute sont pauvres en cations bivalents ; en plus des migrations latérales, nous pouvons effectivement évoquer le piégeage de ces cations dans les sols des zones de transition et autour de certaines cuvettes.

P R O F I L N T 35				
Profondeur en cm	0 - 20	30 - 60	60 - 90	> 90
G R A N U L O M E T R I E (10 <sup>-2</sup> )				
Humidité	3,0	2,0	3,0	1,5
Argile	29,1	17,6	24,9	11,9
Limon fin	11,4	8,0	13,9	6,7
Limon grossier	24,2	16,9	24,0	12,6
Sable fin	30,3	55,5	31,4	66,0
Sable grossier	1,0	0,2	1,6	0,7
Matière organique	0,6	0,1	0,4	-
Total	99,6	100,3	99,2	99,4
M A T I E R E O R G A N I Q U E - P H O S P H O R E e t p H				
C %	3,52	0,72	2,16	-
N %	0,29	0,06	0,18	-
C/N	12,10	12,0	12,00	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,30	0,20	0,24	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. %	0,015	0,010	0,010	-
pH eau 1/2,5	5,9	8,3	8,5	8,6
pH KCl	5,5	7,4	7,8	7,7
C A L C A I R E				
CO <sub>3</sub> Ca total %	-	0,07	1,03	0,10
C A T I O N S E C H A N G E A B L E S e n m e / 1 0 0 g				
Ca <sup>++</sup>	7,75	2,13	12,4	-
Mg <sup>++</sup>	20,0	4,38	10,9	-
K <sup>+</sup>	0,58	0,38	0,6	-
Na <sup>+</sup>	30,5	10,0	12,5	-
S	58,83	16,89	36,4	-
T	12,47	8,10	13,07	-
S/T %	Salé	Salé	Salé	-
Na/T %	?	?	?	-
S E L S S O L U B L E S (sur un extrait au 1/5) (me/l)				
Conductivité mmhos/cm	8,7	1,5	2,05	1,3
pH	5,3	7,2	7,5	7,4
Ca <sup>++</sup>	9,0	0,08	0,2	0,10
Mg <sup>++</sup>	24,5	0,20	0,49	0,31
K <sup>+</sup>	0,46	0,16	0,29	0,21
Na <sup>+</sup>	60,5	13,8	19,20	11,5
Somme cations	94,46	14,24	20,18	12,12
Cl <sup>-</sup>	92,5	13,3	18,0	11,3
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	1,97	0,26	0,34	0,17
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,0	0,52	1,14	0,62
Somme anions	94,47	14,08	19,48	12,09
R A P P O R T S C A R A C T E R I S T I Q U E S				
Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	47,0	51,1	52,9	66,5
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	2,46	69,0	39,2	37,1
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,37	0,40	0,41	0,32
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	131,5	86,2	66,2	54,8
S A R	14,8	36,9	32,7	25,4
A N A L Y S E S P H Y S I Q U E S				
pF 4,2	9,2	7,3	11,7	4,7
K(cm/h)laboratoire	0,44	0,05	0,10	0,06

### 3.3. LES SOLS HYDROMORPHES

Des phénomènes d'hydromorphie affectent presque toujours les sols du delta du Sénégal. Dans la partie Nord de la cuvette de N'THIA-GAR, l'engorgement est actuellement permanent dans une seule cuvette. Ailleurs, nous avons observé les signes d'une hydromorphie temporaire : horizon de pseudogley. Le fer oxydé est redistribué dans le sol en taches ou concrétions plus ou moins nettes et nombreuses selon la texture et la couleur de fond du matériau.

Dans la classe des sols Hydromorphes, ces caractères sont prédominants. Le pourcentage de matière organique est inférieur à 2,5 % : nous sommes dans le domaine des SOLS HYDROMORPHES PEU HUMIFERES.

Un horizon à gley (réduit) à plus de 1,5 m de profondeur est lié aux nappes. Les 10 premiers centimètres présentent souvent les caractères d'un horizon à gley oxydé le long des pores et des racines. L'arrivée brutale des pluies, les effets de l'inondation ancienne par la crue semblent en être responsables.

Toutes les unités géomorphologiques sauf le fluvio-deltaïque "indifférencié" et les deltas de rupture, comportent des sols Hydromorphes.

Nous avons vu que la végétation est un bon indice de l'intensité de l'hydromorphie et éventuellement de la salure de surface (sous-groupe ou faciès salé).

Il a été distingué 2 groupes :

- GROUPE A PSEUDO-GLEY ET GLEY DE PROFONDEUR ( > 1,5 m)
  - Sous-Groupe Modal à taches ferrugineuses (UNITE 3)
    - . Faciès salé et Faciès "sain"
  - Sous-Groupe Salé (UNITE 4)
    - . Faciès verticale et Faciès modal

- GROUPE A GLEY

- Sous-Groupe à Gley salé Peu profond ( < 20 cm ) ( UNITE 5)

Famille : sur matériaux très fins à grossiers du Fluvio-deltaïque bas et de cuvette de décantation.

Caractères complémentaires

Nappe alcalisante  
Présence de jarosite en profondeur  
à concrétions calcaires  
Bassin de réception des eaux d'exhaure  
Localement cultivés.

3.3.1. Caractères Généraux

Les horizons de surface sont bien structurés. Les matériaux en profondeur au-delà de 30 à 60 cm possèdent des caractères peu évolués (alternance de couches sableuses et argileuses).

La matière organique (de 1,5 à 2,5 %) est bien évoluée (C/N entre 11 et 14) sur les 30 premiers cm, le pH acide (5,5 à 6) et la capacité d'échange saturée à 80 % environ - Celle-ci atteint 35 à 45 mé/100 g d'argile (mélange de type illite prédominante et montmorillonite essentiellement). En profondeur, la matière organique décroît rapidement (0,5 à 0,1 %) tout en restant bien évoluée (C/N entre 10 et 12). Le pH variant entre 6,5 et 8,5, est exceptionnellement très acide (< 4,5).

Les cations échangeables, quand ils ont pu être dosés, sont dans l'ordre décroissant d'importance, Mg<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> - Mg<sup>++</sup> atteint 40 à 45 % de la valeur T (C.E.C.).

Les sols sont assez bien pourvus en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total, relativement à un taux d'azote déficitaire. La fertilité est moyenne à bonne (voir carte factorielle).

3.3.2. Sols Hydromorphes peu humifères, à pseudo-gley et gley de profondeur,

Sous-Groupe modal à taches ferrugineuses : (UNITE 3)

3.3.2.1. Sous-Groupe modal à taches ferrugineuses,

PROFIL : NT 25 (ANNEXE 1)

PROFILS : NT 12 - 16 (ANNEXE 2)

Nous comparerons 2 sols dont la conductivité de l'extrait 1/5 est inférieure à 0,25 mmhos/cm dans tous les horizons, mais avec un taux de sodium échangeable différent (PROFILS NT 42 et NT 17).

Profil Type, NT 42 : Sur matériaux argilo-limoneux à limono-sableux en profondeur de partie basse du Fluvio-deltaïque.

#### Description du profil

Morphologie de surface : Légèrement bosselée - Fentes de dessiccation de 1 à 2 cm.

Végétation : Steppe arbustive à *Indigofera tinctoria* et *Borreria verticillata*.

Couverture irrégulière herbacée sèche à *Echinochloa colona*.

0 à 32 cm : Sec - Brun grisâtre à gris (10 YR 5/2 à 5/1) - 5 à 40 % à la base de taches brun-jaunâtre (10 YR 5/8) de 1 à 3 cm irrégulières et peu nettes, dans les agrégats et le long des pores et des racines en surface sur 10 cm - 2 % de taches noires sur les faces des agrégats - Texture argilo-limoneuse - Structure polyédrique anguleuse à subanguleuse de 1 à 4 cm. Sur-structure prismatique peu nette - Porosité faible à moyenne tubulaire et vésiculaire de 0,5 à 1 mm. Nombreuses racines fines - Très cohérent et très compact - Limite régulière sur 2 cm.

32 à 45 cm : Sec - Bariolé, brun très pâle 10 YR 7/4 et jaune brunâtre (10 YR 6/8 - 1 % de taches rouges (2,5 YR 5/6) - 2 % de taches noires, de 0,2 à 1 cm, allongées ou irrégulières - Texture limono-sableuse - Structure massive à prismatique nette - Fentes de retrait partiellement remplies de limons et sables fins brun-jaunâtre clair (10 YR 6/4) - Porosité moyenne tubulaire de 1 à 1,5 mm - Quelques racines fines - Cohérent - Compact - Limite régulière sur 2 cm.

> 45 cm : Sec - Blanc 2 à 40 % de taches brun-jaunâtre (10 YR 5/6 à 5/8) isolées ou concentrées, de 1 à 10 cm, peu contrastées - 5 à 15 % de taches noires de 1 cm irrégulières - 5 % d'iron-pipes - 1 % de taches rouge jaunâtre (5 YR 5/8) - Sableux - Peu compact à meuble.

#### ANALYSES DU PROFIL (voir page suivante)

Les horizons profonds limono-très sableux (> 45 cm), très filtrants (K = 13,5 cm/h) empêchent les remontées capillaires de la nappe vraisemblablement salée et facilitent éventuellement le lessivage des sels. L'indice d'une salure ancienne, ponctuelle, est la présence de quelques taches rouges, toujours observées dans les sols "soumis à la salure et à l'hydromorphie (Na/T égal à 3,3 %).

	P R O F I L N T 17					P R O F I L N T 42		
Profondeur en cm	0 - 15	30-60	60-90	90-120	>120	0 - 32	32-45	90-120

GRANULOMETRIE (10<sup>-2</sup>)

Humidité	6,0	2,0	2,0	0,5	1,0	4,0	1,0	0,1
Argile	59,9	26,1	36,5	9,9	10,2	38,8	12,4	1,5
Limon fin	16,6	11,9	3,2	4,5	5,0	13,7	9,7	0,7
Limon grossier	7,7	21,7	27,0	10,6	16,2	16,0	13,9	1,7
Sable fin	8,9	33,8	29,7	73,8	65,7	26,4	62,3	95,4
Sable grossier	0,2	3,1	0,8	0,8	1,5	0,2	0,8	0,5
Matière organique	2,6	0,3	-	-	-	1,2	0,2	-
Total	101,9	98,9	99,2	100,1	99,6	100,3	100,3	99,9

MATIERE ORGANIQUE - PHOSPHORE et pH

C %	15,0	1,64	-	-	-	6,70	1,28	-
N %	1,04	0,15	-	-	-	0,58	0,10	-
C/N	14,4	10,9	-	-	-	11,6	12,8	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,45	0,27	-	-	-	0,26	0,14	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. %	0,007	0,007	-	-	-	0,010	0,010	-
pH eau 1/2,5	5,5	7,0	7,2	7,3	8,2	5,8	6,6	6,9
pH KCl	4,4	5,5	5,7	6,2	6,7	4,8	5,6	5,9

SOUFRE - F E R

S total %	0,27	0,15	0,15	0,19	-	-	-	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> titak %	5,62	5,85	2,80	1,50	2,17	-	-	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre %	3,40	4,08	2,18	1,02	1,64	-	-	-

CATIONS ECHANGEABLES en mé/100 g

Ca <sup>++</sup>	10,75	4,0	3,88	-	-	7,00	2,13	0,63
Mg <sup>++</sup>	11,25	5,0	5,75	-	-	7,00	2,00	0,63
K <sup>+</sup>	0,68	0,20	0,21	-	-	0,88	0,15	0,08
Na <sup>+</sup>	0,78	0,69	1,13	-	-	0,28	0,15	0,08
S	23,46	9,89	10,97	-	-	15,16	4,43	1,42
T	28,95	11,48	11,25	3,52	4,68	16,50	4,46	1,60
S/T %	81	86	92	-	-	92	99	89
Na/T %	2,7	6,0	10,0	-	-	1,7	3,3	-
Mg/T %	38,9	43,6	51,1	-	-	42,4	44,8	-

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5)

Conductivité mmhos/cm	0,15	0,06	0,09	0,24	0,15	0,06	0,05	0,03
pH	5,8	7,2	7,8	8,0	8,6	6,4	6,3	6,8

ANALYSES PHYSIQUES

pF 4,2	20	10,5	11,2	4,4	-	11,5	3,7	1,0
K(cm/h)laboratoire	-	-	-	-	-	0,58	1,05	13,5

Profil Type, NT 17 : Sur matériaux argilo-limoneux à limono-sableux en profondeur, de cuvette de décantation, à nappe alcalisante.

Les caractères morphologiques diffèrent peu du profil précédent : on observe des lentilles argileuses en profondeur. Les horizons en dessous de 30 cm sont frais à humides avec des taches rouges nettes (5 %) au-delà d'un mètre.

ANALYSES DU PROFIL (voir page précédente)

La conductivité de l'extrait 1/5 est légèrement plus élevée dans l'horizon de surface et en dessous de 90 cm (0,15 à 0,24 mmhos/cm).

Le taux de sodium échangeable, de 2,7 % en surface passe à 10 % à 60 cm de profondeur. La présence, même en faible quantité de sels solubles, nous amène à minorer ce chiffre. Cependant, un début d'alcalisation est certain. Ce profil représente une unité en position plus basse que la précédente. L'humidité du sol indique la proximité de la nappe.

Dans cette cuvette les eaux de pluies s'accumulent et lessivent partiellement les sels, mais le sodium reste fixé sur le complexe. La nappe risque de remonter rapidement si le sol est irrigué sans drainage. Les apports de calcium seraient indispensables avant que l'alcalisation s'accroisse et remonte vers la surface

Dans une autre cuvette, le profil NT 25, est imprégné d'une nappe peu profonde ( - 1,3 m) dont le SAR est égal à 31. Le ESP (USS) (Na/T en %) est égal à 30 - (Tableau 4).

#### 3.3.2.2. Sous-Groupe modal à taches ferrugineuses, Faciès salé

Profil Type NT 24 : sur matériaux argileux à limoneux de cuvette, à nappe alcalisante.

## Description du profil

### PROFIL NT 24

Morphologie de surface : Légèrement ondulée - Fentes de dessiccation de 1 à 2 cm de large définissant un réseau de prismes de 5 à 10 cm dont la partie supérieure se détache.

Végétation : Cypéracées (*Scripus maritimus*) et Tamaris (*Tamarix senegalensis*) en taches irrégulières (20 %).

- 0 à 20 cm : Sec Gris (10 YR 5/1) - 20 % de taches jaunes à jaune brunâtre (10 YR 7/8 à 6/8) de 1 à 2,5 cm irrégulières, dans les agrégats et le long des pores et des racines. Texture argileuse - Structure prismatique peu nette à sous-structure polyédrique nette. Bonne porosité tubulaire et vésiculaire de 1 à 5/10 de mm. Peu compact - Racines - Limite ondulée sur 5 cm.
- 20 à 65 cm : Frais à humide à la base - brun grisâtre (10 YR 5/2) 15 à 20 % de taches brun jaunâtre (10 YR 5/8) et 5 % de taches noires de 1 à 3 cm arrondies - 2 % d'iron-pipes à la base - Texture limono-argileuse - Structure polyédrique subanguleuse peu nette - Peu compact - Quelques racines - Limite régulière sur 4 cm.
- 65 à 150 cm : Humide - Brun gris-clair à brun pâle (10 YR 6/2 à 6/3). Même type de taches que de 20 à 65 cm - lentilles centimétriques argileuse dans un matériau sablo-argileux - Structure massive - Plastique.
- 150 cm : Nappe salée (Niveau de Décembre 1981).

### ANALYSES DU PROFIL (page 53)

L'influence de la nappe salée et alcalisante (SAR = 27,  $ESP_{USSL} = 29$ ) se manifeste faiblement en surface par un taux de sodium échangeable de l'ordre de 5 %. De 30 à 90 cm, le pH supérieur à 7,5, la prédominance du calcium comme cation échangeable (et partiellement soluble) l'anion bicarbonate, témoignent de la présence de formes de carbonate de calcium ; il a été dosé sous forme partiellement précipitée dans l'horizon 60-90 cm (pH=8,5) mais non observé dans le profil. Le magnésium redevient prédominant en dessous de 90 cm. La composition de la nappe n'indique pas un déficit en Calcium dans le contexte du secteur. Le matériau récélait peut-être à l'origine des carbonates (coquilles...).

P R O F I L N T 24				
Profondeur en cm	0 - 20	30 - 60	60 - 90	90 - 120
G R A N U L O M E T R I E (10 <sup>-2</sup> )				
Humidité	5,0	3,0	2,5	3,0
Argile	44,5	28,1	30,6	24,9
Limon fin	13,4	12,9	12,4	11,9
Limon grossier	14,2	23,8	24,1	23,5
Sable fin	22,2	28,2	28,8	35,4
Sable grossier	0,3	2,6	0,6	0,6
Matière organique	2,9	0,4	0,4	0,3
Total	102,5	99,0	99,4	99,6
M A T I E R E O R G A N I Q U E - P H O S P H O R E et pH				
C ‰	16,6	2,1	2,4	2,0
N ‰	1,5	0,20	0,20	0,20
C/N	11,1	10,5	12,0	10,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,45	0,57	0,76	0,98
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. ‰	0,007	0,015	0,052	0,055
pH eau 1/2,5	5,6	7,7	8,5	7,8
pH KCl	4,5	6,0	7,6	7,1
C A L C A I R E - S O U F R E				
CO <sub>2</sub> Ca total %	-	-	0,40	-
Gypse S ‰	0	0,03	-	-
Jarosite S ‰	0,04	0	-	-
S/total ‰	1,40	0,39	0,26	0,51
C A T I O N S E C H A N G E A B L E S en mé/100 g				
Ca <sup>++</sup>	7,88	6,25	11,63	4,25
Mg <sup>++</sup>	9,25	6,88	8,88	9,25
K <sup>+</sup>	0,71	0,55	0,74	0,81
Na <sup>+</sup>	1,15	1,81	1,76	1,70
S	18,99	15,49	23,01	16,01
T	23,08	14,18	14,55	13,13
S/T %	82	Calcaire	Calcaire	Salé
Na/T %	5,0	≈ 7	?	?
Mg/T %	40,1	-	-	-
S E L S S O L U B L E S (sur un extrait au 1/5) (me/l)				
Conductivité en mhos/cm	0,13	0,15	0,67	1,9
pH	6,2	7,6	7,5	6,7
Ca <sup>++</sup>	-	-	0,19	0,95
Mg <sup>++</sup>	-	-	0,35	3,25
K <sup>+</sup>	-	-	0,28	0,68
Na <sup>+</sup>	-	-	5,45	13,5
Somme cations	-	-	6,27	18,38
Cl <sup>-</sup>	-	-	4,0	15,0
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	-	-	1,11	2,72
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	-	1,32	0,18
Somme anions	-	-	6,43	17,90
R A P P O R T S C A R A C T E R I S T I Q U E S				
Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	-	-	3,6	5,5
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	-	-	15,6	4,1
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	-	-	0,54	0,29
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	-	-	19,5	19,8
S A R	-	-	10,5	9,3
A N A L Y S E S P H Y S I Q U E S				
pF 4,2	16,8	13,4	13,6	11,8

3.3.3. Sols Hydromorphes Peu Humifères à Pseudo-gley et Gley de profondeur, sous groupe salé (UNITE 4) :

La conductivité des extraits 1/5 des sols de cette unité, supérieure à 1 mmhos/cm, atteint parfois 2 à 3 mmhos/cm en dessous de 30 cm. Nous avons décidé de maintenir ces sols à l'intérieur de la classe des sols Hydromorphes et non des sols Sodiques car la végétation, la position morphologique (parties basses) et les caractères des profils l'indiquaient.

3.3.3.1. Sous\_Groupe\_salé, Faciès\_modal

PROFILES :, NT 10 - 67 (ANNEXE 2), 27 (Profil type)

Profil Type, NT 27 : Sur matériaux argilo-limoneux et sablo-argileux en profondeur, du Fluvio-deltaïque bas, à nappe alcalisante.

Description du profil

Morphologie de la surface : Faiblement ondulée - Quelques fentes de dessiccation - Apports limono-sableux sous forme de quelques dunettes. Feuilletage durci et poreux à surface battante de 2 à 15 mm d'épaisseur irrégulièrement réparti.

Végétation : Steppe à Echinochloa et Artrocneum glaucum.

- 0 à 30 cm : Sec - Gris à gris brunâtre-clair (10 YR 6/1 à 6/2) - 10 à 15 % de taches brun jaunâtre foncé à brun jaunâtre (10 YR 4/4 à 5/8) irrégulières de 1 cm, peu nettes - 2 % de taches rouges (2,5 YR 4/8), de 0,5 cm - 2 % de taches noires arrondies de 0,5 à 1 cm. Texture argileuse - Structure prismatique de 20 à 30 cm à sous-structure polyédrique subanguleuse nette de 2 à 3 cm - Porosité moyenne fine - Très compact - Nombreuses racines fines - Limite régulière sur 5 cm.
- 30 à 55 cm : Sec - Brun jaunâtre (10 YR 5/6) - 15 % de taches rouges (10 YR 4/6 à 4/8) arrondies ou irrégulières de 1 à 2 cm peu contrastées. 1 % de taches noires en lacis fin - Texture limoneuse - Structure polyédrique subanguleuse de 2 à 5 cm peu nette - Quelques cristaux blancs sur les faces horizontales des agrégats - Porosité moyenne - Peu compact - Limite régulière sur 3 cm.
- > 55 cm : Sec à frais - Banc sableux gris-clair (10 YR 7/1) avec 20 à 30 % de taches brun jaunâtre (10 YR 5/8) et noires nettes allongées verticalement ou diffuses en auréole, accompagnant 5 % d'iron-pipes - Concentration de taches rouges (10 R 4/8) vers 90 et 150 cm - Quelques lentilles argileuses (5 %) grises (10 YR 5/1) plastiques - Peu compact à meuble.

P R O F I L N T 27

Profondeur en cm	0 - 20	30 - 60	60 - 90	120	150
G R A N U L O M E T R I E (10 <sup>-2</sup> )					
Humidité	5,5	2,5	0,5	-	-
Argile	51,4	23,4	4,7	-	-
Limon fin	15,4	16,9	2,7	-	-
Limon grossier	11,9	14,5	12,5	-	-
Sable fin	14,9	41,5	78,2	-	-
Sable grossier	0,2	0,8	2,0	-	-
Matière organique	1,6	0,3	0,1	-	-
Total	100,9	99,9	100,7	-	-
M A T I E R E O R G A N I Q U E - P H O S P H O R E et pH					
C % <sup>o</sup>	9,4	1,6	0,6	-	-
N % <sup>o</sup>	0,7	0,14	0,06	-	-
C/N	13,4	11,4	10,0	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total % <sup>o</sup>	0,41	0,16	0,11	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. % <sup>o</sup>	0,010	0,015	0,010	-	-
pH eau 1/2,5	5,6	6,2	7,2	4,2	3,6
pH KCl	4,9	5,6	6,4	3,9	3,4
S O U F R E					
Gypse S % <sup>o</sup>	0,16	0,18	-	-	-
Jarosite S % <sup>o</sup>	0,03	0	-	-	-
S/total % <sup>o</sup>	1,15	0,59	0,56	0,44	0,89
V A L E U R T en me/100 g					
T	21,45	8,98	2,28	-	-
S E L S S O L U B L E S (sur un extrait au 1/5) (me/l)					
Conductivité mmhos/cm	1,15	2,0	1,1	0,62	1,25
pH	6,1	6,3	6,7	4,7	3,9
Ca <sup>++</sup>	1,10	1,56	0,70	0,31	1,30
Mg <sup>++</sup>	1,69	3,0	1,44	0,70	2,81
K <sup>+</sup>	0,23	0,27	0,21	0,19	0,38
Na <sup>+</sup>	8,50	14,5	7,90	4,63	12,6
Somme cations	11,52	19,33	10,25	5,83	17,09
Cl <sup>-</sup>	9,0	16,5	8,0	4,25	12,8
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	2,38	3,32	2,38	2,13	4,93
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0	0	0	0	0
Somme anions	11,38	19,82	10,38	6,38	17,73
R A P P O R T S C A R A C T E R I S T I Q U E S					
Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	3,78	4,97	3,36	2,0	2,60
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	5,00	4,80	5,50	6,60	4,50
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,65	0,52	0,49	0,44	0,46
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	36,9	53,7	37,6	24,4	33,1
S A R	7,2	9,6	7,6	6,5	8,8
A N A L Y S E S P H Y S I Q U E S					
pF 4,2	17,3	9,7	3,1	-	-

ANALYSES DU PROFIL (voir page précédente).

Le profil représente une unité qui diffère de la précédente uniquement par un taux de salure plus élevé, jusqu'en surface et la présence de nombreuses taches rouges.

Le pH est très acide à partir de 120 cm (4,2 à 3,6)

Les rapports  $Cl^-/SO_4^{--}$  et  $Ca^{++}/Mg^{++}$  décroissent en profondeur.

Le SAR (extrait 1/5) oscillant entre 6,5 et 9,6, l'ESP (USSL) entre 7,6 et 11,4 indiquent dans ces conditions diluées, déjà un début d'alcalisation. La nappe (SAR = 57 et  $ESP_{(USSL)} = 45$  - Tableau 4) peut l'accentuer.

### 3.3.3.2. Sous-Groupe salé, Faciès verticale -

Profil Type, NT 5 : Sur matériaux argileux à sablo-limoneux en profondeur, en bordure de cuvette de décantation, à nappe alcalisante.

#### Description du Profil

Morphologie de surface : Microrelief "gilgaï" peu marqué (amplitude des ondulations de 0,1 m pour 1 mètre de longueur). Réseau de fentes de dessiccation de 2 à 3 cm de large - Surface localement couverte d'une pellicule alguaire verte.

Végétation : Steppe à Echinochloa colona.

- 0 à 35 cm : Sec - Brun grisâtre foncé (10 YR 4/2) - 5 à 10 % de taches brun jaunâtre (10 YR 6/8) et 10 % noires, de 1 à 3 cm, arrondies peu contrastées - Texture argileuse - Structure prismatique de 15 à 20 cm - Quelques zones à agrégats en coins. Peu poreux - Très compact - Présence de matière organique fraîche au fond des fentes de dessiccation - Nombreuses racines fines, mortes - Limite ondulée sur 4 cm.
- 35 à 60 cm : Frais - Brun (7,5 YR 4/2) - 25 % de taches brun grisâtre 10 YR 5/2 et brun jaunâtre (10 YR 5/8) de 2 à 3 cm à bords peu nets, irrégulières - 2 % de concrétions noires de 0,5 cm - Texture argileuse - Structure polyédrique anguleuse de 1 cm, nette. Porosité moyenne - compact à peu compact - Limite régulière sur 2 cm.

P R O F I L N T 5

Profondeur en cm	0 - 15	30 - 60	60 - 120	60 - 120	90
------------------	--------	---------	----------	----------	----

G R A N U L O M E T R I E (10<sup>-2</sup>)

Humidité	6,0	6,5	2,0	1,0	-
Argile	61,9	57,4	15,2	3,0	-
Limon fin	19,6	17,4	10,2	4,0	-
Limon grossier	6,0	7,3	33,5	12,3	-
Sable fin	5,1	9,3	37,6	78,7	-
Sable grossier	0,2	0,7	1,0	0,4	-
Matière organique	1,7	1,2	-	-	-
	100,5	99,8	99,5	99,4	-

MATIÈRE ORGANIQUE - PHOSPHORE et pH

C %	9,6	7,0	-	-	-
N %	0,7	0,5	-	-	-
C/N	13,7	14,0	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,6	0,4	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. %	0,012	0,010	-	-	-
pH eau 1/2,5	5,9	6,4	7,6	7,8	7,9
pH KCl	5,1	5,7	6,7	6,8	7,5

S O U F R E

S/total %	1,15	1,76	-	-	1,30
-----------	------	------	---	---	------

VALEUR T en me/100 g

T	23,22	20,91	5,76	2,20	14,05
---	-------	-------	------	------	-------

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité mmhos/cm	0,95	3,20	2,95	1,35	2,90
pH	6,3	6,6	6,7	7,0	8,0
Ca <sup>++</sup>	0,63	2,06	1,56	0,59	1,25
Mg <sup>++</sup>	1,56	4,13	5,19	2,25	3,75
K <sup>+</sup>	0,15	0,34	0,35	0,19	0,36
Na <sup>+</sup>	6,13	24,4	21,0	9,44	24,1
Somme cations	8,47	30,93	28,10	12,47	29,46
Cl <sup>-</sup>	8,0	24,0	26,0	11,0	26,0
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	0,51	0,51	2,98	2,72	2,72
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,04	0,04	0,06	0,06	0,84
Somme anions	8,55	24,55	29,04	13,78	29,56

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	15,7	47,1	8,7	4,0	9,6
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	3,9	5,9	4,0	4,2	6,4
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,40	0,50	0,30	0,26	0,33
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	40,9	71,8	60,0	49,7	66,9
S A R	5,85	13,9	11,4	7,9	15,2

- > 60 cm : Alternance de niveaux limoneux brun jaunâtre 10 YR 5/4 et de niveaux sableux gris clair (10 YR 7/2) à taches jaune-brunâtre (10 YR 6/8) et noires isolées ou en auréole autour d'iron-pipes de 85 à 95 cm : 5 % de concrétions calcaires de 2 à 3 cm, allongées ou de forme irrégulière (niveau argileux): Dans l'ensemble très peu compact.

ANALYSES DU PROFIL (voir page précédente).

Le pourcentage de matière organique est encore de 1,2 % entre 30 et 60 cm. L'incorporation semble se faire par l'intermédiaire des fentes de retrait profondes.

Il existe deux niveaux de concrétions :

De 30 à 60 cm : concrétions dispersées vraisemblablement ferro-manganésifères.

De 85 à 95 cm : concrétions calcaires (gagnant parfois des iron-pipes) dans un niveau de rupture granulométrique.

La faible perméabilité des horizons supérieurs et leur forte capacité de rétention a permis le piégeage des sels de la nappe. Les extraits 1/5 sont plus fortement chlorurés de 0 à 60 cm ( $Cl^-/SO_4^{--}$  de 15 à 47), que ceux du profil-type de l'unité précédente.

Le SAR augmente en profondeur jusqu'à 15 ; L'ESP (USSL) de l'extrait 1/5 égal à 17. L'alcalisation (le pH ne dépasse pas 8) est théoriquement déjà importante.

#### 3.3.4. Sols Hydromorphes Peu Humifères, à Gley, Sous-Groupe à Gley salé Peu Profond (< 20 cm) (UNITE 5)

Seule la partie basse d'une cuvette au Sud du secteur, est occupée par cette unité. D'après des photos aériennes, en 1960, la typhaie occupait déjà cet endroit. L'utilisation comme zone d'épandage des eaux d'exhaure du casier rizicole de N'THIAGAR ne semble pas perturber pour le moment la végétation, sauf en bordure où les typhas disparaissent brutalement en liaison avec l'apparition de quelques efflorescences salines en surface.

La nappe peu profonde ( - 1,1 m en Février 1982) est en partie entretenue par ces eaux d'exhaure dont la conductivité n'a pu être mesurée. Le SAR des nappes des profils NT 219 et NT 241 et leurs ESP<sub>(USSL)</sub> dépassent 25 (Voir Tableau 4).

Profil Type NT 241 : Sur matériaux argilo-limoneux de partie basse de cuvette de décantation, à nappe alcalisante.

Description du profil :

Morphologie de

Surface : Bosselée en relation avec les touffes de végétation légèrement surélevées. Feutrage de débris organiques et d'algues - Quelques efflorescences salines sur les parties les plus hautes.

Végétation : Couverture très dense de *Typha australis* - Quelques *Acacia nilotica*.

- 0 à 25 cm : Frais à humide - Gris très foncé (10 YR 3/1) - 5 à 10 % de taches brun foncé (10 YR 3/3) de 1 à 3 cm irrégulières - 2 % de taches brun jaunâtre (10 YR 5/6) le long des pores et des racines - Texture argilo-limoneuse - Structure polyédrique subanguleuse peu nette - Porosité moyenne tubulaire et vésiculaire de 0,5 mm - Nombreuses racines fines - Peu compact - Limite régulière sur 10 cm.
- 25 à 80 cm : Humide - Brun grisâtre foncé (10 YR 4/2) - 5 à 10 % de taches noires de 1 à 2 cm irrégulières. Texture argilo-limoneuse - Structure polyédrique subanguleuse peu nettes. Bonne porosité tubulaire et vésiculaire de 1 mm - Quelques racines - Très peu compact - Limite régulière sur 5 cm.
- > 80 cm : Humide - Brun jaunâtre foncé à brun foncé (10 YR 4/4 à 5/3) - Taches grises (10 YR 5/1) luisantes sur les faces des agrégats - Texture argilo-limoneuse - Structure polyédrique subanguleuse peu nette à massive - Porosité moyenne - Très peu compact.

Nappe à 110 cm (niveau de Février 1982).

Le profil n'a pas été analysé.

La couleur foncée du sol dans l'horizon de surface est due à la matière organique issue des apports abondants de la typhaie, en milieu engorgé.

L'humidité rend la différenciation des structures peu nette .

### 3.4. LES VERTISOLS

Les critères suivants permettent de définir les Vertisols sur le terrain : micro-relief gilgai (peu accentué à très accentué), faces de glissement larges, lisses et crenelées, éventuellement structuration en agrégats en coins obliques, fentes de retrait larges et profondes (structure prismatique) et texture argileuse. Quand ces caractères sont peu accentués, nous avons classé les sols dans un sous-groupe vertique.

La CPCS distingue à un niveau élevé (sous-classe) la situation morphologique peu drainante (parties basses de cuvettes) où se développe dans notre cas, des Vertisols : VERTISOLS A DRAINAGE EXTERNE NUL OU REDUIT, A STRUCTURE PRISMATIQUE LARGE DE SURFACE.

L'épaisseur de la couche argileuse reposant sur des sables fins à lentilles argileuses, varie entre 0,6 m et plus de 2 m. 60 cm de matériaux argileux gonflants suffisent à la formation d'un Vertisol. Nous n'avons pas effectué dans le cadre de ce rapport de déterminations minéralogiques de la fraction  $\leq 2 \mu$ . La capacité d'échange cationique de l'ordre de 40 à 55 mé/100 g d'argile est le signe d'une forte proportion d'argiles gonflantes de type montmorillonite.

La végétation herbacée couvre parfois irrégulièrement la surface sous l'effet du micro-relief accentué.

Nous distinguons 3 sous-groupes dans le groupe à structure prismatique large de surface :

- SOUS-GROUPE HYDROMORPHE A PSEUDO-GLEY (UNITE 6)

. Faciès salé

- SOUS-GROUPE VERTIQUE : (UNITE 7)

. Faciès à taches et concrétions ferrugineuses et faciès salé

- SOUS-GROUPE VERTIQUE SALE : (UNITE 8)

. Faciès hydromorphe à taches et concrétions ferrugineuses

Famille : Sur matériaux très fins de cuvette de décantation et de marigots.

### Caractères complémentaires

Nappe alcalisante  
Présence de gypse  
Présence de jarosite en profondeur  
Localement cultivés.

#### 3.4.1. Caractères généraux

Les manifestations de l'hydromorphie sont les taches de différenciation du fer, brun-jaunâtre à jaune brunâtre, grises ou rouges (caractéristiques d'une salure existante ou peu profonde), et les concrétions noires. La couleur sombre du sol masque partiellement ces caractères.

La matière organique évoluée ( $C/N < 12$ ) n'est pas présente en forte proportion (2 % en surface) mais imprègne les sols jusqu'à 90 cm de profondeur.

Le pH acide en surface ne signale pas toujours une désaturation du complexe d'adsorption.

La répartition des cations échangeables rappelle celle des sols hydromorphes (prédominance de  $Mg^{++}$  suivi de  $Ca^{++}$ ,  $Na^+$  et  $K^+$ ).

Le pourcentage de sodium échangeable calculé pour les horizons supérieurs à faible conductivité électrique reflète un début d'alcalisation (5 à 9 %), confirmés par les caractéristiques des nappes des profils NT 32 et NT 34 (Tableau 4).

La fertilité, évoquée dans la carte factorielle, rappelle celle des sols hydromorphes (moyenne à bonne) avec des difficultés supplémentaires de tenue et de travail du sol.

#### 3.4.2. Vertisols à drainage externe nul ou réduit, à Structure prismatique large de surface, sous-groupe hydromorphe à pseudo-gley (UNITE 6)

##### 3.4.2.1. Sous-Groupe hydromorphe à pseudo-gley, Faciès salé

PROFIL, NT 11 : (ANNEXE 1), NT 34 (Profil Type)

Profil Type, NT 34 : Sur matériaux argileux de partie basse de cuvette de décantation, à nappe alcalisante, à jarosite en profondeur, localement cultivé.

Description du profil

Morphologie de surface : Ondulation de 5 à 10 m d'amplitudes et micro-relief "gil-gaf". Fentes de dessiccation de 2 à 4 cm de large.

Végétation : Cyperacées (Scirpus maritimus et Scirpus jacobii).

- 0 à 30 cm : Sec - Bris à brun grisâtre (10 YR 5/1 à 5/2) avec 10 à 15 % de taches brun-jaunâtre (10 YR 5/4), le long des pores et des racines et 10 % de taches noires fines. Texture argileuse - Structure prismatique de 10 à 20 cm à sous-structure en agrégats en coins. Faces de glissement inclinées lisses - Porosité moyenne - Très compact - Nombreuses racines en surface - Limite ondulée sur 3 à 5 cm.
- 30 à 100 cm : Sec à frais - Brun grisâtre très foncé (10 YR 3/2) avec 5 % de taches brun jaunâtre (10 YR 5/8) peu nettes de 0,5 à 1 cm arrondies - Texture argileuse - Structure massive avec nombreuses faces de glissement inclinées, larges et lisses - 2 % de concrétions noires de 0,2 cm. Porosité moyenne à faible - Compact à peu compact - Rares racines - Limite régulière sur 5 cm.
- 100 à 130 cm : Frais brun grisâtre très foncé (10 YR 3/2) à gris très foncé (10 YR 3/1) 20 % de taches grises 10 YR 5/1 et brun jaunâtre (10 YR 5/8) de 1 cm irrégulières - 1 % de taches rouges 2,5 YR 4/6 fines - Texture argileuse - Structure prismatique - Bonne porosité tubulaire - Peu compact - Limite ondulée sur 8 cm.
- 130 à 140 cm : Humide - Gris 10 YR 5/1 - 20 % de taches rouges à rouge foncé 7,5 R 4/8 à 3/6 - 10 % de taches jaunes 2,5 Y 8/6 en amas pulvérulents - Quelques iron-pipes - Texture argilo-limoneuse - Plastique.
- 140 cm : Nappe salée (niveau en Décembre 1981).

ANALYSES DU PROFIL (Voir page suivante)

P R O F I L N T 34				
Profondeur en cm	0 - 20	30 - 60	60 - 100	130
G R A N U L O M E T R I E (10 <sup>-2</sup> )				
Humidité	6,5	6,0	7,0	5,0
Argile	42,2	56,4	56,9	42,5
Limons fin	17,9	19,4	20,6	24,1
Limons grossier	11,9	8,9	7,6	14,7
Sable fin	20,1	8,5	6,0	11,3
Sable grossier	0,3	0,4	0,5	1,8
Matière organique	2,1	1,0	1,0	-
Total	101,0	100,6	99,6	99,4
M A T I E R E O R G A N I Q U E - P H O S P H O R E e t p H				
C %	11,9	5,7	5,8	-
N %	0,88	0,48	0,52	-
C/N	13,5	11,9	11,2	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,59	0,59	0,49	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. %	0,030	0,023	0,020	-
pH eau 1/2,5	5,4	7,2	7,2	4,6
pH KCl	4,4	6,1	6,1	4,0
S O U F R E - F E R				
Gypse S %	-	-	-	0,0
Jarosite S %	-	-	-	0,0
S/total %	0,15	0,12	0,17	1,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total %	5,45	5,45	5,60	5,75
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre %	3,00	3,10	3,00	2,62
C A T I O N S E C H A N G E A B L E S e n m / 1 0 0 g				
Ca <sup>++</sup>	8,13	9,13	8,25	-
Mg <sup>++</sup>	11,0	13,10	12,50	-
K <sup>+</sup>	1,13	1,10	1,15	-
Na <sup>+</sup>	2,03	3,75	6,25	-
S	22,09	27,08	28,15	-
T	22,89	21,80	21,75	-
S/T %	97	Salé	Salé	-
Na/T %	8,9	?	?	-
Mg/T %	48	-	-	-
S E L S S O L U B L E S (sur un extrait au 1/5) (me/l)				
Conductivité mmhos/cm	0,15	0,34	0,62	1,45
pH	5,9	6,9	6,9	4,4
Ca <sup>++</sup>	-	-	0,21	0,46
Mg <sup>++</sup>	-	-	0,43	1,15
K <sup>+</sup>	-	-	0,24	0,34
Na <sup>+</sup>	-	-	5,63	12,0
Somme cations	-	-	6,51	13,95
Cl <sup>-</sup>	-	-	4,75	10,0
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	-	-	1,37	3,60
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	-	0,26	0,0
Somme anions	-	-	6,38	13,60
R A P P O R T S C A R A C T E R I S T I Q U E S				
Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	-	-	3,5	2,8
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	-	-	13,1	10,4
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	-	-	0,49	0,40
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	-	-	23,4	35,3
S A R	-	-	9,9	13,4
A N A L Y S E S P H Y S I Q U E S				
pF 4,2	19,4	18,3	19,6	17,9
K(cm/h) Laboratoire	0,2	0,05	0,05	1,05

En dessous de 100 cm, le pH chute brutalement (7,2 à 4,6 à 130 cm). On observe des iron-pipes et apparemment de la Jarosite (elle n'a pas été détectée à l'analyse), qui précipite dans la zone de battement de la nappe en domaine acide, donc effectivement favorable à sa précipitation (domaine oxydant). Ces éléments témoignent de la présence d'une ancienne mangrove et de sulfures plus ou moins oxydés.

Les apports d'eau douce (pluies) maintiennent les horizons de surface partiellement dessalés, mais le risque d'alcalisation apparaît dès la surface. Des cultures (maraîchage, sorgho) sur 2 à 3 mois à la fin de la saison des pluies sont pratiquées.

3.4.3. Vertisols à drainage externe nul ou réduit, à structure prismatique large de surface, sous-groupe verticale (UNITE 7)

3.4.3.1. Sous-Groupe verticale, Faciès hydromorphe à taches et concrétions ferrugineuses

Profil Type, NT 15 : Sur matériaux argileux à limono-argileux de partie basse de cuvette de décantation, à nappe alcalisante.

Description du profil

Morphologie de surface : Micro-relief "gilgaï. Fentes de dessiccation de 2 à 3 cm de large.

Végétation : Cyperacées (Scirpus maritimus et Scirpus jacobii).

0 à 30 cm : Sec - Gris à gris foncé (10YR 5/1 à 4/1) - 5 % de taches brun jaunâtre (10 YR 5/8) le long des pores et des racines. Texture argileuse - Structure prismatique de 15 à 25 cm. Faces de glissement inclinées lisses. Faible porosité fine - Très compact - Racines - Limite ondulée sur 4 cm.

30 à 50 cm : Frais - Brun grisâtre très foncé (10 YR 3/2) avec 10 % de taches à bords peu nets, brun jaunâtre (10 YR 5/8) et noires, de 0,2 à 5 cm irrégulières. Texture argileuse - Structure à tendance prismatique à face obliques lissées - Présence de sables fins et de matière organique fraîche tombés dans les fentes de dessiccation - Assez bonne porosité - Compact à peu compact - Limite ondulée sur 10 cm.

PROFIL NT 15

Profondeur en cm	0 - 15	30 - 60	60 - 90	90 - 120	> 120
------------------	--------	---------	---------	----------	-------

GRANULOMETRIE (10<sup>-2</sup>)

Humidité	5,0	5,0	4,0	3,5	3,0
Argile	51,2	53,4	49,0	45,5	35,3
Limon fin	17,6	18,4	23,4	28,1	22,4
Limon grossier	13,9	14,4	16,7	15,1	20,8
Sable fin	11,6	7,8	5,1	3,4	13,7
Sable grossier	0,2	0,3	0,3	2,5	3,8
Matière organique	2,2	1,4	0,8	-	-
Total	101,2	100,7	99,3	98,1	99,0

MATIERE ORGANIQUE - PHOSPHORE et pH

C %	13,0	7,84	4,40	-	-
N %	0,88	0,56	0,36	-	-
C/N	14,8	14,0	12,2	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,56	0,58	0,47	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. %	0,005	0,010	0,01	-	-
pH eau 1/2,5	5,9	6,5	7,7	8,4	7,5
pH KCl	4,4	4,7	6,5	6,9	6,0

CALCAIRE - SOUFRE

CO <sub>3</sub> Ca total %	-	-	0,03	0,03	
S/total %	-	1,62	1,05	0,29	0,20

CATIONS ECHANGEABLES en me/100 g

Ca <sup>++</sup>	8,13	9,38	8,00	7,25	-
Mg <sup>++</sup>	8,63	9,75	9,75	10,63	-
K <sup>+</sup>	0,6	0,41	0,39	0,44	-
Na <sup>+</sup>	1,11	1,88	3,28	5,63	-
S	18,47	21,42	21,42	23,95	-
T	24,08	22,38	19,55	19,65	13,30
S/T %	77	96	Salé	Salé	-
Na/T %	4,6	8,4	?	?	-
Mg/T %	35,8	43,6	-	-	-

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité mmhos/cm	0,14	0,11	0,44	0,23	0,19
pH	6,2	7,2	8,4	9,0	8,8

- 50 à 90 cm : Frais - brun foncé 10 YR 4/3 - 20 % de taches brun jaunâtre (10 YR 5/8) et noir de 1 à 3 cm. Texture argileuse - Structure massive avec encore quelques faces de glissement. Peu compact - Pas de racines - Limite régulière sur 5 cm.
- > 90 cm : Frais à humide - brun grisâtre (10 YR 5/2) - 15 % de taches brun jaunâtre (10 YR 5/8), 5 % rouges 2,5 YR 5/8) de 1 cm, nettes - Nombreux iron-pipes (10 %) - Massif, collant et plastique - Présence de poches sablo-argileuses.

ANALYSES DU PROFIL (voir page précédente.)

L'élévation du pH en dessous de 60 cm correspond à la présence de carbonates de calcium décélé uniquement par l'analyse. Les cations échangeables  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$  sont en proportion sensiblement égale dans les horizons supérieurs, contrairement au profil type NT 34 de l'unité précédente où les proportions respectives sont de 35 et 40 %. Comme le magnésium échangeable, le sodium est plus élevé (8,9 % au lieu de 4,6 %). La légère désaturation du premier horizon se fait au détriment du calcium et du magnésium (à conductivité de l'extrait 1/5 équivalente). La réserve en calcium facilement utilisable expliquerait ces proportions ; mais elle ne semble pas suffisante pour empêcher un début de désaturation.

#### 3.4.3.2. Sous-Groupe verticale, Faciès salé

Il n'y a pas de profil analysé .

Les sols de cette unité diffèrent de ceux de la précédente uniquement par un niveau de salure plus élevé (C.E. entre 0,5 et 1 mmhos/cm).

#### 3.4.4. Vertisols à drainage externe nul ou réduit, à structure prismatique large de surface, sous-groupe verticale salé

Profil Type NT 32 : sur matériaux argileux à argilo-limoneux de cuvette de décantation, à nappe alcalisante, à gypse en profondeur, localement cultivé.

Le profil n'a pas été décrit dans le rapport car il ressemble au profil NT 34 (paragraphe 3.4.2.1) avec cependant des caractères vertiques moins accentués, la présence de gypse en cristaux de 0,5 cm entre 60 et 85 cm de profondeur (2 à 3 %) et une salure plus élevée.

Seuls les extraits 1/5 ont été analysés (Tableau ci-dessous)

Profondeur en cm	pH	C.E. en mmhos/cm	Anions (mé/l)			Cations (mé/l)				Rapports Caractéristiques					
			Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	$\frac{Cl^-}{SO_4^{--}}$	$\frac{Na^+}{Mg^{++}}$	$\frac{Ca^{++}}{Mg^{++}}$	$\frac{Na^+}{K^+}$	SAR	ESP
0 - 20	5,8	0,68	5,75	0,51	0,0	0,83	1,88	0,25	3,5	11,3	1,9	0,44	14,0	3,0	
30 - 60	5,2	1,90	13,0	6,00	0,0	0,84	1,94	0,36	16,4	2,2	8,4	0,43	45,6	13,9	
60 - 85	5,0	1,75	12,5	4,71	0,0	0,49	1,0	0,38	15,2	2,6	15,2	0,49	40,0	17,6	
85 - 115	5,5	2,1	13,0	7,54	0,0	1,38	2,25	0,45	18,0	1,7	8,0	0,61	40,0	13,4	
Nappe 140 cm	5,9	38,0	419	47,3	0,10	31,8	112	5,75	300	8,9	2,7	0,28	52,1	35,4	34 %

Nous observons le même type de répartition ionique que dans les sols Peu Evolués ou Hydromorphes à sous-groupe salé. Dans l'horizon supérieur, les chlorures dominant ( $Cl^-/SO_4^{--} = 11,3$ ), les cations bi-valents  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$  occupent 45 % de la somme des cations. En dessous de 30 cm, ce pourcentage n'est plus que de 15, en même temps la proportion de l'anion  $SO_4^{--}$  est multipliée par 4. La présence de gypse en cristaux dans l'horizon 60-85 cm est corrélée avec un extrait 1/5 appauvri en Calcium et sulfate. La dissolution des gros cristaux a peut être été incomplète au cours de la préparation de l'extrait.

Le SAR de l'extrait 1/5 passe de 3 à plus de 13 en dessous de 30 cm. Le pH est toujours acide, l'alcalisation est probable en profondeur ce que confirme la nappe dans la composition est intermédiaire entre celle des extraits 1/5 de l'horizon de surface (0-20 cm) et celle des horizons de profondeur ( $ESP_{(USS)} = 34$  voir tableau ci-dessus).

### 3.5. LES SOLS SODIQUES

Les sols sodiques sont définis à partir de critères physiques, chimiques et morphologiques (conductivité électrique, structure, Na/T...). Nous avons voulu privilégier l'intensité de la dégradation des structures et l'influence sur la couverture végétale. La limite inférieure de conductivité électrique sur extrait 1/5 est de l'ordre de 1 à 1,5 mmhos/cm (environ 8 mmhos selon la CPCS sur extrait saturé).

Il a été défini :

- Une SOUS-CLASSE A STRUCTURE NON DEGRADEE, A GROUPE SALIN.
- Une SOUS-CLASSE A STRUCTURE DEGRADEE, A GROUPE SALIN A ALCALIN : la dégradation de la structure se manifeste par une forte compacité avec une diminution importante de la porosité et une augmentation de la densité apparente (Tableau 5). On observe fréquemment sous l'effet de la cristallisation des sels, une structuration en polyèdres anguleux très aplatis, très cohérents et très peu poreux, sous les horizons poudreux ou massifs de surface.

Profondeur Moyenne en cm	COMPACITE	NT 141		NT 142		NT 206		NT 216		NT 218	
		d.a.	*Porosité %	d.a.	*Porosité %	d.a.	*Porosité %	d.a.	*Porosité %	d.a.	*Porosité %
0 à 5-25	Meuble à peu compact	1,57	37	1,57	37	1,42	43	-	-	1,63	35
5-25 à 40-60	Très compact	1,83	27	1,88	25	1,92	23	1,84	26	1,73	31
40-60	Compact à peu compact.	1,79	28	1,83	27	1,78	29	1,64	34	1,77	29

\* Porosité en % : Calculée pour une densité réelle de 2,5

TABLEAU 5 - Densité apparente (d.a.) et porosité calculée de quelques sols sodiques.

L'estimation du sodium échangeable à partir des extraits 1/5 n'ayant pas donné entièrement satisfaction, et en privilégiant ainsi les caractères de terrain, le groupe salin correspond à la sous-classe à structure dégradée, avec un SAR des extraits 1/5 compris entre 7 et 15 dans les 60 premiers cm (tout en précisant que sous l'effet des nappes, l'alcalisation est certaine en profondeur et les risques élevés dans les horizons de surface) ; et le groupe salin à alcalin à la sous-classe à structure dégradée, avec un SAR entre 10 et 20 : l'alcalisation est certaine ; l'alcalinisation est absente avec des pH toujours inférieurs à 8,5 à la période du prélèvement.

Les sous-groupes correspondent à la structure de l'horizon de surface.

La végétation, constituée d'halophiles et de quelques arbustes est, soit très peu couvrante, soit totalement absente. Ainsi les pluies contribuent à la formation de surfaces de battance : croûte, pellicule...

La dessiccation rapide en début de saison sèche provoque très rapidement la formation en surface de structure massive ou poudreuse plus ou moins bien exprimée dont la répartition n'a pas évolué au cours de la saison

L'érosion éolienne décape les sols à structure dégradée dont la surface foisonne (structure poudreuse).

Nous étudierons ces aspects de surface en fin de chapitre.

Nous avons défini :

UN GROUPE SALIN :

- Sous-Groupe à surface battante (croûte ou pellicule) (UNITE 9)

UN GROUPE SALIN A ALCALIN :

- Sous-Groupe à "surface battante massive" (croûte) (UNITE 10)
- Sous-Groupe à "surface poudreuse" (pellicule ou croûte désagrégée) (UNITE 11)

L'acidité détermine le faciès

Faciès : Modal : pH > 5,5

Acidifié : 5,5 > pH > 4,5

Très acidifié : pH < 4,5

Les 3 types de faciès existent dans chaque unité sauf dans l'unité 9 qui ne contient pas de faciès très acidifié.

La présence de Jarosite dans les horizons profonds est ponctuelle et ne dépasse pas 1 % (estimation). Pour cette raison, bien qu'elle corresponde à un faciès très acide, nous avons décidé de ne pas utiliser le terme de "para-sulfaté acide" (VAN BREEMEN 1972).

Famille : Matériaux moyens à très fins du fluvio-deltaïque "indifférencié" et de certaines parties basses.

Les sols à structure non dégradée ou dégradée à surface battante massive se développent généralement dans les zones basses ou du moins légèrement déprimée.

Caractères complémentaires :

- A nappe alcalisante
- Présence de gypse
- Présence de Jarosite en profondeur
- A concrétions calcaires
- Désagrégé en surface par le piétinement du bétail
- Structure poudreuse mal exprimée.

3.5.1. Caractères Généraux

Les phénomènes d'hydromorphie (redistribution du fer) présents ici comme dans le reste du secteur, sont largement dominés par la salure. On observe dans les premiers centimètres ou sous les horizons de surface des taches brun-jaunâtre à jaune brunâtre, noires, et surtout rouges (voir page 93) ainsi que des niveaux de concrétion ferrugineuses. La réoxydation n'atteint pas les horizons profonds (160 à 200 cm) de couleur grise (gley) sous l'effet des nappes.

La matière organique représente moins de 1 % en surface. Elle est bien évoluée (C/N entre 10 et 12).

Les sols sodiques, à profils salins de type ascendant, ont pu se développer en dehors des zones les plus basses.

La conductivité de l'extrait 1/5 atteint 13 mmhos/cm dans les horizons poudreux où cristallisent des sels, et environ deux fois moins dans les horizons à surface battante massive.

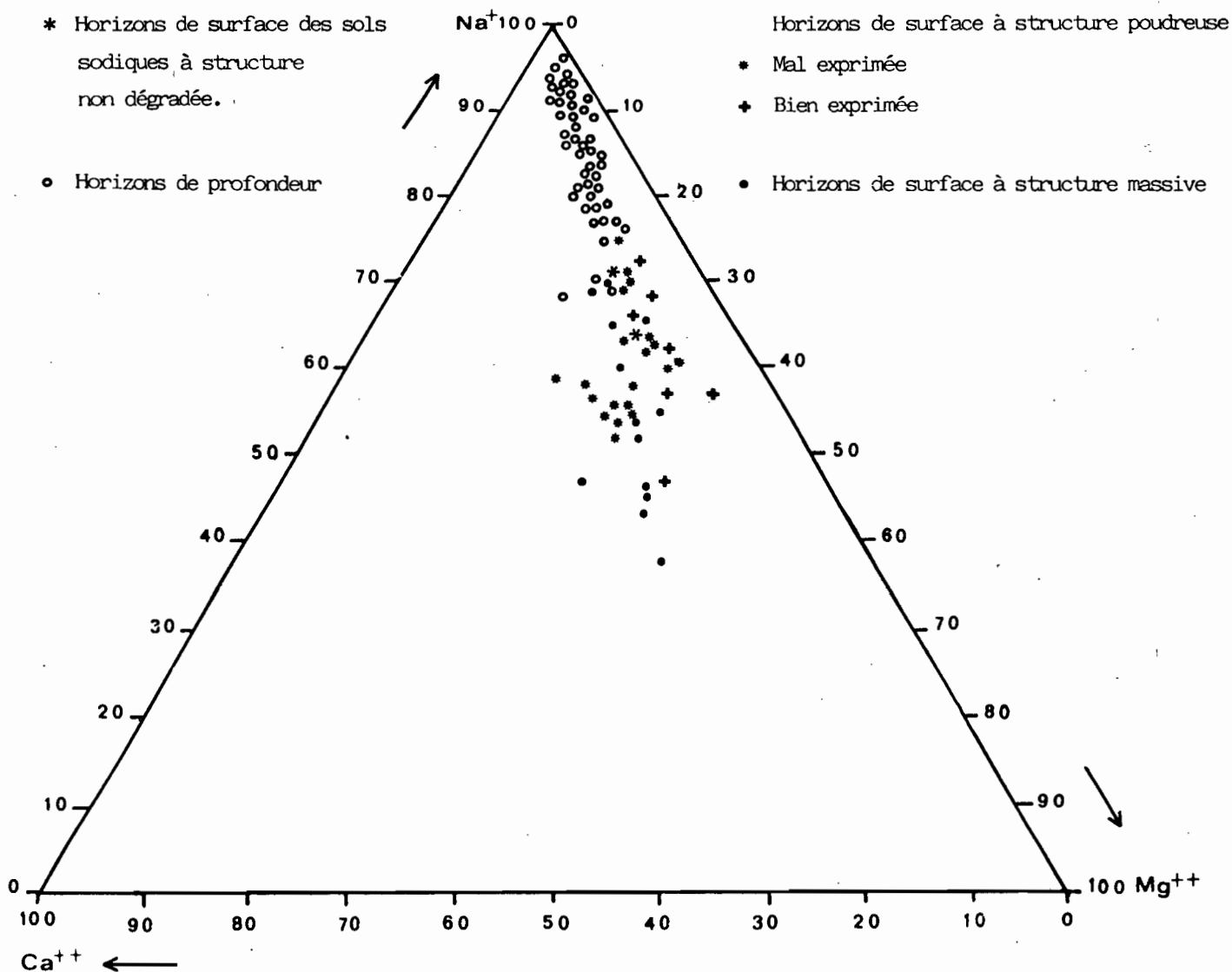


Fig10 - Balance Cationique des extraits 1/5 des sols Sodiques

$$([Ca^{++}] + [Mg^{++}] + [Na^+] = 100)$$

La balance cationique entre  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  indique une nette augmentation de la proportion de calcium et de magnésium dans les horizons de surface poudreux et massifs et fréquemment dans l'horizon immédiatement inférieur (Fig. 10). Dans tous les cas, les cations sont dans le même ordre d'importance,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{K}^+$ .

Parmi les anions les chlorures prédominent largement sur les sulfates. Les ions bicarbonates rencontrés la plupart du temps en profondeur sont insignifiants.

Le rapport  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{--}$  varie dans de 2 à 120 contre 0,5 à 13 dans les sols sodiques des cuvettes du Lampsar étudiées par J.Y. LE BRUSQ (1980). Il est irrégulier dans l'ensemble du profil ou plus rarement diminue sous l'horizon de surface, alors que c'est la règle pour les sols Peu Evolués salés.

Les rapports  $\text{Ca}^{++}/\text{SO}_4^{--}$  et  $\text{Mg}^{++}/\text{SO}_4^{--}$  sont la plupart du temps supérieurs à 1 en surface et inférieurs en profondeur. Ceci est classique dans le delta.

Le rapport  $\text{Cl}^-/\text{Na}^+$  (Fig. 11) est supérieur à 1 dans les horizons de surface et augmente linéairement avec la conductivité électrique toujours au-dessus de 6 mmhos/cm sauf dans un cas, suivant une pente plus faible que la droite  $\text{Cl}^-/\text{Na}^+ = 1$  caractéristique des horizons de profondeur à conductivité électrique moins élevée. A partir de 45 mé/l de  $\text{Cl}^-$  ou de  $\text{Na}^+$ , les points de corrélation s'écartent de cette droite vers la droite précédente, signalant peut-être des horizons intermédiaires pour la répartition de ces ions.

Ainsi :

- dans les horizons de surface précipitent essentiellement des chlorures. Les chlorures de calcium et de magnésium sont possibles ( $\text{Cl}/\text{Na} > 1$ ) (Fig. 11), mais ils ne sont pas observés sur le terrain à cet époque de l'année, contrairement au chlorure de sodium. On peut faire également intervenir des phénomènes d'échanges en milieu très concentré, entre la solution et le complexe d'adsorption ou se fixe préférentiellement le sodium libérant ainsi du calcium et du magnésium en solution qui peuvent précipiter. Ceci au cours de la phase de concentration évaporatoire (LE BRUSQ J.-Y. et LOYER J.-Y. 1982). Cet hypothèse

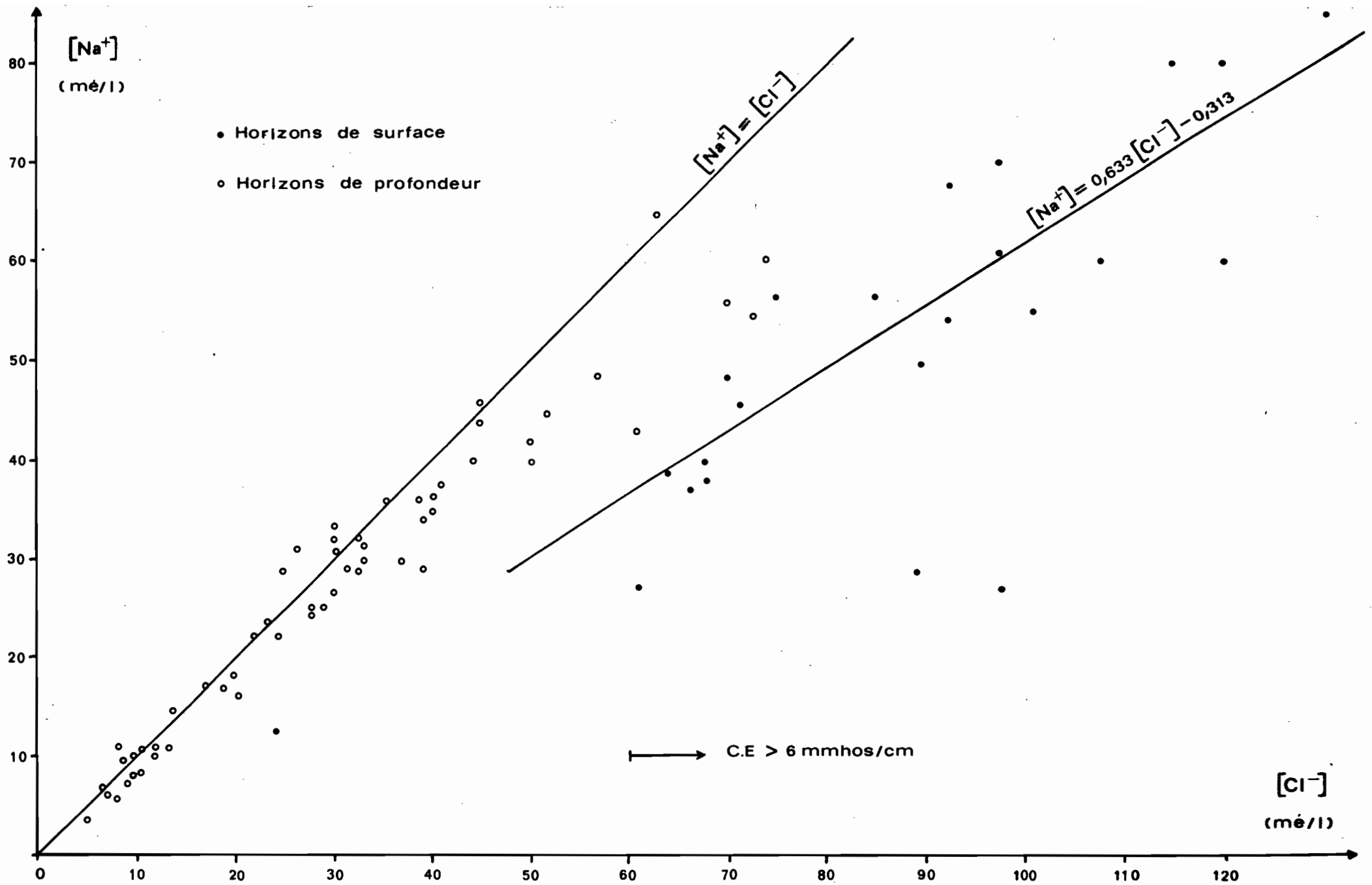


Fig 11 - Variations de  $[Na^+]$  par rapport à  $[Cl^-]$  dans les extraits 1/5 des sols Sodiques.

a déjà été évoquée au cours de l'étude des sols Peu Evolués salés.

- Dans les horizons de profondeur, les analyses concernant le gypse, donnent des résultats assez faibles (0, 1 à 7 %, en soufre total) que reflètent bien le rapport  $Cl^-/SO_4^{--}$  souvent élevé, la faible proportion de calcium soluble, et un rapport  $Ca^{++}/SO_4^{--}$  inférieur à 1.

Le produit d'activité ionique du gypse, calculé pour quelques extraits 1/5 (voir paragraphe 2.4.2.) à partir des activités des ions  $Ca^{++}$  et  $SO_4^{--}$  n'atteint pas la saturation, ce qui exclut pas la précipitation d'une petite quantité de ce sel au cours du dessèchement - (voir Tableau ci-dessus).

Echantillons	C.E. mmhos/cm	pH	Ca <sup>++</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>		P.A.I. CaSO <sub>4</sub> (H <sub>2</sub> O) <sub>2</sub> = 10 <sup>-4,6</sup>
			Molalité	Activité	Molalité	Activité	
NT 74 A/0-2	9,3	5,7	2,851 10 <sup>-3</sup>	1,129 10 <sup>-3</sup>	1,147 10 <sup>-3</sup>	3,947 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6,3</sup>
NT 74 A/3-10	10	5,0	3,061 10 <sup>-3</sup>	1,185 10 <sup>-3</sup>	1,134 10 <sup>-3</sup>	3,782 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5,3</sup>
NT 74 A/10-60	5,5	5,7	1,686 10 <sup>-3</sup>	7,668 10 <sup>-4</sup>	4,466 10 <sup>-3</sup>	1,838 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-5,8</sup>
NT 74 A/60-105	4,3	6,3	6,167 10 <sup>-4</sup>	3,057 10 <sup>-4</sup>	2,585 10 <sup>-3</sup>	1,186 10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-6,4</sup>
NT 118/0-2	13,0	5,3	6,772 10 <sup>-3</sup>	2,432 10 <sup>-3</sup>	8,846 10 <sup>-4</sup>	2,662 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6,1</sup>
NT 118/2-25	8,7	4,8	4,582 10 <sup>-3</sup>	1,838 10 <sup>-3</sup>	1,310 10 <sup>-3</sup>	4,584 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6,0</sup>
NT 118/42-120	5,7	6,6	-	4,821 10 <sup>-4</sup>	-	3,197 10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6,8</sup>

D'autres sulfates (Na<sup>+</sup>, Mg<sup>++</sup>) peuvent précipiter. De plus, dans ce milieu moins concentré qu'en surface, le calcium et le magnésium du complexe tendent moins à s'échanger avec le sodium soluble. Le sodium est associé essentiellement aux chlorures.

3.5.2. Sols sodiques à structure non dégradée, salins Sous-Groupe à surface battante ( UNITE 9 )

Faciès modal : Profils NT 9 (ANNEXE 1), NT 4 (ANNEXE 2).

Faciès acidifié : Profil NT 143 (Profil-type)

Seul le faciès acidifié est présenté. Les caractères des sols à faciès modal diffèrent peu, sauf le pH (le profil NT 4 est décrit en annexe.

3.5.2.1. Sous-Groupe à surface battante, faciès acidifié

Profil Type NT 143 : Sur matériaux argileux des parties basses du fluvio-deltaïque, à nappe alcalisante.

Description du profil

Matériau : argileux

Position géomorphologique : partie basse du fluvio-deltaïque.

Morphologie de surface : Légèrement ondulée - Réseau de pentes de dessiccation de 1 à 2 cm de large découpant des prismes polygonaux de 5 à 15 cm - dont les premiers cm se détachent facilement - Pellicule ou croûte de battance.

Végétation : Steppe clairsemée à *Artrocnum glaucum* et à graminées non identifiables.

Description des horizons :

- 0 - 25 cm : Sec - Brun 10 YR 4/3 - Texture argileuse - Structure prismatique de 5 à 15 cm à sous-structure polyédrique anguleuse de 1 à 5 cm. Faible porosité des agrégats. Racines - Très cohérent et très compact - Limite ondulée sur 3 cm.
- 25 - 55 cm : Frais - Brun foncé (10 YR 3/3) - 2 % de taches rouges (2,5 YR 4/6) de 0,5 cm arrondies - 1 % de taches noires identiques - 1 % d'efflorescences salines - Texture argileuse - Structure polyédrique anguleuse de 0,5 à 2 cm - Bonne porosité vésiculaire et tubulaire - Cohérent et Compact - Quelques racines - Limite régulière sur 5 cm
- 55 - 90 cm : Frais - Brun grisâtre très foncé (10 YR 3/2) - 10 à 15 % de taches rouges (5 YR 4/6) de 0,2 à 1 cm irrégulières - 2 % de taches noires de 0,2 mm, allongées - Texture argileuse - Structure polyédrique anguleuse de 2 à 3 cm - Assez bonne porosité tubulaire et vésiculaire (0,5 à 2 mm) - Peu cohérent - Compact - Limite ondulée sur 5 cm.

P R O F I L N T 143

Profondeur en cm	0-25	25-55	55-90	90-120
------------------	------	-------	-------	--------

GRANULOMETRIE (10<sup>-2</sup>)

Humidité	5,5	5,0	5,0	7,5
Argile	61,1	60,4	56,7	59,6
Limon fin	19,9	20,0	21,1	19,9
Limon grossier	7,3	8,7	10,0	4,9
Sable fin	4,7	5,0	5,8	6,7
Sable grossier	0,2	0,2	0,3	0,4
Matière organique	1,4	1,0	0,9	-
Total	100,1	100,3	99,8	99,0

MATIERE ORGANIQUE - PHOSPHORE et pH

C ‰	7,4	6,0	5,10	-
N ‰	0,57	0,51	0,43	-
C/N	13,0	11,8	11,9	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,78	0,72	0,85	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. ‰	0,05	0,05	0,05	-
pH eau 1/2,5	5,3	5,1	4,4	4,0
pH KCl	4,6	4,5	3,8	3,5

S O U F R E

S/total ‰	1,85	2,55	1,93	3,08
-----------	------	------	------	------

VALEUR T (en meq/100 g)

T	23,9	22,6	20,7	19,5
---	------	------	------	------

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité mmhos/cm	3,6	4,4	3,9	5,3
pH	5,1	5,2	4,7	4,3
Ca <sup>++</sup>	3,19	4,81	1,25	2,13
Mg <sup>++</sup>	6,75	8,38	2,81	5,69
K <sup>+</sup>	9,29	0,34	0,38	0,50
Na <sup>+</sup>	23,8	31,8	30,0	42,5
Somme cations	34,03	45,33	34,44	50,82
Cl <sup>-</sup>	34,5	37,5	34,0	50,8
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	2,60	9,83	3,18	4,12
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0
Somme anions	37,10	47,33	37,18	54,92

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	13,3	3,81	10,7	12,3
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	6,3	3,79	10,7	7,5
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,47	0,57	0,44	0,79
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	82	93	78	85
SAR	10,7	12,4	21	21,5

ANALYSES PHYSIQUES

pF 4,2	19,8	19,8	19,5	23,4
d a	1,80	1,88	1,83	-
K (cm/h) Laboratoire	0,30	0,34	0,16	0,16

90 à 120 cm : Humide - Gris foncé 10 YR 4/1 - Texture argileuse - Structure polyédrique anguleuse de 5 à 10 cm - Revêtements argileux fins (0,2 mm) gris (10 YR 5/1) - Bonne porosité tubulaire (0,5 à 1,5 mm) - Peu compact.

> 120 cm : Banc sableux blanc, humide à taches brun-jaunâtre (10 YR 5/8)

#### ANALYSES DU PROFIL (voir page précédente)

La composition des extraits 1/5 diffère peu de celle des sols à structure dégradée.

Le rapport  $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{--}$  est irrégulier et supérieur à 10 sauf dans l'horizon 25-55 cm.

Le SAR de l'extrait 1/5 est très élevé de 55 à 120 cm. Les cations  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  représentent jusqu'à 60 cm, près de 30 % des cations solubles, 12 à 15 % au-delà. L'alcalisation atteint au moins les horizons profonds. Ainsi, les critères de classification s'appuyant à la fois sur des caractères physiques et sur des données chimiques ne sont pas dans ce cas satisfaisants du moins dans les conditions où nous avons travaillé : prélèvements en saison sèche, mesures sur extraits 1/5.

#### 3.5.3. Sols sodiques à structure dégradée, salins à alcalins, Sous-Groupe à surface battante massive (UNITE 10)

Faciès modal : PROFILS NT 21 (Profil-type), NT 22 (ANNEXE 1).

Faciès acidifié : PROFILS NT 207 (ANNEXE 1), NT 30 (ANNEXE 2).

Faciès très acidifié : PROFIL NT 23 (ANNEXE 1) - Remarque : de la Jarosite, non observée dans le profil, a été détectée à l'analyse en profondeur.

Nous prendrons l'exemple du faciès modal (les profils NT 207 et NT 23 des faciès acidifié et très acidifié sont décrits en Annexe 1).

3.5.3.1. Sous-Groupe à surface battante massive, faciès modal

Profil Type NT 21 : sur matériaux argileux et sableux en profondeur du Fluvio-deltaïque bas, présence de gypse, désagrégé en surface par le piétinement du bétail.

Description du profil :

Morphologie de surface : surface plane - Fentes de dessiccation délimitant des polygones de 5 à 15 cm. Croûte de battance et localement pellicules desquamées, en grande partie désagrégés par le passage du bétail.

Végétation : absente.

- 0 à 20 cm : Sec - Brun-grisâtre (10 YR 4/2 à 4/3) - Texture argileuse - Structure prismatique de 5 à 15 cm à sous-structure feuilletée locale sur 10 cm. - Porosité faible vésiculaire et tubulaire - Très cohérent - Très compact - Limite régulière sur 8 cm.
- 20 à 70 cm : Sec à frais - Gris-brun sombre (10 YR 3/2) - 5 % de taches gris-clair (10 YR 7/2) allongées de 1 cm - 1 % de taches rouges (2,5 YR 5/8) et noires, fines - Texture argileuse - Structure polyédrique anguleuse aplatie de 2 à 3 cm. Quelques efflorescences blanches - Porosité moyenne à faible - Cohérent - Très compact - Limite régulière sur 5 cm.
- 70 à 80 cm : Identique à l'horizon 20-70, avec 5 à 15 % de taches rouges de 2 cm arrondies et 20 % de taches gris-brunâtre clair (10 YR 6/2) de 1 à 2 cm irrégulières.
- 80 à 90 cm : Horizon de transition s'enrichissant progressivement en sables - Les taches rouges diminuent - La couleur de fond est gris brunâtre clair (10 YR 6/2).
- 90 à 120 cm : Sec à frais - Sableux - Blanc (10 YR 8/2) à taches jaune brunâtre (10 YR 6/8), rouges (10 R 5/6) et noires de 1 à 10 cm irrégulières - Massif - Peu cohérent à très cohérent.
- > 120 cm : Identique avec moins de taches, et meuble.

ANALYSES DU PROFIL (voir page suivante).

Le pH ne devient acide qu'en profondeur, c'est pourquoi nous avons qualifié ce profil de modal.

Les horizons sableux ont une faible conductivité : la nappe ne s'y maintient pas et la capacité de rétention est faible.

## PROFIL NT 21

Profondeur en cm	0 - 20	30 - 60	60 - 90	100	150	200
G R A N U L O M E T R I E (10 <sup>-2</sup> )						
Humidité	5,5	6,5	5,0	0,1	-	-
Argile	67,1	70,3	56,9	3,2	-	-
Limon fin	15,7	15,7	17,4	0,2	-	-
Limon grossier	6,0	5,0	7,4	1,3	-	-
Sable fin	4,3	1,7	10,9	95,1	-	-
Sable grossier	0,3	0,3	1,1	0,4	-	-
Matière organique	1,1	1,1	0,9	-	-	-
Total	100	100,6	99,6	100,3	-	-

## MATIERE ORGANIQUE - PHOSPHORE et pH

C ‰	6,2	6,2	5,2	-	-	-
N ‰	0,46	0,42	0,39	-	-	-
C/N	10,9	10,0	10,8	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,40	0,16	0,15	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. ‰	0,005	0,005	0,002	-	-	-
pH eau 1/2,5	6,0	5,8	5,4	5,1	4,8	4,9
pH KCl	5,3	5,1	4,6	4,9	4,6	4,7

## S O U F R E

Gypse S ‰	0	0,18	0,03	0	0	-
Jarosite S ‰	0	0	0	0	0	-
S/total	1,60	2,00	1,00	0,42	0,47	-

## VALEUR T en me/100 g

T	26,6	26,85	22,35	1,73	-	-
---	------	-------	-------	------	---	---

## SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité mmhos/cm	2,55	3,4	2,05	0,215	0,410	0,58
pH	5,3	5,4	4,9	5,2	4,6	4,4
Ca <sup>++</sup>	2,81	2,38	0,39	-	-	0,31
Mg <sup>++</sup>	4,69	4,06	0,61	-	-	0,68
K <sup>+</sup>	0,32	0,40	0,28	-	-	0,10
Na <sup>+</sup>	17,3	26,3	17,5	-	-	3,95
Somme cations	25,12	33,14	18,78	-	-	5,04
Cl <sup>-</sup>	24,5	31,0	17,0	-	-	4,75
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	0,85	3,40	2,13	-	-	0,43
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0	0	0	-	-	0
Somme anions	25,35	34,40	19,13	-	-	5,18

## ANALYSES PHYSIQUES

pF 4,2	18,3	19,8	18,1	1,0	-	-
--------	------	------	------	-----	---	---

## RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	28,8	9,1	8,0	-	-	11,0
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	3,7	6,5	28,7	-	-	5,8
Ca <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,60	0,59	0,64	-	-	0,46
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	54,1	65,7	62,5	-	-	39,5
S A R	8,9	14,6	24,7	-	-	5,6

Le rapport  $Cl^-/SO_4^{--}$  baisse rapidement en profondeur tout en se maintenant autour de 10, où une petite quantité de gypse est dosée (30 - 60 cm). Le rapport  $Na^+/Mg^{++}$  présente un maximum à moyenne profondeur.

Le SAR dans les horizons argileux augmente avec la profondeur, parallèlement à la diminution du calcium et du magnésium (Fig. 12).

#### 3.5.4. Sols Sodiques à structure dégradée, salins à alcalins, Sous-Groupe à surface poudreuse :

Faciès modal : PROFILS NT 74 A (Profil-Type), NT 19\* (ANNEXE 1)

Faciès acidifié: PROFILS NT 118\* (Profil-type), NT 18\*, 141, 206\* (ANNEXE 1)

Faciès très acidifié : PROFIL NT 250 (ANNEXE 1).

\* A structure poudreuse mal exprimée.

Remarque : Le profil NT 118 appartient à l'unité 12 de juxtaposition de sols Sodiques à surface battante massive et à surface poudreuse.

Nous présenterons un profil du faciès modal à surface poudreuse et un profil du faciès acidifié à surface poudreuse mal exprimée. Le profil NT 250 du faciès très acidifié est décrit en annexe 1.

##### 3.5.4.1. Sous-Groupe à surface poudreuse, faciès modal

PROFIL TYPE NT 74 A : Sur matériaux limono-argileux du Fluvio-deltaïque haut, présence de gypse.

Description du Profil

Morphologie de surface : Plane - Structure poudreuse sur 3 cm recouverte localement (30 % de la surface) par une pellicule de battance feuilletée.

Végétation : absente.

P R O F I L N T 74A				
Profondeur en cm	0 - 3	3 - 10	10 - 60	60 - 105
G R A N U L O M E T R I E (10-2)				
Humidité	3,0	4,5	7,0	6,5
Argile	33,1	34,3	34,3	32,6
Limon fin	12,9	12,9	21,4	21,9
Limon grossier	21,1	14,7	22,1	27,1
Sable fin	27,9	32,4	13,4	9,1
Sable grossier	0,6	0,5	0,8	0,9
Matière organique	0,5	0,5	0,2	-
Total	99,1	99,8	99,2	98,1
M A T I E R E O R G A N I Q U E - P H O S P H O R E et pH				
C ‰	2,70	3,00	1,36	-
N ‰	0,26	0,26	0,18	-
C/N	10,4	11,5	7,6	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,31	0,27	0,20	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. ‰	0,007	0,007	0,005	-
pH eau 1/2,5	6,1	5,6	7,1	7,2
pH KCl	5,7	5,2	6,5	6,4
S O U F R E				
Gypse S ‰	0,35	0,13	0,80	0,35
Jarosite S ‰	0,0	0,0	0,0	0,0
S/total ‰	6,11	6,05	3,97	2,75
V A L E U R T en me/100 g				
T	11,74	10,57	13,96	14,38
S E L S S O L U B L E S (sur un extrait au 1/5) (me/l)				
Conductivité mmhos/cm	9,3	10	5,5	4,3
pH	5,7	5,0	5,7	6,3
Ca <sup>++</sup>	5,88	6,30	3,94	1,38
Mg <sup>++</sup>	20,5	26,3	9,06	3,88
K <sup>+</sup>	0,60	0,60	0,55	0,50
Na <sup>+</sup>	68,0	70,0	44,0	36,3
Somme cations	94,98	103,2	57,55	42,06
Cl <sup>-</sup>	92,5	97,5	45,0	35
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	3,68	3,77	12,5	6,68
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0
Somme anions	96,18	101,27	57,5	41,74
R A P P O R T S C A R A C T E R I S T I Q U E S				
Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	25,1	25,9	3,6	5,2
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	3,3	2,7	4,8	9,3
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,29	0,24	0,43	0,36
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	113,3	116,7	80,0	72,6
S A R	18,7	17,3	17,2	22,4
A N A L Y S E S P H Y S I Q U E S				
pF 4,2	9,6	9,8	13,9	16,4
K(cm/h)laboratoire	0,47	0,40	0,25	0,16

- 0 -à 3 cm : Brun jaunâtre (10 YR 5/6) - Texture limono-argileuse - Structure poudreuse (polyédrique très fine de 1 à 3 mm), fragile - Efflorescences salines à la base.
- 3 à 10 cm : Sec - Brun jaunâtre (10 YR 5/6) - 2 % de taches jaune brunâtre (10 YR 6/8) et gris clair (10 YR 7/1) de 0,5 cm arrondies - Texture limono-argileuse - Structure polyédrique anguleuse aplatie de 1 à 2 cm - Nette - Faible porosité dans les agrégats - Compact - Limite ondulée sur 2 cm.
- 10 à 50-60 cm: Sec - Brun jaunâtre (10 YR 5/6 à 5/4) - 2 % de taches brun très pâle 10 YR 8/4, 2 % de taches jaune brunâtre (10 YR 6/8) et 1 % de taches noires, de 0,5 à 1 cm, irrégulières. Texture limono-argileuse - Structure polyédrique subanguleuse aplatie - 2 % d'efflorescences salines sur les faces horizontales des agrégats - Faible porosité - Compact à peu compact - Limite régulière sur 10 cm.
- 50-60-105 cm : Frais - Gris brunâtre clair (10 YR 5/2) - 15 % de taches jaune brunâtre (10 YR 6/8) de 1 à 2 cm irrégulières et 10 %, noires de 0,5 cm arrondies - Texture limono-argileuse - Structure polyédrique anguleuse peu nette - Bonne porosité tubulaire (0,5 à 1 mm) - Compact - Limite régulière sur 5 cm.
- >105 cm : Identique avec 20 à 25 % de taches noires formant un fin chevelu de 105 à 120 cm - Plus humide.

#### ANALYSES DU PROFIL (Voir page précédente)

La conductivité est très élevée même sous l'horizon poudreux ( C.E. = 10 mmhos/cm). Le rapport  $Cl^-/SO_4^{--}$  ne diminue qu'en dessous de 10 cm où la quantité de gypse dosé est effectivement maximale et correspond, ce qui n'est pas toujours le cas aux observations de terrain.  $Na^+/Mg^{++}$  augmente ici progressivement en profondeur. Le SAR reste élevé dans tous les horizons - (Fig. 13).

#### 3.5.4.2. Sous-Groupe à surface poudreuse, Faciès acidifié

Profil Type NT 118 : Sur matériaux argilo-limoneux du Fluvio-deltaïque haut, présence de gypse, à structure poudreuse mal exprimée.

Description du Profil :

Morphologie de surface : plane - Petits agrégats polyédriques se soudant localement en une croûte de 2 à 3 cm d'épaisseur friable.

Végétation : absente.

P R O F I L N T 118			
Profondeur en cm	0 - 2	2 - 25	42 - 120
G R A N U L O M E T R I E (10 <sup>-2</sup> )			
Humidité	5,0	5,5	5,5
Argile	42,2	38,3	27,8
Limon fin	22,9	17,9	16,2
Limon grossier	17,2	20,8	28,2
Sable fin	10,6	17,0	20,6
Sable grossier	0,2	0,1	0,9
Matière organique	0,9	0,8	0,3
Total	99,0	100,4	99,5
M A T I E R E O R G A N I Q U E - P H O S P H O R E e t p H			
C ‰	5,00	4,40	1,56
N ‰	0,42	0,32	0,14
C/N	11,90	13,8	11,1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,45	0,40	0,26
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. ‰	0,007	0,005	0,005
pH eau 1/2,5	5,7	5,2	5,3
pH KCl	5,3	4,8	4,8
S O U F R E			
Gypse S ‰	0,08	0,16	0,03
Jarosite S ‰	0,0	0,0	0,0
S/total ‰	6,56	5,18	3,73
V A L E U R T e n m e / 1 0 0 g			
T	16,07	14,42	8,98
S E L S S O L U B L E S (sur un extrait au 1/5) (me/l)			
Conductivité	13	8,7	5,7
pH	5,3	4,8	4,8
Ca <sup>++</sup>	13,8	9,50	2,13
Mg <sup>++</sup>	27,8	21,5	6,06
K <sup>+</sup>	0,75	0,46	0,58
Na <sup>+</sup>	91,0	56,5	45,0
Somme cations	133,35	87,98	53,77
Cl <sup>-</sup>	133	85	52,5
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	3,08	4,28	2,06
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,0	0,0	0,08
Somme anions	136,08	89,28	54,64
R A P P O R T S C A R A C T E R I S T I Q U E S			
Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	43,2	19,8	25,5
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	3,3	2,6	7,4
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,49	0,44	0,35
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	121,3	122,8	84,9
S A R	19,9	14,3	22,2
A N A L Y S E S P H Y S I Q U E S			
pF 4,2	13,8	13,0	13,0
K(cm/h)laboratoire	0,99	0,69	0,31

- 0 à 3 cm : Brun pâle (10 YR 6/3) - Texture argilo-limoneuse - Structure polyédrique anguleuse aplatie de 0,1 à 3 cm - Infiltration de salbe fin brun jaunâtre clair 10 YR 6/4 - Efflorescences salines à la base - Limite régulière sur 2 cm.
- 3 à 25 cm : Sec - Brun foncé (10 YR 4/4) - 2 à 10 % de taches rouges (2,5 YR 4/6) et noires de 0,1 à 0,5 cm arrondies - Sable fin brun jaunâtre clair (10 YR 6/4) sur les faces horizontales et verticales des agrégats (3 %) - 3 % d'efflorescences salines sur les faces aplaties des agrégats polyédrique anguleux - Texture argilo-limoneuse . Bonne porosité inter-agrégat - Faible dans ceux-ci - Peu compact - Limite ondulée sur 3 cm.
- 25 à 42 cm : Sec à frais - Jaune brunâtre (10 YR 6/6) - 10 % de taches grises (10 YR 6/1) de 0,5 à 1 cm irrégulières anastomosées - 5 % de taches rouges (2,5 YR 4/6) de 0,5 cm irrégulières - 2 % de taches noires en lacis fin - 1 % d'efflorescences salines - Texture argilo-limoneuse. Structure massive - Faible porosité tubulaire - Compact à très compact - Limite ondulée sur 3 cm.
- 42 à 120 cm : Frais - Brun 10 YR 5/3 à texture limono-argileuse avec des bancs plus sableux à taches jaune brunâtre (10 YR 6/8) et gris brun-clair (10 YR 6/2) (10 et 15 %) - Lacis de taches noires. Structure massive - Bonne porosité tubulaire - Compact à peu compact - Limite régulière sur 1 cm.
- > 120 cm : Frais - Blanc sableux avec de fines intercalations argileuses - brun très pâle (10 YR 7/3) - Taches brun jaunâtre (10 YR 5/8) et iron-pipes ( 1 %) - Peu compact.

#### ANALYSES DU PROFIL (Voir page précédente)

Le rapport  $Cl^-/SO_4^{--}$  reste élevé dans tout le profil. La concentration en  $SO_4^{--}$  varie peu, son maximum correspond à celui des cations  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$  et du gypse dosé. Le rapport  $Ca^{++}/SO_4^{--}$  reste dans ce profil toujours supérieur ou égal à 1.

#### 3.5.5. Juxtaposition des sous-Groupe à surface battante massive et à surface poudreuse ( UNITE 12).

Seuls les faciès modaux et acidifiés sont représentés.

- SOUS-GROUPE A SURFACE BATTANTE MASSIVE :

Faciès modal : PROFILS NT 3 (ANNEXE 1), 35A (ANNEXE 2)

- SOUS-GROUPE A SURFACE POUFREUSE :

Faciès modal : PROFILS NT 2, 72, 116 (ANNEXE 2)

Faciès acidifié: PROFILS NT 7 (ANNEXE 1), 80 (ANNEXE 2)  
NT 118 (Paragraphe 3.5.4.2)

Le sous-groupe à surface battante massive occupe 30 % environ de cette unité, en grandes taches de formes circulaires ou allongées, à irrégulières de 5 à 75 m dans leur plus grande longueur. Les sols à surface poudreuse semblent occuper les parties très légèrement en relief.

### 3.6. LES ETATS DE SURFACE DES SOLS NUS

Nous nous limiterons à comparer les principaux types de surface bien différenciés rencontrés sur les sols sodiques à structure dégradée et les sols peu évolués (sous-groupe salé) : surface battante massive - Surface poudreuse plus ou moins bien exprimée - Pellicules de battance - Zones de transition - Accumulations éoliennes - Après avoir décrit les différents cas, nous comparerons leurs teneurs en sels solubles et dans deux cas, nous analyserons leurs relations avec les horizons sous-jacents.

#### 3.6.1. Aspect physique des états de surface

##### 3.6.1.1. "Surface battante massive"

On observe ce type de surface sur les sols sodiques et sur la plus grande partie des sols peu évolués salés - (Fig. 12).

La surface est plane avec des zones d'ablations striées dans le sens des vents dominants sous l'effet de l'impact des particules transportées par ceux-ci. On remarque la trace de bulles de 1 à 3 mm, ayant crevé la surface ou juste sous celle-ci. Quelques grains de sables apparaissent en relief. La porosité de surface est faible.

Cette surface (ou croûte) "massive" est légèrement fendillée ou découpée en petites plaquettes de formes irrégulières ou grossièrement polygonales de 2 à 3 cm d'épaisseur et de 2 à 5 cm de largeur,

très cohérente à cohérente (elles s'écrasent assez difficilement dans la main). La structuration semble simplement due à la dessiccation. La porosité est faible, vésiculaire, non communicante. Localement, dans des parties légèrement déprimées de 5 à 20 cm de diamètre, se sont accumulées une série de pellicules actuellement soudées entre elles. Il n'y a pas de cristallisation de sels.

### 3.6.1.2. "Surface poudreuse" et Pellicules de battance superficielles

Ce cas concerne essentiellement les sols sodiques à structure dégradée. (Fig. 12). Après avoir décrit les phénomènes, nous verrons leurs relations.

- La structure poudreuse de surface est formée de petits agrégats polyédriques à polyédriques sub-anguleux de 1 à 3 mm bien séparés entre eux. Quand ils s'associent en agrégats arrondis de 3 à 10 mm, nous avons qualifié la structure poudreuse de mal exprimée. La couche micro-agrégée atteint de 1 cm à plus de 10 cm quand elle est très bien exprimée.

La surface présente un aspect "moutonné"

- Une ou plusieurs pellicules de battance de 1 à 40 mm d'épaisseur totale, couvrent très irrégulièrement cette surface. Des feuillets à texture limono-argilo-sableuse de 0,5 à 2 mm, avec de nombreuses traces de bulles crevées ou non, plus nombreuses à la base du feuillet, alternent avec des couches à sables fins, pulvérulentes. On remarque des cristallisations salines mêlées aux agrégats de la couche poudreuse plus ou moins bien exprimée immédiatement sous-jacente, ou fixées à la base du dernier feuillet. Quand la couche poudreuse est seule, les cristaux apparaissent 5 à 10 mm sous la surface.

- Les relations entre la structure poudreuse et les pellicules de battance.

Une inversion de relief se produit quand les parties non protégées par la pellicule de battance sont dégagées par le vent, sur 5 à 30 mm d'épaisseur.

Sur les petites bosses (10 à 20 cm de hauteur), le sol foisonne, les pellicules de battance se détachent en lambeaux facilement désagrégés par le vent, feuillet après feuillet. On remarque ainsi, fréquemment, de petits débris de pellicules de battance mêlés aux premiers millimètres supérieurs de la structure poudreuse ( Fig. 12 ).

#### 3.6.1.3. Les zones de transition

Le passage entre les deux types de surface précédents se fait brutalement sur 2 à 5 cm. La couche poudreuse déborde vers les parties à surface battante massive (Fig. 12 ).

#### 3.6.1.4. Les accumulations éoliennes (NEBKAS)

Les nebkas en formation semblent constituées en grande partie de particules issues des surfaces poudreuses.

Les plus anciennes sont couvertes de pellicules de battance se décollant localement sous l'effet du foisonnement de la partie sous-jacente. Des coupes ont montré des successions depuis la base de couches alternées, meubles à structure micro-agrégée ou en agrégats arrondis très peu **cohérents** à cohérents vers la base et de pellicules de battance (Fig. 12).

#### 3.6.1.5. Conclusions

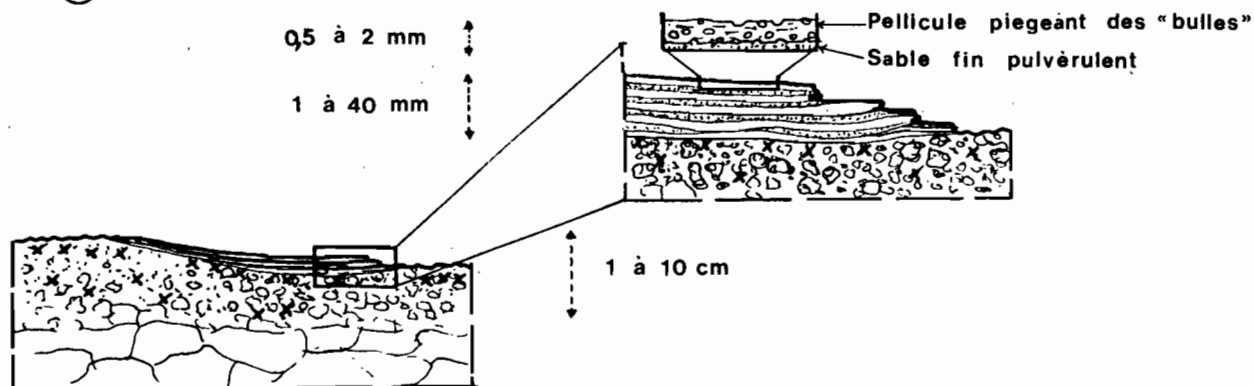
Les surfaces battantes décrites précédemment sont la conséquence des averses violentes de saison des pluies. Dès que le sol se dessèche fortement en surface, les sels qui cristallisent et s'accumulent, contribuent à la formation de structure poudreuse (en fragmentant et repoussant les agrégats). Les pellicules de battance disparaissent en partie. Elles peuvent constituer une protection contre l'érosion éolienne.

La présence de pellicules superposées à la base des nebkas semblent avoir pour origine des sédimentations successives par ruissellement, sur lesquelles peut se former une pellicule de battance sous l'effet des pluies violentes comme en témoignent les bulles de dégazage emprisonnées. Sur les surfaces planes cette explication ne semble pas entièrement satisfaisante. Les pellicules peuvent être conservées d'une année sur l'autre, l'apport de matériaux par saupoudrages éoliens pourrait contribuer à la formation de nouvelles pellicules.

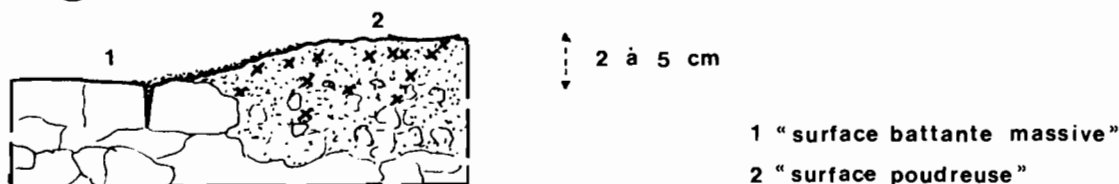
① "SURFACE BATTANTE MASSIVE"



② "SURFACE POUDREUSE" ET PELLICULES DE BATTANCE



③ PASSAGE ENTRE LES STRUCTURES MASSIVE ET POUDREUSE



④ EVOLUTION DE LA STRUCTURE POUDREUSE SOUS PELLICULES DE BATTANCE



- Formation de pellicules de battance .

- Foisonnement sous l'effet de la cristallisation des sels .  
- Dislocation partielle des pellicules de battance .

- Sous l'action du vent :  
. Désagrégation des pellicules de battance .  
. Départ de particules fines (micro-agrégats)

⑤ . FORMATION DES NEBKAS



- Piégeage de particules fines par une plante basse .

- Apports successifs de matériaux éoliens :  
. Remaniés en surface (battance)  
. Etalés à la base des nebkas .

Fig 12 - SCHEMAS DES PRINCIPAUX ETATS DE SURFACE DES SOLS NUS ET LEURS RELATIONS - FORMATION DES NEBKAS.

Les zones à surface battante massive ne subissent pas le tri granulométrique observé dans les pellicules de battance. Le matériau déjà cohérent à l'origine (non poudreux) empêcherait une reprise importante de celui-ci par l'action des gouttes de pluies qui n'affectent que la surface. Elles peuvent cependant contribuer à compacter et à diminuer la porosité des premiers cm. La surface plane empêche tout piégeage de particules éoliennes. Les nebkas sont rares.

Des témoins (tiges métalliques enfoncées dans le sol) placés en fin de saison sèche permettront de suivre la dynamique des aspects de surface au cours des saisons suivantes. Même si des répartitions s'opèrent, le bilan général érosif est négatif d'après les premiers contrôles effectués localement (par exemple, bornes déchaussées d'environ 1 cm par an).

### 3.6.2. La répartition des sels solubles (Extraits 1/5)

Nous avons choisi quatre aspects de surface qui rassemblent les cas rencontrés (43 échantillons).







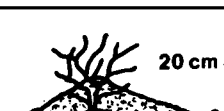

- (1) Surface battante massive
- (2) Surface poudreuse - bien exprimée  
- mal exprimée
- (3) Surface poudreuse mal exprimée à pellicules de battance superficielles
- (4) Surface poudreuse mal exprimée à pellicules de battance désagrégées.

L'analyse de nebkas en formation a été également réalisée(5).

- La balance cationique (Fig. 10, paragraphe 3.5.1.) des cations  $\text{Na}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$  et  $\text{Ca}^{++}$ , ne met pas en évidence de différenciations très marquées. Le sodium prédominant, occupe 39 à 72 % de la somme des cations, le magnésium 19 à 41 % et le Calcium 6 à 24 %.

Remarque : la répartition cationique des extraits 1/5 des horizons de surface des sols sodiques à structure non dégradée et à surface battante (UNITE 9), ne s'écartent pas de ce domaine.

- Le tableau ci-dessous complète les résultats précédents. Nous avons effectué les moyennes concernant la conductivité électrique, le sodium, le calcium et le magnésium (Somme égale à 100) des extraits 1/5

ASPECTS DE SURFACE	SCHEMAS	C.E. mmhos/cm à 20°C	Cations des extraits 1/5 en %		
			Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>
(1) SURFACE BATTANTE MASSIVE		3,7	44	35	21
(2) SURFACE POUDREUSE	bien exprimée 	10,0	62	28	10
	mal exprimée 	11,4	63	27	10
(3) SURFACE POUDREUSE MAL EX- PRIMEE A PELLICULES DE BATTANCE		6,6	58	24	18
		10,2	53	29	18
(4) SURFACE POUDREUSE MAL EX- PRIMEE A PELLICULES DE BAT- TANCE DESAGREGES		10,4	57	29	14
		13,2	59	29	12
(5) NEBKAS EN FORMATION		5,9	62	28	10

La conductivité électrique, dans les horizons à surface poussiéreuse, est deux à trois fois plus élevée que celle des horizons à surface battante massive, ce qui confirme dans ce cas, l'absence de sels cristallisés visibles. Les pellicules de battance analysées (2) devaient contenir des sels à leur base. Les variations granulométriques (15 à 50 % d'argile) n'influencent pas ces valeurs.

Le sodium représente 53 à 63 % des cations solubles dans les horizons à surface poudreuse et seulement 44 % quand la surface est massive. Dans ce cas, le calcium et le magnésium atteignent leur maximum (21 % et 35 %).

Les différences entre les structures poudreuses mal et bien exprimées ne sont pas significatives ; on peut remarquer que le calcium présente un minimum (10 %) quand les pellicules de battance sont absentes où ont complètement disparu. ( ? )

Il est à noter entre les deux principaux types de surface : massive et poudreuse (voir paragraphe 36-1), un passage brutal du point de vue aspect physique et des différences dans la quantité et la répartition des sels solubles.

La composition cationique des sels solubles des horizons à surface poudreuse bien exprimée se retrouve assez fidèlement dans les accumulations éoliennes récentes où les micro-agrégats sont piégés.

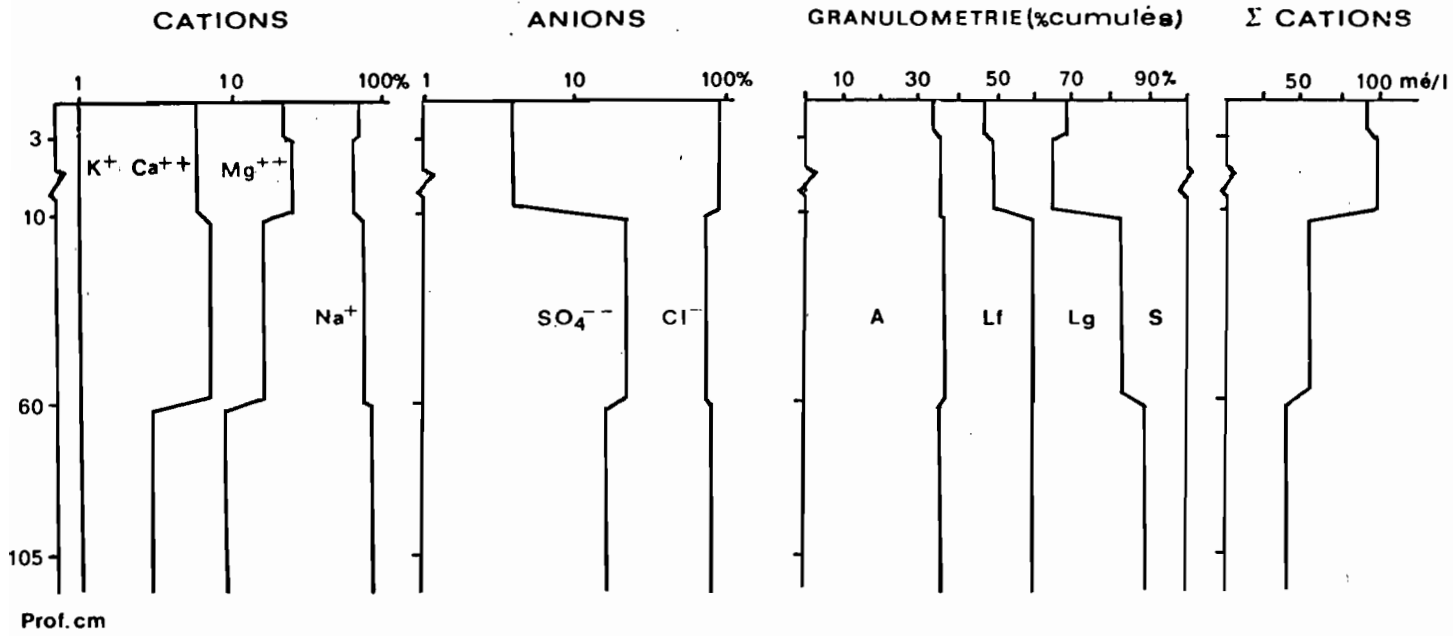
### 3.6.3. Comparaison des profils types des sous-groupes à surface battante massive et à surface poudreuse des sols Sodiques à structure dégradée, salins à alcalins.

La ventilation des sels dans les sols se fait depuis la nappe salée vers la surface. Nous comparerons deux profils, l'un à surface battante massive (PROFIL NT 21, paragraphe 3.5.3) et l'autre à surface poudreuse (PROFIL NT 74 A, paragraphe (3.5.4.1) à l'aide des profils salins et granulométriques de la figure 13.

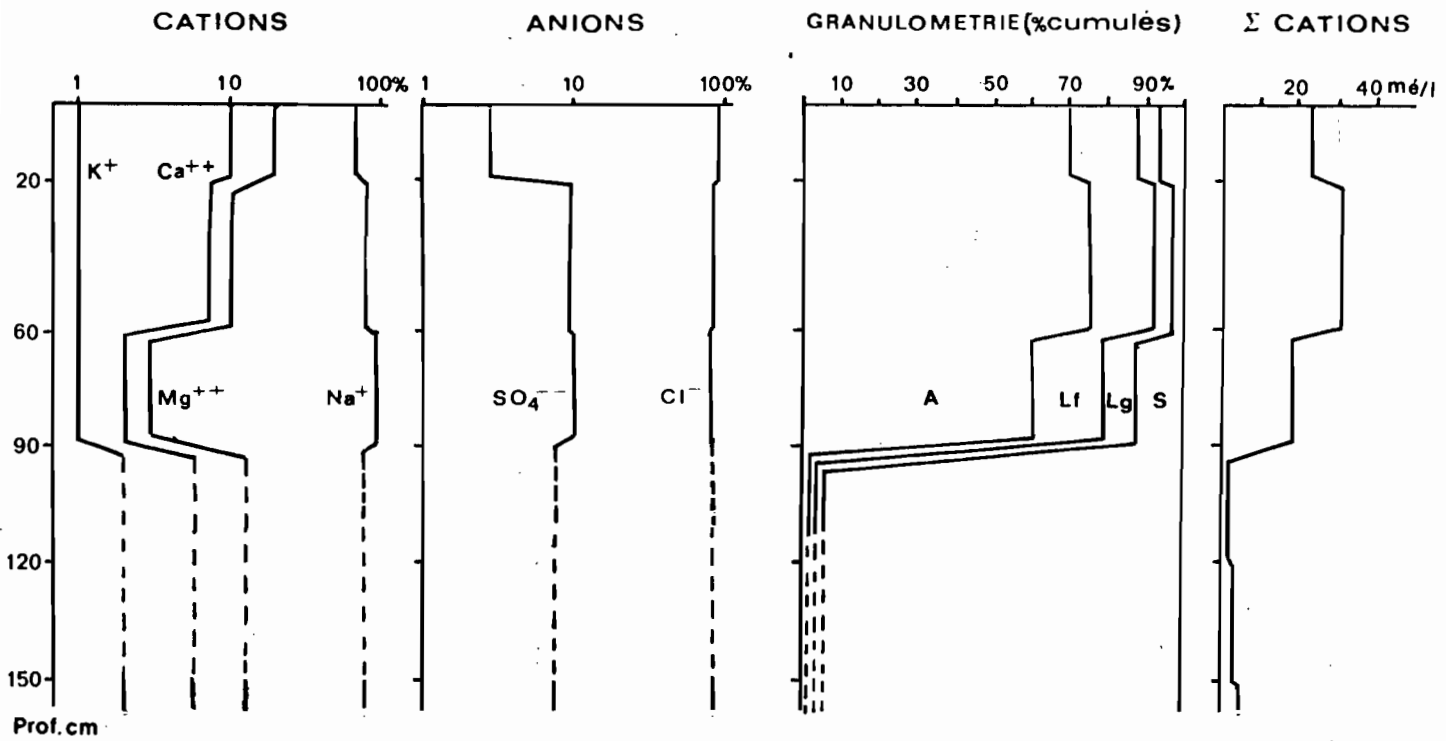
La conductivité est partout plus forte dans le profil à structure poudreuse de surface.

La somme des cations solubles (variant comme la conductivité) diminue dans l'horizon à surface battante massive du profil NT 21. Elle est ici quatre fois moins élevée que dans l'horizon poudreux du profil NT 74 A

La répartition des anions solubles est semblable.



PROFIL NT 74A - Horizon de surface à STRUCTURE POUDREUSE.



PROFIL NT 21 - Horizon de surface à STRUCTURE MASSIVE.

Fig13 - Comparaison des profils salins des profils NT21 et NT 74A.

Les cations  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  augmentent dans les deux cas vers la surface. L'augmentation la plus forte apparaît dans le profil NT 21.

La granulométrie ne semble pas influencer l'ensemble des profils salins sauf dans le cas d'un horizon très sableux (NT 21). Cependant, la quantité de sels totaux piégés dans ce cas est plus faible que dans le sol à surface poudreuse. L'horizon sableux peut rompre rapidement les remontées capillaires de la nappe. Pourtant, un profil similaire (NT 207 - ANNEXE 1), mais argileux en profondeur, montre le même type de différenciations (sels solubles, état de surface).

#### 3.6.4. Conclusions

Nous pouvons émettre les hypothèses suivantes :

Les sols à "surface battante massive" se rencontrent dans des positions géomorphologiques légèrement déprimées où stagneraient plus longtemps les eaux. Les accumulations salines n'auraient pas le temps de se faire de façon intense sous l'effet de la baisse rapide de la nappe. La surface du sol restant cohérente serait peu propice à une redistribution de matériaux en surface.

Les sols à "surface poudreuse" légèrement en relief (ce fait est accentué par le foisonnement de l'ensemble de l'horizon supérieur), subirait pendant une période plus longue les influences de la nappe avant la rupture éventuelle des liens capillaires. Le ruissellement, l'action des pluies, contribueraient à la formation de pellicules de battance plus ou moins bien conservées par la suite.

Le suivi de l'aspect physique de ces surfaces (sur le terrain, expériences en laboratoire, observations fines des relations entre les sels et les agrégats ou microscope électronique à balayage par exemple...) et l'étude de la répartition de sels solubles, au cours des cycles, humectation-dessiccation sous des conditions évaporatoires connues, permettraient d'établir un modèle expliquant ces phénomènes.

3.7. ANALYSE DES TACHES ROUGES DANS LES SOLS INFLUENCES PAR LA SALURE ET L'HYDROMORPHIE :

Ces taches de couleur rouge (2,5 YR 4/8 à 10 R 5/6) ont des tailles croissantes avec la profondeur, de quelques millimètres à plus de 10 cm.

Nous avons prélevé dans deux profils, séparément les taches rouges (de 2 à 5 cm de largeur et de forme irrégulière) et le matériau de fond, de couleur grise (10 YR 6/1) dans la tranche 60-80 cm (20 % de taches) :

PROFIL NT 206 : Sol Sodique à structure dégradée, salin à alcalin, à surface poudreuse.

PROFIL NT 207 : Sol Sodique à structure dégradée, salin à alcalin, à surface battante massive.

Les principales analyses effectuées, sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

PROFILS		pH (1/2,5)	C. E. mmhos/cm (1/5)	GRANULOMETRIE %					Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre %	Fer libre Fer total
Tranche 60-80cm				A	Lf	Lg	Sf	Sg			
NT 206	Taches Rouges	4,2	3,4	30,1	24,1	21,8	14,2	9,7	8,75	6,96	0,79
	Fond Gris	4,7	2,6	25,9	26,7	32,2	14,7	0,5	2,00	0,66	0,33
NT 207	Taches Rouges	4,5	1,3	22,4	22,1	32,7	22,3	0,5	9,95	4,44	0,74
	Fond Gris	4,0	1,9	20,3	20,6	15,9	36,2	7,0	1,35	0,31	0,23

Les différences concernant le pH et la granulométrie ne sont pas significatives.

Le rapport Fer libre/Fer total est environ trois fois plus élevé (Voir tableau ci-dessous) et le Fer total quatre fois plus élevé dans les taches rouges que dans le fond gris.

La conductivité sur extrait 1/5 est identique dans les taches rouges et le fond gris (la répartition des ions solubles ne met pas en évidence de différenciation. Les chlorures représentent 75 à 93 % des anions solubles et le sodium environ 83 % des cations).

Ainsi, on peut conclure à une ségrégation du fer sous forme essentiellement libre dans les taches - c'est le cas dans les sols à hydromorphie temporaire avec des taches de couleur jaune brunâtre. (Des chlorures de fer seraient peut-être à l'origine de la couleur rouge en domaine salé, sodique).

Une expérience de précipitation d'oxyhydroxydes de fer en présence de chlorures (solution de Na Cl 1 N) et en absence de sel, a abouti dans le premier cas à un précipité verdâtre, dans le second à un précipité brun-jaunâtre (LE BRUSQ J.-Y. - Communication orale). La couleur rouge des taches d'hydromorphie en sols salés n'est donc pas nécessairement liée de façon simple à la présence de chlorures.

## C H A P I T R E 4 :

### LES UNITÉS DE LA CARTE FACTORIELLE

#### MISE EN VALEUR

##### 4.1. BUTS ET METHODE

On se reportera pour les caractères généraux au paragraphe 1.1.

Cette carte a été réalisée dans l'optique d'une extension de la zone aménagée de la cuvette de N'THIAGAR (riziculture et maraîchage).

Les facteurs choisis répondent dans l'ordre d'importance aux exigences des cultures envisagées. Nous avons adopté dans l'ensemble des facteurs déjà employés dans le delta pour un but similaire par J.-Y. LE BRUSQ (1980). Il a été ainsi retenu dans l'ordre :

##### . FACTEURS PRINCIPAUX

- La profondeur
- La texture

##### . FACTEURS SECONDAIRES

- Salure et alcalisation
- Les inclusions (gypse - jarosite, concrétions calcaires ou ferrugineuses)
- Compacité
- Présence d'une nappe

##### . FACTEURS EXTERNES

- Occupation du sol
- Morphologie locale
- Pente.

##### . NIVEAU DE FERTILITE

Chaque unité est découpée en quatre tranches de 30 cm d'épaisseur de 0 à 120 cm de profondeur où sont précisées à chaque fois les valeurs

des facteurs retenus. La précision est de plus ou moins 15 cm sauf quand une couche inférieure à 30 cm est importante à représenter (niveau argileux ou sableux dans un contexte différent). Dans ce cas la tranche de 30 cm est divisée en deux.

#### 4.2. MODE DE REPRESENTATION DES FACTEURS

On se reportera pour plus de précision à la légende sur la carte factorielle.

Chaque unité de la carte est représentée par un cartouche en marge où, pour chaque tranche de profondeur, la texture est indiquée par une couleur (voir triangle des textures paragraphe 4.3.1.2.) Nous avons choisi deux intensités de couleur selon le taux de salure : couleur claire pour une conductivité de l'extrait 1/5 inférieure à 1 mmhos/cm et couleur foncée pour une salure supérieure à 1 mmhos/cm. Des signes signalent les facteurs secondaires.

Sur la carte sont représentés les facteurs de la tranche 0-30 cm (texture et facteurs secondaires) indiqués sur la première partie du cartouche, et les facteurs externes plus le niveau de fertilité concernant l'ensemble de l'unité.

REMARQUE : Quand la tranche 0-30 cm comprend une couche superficielle de texture différente, celle-ci est représentée par une lettre minuscule correspondant à une texture simplifiée placée après les facteurs secondaires dans les cartouches et dans l'ensemble de l'unité, sur la carte.

#### 4.3. EXPRESSION DES FACTEURS ET CONSEQUENCES POUR LA MISE EN VALEUR

##### 4.3.1. Facteurs principaux

###### 4.3.1.1. La profondeur

Les conséquences impliquées par les autres facteurs seront plus ou moins importantes selon qu'ils s'appliquent au domaine superficiel prospecté par les racines ou en profondeur.

#### 4.3.1.2. La Texture

Les analyses granulométriques et les observations tactiles de terrain définissent un domaine de texture délimité sur le triangle des textures de la figure 14 et schématisé sur les triangles des textures de la carte.

La texture est un élément essentiel de la mise en valeur par irrigation:

- Les sols à textures fines ou très fines sont très difficiles à travailler une fois secs ou trop humides. Des mouvements de masse se produisent dans les sols vertiques après planage suite à leur submersion. L'élimination des sels se fera lentement (perméabilité réduite.)

- Les sols à texture grossière ou moyenne deviennent très compacts en surface dès qu'ils se dessèchent. L'irrigation entraînera une rapide élimination des sels existants. Cependant, en cas de mauvais drainage profond, les remontées de la nappe salée se feront très rapidement en particulier dans les sols à texture moyenne. La perméabilité importante interdit la pratique de l'irrigation par submersion dans les sols à texture grossière (le maraîchage est possible).

Les sols présentant un niveau superficiel peu épais à texture moyenne et surtout grossière en profondeur devront être planés avec soin afin de ne pas décaper entièrement la surface.

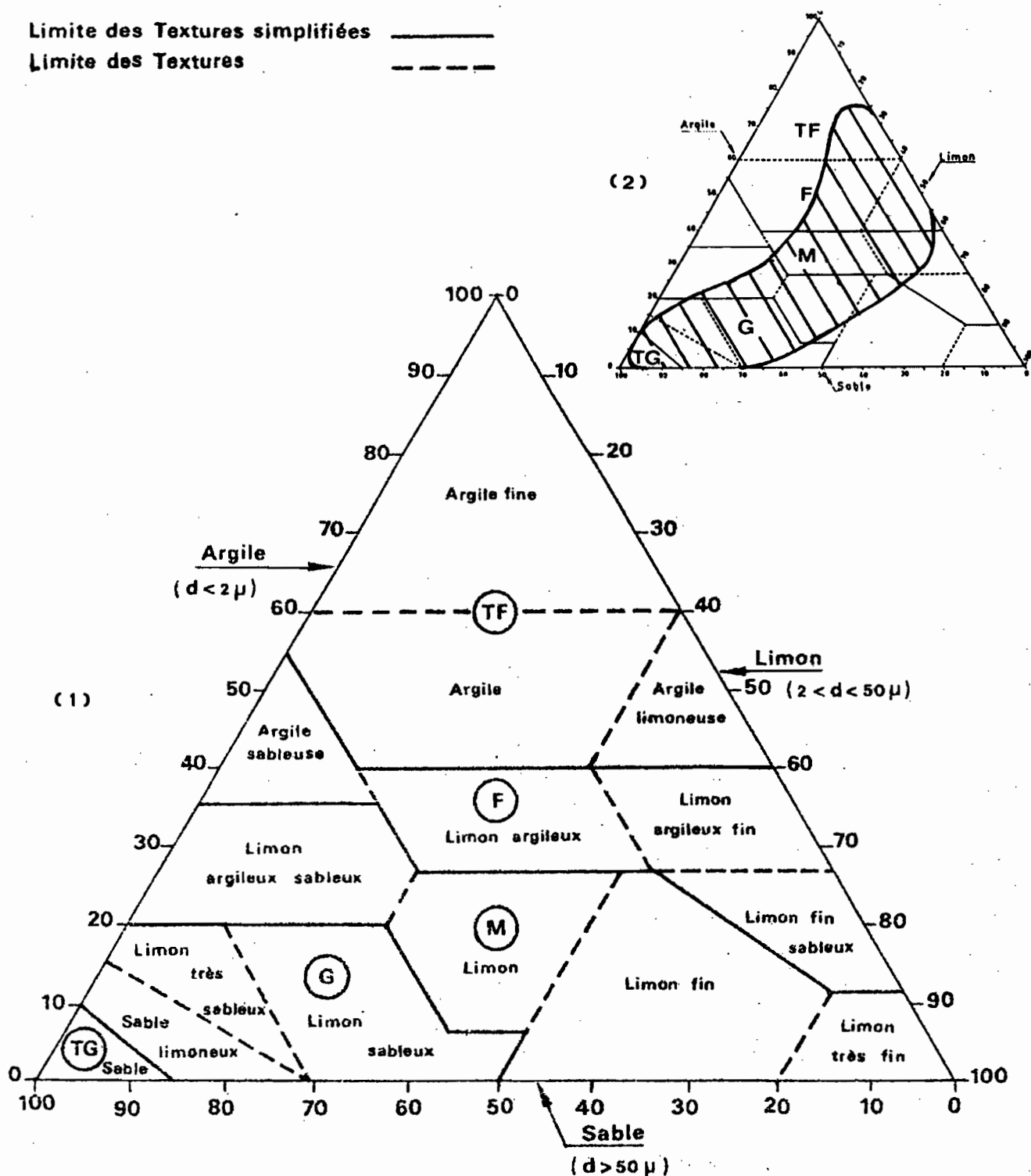
#### 4.3.2. Les facteurs secondaires

##### 4.3.2.1. La salure et l'alcalisation

Quatre classes de salinité ont été définies (extrait 1/5) :

- < 0,5 mmhos/cm
- de 0,5 à 1 mmhos/cm
- de 1 à 3 mmhos/cm
- > 3 mmhos/cm.

Limite des Textures simplifiées ————  
 Limite des Textures - - - - -



**TEXTURES SIMPLIFIÉES**

Texture très fine	TF	Texture grossière	G
Texture fine	F	Texture très grossière	TG
Texture moyenne	M		

Fig 14\_ Triangle des textures de DURAND (1) et répartition des analyses granulométriques (2).

Nous avons voulu essayer d'exprimer l'intensité de la fixation du sodium sur le complexe d'échange (Na/T en %). Mais cette alcalisation est difficile à préciser quantitativement (difficulté du dosage des cations échangeables des sols salés. Ainsi :

- Le facteur "salé non alcalisé" précise que l'alcalisation actuelle est improbable mais la présence d'une nappe salée remontant vers la surface sous irrigation rendrait possible à moyen terme une alcalisation des horizons supérieurs si un drainage profond n'est pas pratiqué.

- Le facteur "salé et alcalisé" : l'alcalisation est probable ou certaine. L'élimination des sels devra obligatoirement être accompagnée d'apport de calcium pour diminuer la part du sodium échangeable et ceci dès le départ afin d'éviter l'accentuation de l'alcalisation qui entraîne l'absence de structure, l'imperméabilisation et une densité apparente élevée, comme il a déjà été observé dans le bas delta sous culture ; ces apports empêcheront également une élévation éventuelle du pH par hydrolyse du sodium fixé (Alcalinisation).

Dans tout les cas, un apport de calcium et un drainage profond éliminant les sels lessivés et la nappe salée, s'imposent.

L'aménagement des unités salées et alcalisées ne peut se faire en priorité au vu du coût des réalisations à envisager. (Des essais préalables seraient indispensables.) On pourra se reporter aux études de M. MUTSAARS (1973) pour une étude détaillée du problème de la récupération des sols salés.

#### 4.3.2.2. L'acidité

Les quatre classes de pH (suspension au 1/2,5) choisies sont :

pH < 4  
pH de 4 à 5,5  
pH de 5,5 à 7,5  
pH de 7,5 à 8,5

Les pH < 4 n'apparaissent qu'en profondeur. Les pH de 4 à 5,5 s'observent jusqu'en surface. L'acidité entraîne dans ce cas un risque de toxicité aluminique, un blocage du phosphore et de

l'azote. Des amendements de calcaires ou de chaux sont recommandés.

De 5,5 à 7,5, le pH ne pose plus de problèmes. Localement, il monte jusqu'à 8,5 sous l'effet du carbonate de calcium.

#### 4.3.2.3. Les inclusions

##### - Le gypse (de 1 à 3 %).

Il représente une petite réserve en calcium une fois solubilisé. Des apports supplémentaires peuvent être réalisés.

- La jarosite : (De 2 à 10 %). Rarement présent, ce sulfate acide de fer, n'apparaît qu'en profondeur et signale un pH acide inférieur à 4,5. Il indique des risques de sulfato-réduction en cas d'irrigation prolongée, surtout si les cycles de cultures en submersion sont rapprochés comme ce sera le cas après la construction du barrage anti-sel de MAKADIAMA.

##### - Les concrétions calcaires : (De 2 à 15 %)

De grandes tailles (10 cm), elles sont associées à des couches très compactes. Le calcium même en pH acide, sera libéré lentement.

##### - Les concrétions ferrugineuses (De 2 à 15 %)

Elles représentent des éléments grossiers concentrés sur de faibles épaisseurs (10 à 20 cm) à diverses profondeurs.

#### 4.3.2.4. Compacité (Forte ou très forte compacité)

C'est un critère établi en saison sèche qui donnera de bonnes indications sur le comportement du sol pour des cultures en irrigation intermittente et sur l'époque et la nature des moyens à employer pour préparer les sols.

#### 4.3.2.5. Présence d'une nappe

A part dans un cas, toutes les nappes prélevées sont salées et alcalisantes. Elles n'ont été signalées que si leur toit en début de saison sèche se situait entre 0 et 150 cm. Ailleurs, le danger qu'elles représentent a tout de même été signalé en indiquant l'alcalisation probable ou potentielle des couches profondes. (voir 4.3.2.1)

#### 4.3.3. Les facteurs externes

##### 4.3.3.1. Occupation du sol

- Occupation humaine : représentée par quelques éleveurs plus ou moins fixés. Les villages sont situés à l'extérieur du secteur.

- Sol nu : l'érosion éolienne y est active.

- Sol cultivé : essentiellement quelques cultures maraîchères de courtes durées dans les cuvettes.

- Formation arborée : Des travaux de déboisement et de désouchage seront, dans quelques cas, assez importants (indices 2 et 3).

- Formation arbustive : La densité du couvert atteint parfois 80 % de la surface. La taille des arbustes ne dépasse pas 1,5 à 2 mètres.

- Formation herbacée : Elles sont actuellement utilisées en pâture.

##### 4.3.3.2. Morphologie locale

- Plane

- Bosselée ou très bosselée :

bosses de 10 à 50 cm d'amplitude et de 50 à 100 cm de longueur (Sols vertiques, nebkas)

- Ondulée ou très ondulée :

ondulations de 20 à 50 cm d'amplitude et de 1 à 20 m de longueur.

- Ravinée : ravines profondes de 15 à 100 cm, de 10 à 100 cm de largeur, entaillant les bords de la grande dépression centrale et précédées par des "griffes".

##### 4.3.3.3. Pente

< 3 %

De 3 à 6 %

> 6 % (localement)

Le planage ne devrait pas poser de problèmes importants - sauf en bordure de certaines cuvettes (accumulations dunaires) et au niveau de la grande dépression centrale.

#### 4.3.4. Niveau de fertilité

Nous nous sommes limités à trois niveaux de fertilité :

- 1 - Bon
- 2 - Moyen
- 3 - Médiocre

Le but est de donner une appréciation de la fertilité en faisant référence aux travaux de J.P. MULLER et M. GAVAUD (1976) et de B. DABIN et R. MAIGNIEN (1979) sur les potentialités agricoles des sols tropicaux.

Les données suivantes sont valables pour chaque niveau sur les trentes premiers cm.

- La matière organique, bien évoluée ( $C/N < 11$ ), est en moyenne égale à 1 % et dépasse très rarement 2 % (Sols peu humifères).

- Le phosphore total est en quantité suffisante mais le rapport P/N trop faible. Le phosphore assimilable OLSEN est déficitaire.

- Les cations échangeables n'ont pu être mesuré qu'en l'absence de sels solubles. Dans ce cas, le potassium atteint parfois sa limite de carence ( $< 2\%$ ). Le magnésium est toujours excédentaire (45 % de la C.E.C.) sur le calcium. Le sodium échangeable représentera le danger le plus grand au-dessus de 10 à 15 % de la C.E.C.

- L'équilibre azote / pH est bon sauf pour des pH  $< 5,5$  où il est moyen à médiocre pour la riziculture humide, ceci arrive parfois en surface.

Les conséquences du pH (toxicité, blocage) ont été évoquées précédemment.

La capacité d'échange cationique (CEC) (de 5 à 25 meq/100g) est fonction du taux d'argile et de matière organique. La relation entre ces trois données s'établit ainsi :

$$\text{CEC}_{(\text{me}/100 \text{ g})} = 0,719 + 0,285 \text{ A \%} + 3,533 \text{ MO \%}$$

(N = 38)

Nous avons établi le classement de la façon suivante :

- Niveau de fertilité :
- 1 Bon : La texture moyenne à très fine et la matière organique (> 1 %) confèrent une bonne capacité d'échange (15 à 25 meq/100g). La salure est inférieure à 0,5 mmhos/cm dans les 30 à 60 premiers cm. Le Na/T est inférieur à 10 %. Les dangers d'alcalisation secondaires ne sont pas exclus.
  - 2 Moyen : La texture est très fine à moyenne, la matière organique autour de 1 %. Les valeurs de la capacité d'échange sont ainsi irrégulières. La salure peut atteindre 1 à 3 mmhos/cm. L'alcalisation est fréquente en profondeur, les risques élevés en surface.
  - 3 Médiocre : Deux cas peuvent se présenter : La texture est moyenne à très grossière, le taux de matière organique inférieur à 1 %, la CEC de 5 à 10 meq/100 g, la salure très variable ; ou bien la texture est très fine à fine avec une salure supérieure à 1 mmhos/cm et une alcalisation jusqu'en surface.

Ces données seront évidemment à moduler avec les contraintes physiques (compacité, morphologie locale, pente...). Des apports de calcium seront nécessaires soit pour relever le pH, soit surtout pour diminuer ou empêcher l'alcalisation et des apports de matière organique afin d'améliorer le taux d'azote et en même temps la structure des sols.

Remarque : Les réserves en eau :

La méthode habituelle consiste à estimer la réserve utile du sol en effectuant la différence de teneur en eau pour un échantillon remanié entre pF 3 et pF 4,2. La densité apparente permet de calculer l'humidité volumique qui, rapportée à l'épaisseur du sol, donne une hauteur d'eau utile en mm entrant dans le bilan hydrique.

Nous avons établi les relations suivantes entre l'humidité pondérale à pF 4,2 et les teneurs en argiles (1) d'une part et en argiles et limons fins (2) d'autre part :

$$(1) \text{ pF } 4,2 = 2,456 + 0,280 A$$

(N = 111 ; coefficient de corrélation = 0,96).

$$(2) \text{ pF } 4,2 = 1,717 + 0,227 A + 140 Lf$$

(N = 111).

La comparaison à des relations obtenues pour des sols de cuvettes alluviales de la basse vallée et du delta du fleuve Sénégal (LE BRUSQ J.Y. - Communication orale) montre, ci-dessous, des différences assez importantes (relations 3 et 4).

$$(3) \text{ pF } 4,2 = 1,259 + 0,296 A$$

(N = 183, coefficient de corrélation = 0,96)

$$(4) \text{ pF } 4,2 = 0,92 + 0,248 A + 0,177 Lf$$

(N = 176).

Les mesures au pF 3 n'ont pas pu être réalisées. Il nous paraît difficile d'utiliser les relations établies au pF 3 comme précédemment pour le vaste domaine de la basse vallée et du delta ; les correspondances avec le pF 4,2 ne s'avérant pas très bonnes. Le secteur cartographié est très limité et ne semble pas, de ce point de vue, représentatif du domaine précédent.

## CONCLUSIONS

Les phénomènes de salure et d'hydromorphie associés de façon plus ou moins intense s'observent à des profondeurs variables dans tous les sols observés (effets de l'inondation et de la nappe salée). L'intensité de ces deux processus est fonction de la position des sols dans le paysage. Le relief, peu accentué, n'a pas facilité les observations, la végétation y a parfois pallié. Sur les parties hautes et leurs replats, se développent des sols Sodiques à structure dégradée ou Peu Evolués très salés. Les phénomènes d'hydromorphie sont dominés par les effets de la salure. La situation est plus complexe dans les domaines intermédiaires et les zones basses. Si des caractères d'hydromorphie sont partout observés, la salure, rarement élevée dans les horizons de surface, atteint 1 à plus de 3 mmhos/cm (extrait 1/5) en profondeur.

Nos données montrent que la salinité d'une manière générale semble avoir augmenté depuis une quinzaine d'années, en comparaison aux données de J.H. DURAND (1967) trois ans après la construction de la digue anti-crue. Seuls quelques points bas ou des sols très sableux font exception. La remontée des nappes s'est intensifiée dans les domaines non irrigués. La gamme des pH rencontrés (4,0 à 8,5 en moyenne) est identique. Les pH de 9, exceptionnels d'après DURAND, n'ont pas été rencontrés dans notre cas.

Si des observation rejoignent celles effectuées plus en aval dans le delta par J.Y. LE BRUSQ (1980) (proportion des cations solubles, élévation du calcium et du magnésium solubles en surface), on note dans notre cas une plus forte proportion de chlorures sur les sulfates (rapports de 2 à 120), qui se ressent au niveau des faibles quantités de gypse et de jarosite dosées. Les secteurs très acides à jarosite sont peu nombreux (sauf à l'Ouest). L'extension d'anciens milieux réducteurs à sulfures, désormais oxydés (mangroves) semble diminuer vers l'amont du delta ou du moins dans cette zone (diminution réelle ou disparition de ces traces). On note des précipitations de carbonates ( $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$ ) moins rares qu'en aval.

L'étude des processus d'évolution dans les sols influencés par la salure nécessiterait de connaître la dynamique verticale et latérale des sels en fonction de la morphologie, à l'aide de topographies très fines (levée - cuvette) réalisées à différentes époques de l'année et avec une approche statistique vu la grande variabilité des mesures.

La connaissance des effets du dessalement à partir de colonnes de sol (comportement physique des sols, composition des solutions, du complexe d'échange) pourrait permettre d'élaborer des modèles. Les conséquences agronomiques sont importantes.

Notre connaissance du sodium fixé sur le complexe d'échange est incomplète ( $Na/T$  obtenu à partir du SAR). De plus, la classification tient compte de ce caractère d'après des observations uniquement de saison sèche. L'étude de ce phénomène à l'aide d'isothermes d'échanges a été précédemment envisagée.

L'approche des sols effectuée par l'intermédiaire de leurs états de surface, pourra être affinée, puis prolongée à l'aide des suivis en cours, et étendue à partir de ces zones tests à l'ensemble du delta.

Les données ainsi recueillies et des essais culturaux, permettraient de mieux prévoir l'évolution des sols sous cultures en irrigation dans les conditions imposées par les réalités du pays (importance du drainage, amendements réalisables, rythme des cultures) et d'essayer de prévenir les dangers à court et moyen termes comme l'alcalisation.

## B I B L I O G R A P H I E

- BADO L. - 1975 - Etude pédologique à 1/20 000° d'une partie de la cuvette de NIANGA - Région de Ndiayène (Moyenne Vallée du Fleuve Sénégal). ORSTOM/DAKAR, 105 p.
- BERTRAND R. - 1974 - Les systèmes de paysage des plaines inondables du delta vif du Moyen Niger (MALI). Une application de la cartographie morpho-pédologique en vue de l'aménagement hydro-agricole. L'Agronomie Tropicale, Vol. XXIX, 2-3, 154-211.
- BRAUDEAU E. - 1978 - Etude pédologique de la cuvette de NIANGA (Secteur A) (Région du Fleuve Sénégal). Rapport 2ème Année Elève - ORSTOM/DAKAR - Etude SAED/ORSTOM.
- CHANTRET (F.) - 1969 - L'analyse thermique différentielle associée à l'analyse en continu de l'anhydride sulfureux et de l'oxyde de carbone. Applications qualitatives et quantitatives à l'étude des roches sédimentaires. Bull. Soc. Fr. Minér. Cristallogr., 462-467.
- CHEVERRY C. - 1974 - Contribution à l'étude pédologique des polders du lac Tchad. Dynamique des sels en milieu continental sub-aride dans des sédiments argileux organiques. Thèse Doct. Université Louis PASTEUR de STRASBOURG - 275 p. ORSTOM/PARIS.
- DABIN (B.) et MAIGNIEN (R.) - 1979 - Principaux sols d'Afrique de l'Ouest et leur potentialités agricoles. Cah. ORSTOM, sér. PEDOLOGIE, vol. XVII, 235-257.
- DOERING (E.J.), WILLIS (NO) et MERRILL (S.D.) - 1982 - Effect of total cation concentration and sodium ratio on exchangeable sodium ratio. Can. J. Sci., 62, 177-185.
- DURAND J.H. et Al. - 1967 - Prospection pédologique du delta du Sénégal (Rive Sénégalaise). Notice explicative de la carte pédologique au 1/25 000° et de la carte des aptitudes culturales au 1/10 000° (+ Annexes) + 3 Cartes. Cuvettes de THIAGAR - DJEULEUSS - DIAMBAR I R A T 1967.
- GARRELS R.M. et CHRIST C.L. - 1967 - Equilibre des minéraux et de leurs solutions aqueuses. GAUTHIER-VILLARS - PARIS, 336 p.
- GAUCHER G. - 1966 - Aménagement du Sénégal - Etude pédologique de la Vallée du Lampsar et basse vallée du Djeuss. Saint Louis, SAED/SCET, 87 p.

- JOIN Ph. - 1982 - Etude pédologique d'une zone Fluvio-marine à DAKAR-BANGO.  
Delta du Fleuve Sénégal - ORSTOM/DAKAR.
- KILLIAN J. - 1974 - Etude du Milieu physique en vue de son aménagement. Conceptions de travail - Méthodes cartographiques.  
L'Agronomie Tropicale, vol. XXIX, 2-3, 141-153.
- LE BRUSQ J.-Y. - 1980 - Etude pédologique des cuvettes de la vallée du Lampsar (Région du Fleuve Sénégal).  
Rapport d'élève 2ème année - ORSTOM/DAKAR -- Protocole SAED/ORSTOM - 114 p.
- LE BRUSQ (JY) et LOYER (JY) - 1981 - Relations entre les mesures de conductivité sur des extraits de sols de rapport sol-solutions variables dans la vallée du Fleuve Sénégal.  
ORSTOM/DAKAR - 13 p.
- LE BRUSQ (J.Y.) et LOYER (J.Y.) - 1982 - Evolution de la salinité des sols et des eaux en relation avec la riziculture submergée dans le delta du Fleuve Sénégal.  
ORSTOM/DAKAR - 45 p.
- LOYER J.Y. - 1974 - Les cartes d'utilisation des sols ; la carte factorielle - Application au domaine sylvo-pastoral de la Tunisie septentrionale.  
DRES/ORSTOM: D.S. TUNIS E.S. 91, 1974.
- LOYER (JY) - 1981 - Conceptions et réalisation des cartes d'utilisation des sols dans la vallée du Fleuve Sénégal : la carte factorielle.  
Note présentée à la Journée des pédologues de l'ORSTOM - 18 Sept. 1981 - paris.
- LOYER J.Y. et DIALLO M.A. - 1979a- La cuvette de PONT-GENDARME - Données sur les nappes - Recommandations pour la mise en valeur.  
ORSTOM/DAKAR - 44 p.
- LOYER J.Y. et DIALLO M.A. - 1979b - Note sur les sols et les nappes de la cuvette de N'DELLE-NDIAYE (Vallée du Lampsar) -  
ORSTOM / DAKAR - 18 p.
- LOYER J.Y. et MTIMET A. - 1979 - Etude pédologique de la cuvette de NDIEYRBA (Région du Fleuve Sénégal).  
Rapport d'élève 2ème année - ORSTOM/DAKAR -- Protocole SAED/ORSTOM.
- MICHEL P. - 1973 - Les Bassins des Fleuves Sénégal et Gambie.  
Etude géomorphologique.  
Mémoires ORSTOM N° 63, PARIS, 3 tomes.
- MICHEL (P.), NAEGELE (A.) et TOUPET (Ch.) - 1969 - Contribution à l'étude biologique du Sénégal Septentrional.  
I. Le milieu naturel  
Bul. Inst. Fond. Afr. Noire, A, Sénégal, 31, 3, 756-839, 20 Fig.  
20 photos.

- MULLER J.P. et GAVAUD M. - 1976 - Conception et réalisation d'une carte d'aptitudes culturales, à propos de la cartographie des sols de la vallée de la Benoué au Cameroun.  
Cah. ORSTOM, série Pédologie - Vol. XIV, 2, 131-159.
- MUTSAARS M. et VAN DER VELDEN J. - 1973 - Le dessalement des terres salées du delta du Fleuve Sénégal, bilan des trois années d'expérimentations (1970-73) et perspectives.  
Etude hydro-Agricole du Bassin du Fleuve Sénégal - R.A.F. 65/061.
- NDIAYE A. - 1978 - Les vallées du Lampsar-Djeuss (Sénégal). Le milieu naturel dans ses rapports avec l'aménagement rural.  
Thèse de 3<sup>e</sup> cycle - Université Louis PASTEUR de STRASBOURG.
- S.E.D.A.G.R.I. - 1969 - étude hydro-agricole du Bassin du Fleuve Sénégal. Etude pédologique - PARIS, 251 p.  
- Cartes Pédologiques et Géomorphologiques à 1/50 000°  
- Cartes d'Aptitudes culturales des terres à 1/50 000°.
- SERVANT (J.) - 1973 - Le profil salin des sols. Méthodes d'étude et signification. Application aux sols halomorphes du Midi de la France.  
Ann. Agro., 24, 3, 375-393.
- RICHARD (M.) et GOUNY (P.) - 1965 - Contrôle de la salinité.  
Ann. Agro., 16, 6, 625-635.
- TABATABAI (M.A.) et BREMMER (J.M.) - 1972 - Forms of sulfur, and carbon, nitrogen and sulfur relationships, in Iowa soils.  
Soil Sci., 114, 380-386.
- TRICART J. et KILLIAN J. - 1979 - L'éco-géographie et l'aménagement du milieu naturel.  
MASPERO - PARIS 1979.
- VAN BREEMEN - 1972 - Soil Forming processes in acid sulphate soils.  
Acid sulphate soils.  
Proceedings of the International Symposium - 12-20 August 1972, WAGENINGEN, 18, vol. I, 66-129.
- VIELLEFON (J.), CHANTRET (F.), TRICHET (J.) - 1973 - Caractérisations des formes du soufre dans les sols de mangrove. Mise en évidence d'une fraction liée à la M.O.  
C.R. Acad. Sci., PARIS, Sér. D, 2629-2632.
- U.S. Salinity Laboratory Staff - 1954 - Diagnosis and Improvement of saline and Alkalis soils.  
Agricultural Hand-book, 60, 160 p.

## TABLE DES MATIÈRES

	<u>P A G E S</u>
SOMMAIRE .....	3
CHAPITRE I : PRESENTATION	
1.1. BUT DE L'ETUDE - SITUATION .....	4
1.2. METHODOLOGIE UTILISEE .....	6
CHAPITRE 2 : ETUDE DU MILIEU	
2.1. ANALYSE DES PAYSAGES .....	8
2.2. LE CLIMAT .....	8
22.1. Les pluies .....	9
22.2. Les températures .....	10
22.3. Les vents .....	11
22.4. L'humidité de l'air - L'évaporation .....	11
22.5. Conclusions .....	12
2.3. L'HISTOIRE DU DELTA - LES GRANDES UNITES GEOMORPHOLOGIQUES ET LEUR VEGETATION .....	12
23.1. Les associations végétales .....	12
23.2. L'histoire du delta - Les grandes unités géomorpho- pédologiques .....	14
232.1. Les grandes phases de l'édification du delta du Sénégal et les principales forma- tions associées .....	14
232.2. Les grandes unités géomorphologiques et leur végétation, rencontrées dans le secteur de N'THIAGAR .....	15
2322.1. Les levées, le Fluvio-deltaïque in- différencié .....	16
2322.2. Les parties basses du Fluvio-deltaïque.	16
2322.3. Les cuvettes de décantation .....	17
2322.4. Les parties basses de cuvettes .....	17
2322.5. Les deltas de rupture de levées .....	18
2322.6. Les accumulations éoliennes .....	18
2.4. LES NAPPES .....	20
24.1. Les caractères généraux des nappes .....	20
24.2. Comparaison aux nappes de la vallée du Lampsar .....	26
24.3. Les eaux de surface - Une nappe peu chargée .....	27
243.1. Les eaux d'exhaure du périmètre irrigué de N'THIAGAR .....	27
243.2. Une nappe peu chargée .....	28

CHAPITRE 3 : LES UNITES DE LA CARTE PEDOLOGIQUE

3.1. REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE .....	29
3.2. LES SOLS PEU EVOLUES .....	32
32.1. Caractères généraux .....	33
32.2. Sols Peu Evolués, non climatiques, d'apport aluvial, sous-Groupe hydromorphe à pseudo-gley.....	35
322.1. Sous-Groupe hydromorphe à pseudo-gley, faciès modal .....	35
322.2. Sous-Groupe hydromorphe à pseudo-gley, faciès salé .....	36
32.3. Sols Peu Evolués, non climatiques, d 'apport allu- vial, Sous-Groupe salé .....	38
323.1. Sous-Groupe salé, faciès à taches et con- crétions ferrugineuses .....	38
323.2. Sous-Groupe salé faciès hydromorphe à con- crétions calcaires .....	42
3.3. LES SOLS HYDROMORPHES .....	47
33.1. Caractères généraux .....	48
33.2. Sols hydromorphes peu humifères, à pseudo-gley et gley de profondeur, Sous-Groupe modal à taches ferrugineuses .....	48
332.1. Sous-Groupe modal à taches ferrugineuses ...	48
332.2. Sous-Groupe modal à taches ferrugineuse faciès salé .....	51
33.3. Sols Hydromorphes peu humifères à pseudo-gley et gley de profondeur, Sous-Groupe salé .....	54
333.1. Sous-Groupe salé, faciès modal .....	54
333.2. Sous-Groupe salé, faciès verticale .....	56
33.4. Sols Hydromorphes peu humifères, Sous-Groupe à gley salé peu profond .....	58
3.4. LES VERTISOLS .....	60
34.1. Caractères généraux .....	61
34.2. Vertisols à drainage externe nul ou réduit, à structure prismatique large de surface, Sous-Groupe hydromorphe à pseudo-gley .....	61
342.1. Sous-Groupe hydromorphe à pseudo-gley, faciès salé .....	61
34.3. Vertisols à drainage externe nul ou réduit; à structure prismatique large de surface, Sous-Groupe vertique.....	64
343.1. Sous-Groupe verticale, faciès hydromorphe à taches et concrétions ferrugineuses .....	64
343.2. Sous-Groupe verticale, faciès salé .....	66
34.4. Vertisols à drainage externe nul ou réduit à structure prismatique large de surface, Sous-Groupe vertique salé .....	66

3.5. LES SOLS SODIQUES .....	67
35.1. Caractères généraux .....	70
35.2. Sols Sodiques à structure non dégradée, salins, Sous-Groupe à surface battante .....	74
352.1. Sous-Groupe à surface battante, faciès acidifié .....	74
35.3. Sols Sodiques à structure dégradée, salins à alcalins, Sous-Groupe à surface battante massive .....	76
353.1. Sous-Groupe à surface battante massive, faciès modal .....	77
35.4. Sols Sodiques à structure dégradée, salins à alca- lins, Sous-Groupe à surface poudreuse .....	79
354.1. Sous-Groupe à surface poudreuse, faciès modal..	79
354.2. Sous-Groupe à surface poudreuse, faciès aci- difié .....	81
35.5. Juxtaposition des sous-Groupe à surface battante massive et à surface poudreuse .....	83
3.6. LES ETATS DE SURFACE DES SOLS NUS .....	84
36.1. Aspect physique des états de surface .....	84
361.1. Surface battante massive .....	84
361.2. Surface poudreuse et pellicules de battance superficielles .....	85
361.3. Les zones de transitions .....	86
361.4. Les accumulations éoliennes .....	86
361.5. Conclusions .....	86
36.2. La répartition des sels solubles (Extraits 1/5) .....	88
36.3. Comparaison des profils types des Sous-Groupes à surface battante massive et à surface poudreuse des sols Sodiques à structure dégradée, salins à al- calins .....	90
36.4. Conclusions .....	92
3.7. ANALYSE DES TACHES ROUGES DANS LES SOLS INFLUENCES PAR LA SALURE ET L'HYDROMORPHIE .....	93

CHAPITRE 4 : LES UNITES DE LA CARTE FACTORIELLE - MISE EN VALEUR

4.1. BUTS ET METHODES .....	95
4.2. MODE DE REPRESENTATION DES FACTEURS .....	96
4.3. EXPRESSION DES FACTEURS ET CONSEQUENCES POUR LA MISE EN VALEUR .....	96
43.1. Facteurs principaux .....	96
431.1. La profondeur .....	96
431.2. La texture .....	97
43.2. Facteurs secondaires .....	97
432.1. La salure et l'alcalisation .....	97
432.2. L'acidité .....	99
432.3. Les inclusions .....	100
432.4. Compacité .....	100
432.5. Présence d'une nappe .....	100
43.3. Facteurs externes .....	101
433.1. Occupation du sol .....	101
433.2. Morphologie locale .....	101
433.3. Pente .....	101
43.4. Niveau de fertilité .....	102
CONCLUSIONS .....	105
BBIBLIOGRAPHIE .....	107
TABLE DES MATIERES .....	110
A N N E X E S :	
ANNEXE 1 : RESULTATS D'ANALYSES DE PROFILS - ANALYSES COMPLETES .....	114
ANNEXE 2 : RESULTATS D'ANALYSES DE PROFILS - ANALYSES PARTIELLES .....	133
ANNEXE 3 : RESULTATS D'ANALYSES DU pH ET DE LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE DES EXTRAITS 1/5 (PROFILS ET SONDAGES).....	143
ANNEXE 4 : METHODES ANALYTIQUES UTILISEES .....	152
 <u>CARTES JOINTES :</u>	
CARTE PEDOLOGIQUE A 1/10 000°	
CARTE FACTORIELLE A 1/10 000°	
CARTE D'EMPLACEMENT DES PROFILS A 1/10 000°	

A N N E X E 1 :

RESULTATS D'ANALYSES DE PROFILS :

- ANALYSES COMPLETES DES PROFILS NT :

1 - 3 - 7 - 8 - 9 - 11 - 18 - 19 - 22 - 23  
25 - 28 - 36 - 64 - 141 - 206 - 207 - 250.

- DESCRIPTIONS DES PROFILS NT :

23 - 207 - 250

PROFIL NT 1 : Sol peu évolué d'apport **alluvial** , salé, hydromorphe à nappe alcalisante ( UNITE 2 ).

Profondeur en cm	0 - 5	5 - 10	10 - 30	30 - 60	90 - 120	120 - 150
G R A N U L O M E T R I E (10 <sup>-2</sup> )						
Humidité	5,0	4,5	2,5	4,0	2,0	-
Argile	49,2	43,7	23,9	26,8	10,7	-
Limon fin	25,6	28,1	25,3	15,4	6,2	-
Limon grossier	11,0	8,2	32,7	34,5	24,8	-
Sable fin	8,4	14,0	13,5	17,7	55,4	-
Sable grossier	0,2	0,2	1,7	0,5	0,2	-
Matière organique	0,9	0,7	0,3	0,2	-	-
Total	100,3	99,4	99,9	99,1	99,3	-

M A T I E R E O R G A N I Q U E - P H O S P H O R E et pH						
C ‰	5,4	4,1	2,0	1	-	-
N ‰	0,46	0,34	0,18	0,08	-	-
C/N	11,7	12,1	11,1	12,5	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,59	0,46	0,48	0,21	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. ‰	0,010	0,015	0,012	0,010	-	-
pH eau 1/2,5	6,8	5,3	5,1	7,2	7,7	7,8
pH KCl	5,5	4,6	4,5	6,6	7,0	7,1

S O U F R E						
S/total ‰	0,37	0,74	2,99	2,99	2,35	-

V A L E U R T en me/100 g						
T	20,05	18,57	9,03	11,22	5,57	-

S E L S S O L U B L E S (sur un extrait au 1/5) (me/l)						
Conductivité (mmhos/cm)	0,48	0,99	1,40	4,40	4,60	4,00
pH	7,0	5,9	6,2	6,3	6,5	6,7
Ca <sup>++</sup>	-	0,2	0,28	2,25	2,88	2,06
Mg <sup>++</sup>	-	0,25	0,48	6,31	8,88	6,63
K <sup>+</sup>	-	0,13	0,16	0,30	0,33	0,31
Na <sup>+</sup>	-	10,4	12,5	35,8	35,0	31,0
Somme cations	-	10,98	13,42	44,66	47,09	40,00
Cl <sup>-</sup>	-	13,3	45,0	48,0	48,0	40,0
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	-	1,02	0,6	0,77	0,60	0,34
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	0,0	0,06	0,04	0,06	0,06
Somme anions	-	10,52	13,96	45,81	48,66	40,40

R A P P O R T S C A R A C T E R I S T I Q U E S						
Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	-	9,3	22,1	58,4	80,0	117,6
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	-	4,16	26,0	5,67	3,94	4,68
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	-	0,80	0,58	0,36	0,32	0,31
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	-	80,0	78,1	119,3	106,1	100,0
S A R	-	21,9	20,3	17,3	14,4	14,9

PROFIL NT 3 : Sol sodique, salin à alcalin, à surface battante massive, modal ( UNITE 12 ).

Profondeur en cm	0 - 5	5 - 20	30 - 40	60	90 - 120
G R A N U L O M E T R I E (10 <sup>-2</sup> )					
Humidité	5,0	5,5	5,5		4,0
Argile	40,8	43,5	34,3		21,6
Limon fin	22,6	17,4	17,1		13,9
Limon grossier	13,7	15,0	19,6		26,5
Sable fin	16,5	17,6	21,5		31,8
Sable grossier	0,2	0,4	1,6		1,8
Matière organique	-	-	-		-
Total	98,8	99,4	99,6		99,6

M A T I E R E O R G A N I Q U E - P H O S P H O R E e t p H

C ‰					
N ‰					
C/N					
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰					
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. ‰					
pH eau 1/2,5	6,0	5,5	6,5	8,0	7,4
pH KCl	5,4	5,0	5,9	7,7	6,9

S O U F R E - F E R

S/total ‰	-	3,24	-	1,30	3,27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total %	4,37	4,56	4,44	7,25	7,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre %	2,98	2,80	2,75	5,84	2,75

V A L E U R T e n m e / 1 0 0 g

T	15,7-	15,92	16,60	-	10,48
---	-------	-------	-------	---	-------

S E L S S O L U B L E S (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité (mmhos/cm)	4,80	5,20	6,40	9,50	5,40
pH	6,0	5,7	6,3	7,6	6,6
Ca <sup>++</sup>	4,25	5,0	4,19	6,38	3,25
Mg <sup>++</sup>	8,44	11,7	13,3	23,8	10,4
K <sup>+</sup>	0,33	0,31	0,40	0,56	0,43
Na	37,5	38,9	47,5	74,5	45,0
Somme cations	50,52	55,91	65,39	105,24	59,08
Cl <sup>-</sup>	47,0	50,0	62,0	100	52,0
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	2,81	5,19	5,78	5,53	5,87
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,04	0,00	0,04	0,58	0,04
Somme anions	49,85	55,19	67,82	106,11	57,91

R A P P O R T S C A R A C T E R I S T I Q U E S

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	16,7	9,6	10,7	18,1	8,9
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	4,4	3,3	3,6	3,1	4,3
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,50	0,43	0,31	0,27	0,31
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	113,6	125,5	118,7	133,1	104,6
S A R	14,9	13,5	16,1	19,2	17,2

PROFIL NT 7 : Sol sodique, salin à alcalin, à <sup>surface</sup> poudreuse, acidifié (UNITE 11)

Profondeur en cm	0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 90	90 - 120	120 - 150
------------------	--------	---------	---------	---------	----------	-----------

GRANULOMETRIE (10<sup>-2</sup>)

Humidité	5,0	5,0	4,5	5,0	4,0	-
Argile	32,1	32,3	34,3	38,3	33,5	-
Limon fin	16,2	16,6	20,1	22,4	18,4	-
Limon grossier	18,5	24,7	24,8	18,5	20,7	-
Sable fin	26,7	20,1	14,9	14,3	22,1	-
Sable grossier	0,4	0,2	0,5	0,3	0,3	-
Matière organique	1,0	0,5	0,5	-	-	-
Total	99,9	99,4	96,6	98,8	99,0	-

MATIERE ORGANIQUE - PHOSPHORE et pH

C ‰	5,6	2,9	2,8	-	-	-
N ‰	0,4	0,28	0,24	-	-	-
C/N	14,0	10,4	11,7	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,38	0,35	0,26	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. ‰	0,010	0,010	0,005	-	-	-
pH eau 1/2,5	5,8	4,9	5,0	5,0	5,7	6,4
pH KCl	5,5	4,5	4,6	4,6	5,4	5,9

S O U F R E

Gypse S ‰	0,08	0,16	-	-	-	-
Jarosite S ‰	0,0	0,0	-	-	-	-
S/total ‰	5,80	4,10	2,98	2,90	2,52	-

VALEUR T en mé/100 g

T	12,33	13,07	10,66	11,56	11,35	13,09
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (mé/100 l)

Conductivité (mmhos/cm)	8,30	6,20	4,60	3,90	3,40	3,70
pH	5,8	5,1	5,2	6,5	6,0	7,0
Ca <sup>++</sup>	10,5	6,44	2,13	1,44	1,16	1,25
Mg <sup>++</sup>	28,8	16,5	6,56	4,44	4,06	4,69
K <sup>+</sup>	0,38	0,30	0,29	0,30	0,30	0,35
Na <sup>+</sup>	49,5	40,6	35,4	34,0	28,9	30,4
Somme cations	89,18	63,84	44,38	40,18	34,42	36,69
Cl <sup>-</sup>	88,8	63,0	45,0	38,5	33,5	37,0
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	1,87	2,04	0,95	1,02	1,45	1,53
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0	0	0	0,06	0,04	0,06
Somme anions	90,67	65,04	45,85	39,58	34,99	38,59

ANALYSES PHYSIQUES

pF 4,2	-	11,7	13,8	17,2	16,0	-
--------	---	------	------	------	------	---

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	47,5	30,9	52,9	37,7	23,1	24,2
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	1,7	2,5	5,4	7,6	7,1	6,5
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,36	0,39	0,32	0,32	0,28	0,27
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	130,2	135,3	122,1	113,3	96,3	86,7
S A R	11,2	14,0	17,0	19,8	17,9	17,6

	PROFIL NT 8 : Sol peu évolué d'apport alluvial, salé, hydromorphe, à nappe alcalisante (UNITE 2)	PROFIL NT 9 : Sol sodique, salin, à surface battante, modal, à nappe alcalisante (UNITE 10)
--	--	---

Profondeur en cm	0-10	30-60	60-90	130	0-50	50-80	80-100	100-140	> 140
------------------	------	-------	-------	-----	------	-------	--------	---------	-------

GRANULOMETRIE (10<sup>-2</sup>)

Humidité	3,5	1,0	3,0	3,5	5,5	3,0	3,0	1,0	3,5
Argile	36,3	8,9	35,5	37,0	46,0	24,9	26,8	10,2	31,1
Limon fin	13,7	6,0	22,9	19,9	19,4	20,1	17,9	4,5	17,4
Limon grossier	16,1	33,7	21,2	20,2	12,2	22,6	17,6	16,3	25,0
Sable fin	28,7	50,2	15,6	17,4	16,5	25,3	33,6	65,0	17,4
Sable grossier	0,3	0,2	0,2	0,5	0,2	2,3	0,6	3,7	5,5
Matière organique	0,6	0,3	-	-	0,8	0,2	-	-	-
Total	99,5	100,3	98,4	98,5	100,6	98,4	99,5	100,7	99,9

MATIERE ORGANIQUE - PHOSPHORE et pH

C ‰	3,7	1,92	-	-	4,8	1,2	-	-	-
N ‰	0,30	0,16	-	-	0,38	0,1	-	-	-
C/N	12,3	12,0	-	-	12,6	12,0	-	-	-
P2O5 total ‰	0,34	0,15	-	-	0,37	0,18	-	-	-
P2O5 ass. ‰	0,005	0,005	-	-	0,002	0,002	-	-	-
pH eau 1/2.5	5,6	5,8	4,5	4,1	5,6	6,1	4,6	4,0	3,8
pH KCl	5,0	5,2	3,9	3,6	5,0	5,3	4,1	3,7	3,5

SOUFRE ET FER

S/total ‰	1,30	0,80	0,92	-	2,0	2,16	1,76	0,99	-
Fe2O3 total %	4,25	1,55	4,56	4,06					
Fe2O3 libre %	2,56	1,06	2,80	2,40					

VALEUR T en me/100 g

T	13,68	2,64	11,13	11,43	16,43	13,08	7,40	3,16	10,24
---	-------	------	-------	-------	-------	-------	------	------	-------

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité $\frac{E}{mmhos/cm}$	1,45	1,25	1,55	2,30	2,95	3,30	2,85	1,35	3,30
pH	5,8	6,2	5,5	9,6	5,6	5,7	4,9	4,5	4,2
Ca <sup>++</sup>	3,19	0,54	0,43	0,93	1,56	7,19	1,88	0,49	1,25
Mg <sup>++</sup>	5,81	1,88	1,03	2,63	5,38	7,50	4,81	1,81	5,31
K <sup>+</sup>	0,24	0,13	0,24	0,30	0,21	0,31	0,33	0,19	0,38
Na <sup>+</sup>	4,20	9,65	12,4	17,0	21,8	20,0	22,4	9,7	25,4
Somme cations	13,44	12,20	14,10	20,86	28,95	35,00	29,42	12,19	32,34
Cl <sup>-</sup>	13,0	9,25	11,0	16,5	24,5	18,5	23,0	10,3	27,0
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	0,51	2,89	3,40	4,85	4,76	17,5	6,89	1,7	5,61
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0	0,04	0,0	0,0	0	0	0	0	0
Somme anions	13,51	12,18	14,40	21,35	29,26	36,00	29,89	12,00	32,61

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	25,4	3,2	3,2	3,4	5,1	1,1	3,3	6,1	4,8
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,7	5,1	12,0	6,5	4,05	2,7	4,7	5,3	4,8
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,55	0,28	0,42	0,35	0,29	0,96	0,39	0,27	0,23
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	17,5	74,2	51,7	56,7	103,8	64,5	67,9	51,0	66,8
S A R	2,0	8,8	14,5	12,7	11,7	7,4	12,2	9,0	14,0

ANALYSES PHYSIQUES

pF 4,2					15,5	12,5	12,3	5,2	-
--------	--	--	--	--	------	------	------	-----	---

PROFIL NT 11 : Vertisol à drainage externe nul, hydromorphe, salé  
à nappe alcalisante (UNITE 6°).

Profondeur en cm	0 - 30	30 - 60	90 - 120	120 - 150
------------------	--------	---------	----------	-----------

GRANULOMETRIE (10<sup>-2</sup>)

Humidité	5,5	6,0	2,5	4,5
Argile	61,9	62,9	27,6	47,0
Limon fin	19,4	20,6	15,4	25,8
Limon grossier	6,1	6,1	21,2	14,1
Sable fin	6,5	2,7	29,2	4,1
Sable grossier	0,2	0,5	3,9	3,0
Matière organique	1,6	0,9	-	-
Total	101,2	99,7	100,2	98,5

MATIERE ORGANIQUE - PHOSPHORE et pH

C %	9,2	5,28	-	-
N %	0,64	0,40	-	-
C/N	14,4	13,2	-	-
P205 total %	0,62	0,50	-	-
P205 ass. %	0,005	0,002	-	-
pH eay 1/2,5	6,2	7,0	7,4	5,4
pH KCl	4,7	5,7	6,7	4,9

SOUFRE et FER

S/Total %	1,15	0,84	0,58	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total %	6,06	6,69	5,50	6,19
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre %	3,60	3,20	3,56	4,56

CATIONS ECHANGEABLES en mé/100 g

Ca <sup>++</sup>	9,13	9,38	4,00	7,13
Mg <sup>++</sup>	11,88	12,00	6,63	10,88
K <sup>+</sup>	0,78	0,65	0,44	0,80
Na <sup>+</sup>	0,69	2,38	8,25	21,13
S	22,48	24,41	19,32	39,94
T	25,63	23,43	13,03	18,88
S/T %	88	≈104	Salé	Salé
Na/T %	2,7	8	?	?
Mg/T %	46,3	≈ 50	-	-

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité (mmhos/cm)	0,115	0,15	1,25	3,9
pH	6,5	7,7	6,3	5,6
Ca <sup>++</sup>	-	-	0,38	2,63
Mg <sup>++</sup>	-	-	0,73	5,50
K <sup>+</sup>	-	-	0,24	0,53
Na <sup>+</sup>	-	-	10,7	30,8
Somme cations	-	-	12,05	39,46
Cl <sup>-</sup>	-	-	9,25	29
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	-	-	2,72	12,2
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	-	0,04	0
Somme anions	-	-	12,01	41,20

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	-	-	3,4	2,4
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	-	-	14,6	5,6
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	-	-	0,52	0,48
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	-	-	44,6	58,1
S.A.R.	-	-	14,4	15,3

ANALYSES PHYSIQUES

pF 4,2	20,5	20,1	13,4	21,4
--------	------	------	------	------

PROFIL NT 18 : Sol sodique, salin à alcalin à surface poudreuse.  
acidifié - (UNITE 11)

Profondeur en cm	0 - 15	30 - 60	60 - 90	90-120	120 - 150	> 150
------------------	--------	---------	---------	--------	-----------	-------

GRANULOMETRIE (10<sup>-2</sup>)

Humidité	5,5	5,5	4,5	2,0	1,0	1,0
Argile	45	48,2	49,2	14,7	11,7	13,4
Limon fin	24,9	27,6	29,8	10,4	8,4	9,7
Limon grossier	14,8	14,3	12,6	34,9	29,7	27,7
Sable fin	8,0	2,7	2,4	36,0	47,1	44,3
Sable grossier	0,2	0,2	0,3	1,3	1,8	2,9
Matière organique	0,9	0,6	-	-	-	-
Total	99,3	99,1	98,8	99,3	99,7	99,0

MATIERE ORGANIQUE - PHOSPHORE et pH

C ‰	5,2	3,5				
N ‰	0,42	0,34				
C/N	12,4	10,3				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,5	0,6				
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. ‰	0,003	0,007				
pH eau 1/2,5	5,6	4,8	5,0	4,8	4,4	4,3
pH KCl	5,2	4,3	4,2	4,5	4,1	4,1

SOUFRE et FER

Gypse S ‰	0,62	0,08	0,1	0,08	0,16	0,05
Jarosite S ‰	0,05	0,05	0,23	0	0,05	0,03
S/total ‰	5,20	2,50	2,20	1,60	0,97	1,10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total %	4,62	5,00	4,75	3,70	3,19	3,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre %	2,98	3,16	3,00	1,56	2,36	2,26

VALEUR T en mé/100 g

T	20,06	19,80	19,45	7,72	6,09	6,20
---	-------	-------	-------	------	------	------

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité (mmhos/cm)	7,2	2,7	2,5	1,5	1,4	1,45
pH	4,5	4,4	4,6	4,6	4,2	4,1
Ca <sup>++</sup>	7,81	0,44	0,44	0,30	0,45	0,38
Mg <sup>++</sup>	21,8	0,85	0,84	0,63	0,91	0,81
K <sup>+</sup>	0,43	0,31	0,38	0,26	0,29	0,28
Na <sup>+</sup>	48	24	22,3	12,5	11,6	11,5
Somme cations	78,04	25,60	23,96	13,69	13,25	12,97
Cl <sup>-</sup>	70,0	23,0	22,0	13,3	12,0	12,0
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	6,46	1,36	1,96	1,02	1,19	1,11
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0	0	0	0	0	0
Somme anions	74,46	24,36	23,96	14,32	13,19	13,11

ANALYSES PHYSIQUES

pF 4,2	14,1	16,9	18,5	6,7	5,6	-
--------	------	------	------	-----	-----	---

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	10,8	16,9	11,2	13,0	10,1	10,8
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	2,2	28,2	26,5	19,8	12,7	14,2
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,36	0,52	0,52	0,48	0,49	0,47
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	111,6	77,4	58,7	48,1	40,0	41,1
S A R	12,5	29,9	27,8	18,3	14,1	15,0

PROFIL NT 19 : Sol sodique, salin à alcalin, à surface poudreuse, modal.  
(UNITE 11)

Profondeur en cm	0 - 20	30 - 60	60 - 90	90 - 120	120 - 150	> 150
------------------	--------	---------	---------	----------	-----------	-------

GRANULOMETRIE (10-2)

Humidité	4,5	2,5	4,5	1,5	0,1	-
Argile	38,0	20,1	19,4	13,4	5,0	-
Limon fin	15,9	9,4	9,2	8,0	1,7	-
Limon grossier	19,9	20,8	30,2	22,0	8,8	-
Sable fin	20,0	45,4	37,2	53,6	83,9	-
Sable grossier	0,5	1,6	1,6	1,5	0,4	-
Matière organique	0,6	0,1	0,2	-	-	-
Total	99,4	99,9	100,3	100,0	99,9	-

MATIERE ORGANIQUE - PHOSPHORE et pH

C %	3,7	0,8	1,08	-	-	-
N %	0,34	0,08	0,10	-	-	-
C/N	10,9	10,0	10,8	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,40	0,16	0,15	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. %	0,005	0,005	0,002	-	-	-
pH eau 1/2,5	5,8	7,8	8,4	8,1	8,1	8,4
pH KCl	5,6	7,3	7,7	7,1	7,1	7,2

CALCAIRE - SOUFRE

CO <sub>3</sub> Ca	-	-	0,23	0	0	0
Gypse S %	0,75	0,05	0,0	0,08	-	0,03
Jarosite S %	0,0	0,03	0,0	0,03	-	0,0
S/total %	4,80	2,40	2,30	1,00	-	0,55

VALEUR T en me/100 g

T	15,27	9,77	12,65	6,81	1,10	0,95
---	-------	------	-------	------	------	------

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité (mmhos/cm)	7,6	4,5	3,9	2,1	1,05	0,83
pH	5,1	6,5	7,5	7,0	6,8	7,3
Ca <sup>++</sup>	6,63	1,09	1,00	0,24	0,16	0,20
Mg <sup>++</sup>	17,5	3,56	2,25	0,58	0,34	0,41
K <sup>+</sup>	0,56	0,51	0,51	0,34	0,21	0,20
Na <sup>+</sup>	57,0	40	35,8	18,5	8,60	7,00
Somme cations	81,69	45,16	39,56	19,66	9,31	7,81
Cl <sup>-</sup>	75,0	43,8	38,0	19,5	9,0	7,25
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	6,12	0,51	0,85	0,68	0,34	0,34
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,0	0,1	0,62	0,06	0,04	0,28
Somme anions	81,12	44,41	39,47	20,24	9,38	7,87

ANALYSES PHYSIQUES

pF 4,2	11,9	8,8	8,8	5,8	-	-
--------	------	-----	-----	-----	---	---

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	12,2	85,9	44,7	28,7	26,5	21,3
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	3,3	11,2	15,9	31,9	25,3	17,1
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,38	0,31	0,44	0,41	0,47	0,49
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	101,8	78,4	70,2	54,4	40,9	35,0
S A R	16,4	26,2	28,1	28,9	17,2	12,7

PROFIL NT 22 : Sol sodique, salin à alcalin, à surface battante massive, modal (UNITE 10).

Profondeur en cm	0 - 20	30 - 60	90	120	150
G R A N U L O M E T R I E (10 <sup>-2</sup> )					
Humidité	6,0	6,0	1,0	0,5	-
Argile	61,6	59,9	5,2	4,0	-
Limon fin	17,1	20,4	2,0	1,7	-
Limon grossier	6,1	0,7	6,4	8,7	-
Sable fin	8,3	11,1	84,2	84,3	-
Sable grossier	0,4	0,3	0,9	0,2	-
Matière organique	1,1	0,8	0,1	-	-
Total	100,6	99,2	99,4	99,4	-

MATIERE ORGANIQUE - PHOSPHORE et pH					
C ‰	6,6	4,8	0,52	-	-
N ‰	0,44	0,38	0,05	-	-
C/N	15,0	12,6	10,4	-	-
p205 total ‰	0,46	0,51	0,07	-	-
P205 ass. ‰	0,005	0,005	0,002	-	-
pH eau 1/2,5	6,1	6,0	8,5	8,2	8,1
pH KCl	5,5	5,3	7,5	7,4	7,2

CALCAIRE - SOUFRE et F E R					
CO <sub>3</sub> Ca total %	-	-	0	0	0
Gypse S ‰	0	0	0,13	0,06	0,02
Jarosite S ‰	0	0	0	0	0
S/total ‰	1,40	1,20	0,77	0,36	0,47
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total %	5,75	5,87	1,10	0,84	0,97
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre %	3,72	3,92	0,95	0,50	0,55

VALEUR T en me/100 g					
T	24,67	23,25	3,35	2,55	-

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)					
Conductivité (mmhos/cm)	2,85	3,6	0,85	0,60	1,15
pH	5,0	4,8	6,8	6,8	6,6
Ca <sup>++</sup>	3,25	1,63	0,19	0,08	0,38
Mg <sup>++</sup>	6,06	3,44	0,39	0,33	1,50
K <sup>+</sup>	0,29	0,34	0,16	0,13	0,24
Na <sup>+</sup>	17,4	30,0	6,69	4,69	8,30
Somme cations	28,35	36,16	7,70	5,51	10,80
Cl <sup>-</sup>	27,5	32,5	7,0	5,0	10,0
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	0,85	3,66	0,60	0,43	0,68
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,0	0,0	0,10	0,08	0,12
Somme anions	27,0	35,41	7,43	5,23	10,42

RAPPORTS CARACTERISTIQUES					
Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	32,3	8,8	11,7	11,6	14,7
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	2,9	8,7	17,1	14,2	5,5
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,54	0,47	0,49	0,24	0,25
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	60,0	88,2	41,8	46,1	34,6
S.A.R.	8,06	18,8	12,4	10,4	8,6

ANALYSES PHYSIQUES					
pF 4,2	17,7	17,9	2,6	1,6	-

PROFIL NT 23 : Sol sodique à structure dégradée, salin à alcalin, à surface battante massive, très acidifié - (UNITE 10).

Matériau : Argileux et sableux en profondeur.

Position géomorphologique : Fluvio-deltaïque bas.

Morphologie de surface : Plane - Réseau de fentes de dessiccation découpant de larges polygones de 10 à 30 cm. Croûte de battance. Quelques pellicules de battance dans les parties légèrement déprimées.

Végétation : 2 % de touffes d'*artrocnemum glaucum*. Rares arbustes desséchés.

Description des horizons :

- 0 à 30 cm : Sec - Brun (10 YR 5/3) sur les faces des agrégats - Brun grisâtre (10 YR 5/2) à l'intérieur, à taches rouges (10 YR 5/6) de 0,5 cm irrégulières peu contrastées. Texture argileuse. Structure prismatique sur 15 cm puis polyédrique anguleuse aplatie de 0,5 à 3 cm. Bonne porosité planaire. Très cohérent et très compact. Limite ondulée sur 6 cm.
- 30 à 60 cm : Frais - Gris (10 YR 5/1) - 30 % de taches rouges (10 R 4/6 à 5/8) et 10 % de taches noires de 0,5 à 1 cm irrégulières isolées ou en amas de 5 à 20 cm. Texture argileuse - Structure polyédrique anguleuse. Quelques plans obliques lisse. Agrégats peu poreux. Cohérent - Très compact - Limite régulière.
- 60 à 80-90 cm : Frais - identique à 30 à 60 cm avec les taches rouges en bandes verticales dont la taille augmente vers le bas (0,5 à 3 cm sur 2 à 10 cm).
- 80-90 à 120 cm : Frais - Gris foncé (10 YR 4/1) - 10 % d'iron-pipes - 10 % de taches rouges (10 R 5/8), 2 % de taches noires, de 0,5 à 2 cm irrégulières. Texture sableuse - Structure massive - Bonne porosité tubulaire de 0,5 à 1,5 mm. Peu cohérent peu compact - Limite régulière sur 1 cm.
- > 120 cm : Frais - Gris clair (10 YR 6/1) - 2 % de taches rouges (10 R 4/6) - 5 % d'iron-pipes - Sable meuble à peu compact.

PROFIL NT 23: Sol sodique, salin à alcalin, à surface battante massive, très acidifié. (UNITE 10)

Profondeur en cm	0 - 20	30 - 60	60 - 90	90 - 120	120 - 150	> 150
GRANULOMETRIE (10 <sup>-2</sup> )						
Humidité	5,0	5,0	3,5	2,5	2,0	2,5
Argile	54,2	49,9	34,5	22,4	16,6	17,6
Limon fin	19,9	24,9	34,3	30,6	10,4	11,7
Limon grossier	9,9	9,5	11,6	16,4	12,0	23,3
Sable fin	9,7	9,3	12,5	23,0	51,9	37,6
Sable grossier	0,2	0,3	2,1	4,4	6,1	6,8
Matière organique	0,9	0,8	0,4	0,3	-	-
Total	99,8	99,7	98,9	99,6	99,0	99,5
MATIERE ORGANIQUE - PHOSPHORE et pH						
C ‰	5,4	4,4	2,6	2,0	-	-
N ‰	0,42	0,36	0,23	0,14	-	-
C/N	12,9	12,2	11,3	14,3	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,44	0,55	0,54	0,52	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. ‰	0,005	0,005	0,007	0,005	-	-
pH eau 1/2,5	5,4	4,4	4,1	4,0	3,8	3,6
pH KCl	4,9	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5
S O U F R E						
Gypse S ‰	0,08	0,05	0,19	0,14	0,18	-
Jarosite S ‰	0,11	0,0	0,0	0,0	0,72	0
S/total ‰	0,16	0,40	0,46	0,65	1,70	1,50
VALEUR T en me/100 g						
T	18,82	19,97	13,85	9,14	7,25	8,03
SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)						
Conductivité (mmhos/cm)	2,5	1,25	1,30	1,25	1,55	1,95
pH	4,5	4,5	4,4	4,6	4,1	4,0
Ca <sup>++</sup>	3,63	0,45	0,43	0,55	0,89	1,25
Mg <sup>++</sup>	7,50	0,68	0,71	0,96	1,88	2,44
K <sup>+</sup>	0,31	0,23	0,29	0,31	0,34	0,41
Na <sup>+</sup>	12,0	9,70	10,4	9,60	11,5	13,5
Somme cations	23,44	11,06	11,83	11,42	14,61	17,60
Cl <sup>-</sup>	23,5	8,75	9,50	9,25	12,0	15,0
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	0,60	2,21	1,96	2,04	2,30	3,15
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0	0	0	0	0	0
Somme anions	24,10	10,96	11,46	11,29	14,30	18,15
RAPPORTS CARACTERISTIQUES						
Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	39,1	4,0	4,8	4,5	5,2	4,7
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	1,6	14,3	14,6	10,0	6,1	5,5
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,48	0,66	0,61	0,57	0,47	0,51
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	38,7	42,2	35,9	31,0	33,8	32,9
S A R	5,1	12,9	13,8	11,0	9,8	9,9
ANALYSES PHYSIQUES						
pF 4,2	15,0	17,5	15,5	10,2	9,1	-

PROFIL NT 25 : Sol hydromorphe à pseudo-dogley, modal, alcalisé en profondeur - ( UNITE : 3 )

PROFONDEUR NT 28 : Sol peu évolué d'apport alluvial, salé, hydromorphe, à nappe alcalisante ( UNITE 2 )

Profondeur en cm	0-20	30-60	60-90	90-120	120-140	0-20	30-50	60 - 90	90 - 120
G R A N U L O M E T R I E (10 <sup>-2</sup> )									
Humidité	2,5	3,0	1,0	0,1	0,1	2,0	1,0	3,0	0,5
Argile	22,1	27,1	9,9	3,2	2,7	4,0	12,2	29,8	5,0
Limon fin	11,2	15,9	4,7	1,5	2,5	23,6	13,7	20,1	5,7
Limon grossier	17,1	25,2	12,1	5,6	5,0	11,2	19,9	12,1	4,4
Sable fin	45,7	25,9	67,9	84,2	88,7	55,6	50,8	34,1	82,1
Sable grossier	1,4	1,6	5,0	5,7	1,3	2,4	2,0	0,9	2,5
Matière organique	1,2	0,3	0,1	0,1	-	0,3	0,1	0,2	-
Total	101,2	99,0	100,7	100,4	100,3	99,1	99,7	100,2	100,2

M A T I E R E O R G A N I Q U E - P H O S P H O R E et pH									
C %	7,2	1,6	0,44	0,40	-	1,8	0,84	1,36	-
N %	0,54	0,14	0,04	0,04	-	0,16	0,06	0,12	-
C/N	13,3	11,4	11,0	11,0	-	11,3	14,0	11,3	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,29	0,24	0,23	0,09	-	0,15	0,16	0,16	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. %	0,01	0,010	0,012	0,02	-	0,010	0,007	0,010	-
pH eau 1/2,5	6,5	7,5	8,5	8,9	8,8	5,6	7,6	7,9	8,1
pH KCl	5,2	6,1	7,6	8,0	7,8	5,0	6,6	7,1	7,1

C A L C A I R E - S O U F R E et F E R									
CO <sub>3</sub> Ca total %	-	-	0	0	0	-	-	-	-
Gypse S %	0,02	0	-	-	-	0,15	0	-	-
Jarosite S %	0	0	-	-	-	0	0	-	-
S/total %	0,89	0,34	0,18	0,18	-	1,15	0,53	1,10	0,47
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total %	6,30	7,80	4,25	2,05	0,82	4,80	4,50	6,65	2,55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre %	2,24	2,36	1,64	0,77	0,58	1,48	1,46	1,80	0,86

C A T I O N S E C H A N G E A B L E S en me/100 g									
Ca <sup>++</sup>	4,88	4,75	1,75	0,75	-	-	-	-	-
Mg <sup>++</sup>	5,63	6,50	2,63	1,00	-	-	-	-	-
K <sup>+</sup>	0,36	0,49	0,29	0,14	-	-	-	-	-
Na <sup>+</sup>	0,49	1,69	1,71	1,13	-	-	-	-	-
S	11,36	13,43	6,38	3,02	-	-	-	-	-
T	12,95	13,38	6,45	2,70	-	7,17	5,72	9,75	2,23
S/T %	88	100	99	Salé	-	-	-	-	-
NA/T %	3,8	12,6	26,5	-	-	-	-	-	-
Mg/T %	43,5	48,6	40,8	-	-	-	-	-	-

S E L S S O L U B L E S (sur un extrait au 1/5) (me/l)									
Conductivité (mmhos/cm)	0,05	0,11	0,21	0,21	-	1,7	1,05	2,30	0,62
pH	7,0	7,6	7,8	8,6	-	6,3	7,0	7,1	7,3
Ca <sup>++</sup>						1,0	0,15	0,36	0,09
Mg <sup>+</sup>						2,94	0,34	1,56	0,35
K <sup>+</sup>						0,29	0,27	0,50	0,19
Na <sup>+</sup>						12,3	9,0	19,5	5,19
Somme cations						16,53	9,76	21,92	5,82
Cl <sup>-</sup>						15,0	9,5	21,5	5,75
SO <sub>4</sub> --						2,04	0,6	1,19	0,6
HCO <sub>3</sub>						0	0	0,13	0,08
Somme anions						17,04	10,10	22,82	6,43

R A P P O R T S C A R A C T E R I S T I Q U E S									
Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> --						7,3	15,8	18,1	9,6
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>						4,2	26,5	12,5	14,8
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>						0,34	0,44	0,23	0,26
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>						42,4	33,3	39,0	27,3
						8,8	18,2	19,9	11,1

A N A L Y S E S P H Y S I Q U E S									
pF 4,2	9,4	13,0	5,4	1,8	-	7,0	6,4	15,2	14,1

PROFIL NT 36 : Sol peu évolué d'apport alluvial, salé, hydromorphe. (UNITE 2)	PROFIL NT 64 : Sol peu évolué d'apport alluvial, salé, hydromorphe, à nappe alcalisante. (UNITE 2)
---	--

Profondeur en cm	0 - 2	2 - 30	30 - 65	>65	0 - 2	5 - 25	25 - 40	40 - 120
------------------	-------	--------	---------	-----	-------	--------	---------	----------

GRANULOMETRIE (10 <sup>-2</sup> )								
Humidité	3,0	3,5	2,5	0,5	3,5	7,5	3,0	3,5
Argile	21,1	25,6	21,4	2,7	18,1	19,9	29,1	28,6
Limon fin	13,2	8,9	10,9	1,2	6,0	6,7	14,4	15,9
Limon grossier	16,6	12,0	5,7	4,6	13,9	5,9	22,0	12,2
Sable fin	44,6	48,4	57,9	89,9	58,3	57,5	29,8	37,0
Sable grossier	0,6	0,3	0,5	1,1	0,6	0,7	0,4	1,7
Matière organique	0,6	0,2	0,2	-	0,4	0,2	0,3	-
Total	99,7	98,9	99,1	100,0	100,8	98,4	99,0	98,9

MATIERE ORGANIQUE - PHOSPHORE et pH								
C %	3,2	1,30	1,10	-	2,40	1,00	3,00	-
N %	0,30	0,14	0,08	-	0,22	0,12	0,20	-
C/N	10,7	9,3	13,8	-	10,90	8,30	15,0	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,35	0,21	0,12	-	0,14	0,16	0,20	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. %	0,012	0,010	0,010	-	0,010	0,010	0,007	-
pH eau 1/2,5	6,5	5,9	6,9	7,9	6,9	7,1	6,0	5,5
pH KCl	5,8	5,4	6,0	7,3	6,3	6,2	5,5	5,0

SOUFRE ET FER								
Gypse S %	-	0,20	-	-	1,31	0,53	0,38	-
Jarosite S %	-	1,28	-	-	0,0	0,0	0,0	-
S/Total %	0,70	2,49	0,96	-	7,63	6,54	3,60	1,44
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> total %	3,55	3,25	3,00	0,87	-	-	-	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> libre %	1,80	1,78	1,76	0,25	-	-	-	-

CATIONS ECHANGEABLES en me/100 g								
Ca <sup>++</sup>	5,63	5,13	2,50	0,38				
Mg <sup>++</sup>	6,63	10,30	4,25	0,88				
K <sup>+</sup>	0,55	0,28	0,25	0,10				
Na <sup>+</sup>	8,00	12,00	10,00	1,85				
S	20,81	27,71	17,00	3,21				
T	8,10	8,71	8,34	2,11	5,91	5,79	8,31	10,20
S/T %	Salé	Salé	Salé	Salé				

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)								
Conductivité (mmhos/cm)	2,75	3,9	1,75	0,27	13,5	3,6	6,0	5,0
pH	5,8	5,0	5,6	6,8	6,0	5,9	5,3	4,9
Ca <sup>++</sup>	4,50	4,69	0,25	-	4,25	2,38	1,15	1,25
Mg <sup>++</sup>	5,50	9,88	0,63	-	48,0	5,63	10,2	5,44
K <sup>+</sup>	0,44	0,25	0,19	-	1,5	0,53	0,75	0,70
Na <sup>+</sup>	17,0	25,0	15,8	-	95,0	27,0	48,0	41,0
Somme cations	27,44	39,82	16,87	-	148,75	35,54	60,1	48,39
Cl <sup>-</sup>	24,5	36,0	13,5	-	128	26,0	53,8	43,8
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	1,89	2,31	2,66	-	19,5	8,57	6,09	5,40
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0
Somme anions	26,39	38,31	16,16	-	147,56	34,57	59,89	49,2

RAPPORTS CARACTERISTIQUES								
Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	13,0	15,6	5,1	-	6,6	3,0	8,8	8,1
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	3,1	2,5	25,1	-	2,0	4,8	4,7	7,5
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,82	0,47	0,4	-	0,09	0,42	0,11	0,23
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	38,6	100	83,1	-	63,3	50,9	64,0	58,6
S.A.R.	7,6	9,3	23,8	-	18,6	13,5	20,1	22,4

ANALYSES PHYSIQUES								
pF 4,2	6,0	7,5	8,4	1,7	6,2	7,3	10,9	13,7
K (cm/h) labo.	0,21	1,24	0,09	1,10	1,28	0,13	0,14	0,0

PROFIL NT 141 : Sol sodique salin à alcalin, à surface poudreuse, acidifié ( UNITE 11 )

Profondeur en cm	0 - 17	17 - 40	40 - 70
------------------	--------	---------	---------

GRANULOMETRIE (10<sup>-2</sup>)

Humidité	3,5	4,0	4,0
Argile	32,3	34,8	31,6
Limon fin	22,9	34,3	25,1
Limon grossier	27,4	22,2	27,6
Sable fin	13,1	3,5	10,3
Sable grossier	0,2	0,2	0,2
Matière organique	0,4	0,5	0,4
Total	98,8	99,5	99,2

MATIERE ORGANIQUE - PHOSPHORE et pH

C ‰	2,6	2,9	2,2
N ‰	0,25	0,25	0,19
C/N	10,4	11,6	11,6
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	0,34	0,49	0,38
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. ‰	0,06	0,03	0,04
pH eau 1/2,5	5,3	4,6	4,7
pH KCl	5,0	4,3	4,2

S O U F R E

Gypse S ‰	0,64	0,24	0,05
Jarosite ‰	0,0	0,0	0,0
S/total ‰	4,16	4,39	4,21

VALEUR T<sub>en</sub> mé/100 g

S	12,4	14,5	14,1
---	------	------	------

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité (mmhos/cm)	11,5	7,5	5,1
pH	5,3	5,0	4,9
Ca <sup>++</sup>	10,5	3,81	1,13
Mg <sup>++</sup>	30,0	22,4	4,13
K <sup>+</sup>	0,40	0,55	0,49
Na <sup>+</sup>	80,0	50,0	44,0
Somme cations	120,9	76,76	49,75
Cl <sup>-</sup>	115	73,8	47,5
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	8,88	4,94	2,17
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,0	0,0	0,0
Somme anions	123,88	78,74	49,63

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	12,9	14,9	21,9
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	2,7	4,8	10,6
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,35	0,31	0,27
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	200	109	89,8
SAR	17,8	21,0	27,1

ANALYSES PHYSIQUES

pF 4,2	10,1	14,9	13,2
d.a.	1,57	1,83	1,79
K (cm/h)	1,15	0,17	0,13

PROFIL NT 206 : Sol sodique salin à alcalin à surface poudreuse, acidifié  
( UNITE 11 )

Profondeur en cm	0 - 8	8 - 35	35 - 65	65 - 80
------------------	-------	--------	---------	---------

GRANULOMETRIE

Humidité	4,0	6,0	7,0	3,5
Argile	45,7	49,0	47,0	23,6
Limon fin	23,4	23,9	27,1	17,1
Limon grossier	17,0	8,7	14,9	22,0
Sable fin	7,9	11,8	3,3	32,2
Sable grossier	1,2	0,2	0,3	0,2
Matière organique	0,9	0,8	0,7	-
Total	100,1	100,6	100,3	98,6

MATIERE ORGANIQUE - PHOSPHORE et pH

C %	5,3	4,7	3,8	-
N %	0,5	0,45	0,37	-
C/N	10,6	10,4	10,3	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,49	0,40	0,36	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass? %	0,035	0,030	0,040	-
pH eau 1/2,5	5,0	4,5	4,5	4,4
pH KCl	4,7	4,1	4,0	4,0

S O U F R E

Gypse S %	0,23	0,23	-	-
Jarosite S %	0,0	0,0	-	-
S/total %	7,36	5,21	3,86	3,53

VALEUR T en m<sup>é</sup>/100 g

T	18,4	19,1	17,8	9,5
---	------	------	------	-----

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité (mmhos/cm)	12,5	7,0	4,1	4,3
pH	5,2	4,8	4,7	4,6
Ca <sup>++</sup>	19,3	6,63	1,31	2,56
Mg <sup>++</sup>	21,0	15,0	2,81	5,31
K <sup>+</sup>	0,40	0,33	0,28	0,35
Na <sup>+</sup>	85,0	48,5	36,5	36,0
Somme cations	125,7	70,46	40,9	44,22
Cl <sup>-</sup>	130,0	70,0	40,0	40,0
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	5,30	5,08	2,61	3,08
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0
Somme anions	135,3	75,08	42,61	43,08

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	24,7	13,8	15,3	13,0
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	4,0	3,2	12,9	6,8
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,91	0,44	0,47	0,48
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	212	147	130	103
SAR	18,9	14,7	25,4	18,1

ANALYSES PHYSIQUES

pF 4,2	14,4	18,0	17,5	11,1
d. a.	1,42	1,92	1,78	-
K (cm/h)	1,15	0,43	0,08	0,26

PROFIL NT 207 : Sol sodique à structure dégradée, salin à alcalin, à surface battante massive, acidifié ( UNITE 10).

Matériau : Argileux et limoneux en profondeur.

Position géomorphologique : Fluvio-deltaïque bas.

Morphologie de surface : Plane et battante ; fines craquelures découpant des polygones irréguliers de 2 à 4 cm. Rares pellicules de battance.

Végétation : Très dégradée : quelques touffes de graminées et arbustes desséchés.

Description des horizons :

- 0 à 20 cm : Brun - 10 YR 5/3 - 5 à 15 % de taches brun rougeâtre (2,5 YR 4/4 à 4/6) - 1 % d'efflorescences salines. Texture argilo-limoneuse - Structure polyédrique anguleuse de 0,5 à 1,5 cm, aplaties - Bonne porosité planaire. Très cohérent. Peu compact et compact. Limite ondulée sur 3 cm.
- 20 à 60 cm : Sec - Brun rougeâtre (2,5 YR 4/4) - 15 % de taches rouges 10 R 4/6 et 5 % de taches gris rougeâtre foncé (10 R 4/1) de 0,2 à 1 cm irrégulières. 2 % d'efflorescences salines. Texture argileuse. Structure polyédrique anguleuse de 1 à 2 cm, à tendance aplatie. Présence de sables fins brun pâle (10 YR 6/3) entre les agrégats. Faible porosité dans les agrégats. Très cohérent et très compact. Limite régulière sur 4 cm.
- 60 à 80 cm : Frais - Gris (10 YR 6/1) - 2 % de taches rouges (10 R 4/6) de 2 à 3 cm allongées et irrégulières. Texture limoneuse. Structure polyédrique sub-aguleuse de 2 à 3 cm. Assez bonne porosité tubulaire de 0,5 à 1 mm. Cohérent - Compact - Limite régulière sur 3 cm.
- > 80 cm : Frais - Gris 10 YR 5/1 - 10 % de taches brun jaunâtre (10 YR 5/4) de 0,2 à 1,5 cm irrégulières. 2 % d'iron-pyrites. Texture argileuse - Structure prismatique de 5 à 10 cm. Bonne porosité tubulaire. Cohérent et peu compact.

PROFIL NT 207 : Sol sodique, salin à alcalin, à surface battante massive, acidifié ( UNITE 10 )

Profondeur en cm	0 - 3	3 - 20	20 - 60	60 - 85
------------------	-------	--------	---------	---------

GRANULOMETRIE (10<sup>-2</sup>)

Humidité	3,0	4,5	5,0	1,5
Argile	50,4	52,7	57,4	20,9
Limon fin	21,4	22,9	22,4	19,9
Limon grossier	12,9	14,1	10,7	28,5
Sable fin	11,8	3,8	3,4	25,9
Sable grossier	0,3	0,2	0,2	2,5
Matière organique	0,8	0,9	0,9	0,3
Total	100,6	99,1	100,0	99,5

MATIERE ORGANIQUE - PHOSPHORE et pH

C ‰	4,7	5,10	5,30	1,9
N ‰	-	0,49	0,45	0,20
C/N	-	10,4	11,8	9,5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total ‰	-	0,55	0,51	0,31
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass? ‰	-	0,04	0,04	0,02
pH eau 1/2,5	6,0	5,3	4,7	4,4
pH KCl	5,3	4,9	4,0	3,7

S O U F R E

Gypse S ‰	-	0,21	-	-
Jarosite S ‰	-	0,0	-	-
S/total ‰	1,51	3,03	2,63	1,48

VALEUR T en mé/100 g

T		19,8	21,5	7,1
---	--	------	------	-----

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité (mmhos/cm)	2,05	6,1	3,6	1,3
pH	6,3	5,1	4,9	4,7
Ca <sup>++</sup>	4,56	11,4	2,38	0,56
Mg <sup>++</sup>	5,38	20,5	4,75	1,38
K <sup>+</sup>	0,29	0,33	0,34	0,24
Na <sup>+</sup>	8,75	27,5	32,5	9,5
Somme cations	18,98	59,73	39,97	11,68
Cl <sup>-</sup>	19,0	61,0	32,5	8,75
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	0,81	4,2	8,08	3,37
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,04	0,0	0,0	0,0
Somme anions	19,85	65,2	40,58	12,12

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	23,4	14,5	4,02	2,60
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	1,6	1,3	6,8	6,9
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,85	0,56	0,50	0,40
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	30	86	96	39
SAR	3,9	6,9	17,2	9,6

ANALYSES PHYSIQUE

pF 4,2	-	14,5	18,1	7,7
K (cm/h)	-	0,71	0,62	0,05

PROFIL NT 250 : Sol sodique à structure dégradée, salin à alcalin, à surface poudreuse, très acidifié (UNITE 11).

Matériau : Argileux à limono-argileux.

Position géomorphologique : Fluvio-deltaïque haut.

Morphologie de surface : Structure poudreuse épaisse donnant un aspect boursouflé à la surface. Fine pellicule de battance très locale en relief.

Végétation : Absente.

Description des horizons :

- 0 à 8-10 cm : Brun rougeâtre (5 YR 5/4). 10 % de taches rouges (2,5 YR 5/6) de 0,1 à 0,2 cm et 10 % de taches grises (10 YR 6/1) de 0,2 à 0,5 cm irrégulières. Efflorescences salines après 1 cm. Texture argileuse. Structure polyédrique anguleuse de 0,1 à 1 cm à la base. Peu cohérent - peu compact - Limite ondulée sur 3 cm.
- 8-10 à 35 cm : Sec - Gris (10 YR 6/1). 15 % de taches rouges (2,5 YR 4/6), 5 % brun rougeâtre (5 YR 5/4), 2 % brun jaunâtre (10 YR 5/6) de 0,2 à 1,5 cm irrégulières. 2 % d'efflorescences salines en aiguilles fines. Texture limono-argileuse. Structure polyédrique anguleuse aplatie de 1 à 2 cm. Faible porosité des agrégats. Très cohérent très compact. Limite régulière sur 2 cm.
- 35 à 65 cm : Sec à frais - gris à gris rougeâtre (10 YR 5/1 à 5 YR 5/1) - 15 % de taches brunes (7,5 YR 4/4) et 10 % rouges (10 R 4/6) de 0,5 à 1 cm irrégulières. Texture argileuse avec poches sableuses à la base. structure polyédrique anguleuse de 2 à 3 cm. Porosité moyenne à faible tubulaire de 0,2 à 0,5 mm. Très cohérent - compact.
- 65 à 80 cm : Horizon de transition - les taches rouges diminuent et n'apparaissent plus qu'en revêtements fins sur les agrégats.
- 80 cm : Frais - gris foncé (10 YR 4/1) - 15 à 25 % de taches brun-jaunâtre (10 YR 5/8 à 4/4) de 0,5 à 1,5 cm irrégulières peu contrastées - 5 % de taches noires en lacin fin - Texture argileuse - Structure polyédrique anguleuse de 1 à 4 cm - Bonne porosité tubulaire de 0,5 à 1,5 cm. Peu cohérent compact - Quelques revêtements argileux gris (10 YR 4/1) et fins.

PROFIL NT 250 : Sol sodique salin à alcalin, à surface poudreuse, très acidifié (UNITE 11)

Profondeur en cm	0 - 10	10 - 30	30 - 80
------------------	--------	---------	---------

GRANULOMETRIE ( $10^{-2}$ )

Humidité	3,5	1,5	5,5
Argile	40,5	26,6	46,7
Limon fin	19,1	12,2	24,3
Limon grossier	10,8	16,0	10,5
Sable fin	24,0	42,4	11,7
Sable grossier	0,4	0,2	0,1
Matière organique	0,7	0,4	0,4
Total	99,0	99,3	99,2

MATIERE ORGANIQUE - PHOSPHORE et pH

C %	3,9	2,2	2,3
N %	0,39	0,21	0,22
C/N	10	10,5	10,5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total %	0,4	0,29	0,42
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ass. %	0,03	0,03	0,05
pH eau 1/2,5	4,3	4,3	4,5
pH KCl	4,0	3,8	3,9

S O U F R E

Jarosite S %	0,0	0,0	-
Gypse S %	0,25	0,24	-
S/total %	4,86	2,93	2,17

VALEUR T en cm<sup>2</sup>/100 g

T	14,0	9,3	17,6
---	------	-----	------

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité (mmhos/cm)	10,5	3,5	3,0
pH	4,6	4,6	4,7
Ca <sup>++</sup>	10,9	1,88	0,38
Mg <sup>++</sup>	34,0	5,0	2,13
K <sup>+</sup>	0,53	0,39	0,43
Na <sup>+</sup>	60,0	27,0	25,0
Somme cations	<b>105,43</b>	34,27	27,94
Cl <sup>-</sup>	108	30,0	27,5
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	4,0	4,81	7,8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,0	0,0	0,0
Somme anions	112	34,8	35,3

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	27	6,2	3,5
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	1,8	5,4	11,7
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,32	0,38	0,18
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	113	69	58
SAR	12,7	14,6	22,3

ANALYSES PHYSIQUES

pF 4,2	10,6	8,3	17,8
K (cm/h)	2,00	1,08	0,13

A N N E X E 2 :

RESULTATS D'ANALYSES DE PROFILS

- ANALYSES PARTIELLES

( pH - FORMES DU SOUFRE - CO<sub>3</sub>Ca - IONS MAJEURS DE L'EXTRAIT 1/5 ) :

PROFILS : 2 - 4 - 6 - 10 - 12 - 13 - 14 - 16 -

20 - 30 - 35A - 60 - 67 - 72 - 80 - 116.

DESCRIPTION DU PROFIL NT 4.

PROFIL NT 4 : Sol sodique à structure non dégradée, salin, à surface battante, modal, à nappe alcalisante.

Matériau : Argileux, sablo-limoneux en profondeur.

Position géomorphologique : Limite du Fluvio-deltaïque bas et d'une cuvette de décantation peu marquée.

Morphologie de surface : Plane - Réseau de fentes de dessiccation de 1 à 1,5 cm délimitant des polygones irréguliers de 2 à 10 cm. Croûte de battance. Pellicule de battance locale.

Végétation : 10 % de touffes d'*artocnemum glaucum*. Quelques herbes sèches.

Description des horizons :

- 0 à 30 cm : Sec - Brun jaunâtre (10 YR 5/4) - taches brun pâle (10 YR 6/3) de limon et sables fins infiltrés. Texture argileuse. Structure prismatique de 2 à 10 cm à sous-structure feuilletée de 0 à 10-15 cm et polyédrique anguleuse de 10-15 à 30 mm. Très cohérent et très compact. Rares racines. Limite régulière sur 3 cm.
- 30 à 55 cm : Sec à frais. Brun jaunâtre foncé (10 YR 3/4) - 1 à 10 % à la base, de taches rouges (2,5 YR 4/6) de 0,5 cm arrondies - 2 % de concrétions noires de 0,1 à 0,3 mm arrondies. Quelques très fines efflorescences salines. Texture argileuse - Structure polyédrique anguleuse de 1 à 3 cm. Porosité moyenne. Cohérent - compact - Limite régulière sur 2 cm.
- 55 à 100 cm : Sec à frais. Alternance de lits sableux à sablo-argileux, brun très pâle (10 YR 7/3) à gris brunâtre clair (10 YR 6/2). 5 % de taches jaune brunâtre (10 YR 6/8) et noires. 2 % de concrétions noires de 0,2 à 2 cm arrondies ou allongées dans les bancs sablo-argileux. Structure massive. Peu compact. 0 à 8 cm - 5 % de concrétions calcaire de 0,5 à 2 cm allongées et irrégulières. Limite régulière sur 4 cm.
- > 100 cm : Sec - Sable fin brun très pâle (10 YR 7/4) à taches brun-jaunâtre (10 YR 5/6) en auréoles diffuses. Peu compact à meuble.

PROFIL NT 2 : Sol sodique, salin à alcalin à surface poudreuse, modal, (UNITE 11 ).	PROFIL NT 4 : Sol sodique, salin, à surface battante, modal, à nappe alcalisante ( UNITE 9 ).
---	---

Profondeur en cm	0-10	30-50	50-70	70-120	120-150	0-15	30-60	80	90-130
------------------	------	-------	-------	--------	---------	------	-------	----	--------

pH

pH eau 1/2,5	5,2	4,7	6,5	7,2	7,4	6,4	7,0	8,0	7,5
pH KCl	4,8	4,5	5,9	6,6	6,7	5,6	6,3	7,5	7,1

CALCAIRE - SOUFRE

Gypse S ‰	0,51	0,41	-	-	-	-	-	-	-
Jarosite S ‰	0,00	0,02	-	-	-	-	-	-	-
S/total ‰	5,59	4,84	3,59	3,95	3,32	1,40	2,09	1,20	1,08

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité (mmhos/cm)	9,20	7,40	5,50	6,60	4,90	2,55	3,50	3,60	2,05
pH	5,8	5,1	5,9	6,6	6,7	6,9	6,8	7,9	7,2
Ca <sup>++</sup>	14,2	7,19	2,75	3,75	3,06	2,44	1,18	1,69	0,83
Mg <sup>++</sup>	27,0	15,0	7,0	9,69	8,31	6,06	3,50	4,50	3,56
K <sup>+</sup>	0,36	0,34	0,33	0,48	0,36	0,333	0,38	0,39	0,26
Na <sup>+</sup>	61,0	54,5	48,5	56,0	40,0	15,2	29,0	28,50	15,0
Somme cations	102,56	77,03	58,58	69,92	51,73	24,03	34,06	35,08	19,65
Cl <sup>-</sup>	97,5	73,0	57,0	70,0	50,0	23,5	31,0	32,0	18,0
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	5,44	3,23	1,19	2,13	1,22	1,28	3,83	4,25	1,70
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0	0	0	0,10	0,06	0,06	0,08	1,12	0,08
Somme anions	102,94	76,23	58,19	72,23	51,3424,84	34,91	37,37	19,78	

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	17,9	22,6	47,9	32,9	39,1	18,4	8,1	7,5	10,6
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	2,2	3,6	6,9	5,8	4,8	2,5	8,3	6,3	4,2
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,53	0,48	0,39	0,37	0,37	0,40	0,34	0,37	0,23
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	169,4	160,3	147,0	116,7	111,1	46,1	76,3	73,1	57,7
S A R	13,4	16,4	21,9	21,6	16,8	7,4	19,0	16,2	10,1

	PROFIL NT 6 : Sol peu évolué d'apport <del>al-</del> Luvial, salé, hydromorphe, à nappe alcalisante ( UNITE 2' ).					PROFIL NT 10 : Sol hydromorphe à pseudogley, salé, non vertique, à nappe alcalisante (UNITE 4).				
--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--

Profondeur en cm	0-10	10-30	30-60	60-90	90-150	0-15	30-60	60-100	>100
------------------	------	-------	-------	-------	--------	------	-------	--------	------

pH

pH eau 1/2,5	5,7	5,5	6,2	7,4	7,5	6,0	6,3	7,2	4,9
pH KCl	5,4	5,1	5,8	6,5	6,8	4,5	5,6	6,3	4,4

S O U F R E

Gypse S ‰	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-
Jarosite S ‰	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-
S/total ‰	4,89	-	1,68	2,57	-	0,86	0,49	0,75	-

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité (mmhos/cm)	10,5	4,0	2,7	4,10	4,70	0,11	1,15	1,75	3,90
pH	5,7	5,5	6,0	6,7	7,0	6,1	6,2	6,6	5,6
Ca <sup>++</sup>	12,6	2,0	1,69	0,98	1,81	-	0,41	0,41	1,5
Mg <sup>++</sup>	29,3	7,94	4,63	3,44	6,25	-	1,01	1,56	6,50
K <sup>+</sup>	0,5	0,28	0,24	0,40	0,46	-	0,15	0,25	0,49
Na <sup>+</sup>	68,0	29,2	21,1	34,5	42,8	-	8,50	14,3	31,4
Somme cations	110,4	40,02	27,66	39,52	51,32	-	10,07	16,52	39,89
Cl <sup>-</sup>	110,0	40,0	26,3	40,0	50,0	-	9,25	14,5	32,5
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	2,21	0,77	1,79	1,70	1,53	-	0,94	2,47	6,29
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,0	0,0	0,04	0,06	0,08	-	0,04	0,06	0
Somme anions	112,21	40,77	28,33	41,76	51,61	-	10,23	17,03	38,79

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	5,0	52,0	14,8	23,5	32,7	-	9,8	5,9	5,2
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	2,3	3,7	4,6	10,2	6,8	-	8,4	9,2	4,8
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,43	0,25	0,36	0,28	0,29	-	0,4	0,26	0,23
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	136,0	106,4	87,9	86,2	93,0	-	56,7	57,2	64,0
S A R	14,8	13,4	11,9	23,2	21,3	-	10,1	14,4	15,7

	PROFIL NT 12 : Sol hydromorphe à pseudogley, modal (UNITE 3).				PROFIL NT 13 : Sol peu évolué d'apport al-Luvial, salé, hydromorphe, à nappe alcalisante (UNITE 2).				
--	---	--	--	--	---	--	--	--	--

Profondeur en cm	0-25	25-40	40-70	120-150	0-10	30-60	60-90	90-120	<120
------------------	------	-------	-------	---------	------	-------	-------	--------	------

pH

pH eau 1/2,5	5,8	6,2	6,2	6,6	6,7	8,4	7,7	7,7	7,4
pH KCl	4,6	5,0	4,9	5,9	6,2	7,4	7,2	7,0	6,9

CALCAIRE - SOUFRE

CO <sub>3</sub> Ca total %	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-
S/total %	0,92	-	0,29	-	0,80	0,63	0,52	-	-

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) me/l

Conductivité (mmhos/cm)	0,07	0,12	0,05	0,64	0,52	0,91	2,15	3,6	5,4
pH	6,4	6,2	6,9	4,9	6,8	7,2	6,8	6,7	7,5
Ca <sup>++</sup>	-	-	-	0,18	0,5	0,11	0,25	0,58	1,75
Mg <sup>++</sup>	-	-	-	0,47	0,68	0,38	1,21	2,63	7,06
K <sup>+</sup>	-	-	-	0,14	1,41	1,00	0,53	0,51	0,78
Na <sup>+</sup>	-	-	-	5,13	2,32	6,75	12,4	29,5	44,0
Somme cations	-	-	-	5,92	4,97	8,24	20,39	33,22	53,59
Cl <sup>-</sup>	-	-	-	5,0	3,75	7,25	17,5	30,0	48,0
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	-	-	-	1,11	0,21	0,77	2,89	4,76	7,23
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	-	-	0	0,86	0,30	0,08	0,04	0,0
Somme anions	-	-	-	6,11	4,82	8,32	20,47	34,80	55,23

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	-	-	-	4,5	17,8	9,4	6,1	6,3	6,6
Na <sup>+</sup> /mg <sup>++</sup>	-	-	-	10,9	3,5	17,8	15,2	11,2	6,2
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	-	-	-	0,38	0,73	0,29	0,21	0,22	0,25
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	-	-	-	36,6	1,7	6,7	3,47	57,8	56,4
S A R	-	-	-	9,0	3,1	13,6	21,5	23,3	21,0

	PROFIL NT 14 : Sol peu évolué d'apport alluvial, salé, hydromorphe, à nappe alcalisante. ( UNITE 2 ).						PROFIL NT 16 : Sol hydromorphe à pseudogley, modal, à nappe alcalisante. ( UNITE 3 ).				
--	---	--	--	--	--	--	---	--	--	--	--

Profondeur en cm	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	>150	0-15	15-45	45-90	90-120	Taches >120
------------------	------	-------	-------	--------	---------	------	------	-------	-------	--------	-------------

pH

pH eau 1/2,5	7,6	7,5	7,5	7,5	7,4	7,4	6,1	8,0	7,5	8,1	6,8
pH KCl	6,7	7,1	7,0	6,9	6,9	6,8	4,4	6,2	6,5	6,7	5,9

CALCAIRE - SOUFRE

CO <sub>3</sub> Ca total %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
S/total ‰	0,96	2,93	-	-	-	-	-	0,06	-	-	0,5

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité (mmhos/cm)	2,7	5,2	6,2	5,5	5,6	6,3	0,05	0,22	0,21	0,38	2,15
pH	6,2	5,9	6,3	6,0	5,9	6,1	6,2	8,1	8,2	7,4	6,2
Ca <sup>++</sup>	1,44	1,04	1,63	1,38	1,44	1,75	-	-	-	-	2,06
Mg <sup>++</sup>	4,56	7,13	9,50	6,69	7,0	9,19	-	-	-	-	4,94
K <sup>+</sup>	0,54	0,83	1,41	0,91	0,93	1,28	-	-	-	-	0,30
Na <sup>+</sup>	19,8	42,5	49,5	45,0	46,0	51,0	-	-	-	-	14,4
Somme cations	26,34	51,50	62,04	53,98	55,37	63,22	-	-	-	-	21,70
Cl <sup>-</sup>	21,5	45,0	56,0	49,0	50,0	58,0	-	-	-	-	16,5
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	4,93	6,29	6,46	5,53	6,21	6,63	-	-	-	-	5,10
HCO <sub>3</sub>	0	0	0	0	0	0,04	-	-	-	-	0
Somme anions	26,43	51,29	62,46	54,53	56,21	64,67	-	-	-	-	21,60

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	4,4	7,1	8,7	8,9	8,0	8,7	-	-	-	-	3,2
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	4,3	5,9	5,2	6,7	6,6	5,5	-	-	-	-	2,9
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,31	0,14	0,17	0,21	0,21	0,19	-	-	-	-	0,42
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	36,7	51,2	35,1	49,4	49,5	39,8	-	-	-	-	48,0
S A R	11,4	21,0	21,0	22,4	22,4	21,8	-	-	-	-	7,7

	PROFIL NT 20 : Sol peu évolué d'apport <del>allu-</del> vial., salé, hydromorphe, à nappe alcalisante. ( UNITE 2 ).	PROFIL NT 30 : Sol sodique, salin à al- calin à surface battante massive, aci- fié ( UNITE 10 ).
--	---	--

Profondeur en cm	0-5	5-20	30-60	90	120	150	0-20	30-60	60-90	90-120	120-140
pH											
pH eau 1/2,5	7,7	6,2	7,2	8,5	8,2	8,1	4,7	4,6	4,8	5,3	4,6
pH JCl	7,2	5,6	6,3	7,8	7,6	7,7	4,3	4,1	4,3	4,7	4,2

CALCAIRE - SOUFRE

CO <sub>3</sub> Ca total %	-	-	-	0,07	0	0	-	-	-	-	-
Gypse S %	0,05	0	0	0	-	0	-	-	-	-	-
Jarosite S %	0	0	-	0	-	0	-	-	-	-	-
S/total %	5,70	3,90	-	0,85	-	0,64	-	-	-	-	-

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) ( me/l )

Conductivité (mmhos/cm)	11,0	6,0	2,0	1,25	0,87	1,00	6,5	3,8	3,5	2,15	3,05
pH	5,9	5,3	6,0	7,2	6,9	6,6	4,7	4,4	4,8	4,6	4,8
Ca <sup>++</sup>	10,9	5,5	0,33	0,14	0,29	0,44	8,44	1,01	1,58	0,96	0,85
Mg <sup>++</sup>	26,5	11,6	0,60	0,25	0,64	0,84	22,3	3,13	3,38	3,0	2,63
K <sup>+</sup>	0,66	0,38	0,23	0,18	0,19	0,21	0,48	0,39	0,41	0,33	0,40
Na <sup>+</sup>	80,0	42,8	17,3	10,8	6,60	7,75	37,0	34,0	31,3	17,5	28,3
Somme cations	118,06	60,28	18,46	11,37	7,72	9,20	68,22	38,53	36,67	21,79	32,18
Cl <sup>-</sup>	120	61,3	18,5	10,5	7,5	9,0	66,3	30,0	26,0	17,0	24,5
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	1,53	1,87	0,94	0,60	0,34	0,43	1,46	5,36	8,05	3,43	5,74
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0	0	0	0,46	0,12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Somme anions	<del>121,53</del>	<del>63,17</del>	<del>19,44</del>	<del>11,56</del>	<del>7,96</del>	<del>9,43</del>	67,76	35,36	34,05	20,43	30,24

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	78,4	32,8	19,7	17,5	22,0	20,9	45,4	5,6	3,2	4,9	4,3
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	3,0	3,6	28,8	43,2	10,3	9,7	1,6	10,9	9,3	5,8	10,8
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,41	0,47	0,55	0,56	0,45	0,55	0,38	0,32	0,46	0,32	0,32
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	121,2	112,6	75,2	60,0	34,7	36,9	77,1	87,1	76,3	53,0	70,7
S A R	18,5	14,6	25,4	24,5	9,7	9,8	9,1	23,6	19,9	12,4	21,4

	PROFIL NT 35A : Sol sodique salin à alcalin, à surface battante massive, modal (UNITE 10).			PROFIL NT 60 : Sol peu évolué d'apport alluvial, salé, hydromorphe, à nappe alcalisante (UNITE 2 ).				
--	--	--	--	---	--	--	--	--

Profondeur en cm	0 - 20	30 - 60	60 - 90	0 - 5	5 - 30	30 - 70	90 - 110	110-150
------------------	--------	---------	---------	-------	--------	---------	----------	---------

pH

pH eau 1/2,5	-	-	-	7,0	7,8	8,5	8,1	8,0
pH KCl	-	-	-	6,6	7,1	7,9	7,3	7,3

S O U F R E

CO <sub>3</sub> Ca total %	-	-	-	-	-	0,07	0,03	0,07
----------------------------	---	---	---	---	---	------	------	------

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité(mmmhos/cm)	7,55	7,00	6,90	6,1	1,55	1,05	2,5	3,3
pH	6,7	6,3	6,6	6,6	6,7	7,5	6,8	6,3
Ca <sup>++</sup>	5,88	3,00	3,25	5,0	1,18	0,30	0,26	0,53
Mg <sup>++</sup>	20,5	9,0	10,2	13,3	2,25	0,88	0,53	0,56
K <sup>+</sup>	0,93	0,88	0,90	6,80	2,25	0,88	0,53	0,56
Na <sup>+</sup>	52,0	63,0	60,0	36,5	9,30	7,50	22,0	28,0
Somme cations	79,31	75,88	74,35	61,6	14,98	9,34	24,1	31,59
Cl <sup>-</sup>	70,0	73,8	72,5	48,8	9,75	6,75	20,00	26,00
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	6,00	2,91	3,60	4,46	2,91	0,94	3,08	3,86
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,16	0,32	0,22	0,26	0,14	0,44	0,08	0,08
Somme anions	76,16	77,03	76,32	53,52	12,8	8,13	23,16	29,94

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	11,6	25,4	20,1	10,9	3,3	7,2	6,5	6,7
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	2,5	7,0	5,9	2,7	4,1	11,4	16,8	11,2
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,29	0,34	0,32	0,37	0,52	0,45	0,20	0,21
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	55,9	71,6	66,7	5,4	4,1	8,5	41,5	50,0
S A R	14,3	25,7	23,1	12,1	7,1	10,8	24,8	22,7

	PROFIL NT 67 : Sol hydromorphe à pseudo-gley, salé, non vertique, à nappe alcalisante (UNITE 4).	PROFIL NT 72 : Sol sodique salin à alcalin à <sup>surface</sup> poudreuse, modal (UNITE 11).
--	--	--

Profondeur en cm	0 - 2	2 - 20	30 - 60	0 - 4	4 - 20	30 - 60	60 - 120
------------------	-------	--------	---------	-------	--------	---------	----------

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité (mmhos/cm)	12,5	0,71	0,95	6,60	8,40	3,80	5,10
pH	6,6	6,9	6,8	6,1	4,3	5,9	6,6
Ca <sup>++</sup>	36,5	1,38	0,70	6,06	6,06	2,81	3,06
Mg <sup>++</sup>	79,0	2,13	1,20	22,3	35,5	7,30	11,4
K <sup>+</sup>	1,75	0,25	0,16	0,65	0,66	0,56	1,56
Na <sup>+</sup>	33,0	2,56	7,81	45,5	54,0	31,3	45,0
Somme cations	150,25	6,19	9,35	74,47	96,22	41,97	61,02
Cl <sup>-</sup>	14,30	5,50	7,25	71,3	92,5	33,0	52,0
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	6,17	0,51	1,97	1,89	4,03	9,60	10,1
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,08	0,18	0,13	0,1	0	0	0,08
Somme anions	150,25	6,32	9,87	73,29	96,53	42,6	62,18

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	23,2	10,8	3,7	37,7	22,9	3,4	5,1
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,4	1,2	6,5	2,0	1,5	4,3	3,9
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,46	0,68	0,68	0,2	0,17	0,38	0,27
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	18,9	10,2	42,8	74,6	81,8	55,9	28,8
S A R	4,3	1,9	8,0	12,1	11,8	13,9	16,7

	PROFIL NT 80 : Sol sodique, salin à alcalin à surface poudreuse, acidifié (UNITE 11).	PROFIL NT 116 : Sol sodique, salin à alcalin, à surface poudreuse, modal ( UNITE 11 ).
--	---	--

Profondeur en cm	0 - 2	2 - 20	30 - 60	60 - 120	0 - 2	2 - 55	> 80
------------------	-------	--------	---------	----------	-------	--------	------

pH

pH eau 1/2,5	-	-	-	-	6,1	5,0	7,0
pH KCl	-	-	-	-	5,7	4,5	6,2

SELS SOLUBLES (sur un extrait au 1/5) (me/l)

Conductivité	10,5	3,80	2,95	3,30	12	5,2	4,4
pH	4,8	4,5	4,9	5,6	5,7	4,8	6,2
Ca <sup>++</sup>	16,0	4,31	2,19	0,95	20,3	3,25	1,69
Mg <sup>++</sup>	38,5	8,00	5,06	2,94	46,3	7,31	4,38
K <sup>+</sup>	0,40	0,58	0,53	0,63	0,8	0,4	0,4
Na <sup>+</sup>	53,5	28,0	24,6	31,0	60,0	42,0	34,8
Somme cations	108,4	40,89	32,38	35,32	127,4	52,96	41,27
Cl <sup>-</sup>	112	39,0	27,5	30,0	120	50	40
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	1,37	1,71	3,91	4,11	4,20	2,14	2,11
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Somme anions	113,37	40,71	31,44	34,11	124,20	52,14	41,17

RAPPORTS CARACTERISTIQUES

Cl <sup>-</sup> /SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	81,7	22,8	7,0	7,3	28,6	23,4	36,0
Na <sup>+</sup> /Mg <sup>++</sup>	1,4	3,5	4,9	10,5	1,3	5,7	7,9
Ca <sup>++</sup> /Mg <sup>++</sup>	0,41	0,54	0,43	0,32	0,44	0,44	0,38
Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	133,7	48,3	46,4	49,2	75,0	105,0	87,0
S A R	10,2	11,3	12,9	22,2	10,4	18,3	20,0

A N N E X E 3 :

RESULTATS D'ANALYSES DU pH ET DE LA CONDUCTIVITE  
ELECTRIQUE DE L'EXTRAIT 1/5 A 20°C

- PROFILS ET SONDAGES  
( C. E. en mmhos/cm ).

pH extrait 1/5

C.E. extrait 1/5, 20°C, en mmhos/cm.

Prof. en cm \ NT	31		31 A		33		34 A		* 35 A	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	5,5	2,29	5,9	0,83	7,2	0,18	5,7	7,9	6,7	7,55
30 - 60	6,6	1,27	6,2	0,94	8,2	0,26	6,9	3,8	6,3	7,00
60 - 120	7,0	0,81	6,5	0,68	8,1	0,49	7,0	4,5	6,6	6,90

Prof. en cm \ NT	35 B		36 A		38		39		40	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	6,6	7,71	6,9	2,69	7,0	0,14	6,7	0,12	6,4	0,34
30 - 60	7,1	5,39	7,7	0,89	6,5	0,20	6,7	0,12	7,8	0,45
60 - 90	7,4	3,82	6,6	6,34	6,4	0,41	6,8	0,11	6,0	0,34

Prof. en cm \ NT	41		43		44		45		48	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	6,5	0,50	6,6	3,84	6,4	0,72	6,9	1,38	5,1	8,51
30 - 60	6,8	0,69	7,0	1,42	6,4	1,38	6,5	0,54	5,2	5,61
60 - 120	8,4	0,39	8,4	2,72	4,7	1,62	4,5	0,43	6,3	4,97

Prof. en cm \ NT	49		51		52		55	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.H.
0 - 30	5,6	9,64	6,1	8,05	6,6	1,85	6,2	4,85
30 - 60	6,8	2,26	6,8	5,46	6,1	2,61	6,7	3,14
60 - 120	7,0	3,57	6,9	4,82	5,3	2,46	7,2	0,57

NT Profil en cm	56		57		59		60	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	6,2	5,96	6,9	4,44	6,5	4,47	6,8	0,59
30 - 60	6,9	4,75	6,8	3,99	7,0	5,23	7,7	0,77
60 - 120	8,0	6,00	7,0	5,66	6,8	4,78	7,9	2,31

NT Profil en cm	61		62		63		65	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	6,1	0,93	6,9	1,40	7,0	5,04	6,4	0,13
30 - 60	7,1	0,93	8,0	1,01	7,3	6,12	7,2	0,42
60 - 120	8,3	1,10	8,1	0,44	8,2	5,90	7,0	0,83

NT Profil en cm	68		69		70		71	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	5,8	0,31	6,1	0,19	6,2	0,14	6,3	1,29
30 - 60	8,2	1,14	6,3	0,65	6,8	1,79	5,9	1,43
60 - 120	7,7	0,71	5,1	0,50	7,1	0,52	6,5	1,06

NT Profil en cm	73		74		75		77		78	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	6,2	0,67	6,2	6,93	5,9	10,06	4,8	3,25	5,0	3,92
30 - 60	6,6	0,27	6,7	3,71	8,1	5,67	5,1	1,40	5,6	1,15
60 - 120	7,1	0,27	6,4	2,97	8,3	4,76	5,0	1,84	6,4	1,10

NT Profil en cm	81		82		83		84	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	5,8	2,45	5,6	1,07	6,1	0,79	6,8	0,31
30 - 60	5,4	2,25	5,7	1,97	6,4	1,67	6,9	1,29
60 - 120	6,2	3,38	5,9	5,03	7,5	2,42	7,5	1,87

NT Profil en cm	86		87		89		90		91	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	5,6	0,95	6,3	6,49	6,1	7,43	5,5	4,52	6,1	7,29
30 - 60	6,8	2,64	7,4	5,21	6,7	7,26	6,3	3,01	6,7	2,15
60 - 120	7,4	2,94	7,6	2,49	7,2	8,58	6,0	2,66	7,0	2,62

NT Profil en cm	92		93		94		97		99	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	6,3	5,92	6,7	0,56	6,3	0,33	7,1	0,11	6,4	0,14
30 - 60	6,9	2,63	6,2	1,58	6,6	1,31	6,2	0,21	7,2	0,06
60 - 120	6,9	3,93	5,9	1,48	7,3	0,66	7,9	0,17	7,4	0,05

NT Profil en cm	100		101		102		103		104	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	6,3	0,98	5,7	6,21	7,4	1,46	6,2	1,05	6,7	0,25
30 - 60	7,4	0,41	5,3	4,39	5,7	2,05	6,3	0,87	6,3	0,78
60 - 120	8,2	0,20	6,3	4,78	6,5	1,78	6,5	1,68	5,0	2,17

NT Profil en cm	105		109		111		113		117	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	5,7	0,52	5,8	4,23	6,3	2,93	5,9	6,4	5,7	2,68
30 - 60	6,3	0,51	6,2	5,36	6,6	3,35	5,2	3,75	5,7	0,94
60 - 120	5,4	2,18	6,8	4,50	6,9	3,58	6,0	3,16	5,3	1,16

NT Profil en cm	120		121		123		124		127	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	5,8	9,90	6,2	6,92	6,3	3,00	6,0	0,33	5,8	6,65
30 - 60	5,9	5,45	5,7	4,30	5,7	4,16	6,1	1,11	5,6	5,60
60 - 120	6,7	4,64	6,4	4,03	7,3	1,77	5,8	1,19	6,7	3,08

NT Profil en cm	128		129		131		132		135	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	5,5	5,36	5,0	0,46	5,2	8,21	6,3	0,38	5,7	7,48
30 - 60	6,3	4,87	5,8	0,33	4,9	6,02	5,9	2,15	6,5	1,70
60 - 120	6,9	3,13	4,5	0,75	6,1	3,79	6,4	0,98	7,4	1,93

NT Profil en cm	136		137		144		147	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	6,3	7,60	6,0	9,34	5,6	1,25	5,9	6,40
30 - 60	5,1	3,69	5,6	2,89	5,6	1,14	6,3	5,10
60 - 120	5,1	3,27	5,4	2,44	4,5	2,40	7,0	5,36

Prof. en cm \ NT	148		150		151		153		157	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	5,5	9,00	5,8	4,00	7,2	0,19	7,1	2,05	6,05	9,62
30 - 60	8,3	3,83	5,9	0,68	8,9	0,53	6,8	1,20	6,1	8,03
60 - 120	8,4	2,37	5,2	1,09	8,9	0,77	6,4	0,70	8,5	4,38

Prof. en cm \ NT	159		161		163		164	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	5,33	1,80	5,89	0,31	5,4	3,56	5,2	8,28
30 - 60	6,05	1,30	4,38	0,82	5,2	2,71	5,1	7,16
60 - 120	7,65	1,42	4,17	1,28	4,5	2,17	5,9	7,53

Prof. en cm \ NT	165		166		167		168		169	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	5,6	9,72	5,6	6,61	6,40	0,39	5,3	5,47	5,4	1,83
30 - 60	4,9	5,00	6,4	4,71	6,66	0,12	5,0	5,86	5,3	0,76
60 - 120	5,1	2,04	8,1	5,51	7,20	0,19	4,8	2,40	5,0	1,86

Prof. en cm \ NT	171		178		180		182		183	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	5,8	0,62	5,3	6,59	5,8	9,72	5,9	5,36	6,1	1,91
30 - 60	6,1	0,81	7,0	1,58	5,3	6,63	5,3	3,55	8,5	2,09
60 - 120	6,2	1,10	4,9	1,77	7,7	3,93	5,6	2,02	9,1	1,26

Prof. en cm \ NT	184		186		191		192		193		195	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	7,0	0,78	5,6	9,67	6,3	5,19	5,4	12,61	6,9	4,76	5,8	2,10
30 - 60	6,3	0,32	6,2	4,03	7,6	2,28	5,0	8,66	5,0	2,85	5,8	3,26
60 - 120	5,5	0,82	6,9	4,26	7,8	2,45	7,3	5,28	4,8	2,11	6,7	1,18

Prof. en cm \ NT	198		199		200		202		206	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	5,7	7,00	6,5	1,66	6,3	13,62	6,4	4,54	5,11	10,98
30 - 60	5,0	5,19	7,6	4,20	6,5	6,28	8,7	2,82	4,6	4,74
60 - 120	4,6	3,83	8,3	4,83	7,7	6,07	8,9	3,24	4,6	3,16

Prof. en cm \ NT	208		209		212		218	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	5,7	3,66	5,8	8,54	6,2	12,52	6,2	7,11
30 - 60	5,2	2,95	5,3	3,80	6,1	8,57	7,9	2,58
60 - 120	5,3	1,58	7,0	1,79	8,4	5,25	8,3	2,13

Prof. en cm \ NT	219		223		226		227		228	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	6,0	1,77	5,6	4,75	5,6	4,66	6,3	9,70	6,3	9,93
30 - 60	7,6	1,48	5,1	0,83	5,5	0,88	6,8	5,36	6,7	1,91
60 - 120	7,0	2,40	4,3	0,62	4,4	0,97	7,4	4,11	4,2	2,36

Prof. en cm \ NT	230		231		234		238		241	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	5,3	8,59	4,8	1,25	6,4	0,46	6,1	0,64	5,6	2,13
30 - 60	4,8	3,82	4,6	1,00	6,9	0,37	8,3	0,18	6,1	1,59
60 - 120	4,7	3,00	4,4	0,84	9,3	1,19	5,0	2,16	6,3	2,63

Prof. en cm \ NT	242		243		247		248		252	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	5,7	2,32	4,9	1,86	6,0	0,26	7,0	0,26	6,3	0,15
30 - 60	8,0	0,62	4,8	0,84	4,5	0,41	-	-	6,9	0,91
60 - 120	6,4	1,58	4,5	0,69	4,6	1,00	4,8	2,24	8,3	0,62

Prof. en cm \ NT	253		258		264		265		269	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	5,1	13,62	6,1	9,49	5,2	8,71	5,3	12,88	5,4	1,50
30 - 60	4,6	4,98	5,8	3,11	5,0	0,72	4,7	6,84	5,1	1,50
60 - 120	4,5	2,47	7,3	2,49	4,1	3,47	4,6	2,18	6,3	0,70

Prof. en cm \ NT	276		292		293		331		342		352	
	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
0 - 30	5,1	3,64	5,8	0,54	5,4	3,88	5,7	7,96	6,4	7,96	5,9	7,16
30 - 60	4,7	2,54	5,7	1,92	4,2	1,41	5,2	6,59	6,1	5,87	6,6	4,88
60 - 120	4,7	2,79	6,4	3,22	4,2	1,31	6,8	4,87	7,2	4,73	7,2	5,41

Prof. en cm	NT	58		68		*72		*80		139	
		pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
Surface 0 - 2 à 5		5,9	8,50	6,4	11,61	6,1	6,60	5,5		5,7	5,55
2 à 5 - 30		5,4	7,66	5,8	8,85	4,3	8,40	4,5	3,80	5,3	3,69
30 - 60		5,6	3,15	8,2	1,14	5,9	3,80	4,9	2,95	6,4	1,58
60 - 120		4,9	3,15	7,7	0,71	6,6	5,10	5,6	3,30	6,5	3,36

Prof. en cm	NT	162		216		281		*67	
		pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.	pH	C.E.
Surface 0 - 2 à 5		5,9	11,27	5,1	8,78	5,6	11,7	6,6	12,5
2 à 5 - 30		6,1	4,73	5,3	1,59	-	-	6,9	0,71
30 - 60		5,6	3,08	4,4	6,73	4,7	4,48	6,8	0,95
60 - 120		4,0	2,54	7,7	0,73	6,0	2,93	7,9	0,30

\* Analyse des ions majeurs de l'extrait 1/5 : ANNEXE 2 .

A N N E X E 4 :  
MÉTODES ANALYTIQUES UTILISÉES

Humidité : à 105°C

Analyse mécanique : Destruction de la M.O. à H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Dispersion au pyrophosphate de sodium. Méthode de la pipette de Robinson.

Carbone : au "Carmhographe" à 1000°C - dosage du CO<sub>2</sub> par conductivimétrie.

Azote : Méthode Kjeldahl - dosage colorimétrique à l'auto-analyseur.

Matière organique : % de carbone x 1,724

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total : Attaque nitrique. Dosage à l'auto-analyseur du phosphomolybdate réduit.

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable : Méthode OLSEN.

pH eau et KCl : Suspension 1/2,5.

CaCO<sub>3</sub> : Attaque à HCl - dosage du CO<sub>2</sub>.

Gypse : Dissolution dans une solution de NaCl.  
Dosage du SO<sub>4</sub><sup>--</sup> par gravimétrie.

Jarosite : Dissolution dans une solution de carbonate basique après extraction du gypse.  
Dosage du SO<sub>4</sub><sup>--</sup> par gravimétrie.

Soufre total : au "Sulmhograph" à 1300°C

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> total : Attaque chlorhydrique - dosage par colorimétrie.

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> libre : Méthode ENDREY (extraction aux U.V.) - dosage par colorimétrie.

Capacité d'échange : Percolation au chlorure de calcium et lavage au nitrate de potassium.

Extraits 1/5 : à l'eau - agitation 1 H.

Dosage des cations : Au spectrophotomètre :  
Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup> par absorption atomique  
Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> par émission de flamme.

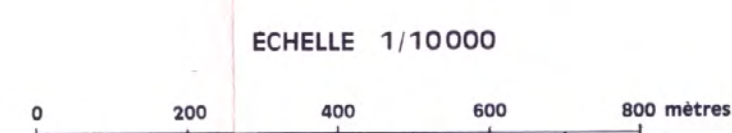
Dosage des anions : Cl<sup>-</sup> : par colorimétrie  
SO<sub>4</sub><sup>--</sup> : par gravimétrie  
HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> : Neutralisation sous pH-mètre.

Densité apparente : sur motte (Méthode à la paraffine).

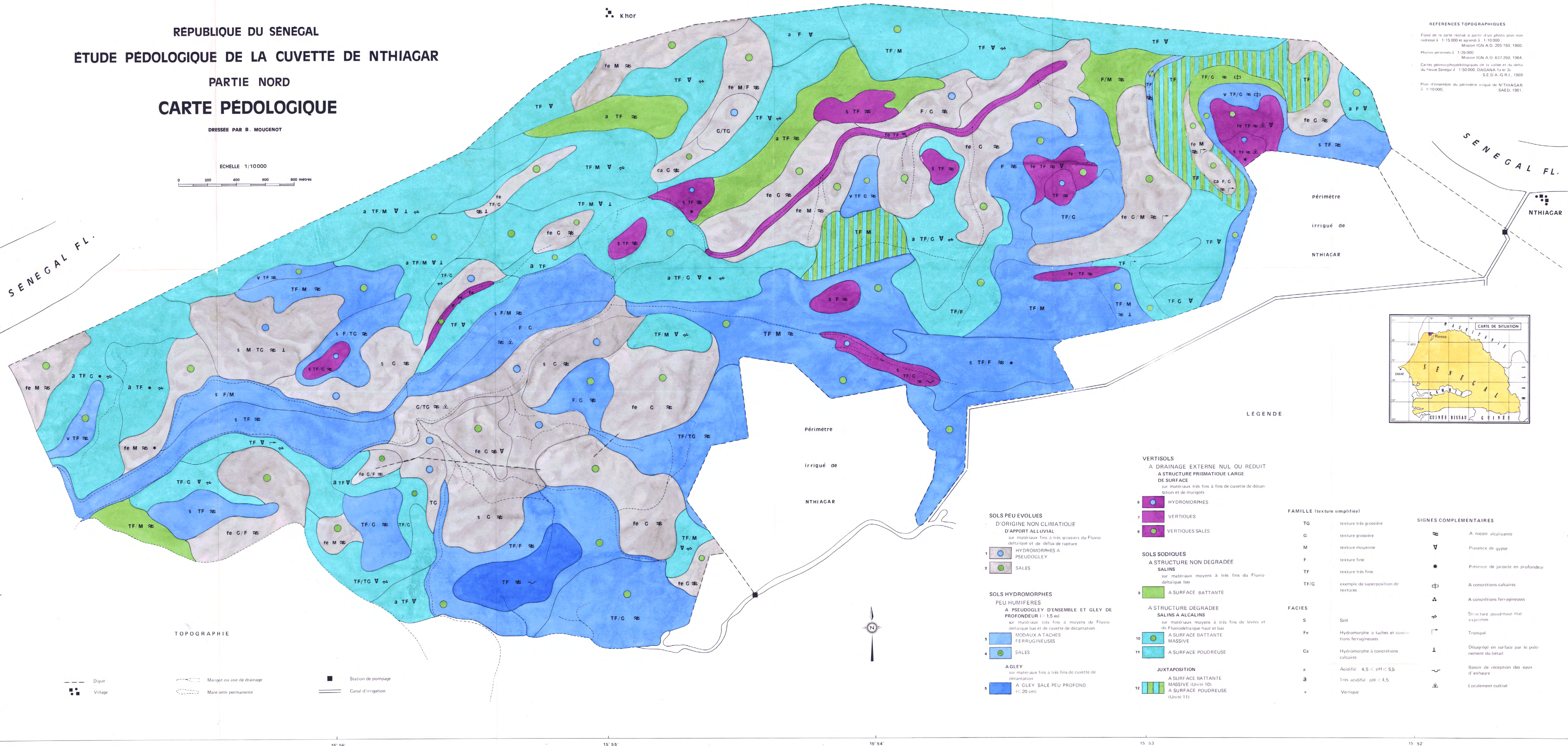
Perméabilité : Méthode HENIN (terre remaniée).

RÉPUBLIQUE DU SENEGAL  
ÉTUDE PÉDOLOGIQUE DE LA CUVETTE DE NTHIAGAR  
PARTIE NORD  
CARTE PÉDOLOGIQUE

DRESSÉE PAR B. MOUGENOT



REFERENCES TOPOGRAPHIQUES  
Fond de la carte réalisé à partir d'un photo plan non  
redressé à 1:15 000 et agrandi à 1:10 000  
Mission IGN A.G. 255-150, 1960.  
Photos aériennes à 1:25 000  
Mission IGN A.G. 637-250, 1964.  
Cartes géomorphologiques de la vallée et du delta  
du fleuve Sénégal à 1:50 000, DAGANA 1a et 3c.  
S.E.D.A.-G.R.I., 1969.  
Plan d'ensemble du périmètre irrigué de NTHIAGAR  
à 1:10 000.  
SAED, 1981.



**VERTISOLS**  
A DRAINAGE EXTERNE NUL OU RÉDUIT  
A STRUCTURE PRISMATIQUE LARGE  
DE SURFACE  
sur matériaux très fins à fins de cuvette de décantation et de mouillages

- 6 HYDROMORPHES
- 7 VERTIQUES
- 8 VERTIQUES SALES

**SOLS PEU ÉVOLUES**  
D'ORIGINE NON CLIMATIQUE  
D'APPORT ALLUVIAL  
sur matériaux fins à très grossiers du Fluvio-deltaïque et de deltas de rupture

- 1 HYDROMORPHES A PSEUDOGLEY
- 2 SALES

**SOLS HYDROMORPHES**  
PEU HUMIFÈRES  
A PSEUDOGLEY D'ENSEMBLE ET GLEY DE PROFONDEUR (> 1,5 m)  
sur matériaux très fins à moyens du Fluvio-deltaïque bas et de cuvette de décantation

- 3 MODAUX A TACHES FERRUGINEUSES
- 4 SALES

**AGLEY**  
sur matériaux fins à très fins de cuvette de décantation

- 5 A GLEY SALE PEU PROFOND (< 20 cm)

**SOLS SODIQUES**  
A STRUCTURE NON DÉGRADÉE  
SALINS  
sur matériaux moyens à très fins du Fluvio-deltaïque bas

- 9 A SURFACE BATTANTE

**A STRUCTURE DÉGRADÉE**  
SALINS A ALCALINS  
sur matériaux moyens à très fins de levées et du Fluvio-deltaïque haut et bas

- 10 A SURFACE BATTANTE MASSIVE
- 11 A SURFACE POUFREUSE

**JUXTAPOSITION**

- 12 A SURFACE BATTANTE MASSIVE (Unité 10)
- 12 A SURFACE POUFREUSE (Unité 11)

**FAMILLE (texture simplifiée)**

TG	texture très grossière
G	texture grossière
M	texture moyenne
F	texture fine
TF	texture très fine
TF/G	exemple de superposition de textures

**SIGNES COMPLÉMENTAIRES**

~	A mûre alcalisante
∇	Présence de gypse
*	Présence de jarosite en profondeur
⊕	A concrétions calcaires
⊙	A concrétions ferrugineuses
⊖	Structure poudreuse mal exprimée
⊕	Trompé
⊥	Disagréé en surface par le piétinement du bétail
⊕	Bassin de réception des eaux d'exhaure
⊕	Localement cultivé

**FACIES**

S	Salé
Fe	Hydromorphe à taches et concrétions ferrugineuses
Ca	Hydromorphe à concrétions calcaires
a	Acidifié 4,5 < pH < 5,5
a	Très acidifié pH < 4,5
v	Vertique

**TOPOGRAPHIE**

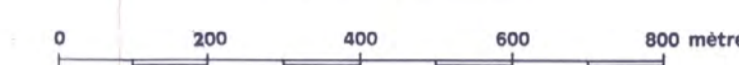
- Digue
- Village
- Mangot ou axe de drainage
- Mare semi-permanente
- Station de pompage
- Canal d'irrigation

# RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL ETUDE PÉDOLOGIQUE DE LA CUVETTE DE NTHIAGAR

## PARTIE NORD CARTE FACTORIELLE

DRESSÉE PAR B. MOUGENOT

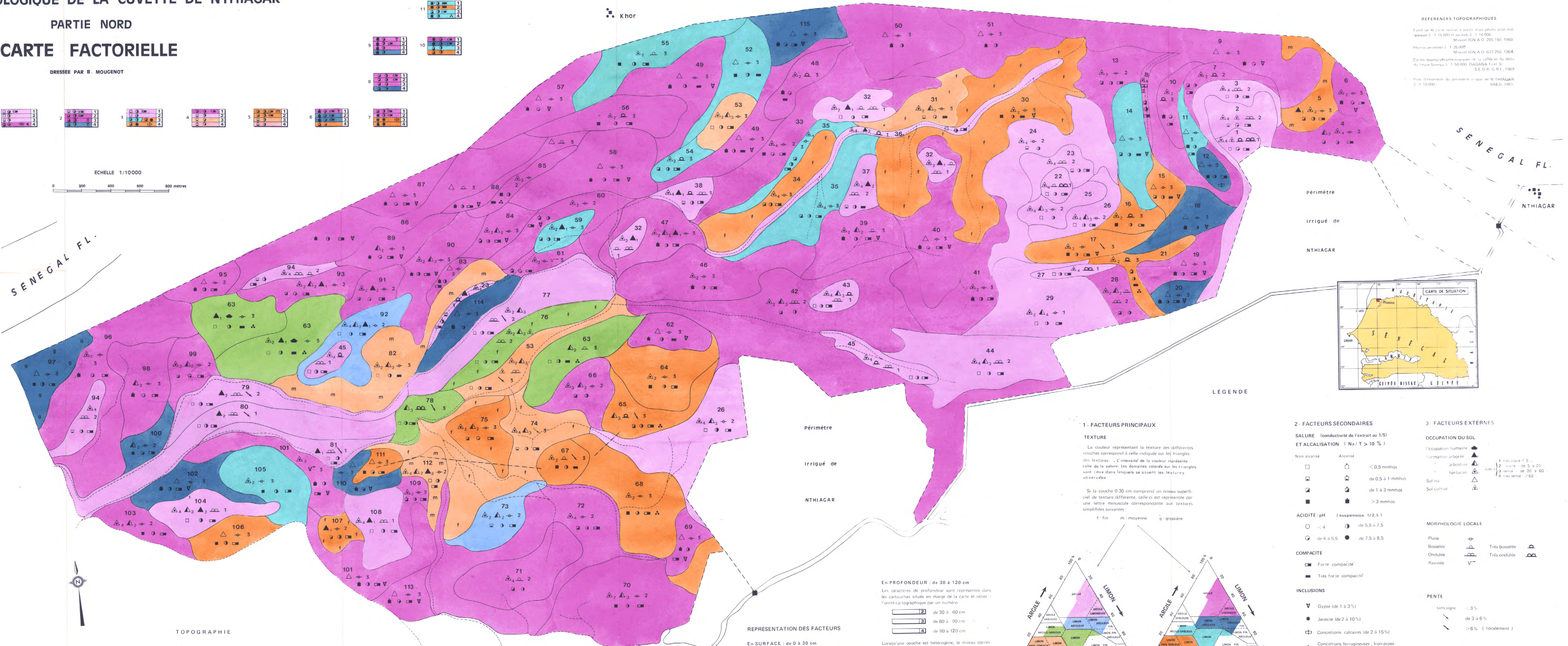
ECHELLE 1/10 000



SENEGAL FL.

SENEGAL FL.

NTHIAGAR



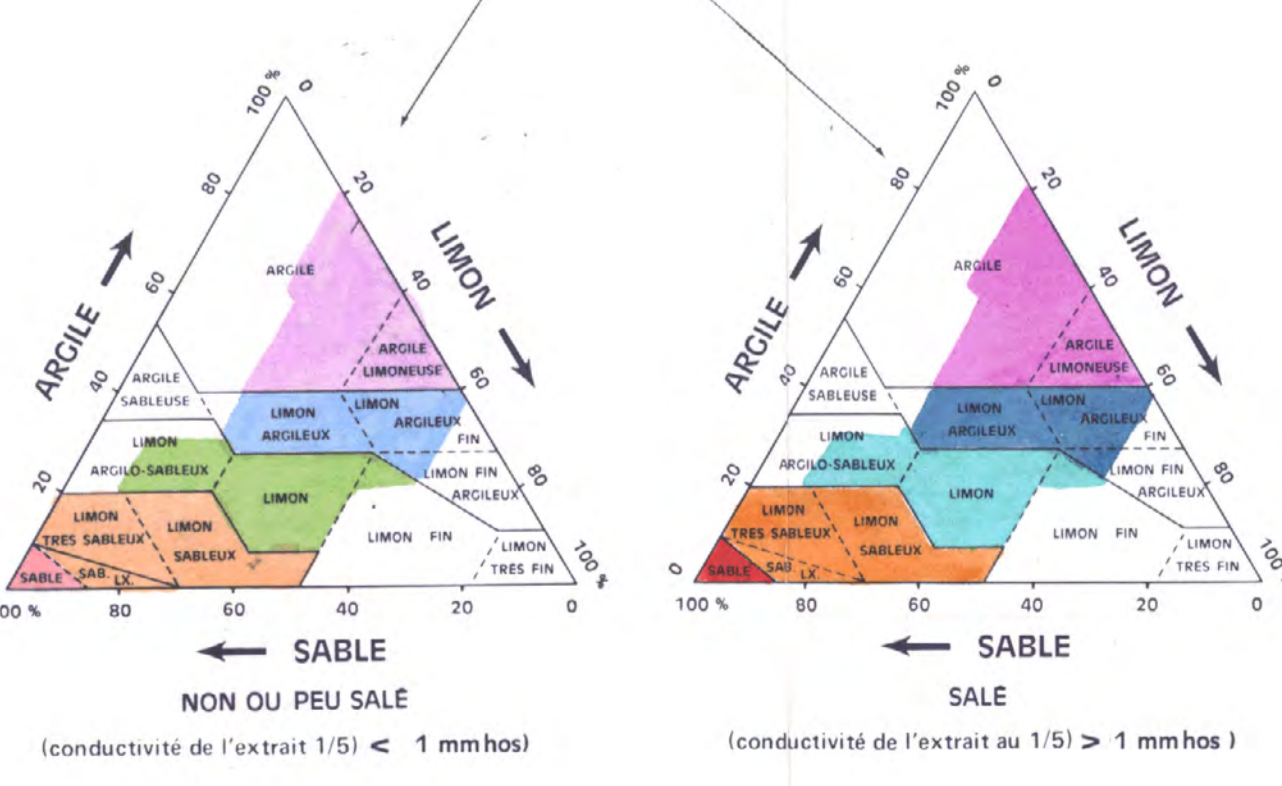
REPERES TOPOGRAPHIQUES  
Fond de la carte tirée à partir d'un photo aéro mét  
échelle 1:15 000 m. géométr. 1:10 000  
Mission IGN A.O. 295 150 1960  
Photogrammétrie 1:25 000  
Mission IGN A.O. 617 250 1964  
Carte topographique de la région de Nthiagar  
Mission IGN A.O. 295 150 1960  
S.E.D.A. G.R.F. 1967  
Plan d'implantation du périmètre irrigué de NTHIAGAR  
1:10 000  
SAED, 1961



LÉGENDE

### 1- FACTEURS PRINCIPAUX

**TEXTURE**  
La couleur représentant la texture des différentes couches correspond à celle indiquée sur les triangles des textures. L'intensité de la couleur représente celle de la salure. Les domaines cotés sur les triangles sont ceux dans lesquels se situent les textures observées.  
Si la couche 0-30 cm comprend un niveau superficiel de texture différente, celle-ci est représentée par une lettre minuscule correspondante aux textures simplifiées suivantes:  
f: fin m: moyenne g: grossière



### 2- FACTEURS SECONDAIRES

**SALURE** (conductivité de l'extrait au 1/5)  
**ET ALCALISATION** (Na+/T > 10%)

Non alcalisé    Alcalisé  
□ de 0,5 à 1 mmhos  
◻ de 1 à 3 mmhos  
■ > 3 mmhos

**ACIDITÉ** pH (suspension 1/2,5 l)

○ de 4 à 5,5    ● de 5,5 à 7,5  
◐ de 4 à 5,5    ◑ de 7,5 à 8,5

**COMPACTE**

■ Forte compacte  
■ Très forte compacte

**INCLUSIONS**

▽ Gypse (de 1 à 3%)  
\* Jarosite (de 2 à 10%)  
◻ Concretions calcaires (de 2 à 15%)  
◼ Concretions ferrugineuses - non pipes (de 2 à 15%)

**NAPPE DE PROFONDEUR**

☉ Non salée  
☼ Salée et alcalisante

### 3- FACTEURS EXTERNES

**OCCUPATION DU SOL**

Occupation humaine  
Formation arborée  
- arbustive  
- herbacée  
Sol nu  
Sol cultivé

**MORPHOLOGIE LOCALE**

Plane  
Bosselée  
Ondulée  
Ravinée  
Très bosselée  
Très ondulée

**PENTE**

sans signe < 3%  
/ de 3 à 6%  
/ de 6% (localement)

**4- NIVEAU DE FERTILITE**

1- bon  
2- moyen  
3- médiocre

### TOPOGRAPHIE

— Digue  
— Marigot ou axe de drainage  
— Mare semi-permanente  
■ Station de pompage  
— Canal d'irrigation  
■ Village

### REPRESENTATION DES FACTEURS

**En PROFONDEUR** : de 30 à 120 cm  
Les caractères de profondeur sont représentés dans les cartouches cotés en marge de la carte et reliés à l'unité cartographique par un numéro.

2 de 30 à 60 cm  
3 de 60 à 90 cm  
4 de 90 à 120 cm

**En SURFACE** : de 0 à 30 cm  
Les facteurs externes sont représentés dans l'unité cartographique.  
Les facteurs de la couche 0-30 cm sont représentés dans l'unité cartographique et répétés en marge de la carte au niveau numéro 1 du cartouche.

Lorsqu'une couche est hétérogène, le niveau correspondant est divisé en deux parties par un trait oblique.  
Les caractères de la partie supérieure de la couche sont indiqués dans la moitié gauche et les caractères de la partie inférieure sont indiqués dans la moitié droite.  
ex. : de 60 à 75 cm / 3 de 75 à 90 cm

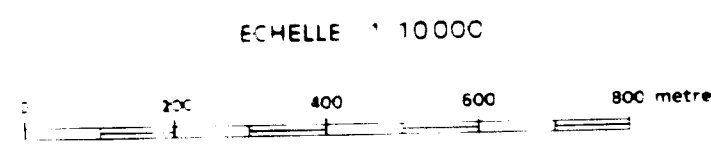
# RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL

## ETUDE PÉDOLOGIQUE DE LA CUVETTE DE NTHIAGAR

### PARTIE NORD

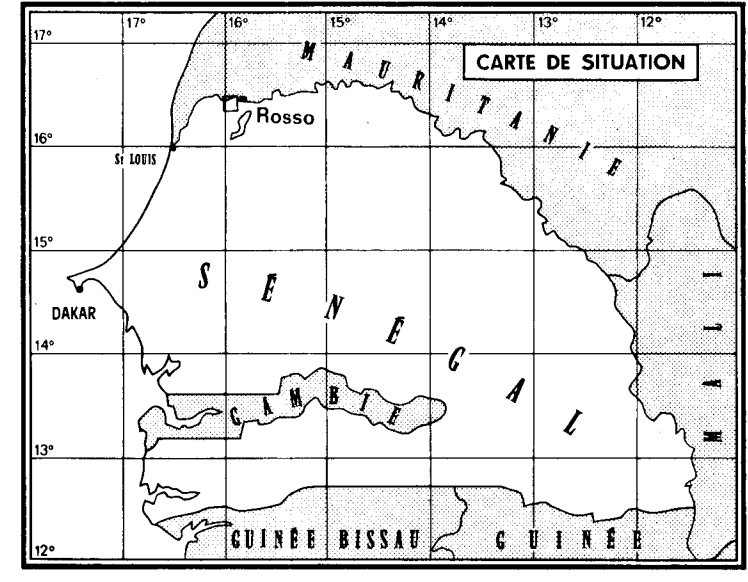
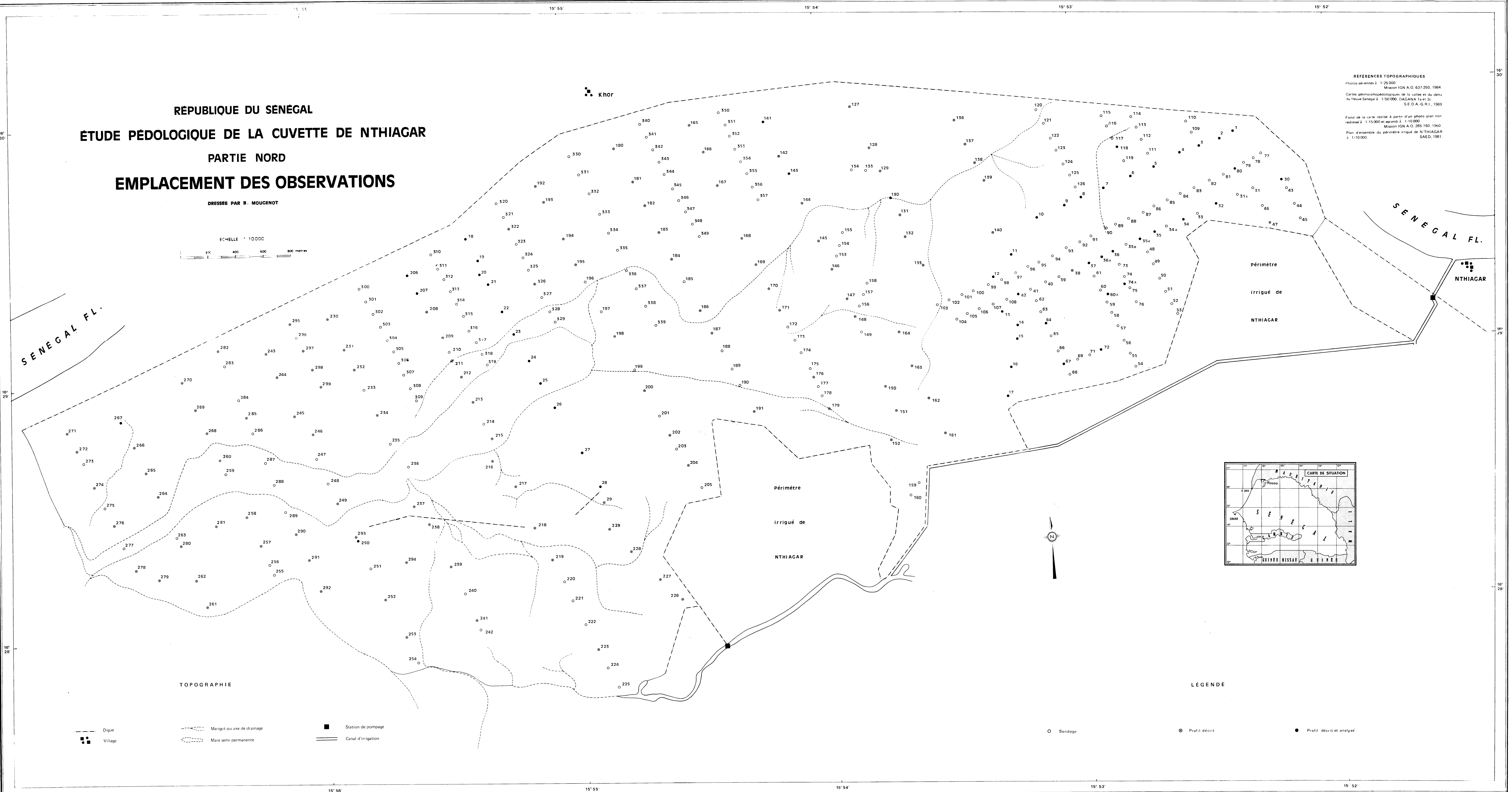
#### EMPLACEMENT DES OBSERVATIONS

DRESSÉE PAR B. MOUENOT



RÉFÉRENCES TOPOGRAPHIQUES  
Photos aériennes à 1:25 000  
Mission IGN A.O. 637 250, 1964  
Cartes géomorphologiques de la vallée et du delta  
de la Rivière Sénégal à 1:50 000, DAKAR, 1961 et 62  
S.E.D.A.-G.R.I., 1969

Fond de la carte réalisé à partir d'un photo plan non  
repeint à 1:15 000 et agrandi à 1:10 000  
Mission IGN A.O. 285 150, 1960  
Plan d'ensemble du périmètre irrigué de NTHIAGAR  
à 1:10 000  
S.A.E.D., 1981



TOPOGRAPHIE

LEGENDE

- Digue
- Village
- Marigot ou axe de drainage
- Mare semi-permanente
- Station de pompage
- Canal d'irrigation

- Sondage
- Profil décrit
- Profil décrit et analysé