

CARACTERISATION DE QUELQUES SOLS

DE LA REGION DE BOL

- ooOoo -

ETUDE DE DEUX SEQUENCES DE SOLS

I. SUR SABLES DUNAIRES

II. SUR ARGILE DES POLDERS

1964

Rapport de Stage

C. CHEVERRY

Elève Pédologue O.R.S.T.O.M. (2ème année)

Ingénieur Agronome (I.N.A.)

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
INTRODUCTION	2
LES FACTEURS DU MILIEU	4
.Climat,Géologie,Végétation,Variations de niveau du lac	
<u>ETUDE DES SOLS</u>	
- <u>SOLS DE DUNES</u>	11
. Etude des profils n° 1 à 8	13
. Conclusion	28
. Remarques agronomiques	29
- <u>SOLS DE POLDERS</u>	32
. Introduction	32
. Chapitre 1	36
Profil n° 9	36
Profils n° 10 à 13	44
Conclusion	54
Remarques agronomiques	56
. Chapitre 2	58
. Chapitre 3	65
. Conclusion	69

INTRODUCTION

Le village de Bol est situé sur la bordure Nord du Lac Tchad, à 13°30 de ~~la~~ latitude. Le paysage se présente comme une série d'émergences dunaires, orientées sensiblement Nord-Ouest/Sud-Est s'avancant dans les eaux du lac.

A la suite d'une transgression du lac, en effet, les dépressions d'un système dunaire furent occupées par les eaux. Par sédimentation, des éléments fins se déposèrent. L'isolement de ces bras du lac par des barrages en sable, l'évaporation de la masse d'eau ainsi emprisonnée ont conduit à la création de "polders", dont les terres peuvent porter jusqu'à trois cultures par an (blé, maïs, maïs). Une étude pédologique des deux polders de Bol (créés en 1951 et 1964) confirmait les raisons de croire en cette fertilité. (BOUTEYRE, GUICHARD, LEPOUTRE, 1959).

De nombreuses études, d'ordre géologique, hydro-géologique, climatologique, pédologique, furent consacrées à ces polders par des organismes tels l'ORSTOM, la SOGETHA, l'institut de Wageningen. Le maintien de la fertilité au delà des premières années de culture était l'objectif orientant les recherches.

Sur le plan pédologique en particulier, la présence à faible profondeur d'une nappe phréatique plus ou moins salée (alimentée par des eaux d'infiltration venant du lac) a orienté les travaux vers l'étude de l'évolution, annuelle et inter-annuelle, de la salure (de la nappe et des sols). La matière organique également était suivie régulièrement (quantité globale, C/N). (PIAS, 59-60,61,62).

L'étude pédogénétique qui suit, rapport de stage, résultant d'une prospection sur le terrain de trois mois (11 Janvier - 15 Avril), ne prend pas directement place dans ce contexte. Limitée géographiquement aux environs de Bol (zône de 10/10 km.) elle portera sur les sols de deux polders (Guini : 500 has, et Bérin : 950 has), mais aussi des dunes les enserrant.

Sur dunes seront ainsi décrits des sols peu évolués, des sols steppiques (brun sensu-stricto, brun-rouge). Sur les polders, l'étude sera axée sur la caractérisation des divers types de profils rencontrés, en fonction de la profondeur de la nappe phréatique. Une séquence de sols hydromorphes sera ainsi définie.

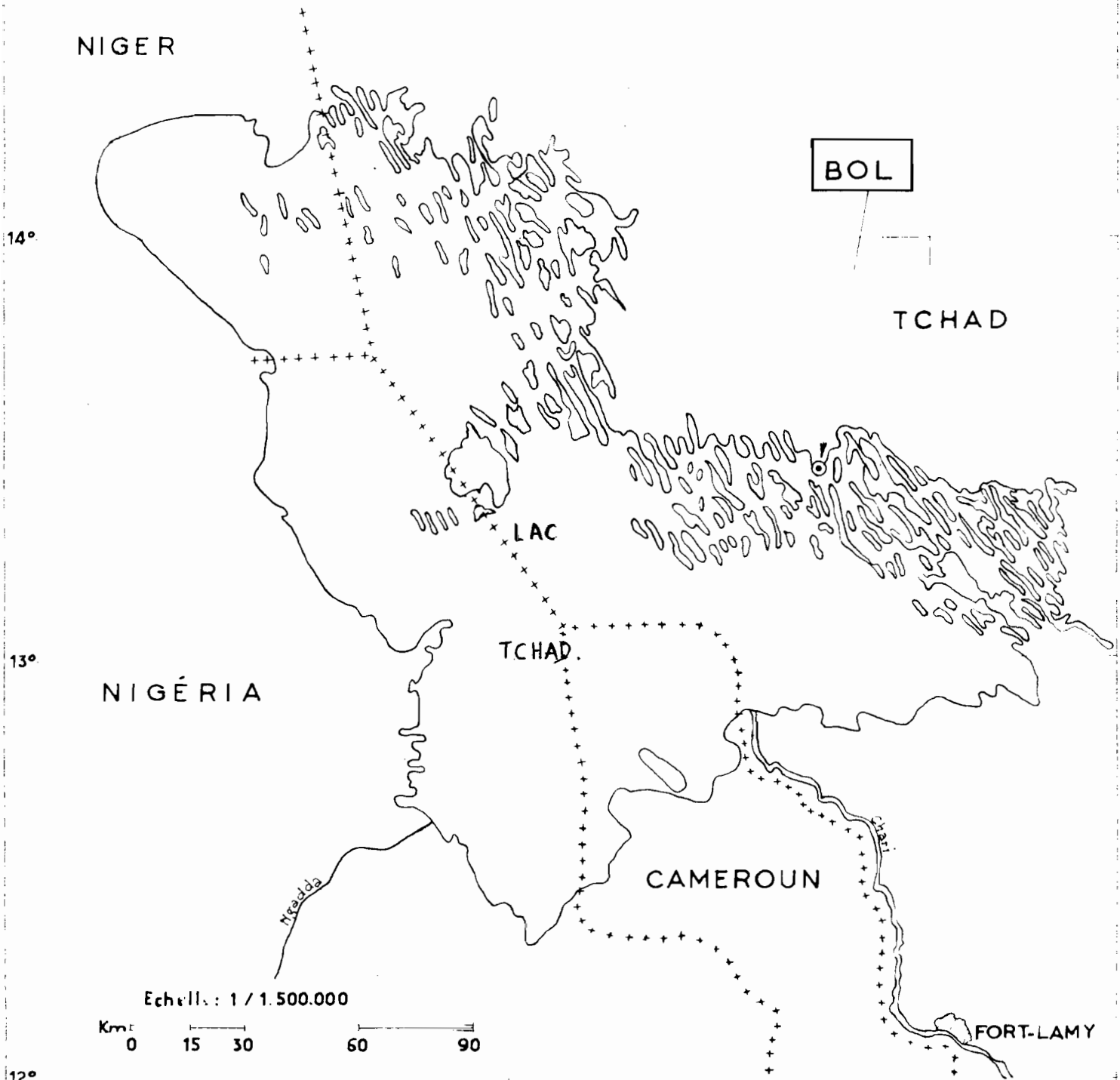
.../...

CROQUIS GÉNÉRAL DE SITUATION

13°

14°

15°



12°

CRT 7399

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED.

LE 11-6-64

JES S. NICOE

VISA

TUBE N°

Méthode d'approche, de connaissance (morphologique en particulier), d'interprétation, des profils à un instant donné. Ce n'est que par ce biais que seront réabordés les grands problèmes cités plus haut : évolution de la salure, de la matière organique.

- ooOoo -

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier spécialement M. BOCQUIER, Directeur du Centre de Recherches Tchadiennes pour les nombreux conseils qu'il m'a prodigués, ainsi que Messieurs AUDRY, RIOU. L'aide de Mr. FROMAGET sur le terrain fut précieuse.

1. LES FACTEURS DU MILIEU.

A. LE CLIMAT.

La région de Bol appartient à la zone Sahélo-Saharienne de la classification d'AUBREVILLE :

- Pluviométrie de l'ordre de 300mm., concentrée sur trois mois (Juillet, Août, Septembre).
- Température moyenne annuelle élevée : 28° (avec de fortes amplitudes journalières).
- Humidité moyenne faible (38% à 12 h.)

La présence sur le secteur étudié de trois stations météorologiques : l'une sur la dune de Bol (une dizaine de mètres au dessus du niveau du lac), l'autre sur une île (près du rivage), une troisième sur le polder même (polder Guini), permet de suivre les différents facteurs climatiques. En voici quelques traits. (Chiffres tirés de BILLON, CALLEDE, 1963).

Pluviométrie

- Moyenne annuelle de 292 mm., mais très forte variabilité inter-annuelle : sur les 29 années d'observation, les chiffres ont varié entre 46 et 700 mm.
- Peu de pluies, dont certaines intenses. En 1962, par exemple, les 289mm. sont tombés en 27 jours (et il ne tombe en général qu'une pluie par jour), dont 120mm. en 48 hrs. Ces pluies commencent par une courte période à forte intensité : pour un intervalle de temps de 5mm., le maximum observé à Bol a été de 210mm/h. Puis, au bout de 5 à 10mm., l'intensité baisse fortement.
- Très forte hétérogénéité dans l'espace de cette pluviométrie : l'installation sur les deux polders, donc sur une surface

.../...;

limitée (30 km. carrés), de 18 pluviomètres, permet de l'apprécier. En 1962 toujours, les chiffres furent compris entre 248mm. et 401mm., soit une dispersion de l'ordre de 40%.

Température.

La courbe de variation présente deux maxima : le plus élevé en Avril-Mai (maxima moyens : 39°), le second en Octobre. Entre ces deux pointes, l'effet rafraichissant de la saison des pluies se manifeste. Fortes amplitudes journalières (amplitude moyenne annuelle de 13° sur la dune).

Régime des vents.

Deux directions des vents bien définies : vent du Nord-Est durant la saison sèche (harmattant air sec d'origine Saharienne). Puis, lorsque le Front Intertropical est au Nord de Bol (Mai à Octobre), vent du Sud-Ouest, humide.

Vitesse moyenne, vitesses instantanées sont des données assez difficiles à interpréter. Notons, à titre d'indication, qu'en 1957, sur la dune, le vent a dépassé la vitesse de 8 m/s (29 km/h) pendant 180 hrs. Si ce vent ne paraît pas capable de remanier le modelé actuel des dunes, par contre son influence sur le transport d'éléments fins argileux de la surface des polders vers les bas de pente dunaires sera à envisager.

Evaporation.

Des bacs Colorados, installés dans les trois stations permettent de mesurer l'évaporation d'une surface, limitée, d'eau libre. Cette évaporation annuelle, sur le polder, (Bac Colorado enterré) est de l'ordre de 3.200mm/an, présentant deux maxima : l'un en Février - Mars, l'autre en Octobre - Novembre. (Courbe suivant donc celle des températures). L'installation, commencée, d'un évapotranspiromètre sur la station du polder permettra d'avoir des chiffres d'E.T.P. mesurés.

- ooOoo -

Indices Climatiques.

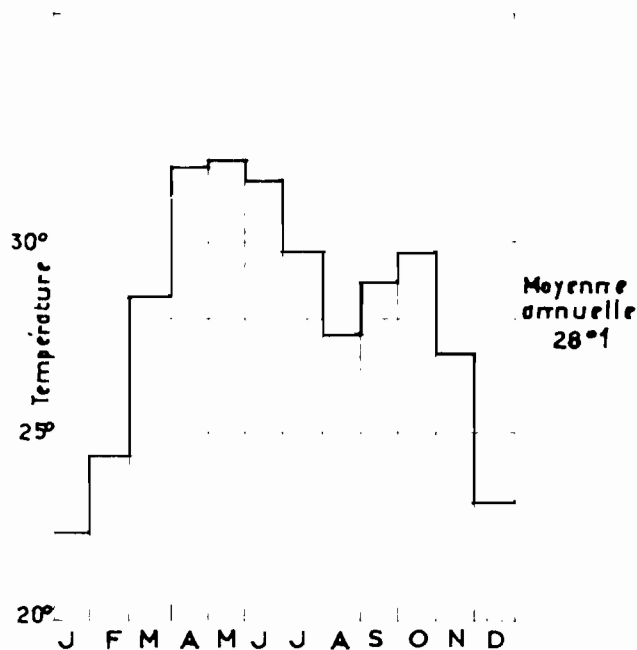
La précision des données incite à calculer quelques indices :

- Indice de DE MARTONNE : $I = \frac{P}{T+10} = 8$: caractéristique d'un climat assez aride.
- Indice d'HENIN : $I = \frac{agP^3}{I+agP^2} = 13$ mm. (sur dune, avec a=2).

.../...

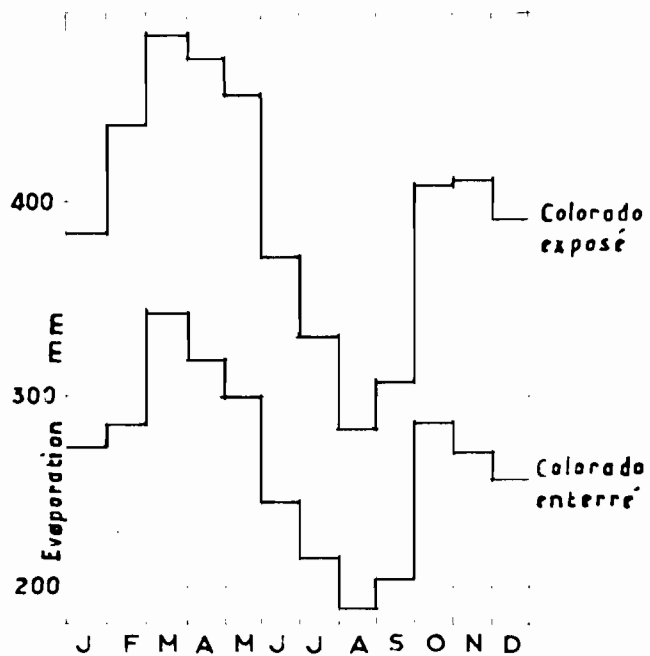
Température moyenne
annuelle

BOL-DUNE



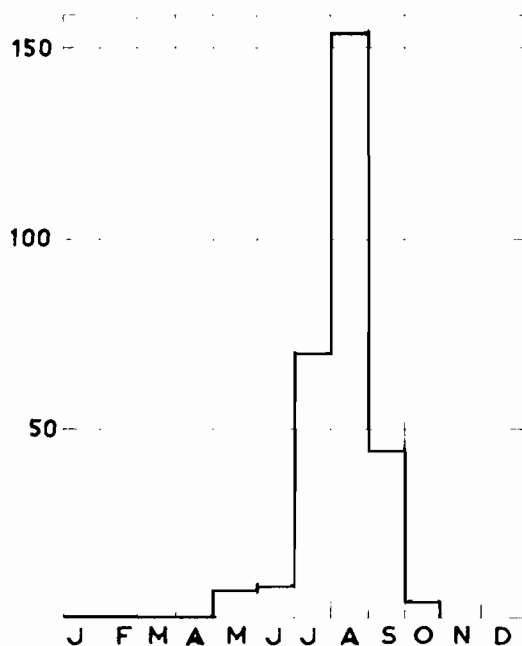
Variations mensuelles
de l'Évaporation

BOL-DUNE



Variations mensuelles
des Précipitations

BOL-DUNE



CRT 7403

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED:

LE: 12-6-64

DES: S. NICOLE

VISA:

TUBE N°

- Le calcul, mensuel, de la différence entre la pluviométrie (moyenne) et l'évaporation potentielle, calculée d'après la formule de PENMANN (RIOU), approche la réalité de plus près. Deux périodes tranchées;-d'Octobre à Juin, aucun drainage possible. Pendant la saison des pluies:

	Juillet	Août	Septembre
Pluviométrie	70	154	46
E.T.P. PENMANN	209	182	195

Ces chiffres indiquent des possibilités de drainage très limitées. Les remarques faites plus haut sur la pluviométrie (hétérogénéité dans l'espace, mode de répartition, caractéristiques de l'intensité...), sont à garder à l'esprit pour situer les limites d'intérêt qu'offrent toutes ces formules. Et surtout, à l'échelle de cette étude (zône de 100 km. carrés), c'est au niveau de chaque profil que le pédoclimat devra être défini. (Surtout que d'autres facteurs, la présence d'une nappe phréatique par exemple, interviennent.)

- ooOoo -

B. GEOLOGIE.

1. Le massif dunaire.

L'étude minéralogique (DIELEMAN, DE RIDDER 1963), met en évidence la grande homogénéité de ce point de vue, de la couche sableuse sur une épaisseur de 70m au moins. Les minéraux trouvés sont très résistants: association : zircon, tourmaline, épidote. Présence également d'une association volcanique (titanite, augite, hornblende). On peut donc supposer que cette couche provient de formations anciennes et décomposées dont l'origine se situe du côté de l'Ennedi, du Tibesti.

L'examen de ces sables à la loupe montre qu'ils sont éolisés (grains ronds, mâts, jaunâtres) mais conservent certains caractères d'émoussés luisants, un peu translucides. Quelques grains sont très rougis (témoins d'une ancienne rubéfaction?).

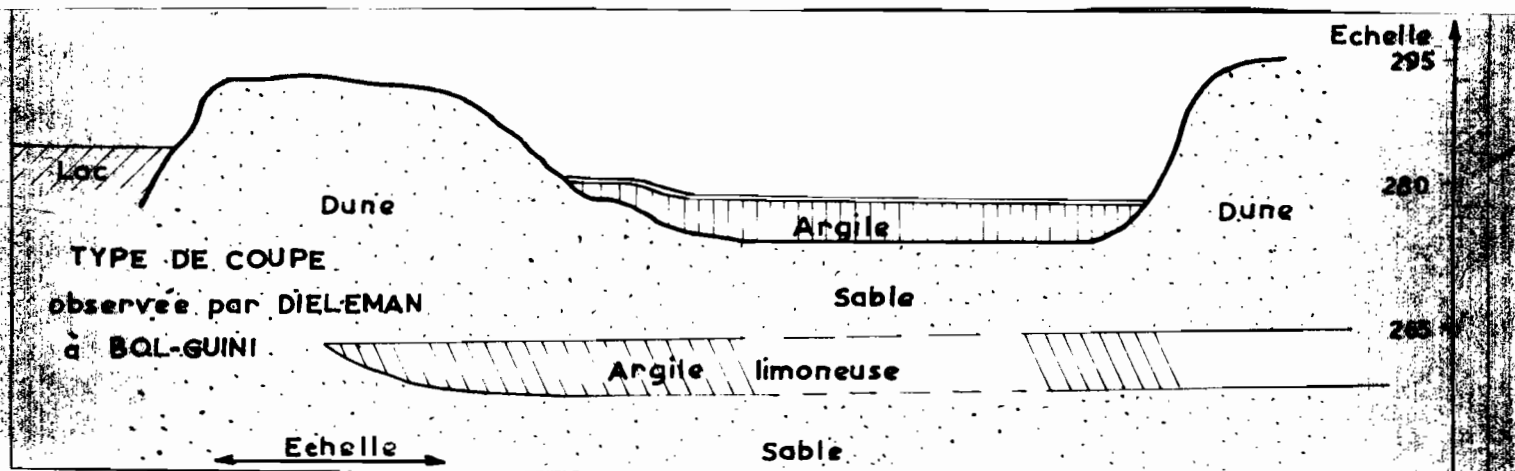
L'hypothèse d'un transport fluviatile de ces sables (par des fleuves venant du Nord), et d'une reprise sur place par le vent, aboutissant au système dunaire actuel, a été avancée (FRANZ).

.../...

L'examen des sols trouvés sur les dunes, laissera à penser que certains remaniements éoliens sont beaucoup plus récents que d'autres. A l'heure actuelle, les dunes de Bol sont fixées et l'action éolienne ne se manifeste que par un léger remaniement, au ras du sol.

2. Les polders.

Une coupe litho-stratigraphique (DIELEMAN, DE RIDDER) montre que le dépôt argileux ou argilo-limoneux, constituant les sols actuels des polders, n'est pas le premier dépôt de ce type. (Voir le schéma plus bas.) La couche, argilo-limoneuse trouvée entre 15 et 20m correspondrait à la phase finale d'un dépôt lacustre (d'âge pléistocène) qui aurait rempli les interdunes du paysage dunaire d'alors.



L'analyse thermique différentielle de quelques échantillons (correspondant notamment au profil n°9, étudié plus loin) montre que l'argile trouvée dans la couche supérieure est un minéral kaolinique assez mal cristallisé, probablement inter-stratifié à une montmorillonite. (Analyse effectuée à Yaoundé, grâce à M. SIEFERMAN).

La présence d'assez nombreuses diatomées, en certains points des polders fut souvent signalée. Nous n'avons jamais trouvé de diatomite proprement dite. Notons enfin quelques "fossiles" : coquilles de petits gastéropodes en particulier, et vertèbres (à une arête) d'un poisson de 70 cm de long, trouvées vers 60 cm de profondeur, lors de notre prospection.

.../...

C. VEGETATION.

Les nombreux villages installés sur les dunes sont à l'origine de la végétation dégradée observée dans tout le secteur, sur sables. On reconnaît par places une pseudosteppe arbustive à *Acacia radiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Aristida pallida* et *Hyparrhenia rufa* dominants dans la strate herbacée.

Quant aux polders, une végétation particulière y prend pied, adaptée aux conditions d'hydromorphie (ou même de submersion) et parfois d'halomorphie. *Cyperus papyrus*, *Typha australis*, là où existe une nappe d'eau libre. *Phragmites communis*, aussi bien sur les zones inondées qu'exondées. Prairies à *Cynodon dactylon*, *Diplachne fusca*, *Sporobolus helvolus*.

Ces plantes furent déterminées lors d'une tournée dans le Kanem en compagnie de M. Mosnier, phyto-sociologue du service de l'élevage.

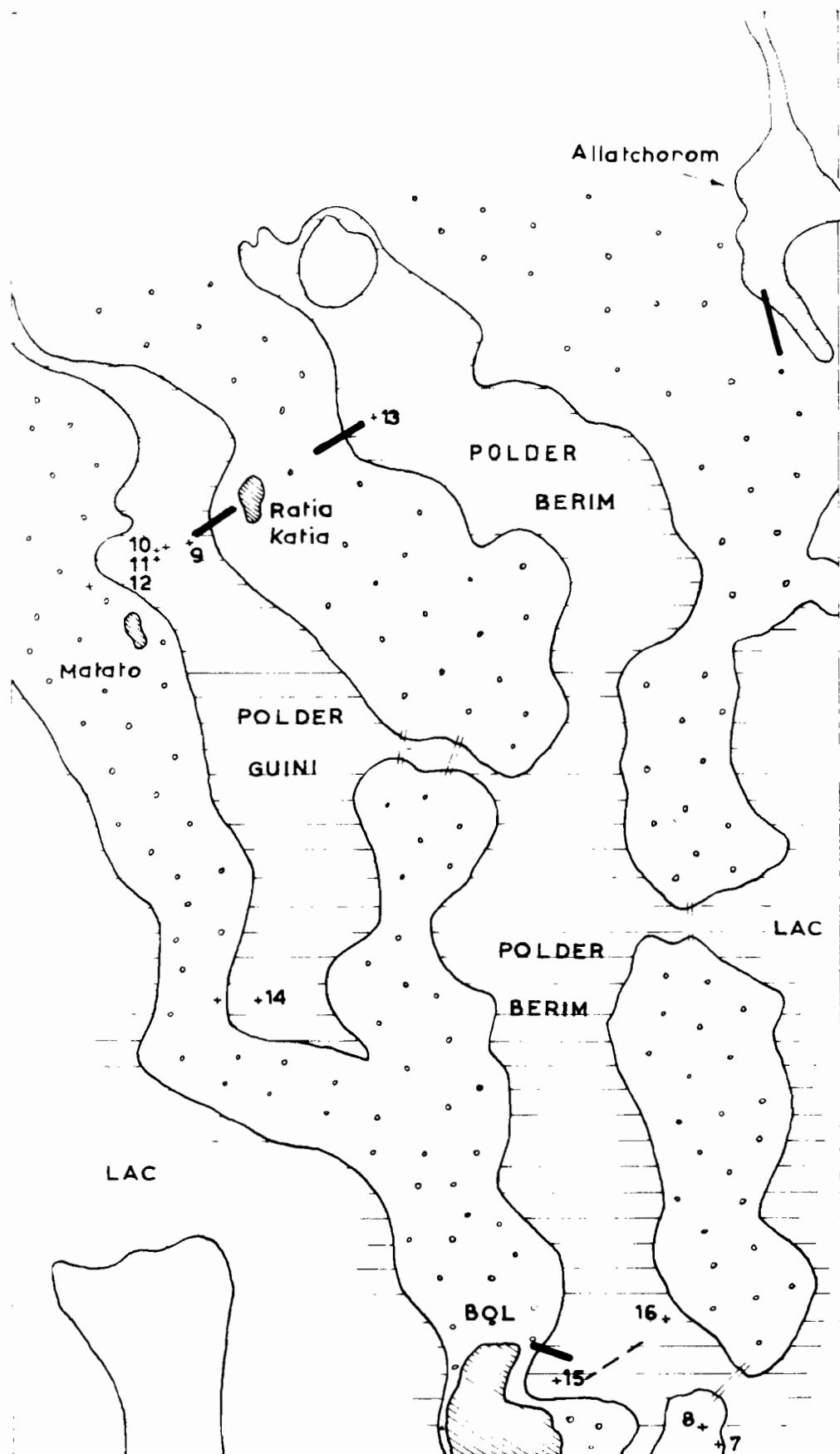
D. LES VARIATIONS DE NIVEAU DU LAC TCHAD.

Il paraît intéressant de citer, parmi les facteurs du milieu le niveau du lac. Ce niveau varie d'année en année (en fonction de l'apport du fleuve Chari, de la pluviométrie, de l'évaporation...). Notons par exemple qu'en 1908, la côte du lac était à 280,3m (surface totale inondée : 13.700 km²). En 1956, le lac était remonté à 282,95m (surface inondée : 23.590 km²). Il est à l'heure actuelle à plus de 283m. Ce ne sont là que les variations récentes, mesurées.





L'étude des sols de bas de pente dunaire fera appel, pour une interprétation cohérente, à ces variations de niveau (plus ou moins anciennes).

On conçoit par ailleurs que le niveau actuel influe sur l'intensité de l'infiltration d'eaux du lac vers la nappe phréatique sous le polder (par l'intermédiaire d'une nappe en charge).

POLDERS DE BOL



LÉGENDE

-  Barrages
-  Topo séquences présentes à la fin de l'étude des sols sableux
-  Emplacement des profils décrits sur polders
-  Séquence du ch. III

Echelle: 1 / 50.000

CRT 7413

ORSTOM CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED

LE: 18-6-64

DES: S. NICOLÉ

VISA

TUBE N°

ETUDE DES SOLS

Environ 125 profils furent examinés, suivant quelques grands axes Ouest-Est, recoupant dunes et polders. Les premiers profils décrits (n° 1 à 8) correspondront à des sols sur dunes et seront présentés sous forme d'une séquence topographique type.

1. SOLS SUR DUNES

Une dune caractéristique, d'axe Nord-Ouest/Sud-Est, large d'un kilomètre environ, allongée entre le lac (qu'elle domine de 7 à 10 m) et le polder qu'elle domine de 12 à 15m), figure (coupe en travers) sur le schéma de la page suivante.

On remarque la pente (5 à 10%), descendant vers le polder, orientée Nord-Est, plus faible que celle plongeant vers le lac (10 à 20%), d'orientation opposée. (Ce qui correspondrait à l'action dominante d'un vent du Nord-Est).

Entre ces pentes, la surface de la dune se présente sous un aspect mollement ondulé. L'examen des photo-graphies aériennes révèle une série de petits mamelons, d'une largeur à la base de 100 à 200m., avec des dénivelées de 2 à 3m., plus ou moins alignés suivant un axe N.E/S.O., (parallèlement aux vents dominants actuels).

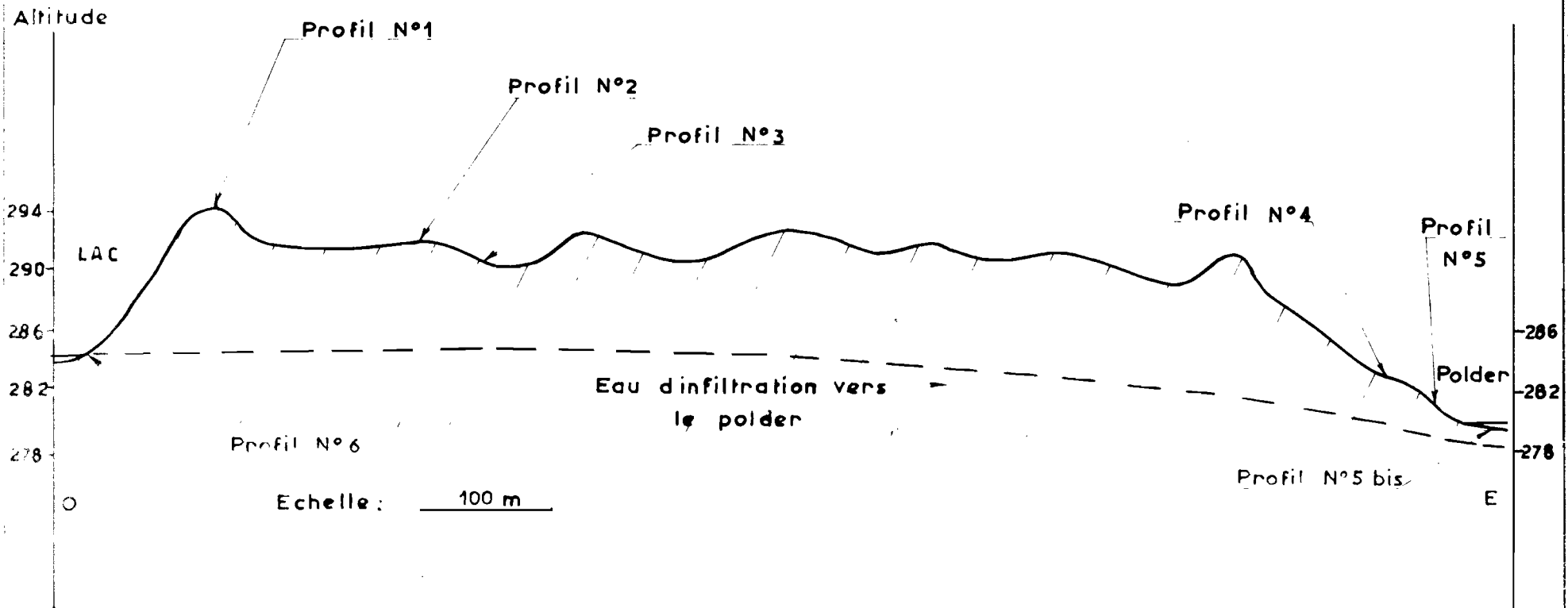
Sur cet ensemble, recouvert d'une pseudo-steppe à Acacias, quelques buttes tranchent par leurs pentes plus vives, leur caractère dénudé (pas de strate arbustive). Ces buttes sont localisées près des bordures de la dune, mais indifféremment : soit sur la face N.E., soit sur la face S.O. Un remaniement plus récent semble être à leur origine.

Les profils étudiés le seront dans l'ordre suivant :

- Profil sur remaniement récent. (Profil n° 1)
SOL PEU EVOLUE, d'apport, à faciès brun sub-aride.
- Profil sur mamelons
sommet : SOL STEPPIQUE, brun-rouge. (Profil n° 2)
creux : SOL STEPPIQUE, brun sensu-stricto.(Profil n°3).

.../...

COUPE D'UNE DUNE TYPE



CRT 7404

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED:

LE 12-6-64

DES S. NICOLÉ

VISA

TUBE N

En descendant vers le polder :

- Profil de pente (tiers inférieur de cette pente)
SOL PEU EVOLUE, à empreinte hydromorphe en profondeur.
(Profil n° 4).
- Profil de bas de pente :
SOL PEU EVOLUE, à empreinte hydromorphe en profondeur.
(Profil n° 5).
- Profil de bord de polder : (sol argileux)
SOL HYDROMORPHE, à hydromorphie de profondeur. (Profil
n° 5 bis).

En descendant vers le lac :

- Profils en bordure de lac :
SOLS HYDROMORPHEs, à hydromorphie d'ensemble. (Profil
n° 6,7).

- ooOoo -

PROFIL N° 1.

Profil en position plane, au sommet d'une petite butte (soixante mètres de large, à la base), dont les pentes atteignent 20%.

La végétation est une steppe à *Aristida pallida*, *Hyparrhenia ruffa*. Quelques touffes de *Cyperus cruentus*. *Cenchrus diflorus*. Steppe dégradée par la proximité de villages : cette dégradation se manifeste par la présence de *Blepharis linearifolia*, *Boreria radiata*. Pas de strate arbustive.

Etat de surface : sur une épaisseur variable, 5 à 10 cm., couche brun-clair (sec : 10 YR 6/4) de sables déliés : sables fins et moyens jaunes et mâts dominants. (Quelques-uns blancs, plus brillants; certains, rares, d'un rouge mât). Cette couche meuble, assez riche en nombreux petits débris végétaux secs, non décomposés, repose sur une surface plus consistante, finement mamelonnée, et ponctuée de petites cavités (trous d'insectes?), limite supérieure de l'horizon :

0-10 cm. sec, brun-clair (10 YR 6/4), sableux, humifère (matière organique très bien liée à la matière minérale). Structure fondue, à tendance sub-anguleuse moyenne. Peu cohérent. Porosité sable (très rares pores tubulaires fins). Enracinement fin, vertical, de répartition homogène. Passage graduel, régulier à :

P.S. Les termes de la description correspondent à ceux employés par l'équipe pédologique du Tchad (suivant des principes définis par la septième approximation).

.../...

- 10 - 40 cm : brun pâle (10 YR 7/4, avec une teinte allant vers la planche 7,5 YR). Sableux, très peu humifère. Structure fondue à débits irréguliers. Très peu cohérent. Porosité ~~sable~~. Enracinement encore assez dense et homogène. Nombreuses traces d'activité biologique : trous d'insectes. Passage graduel, régulier à :
- 40 - 90 cm : jaune-pâle (10 YR 7/6), sableux, structure fondue. Très peu cohérent, porosité ~~sable~~. Enracinement fin toujours présent. Passage graduel, régulier, à :
- 90 -170 cm : jaune blanc pâle (10 YR 7/6). Cet horizon est frais (humidité très faible, non chiffrée). Pas de structure ni de consistance. Porosité ~~sable~~. Sur le profil même, à la partie supérieure de cet horizon, par dessiccation, la consistance augmente localement. Pas d'enracinement.

Interprétation.

Le seul processus se manifestant morphologiquement dans ce profil est la steppisation : répartition assez homogène, sur 40 cm, d'une matière organique bien évoluée. (Toutefois, dégradation très rapide de la couleur brune dès 10 cm). Ce profil n'est pas carbonaté.

Structure faiblement développée, forte activité biologique (insectes) sont les autres traits dominants.

Les caractéristiques pédogénétiques sont donc peu marquées : SOL PEU EVOLUE, à faciès brun-sub-aride. Cette classification a été préférée à celle de sol brun sub-aride jeune, en estimant que les conditions actuelles conservent à ce sol son caractère peu évolué : on est à la limite entre un sol peu évolué d'origine non climatique et un sol d'origine climatique.

- ooOoo -

PROFIL N° 2

En position plane, au sommet d'un petit mamelon (voir croquis d'ensemble). Pseudo-steppe arbustive, à *Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca*, *Leptadenia spartium*. Même strate herbacée que dans le profil précédent.

Etat de surface : couche déliée de sable brun-clair (10 YR 6/3). Limite tranchée, par une augmentation de consistance avec :

.../...

- 0 - 7 cm : brun-clair (10 YR 5/3). Sableux (mêmes caractéristiques des sables que dans le N° I), humifère. Structure fondue à tendance sub-anguleuse fine. Eau cohérent, porosité sable. Enracinement fin moyennement dense. Passage distinct, régulier à :
- 7 -28 cm : brun-clair (entre 10 YR 5/3 et 7,5 YR 5/4). Sableux, faiblement humifère. Structure fondue à débits de taille régulière (taille moyenne, forme polyédrique). Peu cohérent. Porosité sable. Quelques remplissages plus humifères, liés à une activité biologique (terriers). Passage distinct, régulier à :
- 28-53 cm : brun-rouge pâle (7,5 YR 6/6). Assez nombreuses petites taches, diffuses, de sable plus clair. Sableux. Structure fondue, à débits irréguliers. Très peu cohérent. Porosité sable. Enracinement fin plus abondant que dans l'horizon précédent. Passage distinct, régulier, à :
- 53-170cm : jaune blanc pâle (10 YR 8/4); sableux. Structure fondue à débits irréguliers, très peu cohérent. A partir de 90cm, le profil est frais.

Interprétation

On retrouve à la base de ce profil le même matériau que dans le N° 1 : sableux, blanc jaune pâle, non taché, d'aspect décoloré. Une ancienne action de nappe pourrait expliquer cette couleur, mais ce n'est là qu'une hypothèse.

Ce sol est plus évolué que le précédent. Le profil porte toujours la marque d'une steppisation. La présence d'un horizon brun-rouge, ou l'individualisation du fer n'est donc plus masquée, conduit à classer ce sol comme STEPPIQUE, brun-rouge.

Quelques résultats analytiques. (Le tableau d'ensemble sera présenté à la fin du rapport).

Profondeur	0-7 cm	10-20 cm	40-50 cm	130-140 cm
Sables totaux	95	98	98	100
pH eau	8,1	8,0	8,0	7,9
Matière organique	0,34	0,11	0,1	-
C/N	8	-	-	-

.... / ...

Par rapport aux concepts que l'on a d'un sol brun-rouge, les remarques suivantes, morphologiques et analytiques, viennent à l'esprit :

- Couleur assez pâle de l'horizon "brun-rouge"; faible épaisseur de l'horizon brun de surface. L'érosion de la partie supérieure de ce profil, à laquelle on pourrait songer, n'est pas décelable.
- Valeur très élevée du pH sur l'ensemble du profil.

Tout en reconnaissant le caractère assez peu typé de ce sol, la classification de brun-rouge est maintenue.

- ooOoo -

PROFIL N° 3.

Profil situé sur une courte pente, de 2 %, conduisant au fond d'une petite dépression entre deux mamelons (en bas de pente). Même type de végétation, encore plus dégradée que dans le N° 2.

En surface, même couche déliée que dans les profils précédents.

0-15 cm : brun-clair (10 YR 6/4); Quelques débris organiques secs, non décomposés. Sableux, humifère. Structure fondue, à tendance grumelleuse. Peu cohérent; porosité ~~sable~~. Enracinement fin, vertical, homogène. Passage distinct, régulier, à :

15-45cm : brun-jaune (entre 10 YR 6/6 et 7,5 YR 6/6), sableux, légèrement humifère. Structure fondue, à débits réguliers (taille moyenne, forme polyédrique). Légèrement plus cohérent que l'horizon précédent. Porosité ~~sable~~. Enracinement fin et moyen assez abondant. Nombreux signes d'activité biologique (insectes).

45-65cm : jaune (10 YR 7/6), sableux, Structure fondue, à débits encore assez réguliers. Très peu cohérent.

65-150cm: blanc jaune pâle. Cet horizon est frais (pas de structure). Enracinement fin encore assez abondant (racines brunes d'Hyparrhénia).

.../...

Interprétation.

La steppisation marque encore ce profil. Pas d'horizon brun-rouge net. Ce sol est jugé plus évolué que le N°I, (dont il se rapproche par la description): dégradation moins rapide de la couleur brune, structure un peu plus développée en surface.

Quelques résultats analytiques :

Profondeur	0-15 cm	15-45 cm	45-75 cm	75-110 cm
Sables totaux	98	99	100	100
ph. eau	7,3	7,5	6,8	6,3
M. organique	0,32	0,12	-	-
C/N	9,5	-	-	-

Décroissance progressive d'une matière organique bien évoluée
Pas de carbonates. ~~pH~~ neutre à légèrement basique.

Observations et résultats conduisent à classer ce sol comme
sol STEPPIQUE, brun-subaride.

- ooOoo -

REMARQUES sur les profils N°I, 2, 3. CONCLUSION/: Possibilité de définir
une séquence topographique de sols.

Les sols des massifs dunaires (si l'on fait exception des
grandes pentes, descendant vers lac ou polder, étudiées plus loin), appartiennent
tous à l'un des sous-groupes définis plus-haut. A partir des observations
recueillies sur une trentaine de profils des dunes, voici quelques
remarques:

A. Le pédoclimat des différents types de profils.

Le passage d'un horizon sec à un horizon "frais" (humidité
très faible), a été signalé dans les trois cas. L'ensemble des observations
montre qu'il n'y a pas de relation directe entre la position topographique
du sol (sommet, pente, creux de ces buttes ou mamelons) et la profondeur à
laquelle on voit apparaître cette humidité:

Les micro-variations locales de texture, le degré de tassement
du sable, la présence ou non d'une strate arbustive (système racinaire
prélevant l'eau plus profondément), d'une limite tranchée de consistance
(comme celle observée sous la couche de sables déliés, sans qu'il y ait de
croûte ni de litage), sont autant de facteurs intervenant tout autant que
la position topographique. Une étude sera entreprise, la saison des pluies
à venir, sur ce sujet (avec M. RIOU).

.../...

B. On peut résumer ainsi les caractéristiques (les plus fréquemment observées), de ces sols:

- Epaisseur faible des profils (de l'ordre de 60 à 80 cm).
- Couleurs brunes, mais assez claires des horizons.
- Pas d'horizon "roux" net.
- Structure fondue, avec en surface une tendance grumeleuse.
- Teneurs en matières organiques totales faibles (0,3 à 0,4%), décroissant assez rapidement.
- Acidité pH. neutre à basique.

Ces caractéristiques correspondent à des processus de steppisation, d'individualisation du fer. Le sol type de toute cette zone (celui qui devrait apparaitre sur une carte au 1/200.000 par exemple) est un sol STEPPIQUE, brun subaride.

- . Sur remaniement éolien plus récent, ou les caractères pédogénétiques sont encore moins marqués, des sols peu évolués ont été définis.
- . En certaines positions topographiques (sommet de petits mamelons), on trouve parfois, mais pas systématiquement, des sols brun-rouge, probablement liés à des conditions pédoclimatiques particulières, qui n'ont pu être mises en évidence.

C. Travaillant sur une superficie très réduite, et en fonction des marques faites plus haut, il était difficile de définir, sur ce modelé dunaire faiblement ondulé, une séquence topographique de sols qui soit nette.

Celle qui suit est présentée, comme base de travail:

- I. SOL PEU EVOLUE, à faciès brun subaride. Limite entre un sol non climatique (remaniement récent) et un sol climatique (passage aux sols gris sub-désertiques).
- II. SOL STEPPIQUE, brun-rouge.
- III. SOL STEPPIQUE, brun subaride. sensu stricto.

II et III correspondent à des sols assez peu typés. L'expression de "faciès juvénile" n'a pas été employée pour les raisons évoquées à propos des sols peu évolués.

EN DESCENDANT VERS LE POLDER.

PROFIL N°4.

Pente E/H.E., de 10%, longue de 150 m, avec quelques ruptures de pente, qui n'ont pas la signification de terrasses. Le profil est en bordure d'une de ces ruptures de pente. Son niveau est à 3,50 m au dessus de celui du polder.

Végétation: champ de petit mil (écartement: 90 cm entre les lignes, 70 cm sur la ligne). Mil cultivé pendant la saison des pluies (tiges laissées en place, coupées just'avant la nouvelle culture, brulées). Quelques petits Hyphaene thébaïca, de 1 m. de haut, conservés par touffes de 2 ou 3. Nombreux Calotropis procéra.

I Description du profil.

Etat de surface:

Sur 6 cm., couche de sables déliés, de couleur grise (IO YR 6/2). Assez nombreux petits coquillages de Gastéropodes. Nombreux fragments végétaux calcinés. Quelques petites masses noires, grumeleuses, sablo-argileuses. Sans augmentation brutale de consistance, on passe à :

0-14 cm : gris-noir (sec. IO YR 5/1) sur les 5 premiers cm. s'éclaircissant ensuite (IO YR 6/2). La couleur devient hétérogène (juxtaposition de plages les unes gris-noir, les autres gris-clair). Encore quelques coquillages et débris carbonisés. Sableux, humifère. Structure fondue à débits irréguliers. Très peu cohérent. Porosité ~~sable~~ (rares pores tubulaires fins). Enracinement fin abondant. Ne réagit pas à l'acide dans la masse. Limite distincte, irrégulière avec:

14-68 cm : jaune blanc pâle (IO YR 8/3), sableux, non humifère. Rares coquillages. Structure fondue à débits irréguliers. Très peu cohérent. Porosité ~~sable~~. Passage graduel, régulier à :

68-120 cm: blanc-pâle (IO YR 8/2). Cet horizon est frais. Vers 120 cm, apparition de quelques taches jaune-ocre petites, diffuses, liées à des emplacements de racines (taches d'hydromorphie). Sableux. Sans structure. Porosité ~~sable~~. Quelques racines moyennes.

2 Interprétation :

Ce type de profil se retrouve sur les pentes des dunes, autour des deux polders, entre les niveaux + 279 et + 285m, avec les caractéristiques suivantes:

- Horizon humifère de couleur grise et non plus brune, hétérogène, d'épaisseur faible (inférieure à 20 cm). Pas de structure définie, pas de consistance. Cet horizon paraît avoir été soumis à des conditions d'hydromorphie.
- Horizon sous-jacent blanchi, sans structure ni consistance, présentant des signes d'hydromorphie (taches) en profondeur.

Sur ce milieu sableux, bien drainant, en position de pente, avec une nappe profonde (4m au moins), même en faisant appel à un hypothétique ruissellement hypo-dermique, cette hydromorphie ne peut être actuelle.

La présence de coquillages, d'un peu d'argile en surface, laissent supposer qu'un ancien niveau du lac, légèrement supérieur à l'actuel, est à l'origine de la morphologie de ce profil.

Trois facteurs annexes influent sur les horizons supérieurs

- Colluvionnement.
- Brulis, chaque année, des mils (accentue la couleur grise).
- Peut-être, remontée d'éléments fins du polder, sous l'action du vent.

3 Classification.

SOL PEU EVOLUE, de pente, à empreinte hydromorphe.

-- ooOoo --

PROFIL N°5.

Pente E/N.E. Bas de pente. Le niveau du profil est à 1,50 m au dessus de celui du polder. Végétation du même type que dans le profil précédent.

I Description du profil.

Etat de surface: sur 10 cm, couche déliée: sables grisés nettement dominants. Assez nombreux débris végétaux, calcinés ou non. Quelques rares petits polyèdres argileux. Nette réaction à Hcl

- 0-10 cm: gris-noir (IO YR 5/1).Même texture.Structure subanguleuse fine,faiblement développée.Peu cohérent.Porosité sable.Enracinement fin dense.Réagit à l'acide.Passage distinct,ondulé à:
- 10-25 cm: blanc grisâtre (IO YR 7/2).Sableux.Structure fondue à tendance polyédrique fine.Peu cohérent.Porosité sable.Enracinement fin moins dense.Réaction vive à Hcl.Passage distinct,régulier à :
- 25-38 cm : blanc-gris (IO YR 6/2).Couleur hétérogène (certaines plages plus claires).Quelques petites taches diffuses d'hydromorphie.Sableux.Structure idem.La consistance augmente: peu dure.Faiblement poreux (tubulaire moyenne fine).Réaction vive à Hcl.Passage tranché,régulier à :
- 38-66 cm : couleur très hétérogène:superposition de lits sablo-argileux gris-noir (2,5 Y 4/0) et de lits sableux jaune pâle.Assez nombreuses taches jaune ocre,distinctes,d'hydromorphie.Quelques taches blanches,nettes,de taille moyenne (inférieures à 1 cm):accumulations locales de carbonates.
Les lits sablo-argileux ont une structure polyédrique moyenne faiblement développée.Consistance:dure.Assez poreux (tubulaire fine).Enracinement réduit.Réaction nette à HCl.Passage tranché,régulier à :
- 66-160 cm : blanc jaune pâle (IO YR 7/2). Quelques taches jaune ocre petites,diffuses.Sableux.Structure fondue à débits irréguliers.Peu cohérent.Porosité sable.Réagit nettement à HCl. Le sable frais apparait vers 120 cm.La nappe n'est pas encore trouvée à 2 m.

Interprétation.

Ce profil présente beaucoup de points communs avec le précédent: influence de l'hydromorphie (couleur grise de l'horizon de surface,apparition de taches jaune ocre dès 25 cm).

Hydromorphie ancienne car la nappe est encore à 2 m. et c'est aussi vers cette profondeur qu'arrivent les eaux d'infiltration en provenance du lac,passant sous la dune.

Mais on observe ici une série de couches sablo-argileuses (de 38 à 66 cm),indiquant que l'on est en bordure de zone sédimentaire,dans ce qui était l'interdune.

..../....

Quelques résultats analytiques :

Profondeur :	0-8 cm	15-25 cm	30-40 cm	45-55 cm
Sables totaux	93	99	97	88
Argile + Limon	6,5	2	4	11
pH. eau	8,1	9	9	8,2
Matière organique	1	0,12	0,17	0,44
C/N	12	-	-	12

On remarque un léger enrichissement de l'horizon supérieur en argile, ce qui s'accompagne d'une plus forte teneur en matière organique (1,7% contre 0,4%) à C/N plus élevé : 12 contre 8 ou 9.

Ce peu d'argile vient-il d'une sédimentation récente, ou bien d'une remontée d'éléments fins du polder sous l'action combinée de l'homme, des animaux (piétinement) et du vent ? Nous avons observé, durant notre prospection, à l'occasion de quelques rafales, (vent du Nord-Est, dont la direction est plus ou moins modifiée, car le polder forme une sorte de cuvette), des poussières en suspension dans l'air; le pH, en tous cas est très élevé, dès la surface.

Ce profil offre l'intérêt de montrer la transition entre les sols purement sableux des dunes et ceux des polders (profil N° 5 bis).

Même classification que pour le profil précédent :
SOL PEU EVOLUE, de pente, à empreinte hydromorphe.

- ooOoo -

PROFIL N° 5 bis.

Profil situé 15m. plus loin, à 1,5m en contrebas. Texture argileuse dès la surface; nappe phréatique, le 4 Mars, observée à 65 cm: c'est un sol de polder. (voir l'étude des sols de polders).

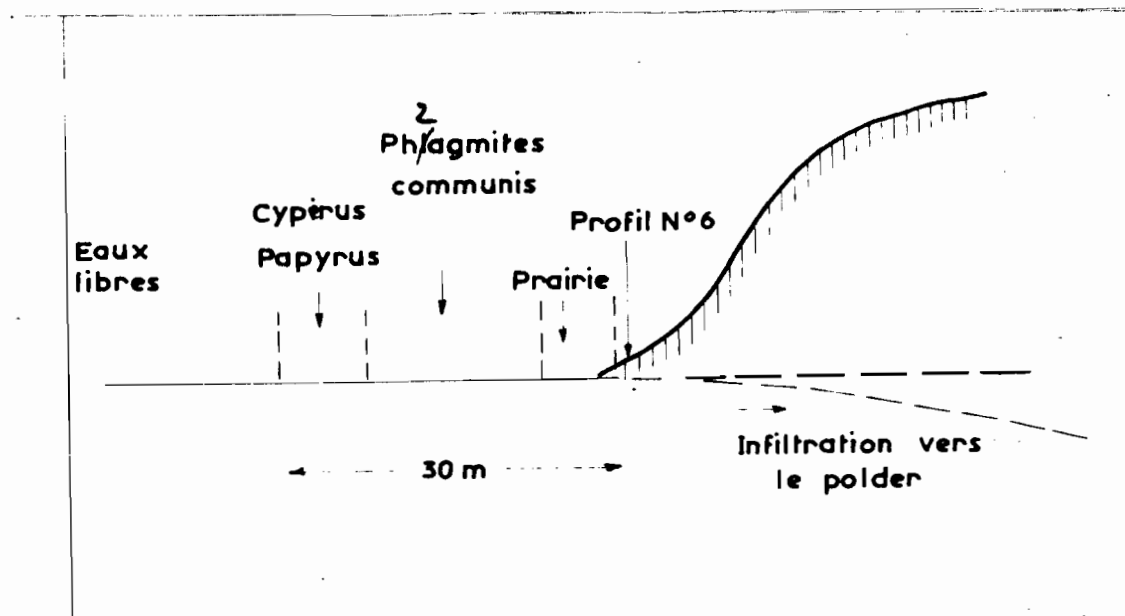
- ooOoo -

EN DESCENDANT VERS LE LAC.

Sur la pente O.S.O., forte (15 à 20%), les sols sont peu évolués, à faciès brun-subaride. La coloration grise de l'horizon humifère apparaît à 3 ou 4m. au dessus du niveau du lac. Deux sols, sableux toujours, de bord de lac, seront étudiés.

PROFIL N° 6

La dune plonge directement sous les eaux du lac. Un étroit replat (1 m) marque la limite des eaux. Le profil est sur ce replat :



Végétation :

En partant des eaux libres, des bandes très distinctes de *Cyperus papyrus*, puis de *Phragmites communis*, et enfin de prairie (*Eragrostis*, *Cylindrica imperata*) sont en place. Cette végétation est d'implantation récente; on trouve également des traces d'un pédoclimat beaucoup plus sec : petits *Acacia raddiana*, *Hyphaene thebaica*, les pieds dans l'eau, témoignent d'une remontée récente des eaux du lac.

État de surface : sur 1 cm, sables déliés, secs, gris-clairs (10 YR 6/2).

.../...

- 0-20 cm : gris-noir, humide (5 YR 4/1). Sableux, humifère (la couleur grise est due à une mince pellicule de matière organique sur les sables). Pas de structure, porosité sable. Enracinement fin vertical, dense.
- 20-30 cm : gris plus clair, humide (10 YR 6/2). Sableux, légèrement humifère. La pénétration humifère est moins homogène : grandes taches diffuses, entre d'autres plus claires. Pas de structure, porosité sable.
- 30-60 cm : blanc-gris, humide (10 YR 7/2), sableux, non humifère - pas de structure, porosité sable. Le niveau de l'eau est à 37 cm. Un prélèvement à la tarière, à 1 m., montre le même sable.

Quelques résultats analytiques :

Profondeur :	0-10 cm	20-30 cm	40-50 cm
Sables totaux	99	99	100
PH eau	7,5	8	7,7
Matière organique	0,5	0,1	0,1
C/N	13	13	-
Conductivité	1,6	0,2	0,3

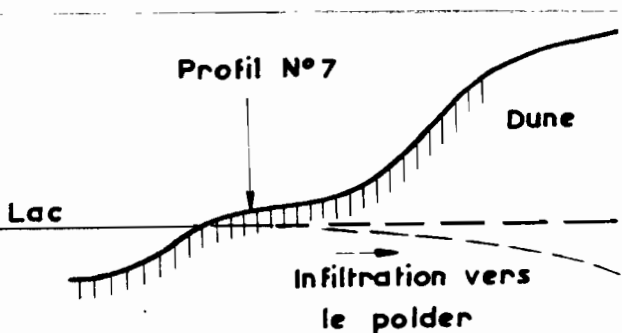
Interprétation :

Sol du même type que ceux des profils N° 4 et 5 : matière organique à C/N déjà plus élevé qu'en Haut de dune : sol peu évolué, de pente, à faciès brun sub-aride, ayant déjà subi l'empreinte de l'hydromorphie lors d'un ancien niveau (plus élevé) du lac, et resoumis récemment à un pédo-climat très humide (engorgement total), ne faisant qu'accentuer cette empreinte.

Phénomènes de salure :

Pour la première fois, mais non la dernière, il est question de "salure" dans ce rapport. La conductivité de l'eau du lac, mesurée à 5 m du bord, est de 0,19 m. mho: salinité très faible. Au niveau du trou, cette conductivité est de 0,24 m. mhos : très faible augmentation. La pente devenant vite forte (replat étroit), il ne peut y avoir de système évaporatoire important et les eaux de la nappe qui descendent vers le polder ont donc une salure réduite. En supposant qu'elles ne rencontrent pas d'évaporites sous la dune (ce qui semble prouvé, par les sondages) elles arrivent sous le polder avec cette même salinité, faible. Le profil suivant présente un cas quelque peu différent :

Conclusion : classification. SOL HYDROMORPHE, à hydromorphie d'ensemble sur sables des dunes. (non classé au niveau du sous groupe).

PROFIL N° 7.

Cette pente descendant vers le lac est observée sur une autre dune (île Bérin) et est orientée à l'Est.

Pente plus faible que dans le profil précédent, replat plus large (6m.).

Même succession de paysages végétaux, en partant des eaux libres, que dans le N° 6.

Etat de surface : présence de salant, de couleur brunâtre (diverses couleurs, allant de brun-clair (10 YR 7/6) à brun-foncé (5 YR 4/6)). Ce salant, se collant sur les quartz, les agglomère entre eux, sous forme de petites plages sèches (en position de microbuttes), tranchant sur le reste de la surface, humide. Surface du sol piétinée (boeufs, vaches).

0 - 7 cm : gris-noir, humide, (10 YR 4/1), humifère, non structuré, porosité sable, enracinement fin, dense.

7 - 28 cm : gris, humide (10 YR 6/1), légèrement humifère. Quelques petites taches jaune-ocre, diffuses. Pas de structure, porosité sable. Enracinement encore abondant. (niveau de l'eau à 28 cm).

28-50 cm : gris clair, non humifère, non taché.

Interprétation.

Profil voisin du précédent (l'hydromorphie actuelle se manifeste ici sous forme de taches), mais les phénomènes de salure prennent une place plus importante.

La conductivité de l'eau du lac, à 20m du bord (profondeur d'eau 1 m), est de 0,18 m.mho. Au niveau du trou, elle atteint 0,9 m. mho, puis, en remontant de 3 m vers la dune, la conductivité de la nappe monte à 1,1 m.mho (alors qu'elle ne dépassait pas 0,25 m.mho dans le cas du profil N° 6).

On voit donc que ce replat sert de système évaporatoire et permet aux eaux en charge vers le polder de se concentrer. (La présence de salant en surface n'est qu'une manifestation de ce phénomène, dû en particulier, à un tassement du sable sous l'influence du piétinement).

.../...

Cette comparaison entre les deux profils N° 6 et 7 n'éclaire que peu, évidemment, le débat qui oppose les spécialistes sur l'appréciation de la salinité des eaux d'infiltration arrivant sous le polder (les chiffres avancés varient de 1 à 5 suivant les experts), car :

- Les chiffres de mesure sont encore trop rares.
- La localisation de ces deux types de raccordement entre dunes et lac est complexe : tous les types intermédiaires existent.
- Et surtout, les caractéristiques hydro-dynamiques interviennent (épaisseur de la tranche d'infiltration... etc.)

La remarque méritait néanmoins d'être présentée.

Conclusion : Classification. SOL HYDROMORPHE, à hydromorphie d'ensemble-sol marmorisé à simples taches - sur sables dunaires.

- ooOoo -

Avec ce profil se termine l'étude de la "séquence topographique type" de sols sableux sur dunes. Dans certaines zones (île Bérim en particulier), ce sable est légèrement enrichi, en profondeur, en carbonate de calcium (ancienne action de nappe) et les sols sont brun-sub-ariés, plus typés que celui précédemment défini (profil N° 3). Pour compléter le bilan des sols rencontrés autour de Bol, l'un d'eux (profil N° 8) sera décrit.

- ooOoo -

PROFIL N° 8

Localisation : à 400 m à l'Est du premier barrage, sur l'ancienne île Bérim. Pente Est, de 8%, régulière, longue de 90 m. Le profil est à 30 m du bas de pente.

Végétation : champ de petit mil. Quelques *Hyphaene thebaica*, *Leptadenia spartium*, *Calotropis procera*.

Etat de surface : sables déliés, bruns, sur 3 à 5 cm d'épaisseur.

0 - 16 cm : brun (très légère teinte grise), sec (2,5 Y 5/2), sableux, humifère; structure subanguleuse moyenne, faiblement développée. Assez dur. Assez poreux (tubulaire fine). Enracinement fin vertical, peu dense. Non carbonaté. Passage distinct, régulier à :

.../...

16-46 cm : gris-brun clair, sec(2,5 Y 6/2), sableux, légèrement humifère; structure fondue à tendance subanguleuse moyenne; peu dur; assez poreux (tubulaire fine). Enracinement plus dense. Carbonaté (de manière diffuse). Passage distinct, régulier à :

46-80 cm : gris-clair (10 YR 7/2). Cet horizon est frais; sableux, très peu humifère. Les sables sont piquetés de très petits granules (calcaires), l'ensemble donnant au toucher l'impression de "lait en poudre". Assez nombreuses taches moyennes, diffuses, gris-brun, (de la couleur de l'horizon précédent). Pas de structure. Porosité sable. Enracinement fin peu ^{dense} carbonaté ^{calcaire} dense. Passage graduel, régulier à :

80-160cm : blanc, avec une teinte jaunâtre (10 YR 8/2); sableux, non humifère. Les grains sont encore saupoudrés de micro-granules. Horizon frais, mais qui garde une structure fondue à débits réguliers (de taille moyenne, subanguleuse). Assez poreux (tubulaire fine). Enracinement réduit. Carbonaté.

Interprétation.

Ce sol brun sub-aride est plus typé morphologiquement, que celui décrit précédemment (Profil N° 3): répartition homogène de la matière organique sur près de 50 cm. Structure plus développée, certaine porosité.

Quelques résultats analytiques :

Profondeur :	0-10 cm	35-45 cm	80-90 cm
Sables totaux	94	93	93
Ph. eau	8,3	8,6	8,8
Matière organique	0,4I	0,12	0,12
C/N	10	10	-
CaCO ₃	0	1,8	1,9

Les résultats analytiques montrent donc que la teneur en matière organique reste faible, ainsi d'ailleurs que celle de carbonate. pH. très élevé.

SOL STEPPIQUE, brun-subaride, sur sable légèrement enrichi en carbonates (action de nappe).

CONCLUSION DE L'ETUDE DES SOLS SABLEUX.

Les conclusions sur les sols des hauts de dunes ont été avancées après la description des profils N° 1,2,3. Les profils suivants sur pente, on fait appel à des phénomènes particuliers (variations anciennes du niveau du lac) et ont introduit à l'étude des sols des polders : apparition du matériau argileux dans le profil N° 5, premiers aspects du phénomène de salure (profils N° 6,7).

La séquence topographique de sols sur sables dunaires, ainsi complétée, peut se résumer comme suit (en partant des points les plus hauts) :

SOL PEU EVOLUE, à faciès brun-subaride. (Nous n'avons observé des sols gris-subdésertiques proprement dits, sols d'origine climatique, qu'aux environs de Ziguei, 170 km plus au Nord).

SOL STEPPIQUE, brun-rouge (peu typé).

SOL STEPPIQUE, brun sensu-stricto (sol le plus fréquemment rencontré).

Sur les pentes descendant vers lac ou polder :

haut et mi-pente : SOLS PEU EVOLUES, à faciès brun-subaride et SOLS STEPPIQUES brun sensu-stricto.

tiers inférieur : SOLS PEU EVOLUES, à empreinte hydromorphe ancienne.

bas de pente côté lac : SOLS HYDROMORPHES, à hydromorphie d'ensemble, marmorisés à simples taches.

côté polder : passage aux sols argileux des polders : SOLS HYDROMORPHES, à gley de profondeur.

- ooOoo -

Quatre topo-séquences sur ces dunes sont présentées sous formes de coupes en travers aux pages 30 et 31, avec leur localisation.

REMARQUES AGRONOMIQUES.

Texture légère (plus de 95 % de sables, grossiers dominants), très faible capacité de rétention pour l'eau, réserves minérales très réduites, faible richesse chimique : telles sont les caractéristiques agronomiques principales de ces sols. Les quelques analyses effectuées mettent en évidence cette pauvreté chimique :

- Capacité d'échange de 1,5 m.e./100 g en surface, tombant à 1 m.e. en profondeur. Taux de saturation élevé (70 à 80%).
- Parmi les bases échangeables, le calcium est largement dominant, décroissant de la surface vers la profondeur (de 1 à 0,3 m. m^{és}).
- Potasse échangeable inférieure à 0,1 m.e. ainsi que le sodium.
- Quant au phosphore total, son niveau est également très bas. (inférieur à 0,1 %).

Pas de différences significatives de ce point de vue entre les divers types de sols décrits, si ce n'est le cas (Profil N° 8) des sables enrichis (légèrement) en carbonates de calcium. Ces derniers sont plus riches : capacité d'échange de 5 m.e.; 3,5 m.e. de calcium échangeable, mais aussi 1 de magnésium, 0,2 de potassium.

Ces sols des dunes, qui ne sont approvisionnés en eau que durant la saison des pluies, présentent évidemment l'intérêt de se travailler aisément. Une culture annuelle de petit mil est en place autour des nombreux villages perchés sur ces dunes.

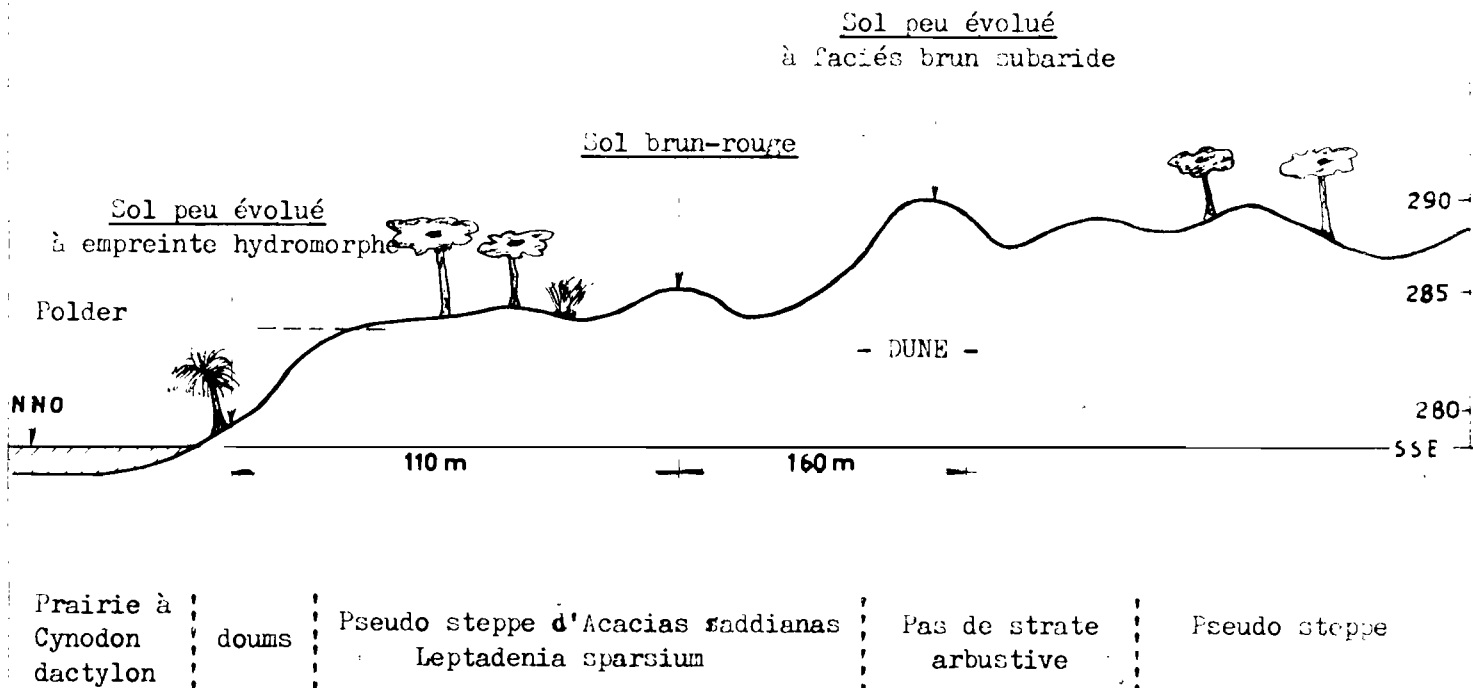
TOPO. SÉQUENCE
 BOL N° 21

DELIMITES TOPO - SÉQUENCES OBSERVATIONS

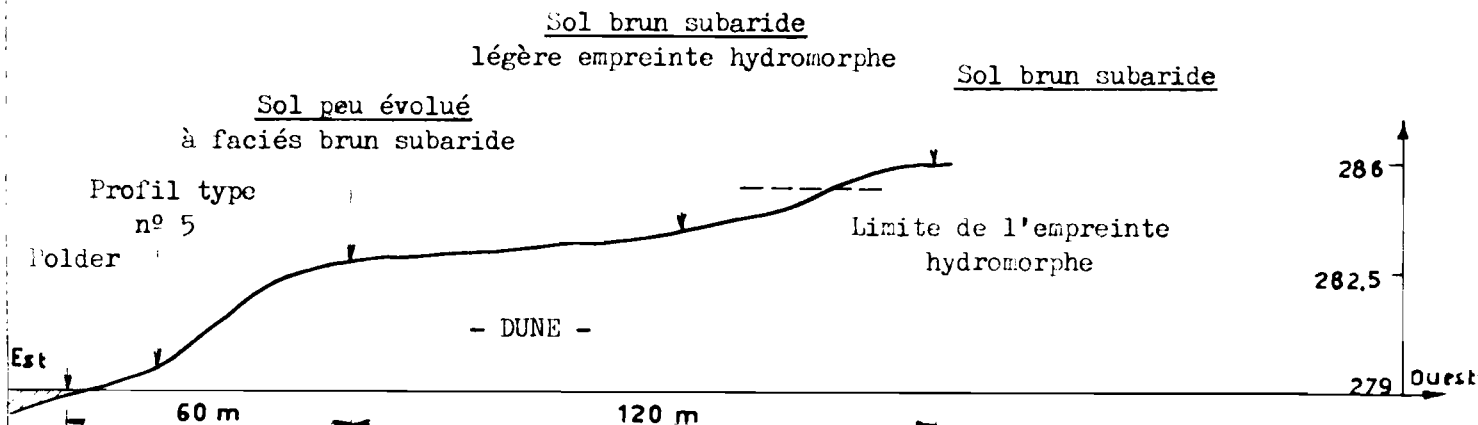
ANNEXE

avec leur localisation

POLDER D' ALLATCHORUM



SUD DU POLDER BERIM : DUNE en contrebas du village de BOL



CRT 7405

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED:

LE 13-6-64

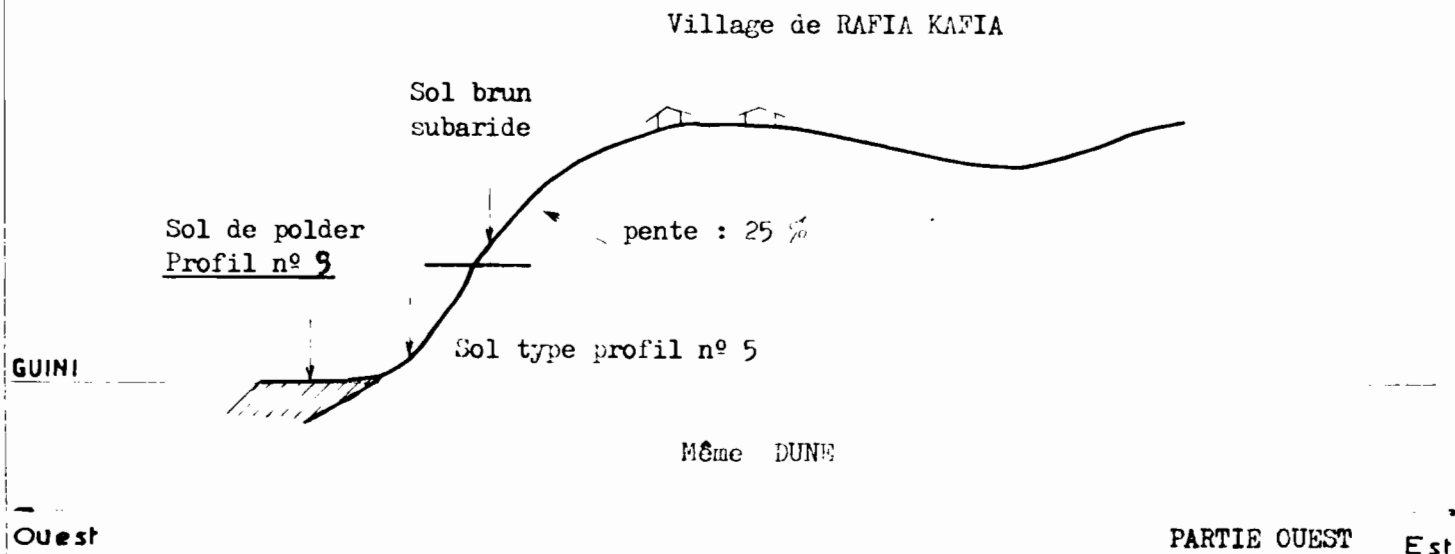
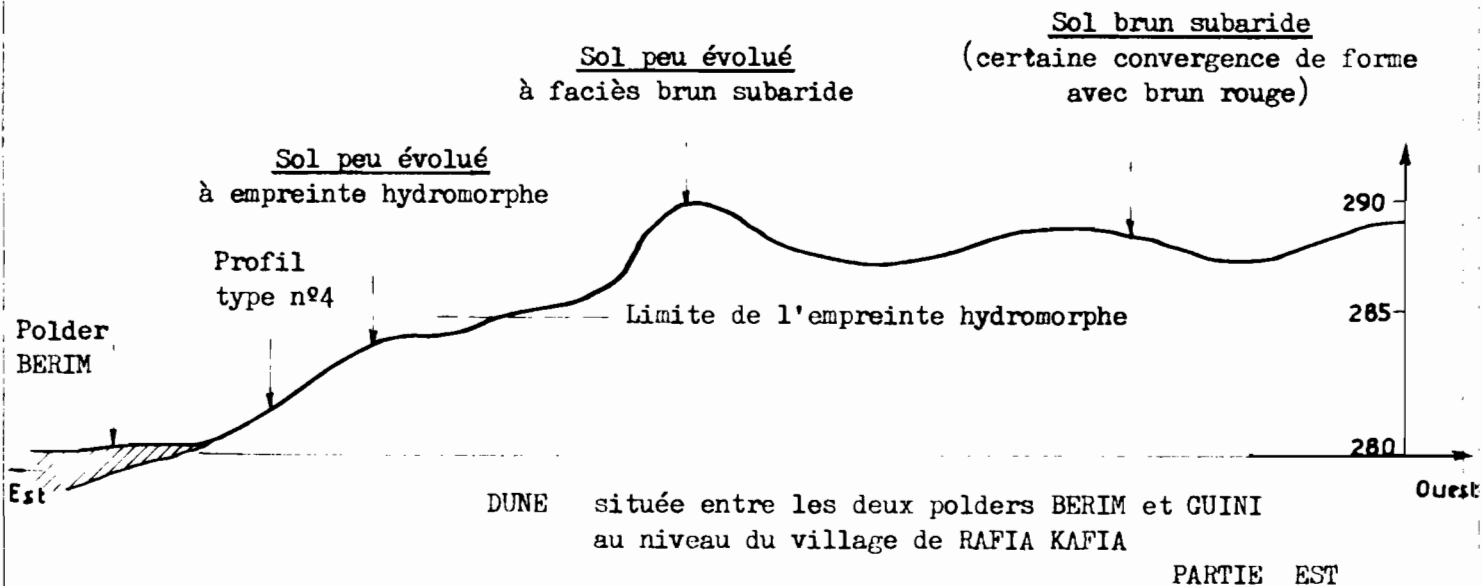
DES. S. NICOLÉ

VISA:

TUBE N°

TOPO. SÉQUENCE - BOL N° 21

ANNEXE (Suite)



CRT 7405

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED:

LE: 13-6-64

DES: S. NICOLÉ

VISA:

TUBE N°

II. LES SOLS DE POLDERS.

BOL GUINI : 500hect.
BOL BERIM : 900hect.

A - Introduction : Complexité de l'étude de ces sols.

Ce sont des sols jeunes sur matériau argileux, (parfois argilo-limoneux), où la présence, à faible profondeur, (entre 0 et 160 cm), d'une nappe phréatique, s'avère le principal facteur pédogénétique : presque tous appartiennent à la classe des Sols Hydromorphes. Deux autres tendances évolutives : l'Halomorphie et la Calcimorphie.

Mais dès que l'on observe des profils, on constate que cette hydromorphie se traduit d'une manière variée. De même, des prélèvements systématiques, à deux profondeurs (0-10 cm et 50-60 cm), méthode employée les années précédentes, ont montré une forte hétérogénéité, parfois entre des points très rapprochés.

Cette hétérogénéité est liée à la complexité des facteurs en jeu, aux variations rapides de pédo-climat. La nappe phréatique, en particulier, intervient par :

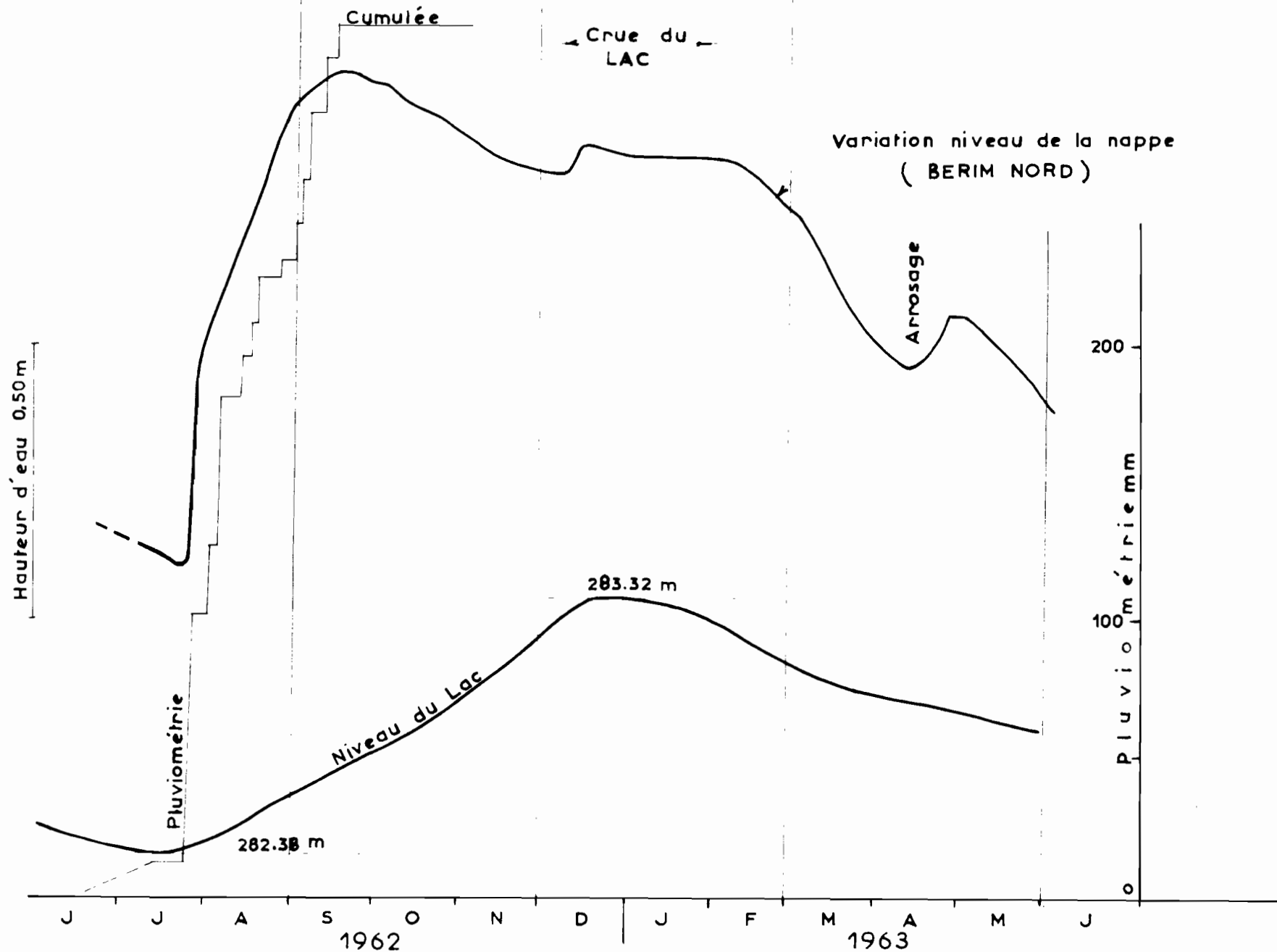
- Sa profondeur par rapport à la surface du sol, qui varie entre 0 et 160 cm. Des secteurs entiers sont même inondés sous une nappe d'eau libre.

Le niveau de cette nappe varie au cours de l'année, en fonction de la pluviométrie, de l'intensité de l'évaporation, du niveau du lac, de l'utilisation de cette eau pour l'irrigation. (voir graphique).

L'amplitude de variation est de l'ordre de 40 à 90 cm : niveau le plus haut après la saison des pluies en Août-Septembre; descente ensuite (freinée par la montée des eaux du lac jusqu'en Janvier, accélérée en Mars-Avril par l'irrigation).

Variations inter-annuelles également de ce niveau (pluviométries très variables d'une année à l'autre, phase de montée ou de descente du lac... etc.)

.../...



CRT 7402

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED

11-8-64

EN S. NICOE VSK

TUBE N

D'après BILLON CALLÈDE

Variations enfin, dues à l'action de l'homme. Durant la période de mes observations un groupe de trois pompes (débit global : 2.100m³/h) fut installé sur l'un des barrages pour rejeter dans le lac l'eau des parties inondées des polders.

La nappe phréatique intervient également par :

- Ses caractéristiques hydro-dynamiques, complexes

Dans le polder de Guini, les Hollandais ont ainsi mis en évidence un écoulement des eaux de la nappe vers l'Est, (suivant une légère pente), des liaisons plus ou moins étroites, suivant les endroits, avec les nappes aquifères de profondeur

- Ses caractéristiques chimiques ; La conductivité mesurée des eaux de cette nappe varie d'un point à l'autre ; (des gradients de variation ont pu être définis); il en va de même pour la proportion des divers anions et cations. (Pias).

Outre la nappe phréatique, d'autres facteurs de différenciation interviennent, qui ne seront que cités

- La nature du matériau sédimentaire.
- L'utilisation de ces sols : certains sont cultivés en permanence, à raison de trois cultures par an, avec ou sans irrigation; d'autres sont laissés sous roseaux pendant la période où la nappe est haute: les roseaux sont ensuite coupés, brûlés sur place et une culture de maïs est alors implantée; d'autres sols enfin, restent en permanence sous une végétation de roseaux.
- L'histoire ancienne de la sédimentation intervient également : j'ai fréquemment observé, vers 25 cm de profondeur, un niveau d'argile noircie, cassante, plus ou moins carbonisée, témoin probable d'un ancien niveau de surface.

Pour l'étude pédogénétique qui va suivre, et devant cette complexité, un plan a été choisi :

Classer les profils, en premier lieu, d'après un seul de ces facteurs : la profondeur de la nappe. Trois chapitres seront ainsi définis

.../...

Ier CHAPITRE - Sols où la nappe phréatique, dans ses variations annuelles, reste localisée entre 30 et 160 cm de profondeur. L'horizon superficiel n'est jamais en conditions d'engorgement total.

IIème CHAPITRE- Sols où la nappe affleure en surface durant une période (de l'ordre de 3 mois) de l'année. Engorgement total temporaire de l'horizon superficiel.

IIIème CHAPITRE - Sols inondés en permanence (nappe d'eau libre allant jusqu'à 60 cm d'épaisseur).

- ooOoo -

La présentation à l'intérieur de chaque chapitre sera la suivante:

- Introduction.
- Description des profils : description morphologique
Interprétation d'après ces observations.
Résultats analytiques. Interprétation globale. Place du sol dans la classification Française. Cette méthode, certes, est un peu lourde, mais elle correspond à l'un des buts fixés :

Etudier si, à un type morphologique donné, on peut rattacher des caractéristiques chimiques à peu près constantes, une place dans la classification. Les limites de cette méthode apparaitront vite.

- Remarques agronomique.

- ooOoo -

B - CHAPITRE I.

1. Introduction : Plan du chapitre.

Les processus pédogénétiques observés dans cette catégorie de sols s'exercent sur un matériau commun, l'argile fissurée, dont la structure, le comportement à l'eau seront étudiés en détail dans le profil N° 9 (et ne seront plus que brièvement rappelés dans les profils suivants).

Hydromorphie, phénomènes de salinisation, d'accumulation de carbonates apparaissent dans ce profil, mais seront plus particulièrement abordés dans les suivants où leurs manifestations, morphologiques et analytiques, sont plus nettes : N° 10, 11, 12 pour l'évolution de la matière organique, la répartition des sels en fonction de la profondeur de la nappe. N° 13 pour l'accumulation de carbonates.

Les profils seront décrits dans l'ordre suivant :

- 1. Etude d'un profil-type PROFIL N° 9. Nappe à 118cm SOL HYDROMORPHE, moyennement humifère, à gley de profondeur.
- 2. Etude d'une séquence de trois profils :
 Profil N° 10 : nappe de 80 cm; SOL HYDROMORPHE, à gley de profondeur.
 Profil N° 11 : nappe à 39 cm ; SOL HALOMORPHE.
 Profil N° 12 : nappe à 29 cm ; SOL HALOMORPHE.
- 3. Etude du profil N° 13.
 Nappe à : 61 cm. SOL HYDROMORPHE, à gley de profondeur, à accumulation de carbonates.
- 4. Conclusion.
- 5. Remarques agronomiques.

- ooOoo -

2- Profil N° 9

Localisation : en contrebas du village de Rafia-Kafia, sur la bordure Est du polder Guini. Pente Ouest de 2%, longue de 20m, se raccordant à la surface horizontale du polder.

.../...

Cette zone est utilisée à certaines périodes par les villageois pour la culture de légumes (oignons, piments). Au moment de l'observation, végétation dense de *Lactuca taraxacifolia*. Quelques pieds de coton.

La nappe phréatique, le 28 Janvier, est à 118 cm. Le 8 Avril, elle est observée à 142 cm. On peut estimer que les limites extrêmes sont 90 et 150 cm (ordre de grandeur).

a- Description du profil.

0 - 5cm : sec, gris-noir (10 YR 3/1), humifère (matière organique très bien mêlée à la minérale); argileux; réaction nette à HCl. Les divers éléments structuraux sont juxtaposés sans aucune liaison entre eux (couche déliée). Ces éléments :

- de l'ordre du 1/10 mm : sables fins, blancs; éléments argileux ; microdébris végétaux calcinés. (poussière salissante au doigt).
- de l'ordre du mm : assez nombreux quartz blancs (mêmes caractéristiques que ceux des dunes); micro-polyèdres argileux, durs. Débris organiques, calcinés.
- de l'ordre du cm : polyèdre argileux gris-noirs, durs, non poreux. Certains sont gris-blanchâtres et réagissent nettement à l'acide.

Passage tranché (par l'augmentation de consistance) à :

5 - 12cm sec, gris-noir (10 YR 2/1), humifère (idem plus haut), argileux. Surstructure : tendance subanguleuse moyenne, peu cohérente. Poreux (tubulaire moyenne). Enracinement fin assez dense. Forte réaction à HCl.

Mêmes éléments texturaux et structuraux que dans l'horizon précédent.

Les polyèdres argileux, de l'ordre du cm, aux angles vifs durs, non poreux, sont ici plus nombreux. Certains ont leurs faces tachées jaune-ocre pâle (hydromorphie). Présence de quelques grumeaux (2 à 5mm) assez durs, non poreux, composés de sables fins, d'éléments argileux fortement soudés. Le terme de surstructure à tendance subanguleuse a été employé pour indiquer que ces éléments structuraux ont tendance à s'agglomérer entre eux.

.../...

Passage distinct, régulier à :

12-28cm : sec, gris-jaunâtre (10 YR 5/1), argileux, non humifère; structure polyédrique fine fortement développée, dure; faiblement poreuse. (tubulaire fine). Enracinement fin assez dense. Forte réaction à HCl.

L'élément de base est le micro-polyèdre, avec sur les faces de nombreuses taches jaune-pâle, diffuses. Apparition de polyèdres de plus grande taille représentant les mêmes caractéristiques.

Passage graduel, régulier, à :

28-51cm : frais, gris-jaunâtre, avec une teinte ocre, (10 YR 4/1), argileux, non humifère. Structure polyédrique grossière (5 à 8 cm), fortement développée, dure, faiblement poreuse (quelques pores tubulaires de 2mm). Enracinement moins dense; forte réaction à HCl.

Trois éléments argileux de tailles différentes, sont présents à ce niveau :

- des prismes argileux (12:8.10cm), peu nombreux
- des polyèdres grossiers (5 à 8 cm), dominants.
- des polyèdres de taille moyenne (1 à 2 cm).

Sur tous ces éléments, les taches jaune-ocre ont une couleur plus vive, des limites plus distinctes que dans l'horizon précédent, ce qui est dû à une certaine fraîcheur. Cette humidité, encore très faible, laisse les éléments cassants, non déformables.

Passage distinct, légèrement ondulé à :

51-75cm : frais, gris-noir, (10 YR 4/1), argileux; structure prismatique grossière, fortement développée, peu dure, non poreuse. Enracinement fin réduit. Réaction discrète à HCl.

-Élément de base : prisme argileux (20.8.7cm) aux angles vifs, qui se débite en plaquettes (5.8.7) qui, elles-mêmes se résolvent, plus difficilement en polyèdres de 2 à 4 cm, très durs.

P.S. La porosité définie dans ces descriptions ne s'applique pas à l'horizon, mais à l'élément structural lui-même.

.../...

- Entre ces prismes, larges fentes de retrait, jusqu'à 8 cm, occupées soit par de l'air, soit par des polyèdres de petite taille. Le bas des prismes est tapissé d'un lit sableux, se retrouvant régulièrement autour du profil.
- Les taches : sur les faces des prismes, des plaquettes, assez nombreuses grandes taches jaune-ocre sombre (jusqu'à 2,5 YR 3/4), aux limites distinctes. Sur les sections transversales, ces taches disparaissent.

Présence dans cet horizon de poches, aux limites diffuses, gris-clair (10 YR 6/I), argileuses; même structure, mais moins développée et se résolvant plus loin sous une forte pression de la main (jusqu'à une poussière d'éléments fins); toucher légèrement farineux; assez poreux. Réaction beaucoup plus forte à HCl. Présence de quelques petites coquilles de Gastéropodes. Ces poches correspondent à des accumulations de CaCO_3

Passage distinct, régulier à :

75-96 cm : Mêmes caractéristiques générales. Quelques remarques :

- La couleur évolue vers une teinte gris-bleuâtre: entre 5 Y 4/I et 5 BG 4/I. Les taches jaune-ocre sont présentes, moins distinctes. Apparition de quelques taches moyennes, diffuses, noires.
- La structure prismatique est plus grossière (20.15.15). Les fentes de retrait gardent leur ampleur.
- Pas de poches gris-blanchâtres.
- L'humidité est plus forte; sous forte pression, les prismes sont légèrement déformables.

Passage distinct, régulier à :

96-118 cm : très humide, gris-bleuâtre : couleur franche de gley (5 BG 4/I); argileux; structure prismatique grossière, fortement développée, assez dure, faiblement poreuse (tubulaire moyenne). Enracinement peu dense. Réaction très discrète à HCl.

Les éléments prismatiques restent bien typés, les fentes de retrait subsistent, mais sont plus étroites (1cm). Les taches noires deviennent plus grandes et plus nombreuses.

118 cm : nappe phréatique (à son niveau piézométrique).

.../...

118-135 cm : Mêmes caractéristiques : les prismes gardent leur couleur, leur forme, leur cohésion (ne sont déformables que sous forte pression). Les fentes de retrait sont nettement décelables au toucher, mais leur largeur très réduite. Assez nombreuses grandes taches noires, distinctes.

Remarque : Aucune activité biologique n'est décelable sur l'ensemble du profil.

b- Interprétation morphologique.

Il paraît nécessaire, après cette longue description de résumer le profil en quelques traits :

- 0-12 cm : humifère, très fragmenté (structure polyédrique fine).
- 12-51 cm : apparemment non humifère, encore fragmenté, mais de manière plus grossière (structure polyédrique grossière). Taches jaune-ocre d'hydromorphie.
- 51-118cm : apparition progressive d'une couleur franche de gley.
- 118-135cm : la structure prismatique se conserve sous l'eau.

La Structure.

La structure de base est le prisme, de taille grossière, à larges fentes de retrait. La structure des horizons supérieurs dérive de celle-ci par fragmentation progressive: la forme des micro-polyèdres de surface, la présence, dès 12 cm, d'éléments de taille plus grossière le confirment.

L'enracinement ne semble jouer, du moins actuellement, qu'un rôle secondaire dans cette fragmentation : au niveau des prismes, les racines (moyennes et fines) sont localisées sur les faces; en particulier sur les faces de prismes presque jointifs (fentes de retrait étroites). Très peu pénètrent la masse. Même remarque dans l'horizon polyédrique grossier.

Une dessiccation progressive lors de l'assèchement du polder et, peut-être, depuis, une alternance de phases d'humidité, de "fraicheur" et de sécheresse sur les 70 cm supérieurs, pourraient être à l'origine de cette fragmentation.

Quant à l'origine de la structure prismatique, elle est encore plus du domaine de l'hypothèse : dessiccation brutale, ancienne ? (antérieure, en tous cas, à la création récente des polders).

.../...

- Cette structure se conserve sous l'eau. Les fentes de retrait ne font que se rétrécir; l'argile n'a donc qu'un faible pouvoir de gonflement à l'eau. (Analyse thermique différentielle de cet échantillon : minéral kaolinique, interstratifié avec de la montmorillonite - Analyse au microscope : pas de diatomées).

- On remarque en surface la présence de grumeaux, ce qui laisse supposer qu'un peu d'argile à peu se disperser à partir des micro-polyèdres et, avec des sables, de la matière organique, des micro-polyèdres, reformer des grumeaux.

La perméabilité.

Si la porosité des éléments structuraux est nulle ou faible, celle des horizons eux-mêmes est forte, en particulier au niveau des prismes (macro-porosité). Il en résulte, à la profondeur où évolue la nappe, une forte perméabilité latérale (très forte même).

Le processus d'hydromorphie.

La couleur franche de gley apparaît à 96 cm soit 20 cm au dessus de la nappe au moment de l'observation : c'est à peu près là qu'on peut situer le niveau maximum atteint par la nappe cette année.

Mais les taches jaune-ocre apparaissent dès 12 cm, de manière régulière. Elles sont pâles, anciennes, ne correspondent plus à un niveau alternativement engorgé totalement puis réoxydé. Ce sont des témoins, probablement de la phase d'assèchement du polder.

Les teintes de plus en plus vives observées plus bas (de 28 à 96 cm), paraissent correspondre à une "reprise" de ces taches, sous l'influence d'une humidité de plus en plus forte, due à l'ascension capillaire à partir de la nappe.

Quittant le domaine de l'observation, on peut en effet faire le raisonnement suivant : lorsque les premières pluies arrivent (Juillet), le profil est sec sur une quarantaine de cm., puis présente une humidité croissante de 40 à 150 cm (profondeur de la nappe). En supposant que les fortes pluies des trois mois suivants soient capables de percoler à travers cette épaisseur, ce qui est probable, en raison de la très forte macro-porosité des horizons à partir de 50 cm, elles ne sont certainement pas capables d'assurer à ces niveaux des conditions d'engorgement total, mêmes temporaires. Ce n'est évidemment là qu'une hypothèse, à réaborder à la saison des pluies prochaine.

Autres processus. - Les poches gris-blanchâtres, observées vers 50 cm, réagissant très vivement à l'acide, font penser à une accumulation de carbonates.

- Pas de signes de salinisation.

Quelques résultats analytiques :

Profondeur	0-5cm	5-12cm	15-25 cm	35-45 cm	75-85 cm
Argile	51	49	63	69	
Sables totaux	29	24	12	9	
pH. eau	7,1	7,5	7,8	7,5	6,9
Matière organique	11,5	12,2	11,0	10,7	6,7
C/N	12,6	13,1	13,3	13,4	12,1
"CaCO ₃ " (?)	0,4	1,6	11	13	0,16
Conductivité	1,58	1,2	1,9	3,7	1,7

- Interprétation de ces résultats.

Matière organique.

Contrairement à ce que laissait supposer l'observation morphologique, c'est tout le profil qui est humifère, la matière organique étant bien évoluée (C/N de 12) :

Le matériau sédimentaire lui-même est donc humifère.

Calcimorphie

Les poches de carbonates de calcium observées n'avaient pas été prélevées. Les chiffres donnés analytiquement sous la rubrique CaCO₃, (mesure au calcimètre Bernard), paraissent correspondre plutôt à du carbonate de sodium. L'analyse thermique différentielle de ces mêmes échantillons le confirme (pas de crochet caractéristique du CaCO₃).

En résumé, dans ce profil :

- Poches d'accumulations de carbonate de calcium, décelables morphologiquement (une poche du même aspect, prélevé sur un autre profil, donne un chiffre de 45 % au calcimètre. Ceci vers 50 cm.
- Niveau d'accumulation d'un autre carbonate (de sodium probablement), à la partie supérieure de la frange capillaire. Ce niveau n'est pas décelable morphologiquement.

Salinité.

La conductivité est assez forte dans tous les horizons, sans augmentation brutale en surface. Au moment de l'observation, la frange capillaire s'arrête à 28 cm sous la surface : pas de système évaporatoire.

- ooOoo -

e. Conclusion : classification du profil.

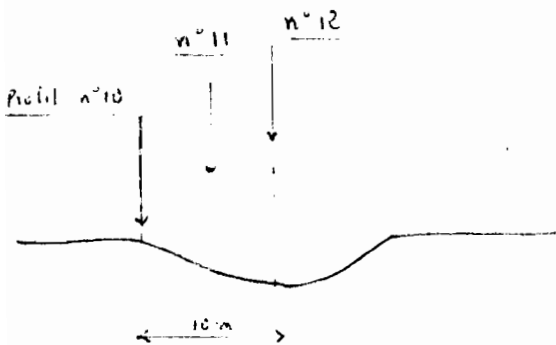
La partie supérieure du profil est sèche pendant une bonne partie de l'année.

SOL HYDROMORPHE, moyennement humifère, à gley de profondeur (gley non induré), sur argile fissurée.

- ooOoo -

Profils N° 10, 11, 12

Localisation : 400 m à l'Ouest-Sud Ouest du profil précédent (au centre du polder Guini).



La zone est plane, mais localement, on trouve quelques accidents de terrain, telle une cuvette, large d'une vingtaine de mètres, profonde de moins d'un mètre.

Tout ce secteur est cultivé en blé, avec irrigation au chaddouf. Les parcelles de la cuvette, elles, ne sont pas irriguées.

Ces profils ont été choisis pour observer si, sur un matériau identique (celui décrit à propos du N° 9), à divers niveaux de la nappe, correspondaient des comportements différents; (hydromorphie, répartition des sels, seront particulièrement envisagés). L'incertitude qui règne sur l'origine de cette cuvette n'est donc pas trop gênante, car ces phénomènes sont relativement rapides.

- ooOoo -

3. Profil n° 10.

Partie haute de la séquence de sols : début d'une pente de 8m, orientée au Sud. Sur le profil, végétation de *Lactuca taraccifolia*; (blé très proche).

1. Description du profil.

En surface, sur 1 cm d'épaisseur, couche "déliée" sèche, grise (10 YR 6/1), réagissant fortement à HCl. Couche composée des éléments suivants : grumeaux, micro-polyèdres, débris végétaux secs.

0 - 6 cm : sec, gris-noir (2,5 Y 4/2). Assez nombreuses petites taches jaune-ocre pâle, diffuses. Argileux. Structure polyédrique fine fortement développée. (tendance vers une surstructure sub-anguleuse moyenne). Forte réaction à HCl.

6 - 12cm : frais, gris-noir (2,5 Y 4/2), taché jaune-ocre; argileux. Structure polyédrique moyenne fortement développée, dure, faiblement poreuse. Enracinement fin, blanc, limité aux faces des polyèdres. Forte réaction à HCl.

.../...

12-60 cm : humide, gris-brun (5 Y 4/I), taché ocre-rouille; argi-
leux. Structure prismatique grossière moyennement dé-
veloppée. Les fentes de retrait ont au plus un cm. de
large. Réaction discrète à HCl.

60-80 cm : très humide, gris-bleuâtre, gleyeux (5 BG 4/I). Rares
taches ocre-rouille. Structure plus développée que dans
l'horizon précédent (prismes mieux individualisés).
Zône d'enracinement très dense, plaqué sur les faces
des prismes. Réaction discrète à HCl.

- Nappe -

80-120cm : Même couleur. Nombreuses taches moyennes, distinctes,
noires. Structure prismatique fortement développée,
mais les fentes de retrait sont en général comblées
(celles se décèlent au toucher par une consistance
nettement plus faible).

- ooOoo -

2. Interprétation morphologique.

Structure, signes d'hydromorphie : les caractéristiques de ce
profil sont voisines de celles du précédent (N°9). Toujours pas de signes
de salinisation.

On note cependant les différences suivantes :

- La frange capillaire arrive à 6 cm de la surface du sol (soit
74 cm au dessus de la nappe, contre 90 cm dans le cas précédent
: même ordre de grandeur).
- Pas de poches ou de niveaux gris-blanchâtres, d'accumulation de
carbonates de calcium.
- Moins bonne perméabilité des horizons de profondeur.

- ooOoo -

3. Quelques résultats analytiques.

Profondeur	0-3 cm	5-10 cm	40-50 cm
Argile	49	47	58
Sables totaux	27	38	27
pH. eau	7,6	8	7,8
Matière organique	7,6	7,2	8,1
C/N	11,1	16,4	16,7
CaCO ₃	6,0	2,6	0,1
Conductivité	3,7	3,9	2,2

.../...

Répartition régulière de la matière organique, et des sels (pas d'augmentation brutale de la conductivité en surface).

4. Conclusion : classification.

- La partie supérieure du profil n'est jamais soumise à des conditions d'engorgement total prolongées.
- La conductivité de l'extrait de pâte saturée est au dessous du seuil de 4 mmhos.

SOL HYDROMORPHE, moyennement humifère, à gley de profondeur, non induré.

- ooOoo -

4. Profil N° 11.

Nappe à 39 cm (25 Janvier). Ce profil est à 3 m. en contrebas du précédent.

1. Description du profil

Couche déliée, sèche, de 1 cm d'épaisseur. On remarque à la loupe, sur les micro-polyèdres argileux, un poudrage blanc, réagissant à l'acide : il s'agit d'efflorescences salines.

0 - 14 cm : frais, gris très sombre à noir (10 YR 2,5/I). Sur le premier cm, teinte plus brune. Argileux. Structure polyédrique fine moyennement développée; on ne distingue plus les taches jaune-ocre sur ces éléments, qui semblent noircis, recouverts d'une pellicule organique. Enracinement fin abondant (radicelles souvent tachées jaune-ocre). Forte réaction à HCl.

14- 39 cm : humide, gris-bleuâtre, gleyeux (5 BG 5/I). Argileux. Structure polyédrique grossière fortement développée, assez dure, faiblement poreuse. On reconnaît l'empreinte d'une sur-structure prismatique. Sur les faces, nombreuses plages, de taille moyenne, distinctes, de couleur vive ocre-rouille (jusqu'à 2,5 YR 3/4). Certaines racines sont également vivement tachées. Réaction discrète à HCl.

.../...

- Nappe - (conductivité, le 2 Avril, de 2m.mhos).

39-95 cm : humide, gris-bleuâtre, gleyeux (5 BG 4/I). Quelques taches moyennes, distinctes, noires. Argileux. Structure prismatique grossière fortement développée, assez dure, faiblement poreuse (anciens canaux racinaires). Fentes de retrait étroites, colmatées. Enracinement réduit. Réaction discrète à HCl.

- ooOoo -

2. Interprétation morphologique.

L'ensemble du profil est humide, si ce n'est un "mulch" d'un cm. d'épaisseur. La couleur franche de gley apparaît dès 16 cm avec des taches d'oxydation du fer très récentes : ce profil a été soumis à des conditions d'engorgement total sur presque toute son épaisseur. (La porosité, par ailleurs, est nettement moins forte juste au-dessus de la nappe que dans les cas précédents).

Au point de vue salinité : pas encore d'efflorescences nettes en surface. Simplement un fin poudrage sur les éléments les plus compacts (micro-polyèdres). Pas de zones d'accumulation de carbonates de calcium.

- ooOoo -

3. Quelques résultats analytiques.

Profondeur	0-14 cm	15-25 cm	45-55 cm
: Argile	: 46	: 56	: 65
: Sables totaux	: 27	: 30	: 24
: pH. eau	: 8	: 8	: 8
: Matière organique	: 8,0	: 8	: 8
: C/N	: 15,5	: 15	: 16
: Conductivité	: 7,0	: 1,6	: 1,6

- ooOoo -

- Le C/N de la matière organique atteint le chiffre de 15 dès la surface, ce qui semblerait indiquer une influence de l'hydromorphie sur son évolution. En fait ces chiffres ne sont pas confirmés par les résultats d'autres prélèvements effectués dans des conditions voisines.

- La conductivité présente une variation très différente des cas précédents : forte accumulation sur les premiers cm, baisse rapide ensuite; la frange capillaire remonte jusqu'en surface pendant une très longue période de l'année et permet un système évaporatoire.

.../...

4. Conclusion : classification.

Au point de vue de l'hydromorphie, ce sol serait classé comme sol hydromorphe, à hydromorphie d'ensemble, salé. (La faible profondeur à laquelle apparaissent les premiers signes d'hydromorphie actuelle justifie cette distinction, au niveau du groupe, par rapport au profil précédent).

Mais le chiffre mesuré de conductivité de l'horizon 0-14 cm. conduit à adopter au niveau de la classe le terme de :

SOL HALOMORPHE, salin, à horizon de surface friable.

- ooOoo -

5. profil N° 12

Nappe à 20 cm (26 Janvier). Au fond de la cuvette.

Ce sol appartient donc déjà au chapitre suivant (nappe phréatique affleurant à certaines périodes de l'année). Sa position dans la séquence topographique justifie son étude dès maintenant.

Description du profil

Etat de surface : surface du sol tassée, lisse. Des efflorescences salines en couvrent 60%, sous forme de croûtes de 1 à 3mm d'épaisseur. Les couleurs de ces croûtes varient, en auréoles, du brun-sombre au centre au blanc sur les bords.

Elles sont constituées de cristaux salins et de micro-débris organiques et prennent appui sur tous les éléments de surface : grumeaux, micro-polyèdres, débris organiques (quelques effets mèches). Réaction vive à HCl, sans plus. Ces efflorescences sont les seules parties sèches du profil.

0-7 cm : humide, gris-sombre (avec une teinte brune): 10 YR 2/1. Argileux. Quelques débris végétaux peu décomposés, mais l'ensemble de la matière organique reste bien liée à la matière minérale. Structure polyédrique fine faiblement développée. Non poreux. Enracinement fin abondant. Réaction nette à HCl.

7-40cm : humide, gris-bleuâtre gleyeux (5 BG 4/1), argileux; structure polyédrique moyenne, fortement développée. Nombreuses taches moyennes, distinctes, noires sur les faces. Enracinement fin, blanc. Réaction discrète à HCl, s'accompagnant d'une nette odeur d'H₂S.

.../...

40-70 cm : mêmes caractéristiques; si ce n'est que la structure devient prismatique grossière, avec des fentes de retrait décelables mais colmatées (par de l'argile beaucoup plus plastique où l'on reconnaît parfois la forme de petits polyèdres).

- ooOoo -

Interprétation morphologique.

La décomposition de la matière organique paraît encore moins bonne que dans le cas précédent. Horizon de gley proche de la surface.

Le profil, humide jusqu'en surface, permet par évaporation, la concentration des sels; d'où des efflorescences, qui prennent appui sur tous les éléments, alors que dans le N° 11, d'une part elles étaient peu nettes, d'autre part on ne les trouvait que sur les micro-polyèdres (éléments les plus compacts).

- ooOoo -

Quelques résultats analytiques.

Profondeur	Argile	Sables totaux	pH. eau	Mat. organique	C/N
0-7 cm	53	29	7,9	9,3	14,5
30-40 cm	61	23	7,9	6,9	16
Conductivité : 9,0 m.mhos de 0 à 7 cm; 3,6 m.mhos. à 40 cm.					

- Les chiffres de matière organique, de C/N, restent du même ordre que pour le profil précédent.

- Salinité : forte accumulation en surface.

- ooOoo -

Conclusion : classification.

SOL HALOMORPHE, salin; tendance à une induration de l'horizon de surface en croûte saline.

- ooOoo -

6. Profil N° 13.

Nord-Ouest du polder de Bol-Bérim, à 250 m du bord. Zone entièrement cultivée en blé, sans irrigation. En position plane. Nappe à 61 cm., le 28 Février.

Description du profil.

- 0-5 cm : sec, gris-clair (10 YR 6/I), argilo-limoneux. Couche "déliée" composée des éléments suivants par taille décroissante :
- Eléments argileux subanguleux, de 1 à 10 cm, blanc-grisâtres, durs, faiblement poreux (tubulaire fine) très légers, à toucher un peu farineux. Réaction très forte à HCl.
 - Polyèdres argileux de 0,5 à 7 cm, gris, tachés jaune ocre (taches très pâles, diffuses). Réaction moins forte à HCl.
 - grumeaux, micro-polyèdres, éléments fins et micro-débris végétaux carbonisés (poussière).
- 5-24cm : frais, gris-noir (10 YR 3/I), non taché, argilo-limoneux. Structure grumeleuse fine, moyennement développée; début de surstructure subanguleuse; faiblement poreux; enracinement fin dense. Forte réaction à HCl.
- 24-39cm: frais, gris-blanchâtre (2,5 Y 5/4), argilo-limoneux. Nombreuses petites valves blanches (petits Gastéropodes fossiles ?). Structure subanguleuse moyenne, moyennement développée, peu cohérente. Faiblement poreux.

Cette structure se résout aisément en éléments de taille inférieure, puis en poudre, à toucher farineux. Mais l'intérieur de cette masse, on trouve quelques polyèdres (2 à 7 cm), gris, beaucoup plus durs, tachés jaune-ocre (proches de l'argile fissurée retrouvée plus bas dans le profil).

Réaction très forte de cet horizon à HCl.

- 39-61cm: frais, gris (avec une légère teinte bleuâtre glauque qui s'accroît en descendant) : 5 Y 4/I. Argileux; structure prismatique grossière, fortement développée, à larges fentes de retrait, atteignant 8cm de large (occupées surtout par de l'air et par quelques polyèdres gris et gris-blanchâtres venant du dessus).

Enracinement fin, dense, localisé sur les faces des prismes (spécialement dense entre 10 et 20 cm au dessus du niveau actuel de la nappe).

.../...

En descendant, la couleur devient franchement gleyeuse. Les taches jaune-ocre, nombreuses, prenant des couleurs plus vives, leurs limites plus tranchées; leur épaisseur croît et atteint près d'un mm., sur certaines faces.

- Nappe -

61-100 cm : Mêmes caractéristiques. Les fentes de retrait subsistent sous la nappe, plus étroites. Rares taches noires diffuses.

- ooOoo -

Interprétation morphologique.

Elle sera menée de bas en haut, par horizons.

- L'horizon 39-100 est très semblable à ceux trouvés à la base de tous les profils précédents : argile fissurée, à structure prismatique grossière.
- L'horizon 24-39 est blanchi, dans la masse; la structure est modifiée, la consistance diminue, mais on retrouve dans l'horizon des éléments classiques d'argile fissurée.

Le passage avec l'horizon 39-100 se fait graduellement et apparemment sans discontinuité de matériau : un prisme argileux (vers 35 cm de profondeur), d'une vingtaine de cm. de hauteur, a été observé gris-bleu à la base, ponctué de blanc en remontant, les ponctuations se rejoignent vers le haut, la structure devient plus friable.

Cet horizon d'après son aspect et sa réaction à l'acide, correspond à une accumulation de carbonates (de calcium). Ce phénomène, déjà signalé dans le profil n° 9 (accumulation par poches), prend ici plus d'ampleur : véritable niveau carbonaté.

- L'horizon 5-24 : par rapport aux horizons équivalents des profils n° 9,10; on remarque une couleur plus sombre, le caractère un peu plus arrondi des éléments structuraux (tout en retrouvant de nombreux micro-polyèdres, résultant de la fragmentation de l'argile classique).

On peut penser à un humus calcique.

Quelques résultats analytiques :

Profondeur	0-10 cm	25-35 cm	55-65 cm
Argile	30	42	59
Limon	21	45	13
pH Eau	8	8,1	7,7
Matière organique	14	8,2	14,5
C/N	13	14,5	16
CaCO ₃	5,4	10	0,4
Conductivité	10,8	1,8	2,8

On remarque la richesse en limon, de l'horizon 24-39 en particulier; la forte teneur en matière organique, bien évoluée, de l'horizon supérieur; le chiffre élevé de la conductivité en surface.

Quant aux chiffres de CaCO_3 , ils paraissent faibles par rapport à ce que laissait supposer l'observation morphologique.

- ooOoo -

Conclusion : classification.

Trois processus peuvent prétendre intervenir au niveau de la classe : l'hydromorphie, l'accumulation de carbonates, la salinité.

On peut écarter l'appellation de sol calcimorphe, même si un niveau (5-24 cm) est légèrement modifié (couleur, structure) par la présence à sa base d'un horizon enrichi en carbonates de calcium; en effet, ce niveau enrichi en Ca CO_3 est probablement lui-même lié à l'hydromorphie. On ne peut pas dire que le sol évolue à partir d'un matériau riche en calcaire, vraiment stabilisé.

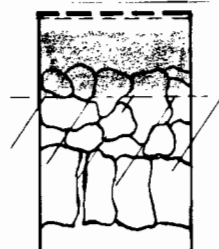
La conductivité des 10 cm supérieurs conduit à faire passer le caractère d'halomorphie avant celui d'hydromorphie.

SOL HALOMORPHE, salin, à horizon de surface friable.

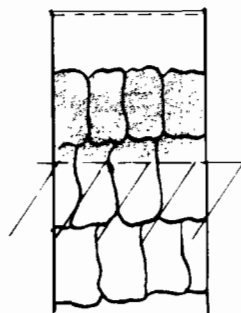
- ooOoo -

Efflorescences
 Limite Frange capillaire
 Nappe phréatique
 Gley

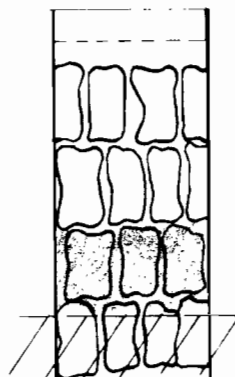
TABLEAU DES SOLS DU CHAPITRE I



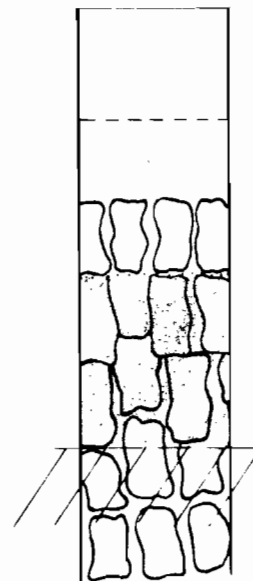
Profil N°12



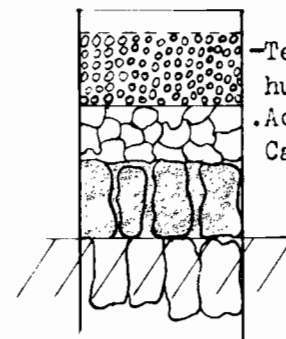
Profil N°11



Profil N°10



Profil N°9



Profil N°13

Tendance vers humus calcique
 Accumulation $CaCO_3$

Profondeur de la nappe Fin Janvier	19 cm (5 à 80)	39 cm (20 à 90 - 100)	80 cm (60 à 140)	118 cm (100 - 160)	61 cm (30 à 110) (limites de variation)
Conductivité 0 - 10cm	9,0 Apparition salines	7,1 d'efflorescences en surface	3,7	1,5	13,0
pH : 0-10cm	7,9	7,3	7,6	7,1	8

Classification (adoptée celle soulignée)	Sol à hydromorphie d'ensemble, ou : <u>SOL HALOMORPHE</u>	Sol à hydromorphie d'ensemble, ou : <u>SOL HALOMORPHE</u>	<u>SOL HYDROMORPHE</u> moyennement humifère à gley de profondeur	<u>SOL HYDROMORPHE</u> moyennement humifère à gley de profondeur	Sol Hydromorphe à gley de profondeur, à accumulation de carbonates, ou : <u>SOL HALOMORPHE</u>
--	---	---	--	--	--

CRT 7408

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

ED.

LE: 16-6-64

DES S. NICOLÉ

VISA:

TUBE N°

7L Conclusion du premier chapitre

L'étude de ces cinq profils, les observations effectuées sur une quarantaine d'autres, permettent de dégager les points suivants, en passant en revue les processus envisagés :

A. Hydromorphie.

Un début de séquence de sols hydromorphes a été mis en évidence :

- Sols hydromorphes, moyennement humifères, à gley de profondeur (nappe oscillant au cours de l'année entre 40 et 160 cm).
- Sols hydromorphes, moyennement humifères, à hydromorphie d'ensemble. (nappe oscillant entre 20 et 100 cm).

Les chiffres limites indiqués ne sont évidemment que des ordres de grandeur. A cette hydromorphie croissante correspond, dans les profils étudiés, une évolution légèrement différente de la matière organique, signalée morphologiquement et analytiquement (C/N passant de II à I5 dans les horizons de surface).

Un ensemble d'observations non rapportées ici montre que ces différences sont souvent moins significatives. La richesse du matériau argileux en matière organique, sur une grande épaisseur, est en effet liée aux conditions mêmes de sédimentation (décomposition d'ilôts flottants de Cypérus, papyrus..., venant sombrer au fond des eaux du lac). L'influence de l'hydromorphie actuelle sur cette matière organique déjà bien humifiée n'est que limitée.

B. Halomorphie.

En supposant une conductivité de la nappe phréatique du même ordre (2 à 3 m.mhos), une absence d'irrigation, on peut classer les sols rencontrés d'après le mode de répartition des sels :

- Sols à répartition régulière des sels sur tout le profil. Conductivité entre I et 4 m.mhos; nappe variant entre 60 et 160 cm. La frange capillaire ne remonte jusqu'en surface que pendant une courte période de l'année. Cas des N°9,10.
- Sols à accumulation de sels en surface. Pas d'efflorescence nettes.

La conductivité de surface est alors fréquemment supérieure à 4 m.mhos: ce sont des sols halomorphes. La nappe varie entre 20 et 90cm. La frange capillaire remonte en surface pendant quelques mois. Cas du N° II.

- Sols dont la surface est en grande partie recouverte par des efflorescences salines.

.../...

Ce sont des sols halomorphes, qui appartiennent déjà au chapitre II : la nappe varie entre 0 et 70 cm. La frange capillaire remonte de façon permanente jusqu'en surface.

Trois remarques :

- A l'extrémité supérieure de cette échelle, on pourrait rajouter un terme : on trouve, très localement, pour des nappes profondes (100 cm ou plus) et peu salées (conductivité inférieure à 1 m.mho), des sols décarbonatés en surface, sur une dizaine de cm. Leur pH. est plus bas, inférieur à 7.
- Les chiffres de conductivité mesurés paraissent élevés par rapport aux observations agronomiques (voir plus loin). Ce problème est à envisager sous l'angle de la méthode de mesure (extrait de pâte saturée, classique), mais aussi de la nature des sels en jeu :
- Les analyses de sels solubles donnent les indications suivantes. Pour ce qui est des anions : pas de chlorures ni de carbonates. Dominance de sulfates (dont la teneur est toujours plus forte en surface : de l'ordre de 10 à 15 m.e. contre 3 à 6 m.e. en profondeur). L'ion bicarbonate est également bien représenté, réparti assez régulièrement sur le profil (2 à 4 m.e.).

Pour les cations : répartition régulière du calcium (1 à 3 m.e.) teneurs plus élevées en potassium (1 à 2 m.e.), du magnésium (4 m.e.) en surface qu'en profondeur. Faibles teneurs en sodium dans les sols de ce chapitre. Ces chiffres ne sont donnés qu'à titre d'indication.

C. Accumulation de carbonates de calcium.

Trois comportements morphologiques sont observés :

- Pas d'accumulation visible.
- Accumulation de carbonates vers 20-50cm, sous formes de poches, aux limites diffuses.
- Accumulation sous forme d'un niveau, aux limites mieux définies. L'humus de l'horizon supérieur prend des aspects d'humus calcique.

Les résultats analytiques ne viennent pas toujours confirmer de manière nette ces observations. La présence de carbonate de sodium en particulier fausse l'interprétation (méthode au calcimètre Bernard).

Quelle est l'origine de ces carbonates ? D'après nos observations deux lignes de recherches peuvent être proposées.

- .. Dépôt sédimentaire s'étant effectué dans des conditions un peu particulières, correspondant à une plus grande richesse locale en carbonates.

La présence de nombreux micro-coquillages, la richesse en limon de ces poches ou horizons pourraient aller dans ce sens.

- .. Action d'une nappe sur le matériau argileux classique. Une remontée de calcium avec la nappe se ferait sous forme de bicarbonates, plus solubles et le dépôt sous forme de carbonates (influence, par exemple, d'une baisse de la pression partielle de CO₂).

Le passage progressif observé parfois sur un même prisme, d'une argile normale à une argile "modifiée" pourrait ainsi s'expliquer.

Là encore, le problème n'est que posé.

L'étude étant axée sur ces trois processus, les autres propriétés ne seront guère approfondies. Indiquons cependant la bonne perméabilité de ces sols (avec ces variations, signalées), leur très grande richesse chimique. Ces propriétés ont déjà fait l'objet d'études dans les précédents rapports de l'ORSTOM sur Bol. (PIAS).

- ooOoo -

REMARQUES AGRONOMIQUES

Les sols de ce chapitre correspondent à la partie très cultivée des polders : trois cultures par an en certains endroits : blé-maïs-maïs. Les réserves chimiques de ces sols sont en effet excellentes et cela est bien connu.

Sur les profils que nous avons prélevés, la capacité d'échange montait à 40 m.e./100 g en surface et à plus de 30 en profondeur. Parmi les éléments échangeables, le calcium reste largement dominant, sans que l'on puisse, d'ailleurs, le mesurer de façon correcte. La teneur en magnésium, assez régulière sur l'ensemble du profil, de l'ordre de 6 à 8 m.e. La potasse, elle, baisse de la surface (4m.e.) vers la profondeur (0,5 à 1 m.e.).

Quant au sodium, dans les profils décrits, il reste faible (1 m.e. par exemple). Dans certaines parties des polders, cette teneur est plus forte. Cependant, dans la plupart des cas, le rapport Na/Ca échangeable reste inférieur à 10% et nous n'avons que très rarement rencontré des signes nets d'alcalinisation.

Donc, globalement, très grande richesse chimique. Pour les divers types de profils de ce chapitre, quelques remarques seront présentées.

.../...

a. Sols hydromorphes, à gley de profondeur.

- i) Type profil N° 9 (nappe profonde): sols localisés sur d'étroites bandes, en bordure des polders. La profondeur de la nappe rend l'irrigation au chaddouf difficile : sols rarement cultivés en blé.
- 2) Type profil N° 10 : les conditions de variation de la nappe conviennent bien aux différentes cultures. Ce sont les meilleurs terres, fréquemment irriguées (par submersion, grâce à un réseau type "séguia", de petits canaux de 1m/1m environ). Le problème de la qualité des eaux d'irrigation, de leur influence sur le bilan hydrique, la répartition des sels, ne sera pas abordé dans ce rapport.

b. Sols hydromorphes (correspondant à une hydromorphie d'ensemble).

- i) Type profil N° 11 : l'aspect végétatif du blé, fin Janvier est correct (au point de vue couleur en particulier), mais le développement a été un peu retardé (hauteur du blé : 40 cm, contre 65 cm au profil N° 10, voisin de quelques mètres, semé en même temps).

En Avril, ce blé a rattrapé son retard : même hauteur, épis aussi bien formés, même thallage. Mais il est encore vert, alors que le N° 10 est mûr. Donc, simple retard à la récolte, d'environ 15 jours. Des conditions temporaires d'hydromorphie paraissent à l'origine de ce retard. Malgré la conductivité de 7 m.e. en surface, le blé n'a pas souffert de l'halomorphie.

- 2) Type profil N° 12. Efflorescences salines en surface. Fin Janvier, l'aspect végétatif du blé est très médiocre (hauteur 12 cm, aspect jauni de certaines feuilles; de nombreux pieds manquent, car des graines n'ont pas germé). Fin Mars, quelques épis se sont formés, mais la récolte sera médiocre à nulle. Dans ce dernier cas, halomorphie et hydromorphie paraissent, simultanément, les facteurs limitants.

Entre les profils N° 11 et 12, il existe donc un seuil au delà duquel la croissance du blé est perturbée de manière irréversible. Ce seuil paraît correspondre à une profondeur de la nappe, fin Janvier, de 20 à 25 cm (fonction également de la conductivité de la nappe).

Nous avons observé à Bol des profils, type n° 13, où la conductivité de surface est très élevée (supérieure à 10 m.e.), sans qu'il y ait d'efflorescences, et où le blé est très correct. Les valeurs de tolérance au sel des principales plantes cultivées, proposées par le laboratoire américain de Riverside, paraissent quelque peu remises en question ici. La nature des anions (sulfates, bicarbonates), des cations (magnésium et surtout calcium) est probablement en cause.

C. CHAPITRE II.

1. Introduction.

L'horizon de surface de ces sols est soumis à des conditions d'engorgement total, ou même de submersion, pendant quelques mois, après les pluies. Hydromorphie, répartition des sels, des carbonates, seront encore les processus dominants.

Dans le premier profil, n° 14, ces processus s'exercent encore sur l'argile fissurée. Dans le second, n° 15, le matériau est plus complexe et assure la transition avec les sols du chapitre III.

Ces sols seront des sols halomorphes, salins. Dans la séquence de sols hydromorphes envisagée parallèlement, ils prendraient place au niveau des sols humiques à gley.

- ooOoo -

2. Profil n° 14

Localisation : Polder de Bol-Guini, à 250 m de la bordure Ouest (au niveau du piézomètre Hollandais T 4.) Zône plane. Végétation dense et homogène de roseaux (Phragmites communis), hauts de 3 m. Nappe phréatique, le 4 Mars, à 40 cm. Cette nappe évolue en cours d'année entre + 5 et 70-80 cm.

Description du profil :

Etat de surface : humide, lisse; larges plages, assez diffuses, de salant brun, humide. Nombreuses traces de submersion. Rares débris végétaux non décomposés : pas de litière.

0 - 2 cm : humide, gris-brun sombre (10 YR 3/1), argileux. La matière organique est bien liée à la matière minérale. Structure massive, à tendance grumeleuse peu dure (éléments grumeleux plastiques); non poreux. Forte réaction à HCl.

2 - 13cm : humide, gris-bleu gleyeux (vers 5 BG 4/1). Quelques taches moyennes, diffuses, noirâtres. Argileux. Structure polyédrique fine; moyennement développée, peu dure (éléments moins plastiques que dans l'horizon précédent). Quelques polyèdres de plus grande taille (1 à 3 cm). Forte réaction à HCl.

.../...

- 19-23 cm : humide, gris-bleu clair, gleyeux (5 BG 6/1); argileux; structure polyédrique moyenne, faiblement développée. Non poreux.
- 23-29 cm : humide, gris blanchâtre, argileux; structure polyédrique moyenne, faiblement développée, peu dure; faiblement poreux. Très forte réaction à HCl. C'est un horizon d'accumulation de carbonates.
- 29-40 cm : humide, gris-bleuâtre (5 BG 4/1), argileux; structure polyédrique moyenne, moyennement développée, dure; faiblement poreux. Réaction discrète à HCl.

- Nappe -

- 40-90 cm : gris-bleuâtre (5 BG 4/1); quelques taches noires, distinctes. Argileux; structure prismatique grossière, fortement développée, avec des fentes de retrait, remplies d'eau (largeur de ces fentes inférieure à un cm.).

Aucune activité biologique n'est décelable sur l'ensemble du profil.

- ooOoo -

2. Interprétation morphologique.

Les observations ont été effectuées le 4 Mars, alors que le niveau de la nappe avait déjà baissé d'une quarantaine de cm.

- Profil évoluant sur l'argile fissurée, avec son mode de fragmentation déjà décrit.
- Caractère massif des premiers cm., qui se retrouve dans tous les profils de ce chapitre.
- Hydromorphie : le gley apparait dès la surface (oxydé sur les deux premiers cm.); les taches jaune-ocre ont disparu. La matière organique parait se décomposer rapidement.
- Halomorphie : le système évaporatoire fonctionne, à l'ombre des roseaux; l'accumulation de sels se fait sous forme d'une pellicule continue, brune.
- Présence d'un horizon d'accumulation de carbonates de calcium.

- ooOoo -

3. Quelques résultats analytiques.

Profondeur	0-8 cm	35-45 cm	65-75 cm
Argile	79	55	68
Limon	8	30	11
pH Eau	7,5	9,3	9
Matière organique	6,5	6,8	6,2
C/N	9 (?)	15	12
Conductivité	9,5	5,3	13

Matière organique répartie régulièrement, bien évoluée en surface; (malgré l'engorgement total récent auquel ce sol a été soumis).

Très fortes valeurs du pH.

- ooOoo -

4. Conclusion : classification.

SOL HALOMORPHE, salin, à horizon de surface non induré en croûte saline.

Il parait intéressant d'étudier la place que tiendrait ce sol en prenant comme facteur dominant non pas l'halomorphie, mais l'hydromorphie. L'humus est bien évolué et parmi les types d'humus, on peut songer à le rapprocher des anmoors calciques (voir sels solubles). Le sol pourrait alors être considéré comme un sol humique à gley, salé.

- ooOoo -

3. Profil n° 15

Localisation : polder de Bol-Bérim, en contrebas du village de Bol. Position plane. Végétation : prairie à Cynodon dactylon. Quelques touffes de Grossyperus. Zônes de roseaux à proximité. Nappe phréatique à 4 cm. (le 6 Février).

I. Description du profil :

Etat de surface : par endroits, petites nappes d'eau purineuse (brun-clair). Aux pieds de quelques touffes, sur des déjections de vers, on trouve des efflorescences brunes et blanches.

0 - 3 cm : humide, brun, (10 YR 3/2; argileux; assez nombreux débris de végétaux non décomposés. Structure massive (on distingue, au toucher, des éléments plus durs, genre micrc-polyèdres, dans une masse plastique). Forte réaction à HCl.

.../...

- Nappe -

- 3 - 30 cm : bleu-gleyeux (5 BG 4/1); argileux; encore d'assez nombreux débris végétaux non décomposés. Structure massive. Enracinement fin dense, fréquemment noircis. Réaction discrète à HCl, s'accompagnant d'une forte odeur d'H₂S.
- 30- 40 cm : brun-gris (10 YR 3/2). Passée de tourbe argileuse. Structure massive incluant quelques micropolyèdres plus rares que dans l'horizon précédent, mais mieux individualisés.
- 40- 60 cm : gris-bleuâtre, gleyeux. Nombreuses grandes taches distinctes noires. Argileux; structure massive : nombreux petits polyèdres, baignant dans une masse fluide.
- 60- 80 cm : gris-bleuâtre, gleyeux (5 BG 4/1); assez nombreuses taches distinctes, noires; argileux; structure prismatique grossière, fortement développée, assez dure. Enracinement réduit, fréquemment noir.

- ooOoo -

2. Interprétation morphologique.

A la base du profil, on retrouve encore l'argile fissurée. Mais ici, discontinuité entre cette couche et les horizons supérieurs, (sédimentations d'âges différents ?).

L'horizon 30-40 cm en particulier, passée de tourbe argileuse : correspond probablement à un ancien horizon de surface.

Caractéristiques de ce profil :

- Gley dès la surface. Evolution apparemment moins rapide de la matière organique que dans le N° 14.
- Pas d'accumulation de carbonates de calcium
- Milieu riche en sulfures.

- ooOoo -

3. Conclusion : Classification.

Ce profil n'a pas été prélevé. Notons cependant quelques caractéristiques de cette passée tourbeuse, prélevée sur un profil voisin : taux de matière organique de 27 %, à C/N de 20.

SOL HALOMORPHE, salin, à horizon de surface friable.

Dans la séquence hydromorphe : sol humique à gley.

.../...

4. Conclusion du chapitre

Une quinzaine de profils, correspondant à une nappe affleurant en surface, au moins temporairement, ont été décrits. Les points suivants se dégagent de leur étude et viennent confirmer ce qui a été dit à propos des profils N° 14 et 15 :

- 1 Malgré les conditions d'hydromorphie très marquées, la matière organique reste bien évoluée et l'apport végétal dû aux roseaux se décompose rapidement.
- 2 Des phénomènes d'accumulation de carbonates de calcium sont toujours observés (poches, niveaux). Leur origine a été évoquée à la fin du premier chapitre.
- 3 En suivant la séquence de sols hydromorphes, ces sols ont été classés comme sols humiques à gley. Une matière organique bien humifiée, bien liée à la matière minérale; une structure plastique, compacte, la richesse du milieu en cations ont en effet conduit à classer l'humus comme un anmoor calcique. L'activité biologique est par ailleurs peu décelable.
- 4 Les sols de ce chapitre, décrits à un moment donné, mériteraient, tout particulièrement, une étude des variations annuelles de leur taux de matière organique, du C/N. M. PIAS a abordé ce problème en 1961, 1962.
- 5 Mais c'est l'halomorphie qui est ici le processus le plus spectaculaire. La remontée de la frange capillaire jusqu'en surface durant toute la période sèche, permet en effet aux phénomènes de remontée des sels en surface de jouer à fond dans les sols de ce chapitre.

Les efflorescences salines observées sont de trois couleurs; blanches, brunes, noires, avec évidemment toutes les teintes intermédiaires. Les noires sont toujours observées en position de micro-dépression. Les blanches et les brunes sont fréquemment associées, les blanches paraissent liées à des conditions plus sèches.

Des échantillons de ces divers salants ont été prélevés. Voici quelques chiffres :

.../...

Salant	Blanc N°1	Blanc N°2	Brun N°1	Brun N°2	Noir
Argile + Limon + sable %	32	13	39	43	73,5
Matière organique	1,5	1,8	5,5	4,7	8,7
Sels solubles	1,3	2,9	17,9	3,2	17,6
Ca	-	4,1	1,6	1,9	4,1
m.e/100 9 Mg	64	59	35	51	55
K	586	726	424	400	190
Na					
S. cations	651	797	477	454	272
SO ₄	395	983	216	141	17
CO ₃	42	8	206	24	70
HCO ₃	798	22	235	43	426
Cl	-	-	-	-	-
S. anions	1235	1013	657	208	513

Ces résultats appellent quelques commentaires :

- Le mode de prélèvement (ramassage des efflorescences en surface, à la main ou par grattage), entraîne une grande diversité dans la proportion de résidus (argile, limon sable, micro-débris végétaux mêmes), de ces échantillons, et gêne l'interprétation.
- Les méthodes de mesure employées ne se révèlent pas assez fines pour approcher la réalité. La présence de matière organique, soluble dans ces conditions, oblige en particulier à de très fortes dilutions dans la détermination des anions CO₃ et HCO₃ (virage de la phénol-phtaléine, de l'héliantine).

La simple comparaison de la somme des anions et des cations, donne une idée des limites de ce mode d'analyse. (Limites dont le responsable du laboratoire est parfaitement conscient).

Néanmoins on note que :

- Les sels composant ces salants sont essentiellement des sulfates et des bicarbonates de sodium. Aucun chlorure.
- Les différences de couleurs entre types de salants sont liées probablement aux teneurs en matière organique (salant noir plus riche que le brun et à fortiori que le blanc).

.../...

64

En supposant une teneur en matière organique (surface du sol), à peu près du même ordre sur l'ensemble du polder (6 à 11 %), pourquoi ces salants ont-ils des teneurs en M.O. aussi variées ?

- Est-ce lié à des pouvoirs dissolvants différents (fonction de la proportion des divers anions et cations; sulfates par rapport aux carbonates et bicarbonates en particulier). Pourquoi, d'ailleurs, avec ces fortes teneurs en M.O., en Na, en carbonates et bicarbonates, n'y a-t-il pas que du salant noir ?
- A des conditions de micro-topographie ?

C'est là encore un point que les résultats analytiques, les observations, ne permettent que de situer.

- ooOoo -

CHAPITRE III.

A. Sols constamment submergés par une nappe d'eau libre, allant jusqu'à 70 cm d'épaisseur. Une végétation dense de roseaux, (Cyperus papyrus, Typha australis, Phragmites communis), les recouvre. Un seul profil (N°16) sera décrit. Cinq autres maillons d'une séquence topographique observée au Sud de Bol-Bérim seront présentés sous forme d'un tableau.

Dans l'histoire d'un polder, lorsque le bras choisi a été isolé du lac par un barrage et que la masse d'eau ainsi emprisonnée s'évapore, une végétation dense de roseaux s'implante (dans certaines conditions, de profondeur de la nappe d'eau libre en particulier). Les sols du chapitre III correspondent donc à cette phase de départ dans la création d'un polder.

Si on les retrouve encore, sur de grandes surfaces, dans les polders de Bol (isolés du lac depuis une dizaine d'années), c'est que les infiltrations d'eau venant du lac (à travers certains barrages, sous les dunes) et quelques années de très forte pluviométrie, ont empêché leur assèchement définitif.

- ooOoo -

B. Profil n° 16

Localisation : Sud-Est du polder Bérim, à 15m du bord. Végétation homogène et très dense de Phragmites (3 m de haut). Le 2 Avril, l'épaisseur de la nappe d'eau libre était de 13 cm. Eau noirâtre.

I. Description du profil

0 - 1 cm : litière végétale, noirâtre, forte odeur d'H₂S.

1 -20 cm : gris-bleuâtre (5 BG 4/I), argileux. Assez nombreux débris végétaux non décomposés, souvent noircis. Pas de structure, masse presque fluide, ou l'on note quelques éléments plus consistants, de 3 à 4 cm, pouvant se fragmenter, à forme vaguement polyédrique. Enracinement fin, abondant, peu taché.

.../...

20-60 cm : gris-brun clair (5 GY 4/I). Argileux. Sans structure (masse fluide, sans grumeaux). Non taché. Pas de débris végétaux.

à 1 m. (prélèvement à la tarière), même caractéristiques.

- ooOoo -

2. Quelques résultats analytiques.

Profondeur :	0-15 cm	40-50 cm	100 - 200 cm
Argile			
Limon			
pH eau	9	9,2	8,8
Matière organique	20	12,1	13,5
C/N			

- ooOoo -

3. Interprétation.

Observations et résultats se rejoignent ici pour montrer que, malgré l'énorme masse végétale, les conditions de submersion, il n'y a pas formation actuelle de tourbe : peu de litière, horizon supérieur enrichi en matière organique, mais celle-ci reste bien évoluée (C/N de 14).

Les caractéristiques de l'eau libre méritent d'être signalées à ce propos : température élevée : 33°; pH. également : 8; conductivité de 2,3 m.mho. Conditions apparemment favorables à une rapide décomposition de la matière végétale. On note aussi la richesse du matériau en sulfures.

4. Classification.

Malgré la submersion, on peut parler d'un sol, car une végétation dense est implantée. La classification française ne fournit pas de terme commode pour les sols de ce chapitre. Sol HYDROMORPHE, organique (moyennement organique), à engorgement total permanent, non tourbeux.

C. Séquence topographique de cinq sols, au Sud du polder Bérin.

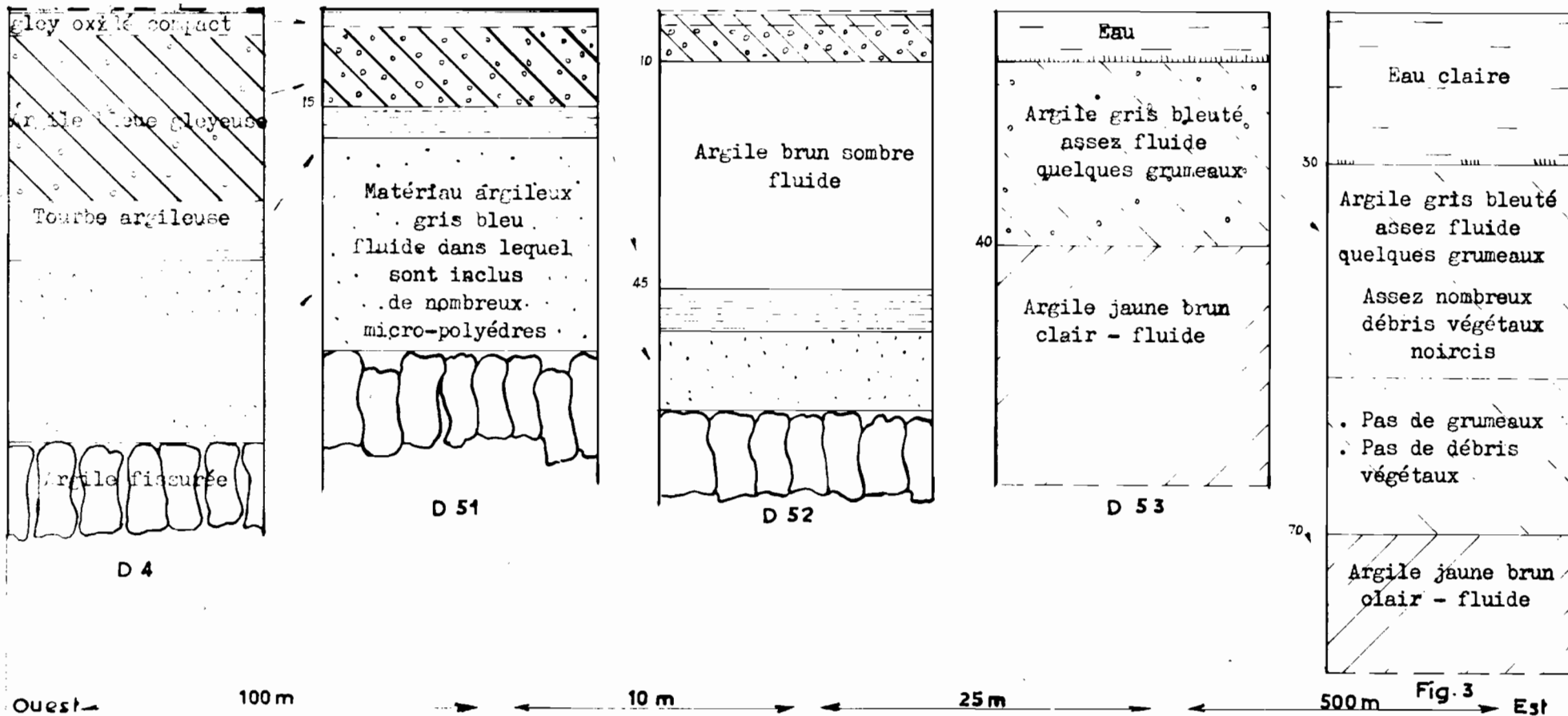
Il semble bien qu'il y ait une discontinuité entre le matériau rencontré dans les profils N° 1 à 14 et celui des N° 15 et 16. (et non pas une simple dégradation de la structure prismatique). La séquence qui suit (sous forme de tableau), donne quelques éléments à ce sujet :

.../...

SÉQUENCE TOPOGRAPHIQUE AU SUD DU POLDER BÉRIM

Prairie

T y p h a



Quelques plages de salant sec

Couche continue de salant brun humide

Eaux purineuses conductivité: 14 mmhos

Eau légèrement purineuse

Eau claire conductivité : 2,1 mmhos

Légende



Gley

Micro-polyèdres

Passée de tourbe argileuse

CRT 7406

ORSTOM - CENTRE DE RECHERCHES TCHADIENNES

EC.

15-6-64

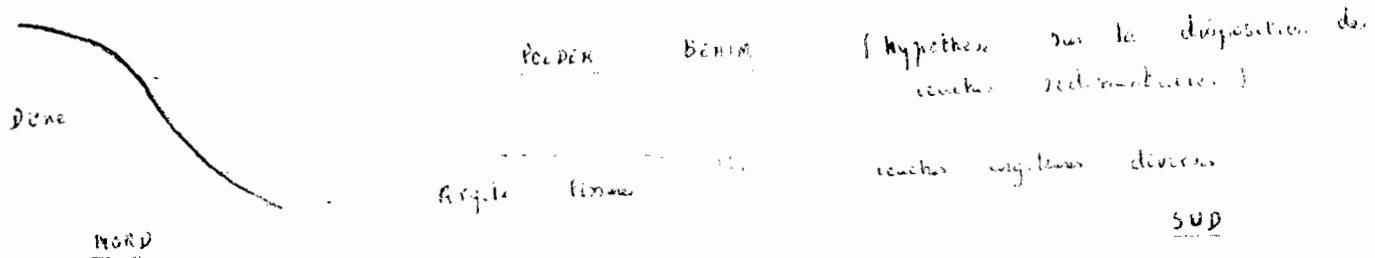
DES: S. NICOLÉ

VISA

TUBE N°

REMARQUES sur cette séquence : CONCLUSION du chapitre III.

On ^{note} ~~remarque~~ que sur l'argile fissurée prennent appui des dépôts argileux de nature différente, peu structurés. L'un d'eux, une tourbe argileuse, se cantonne en bordure de polder. L'examen de cette succession est intéressant pour donner des indications sur l'histoire du polder, les conditions pédoclimatiques qui y régnaient.



Du point de vue proprement pédologique, cette séquence permet d'observer les différents stades de l'apparition de signes de salinité en surface lorsque la nappe d'eau libre s'évapore: - flaques d'eau purineuses, - couche continue de salant brun humide (profil D5I, nappe à 1 cm), - efflorescences de salant sec (profil D4, nappe à 4 cm).

Elle confirme par ailleurs le peu d'importance de la litière en surface, malgré la masse de roseaux: bonne décomposition de la matière végétale.

Enfin, on voit apparaître dans la couche argileuse fluide recouverte par l'eau libre, une quantité de plus en plus grande d'éléments plus consistants (grumeaux, micro-polyèdres même), lorsque cette eau libre disparaît.

Un essai de pompage est en place à l'heure actuelle et, en cas de réussite, les différentes phases de l'assèchement seront suivies.

CONCLUSIONS DE L'ETUDE DES SOLS SUR POLDERS.

Cette étude sur les polders n'avait pas pour but d'accumuler le maximum de données sur les sols (beaucoup furent déjà présentées ailleurs), mais plutôt de centrer les observations sur trois processus, en :

- définissant le matériau sur lequel s'exercent ces processus.
- proposant des séquences de sols d'après deux de ces processus (hydromorphie, halomorphie). Et ce faisant de constater les possibilités, mais aussi les limites d'une interprétation purement morphologique dans cette mise en place.
- de signaler, à l'occasion, un certain nombre de problèmes, d'ordre différent.

Voici résumés les principaux résultats obtenus :

I. L'HYDROMORPHIE.

La séquence de sols hydromorphes suivante a été définie :

- - Sols hydromorphes à engorgement total permanent (submergés), non tourbeux.

Horizon supérieur enrichi en matière organique (20%) assez bien évoluée (C/N de 14). Les conditions pédo-climatiques actuelles (caractéristiques de l'eau en particulier) sont favorables à une rapide décomposition de la masse végétale fournie par les roseaux.

La classification Française (Lovanium 1963), ne fournit pas d'éléments commodes pour classer ce sol.

- - Sols hydromorphes, moyennement humifères, humiques à gley.

Nappe d'eau peu profonde (mais avec des oscillations annuelles marquées). Matière organique (10 à 13%), bien humifiée (C/N de 12), mêlée intimement à l'argile. Structure compacte, plastique. Richesse du milieu en cations. Ces propriétés nous ont conduit à considérer l'humus comme un amoor calcique et le sol comme humique à gley.

Mais celle n'est pas tout à fait satisfaisant: les conditions biologiques n'ont pu être décelées, ni l'importance de la minéralisation évaluée.

- - Sols hydromorphes, moyennement humifères, à hydromorphie d'ensemble.

Un horizon caractérisé par des taches ocre-rouille (précipitation d'oxydes ferriques), puis un horizon de gley (fer réduit) apparaissent successivement, nettement.

- - Sols hydromorphes, moyennement humifères, à hydromorphie de profondeur. (à gley profond non induré).

L'horizon de gley n'apparaît que vers 60 cm; l'horizon intermédiaire (taché ocre-rouille) est moins net.

Par rapport aux conditions de formation d'un gley, définies par DUCHAUFFOUR (traité de Pédologie), on note que: - la nappe est sujette à des oscillations annuelles assez fortes (près d'un mètre). - La perméabilité latérale est élevée. Malgré cette perméabilité, la réoxydation de l'horizon gleyeux (lorsque la nappe baisse) paraît lente.

Placés dans cet ordre, les termes de cette séquence représentent probablement les diverses phases rencontrées lors de l'assèchement d'un polder. Leur présentation, au cours de cette étude, dans l'ordre inverse est due à la nature du matériau (argile fissurée, commune aux trois derniers groupes).

- ooOoo -

II. L'HALOMORPHIE;

La nature des sels brièvement signalée en cours d'étude (anions sulfates, bicarbonates; calcium largement dominant parmi les cations, sodium faible mais irrégulier de profil à profil), c'est surtout la répartition des sels à travers le profil qui fut prise en considération. De ce point de vue, une séquence de sols peut également être dressée:

- - Sols à accumulation de sels en surface, qui correspondent soit au groupe des sols humiques à gley (efflorescences salines fréquentes) soit à celui des sols à hydromorphie d'ensemble (efflorescences moins fréquentes, moins nettes.)
- - Sols à répartition régulière des sels, qui correspondent au groupe des sols à hydromorphie de profondeur.
- - Sols décarbonatés en surface (désalinisation probable,

quoique la conductivité n'ait pas été mesurée), rarement observés, appartenant au même groupe des sols à hydromorphie de profondeur.

Cette "séquence" correspond donc à la précédente, mais dans ce second cas l'interprétation morphologique s'avère moins précieuse que dans celui de l'hydromorphie. Un exemple: les sols à plus forte conductivité de surface ne sont pas toujours ceux couverts d'efflorescences.

- Lorsque cette conductivité de surface dépasse 4 m.e le terme de sol halomorphe a été préféré, au niveau de la classe, à celui de sol hydromorphe. La structure n'est pas modifiée, les risques de alcalinisation en général très réduits: ce sont des sols salins.
- De nombreux problèmes ont été évoqués: nature des divers salants; influence de ces salants sur la matière organique (dissolution); validité de l'échelle de tolérance aux sels de Riverside....etc.
- Par contre, systématiquement, les problèmes (majeurs du point de vue fertilité) de l'irrigation, des variations annuelles et inter-annuelles de la salure, de la matière organique, ont été laissés de côté dans cette première étude.

- ooOoo -

III. CALCIMORPHIE.

L'accumulation de carbonates de calcium, sous forme de poches ou de niveaux est fréquemment observée, morphologiquement et confirmée (de manière moins spectaculaire) analytiquement. L'influence de ces niveaux sur l'évolution des horizons humifères reposant sur eux a été signalée, mais n'est jamais suffisante pour que la calcimorphie intervienne au niveau de la classe.

De nombreuses observations permettent déjà de "mettre en place" le problème de l'origine de ces accumulations: origine à trouver soit dans des conditions particulières de sédimentation, soit dans une action de nappe.

- ooOoo -

Ce bilan des sols à un instant donné dressé, les études d'évolution seront réabordées, dans les mois à venir (continuation des travaux de M. PIAS), en donnant une assez grande place aux observations morphologiques; des méthodes d'analyse plus adaptées seront aussi recherchées.

- oooOooo -

METHODES ANALYTIQUES.

Analyse mécanique. Méthode pipette Robinson.

Carbone Méthode Walkley et Black.

Azote total: Méthode Kjeldhal.

Carbonate de calcium: calcimètre Berhard.

Bases échangeables: extraction à l'acétate d'ammonium N. Dosage de K, Na au spectrophotomètre de flamme; de Ca, Mg par complexométrie.

Sels solubles: contact avec l'eau, pendant 48 hrs., de 20 g de terre (dans 200 cc d'eau).

Na, K au spectrophotomètre de flamme.

Ca, Mg par complexométrie.

Carbonates par acidimétrie.

Sulfates par gravimétrie.

Salinité : mesure de la conductivité, à 25°, d'un extrait de pâte saturée.

FICHE ANALYTIQUE

TYPE SOL STABILISÉ
 DE Brun rouge
 SOL sur sables quartzeux

N° PROFIL 2

ECHANTILLONS		21	22	23	24
Profondeur		0-7	10-20	40-50	130-140
PH	PH H2O	8,1	8,0	8	7,9
	PH KCl N	6	6	5,8	5,6
GRANULOMÉTRIE	Terre fine %	100	100	100	100
	Sable grossier %	67	72	64	67
	Sable fin %	29	25	34	33
	Limon grossier %	0	0	0	0
	Limon fin %	1	1	1,2	0,5
	Argile %	1,7	2	1,5	0
	TOTAL %	98	100	100	100
	Humidité (105°) %	0	0	0	0
MAT. ORG.	Mat. Org. Tot. %	0,3	0,1	0,1	
	Carbone %	0,2	0,1	traces	traces
	Azote total %	0,25	0,1	0,1	0,1
	C/N	8	4,1	5,0	
BASES ÉCHANGEABLES	Ca mé p. 100g sol	1,2	1,0	0,7	0,4
	Mg mé "	0,1	0,1	0	0,2
	K mé "	0,07	0,07	0,05	0,05
	Na mé "	0,1	0,1	0,1	0,1
	S en mé "	1,5			
	T en mé "	2,1	1,8	1,5	1,2
	V %				
	Fer libre mg %	2,6	2,4	2,4	0,96
	Fer total g %	3,6	3,2	2,4	1,4
	P205 total g %	0,09	0,06	0,05	0,05
	P205 Assimi. mg %				
SELS SOLUBLES	Ca mé p 100g sol				
	Mg mé "				
	K mé "				
	Na mé "				
	TOTAL				
	CO3 mé p. 100g sol				
	CO3 H mé "				
	SO4 mé "				
	Cl mé				
	TOTAL				
EXTRAIT SATURATION à 25°					
STRUCTURE	IS				
	K				

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL : sol brun subaridee sur sables quartzux

N° PROFIL 3

ECHANTILLONS		6	7	8	9
Profondeur		0-15	15-45	45-75	75-110
PH	PH H2O	7,3	7,5	6,8	6,3
	PH KCl N	5,7	6,5	4,7	4,3
GRANULOMETRIE	Terre fine %	100	100	100	100
	Sable grossier %	69	63	55	55
	Sable fin %	30	35	44	44
	Limon grossier %	0,2	0	0	0
	Limon fin %	0,3	0	0,2	1
	Argile %	1,7	1,7	1,5	0,5
	TOTAL %	100	99	100	100
	Humidité (105°) %	0	0	0	0
MAT. ORG.	CO3 Ca %	0	0	0	0
	Mat. Org. Tot. %	8,4	0,1		
	Carbone %	0,5	0,1	traces	traces
	Azote total %	0,2	0,1	0,08	0,1
	C/N	22,2	6,7		
BASES ECHANGEABLES	Ca mé p. 100g sol	0,9	0,6	0,35	0,15
	Mg mé "	0,2	0,2	0	0
	K mé "	0,07	0,07	0,04	0,07
	Na mé "	0,1	0,1	0,06	0,06
	S en mé "	1,3	0,9	0,45	0,3
	T en mé "	1,6	3,7	1,3	0,8
	V %				
	Fer libre mg %				
	Fer total g %				
	P205 total g %		0,01	0,37(?)	0,07
	P205 Assimi. mg %				
SELS SOLUBLES	Ca mé p 100g sol				
	Mg mé "				
	K mé "				
	Na mé "				
	TOTAL				
	CO3 mé p. 100g sol				
	CO3 H mé "				
	SO4 mé "				
	Cl mé				
	TOTAL				
EXTRAIT SATURATION Ca 25°					
STRUCTURE	IS				
	K				

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL : SOL PEU INCLINÉ de pentes
à emprunte hydromorphe
sur sables dunaires

N° PROFIL : 5

ECHANTILLONS		25	26	27	28
Profondeur		0-8	15-25	30-40	45-55
PH	PH H2O	8,1	9	9	8,2
	PH KCl N	6,5	7,3	7,3	7
GRANULOMÉTRIE	Terre fine %	100	100	100	100
	Sable grossier %	69	67	43	32
	Sable fin %	25	32	55	56
	Limon grossier %	0	0	0	0
	Limon fin %	2	0,5	0,7	1
	Argile %	5	1,5	3	10
	TOTAL %	101	100	101	99
	Humidité (105°) %	0,5	0	0	0,4
MAT. ORG.	CO3 Ca %	0,5	0,2	0,7	1,2
	Mat. Org. Tot. %	1,7	0,1	0,1	0,4
	Carbone %	1,0	0,1	0,1	0,2
	Azote total %	0,8	0,1	0,1	0,2
C/N	11,6	6,3	6,2	11,8	
BASES ÉCHANGEABLES	Ca mé p. 100g sol				
	Mg mé "				
	K mé "				
	Na mé "				
	S en mé "				
	T en mé "	7	1,4	2,8	5,6
SELS SOLUBLES	V %				
	Fer libre mg %				
	Fer total g %				
	P205 total g %	0,1	0,1	0,14	0,15
SELS SOLUBLES	P205 Assimi. mg %				
	Ca mé p 100g sol				
	Mg mé "				
	K mé "				
	Na mé "				
	TOTAL				
	CO3 mé p. 100g sol				
	CO3 H mé "				
	SO4 mé "				
	Cl mé "				
TOTAL					
EXTRAIT SATURATION Ca à 25°		0,5	0,4	0,3	0,5
STRUCTURE	IS				
	K				

FICHE ANALYTIQUE

TYPE
DE
SOL

1001 Y 100 100
hydrocarboné d'ensemble
sur solides dissolus

N° PROFIL 5, 7

ECHANTILLONS		37	38	39	35	36
Profondeur		0-10	20-30	40-50	0-10	20-30
PH	PH H2O	7,5	8	7,7	9,3	9,3
	PH KCl N	5,8	5,9	5,7	7,8	7,9
GRANULOMÉTRIE	Terre fine	% 100	100	100	100	100
	Sable grossier	% 69	60	62	56	59
	Sable fin	% 30	39	38	43	40
	Limon grossier	% 0	0	0	0	0
	Limon fin	% 1	1	0,5	1	1
	Argile	% 0,5	0	0,2	1	1
	TOTAL	% 100	100	100	101	101
	Humidité (105°)	% 0	0	0	0	0
	CO3 Ca	% 0	0	0	0,05	0,19
MAT. ORG.	Mat. Org. Tot.	% 0,5	0,2	0,2	0,1	0,6
	Carbone	% 0,3	0,1	0,1	0,1	0,4
	Azote total	% 0,2	0,1	0,1	0,1	0,3
	C/N	12,7	12,8	6,2	7,2	12,3
BASES ÉCHANGEABLES	Ca mé p. 100g sol	1,2	0,6	0,45		
	Mg mé "	0,1	0	0,1		
	K mé "	0,1	0,1	0,1		
	Na mé "	0,13	0,13	0,1		
	S en mé "					
	T en mé "	1,2	1,2	1,1	2,2	2,6
	V	%				
	Fer libre mg	%				
	Fer total g	%				
	P205 total g	% 0,15	0,1	0,13	0,3	0,16
	P205 Assimi. mg	%				
SELS SOLUBLES	Ca mé p 100g sol					
	Mg mé "					
	K mé "					
	Na mé "					
	TOTAL					
	CO3 mé p. 100g sol					
	CO3 H mé "					
	SO4 mé "					
C1 mé						
TOTAL						
EXTRAIT SATURATION	Ca à 25°	1,6	0,2	0,3	0,4 (?)	3,6
STRUCTURE	IS					
	K					

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL : COL. ...
 Profondeur : ...
 Localisation : ... (16. ...)

N° PROFIL : 6

ECHANTILLONS		40	41	42
Profondeur		0-10	35-45	80-90
PH	PH H2O	8,3	8,6	8,8
	PH KCl N	6,1	7,4	7,2
GRANULOMÉTRIE	Terre fine %	100	100	100
	Sable grossier %	51	55	56
	Sable fin %	44	38	37
	Limon grossier %	1	0,5	0
	Limon fin %	1	1	1
	Argile %	4	5	5
	TOTAL %	101	99	99
	Humidité (105°) %	0	0	0
	CO3 Ca %	0	1,8	1,9
MAT. ORG.	Mat. Org. Tot. %	0,4	0,1	0,1
	Carbone %	0,2	0,1	0,1
	Azote total %	0,2	0,1	0,1
	C/N	11	10	6,0
BASES ÉCHANGEABLES	Ca mé p. 100g sol	3,5		
	Mg mé "	0,9		
	K mé "	0,2		
	Na mé "	0,12		
	S en mé "	4,7		
	T en mé "	4,1	5,2	4,9
	V %			
	Fer libre mg %			
	Fer total g %			
	P205 total g %	0,3	0,2	0,2
	P205 Assimi. mg %			
SELS SOLUBLES	Ca mé p 100g sol			
	Mg mé "			
	K mé "			
	Na mé "			
	TOTAL			
	CO3 mé p. 100g sol			
	CO3 H mé "			
	SO4 mé "			
	Cl mé "			
TOTAL				
EXTRAIT SATURATION Ca à 25°		0,2	0,4	0,3
STRUCTURE	IS			
	K			

FICHE ANALYTIQUE

TYPE
DE
SOL

1077 de profondeur sur argile

N° PROFIL 9

ECHANTILLONS		1	2	3	4	5
Profondeur		0	0-7	7-20	20-51	70-80
PH	PH H2O	7,1	7,5	7,8	7,5	6,9
	PH KCl N	6,3	6,6	6,7	6,9	6
GRANULOMÉTRIE	Terre fine	% 100	100	100	100	100
	Sable grossier	% 16	13	5	3	11
	Sable fin	% 10	10	4	4	10
	Limon grossier	% 2	3	3	3	2
	Limon fin	% 14	13	17	15	8
	Argile	% 51	49	63	70	62
	TOTAL	% 93	88	92	95	
	Humidité (105°)	% 2,5	7,1	2,4	2,0	3
	CO3 Ca	% 0,4	1,6	11	13	0,16
MAT. ORG.	Mat. Org. Tot.	% 11,5	12,2	11	10,7	6,7
	Carbone	% 6,7	7,1	6,4	6,2	3,9
	Azote total	% 5,3	5,4	4,8	4,6	3,2
	C/N	12,6	13,1	13,3	13,4	12,1
BASES ÉCHANGEABLES	Ca mé p. 100g sol					
	Mg mé "	7,2	8,3	5,8	6,3	4,1
	K mé "	1,5	4,0	1,0	0,8	0,6
	Na mé "	1,1	0,9	0,9	1,3	1,3
	S en mé "					
	T en mé "	42	50	43,8	35,8	33,6
	V	%				
	Fer libre mg	%				
	Fer total g	%				
	P205 total g	% 1,7	1,6	1,25	1,25	0,7
	P205 Assimi. mg	%				
SELS SOLUBLES	Ca mé p. 100g sol	1,6	1,3	1,9	2,5	0,9
	Mg mé "	0,3	0,6	8,3	1,9	0,9
	K mé "	1,4	1,0	0,6	0,4	0,3
	Na mé "	0,3	0,5	0,5	0,6	0,4
	TOTAL	3,6	3,4	11,3	5,4	2,5
	CO3 mé p. 100g sol	0	0	0		
	CO3 H mé "	2,4	2,0	2,4	2,5	2,0
	SO4 mé "	1,7	2,0	5,7	4,5	2,0
	Cl mé "					
	TOTAL	4,1	4,0	7,1	7,0	4,0
EXTRAIT SATURATION	Ca 25°	1,6	1,2	1,9	3,6	1,7
STRUCTURE	IS	0,18	0,11	0,2	0,22	0,19
	K	10,8	11,9	32,1	7	16,5

FICHE ANALYTIQUE

TYPE
DE
SOL

.....
.....
..... de profondeur sur argile

N° PROFIL 10

ECHANTILLONS		10	11	12
Profondeur		0	0-8	40-50
PH	PH H2O	7,6	8	7,8
	PH KCl N	6,9	7	6,6
GRANULOMÉTRIE	Terre fine %	91	82	100
	Sable grossier %	8	6	2
	Sable fin %	18	29	22
	Limon grossier %	2	2	2
	Limon fin %	13	10	9
	Argile %	49	47	58
	TOTAL %	90	94	93
	Humidité (105°) %	5,0	1,8	3,0
CO3 Ca %	6,0	2,6	0,1	
MAT. ORG.	Mat. Org. Tot. %	7,6	7,2	8,1
	Carbone %	4,4	4,2	4,7
	Azote total %	3,1	2,5	2,8
	C/N	14,1	16,4	16,7
BASES ÉCHANGEABLES	Ca mé p. 100g sol			
	Mg mé "	7,8	9,4	7,0
	K mé "	3,7	3,1	0,7
	Na mé "	1,2	1,6	1,1
	S en mé "			
	T en mé "	39,8	33	31
V %				
	Fer libre mg %			
	Fer total g %			
	P205 total g %	1,6	0,8	0,25
	P205 Assimi. mg %			
SELS SOLUBLES	Ca mé p 100g sol	3,5	2,9	1,9
	Mg mé "	4,1	0,1	0,1
	K mé "	2,2	1,8	0,3
	Na mé "	1,8	2,2	1,9
	TOTAL	11,6	7,0	4,2
	CO3 mé p. 100g sol			
	CO3 H mé "	2,8	1,6	1,6
	SO4 mé "	7,8	5,2	3
	Cl mé			
	TOTAL	10,6	6,8	4,6
EXTRAIT SATURATION Ca à 25°		3,6	3,9	2,2
STRUCTURE	IS			
	K			

FICHE ANALYTIQUE

TYPE
DE
SOL

SOIS
Solon
(solonchaleux, salin, sodique (long. 13))

N° PROFIL 11 , 12

ECHANTILLONS		13	14	15	16	17
Profondeur		0-15	15-35	45-55	6-7	30-40
PH	PH H2O	8	8	8	7,9	7,9
	PH KCl N	7,3	6,7	7	6,9	6,8
GRANULOMÉTRIE	Terre fine	% 90	93	95	100	100
	Sable grossier	% 7	5	3	6	2
	Sable fin	% 25	25	19	21	19
	Limon grossier	% 2	2	2	2	2
	Limon fin	% 11	9	8	11	10
	Argile	% 46	56	65	53	61
	TOTAL	% 91	97	97	94	94
	Humidité (105°)	% 2,1	2,1	2,3	1,8	1,6
CO3 Ca	% 2,9	1,5	0,9	1,4	0,8	
MAT. ORG.	Mat. Org. Tot.	% 10,1	6,5	6,2	9,3	7
	Carbone	% 5,9	3,8	3,6	5,4	4
	Azote total	% 3,8	2,5	2,2	3,7	2,5
	C/N	15,5	15,2	16,3	14,5	16
BASES ÉCHANGEABLES	Ca mé p. 100g sol	non dosé				
	Mg mé "	9,2	7,8	7,6	5,5	3,2
	K mé "	3,9	1,4	1,1	5,5	0,5
	Na mé "	1,9	1,3	1,3	7,8	1,1
	S en mé "					
	T en mé "	41,2	33	34,6	39,6	16,6
	V	%				
SELS SOLUBLES	Fer libre mg	%				
	Fer total g	%				
	P205 total g	% 1,1	0,7	0,33	0,83	0,08
	P205 Assimi. mg	%				
SELS SOLUBLES	Ca mé p 100g sol	4,8	1,3	1,9	1	1,9
	Mg mé "	2,2	0,1	0,6	4,5	1,2
	K mé "	3,4	0,6	0,4	0,3	0,4
	Na mé "	5,2	1,4	1,5	0,4	0,9
	TOTAL	15,6	3,4	4,4	6,2	4,4
	CO3 mé p. 100g sol					
	CO3 H mé "	3,2	2	2,8	3,2	2,0
	SO4 mé "	13	2	2,5	19,0	5,4
C1 mé						
TOTAL	7,1	1,6	1,6	22,2	7,4	
EXTRAIT SATURATION Ca à 25°						
STRUCTURE	IS					
	K					

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL : Salin, à l'élément de profondeur de 0-10 cm sur analyse.

N° PROFIL : 17

ECHANTILLONS		18	19	20
Profondeur		0-10	25-35	55-65
PH	PH H ₂ O	8	8,1	7,7
	PH KCl N	7,2	7	6,4
GRANULOMÉTRIE	Terre fine %	100	100	100
	Sable grossier %	18	2	1
	Sable fin %	12	2	8
	Limon grossier %	3	2	3
	Limon fin %	20	46	13
	Argile %	29	42	59
	TOTAL %	82	94	
	Humidité (105°) %	3,6	1,2	2,6
CO ₃ Ca %	5,4	10	0,36	
MAT. ORG.	Mat. Org. Tot. K ₂ O %	14,0		14,5
	Carbone C %	8,1	4,8	8,4
	Azote total %	6,1	3,3	5,2
	C/N	13,2	14,5	15,4
BASES ÉCHANGEABLES	Ca mé p. 100g sol	48,4		
	Mg mé "	7	7,1	5,6
	K mé "	5,0	0,5	0,8
	Na mé "	0		
	S en mé "			
	T en mé "	60,4	21,2	35
SELS SOLUBLES	Fer libre mg %			
	Fer total g %			
	P205 total g %			
	P205 Assimi. mg %	1,47	1,0	0,32
SELS SOLUBLES	Ca mé p 100g sol	21,4	2,2	2,5
	Mg mé "	6,4	0,3	0,3
	K mé "	3,5	0,4	0,4
	Na mé "	18	3,7	3,4
	TOTAL	32,3	6,6	6,6
	CO ₃ mé p. 100g sol			
	CO ₃ H mé "	4,4	3,2	3,2
	SO ₄ mé "	41,5	1,5	2,9
	Cl mé "	1,6		
	TOTAL	47,5	4,7	6,1
EXTRAIT SATURATION Ca à 25°		11	1,7	2,7
STRUCTURE	IS	0,29	0,53	0,1
	K	6,7	0,9	4,1

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL

N° PROFIL 14

ECHANTILLONS		58	59	60
Profondeur		0-10	20-30	50-60
PH	PH H2O	9	8,7	8,1
	PH KCl N	7,7	7,3	7,0
GRANULOMÉTRIE	Terre fine %	100	100	100
	Sable grossier %	10	5	2
	Sable fin %	7	3	2
	Limon grossier %	2	3	2
	Limon fin %	24	25	11
	Argile %	44	51	70
	TOTAL %			
	Humidité (105°) %	5	4,6	4
MAT. ORG.	CO3 Ca %	5,6	14,9	0,29
	Mat. Org. Tot. %	9,3	9,8	12,6
	Carbone %	5,4	5,7	7,3
	Azote total %	5,1	4,37	5,5
	C/N	10	13	13
BASES ÉCHANGEABLES	Ca mé p. 100g sol			
	Mg mé "	4,4	9,0	16,5
	K mé "	3,1	1,8	1,6
	Na mé "	8	3,5	3,4
	S en mé "			
	T en mé "	50,5	39,7	37,8
	V %			
	Fer libre mg %			
	Fer total g %			
	P205 total g %	1,6	1,3	0,7
	P205 Assimi. mg %			
SELS SOLUBLES	Ca mé p 100g sol	2,5	1,9	1,6
	Mg mé "	2,9	0,1	0,1
	K mé "	1,3	0,32	0,2
	Na mé "	18	6,5	6,2
	TOTAL	24,7	8,8	8,1
	CO3 mé p. 100g sol			
	CO3 H mé "	15	8,0	7,0
	SO4 mé "	12,6	3,4	4,8
	Cl mé			
	TOTAL	27,6	11,4	11,8
EXTRAIT SATURATION Cà 25°		9,4	18	3,3
STRUCTURE	IS	0,98	0,3	0,15
	K	0,08	0,3	2,4

FICHE ANALYTIQUE

TYPE DE SOL :

N° PROFIL 16

ECHANTILLONS		54	55	56
Profondeur		0-15	40-50	100-120
PH	PH H2O	9	9,2	8,8
	PH KCl N	8	8	7,2
GRANULOMÉTRIE	Terre fine	100	100	100
	Sable grossier	14	3	9
	Sable fin	7	5	11
	Limon grossier	1	1	1
	Limon fin	21	9	10
	Argile	40	70	53
	TOTAL			
MAT. ORG.	Humidité (105°)	6	5,5	5
	CO3 Ca	7,8	2,4	0,9
	Mat. Org. Tot.	19,5	12,1	13,5
	Carbone	11,3	7	7,8
	Azote total C/N	7,7	4,9	4,5
BASES ÉCHANGEABLES	Ca mé p. 100g sol			
	Mg mé "	16,2	16,3	10
	K mé "	1,9	1,5	1,5
	Na mé "	0	10	9
	S en mé "			
	T en mé "	47,0	48,2	43,9
	V			
SELS SOLUBLES	Fer libre mg			
	Fer total g			
	P205 total g	1,46	1,3	1,5
	P205 Assimi. mg			
SELS SOLUBLES	Ca mé p 100g sol	0,6	1,6	1,3
	Mg mé "	2,5	3,5	1,0
	K mé "	0,6	1,0	0,4
	Na mé "	24	17	12
	TOTAL	27,7	23,1	14,7
	CO3 mé p. 100g sol			
	CO3 H mé "	27	21	15
SO4 mé "	6,8	5,4	5,8	
C1 mé				
TOTAL	33,8	26,4	20,8	
EXTRAIT SATURATION Ca 25°		6,0	3,4	2,1
STRUCTURE	IS	0,24	0,65	0,3
	K	1,8	0	2,1