

TYPES DE SOLS DES PARCELLES DE L'O.N.U.

REACTIONS PREVUES A L'IRRIGATION

Par P. ROEDERER, - Pédologue

(Collaboration de MM. FOURNET & SOURDAT - Pédologues)

I - GENERALITES

A la suite de l'Assemblée Générale de l'U.N.E.S.C.O. en octobre 1960, le Gouvernement Tunisien candidat à l'organisation du Centre des Irrigations à l'Eau Salée, présenta au Pr. AUBERT différentes parcelles pouvant permettre l'étude de l'irrigation à l'eau salée et de son action sur les sols.

Les parcelles prévues, au nombre de 4 ont été choisies comme présentant les problèmes les plus courants dans les zones arides de type méditerranéen :

- 1) Un sol lourd, à structure médiocre, irrigué à l'eau moyennement salée : Basse Vallée de la Medjerdah - sol salé - eau moyennement salée - climat méditerranéen.
- 2) Un sol steppique, relativement léger, recevant une eau d'irrigation chargée : Ksar Rhériss - sol non salé - eau salée - climat plus aride.
- 3) Un sol gypseux sur une partie, mais alluvial sable-limoneux sur une autre partie disposant d'une eau très chargée : Oued Akkarit - sol gypseux - eau très salée.
- 4) Un sol sous culture type d'oasis : sol salé irrigué à l'eau peu salée : Tozeur - sol salé léger - eau peu salée - climat aride - nappe proche.

Les parcelles ont été choisies assez grandes de façon que les résultats ne soient pas seulement applicables à la recherche, mais puissent déjà être considérés comme des essais en champs facilement extrapolables à l'échelon exploitation.

Je ne m'étendrai pas sur les caractères de ces parcelles, leur taille est de l'ordre de 15 à 30 hectares, de préférence sur des sols homogènes.

II - TYPES DE SOLS DES PARCELLES

A - BASSE MEDJERDAH

La parcelle n'étant pas définitivement choisie au moment où cette note a été rédigée, il n'est pas possible de donner des renseignements précis.

Cependant, l'on peut dire que les sols sont du type limono-argileux, calcaire, à structure cubique, cohérence forte, salé ou salé à alcalis.

L'eau d'irrigation varie de 1,7 g à 3 g de résidu sec, (la conductivité de 2,5 à 4,5 mmhos/cm) suivant les époques et les lâchures des barrages de la haute vallée. Le S.A.R. est de l'ordre de 5 à 8 ce qui classe cette eau dans les catégories $C_4 S_2$ à $C_4 S_3$ ce qui est considéré aux U.S.A. comme une eau à haute salinité dangereuse pour les sols à forte capacité d'échange.

B - PROJET DE PERIMETRE IRRIGABLE A KSAR RHERISS1 - SITUATION

Le périmètre irrigable devant comprendre une trentaine d'hectares se localise, sur la carte de Maknassy au 1/100.000°, autour du sondage N° 6919/5 dont les coordonnées sont :

$$y = 8^{\text{G}} 29' 62'' \quad x = 38^{\text{G}} 49' 40''$$

il se trouve compris dans une zone limitée :

- Au Nord par l'Oued Leben.
- A l'Est et au Sud par l'Oued Zebbens
- A l'Ouest, il pourra s'étendre au delà de la route de Bir Ali Khalifa à Maknassy si nécessaire.

12 - QUALITE DE L'EAU.

Le sondage a un débit spécifique moyen de 91 l/s.

L'analyse chimique de l'eau donne les résultats suivants :

	Ca	Mg	Na	SO ⁴	Cl	CO ³ H	R.S.
en mgr	336	199	750	1 805	852	93	4 260
en meq	16,8	16,4	32,6	37,6	24	1,5	128,9

$$\frac{\text{Na}}{\text{S. cat}} = 49,5 \%$$

$$\frac{\text{SO}^4}{\text{S. an}} = 59,5 \%$$

$$\frac{\text{Cl}}{\text{S. an}} = 38 \%$$

.../...

Conductivité = 6,5 mmhos/cm

SAR = 8

Classe = C_5S_3 où :

- C_5 indique une salinité excessive.
- et S_3 l'apparition d'une alcalinité dangereuse dans la plupart des sols.
D'où nécessité d'un aménagement spécial soit drainage, soit fort lessivage.

3. - LES SOLS.

Dans la zone limitée au premier paragraphe, le type de sol est essentiellement le sol brun steppique à texture grossière reposant à 60 cm sur un dépôt de texture moyenne riche en calcaire et en nodules calcaires.

Le profil type est le suivant : N° 3

- 0 - 15 cm : sableux à sable fin et grossier - couleur brun pâle - structure particulaire - $CO^3Ca = 5 \%$ - $SO^4Ca \cdot 2H_2O = 1,23 \%$
M.O. = 1,35 %.
- 15 - 55 cm : sableux à sable fin et grossier - couleur brun pâle - structure particulaire plus compacte - $CO^3Ca = 10 \%$ - $SO^4Ca = 1,4 \%$ - M.O. = 2,27 %.
- 55 - 200 cm : sablo-argileux à sable fin et grossier - couleur rosé - structure fondue, compacte, présence de nodules calcaires extrêmement nombreux - $CO^3Ca = 31,9 \%$ - $SO^4Ca = 0,9 \%$.

Les % de saturation de la pâte sont respectivement de 20 % de 0 à 15 cm
26 % de 15 à 55 cm
32 % de 55 à 200 cm

.. / ...

Le sol ne présente pas de salure sur toute la profondeur du profil.

Il est à noter le caractère battant de la structure due en bonne partie à la texture du sol associée à une augmentation très rapide du % de calcaire en profondeur.

4 - APTITUDES CULTURALES.

En culture irriguée :

En ce qui concerne la sol lui-même pour des cultures annuelles telles que céréales, coton, maïs, luzerne, sa profondeur, sa texture, le % de calcaire et le % de saturation de la pâte permettent de le classer en C₁ M₁ c'est-à-dire sol convenant bien aux cultures annuelles, fourragères et maraîchères.

Etant donné la qualité de l'eau d'irrigation, et pour ces seules cultures, il sera nécessaire d'assurer un fort lessivage si l'on veut éviter l'apparition d'une salinité dangereuse dans les 60 premiers centimètres du sol. Il sera, en ce cas, nécessaire, d'envisager le problème de la fumure.

Au point de vue topographique, le terrain est assez régulier et ne demandera pas de grands travaux d'aménagement de l'irrigation à l'exception toutefois de la partie Nord-Est du périmètre où il faudra envisager une régularisation du terrain par aplanissement.

MS/LM

C - PARCELLE OUED AKKARIT

1 - SITUATION

Le puits se trouve à 1,500 km à l'Est du pont par lequel la G.P. I franchit l'Oued Akkarit, sur la rive Sud, à 28 km au Nord de Gabès.

Gouvernorat de Gabès - Délégation de Métouïa.

Carte topographique au 1/100.000° n° 75 : Gabès.

Photos aériennes : mission 138 - n° 506 - 507, 400 - 401.

2. - ETAT DU PUIITS ARTESIEN

Le forage a été achevé en juillet 1956 et immédiatement fermé parce que la salure de l'eau était excessive (7 800 mg). En 1960 on s'est aperçu que le filet d'eau qui sortait de la potence avait une salure inférieure à 4 000 mg. Dans ces conditions, on pouvait envisager son utilisation à des fins agricoles et l'étude pédologique des sols a été de nouveau entreprise.

En 1961, le forage étant progressivement ouvert voit son taux de salure remonter à 7 800 mg : la baisse de salure était donc un accident du à l'interférence d'une nappe douce.

3 - CHOIX D'UN PERIMETRE

A - Sols d'apport fluvio-éolien, avec gypse réparti et hydromorphie temporaire de profondeur sur un encroûtement gypseux de nappe, zone Nord.

Fossé N° 13.

0 - 10 cm : sableux - beige pigmenté de blanc - structure lamellaire en surface puis polyédrique - éclatant en particules - poreux - radicales.

PERIMETRE DE L'OUED AKARIT

☐ Croûte gypseuse

☐ Nebkas



ECHELLE

500

1000 m

- 10 - 30 cm : sablo-limoneux - beige pigmenté de blanc - structure plus affirmée probablement gypseux.
- 30 - 100 cm : sablo-limoneux beige avec mycélium gypseux - structure prismatique se défaisant en éclats et grumeaux.
- 100 - 130 cm : limono-argileux - brun avec marbrures beiges et mycélium blanc très abondant - fondu - frais.
- 130 - 200 cm : le même décoloré gris-beige - mycélium et cristaux de gypse visibles à la loupe - fondu légèrement cohérent - gypse très abondant.

Fossé N° 14.

- 0 - 20 cm : sableux - beige - structure lamellaire puis polyédrique éclatant en particulaire.
- 20 - 50 cm : sablo-argileux - beige - éléments polyédriques en fuseaux - cohérents - indurés avec nombreux petits pores - cristaux de gypse visibles.
- 50 - 120 cm : strates successives - sablo-argileuses ou sablo-limoneuses avec mycélium gypseux - structure en grands prismes cohérents se défaisant en grumeaux.
- 120 - 200 cm : argilo-limoneux - brun - marbré avec mycélium - massif avec strates charbonneuses.
- 200 : moins cohérent - plastique - nombreux amas charbonneux.

Superficie : 18 ha environ.

Valeur : texture beaucoup trop fine pour une eau de 7 800 mg.

B - Apports éoliens très gypseux à hydromorphie temporaire sur un encroûtement gypseux de nappe.

Fossé 16.

0 - 20 cm : sable fin grumeleux mêlé à de nombreuses racines.

20 - 22 cm : horizon caverneux occupé par des débris organiques.

22 - 40 cm : sablo-limoneux beige fortement gypseux - serré.

40 - 70 cm : le même cohérent et compact - pas de mycélium.

70 - 110 cm : le même très fortement gypseux.

110 : gypse hydromorphe blanc-sale.

Ce profil est à priori très médiocre, non cultivable dans les conditions locales, toutefois il est comparable à la parcelle d'essai d'Aïn Zerig.

Superficie : environ 20 ha

C - Sols d'apport fluvio-éolien légèrement hydromorphe en profondeur sur encroûtement gypseux (25 - 26 cm). Une partie est salée en profondeur, probablement légèrement à alcali (23 - 24 cm).

Fossés 23, 24, 25 et 26.

Superficie : environ 20 ha - assez homogène - profils également plus homogènes - moins stratifiés que dans la zone Nord.

Il y a là un puits familial équipé d'une pompe donnant une eau de 3 450 mg : le rendement des cultures maraîchères est intéressant.

Il y aurait lieu de faire une conduite fermée, enterrée de 3 km.

Fossé 23.

- 0 - 15 cm : sableux - peu calcaire - non gypseux - brun jauné - friche couverte de chiendent - structure particulière à grumeleuse comprise dans le réseau des racines du chiendent.
- 15 - 50 cm : sableux - peu calcaire - non gypseux - brun-jaune blanchi par le calcaire diffus - induré, polyédrique à prismatique à cassures arrondies. - sec.
- 50 - 80 cm : le même - frais - non induré.
- 80 - 120 cm : équilibré - peu calcaire moyennement gypseux - brun-marron clair avec mycélium gypso-calcaire - fondu.
- 120 - x cm : très fortement gypseux - gris-blanc - frais - englobant des nodules argilo-limoneux bruns.

On note un léger accroissement du calcaire de 0 à 120 et une capacité de rétention favorable.

Cultivable avec drainage.

Fossé 24.

Alluvions hydromorphes et salines en profondeur. Cristaux de sel couvrant la paroi à partir de 85 cm. Friche bordée de petites tabias (limite de parcelle et non pas rétention); celles-ci portent une Salsolacée, *Atriplex halimus*, *Limoniastrum*; 20 mètres plus loin apparaît *Suaeda fruticosa* et *Arthrocnemum pruinosum*.

- 0 - 10 cm : sablo-limoneux brun clair - éléments éoliens lamellaires mélangés par la culture à des éléments grumeuleux ou polyédriques.

- 10 - 25 cm : limoneux - assez calcaire - non gypseux - poreux - légèrement induré - légèrement cohérent - prismatique éclatant en fins grumeaux - surfaces irrégulières.
- 25 - 85 cm : limoneux à limono-argileux - peu calcaire - peu gypseux - brun avec mycélium - porosité plus fine - fondu.
- 85 - 130 cm : limono-argileux à argilo-limoneux - brun avec nodules plus clairs - très peu calcaire - gypseux avec mycélium assez grossier et cristaux brillants, petits - compact - frais - structure en nodules étroitement ajustés à faces nettes.
- 130 cm : on tend vers un encroûtement gypseux microcristallin - mycélium de plus en plus abondant - blanc sale coloré par des résidus argileux.

Noter la diminution du calcaire, l'augmentation du gypse et une capacité de rétention défavorable.

Fossé N° 25.

Friche bordée de basses tabias avec du Sparte, du Pituranthos et quelques Armoises.

- 0 - 50 cm : limono-sableux, lamellaire éclatant en particules en surface à équilibre polyédrique à partir de 20 cm, de plus en plus cohérent mais très progressivement et finement poreux - calcaire - non gypseux.
- 50 - 70 cm : équilibré - peu calcaire - moyennement gypseux - avec mycélium gypseux - structure en nodules très ajustés.
- 70 - 90 cm : limono argileux - non calcaire - assez gypseux - mycélium et escargots - fondu.

90 - 130 cm : gypseux de texture limoneuse - marron-beige.

Capacité de rétention assez forte (de 17 à 25 cm).

Fossé N° 26.

Efflorescences en parois à 120.

Friche avec sur les tabias : Sparte, Limoniastrum, Atriplex, Soude et Lycium.

0 - 10 cm : sablo-limoneux brun jaune - peu calcaire - non gypseux - particulière à grumeleux.

10 - 35 cm : sablo-argileux - peu calcaire - très peu gypseux - calcaire en imprégnation - induré et blanchi.

35 - 50 cm : le même très induré et cohérent.

50 - 130 cm : sable argileux - peu calcaire - non gypseux passant progressivement à argilo-limoneux calcaire - très peu gypseux - brun de plus en plus foncé - fondu - compact - non induré - frais.

130 - 170 cm : apparition de pseudo-mycélium.

170 cm : gypseux - limoneux - frais - accumulation d'origine indéterminée.

Le reste ne peut être pris en considération.

D - Zones à nebkas : profondeur insignifiante (trou 20).

E - Zones du fossé 21 et 28 peu homogène et peu profond au-dessus du gypse.

F - Zones salées à alcali : 22 et 27.

G - Zones très gypseuses à hydromorphie ancienne formant terch fossile : trou 17, 18 et 19.

H - Sebka: trou 15.

D - PROPRIETE PENNET - TOZEUR

1 - SITUATION.

La plantation PENNET est une extension du périmètre irrigué de Tozeur sise au Nord Est de la palmeraie.

Coordonnées
x = 6^G 48' 50"
y = 57^G 69' 30"

Carte au 1/100.000^e N° 79 Tozeur

2 - RENSEIGNEMENTS GENERAUX.

Pour la climatologie et les besoins en eau, on se reportera aux études de MM. DESSUS, NANI, SABATHE, BUREAU, publiées à la S.S.E.P.H.

N° 96 (En Nestlaïet), N° 136 (Sebaa Biar), N° 68 (Castilla).

3 - DISPOSITION DE LA PALMERAIE.

Plantation en carré - 620	palmiers Deglat
20	" Alig
20	" Kentichi
1	Besseria

Aucun arbre en sous étage.

Culture d'engrais vert : luzerne, fève.

Palmiers entièrement en production, donnant 9 régimes à 95 % de première qualité.

4 - SALURE DES EAUX.

Ségua arrivée	R.S. (g/l) =	Cl (g/l) =
	2 000	674
Trou N° 1	15 440	5 112
" 2	10 880	9 200
" 3	7 420	1 775
" 4	10 420	2 733
Drain sortie	7 160	1 775
Trou N° 5	9 480	2 236
" 6	8 340	2 130
" 7	8 880	2 094

5 - DESCRIPTION DES PROFILS.

Un échantillonnage détaillé a été fait ; les résultats suivront.

Le profil type est celui des fossés 1 et 7, le profil peut être plus ou moins encroûté par la formation d'un terch (fossés 2 et 5) : ce terch semble localisé dans la parcelle longitudinale où se trouvent 2 et 5 et dont les rendements sont moindres.

La parcelle des fossés 3 et 4 présente une couleur plus foncée, plus homogène et un meilleur enracinement.

Il est possible que le terch se soit formé à une époque où le drainage insuffisant avait établi la nappe autour de 90 cm (fossés 2 et 5), puis le drainage a fait descendre la nappe à 130 tandis que les racines sont maintenues à 90 sans pouvoir traverser le terch ; En effet il est étonnant que les fossés les plus encroûtés soient ceux où la nappe est la plus basse et les racines localisées très haut tandis que dans les fossés 3 et 4 les racines bien réparties se développent dans la nappe au-delà de 110.

Tous les profils peuvent être définis comme sols salins, gypseux à hydromorphie de profondeur à taches et concrétions (ou à encroûtement).

Fossé 1

On ne peut véritablement distinguer les textures : l'ensemble est très gypseux, légèrement calcaire, humide de texture finement sableuse à limoneuse mais fondante.

- 0 - 2 cm : efflorescences salines et gypseuses blanches et poudreuses.
- 2 - 25 cm : sable fin limoneux fondant beige-brun - peu poreux - peu de racines non cohérent - non induré - grumeleux.
- 25 - 50 cm : sable fin limoneux fondant blanc-beige légèrement marbré de brun-gris - finement poreux - pas de racines - légèrement schisteux se défait en éléments cassants - contient des petits noyaux indurés.
- 50 - 55 cm : le même brun-gris.
- 55 - 58 cm : niveau légèrement encroûté brun-rose - continu - lamellaire se défait en petits éléments cubiques.
(Ce niveau fournit les encroûtements dans les fossés 2 et 5).
- 58 - 70 cm : strates de gypse en pseudo-sable grossier, non cohérent - vacuolaire.
- 70 - 105 cm : brun-gris avec taches plus claires ou plus roses - noyaux indurés (ras-kelb).

Un encroûtement s'indurant vite à l'air se trouve sous la nappe.

Les racines saines, abondantes sont bien réparties entre 50 et 105.

Ceci correspond à la face côté séguia, la face côté drain en comporte pas d'horizon blanc entre 25 et 50 cm, mais seulement de noyaux blancs disséminés.

Fossé 6

identique à 1 : nappe à 110 cm.

Fossé 7

0 - 20 cm : sable fin limoneux fondant beige-brun - non cohérent - grumeleux - compact - frais - nombreux petits amas gypseux blancs.

20 - 38 cm : sable fin limoneux blanc-beige avec taches ocres sur d'anciens trajets de racines - incohérent - grumeleux - faiblement stratifié et concrétionné par endroits;

38 - 44 cm : jaune-rosé - fondant sableux - polyèdres arrondis finement poreux - légèrement concrétionnés.

44 - 61 cm : gypse en sable grossier (comme du gros sel) fondant brun-rosé.

61 - 90 cm : brun-gris avec quelques taches et nodules clairs - sable fin fondant - friable.

90 - 105 cm : encroûtement jaune-rosé - légèrement rubané se désagrégant facilement.

105 - 120 cm : gris-brun décoloré - sable fin fondant - taches ocres.

Racines saines et bien réparties de 38 à 120 cm.

Fossé 2

Palmier de moindre développement.

Présente de 0 à 90 cm. les mêmes horizons que 1 et 7 mais il y a blocage complet des racines avec feutrage grossier sur un terch à 90 cm. côté séguia, 100 cm. côté drain.

L'ensemble est assez sec au dessus du terch.
plus humide dans le terch.

- 0 - 20 cm : sable fin brun-gris - grumeleux fondant - non cohérent.
- 40 - 60 cm : le même - blanc - légèrement induré.
- 60 - 90 cm : brun-gris - compact - fondu - non induré.
- 90 - 110 cm : terch - aspect de sable grossier - gris brun taché de blanc - finement poreux résistant à l'écrasement mais peu résistant à la brisure et se délitant à l'eau.

Au-dessus, les racines occupent 2 cm. en feutrage.

Fossé 5.

même succession que 1 et 7 avec encroûtement plus compact de l'horizon jaune-rose (55-58 cm. du fossé 1). Les racines forment un réseau au-dessus.

Mauvais enracinement réparti en 2 ou 3 strates horizontales au-dessus des horizons correspondant à ceux où les racines sont les mieux réparties dans 1 et 7.

Aucune racine au-delà de 70 cm.

Nappe à 110 cm.

Fossé 4.

Nappe à 100 cm - racines bien réparties -
encroûtement dans la nappe.

Fossé 3.

0 - 40 cm : sablo-limoneux fondant brun-gris avec amas plus ou moins clairs -
apparence moins gypseuse.

- 40 - 80 cm : limons-sableux fondant brun-foncé - organique avec amas et cristaux fondants jaunes - mycélium mal dessiné - racines.
- 80 - 100 cm : le même avec taches jaunes-roses concrétionnées - le reste noirâtre - humide - friable.
- 100 - 120 cm : brun-gris tache jaune - frais - pseudo-sable - limon et racines - racines bien réparties jusqu'à 140 cm.

III - EVOLUTION DE CES SOLS

A - ESSAIS

Les essais prévus portent sur cinq facteurs mais tous ne seront pas représentés dans chaque périmètre.

L'influence de la rotation et du drainage ne sera étudiée qu'en Medjerdah et les autres périmètres seront les supports d'expérimentations sur : préparation et couverture du sol, fertilisation et amendement, doses d'irrigation et répartition.

B - EVOLUTION PREVISIBLE DES SOLS

1 - PREPARATION ET COUVERTURE DU SOL.

On peut espérer, surtout dans le cas des sols légers, éviter une accumulation des sels en surface. En terre argileuse, type Medjerdah,

c'est plutôt par la forme des planches que l'on pourra localiser l'accumulation de surface en des endroits moins gênants pour les plantes.

2 - FERTILISATION ET AMENDEMENT.

Dans les trois périmètres hors Medjerdah, les sols sont suffisamment pourvus en gypse, sauf Ksar Rhériss, et cette méthode d'amélioration ne doit pas avoir des résultats probants.

La fertilisation et la fumure organique doivent par contre avoir une action bénéfique marquée.

3 - DOSES D'IRRIGATION ET REPARTITION.

Ces doses seront calculées d'après l'évapotranspiration potentielle ; les premiers résultats des essais effectués en Tunisie semblent montrer que l'irrigation \approx E.T.P. mais \geq E.T.P. - 4 mm/jour a réparti les sels solubles dans toute l'épaisseur du sol, sans accumulation brutale dans les 20 premiers centimètres, et que les cations sont plus ou moins mobiles.

Jusqu'à présent on a appliqué la dose de lessivage = 30 % de l'irrigation après chaque tour d'eau.

Il n'est pas sûr que ce soit la bonne méthode, car des drains coulent souvent très peu après ces doses, et les éléments fertilisants sont lessivés. On peut espérer que la dose de lessivage apportée en fin de saison permettrait d'économiser des engrais et d'utiliser l'eau à une époque où elle est moins rare. Les sols légers du Centre et du Sud devraient donner de bons résultats, car le complexe absorbant est de faible valeur dans ces sols et la dispersion n'est pas à craindre. Il n'en est pas de même en Medjerdah où le lessivage en fin de saison avec une eau peu chargée (< 2 g) devra probablement s'accompagner d'amendements pour éviter le colmatage par dispersion. Cependant même dans les périmètres du Sud, il faudra surveiller la perméabilité car il est certain que dans beaucoup de cas,

les plantes souffrent plus d'engorgement que de salure-pure. En particulier les sols de Ksar Rhériss à nodules seront malgré tout susceptibles de devenir battants.

Les parcelles de Tozeur poseront surtout le problème du maintien de la salure à un taux acceptable par lessivage mais il faudra en outre empêcher la nappe de remonter à moins d'1 mètre car il pourrait y avoir formation de terch ou de deb-deb (encroûtements gypseux cristallisés) qui s'opposent à la pénétration et à la vie des racines.

IV - CONCLUSION

Les sols et les eaux ont été choisis pour avoir un échantillonnage, le plus complet possible, des terres de Tunisie et des pays environnants.

On peut prévoir que parmi les problèmes posés, la liaison entre l'économie de l'eau et les besoins en lessivage, la lutte contre l'accroissement de la salure et l'existence d'eaux très salées, la présence de sols à alcalis malgré un milieu souvent gypseux ne seront pas résolus tout de suite.

L'intérêt de ces essais est de s'intégrer dans une expérimentation existant déjà dans les pays semi-arides méditerranéens, et de pouvoir continuer même après la fin de l'aide de l'O.N.U. sur la base des premiers résultats qui auront été obtenus.