

REPUBLIQUE TUNISIENNE

1965

23

SECRETARIAT D'ETAT AU PLAN ET A L'ECONOMIE NATIONALE
SOUS-SECRETARIAT D'ETAT A L'AGRICULTURE

Sous-Direction H. E. R.

SECTION DE PEDOLOGIE

M. HAMZA

ETUDE PEDOLOGIQUE DE LA ZONE GABÈS-NORD

Par M. POUGET, Pédologue O. R. S. T. O. M. (Août 1963)

N° 246

ETUDE PEDOLOGIQUE DE GABES NORD

Par

M. POUGET - Pédologue - O.R.S.T.O.M.

(août 1963)

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
I - <u>PRESENTATION</u>	1
A)- BUT DE L'ETUDE	1
B)- LIMITE DE LA ZONE	1
C)- MOYENS DE PROSPECTION	2
II - <u>LE MILIEU NATUREL</u>	3
A)- RELIEF GEOLOGIE GEOMORPHOLOGIE	3
B)- CLIMAT	8
C)- HYDROLOGIE	11
D)- LA VEGETATION	14
III- <u>LES SOLS</u>	17
A)- LES SOLS NON EVOLUES (1)	17
B)- LES SOLS PEU EVOLUES	21
C)- LES SOLS CALCIMORPHES GYPSEUX	35
D)- SOLS ISOHUMIQUES	46
E)- SOLS HALOMORPHES	50
F)- SOLS HYDROMORPHES	61
IV)- <u>LA MISE EN VALEUR</u>	65
A)- APTITUDES DES SOLS AUX CULTURES SECHES	65
B)- AUTRES APTITUDES	70
C)- APTITUDES DES SOLS AUX CULTURES IRRIGUEES	72
V)- <u>CONCLUSION</u>	75
VI)- <u>BIBLIOGRAPHIE</u>	76

P R E S E N T A T I O N

I - PRESENTATION

A) BUT DE L'ETUDE :

Cette étude s'insère dans le cadre de l'inventaire des sols entrepris à l'échelle du 1/100.000 dans la Tunisie du Sud en bordure littorale du Golfe de Gabès.

Ainsi il sera possible de localiser les zones les plus intéressantes pour l'installation de périmètres irrigués et prévoir éventuellement des forages en fonction de ces mêmes zones. D'autre part, ceci devrait nous permettre de situer les oasis dans un cadre plus général tout en recherchant leur extension.

B) LIMITE DE LA ZONE :

La superficie totale couverte par cette région est de 60.000 hectares environ.

Les limites en sont :

A l'Ouest : G.P. 23 Gabès-Sfax et la Garaet Fatnassa.

A l'Est : Mer Méditerranée.

Au Sud : Bou-Chemma - Gabès, avec le Djebel Dissa au Sud - Ouest (1)

Au Nord : La Skhira, Sidi Mehedeb avec au Nord-Ouest les plateaux de Sbih et Bled el Hita (2)

Il s'agit donc de la bande littorale de part et d'autre de la G.P. 1 entre Gabès et Skhira, soit une longueur de 50 kms environ pour une "profondeur" maximum de 20 kms.

1) Etude pédologique des périmètres de Bir Chenchou et Djebel Dissa par M. SOURDAT

Etude de Bassin versant de l'Oued Gabès par M. BUREAU & G. NOVIKOFF.
Carte au 1/100.000° Gabès - Adjim par M. BUREAU.

2) Etude Pédologique de Sidi Mehedeb-Sud par M. SOURDAT au 1/100.000°.

Etude Pédologique de Sidi M'Hedeb Nord par M. MORI au 1/100.000°

C) MOYENS DE PROSPECTION :

Le seul fond topographique dont nous disposons est la couverture très ancienne et souvent imprécise de 1/100.000.

- Carte : 68 Mehamla
- : 69 La Skhira
- : 74 El Hamma
- : 75 Gabès

Il faut ajouter un 1/50.000° pour les environs de Gabès.

Dans ces conditions, nous avons très largement utilisé les photos aériennes (échelle voisine de 1/25.000°).

Mission { 129 - 130 - 138
 { Tunisie 1948 - 1949

L'assemblage de photos aériennes a servi de fond topographique sur lequel nous avons dessiné la carte pédologique, réduite photographiquement et appliquée sur la Carte d'Etat-Major au 1/100.000°. Cette solution, comportant beaucoup d'inconvénients (réduction notable de la précision) s'est trouvée la plus pratique et sans doute la plus "précise".

Les données géologiques utilisées :

- Cartes géologiques provisoires (1929-1933) au 1/200.000°
Kébili et Gabès par M. SOLIGNAC.
- Carte géologique de la Tunisie (1/500.000°) par M. GASTANY,
sont insuffisantes, relativement surtout aux formations quaternaires les plus étendus et les plus intéressantes de notre point de vue.

LE MILIEU - NATUREL

II - LE MILIEU NATUREL

A) RELIEF - GEOLOGIE :

Avec leurs 273 mètres, les corniches turoniennes du Djebel Fatnassa (1) dominent très nettement vers la mer. Elles sont entaillées par de grands oueds se terminant en larges deltas plus ou moins inondables : les sebkhas littorales.

Les Djebels :

Deux massifs crétacés d'inégale importance :

Le Djebel Fatnassa et le Djebel Dissa :

Le premier, terminaison périclinale à l'Est du Dôme du Fedjedj, bien fracturé et effondré dans le golfe de Gabès, présente une série de corniches turoniennes (calcaire gréseux rouge). Les dolomies, marnes vertes, sables grossiers, argiles gypseuses très colorées (vert, jaune, rouge) traversées par de magnifiques filons de gypse fibreux (10 à 30 cm. d'épaisseur) représentant le Faciès Wealdien du crétacé inférieur occupent le coeur de cet anticlinal éventré.

Au Nord-Est, le calcaire gréseux turonien réapparaît au Djebel Roumana à la faveur d'une faille Nord-Sud très nette. Un conglomérat Senonien (Crétacé Supérieur) relie les deux Djebels.

Le Djebel Dissa :

Au relief tabulaire (calcaire blanc et dur du campanien), est en fait à l'extérieur de la zone étudiée. Il se prolonge vers le Nord avec le Djebel Krériba au relief plus mou dû à la prédominance des marnes gypseuses intercalées avec le calcaire, (2) et jouant un rôle important dans la genèse des croûtes gypseuses en cet endroit.

1) Nous désignerons ainsi l'ensemble des Djebels :

Tebaga Fatnassa, Mesreb El-Alig, El Meida, Ouidane El-Hachana.

2) Bibliographie N° 6

Koudiat El-Mergueb.

Petite colline (105 m.) allongée Ouest-Est descendant lentement vers l'Est, séparant ainsi les bassins versants de l'Oued Akarit au Sud et Oued Er-Rmel au Nord. Elle doit son relief à un conglomérat grossier surmontant des formations d'argiles gypseuses passant localement à des sables. Ce conglomérat semble descendre lentement vers le Nord en direction de l'Oued Er-Rmel; on le retrouve en buttes - témoins encore bien conservées.

Draa Oudref.

Parallèlement au Djebel Fatnassa, une série de petites buttes témoins (77 mètres) forment une ligne de hauteurs avec au sommet un conglomérat grossier à ciment blanchâtre gypseux.

Au dessous :

- Argile marron avec très gros cristaux de gypse repartis en polygones (environ 50 cm. de diamètre) cristallisation en rose de sable.
- Banc de grès grossier (graviers dans un ciment, blanchâtre gypso-calcaire) peu épais (50 cm. à 1 m.).
- Sables jaunes ôcre, gris beige, (pontien) avec de grandes lentilles plus colorées, gypseuses et des intercalations de bancs d'argile verte gypseuse plus ou moins importantes.

Ces sables très épais sont exploités pour la construction, le long de la G.P. 23 entre Oudref et le Djebel Fatnassa.

Les plateaux - glacis.

Ils forment au Nord et au Nord-Ouest un plan incliné plus ou moins régulier entaillé par les Oued Melah, Er-Rmel, Bou Saïd, révélant ainsi leur socle massif d'argiles gypseuses miopliocène.

Plateaux de la Skhira.

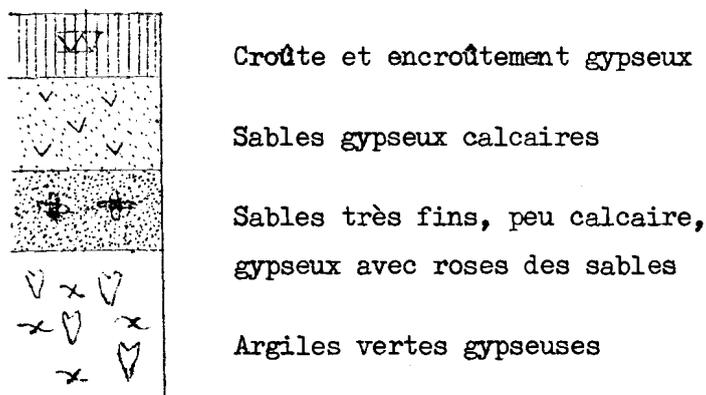
Vaste plateau encroûté, il se termine en falaise de plusieurs dizaines de mètres sur la mer, donnant ainsi une idée de l'épaisseur des formations gypseuses.

Plateau de Sbih et Bled El-Hita.

Ensemble moins tabulaire, avec des croûtes gypseuses de préférence en bordure d'oueds, il est limité au Sud par l'Oued Er-Rmel et la Garaet Fatnassa.

On peut rattacher à cet ensemble de plateaux, les grandes étendues de croûte et encroûtement gypseux au Sud de l'Oued Akarit, s'appuyant sur Draa Oudref et le Djebel Dissa et s'inclinant doucement vers la mer. Elles ont un substrat commun : les argiles gypseuses affleurant dans les coupes d'Oueds, en particulier à l'Oued El-Akarit, Oued Melah, Oued Demna, Oued Tine.

Elles sont parfois recouvertes de sables gypso-calcaires en lits superposés à texture et teneur en gypse variables.



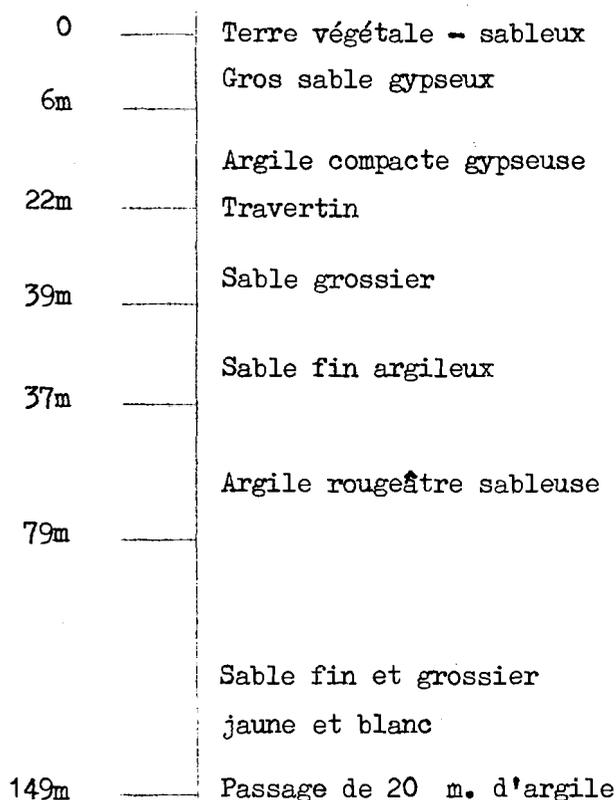
Coupe de l'Oued Tine.

Souvent (Oued Demna) ces argiles sont associées à des bancs de travertins rose-saumon avec inclusions d'argile gypseuse.

Très souvent également, l'argile gypseuse se trouve directement sous l'encroûtement gypseux.

Des sondages effectués dans la région des Oasis confirment l'épaisseur de ces formations argilo-sablo-gypseuses.

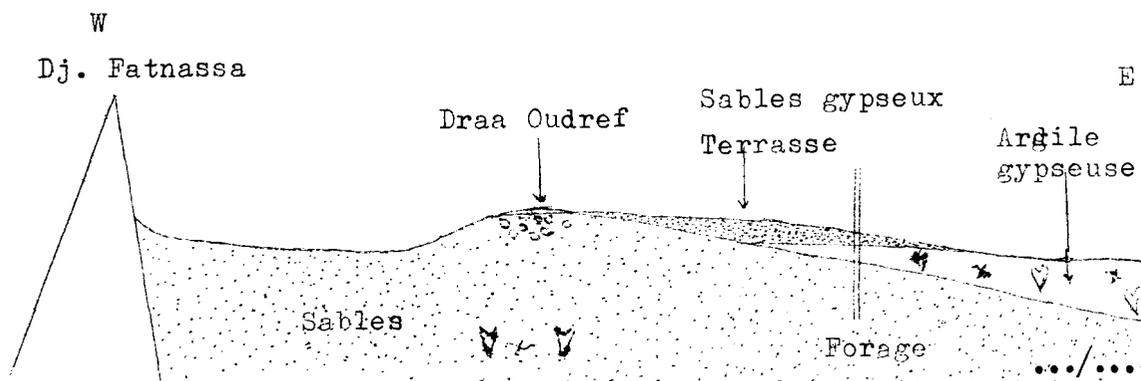
SONDAGE OUED EL-AKARIT (N° 6625 BIRH)



Ce sondage n'indique pas toujours la nature exacte des sables et argiles trouvées, en particulier si elles sont ou ne sont pas gypseuses. Néanmoins, on note la prédominance des sables vers la profondeur, en surface au contraire les argiles dominent malgré un recouvrement sableux superficiel.

D'autre part, l'examen des profils de croûtes gypseuses dans les vallées d'Oueds situées entre l'Oued Melah et l'Oued Akarit en bordure de la mer, nous confirme ce faciès plus argileux des formations gypseuses.

Il est permis d'ébaucher un schéma sommaire en faisant une coupe Ouest-Est du Djebel Fatnassa à la mer.



Ainsi se trouveraient individualisés deux ensembles : le plus ancien sableux avec intercalation d'argiles gypseuses sans doute le pontien et un faciés plus argileux également mio-pliocène.

Les piedmonts.

Deux systèmes sensiblement identiques de part et d'autre du Djebel Fatnassa.

A l'Est : Immense cuvette très évasée se relevant vers le Djebel et Draa Oudref, elle s'ouvre ensuite en s'abaissant vers le Nord-Est à l'Oued Akarit.

A l'Ouest : Vaste plan incliné vers le Nord-Ouest, qui vient butter contre le plateau de Bled El-Hita descendant en sens inverse : Entre les deux, la Garaet Fatnassa bénéficie ainsi d'un impluvium très important.

La Côte : 2 Parties très différentes.

Côte basse, avec dunes, et grandes plages entre l'Oued Melah et Gabès.

Falaises surplombant une plage réduite, de la Skhira à l'Oued Melah. (Ces falaises vont en s'abaissant vers le Sud). Ce sont d'anciens niveaux de glacis encroûtés, actuellement soumis à l'érosion des Oueds et de la mer en raison des modifications du climat, niveau de base etc...

Observations complémentaires.

Les grandes variations climatiques du quaternaire ont profondément marqué l'ensemble de la région.

Nous donnerons simplement quelques observations mais pour l'instant, il nous est impossible de proposer un schéma géomorphologique valable.

- La croûte villafranchienne est présente par ses débris (nodules ou blocs) dans toute la zone au Nord de l'Oued Akarit.

Les nodules, couleur saumon, très durs peuvent être :

- A la surface du sol; avec souvent des silex plus ou moins taillés, lui donnant un aspect de "reg".
- En profondeur, dans les sols steppiques et même dans l'encroûtement gypseux.
- Dans la croûte gypseuse, (plateau de la Skhira par exemple).

D'autre part, l'étude malheureusement trop rapide du Koudiat El-Mergueb et du Flanc Nord-Est du Djebel Roumana, nous a montré des restes importants de cette croûte sous forme de blocs, nodules avec galets et silex. Une coupe d'Oued à proximité montre une croûte calcaro-gypseuse très inclinée vers l'Est qui semble avoir recimenté les nodules villafranchiens. Bref, il semble que ces nodules soient importants pour établir la chronologie de certains dépôts.

Les croûtes gypseuses.

- Nous aborderons les problèmes que pose le substrat sur lequel elles se trouvent parfois.
- D'autre part, leur position remarquable, sur des glacis en pente douce, traduit d'anciens niveaux fossilisés par cette croûte.

Les piedmonts du Djebel Fatnassa, ont nécessité un climat humide pour se former. Nous retrouvons des traces de cette humidité (nodules calcaires, encroûtement gypseux).

En résumé, il y a un travail de synthèse très intéressant à faire qui demande avant tout une plus grande habitude et connaissance du terrain dans cette région et le Sud Tunisien en général.

B) LE CLIMAT :

La situation privilégiée en bordure immédiate du golfe de Gabès "tempère" le climat semi-aride du Sud Tunisie. Ainsi le degré hygrométrique et le régime des vents seront certainement modifiés mais la pluviométrie n'en sera hélas pas pour autant augmentée.

Pluviométrie.

Nous disposons seulement des renseignements fournis par la station de Gabès, située au bord de la mer. Elle nous rend compte des conditions même de cette position particulière.

Des corrections seraient à faire dans le sens de la latitude en remontant vers le Nord et dans le sens de la continentalité. De toute façon, il apparaît sur le terrain que les différences sont peu importantes et les données de la station de Gabès donnent une idée suffisamment exacte des conditions climatiques.

La moyenne annuelle des pluies se situe aux environs de 170 mm. Elle rentre dans la zone de précipitations comprises entre 100 et 200 mm par an sur la carte des précipitations en Tunisie de M. GAUSSEN et A. VERNET.

Il convient de rappeler l'irrégularité des précipitations : quelques valeurs extrêmes :

1947	39 mm.
1951	396 mm.

Ainsi, il est tombé 111 mm d'eau dans une nuit en Novembre 1962 entraînant des crues violentes, notamment celle de l'Oued Gabès. Mars 1963 : 70 mm, en quelques heures.

Entre Juin et Septembre, il pleut très rarement. Selon certains auteurs, il y aurait un gradient de pluviométrie avec l'altitude de l'ordre de 25 mm. pour 100 m. Dans la zone, ceci peut jouer pour le Fatnassa qui serait "favorisé".

Les températures.

L'influence maritime joue un rôle modérateur certain. M. SOURDAT (1) comparant les températures de Gabès et El-Hamma (30 kms à l'Ouest) montre que l'^{amplitude} moyenne mensuelle est de 9° environ pour Gabès et 13,5° pour El-Hamma (année 1921-1923).

Il n'en reste pas moins que le climat est du type méditerranéen aride avec un été chaud et un hiver doux. Le climogramme de Gabès donne une idée de températures enregistrées.

1) Bibliographie N° 6.

relativement

A gabès, les galées sont exceptionnelles, plus fréquentes en s'éloignant de la mer.

Régime des vents.

Le vent joue un rôle très important dans le Sud Tunisien. Il apporte :

- La fraîcheur : en été et au printemps, la brise marine (Est-Nord-Est) presque quotidienne est très appréciée de tous.
- La chaleur : Avec le sirocco qui est un vent chaud, sec, d'origine saharienne et dont la présence se manifeste par les caractéristiques météorologiques suivantes :
 - températures anormalement élevées sous abri au sol (hausse d'une dizaine de degrés en quelques heures).
 - humidité relative et tension de vapeur faibles
 - forte évaporation
 - fréquence variable (cf tableau)

Année	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1959	1960	1961	1962	1963
Nombre de jours de sirocco	8	14	10	11	22	8	28	3	10	25	14	8

- Le sable et le froid : en hiver, les vents du Sud-Ouest, Ouest, très violents abaissent sensiblement la température, ce sont alors de véritables nuages de sable balayant les vastes étendues monotones des croûtes gypseuses.

La violence du vent de sable est accrue dans des "couloirs" orientés généralement Sud-Ouest - Nord-Est. Ainsi l'Oasis de Metouia se trouvait peu à peu recouverte par le sable. Heureusement une forêt d'Eucalyptus forme maintenant un écran efficace.

.../...

Evapotranspiration potentielle - bilan d'eau.

L'examen rapide de la pluviométrie et des températures montre le déficit permanent en eau tout au long de l'année.

A la station d'Aïn Zerig, un évapotranspiromètre (lysimètre recouvert de gazon avec plan d'eau à hauteur constante) permet d'avoir une mesure directe de l'ETP.

Voici les chiffres obtenus pour 1962 (1)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
ETP ^{mm}	71	47	104	127	159	164	212	183	112	101	82	48	1410
Pluviométrie en mm.	5,0	0,8	19,3	14,0	-	-	-	-	26,8	0,5	111,1	-	177,5

Il est inutile de faire la différence pour avoir l'importance du déficit et parler de bilan d'eau. Ceci résume l'aridité du climat et situe, avant même d'étudier les sols, l'agriculture dans cette région.

C) HYDROLOGIE :

1) Les oueds.

Avec l'étude du relief et de la géologie nous avons localisé les principaux oueds.

Seuls l'Oued El-Akarit et l'Oued Mellah ont de l'eau en permanence dans la partie terminale de leur cours. En fait, il s'agit de petites sources qui alimentent un maigre filet d'eau donnant asile à quelques tortues.

1) Estimation et mesure de l'évapotranspiration potentielle en Tunisie.

J. DAMAGNEZ, CH RIOU, O. DE VILLELE & S. EL-AMAMI - I.N.R.A.T., Section de Bioclimatologie.

Au Nord : L'Oued Er-Rmel et ses affluents drainent les plateaux de Sbih et Bled El-Hita, la Garaet Fatnassa, les petits oueds descendant du Fatnassa et découpant en "dentelles" le Koudiat El-Mergueb. Avec l'Oued Bou-Saïd plus au Nord, ils se terminent dans les Sebkhass El-Guettiate et Dreïaa.

Au Centre : L'Oued El-Akarit reçoit les eaux du flanc Est du Fatnassa et un peu celles de Draa Oudref.

Son cours terminal très encaissé recoupe la "basse terrasse". Les géographes (R. Coques) lui attribuent un rôle important, notamment dans le drainage des eaux du Chott Fedjej et Djerid. C'est l'illustration d'une "histoire chargée". La morphologie latérale et longitudinale de son profil est en relation directe avec les épisodes climatiques du quaternaire, comme d'ailleurs pour les autres oueds.

Au Sud : Les Oueds Mellah, Demna et Tine.

Le rôle des oueds se résume actuellement à peu de chose : érosion régressive dans les argiles ou sables gypseux. Il faut signaler à ce sujet les petits oueds très ramifiés entamant les formations gypseuses surplombant le rivage actuel et donnant naissance à des "valleuses". L'aridité du climat ne permet pas une action plus efficace malgré des crues spectaculaires mais rares.

Les nappes

a) Nappe superficielle.

Les eaux de cette nappe sont évidemment très chargées en sels surtout dans la zone des Oasis. Ailleurs, plusieurs puits, (Oglat), de profondeur et de salure variables sont à la base de l'alimentation en eau des habitants et des troupeaux. Leur débit limité ne permet pas de les utiliser pour l'irrigation

b) Nappe artésienne.

La nappe de Gabès localisée dans les calcaires campaniens et turo-niens est exploitée en de nombreux forages localisés dans la zone des Oasis (Aouinet, Rhenouch, Oudref, Bou Chemma).

Le résidu sec varie de 3 à 5 g/litre en moyenne. A l'Oued El-Akarit, il est de 7,820 g/litre.

Prenons un exemple :

Sondage Dhara Rhenouch N° 160 (B.I.R.H)

Débit de 36 L/seconde.

Teneurs	Résidu sec	Cl	SO ₄	CO ₃	Ca	Mg	Na	SAR
en Mg/L	3037	580	1261	75	372	125	397	
en me/L		16,3	26,3	2,5	18,6	10,4	17,3	4,50

Avec une conductivité de l'ordre de 4,5 mmhos/cm, cette eau, classée C₄ S₂ (Normes de Riverside, revues par Durand pour l'Algérie) est donc dangereuse pour les irrigations.

Forage d'Oued Mellah N° 5269 (B.I.R.H)

Teneurs	Résidu sec	Cl	SO ₄	CO ₃	Ca	Mg	Na	SAR
en mg/L	4126	1136	1489	87	467	144	713	
en me/L		32,0	31,0	3	23,3	11,9	31,0	8,3

Classification : $\frac{0}{5} \frac{S}{2}$ = donc risques d'alcalisation très forts.

La teneur en chlorure est encore ici aggravée.

Par contre la présence de gypse dans le sol et la solution du sol facilitent les phénomènes d'échange d'ions et diminuent les risques d'alcalisation.

.../...

En définitive, les ressources en eau d'irrigation sont limitées exclusivement à la petite zone des oasis au Sud de l'Oued Mellah. La quasi totalité de la région étudiée ne dispose donc actuellement d'aucune possibilité d'irrigation.

D) LA VEGETATION :

La végétation se caractérise au premier abord par la rareté des arbres : Palmiers, arbres fruitiers dans les oasis, champs d'oliviers derrière les tabias ou associés aux Tamarix le long de la voie ferrée Sfax-Gabès, Eucalyptus en bordure de la G P 1, maintenant. On ne retrouve aucune trace de la forêt ou steppe arborée à Juniperus phoenicea et Stipa tenacissima dont nous parlent les phytosociologues.

Aridité croissante du climat, action destructrice de l'homme; c'est là où il faut rechercher les cause de cette dégradation, très récente en certains endroits.

Le couvert végétal se réduit à une "Steppe" lâche s'adaptant aux conditions locales du climat et du sol. Il a été possible de reconnaître une série d'associations (1) caractéristiques et d'en faire la carte.

Pour notre part, sans faire un travail de phytosociologue, nous avons simplement déterminé un certain nombre de plantes les plus fréquentes. Il est évident que très vite, au fur et à mesure de notre prospection, nous avons associé telle plante ou tel groupe de deux ou trois à tel type de sols (croûte gypseuse, sol sableux, etc...)

Voici quelques associations (au sens large) très typiques.

Croûte gypseuse et encroûtement gypseux

Annarhimum brevifolium
Atractylis serratuloides
Heliathemum Kaharicum
Gymnocarpos decander
Reaumuria vermiculata
Hernaria fructicosa
Astragalus armatus
Echion pycnanthum
Echiochilon

1) Bibliographie N° 2

Si la croûte est recouverte localement d'un voile éolien continue ou discontinu, s'installent alors des touffes de Lygeum Spar-teum très abondant et Zygophyllum Album.

Au printemps, une petite liguliflore Picridium orientale colonise les microtouffes sableuses sur les encroûtements gypseux au Nord de Gabès et les transforme en un joli, mais éphémère "tapis" jaune.

- Sols peu profond battant en surface: texture assez fine avec ou sans encroûtement gypseux en profondeur.

Haloxyton articulatum
Artémisia herba-Alba
Thymélén hirsuta
Thymélén microphylla

C'est la steppe à Rhantérium snavadens des plateaux de Sbih et Hamilet Babouch .

- Sols à texture finement sableuse à finement sablo-argileuse

Peu gypseux , calcaire avec ou sans encroûtement gypseux en profondeur.

Cynodon dactylon : (chiendent, avec une rhizome rampant très développé).

Aristida pungens : (texture finement sableuse à grossièrement sableuse).

Plantago albicans: (Sols très souvent gypseux).

Si le sol est cultivé, même épisodiquement.

Mathiola livida (Cricifère violette)

Diploaxis muralis (Cricifère jaune)

Résida Arabica

Anagalis arvensis (sous-espèce phoenicéa)

Salvia Aegyptica

Asphodèle Tenuifolia

Malva Aegyptica

Eruca vesicaria

Astragalus gombo etc....

Artémisia compestris

Ceci montre la richesse de la flore des plantes annuelles. Plus caractéristiques des jachères à surface battante sont :

Péganum Harmala

Pithuranthos Scoparius

Buttes à Ziziphus lotus

Ces buttes finement sableuse , trouées de galeries abritant une faune très variée (serpents oiseaux) traduisent, soit un sol profond,

soit au contraire des buttes témoins d'un ancien sol enlevé par le vent, la croûte ou l'encroûtement gypseux affleurant alors à la surface.

En bordure des zones salées le jujubier cohabite avec *Nitraria tridentata*, *Atriplex Halimus*, *Lycium*, toujours en touffes moins grandes et plus serrées. Nous avons alors un sol finement sableux légèrement salé avec encroûtement ou gypse macrocristallisé en profondeur. Ceci nous conduit à parler des "Steppes Halophytes".

- Steppes Halophytes (1) Nous avons là aussi vérifié l'indication absolue des sols salés à alcalis par *Halocnemum Strobilaceum*.

Signalons simplement, l'abondance de :

Frankénia thymifolia
Limoniastrum guyoniamum
Limonium prinosum
Arthrocnemum indicum
Suaeda fructicosa (var : *longifolia*)
Suaeda maritima
Salsola tetrandra
etc...

En terminant, soulignons l'importance de l'étude de la végétation pour la prospection des sols. Cette importance ne se retrouve pas comme facteur de pédogénèse en raison du faible volume du couvert végétal. Ce dernier s'adapte plus aux rudes conditions du climat et des sols, qu'il n'est capable de les influencer et rentrer lui aussi dans le cycle des facteurs actifs de la génèse des sols.

1) Bibliographie N° 3

LES SOLS

III - LES SOLS

A) LES SOLS NON EVOLUES (1)

1) Sols brut d'érosion

11 - Lithosols :

Ils se localisent ainsi :

- Affleurements du calcaire gréseux turonien (Djebel Fatnassa et Roumana) avec lambeaux de croûte gypseuse (Sommet de Roumana)
- Surface grossièrement caillouteuse des conglomérats en voie de démantèlement, recouverts parfois de débris de la croûte calcaire villafranchienne.
- Affleurement aussi au Djebel Dissa du calcaire blanc et dur.
- Quelques touffes de végétation s'installent entre les blocs mais toutes ces zones ne présentent aucun intérêt même pastoral.

12 - Régosols :

- L'érosion régressive des Oueds dégage les argiles gypseuses. Au contact de l'air, les cristaux de gypse évoluent dans le sens d'une pulvérisation. D'autre part, l'humidité permet une recristallisation du gypse en surface, donnant ainsi une petite croûte cristallisée protectrice. Si les argiles sont très sableuses et humides, des roses des sables apparaissent.

On observe aussi les classiques polygones dont les côtés de 8 à 10 cm. d'épaisseur (gypse macrocristallisé ou pulvérulent blanc) mis en relief par l'érosion donnent un aspect réticulé très caractéristique.

1) Nous adapterons le système de numérotation suivant :

- I Classe
- A S/Classe
- 1 Groupe
- 11 S/Groupe
- 111 Faciés

Très souvent ces sols sont colluvionnés de galets roulés provenant du conglomérat au dessus des argiles, de blocs d'encroûtement gypseux se détachant en polygones de la corniche encroûtée du plateau.

La végétation est très rare. Localement, suivant la nature de l'argile, il doit être possible de les fixer avec des espèces buissonnantes.

2) Sols bruts d'apport

21 - Apport éolien :

Dunes littorales :

- Entre l'Oued Mellah et Gabès, la côte très basse favorise l'action du vent.

Profil 161

- Près de l'embouchure de l'Oued Mellah, rive droite légèrement en arrière du sommet de la dune à l'opposé de la mer.

Végétation en grande touffe de :

- Agropyrum Junceum
- Nitraria tridentata

Description :

0 - 100 cm : Jaune, très grossièrement sableux avec débris de coquilles pulvérisées.

CO_3Ca : 6,2 %

Gypse : 0,74 %

100 - 110 cm : Plus noir, matériel organique représentant un ancien niveau
Plus noir, matériel organique représentant un ancien niveau
su sol sans doute.

110 - 120 cm : Jaune, sableux, humide.

CO_3Ca : 21,7 %

Gypse : 0,81 %

Actuellement la dune envahit la partie Nord-Est de l'Oasis de Rhenouch. Il ne semble guère possible d'envisager une mise en valeur quelconque, sinon un essai de fixation de cette dune.

22 - Apport mixte fluvio - éolien - sur encroûtement gypseux de nappe.

Profil 245

- Vallée assez large, coupant le plateau de Bled El-Hita, encadrée de chaque côté par la croûte gypseuse en amont, microdunes de sable.

- Touffes très nombreuses de :

Lygeum Spartum

Zygophyllum Album

avec Cynodon Dactylon (Chiendent)

Description

0 - 20 cm : Jaune - très finement sableux - structure à éléments lamellaires de 1 à 3 cm. , très friables , devenant nuciformes vers le bas.

Calcaire et gypseux - nombreux trous et galeries d'insectes (diamètre 1 à 5 mm) - racines nombreuses avec le rhizome du chiendent.

20 - 40 cm : Jaune - très finement sableux avec passage de petits lits de coquilles, - structure à éléments particuliers , fins - horizon très meuble - calcaire - racines.

40 - 80 cm : Jaune - marron - épaisseur irrégulière - très finement sableux, structure à éléments particuliers - horizon meuble - léger pseudomycélium blanc - calcaire - racines - radicules.

80 - 110 cm : Encroûtement gypseux de nappe beige-rosé - sableux avec amas de gypse pulvérulent blanc et petits cristaux de gypse.

110 - 150 cm : Même encroûtement plus humide - gros cristaux de gypse (1 à 10 mm.)

Au dessous - sable très fin - jaune-marron avec petits cristaux.

Discussion :

Ce sol s'est formé et se forme encore actuellement par accumulation éolienne dans une vallée d'Oued mal drainée expliquant la présence d'un encroûtement gypseux de nappe en profondeur.

Mise en valeur { Pat - Pc (sec)
 { E Non irrigable

Leur meilleure utilisation en sec serait le pâturage, à défaut, des terres de parcours. Localement, lorsque l'encroûtement est profond et la vallée abritée du vent quelques oliviers peuvent y être plantés.

Intrinsèquement, ces sols sont irrigables avec précaution, mais leur situation géographique, leur profondeur très variable rendent l'irrigation aléatoire.

23 - Colluviaux

Colluvions grossières sur galets encroûtés

Profil 172

Flanc Sud du Koudiat El-Mergueb, à mi-pente.

Végétation épisodique.

Description

- 0 - 60 cm : Marron - limono-caillouteux, en surface croûte de battance, vers le bas structure de type cendreuse, les cailloux sont emballés dans un limon calcaire sec, très meuble allant en diminuant d'importance - quelques racines.
- 60 - 105 cm : Marron - rosé - sablo-caillouteux - encroûtement gypseux d'apparence lamellaire, compact - pas de racines.
- 105 - 180 cm : Marron-rosé - gros galets calcaires (de 10 à 15 cm. de diamètre) pris dans un ciment de très fins cristaux de gypse, compact - pas de racines.

.../...

Discussion

Ce matériau grossier provient du conglomérat du Koudiat El-Mergueb. Notons l'encroûtement gypseux en profondeur, nous le retrouverons avec l'étude des piedmonts du Djebel Fatnassa.

Les possibilités de mise en valeur se limitent à essayer l'implantation d'espèces buissonnantes très résistantes ou mieux, l'aménagement en zone de parcours mais l'une et l'autre solution seront bien difficiles et peu rentables.

B) LES SOLS PEU EVOLUES.

1) Sols peu évolués d'apport

11 - Sols peu évolués sains

111 - Sols peu évolués gypseux

Profil 103

- Entre Bou-Chemma et Rhenouch, mi-pente.

- Couvert végétal 10-20 %.

Zygophyllum Album

Echiochilon

Lygeum spartum

Description.

0 - 30 cm : Blanc-jaune - sablo-limoneux - structure à éléments particuliers fins - horizon meuble - peu calcaire - petits blocs de forme irrégulière (de 1 à 5 cm. environ) durcis de gypse pulvérulent blanc, racines - très légèrement humide.

30 - 110 cm : Jaune-sableux - structure à éléments particuliers assez fins - horizon assez consistant - légèrement plus calcaire avec nodules blancs de gypse pulvérulent, farineux et bandes noires à texture plus sableuse - très humide - pas de racines.

110 - 120 cm : Horizon identique avec très fins cristaux de gypse.

120 - 180 cm : Jaune - sableux - structure à éléments particulières , fins - horizon consistant et compact - petites bandes noires ou violacées (de 1 à 10 mm de diamètre) ramifiées , irrégulières , durcies - leur section montre des cristaux de gypse accolés - ce sont : les Rass-Kelb (têtes de chien), traduisant des phénomènes d'hydromorphie. Pas de racines - humide.

Discussion

La teneur en gypse et la consistance des horizons supérieurs sont insuffisantes pour qu'il y ait un véritable encroûtement comme sur le plateau.

D'autre part, la position topographique en pente, évite l'accumulation des sels par hydromorphie.

Sols peu évolué gypseux sur encroûtement gypseux de nappe.

Mise en valeur (Pat (sec)
(D M₂ B₃ ———— ⊕ → (irrigué)

En sec : Paturage ou forêt d'eucalyptus : espèces résistantes au gypse et aux sels comme :

- (Eucalyptus microthecas
- " astringens
- " salubris

La forêt de Metouia est située sur un sol comparable à celui-ci.

En culture irriguée, on peut les envisager comme une extension possible de l'Oasis de Bou-Chemma.

Mais en plus de la pente (2 à 5 % environ) la microtopographie très tourmentée nécessite des travaux de nivellement importants. Le drainage des parties basses et indispensables.

Autre inconvénient, le vent : vent de sable et embruns marins.

112 - Sols peu évolués steppisés

Ils occupent une grande surface groupant des sols variés. Aussi, plusieurs profils seront nécessaires pour les étudier.

Profil 49

- Vallée, avec grandes buttes de jujubiers limitée de chaque côté par la croûte gypseuse.
- Cultures de céréales, chiendent.

Description.

- 0 - 5 cm : Jaune, finement sableux - structure à éléments lamellaires de 1 à 2 cm. , très friables - calcaire.
- 5 - 50 cm : Jaune - finement sableux - structure à éléments particulaires fins - horizon très poreux et meuble - calcaire - racines - légèrement humide (l'observation faite peu de temps après une forte pluie a montré l'excellent drainage interne dû à la texture sableuse de l'ensemble du profil).
- 50 - 95 cm : Jaune-clair - texture un peu plus fine.
- 95 -120 cm : ~~Jaune-marron~~ - finement sableux légèrement plus limono-argileux - légère compacité de l'horizon - calcaire - très rares petits nodules calcaires blancs arrondis et peu durcis - racines.
- 120 -180 cm : Jaune - beige avec taches marron à beige - finement sablo-argileux - horizon peu consistant - calcaire - racines.
- 180 -205 cm : Jaune - finement sablo-argileux - peu consistant - calcaire - racines.

Au dessous, horizon beige, moucheté de blanc, gypseux très dur, servant de transition avec l'encroûtement gypseux sous-jacent.

Analyse

Profondeur en cm	Granulométrie en %					CO ₃ Ca %	Matière organique %	Gypse %	Conducti- vité mmhos/cm 25%
	A	L	STF	SF	SG				
5 - 50	5	4	7	79	4,5	9,1	0,78	Traces	1,9
50 - 95	9	3	4,5	75,5	6,5	8,3	0,57	"	0,84
95 - 120	10	6	10	67,5	6	8,3	0,52	"	1,6
120 - 180	12	7	9,5	64,5	6	16,6	0,41	"	
120 - 205	13	5	11	66	3	16,6		0,7	

Discussion

Les caractères steppiques de ce sol apparaissent nettement : par le taux et la répartition de la matière organique, la présence de quelques rares petits nodules calcaires blancs, le taux d'argile croissant vers la profondeur.

Mais le calcaire ne suit pas cet accroissement régulier vers le bas.

Nous avons classé ce sol : peu évolué steppisé sur un encroûtement gypseux (à plus de 120 cm). Peut-être est-il possible d'envisager comme un sol brun steppique jeune ? ou sierozem.

L'origine éolienne ne fait pas de doute, mais très souvent des sédiments fluviatiles plus grossiers s'intercalent sous forme de lentilles sablo-caillouteuses.

Mise en valeur { P₃ (sec)
 { A₂ (irrigué)

Ces sols sont très intéressants, malheureusement trop localisés dans les vallées d'oueds étroites et leur profondeur trop variable en raison de l'encroûtement gypseux. Le système actuel des tabias est parfaitement adapté et permet de retenir les eaux de pluies ruisselant sur la croûte gypseuse.

Profil 99

- Pente faible sur flanc Est de Draa Oudref.
- Touffes de jujubiers, chiendent et très nombreuses plantes annuelles.
Jeune plantation d'oliviers.

Description sommaire

- 0 - 5 cm : Recouvrement de sable grossier, jaune.
- 5 - 30 cm : Marron-jaune - grossièrement sableux (grains de quartz arrondis) - très meuble - calcaire - racines.
- 30 - 70 cm : Marron - brun - mêmes caractéristiques avec racines.
- 70 - 90 cm : Marron-jaune - " " " "
- 90 - 155 cm : Marron - moins grossièrement sableux - assez consistant très calcaire avec nodules calcaires bien individualisés de formes assez régulières (5 à 15 cm de diamètre très durcis et salis - de plus en plus abondants vers le bas) - encore des racines - débris de coquilles.
- 155 - 190 cm : Marron-noir - sableux - assez consistant - calcaire avec moins de nodules - pas de racines.

Discussion

Comme dans le profil précédent, le taux de calcaire ne varie pas jusqu'à 90 cm. Pour les 2 derniers horizons les nodules sont séparés et analysés (90 - 155 cm = 38,8 % de CO_3Ca dans les nodules, 155-190 cm = 12,8 % de CO_3Ca).

Pronfondeur en cm.	CO_3Ca %	Matière organique %	Gypse %
5 - 30	3,6	0,57	0,5
30 - 70	2,8	0,57	0,4
70 - 90	2,8	0,47	Traces
90 - 155	10,4	0,47	"
155 - 190	3,6	0,36	"

Peut être s'agit-il d'un sierozem ? Il évolue actuellement dans ce sens très certainement. Quelle est l'origine des nodules ? Morphologiquement, ils ressemblent aux nodules de steppisation d'un ancien sol steppique

Sol peu évolué steppisé sur sable à nodules calcaires.

Mise en valeur { P₂ (sec)
 { A₂ (irrigué)

La profondeur, l'excellente porosité donnée par leur texture grossière font de ces sols les meilleurs de la zone.

Profil 113

- Pente faible, flanc Ouest de Draa Oudref.
- Chiendent, *Mathiola livida* et autres espèces annuelles.

Description

- 0 - 10 cm : Jaune - finement sableux - très pulvérulent.
- 10 - 40 cm : Jaune-marron - finement sableux - structure peu marquée - petites fentes de retrait individualisant des éclats anguleux - friables - horizon poreux peu consistant - calcaire - grains de quartz mâts de 1 à 2 mm. de diamètre - racines.
- 40 - 95 cm : Jaune-rosé - finement sablo-argileux - structure peu nette horizon très poreux (diamètre des pores 1 à 2 mm) - assez consistant - très calcaire avec nodules calcaires grisâtres ou blancs , irréguliers peu durcis - racines.
- 95 - 130 cm : Marron-rosé - sableux - éclats anguleux très cohérents , poreux - grande consistance de l'horizon - calcaire avec nodules calcaires pulvérulents non durcis - nombreux petits cristaux de gypse - pas de racines.
- 130 - 160 cm : Horizon identique gypseux et très compact.

Profondeur en cm.	Granulométrie %					CO ₃ Ca %	Matière organique %	Gypse %
	A	L	STF	SF	SG			
10 - 40	11	6	9	57,5	13	15,8	0,36	Traces
40 - 95	18	10	10,5	48,0	12	25,8	0,36	"
95 - 130	12	12	10,5	46,0	18	15,4	0,21	16,7
130 - 160	14	15	8	45,5	17	17,3		9,4

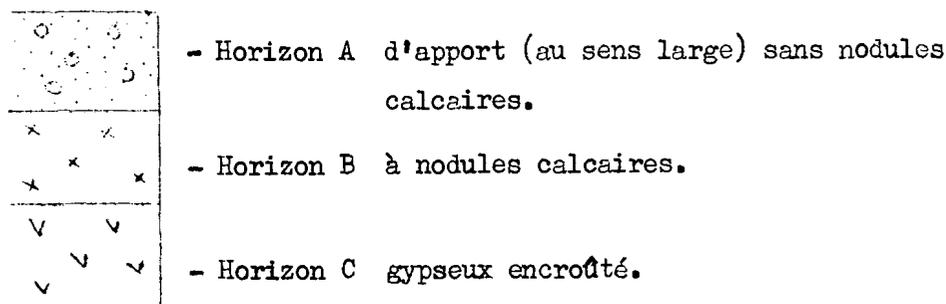
Discussion.

Ce profil est intéressant, dans la mesure où il va faciliter l'exposé sur les différents sols que nous trouvons de part et d'autre du Fatnassa et cartographiés :

Alluvions-colluvions steppisés sur "limon à nodules" avec encroûtement gypseux en profondeur.

Il est utile de préciser ce que nous entendons ainsi vu l'importance que peuvent avoir ces sols.

Sommairement le profil 113, se réduit à 3 horizons :



Suivant la position topographique, l'épaisseur de chacun d'eux varie. Nous avons les cas suivants :

a) Profil 254

- Pente douce sur piedmont Ouest de Fatnassa près de la G.P. 23.
- Couvert végétal 20 - 30 % avec :
 - Haloxylon articulatum
 - Artémisia Herba - Alba
 - Thymelia hirsuta
 - Jachère

Description.

En surface, nombreux cailloux.

- 0 - 10 cm : Brun-jaune, - très finement sablo-limoneux - croûte de battance - très résistante - au dessous structure à éléments lamellaires de 1 à 5 cm, cohérents - calcaire - racines.
- 10 - 30 cm : Brun-jaune - très finement sablo-limoneux - éclats anguleux très friables - calcaire - nombreux trous d'animaux - racines.
- 30 - 50 cm : Brun - argilo-finement sableux - structure à éléments polyédriques assez grossiers (1 à 2 cm) - horizon peu consistant - calcaire - racines.
- 50 - 120 cm : Brun-jaune - finement sablo-limoneux - éclats anguleux très friables - horizon peu consistant - calcaire-coquilles - trous d'insecte - racines.
- 120 - 140 cm : Passage d'un lit de graviers de taille variable (diamètre 1 à 10 cm).
- 140 - 170 cm : Brun-jaune - finement sablo-argileux - éclats friables - horizon très poreux et assez consistant - calcaire avec nodules calcaires un peu allongés - durcis - légèrement salis.

Discussion

L'horizon A alluvial - colluvial est très important.

Les nombreux petits oueds descendant du Fatnassa ont creusé et recouvert l'horizon à nodules.

Rencontrant un obstacle (plateau d'Hamilet el Babouch, et Draa Oudref) ils bifurquent parallèlement au Djebel (Qued Er-Rmel et Qued El-Akarit) déposant dans ces cuvettes plus ou moins ouvertes au Nord, leur sédiments les plus fins.

Ainsi l'horizon A peut être à texture plus fine (finement sablo-argileux à argilo finement sableux), comme les profils 123-143-251 etc...

.../...

b) Profil 257

- Petite butte sur piedmont Ouest de Farnassa.
- Céréales, oliviers et figuiers derrière tabias dans l'oued proche.

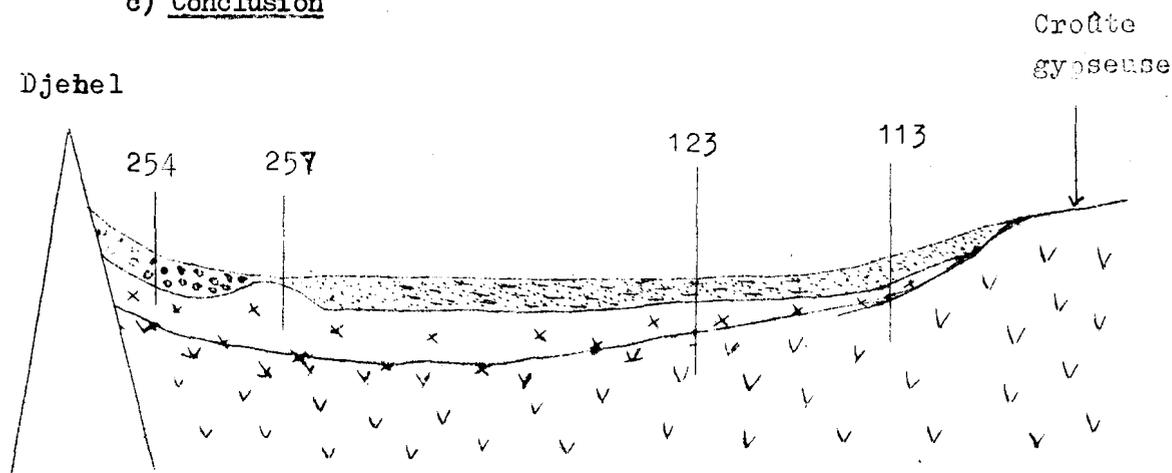
Description

- 0 - 10 cm : Brun-jaune - finement sablo-argileux - c'est l'horizon de labour - structure à éléments nuciformes de 1 à 3 cm, friables - calcaire - racines.
- 10 - 30 cm : Brun-jaune, - finement sablo-argileux à sablo-limoneux - structure peu nette, marquée par les plages grises indurées de calcaire diffus formant des "agrégats" (de 2 à 5 cm) dans un ciment très sableux et pulvérulent - présence aussi de nodules calcaires blancs peu durcis - racines.
- 30 - 90 cm : Horizon très poreux - sensiblement identique avec nombreux nodules calcaires les uns friables les autres durcis, ils vont en diminuant légèrement vers le bas - peu de racines.
- 90 - 120 cm : Brun-rosé - sablo-limoneux - éclats anguleux, très cohérents - micro-cristaux de gypse pris dans la masse - calcaire - avec nodules plus diffus - débris de coquilles - pas de racines.
- 120 - 160 cm : Horizon identique - moins gypseux avec nodules calcaires blancs - peu durcis et réguliers.

Discussion

L'horizon à nodules calcaires se trouve à 10 cm de la surface. Cette petite butte témoin aurait été épargnée par les oueds, descendant du Dejbél Fatnassa.

c) Conclusion



-  Alluvions - colluvions, texture fine à grossière.
-  Alluvions - colluvions, texture fine.
-  Horizon à nodules calcaires.
-  Horizon gypseux.

Ce schéma, sans valeur géomorphologique, illustre simplement les profils décrits.

Comment se sont formés les nodules calcaires ? Anciens sols step-piques ? individualisation du calcaire par hydromorphie pendant ou après la mise en place de cette masse finement sableuse dont la composition granulométrique est remarquable ?

Argile	10 à 20 %
Limon	5 à 15 %
Sables très fins	10 à 20 %
Sables fins	45 à 60 %
Sables grossiers	2 à 15 %

On vérifie, sur le flanc Ouest de Draa Oudref que la texture devient plus fine au fur et à mesure que l'on descend vers le Fatnassa.

D'autre part, le gypse semble avoir imprégné l'horizon à nodules.
En effet :

- la granulométrie est peu différente (souvent davantage de sable grossier mais les cristaux de gypse non dissous jouent le rôle de sable).

.../...

- les nodules calcaires se retrouvent dans les deux horizons.
- l'excellente porosité de l'horizon à nodules est parfois conservée dans l'encroûtement.
- la limite d'apparition du gypse est brutale.

Nous retrouvons et compléterons ces problèmes avec l'étude des sols steppiques.

12 - Peu évolués hydromorphes

121 - Gypseux

Profil 25

- Terrasse de l'Oued Demna
- Couvert végétal de 30 % avec

Zygophyllum Album

Plantago Albicans

Limoniastrum Guyonianum

Jeunes oliviers plantés à proximité.

Description

- 0 - 5 cm : Recouvrement sableux marron-jaune.
- 5 - 20cm : Beige-jaune, finement sablo-argileux-structure à éléments polyédriques de 5 à 10 cm - cohérents-fentes de retrait - horizon consistant - calcaire avec pseudomycélium gypseux blanc- racines-sec.
- 20 - 60cm : Marron à marron foncé, bariolé de plages arrondies ou ovales plus noires, finement sableux peu calcaire, gypseux avec amas gypseux blancs et petits cristaux, peu de racines, sec.
- 60 - 80cm : Jaune-sableux avec nodules plus ou moins ferrugineux-racines très rares - légèrement humide.
- 80cm : Petite croûte gypseux de 1 cm.
- 80 - 200cm : Jaune-sableux- gypseux hydromorphe avec taches rouilles - horizon devenant très consistant - pas de racines - humide .

- Encroûtement gypseux de nappe.

Discussion

C'est un profil analogue au 103 mais situé en bas de pente, la nappe plus proche de la surface aggrave les phénomènes d'hydromorphie et l'encroûtement gypseux devient très consistant.

D'autre part, la texture plus fine des horizons de surface crée un engorgement assez net.

Mise en valeur { Pat (sec)
 { E non irrigable

Il est évident que les jeunes oliviers n'ont aucune chance. l'irrigation est impossible également.

122 - Alluvions sableuses hydromorphes.

Profil 52

- Zone sensiblement plane dans vallée élargie se reserrant en aval dans les argiles gypseuses. (entre l'Oued Akarit et Oued Mellah).
- Buttes de jujubiers, végétation de plantes annuelles (Anagalis, Réseda etc...).
- Artemisia Herba - Alba.

Description

- 0 - 10 cm : Jaune - recouvrement très sableux.
- 10 - 30 cm : Marron - sableux - horizon meuble - calcaire racines.
- 30 - 60 cm : Brun-marron - sablo-argileux avec petits cailloux roulés - compact et consistant-très calcaire avec nodules calcaires blancs de forme assez régulière pseudomycélium blanc - racines.
- 60 - 80 cm : Jaune-brun - sableux avec nodules calcaires et pseudomycélium - encore des racines.
- 80 - 180 cm : Jaune-beige - sableux - horizon consistant - très calcaire avec nodules calcaires arrondis et salis - nombreux galets de différentes tailles.

180 - 200 cm : Lit de gros galets avec blocs de travertin jaune-rosé , moucheté de filaments noirs.

Au dessous couche de sable peu cohérente avec graviers calcaires et siliceux.

Discussion

Ce profil est complexe. L'hydromorphie, dans l'horizon à texture plus fine, ne parait pas actuelle. s'agit-il d'un sol brun steppique hydromorphe ? La morphologie des nodules peut y faire penser.

Nous rejoignons ainsi les observations du profil 99 et même 49.

De tels sols se trouvent essentiellement dans les dépressions de la croûte gypseuse, dans les vallées et cela uniquement au Sud de l'Oued Akarit.

Ils sont parfois recouverts par des alluvions sableuses (Profil 85).

$$\text{Mise en valeur} \left\{ \begin{array}{l} P_3 - P_2 \text{ (sec)} \\ DA_2 \text{ (irrigué)} \end{array} \right.$$


Il ne semble pas que la consistance des horizons hydromorphes soit très gênante pour l'irrigation.

Par contre il sera nécessaire de détruire les buttes de jujubiers (elles sont ici très grandes) pour utiliser au maximum la superficie disponible.

13 - Peu évolués à caractère de salinité et alcalisation

Profil 233

- Légère pente descendant de la croûte gypseuse (sur la colline) vers les zones salées en bordure de la mer et de l'Oued el Akarit.

A proximité du périmètre irrigué de Henchir el-Haïcha.

- Touffes de : Lygeun Spartum.
- Atriplex Halimus.
- Nitraria Tridentata.

Description

- 0 - 10 cm : Jaune-beige - sableux - surface recouverte d'une croûte de bat-tance, au dessous structure à éléments lamellaires de 1 à 2 cm, très nombreux grains de quartz - racines.
- 10 - 30 cm : Jaune-beige - finement sableux - structure particulière fine - horizon poreux et meuble-léger pseudomycélium blanc avec nodules calcaires anciens - racines.
- 30 - 50 cm : Beige-jaune - finement sableux - même structure - horizon poreux et meuble-pseudomycélium plus épais avec nodules calcaires blanc poudreux et poreux peu individualisés de la masse - grains de quartz - racines.
- 50 - 80 cm : Jaune-marron - sableux - éclats anguleux - horizon assez poreux - grande consistance - calcaire et gypseux - "Rass-Kelb" et nodules calcaires anciens - pas de racines. C'est l'encroûtement gypseux de nappe.
- 80 - 140 cm : Marron plus foncé - l'encroûtement de nappe devient plus humide et plus consistant avec amas blancs pulvérulents - cristaux de gypse - (1 à 5 mm) - Rass-Kelb et nodules calcaires anciens.

Au dessous, croûte très dure, plus ou moins lamellaire, avec rubans à éclat gras, cristallisés, gypseux, alternant avec des filets rose - beige calcaro-gypseux, cristallisés et poreux. Elle ne semble pas totalement continue.

Analyse

Profondeur en cm	Granulométrie en %					CO ₃ Ca %	Gypse %	Conduc- tivité mmhos/ cm 25°	Sels solubles me/l					
	A	L	STF	SF	SG				Cl	CO ₃ H	Ca	Mg	Na	SAR calculé
0 - 10	6	5	11	59	18,5	13,4	0,6	4,0	20	1,3	27,5	20,5	8,8	1,8
10 - 30	9	6	12	53	15	21,1	0,6	4,5	25	1,9	19,5	20,5	11,3	2,5
30 - 50	9	8	10	56	16,5	26,1	8,6	9,0	40	2,2	18	56,5	45	7,5
50 - 80	8	12	12,5	44	23	17,6	36,1	9,3	35	1,5	14,5	54,5	57,5	9,9
80 - 140	11	11	12	41	27	16,1	32,7	8,2	30	1,1	19	43	50	9,1

Discussion

Notons l'importance des sables fins dans la granulométrie, la présence des nodules calcaires blancs, l'accumulation du calcaire vers le bas jusqu'au niveau de l'encroûtement gypseux de nappe, celui-ci arrive même à une croûte calcaro-gypseuse très dure. La salure ne dépassant pas 5 mmhos/cm en surface, nous les avons classés : peu évolués à caractère de salinité sur encroûtement de nappe.

L'alcalisation ici négligeable, augmente en se rapprochant des zones salées à alcalis.

Mise en valeur { Pat (sec)
E (croûte) non irrigable

L'encroûtement gypseux est trop proche de la surface pour les irrigations.

C) LES SOLS CALCIMORPHES GYPSEUX.

Nous distinguerons :

- les croûtes gypseuses
- les encroûtements gypseux.

1) Les croûtes gypseuses.

Elles couvrent avec les encroûtements gypseux une grande superficie, largement le quart de la zone étudiée.

Profil N° 26

Sommet de petite colline au Sud de Metouia.

Couvert végétal 10 % avec touffes de :

Zygophyllum Album
Lygeum Spartum
Echiochilon
Atractylus Serratuloides
Annarhinum brevifolium etc...

Description

En surface, très nombreux silex avec débris de croûte gypseuse (5 à 30 cm) patinée bleu-gris à bleu-vert très caractéristique.

En cassant un morceau de croûte on observe la frange verte (1 à 5 mm) finement cristallisée parallèle à la surface, dont la nature chimique n'est pas encore connue. Localement, recouvrement éolien jaune, calcaire, finement sableux ou s'installent *Zygophyllum album* et *Lygeum spartum*.

0 - 35 cm : Blanc - limoneux - très hétérogène avec blocs plus durs dans un ensemble peu consistant - très peu calcaire - galeries (diamètre 1 à 2 cm) de Myriapodes - racines noires sans radicelles.

CO_3Ca : 2,7 %

Gypse : 72,3 %

35 - 50 cm : Blanc - limoneux - blocs de croûte gypseuse - comme le précédent.

CO_3Ca : 0,7 %

Gypse : 78,2 %

50 - 175 cm : Blanc à blanc jaune - limono-sableux avec bandes blanches plus limoneuses (à 65, 80, 130 cm) - fentes verticales avec gypse pulvérulent blanc - quelques racines profitent de cette discontinuité du milieu pour se glisser en profondeur - nombreux pores (diamètre 1 à 2 mm) nodules d'argile arrondis, marrons - CO_3Ca : 3,1 %

Gypse : 63,3 %

175 - 200 cm : Jaunâtre-limono-sableux - cristaux de gypse salis, marrons, aplatis, lenticulaires (diamètre 1 à 3 cm) de plus en plus nombreux vers le bas. Nodules argileux, plus gros et plus nombreux, couleur allant du marron au vert.

CO_3Ca : 2,7 %

Gypse : 41,4 %

Nous avons choisi ce profil pour illustrer : la profondeur que peut atteindre l'encroûtement^{et}, la faible teneur en calcaire,

Profil 144

- Sommet de butte entre Oued El-Akarit et Oued Mellah.
- Végétation typique de croûte gypseuse.

Description sommaire

- 0 - 5 cm : Recouvrement éolien - marron - finement sableux débris de croûte gypseuse.
- 5 - 35 cm : Blanc - limoneux avec blocs de croûte très durs - racines noires.
- 35 - 55 cm : Blanc - jaune - passage vers 50 cm d'une zone blanc grise très limoneuse - nombreux petits pores quelques racines.
- 55 - 70 cm : Jaune-rosé - limono-sableux avec amas gypseux pulvérulents - petites taches saumon argileuses pigmentant l'horizon - peu de racines.
- 70 - 95 cm : Jaune-rose - sablo-limoneux assez friable - plages saumon plus grandes.
- 95 - 110 cm : Jaunâtre - sablo-limoneux assez fin - horizon plus consistant se débitant en éclats anguleux cohérents.

Analyse

Profondeur %	CO ₃ Ca %	Gypse %
5 - 35	1,5	89,5
35 - 55	1,5	83,4
55 - 70	2,6	77,5
70 - 95	2,3	74,4
95 - 110	7,1	66,6

Profil 64

- Sommet de colline. Draa Oudref
- Végétation de croûte gypseuse

Description

En surface, nombreux galets, silex, débris de croûte etc...

- 0 - 35 cm : Blanc-jaune - limoneux encroûtement gypseux avec morceaux de croûte - quelques petits galets roulés - peu de racines.
- 35 - 65 cm : Jaune-blanc - limono-sableux avec galets plus nombreux - assez consistant - pas de racine.
- 65 - 85 cm : Jaune avec plage jaune-rosé - galets très nombreux - consistant.
- 85 - 160 cm : Très bigarré - caillouteux - cristaux de gypse (1 à 5 mm) et ciment blanchâtre calcaro-gypseux - très consistant.
- 160 - 170 cm : Conglomérat fortement cimenté.

Profil 41

- Collines au Sud d'Oudref
- Végétation de croûte gypseuse

Description

En surface débris de croûte.

- 0 - 30 cm : Blanc - limoneux - consistant - galets peu nombreux - racines.
- 30 - 50 cm : Jaune-blanc - limono-sableux - consistant - galets - nodules gypseux blancs - pas de racines.
- 50 - 120 cm : Jaune-blanc - sablo-limoneux - consistant avec très nombreux galets de taille variable disposés en lits - ciment bleu - vert à la base.

120 - 150 cm : Marron-clair - macrocristaux de gypse (1 à 5 mm) emballés dans un ciment couleur rouille parmi des petits blocs marron-clair à marron-foncé , marneux avec dendrites noires.

150 - 180 cm : Marne marron-foncé avec dendrites et cristaux de gypse dans les fentes.



Croûte et encroûtement gypseux

Galéts encroûtés

Marne gypseuse

Profil 196

- Sommet de colline au Nord de la zone en prolongement du plateau de la Skhira.
- Végétation de croûte gypseuse.

Description

En surface, débris de croûte.

- 0 - 30 cm : Blanc - finement limoneux - meuble - densité très faible - grains de quartz - quelques racines.
- 30 - 60 cm : Blanc-jaune - limoneux plus consistant - blocs de croûtes - grains de quartz.
- 60 - 90 cm : Gypse pulvérulent blanc-jaune emballant graviers et gros galets.
- 90 - 130 cm : Cristaux de gypse et ciment blanc jaune - graviers et galets très abondants.

Analyse

Profondeur en cm	CO ₃ Ca %	Gypse %
0 - 30	1,9	87,0
30 - 60	1,5	85,7
60 - 90	8,8	60,6
90 - 130	6,9	32,0

Profil 224

- Plateau de la Skhira.
- Touffes de Lygeum Sparte.

Description sommaire

- 0 - 15 cm : Recouvrement d'épaisseur variable - marron- sablo-limoneux - avec poches limoneuses beiges bourrées de nodules calcaires de la croûte villafranchienne.
- 15 - 65 cm : Blanc - limoneux - avec blocs de croûte et nodules calcaires saumon villafranchiens.
- 65 - 110 cm : Rose-beige - sablo-limoneux - très fins cristaux de gypse plus ou moins orientés donnant une "structure" lamellaire - nodules villafranchiens.
- 110 - 150 cm : Rose beige devenant marron-ocre par plage - fins cristaux de gypse : argile gypseuse.

CONCLUSION :

La description rapide de quelques profils de croûtes gypseuses nous montre.

1) Des caractères communs.

- Augmentation du gypse vers la surface, le calcaire variant en sens inverse.

- Présence sous la croûte d'un encroûtement gypseux blanc devenant jaune vers le bas etc...

2) Des différences.

Morphologiques

- Croûte zonée très dure du port de la Skhira ou sur butte au pied de Fatnassa.
- Croûte avec nodules calcaires anciens (profil 224).
- Croûte avec galets (profil 196 - 64).

"Roche-mère"

- Argiles gypseuses (profil 26 - 144 - 224).
- Galets encroûtés surmontant des marnes gypseuses (profil 41)
- Galets encroûtés (64 - 196).

3) Problèmes de leur origine.

Il est évident que les caractères communs ou différences sont en relation avec la position géomorphologique et l'âge des croûtes.

Nous avons vérifié sur le terrain la plupart des observations de **M. BUREAU**, **ROEDERER** (1) et **SOURDAT** (2). En particulier la formation des croûtes à partir des marnes gypseuses du Djebel Kreriba et Disa.

Il est des cas (profil 196 - 64 - 42) où le processus de migration du gypse des horizons inférieurs ne suffit plus pour expliquer une telle concentration en surface. Le milieu discontinu de graviers, galets ou conglomérat empêche toute migration per ascensum. Que penser des lambeaux de croûtes gypseuses sur les grès rouges du Djebel Roumana?

Est-ce une origine éolienne comme le pense **R. COQUE** ? Nous n'avons pas de données suffisantes pour y répondre.

1) Bibliographie N° 8

2) Bibliographie N° 6

En conclusion, le fait important pour nous est le processus de pédogénèse s'exerçant sur un dépôt ou une formation géologique gypseuse aboutissant à une concentration du gypse en surface.

Comment ce produit le phénomène ?.

Evaporation lente et continue entraînant l'amenuisement et la réduction des cristaux (1) ? Déshydratation du gypse en surface sous l'effet de la température en atmosphère sèche?

Il serait intéressant de le préciser.

2) Les encroûtements gypseux.

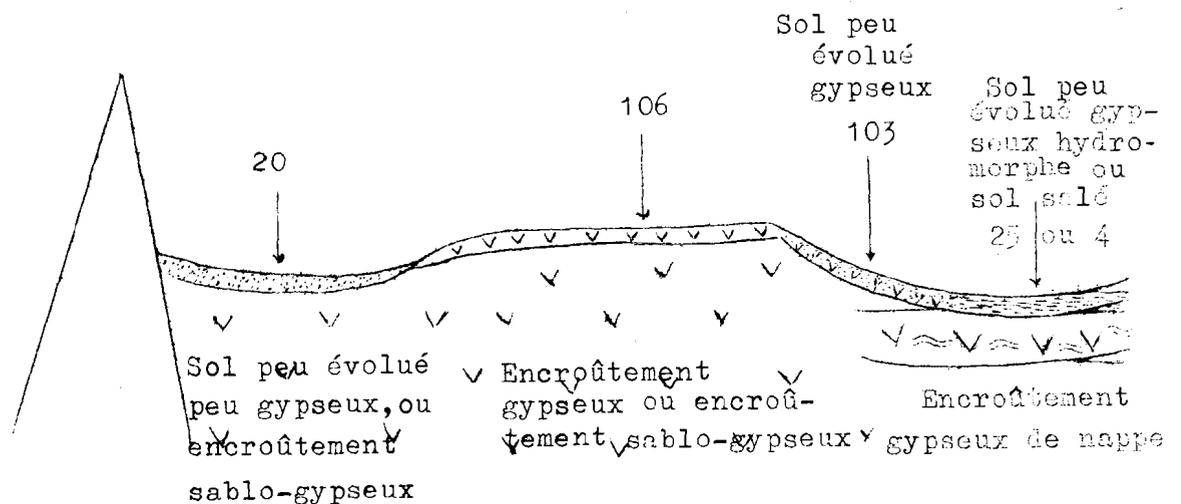
21 - Sur encroûtement sablo-gypseux

Profil 106

- Plateau encroûté s'étendant du Djebel Dissa à Rhenouch, au Sud de l'Oued Demna.

W

Dj. Dissa



Couvert végétal 10 %, avec :

Helianthemum Kaharicum

Picridium orientale etc...

Gymnocarpos décandé

Atractylis Serratuloïdes

Description.

- 0 - 5 cm : Recouvrement éolien jaune clair - finement sableux.
- 5 - 15 cm : Blanc-jaune - sablo-limoneux - assez consistant - peu calcaire - racines.
- 15 - 30 cm : Jaune-blanc - sablo-limoneux - assez consistant - peu calcaire - amas pulvérulents blancs gypseux - boules cristallisées irrégulières.
- 30 - 40 cm : Jaune-sableux assez consistant - calcaire - amas pulvérulents blancs plus nombreux - quelques petits cristaux de gypse (1 à 2 mm).
- 40 - 65 cm : Jaune-beige - sableux très consistant - calcaire avec cristaux de gypse (2 à 10 mm).
- 65 - 90 cm : Jaune - finement sableux - consistant - calcaire avec macro-cristaux de gypse (2 à 10 mm).
- 90 - 160 cm : Jaune-beige - finement sableux - très consistant - très fins cristaux de gypse - bandes noires plus sableuses l'horizon se termine par une bande cristallisée durcie.
- 160 - 180 cm : Jaune - très finement sableux - peu calcaire - assez consistant - bandes cristallisées noires.

Discussion

- 0 - 40 Encroûtement gypseux.
- 40 - 180 Encroûtement sablo-gypseux hétérogène très consistant.

.../...

Nous ne disposons pas de résultats d'analyses mais d'autres profils analogues nous donnent par exemple.

Profil N° 15

	Profondeur en cm	CO ₃ Ca %	Gypse % méthode gravimétrique	Gypse (1) méthode à l'acétone
Encroûtement gypseux	0 - 25	4,0	66	67
	25 - 45	10,4	57,9	59
	45 - 55	18,0	31,4	30,5
	55 - 180	13,6	35,5	28
	180 - 200	16,0	32,7	33

Le pourcentage de calcaire est assez élevé et celui du gypse augmente vers la surface. A la base de l'encroûtement l'horizon est toujours moins gypseux et plus calcaire. Ceci est du peut-être à l'hétérogénéité des sables encroûtés (coupe dans l'Oued Tine) plus ou moins gypseux.

Localement, à l'occasion d'une légère rupture de pente, la croûte gypseuse apparaît avec les polygones (à proximité du profil 18).

22 - Sur encroûtement gypseux de nappe

- Petite butte sur la GP 1 directement au Nord de l'Oued El-Akarit.

C'est la basse terrasse avec les restes d'industries préhistoriques (silex taillés, escargotière etc....).

- Végétation en touffes de :

Frankenia Thymifolia

Limonum prunosum etc...

1) Méthode à l'acétone pour le dosage du gypse.

Le gypse est dissous dans l'eau puis précipité dans l'acétone. On le redissout ensuite dans l'eau pour mesurer la conductivité de la solution ainsi obtenue, Avec une courbe étalon on détermine le pourcentage de gypse.

C'est un dosage direct du gypse et non des sulfates (méthode gravimétrique).

Description.

En surface pellicule sableuse glacée.

0 - 20 cm : Blanc rosé - sablo-limoneux - consistant - très gypseux avec bandes cristallisées sub-horizontales - cristaux de gypse - Rass-Kelb rosées - quelques racines.

20 - 40 cm : Jaune-marron - sableux - très consistant avec zones plus indurées (gros blocs sensiblement sub-horizontaux). Encroûtement gypseux de nappe.

120 - 160 cm : Marron-brun - finement sableux - meuble - très humide.

Analyse

Profondeur en cm	CO ₃ Ca %	Gypse %	Conductivité mmhos/cm
0 - 20	2,7	56,9	3,5
20 - 40	3,4	51,0	3,9
40 - 120	3,1	47,7	6,9
120 - 160	8,1	0,4	10,5

Discussion

L'encroûtement gypseux de nappe, à la surface du sol, évolue suivant le processus classique d'une augmentation de gypse de bas en haut.

Mise en valeur { Pc (sec)
E non irrigable.

D) SOLS ISOHUMIQUES :

1) Sols brunstepaniques (1)

Profil 239

- Plateau de Sbih et Bled El-Hita.
- Zone plane.
- Champ de figuiers.

Description

- 0 - 10 cm : Jaune - grossièrement sableux - horizon de labour.
- 10 - 45 cm : Brun-jaune - finement sableux - structure à éléments peu individualisés - éclats anguleux - très nombreux petits pores (diamètre 1 à 2 mm) - assez consistant - léger pseudo-mycélium - quelques rares nodules calcaires - grains de quartz (1 à 3 mm) - débris de coquilles - racines.
- 45 - 70 cm : Brun-jaune - finement sablo-limoneux - éclats polyédriques anguleux - bonne porosité - assez consistant - calcaire avec nodules calcaires blancs, les uns, peu individualisés de la masse, irréguliers, très blancs, friables - les autres, arrondis et durcis.
- Quelques nodules calcaires anciens - grains de quartz - débris de coquilles - racines.
- 70 - 110 cm : Brun-jaune - finement sableux à sablo-argileux. Mêmes nodules que dans l'horizon précédent mais plus nombreux - débris de coquilles anciennes prises dans un ciment calcaire rose-beige - racines.
- 110 - 140 cm : Marron-clair-rosé - sableux - très consistant - très fins cristaux de gypse donnant un encroûtement dur avec les mêmes nodules calcaires - débris de coquilles - pas de racines.
-

Analyse

Profondeur en cm	Granulométrie %					CO ₃ Ca %	Matière organique %	Gypse %
	A	L	STF	SF	SG			
10 - 45	8	4	7,5	59,5	18,5	18,5	0,52	Traces
45 - 70	16	7	8,5	52,5	14	24,0	0,41	Traces
70 - 110	18	10	8	50,5	14	25,5	0,26	0
110 - 140	13	6	14	50	17,5	16,6		24,1

Discussion

Ce profil ressemble beaucoup au profil 113, décrit P.26 et classé sol peu évolué steppisé.

- Granulométrie voisine.
- Répartition et taux de calcaire.
- Horizon de profondeur imprégné de gypse. Mais le taux de matière organique est légèrement supérieur tout en étant très faible pour un sol brun steppique, les nodules calcaires sont différents et ont d'avantage la morphologie des nodules steppiques typiques (nettement individualisés et durcis).

Répartition.

Ce profil n'est pas représentatif de l'ensemble de la zone cartographiée en sols bruns steppiques. (Plateaux de Sbih et Bled El-Hita). Il représente le sol le plus profond et le plus "steppique".

En effet, de tels sols, situés entre les croûtes gypseuses réparties de préférence le long des oueds voient leur profondeur diminuer en se rapprochant de la croûte.

D'autre part, il semble y avoir sur le plateau des zones légèrement surélevées où les débris de la croûte calcaire villa-franchienne sont très importants, non seulement des nodules isolés mais de véritables blocs de 1 à 2 kgs.

.../...

Nous avons alors le profil suivant :

Profil 181

- Aboutissement au Sud-Est du plateau de Sbih. Pente très légère.
- A proximité d'un champ d'oliviers en bon état.

Description sommaire

- 0 - 20 cm : Brun-jaune - finement sableux - croûte de battance en surface.
- 20 - 100 cm : Beige - finement sablo-limoneux - très poreux - meuble - bourré de nodules et morceaux de la croûte villafranchienne - racines.
- 100 - 120 cm : Rose-marron - sableux - consistant - très fins cristaux de gypse avec nodules calcaires blancs pulvérulents et irréguliers - nombreux grains de quartz - pas de racines.
- 120 - 150 cm : Horizon de macro-cristaux de gypse avec morceaux d'argile durcie - marron avec dendrites noires.

Discussion

Manifestement ce profil est bien différent du 239, par l'importance des éléments détritiques de la croûte villafranchienne.

En définitive :

- Le très faible taux de matière organique.
- La faible gradient du taux de calcaire.
- L'absence fréquente de nodules de steppisation.
- L'absence d'une végétation graminéenne.
- Le caractère colluvial de nombreux profils etc... nous amènent à beaucoup de réserves dans le choix que nous avons fait en les classant sols steppiques; bien sûr, on peut dire qu'ils sont tronqués, pour certains.

Mise en valeur { Pat - P₃₋₄ (sec)
E - C₃ B₃ (irrigué)

En sec : Paturage et P₃₋₄ pour les sols les plus profonds (localement P₂)

En irrigué : Voir chapitre IV sur la mise en valeur.

2) Sierozems

Profil 190

- Aboutissement à l'Est du plateau de Sbih, zone plane.
- Champs d'oliviers en bon état.

Description

- 0 - 20 cm : Marron-rose pâle - grossièrement sableux - structure particulaire grossière - horizon meuble - calcaire - racines.
- 20 - 50 cm : Marron-rosé-beige - idem à l'horizon précédent.
- 50 - 90 cm : Jaune-rosé-beige - moins grossièrement sableux - idem.
- 90 - 150 cm : Jaune-beige - idem.
- 150 - 200 cm : Beige sablo-limoneux - horizon consistant - calcaire - bourré de nodules calcaires villafranchiens - peu de racines.

Analyse

Profondeur en cm	Granulométrie en %					CO ₂ -Ca %	Matière organique %	Gypse %
	A	L	STF	SF	SG			
0 - 20	5	1	4,5	45,5	39,5	5,8	0,52	1,3
20 - 50	6	3	5	46,5	36,5	6,5	0,31	1,9
50 - 90	8	2	2,5	56,0	27,0	10,8	0,31	1,8
90 - 150	4	1	2	50,5	38,5	8,9		2,0
150 - 200	5	5	8,5	49,0	33,5	43,4		1,0

.../...

Discussion

- Faible gradient du taux de calcaire.
- Présence de gypse dans les horizons de surface et profondeur.
- Faible taux de matière organique.
- Pluviométrie de 170 mm. environ.

Pour toutes ces raisons, nous les avons classé dans les sierozems.

Ils ne représentent pas une grande étendue, et il faut rechercher leur origine dans les sables pontiens des Koudiat Sbara et Es-Satour.

Plus à l'Est, on retrouve des sols sensiblement analogues à texture grossière en bordure de la Sebkha El-Guettiate, plus gypseux et légèrement salés en profondeur, reposant sur un encroûtement de nappe ou de gypse macro-cristallisé.

Mise en valeur $\left\{ \begin{array}{l} P_2 \\ A_2 \end{array} \right.$

Ils sont un exemple de "bons" sols dans le Sud Tunisien, mais chimiquement très pauvres. (texture grossière)

E) SOLS HALOMORPHES :

Nous avons adopté la classification, suggérée récemment par les pédologues de Tunisie, distinguant 2 sous-classes:

- Sols halomorphes non lessivés.
- Sols halomorphes lessivés (solonch , solods, etc...), non représentés dans la zone étudiée.

Sols halomorphes non lessivés.

1) Sols hydromorphes à nappe ou encroûtement

11 - Sols salins

111 - Faciès finement sablo-gypseux

- série des oasis -

Profil 90

- Oasis Oudref.
- Jardin mal entretenu avec oliviers et palmiers.

Description sommaire

- 0 - 80 cm : Jaune - finement sableux - meuble - calcaire avec petits amas blanc poudreux calcaro-gypseux - beaucoup de grosses racines de palmiers - humide.
- 80 - 110 cm : Jaune-beige - sableux - légère consistance - calcaire-beaucoup de racines - très humide.
- 110 - 130 cm : Jaune-marron - finement sableux - légère consistance - calcaire - petits nodules et amas blancs calcaro-gypseux friables - encore des racines mais moins abondantes.

Nappe à 120 cm.

Analyse

Profondeur en cm.	CO ₃ Ca %	Gypse %	Conductivité mmhos/cm
0 - 80	7,2	14,2	6,3
80 - 110	7,2	15,9	9,5
110 - 130	4,0	19,9	16,1

Discussion

C'est un profil type de sol d'Oasis. Mais très souvent, le taux de gypse est plus élevé en profondeur, se forme un encroûtement gypseux de nappe actuel ou fossile.

.....

Profil 68

- Entre Rhenouch et la Sebka Er-Rahia, zone plane.
- Végétation assez dense.
 - Zygophyllum album
 - Frankénia thymifolia
 - Suaeda maritima.

Ce sont d'anciens champs cultivés, actuellement abandonnés par manque d'eau.

Description

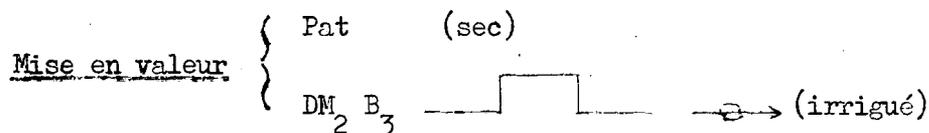
- 0 - 15 cm : Jaune-marron - très finement sableux - meuble - très fin pseudomycélium blanc - calcaire - racines nombreuses.
- 15 - 45 cm : Jaune très finement sableux - meuble - plus calcaire - racines.
- 45 - 90 cm : Jaune-marron - très finement sablo-limoneux - meuble peu calcaire - exsudations de sels en fins cristaux sur la paroi - peu de racines - humide.
- 90 - 110 cm : Marron - noir - très finement sablo-argileux - légère consistance - pseudo-mycélium blanc - peu calcaire - pas de racines - horizon hydromorphe.
- 110 - 130 cm : Beige - très finement sablo-argileux - assez grande consistance - peu calcaire - pas de racines - très humide - horizon de transition avec l'encroûtement gypseux de nappe.
- 130 - 150 cm : Beige-clair - encroûtement gypseux de nappe assez consistant mais friable - peu calcaire - très humide - pas de racines.
- 150 - 180 cm : Beige encroûtement gypseux de nappe encore friable - assez consistant - pas de réaction à l'acide mais calcaire à l'analyse - petits cristaux de gypse - très humide.
- 180 - 200 cm : Passage d'un horizon de gypse cristallisé dans un ensemble calcaire marron-jaune, assez consistant et friable, avec taches rouilles d'hydromorphie.

Analyse

Profondeur en cm	Granulométrie %					CO ₃ Ca %	Gypse %	conductivité en mmhos/cm	Sels solubles Cl me/l
	A	L	STF	SF	SG				
15 - 45	10	8	17	54	2,0	3,9	35,2	5,8	7
45 - 90	15	10	16,5	50,5	0,5	8,3	37,4	20,0	78
90 - 110	11	21	20,5	42,5	Traces	2,7	7,1	48	330
110 - 130	16	15	12	46	1,5	3,1	55,1	33	245
130 - 150	14	13	12	46	9,0	3,9	54,0	30,5	215
150 - 180	8	10	13	50,5	13,0	5,5	61,9	21,5	150

Discussion

- La granulométrie d'un sol aussi gypseux doit être interprétée avec précaution. Néanmoins, elle confirme, pour les horizons supérieurs, la texture finement sableuse observée sur le terrain.
- La teneur en gypse, élevée en surface, diminue dans l'horizon hydro-morphe (90 - 110 cm) très salé avec accumulation des chlorures. Notons, dans l'encroûtement gypseux de nappe, un pourcentage de 61 % (jusqu'à 75 % de gypse, profil 157).
- Ce prélèvement, effectué à la fin de l'hiver après de fortes pluies, montre le lessivage des chlorures qui s'accumulent au dessus de l'encroûtement gypseux.



avec travaux de nivellement et de drainage.

112 - Faciés sableux très peu gypseux

Série de l'Oued Bou Saïd

Profil 191

En bordure des Sebkhass El-Kattiata et Dreiaa, légère pente, retombée du plateau steppique de Sbih vers les Sebkhass littorales.

- Cultures d'orge, quelques palmiers, chiendent.

Description

- 0 - 10 cm : Jaune - sable grossier très pulvérulent.
- 10 - 35 cm : Marron-jaune - grossièrement sableux - très meuble - calcaire - fin pseudo-mycélium blanc - racines.
- 35 - 100 cm : Marron - sablo-argileux - très meuble - calcaire - pseudo-mycélium plus important avec quelques plages vertes d'hydromorphie - débris de coquilles - humide.
- 100 - 140 cm : Marron-noir - finement sableux - meuble - calcaire - très fin pseudo-mycélium - plages plus claires (hydromorphie) - humide.
- 140 - 200 cm : Marron - sableux - encroûtement gypseux de nappe très friable - humide (niveau de la sebkha).

Analyse

Profondeur en cm	Granulométrie %					CO ₃ Ca %	Matière organique %	Gypse %	Sels solubles						
	A	L	STF	SF	SG				Cond. mmhos/cm	Cl	CO ₃ H	Ca	Mg	Na	SAR calculé
10 - 35	5	5	8,5	59	18	7,3	0,78	0,5	8,2	50	1,7	43	37,5	36,3	5,7
35 - 100	15	9	11	42	18,5	9,6	0,47	2,1	13	60	1,7	35	64	72,5	10,3
100 - 140	13	4	8,5	49	20,5	6,5		4,6	12,3	70	1,4	36,5	53	82,5	12,3
140 - 200	9	5	3	53,5	26	8,5		5,0	16,5	110	1,3	41,5	70,5	110	10,6

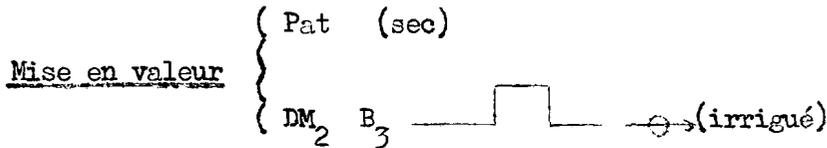
Discussion

- L'alcalisation est très faible sur l'ensemble du profil, même dans les horizons plus argileux. L'étude du complexe absorbant pour un sol aussi sableux présente beaucoup de difficultés et la valeur du SAR calculé montre le faible taux de saturation en sodium (5 à 10 %).

.../...

- Au Nord (profil 222), la microtopographie devient plus tourmentée avec les touffes de jujubiers et surtout *Nitraria tridentata*, *Atriplex Halimus* etc...

Le sol diminue de profondeur, l'encroûtement gypseux passe à un horizon de gypse macrocristallisé dans un ciment argilo-sableux ocre marron.



avec travaux de nivellement et drainage.

12 - Sols salés à alcalis

Profil 119

- Alluvions de l'Oued Akarit, au pied du Djebel Roumana, pente nulle.
- Couvert végétal 10 %.
- Halocnemum Strobilaceum*.

Description

Croûte "glacée " de battance en surface.

- 0 - 20 cm : Marron - finement sablo-argileux - structure peu nette à éléments de 5 à 10 cm , polyédriques , cohérents et poreux - horizon assez consistant - calcaire - racines.
- 20 - 100 cm : Marron-foncé - texture argilo-finement sableuse mais variable - avec passage de petits graviers - galets etc... - structure peu nette - horizon à bonne porosité et assez consistant - calcaire - pseudo-mycélium gypso-salin très abondant - pas de racines.
- 100 - 160 cm : Beige-clair - finement sablo-argileux - horizon consistant.
- Encroûtement gypseux de nappe avec amas de gypse pulvérulent blanc et plages marron très peu gypseuses-peu calcaire - pas de racines - sec.

Analyses

Profondeur en %	Granulométrie %					pH	CO ₃ Ca %	Gypse %	Matière organique %
	A	L	STF	SF	SG				
0 - 20	15	9	20	51,5	1	8,95	17,3	Traces	0,62
20 - 100	23	13	15	43	2,5	8,9	19,2	27,2	0,47
100 - 160	18	11	8,5	38,5	13,3	8,55	3,0	75,9	

Complexe absorbant en me pour 100 g. de terre						
Profondeur en cm	Ca	Mg	K	Na	T	Na/T dosé
0 - 20	0,15	6,0	1,55	8,30	16	52
20 - 100	5,90	0,8	1,10	9,80	17,6	55,7

Sels solubles

Profondeur en cm	Conductivité en mmhos/cm	Extrait saturé en me/l					
		Cl	CO ₃ H	Ca	Mg	Na	SAR
0 - 20	42,5	390	2,2	78,5	91,5	265	34
20 - 100	36,5	300	1,8	53,5	77,5	330	40,7
100 - 160	25,5	170	1,2	48	51	180	25,5

Stabilité structurale

Profondeur en cm	Is	Log ₁₀ Is	K	Log ₁₀ K
0 - 20	19	2,28		
20 - 100	21,8	2,34	1,44	1,16

- Le taux de saturation en sodium du complexe (Na/T dosé) montre indiscutablement l'alcalisation de ce profil.

Pour le profil précédent, nous avons tenu compte du SAR calculé dans l'appréciation de l'alcalisation. Tout en étant inférieur au Na/T dosé, il est nettement plus fort que dans les sols salins (profil N° 68). Ce critère, pour caractériser un sol à alcalis, n'est pas très valable.

- La stabilité structurale, très mauvaise, ne surprend nullement.
- Notons également sur ces sols, la présence d'*Halocnemum Strobilaceum*, indicatrice quasi absolue de salure et alcalisation.

Profil 148

- Au Sud de l'embouchure de l'Oued El-Akarit légère pente.
- Végétation halomorphe avec touffes de :

Halocnemum Strobilaceum.

Frankenia thymifolia.

Artrocnemum indicum etc...

Description

Surface "glacée" caractéristique.

- 0 - 10 cm : Jaune-brun - finement sableux - structure à éléments lamellaires en surface , et nuciforme de 1 à 2 cm, friables - horizon meuble - peu calcaire - racines nombreuses.
- 10 - 20 cm : Jaune - finement sableux - structure à éléments particuliers fins - horizon meuble - peu calcaire avec fin pseudomycelium blanc - quelques racines - légèrement humide.
- 20 - 40 cm : Jaune-marron - finement sableux limoneux - structure à éléments particuliers très fins - horizon avec nombreux petits pores (diamètre 1 mm) - assez consistant - peu calcaire - pas de racines - humide.

.../...

40 - 55 cm : Jaune-beige, - finement sableux - consistant mais friable - peu calcaire - pas de racines - humide.

55 - 100 cm : Beige + sableux - consistant mais friable - peu calcaire - pas de racines - très humide.

de 40 à 100 cm : Encroûtement gypseux de nappe.

Analyses

Profondeur en cm.	CO ₃ Ca %	Gypse %	Sels solubles en me/l						
			Conduct. mahos/cm	Cl	CO ₃ H	Ca	Mg	Na	SAR
5 - 20	1,5	58,48	37	320	1,5	47,0	90	455	50,9
20 - 40	2,4	56,28	46	430	1,4	48,5	119	560	46,9
40 - 55	1,5	69,46	32	265	1,6	42,5	77	350	39
55 - 100	1,9	66,66	26,5	225	2,0	43,5	44	290	38,7

Discussion

- La très forte teneur en gypse de l'ensemble du profil rend difficiles non seulement la granulométrie mais aussi l'étude du complexe (en ajoutant à cela la texture finement sableuse). Comment apprécier alors l'alcalisation et distinguer les sols salés à alcalis ?.

Une réponse nous est donnée par le S A R calculé qui a une valeur très forte (38 à 50 %). La présence d'*Halocnemum Strobilaceum* confirme ce choix.

2) Sols hydromorphes à Submersion

Ce sont les sebkhas proprement dites soumises aux inondations et en partie aussi à la marée.

La végétation halophile se réduit à des touffes peu denses et l'encroûtement de nappe souvent très proche de la surface.

De telles zones ne présentent pour l'instant aucun intérêt pratique de mise en valeur.

Origine de la salure.

Quels sont les facteurs déterminants ?.

- La position topographique :

Zones en bordure de mer, quelquefois soumises à la marée pour les parties les plus basses.

- L'abondance du gypse :

Présent à l'état solide dans les sols, à l'état liquide dans les solutions du sol et la nappe phréatique.

- Le climat :

Facteur déterminant puisqu'il ne permet pas d'établir un cycle normal de l'eau.

La nappe phréatique superficielle en relation avec la mer se charge en chlorures très solubles, qui augmentent d'autre part la solubilité du gypse. Cette remontée des sels vers l'intérieur n'est pas arrêtée par les eaux de pluie trop épisodiques.

L'évaporation, intense en raison du climat sec et chaud, et la steppe halophyte (les racines filtrent l'eau en laissant la majeure partie des sels) augmentent la concentration de la nappe et entraînent la précipitation des sels.

Encroûtement gypseux de nappe.

Les sels les moins solubles comme les carbonates précipitent les premiers.

Aussi le taux de CO_3Ca va en diminuant vers la surface dans l'encroûtement de nappe, (1,9% \rightarrow 1,5%). (dans le profil N° 148.

Le gypse se dépose ensuite et la progression sera inverse (66,66 % - 69,46 %). Il est évident que le niveau de la nappe étant variable, le front d'évaporation se déplace et, avec lui les différentes zones de précipitations des sels vont alors s'interpénétrer.

On vérifie aussi, avec M. DESSUS que, toujours dans l'encroûtement de nappe le taux des chlorures va en diminuant vers la profondeur, traduisant ainsi la variation dans le même sens de la concentration en sels de la solution du sol. Il en est de même pour Mg et Na correspondent aux chlorures de ces éléments.

La teneur en gypse de l'encroûtement est variable.

- Au Sud de l'Oued Akarit.

zone des sols salins gypseux, le taux de gypse se situe entre 50 et 75%. Au gypse du sol s'ajoute le gypse précipité par formation de l'encroûtement.

- Au Nord de l'Oued Akarit.

zone voisine des sols salins non gypseux, cet encroûtement est peu gypseux. Ainsi le profil 192.

Profil 192

- Vallée de l'Oued Bou-Saïd.

- Végétation Halophyte avec :

Halocnemum Strobilaceum

Frankenia Thymifolia

Limoniastrum Guyonianum

etc....

Description sommaire.

0 - 10 cm : Jaune finement sableux - croûte glacée en surface - racines.

10 - 50 cm : Jaune finement sableux - meuble - léger pseudomycélium - quelques racines.

50 - 90 cm : Marron très finement sableux - légèrement plus consistant.

.../...

90 - 150 cm : Marron-beige devenant beige - consistance augmentant avec la profondeur - Rass-Kelb.

Analyse.

Profondeur en cm.	CO ₃ Ca %	Gypse %	Conductivité mmhos/cm	Sels solubles					
				Cl	CO ₃ H	Ca	Mg	Na	SAR calculé
10 - 50	6,2	1,2	18,0	90	2,3	28	77,5	145	13,3
50 - 90	7,7	8,8	16,5	80	2,1	29,5	65	145	21,3
90 -150	10,4	22,3	8,5	35	2,0	30	33	53,7	9,7

Le taux de gypse dans l'encroûtement est ici bien inférieur ^à 22,34%. Mais le sol est lui-même peu gypseux.

Existe-t-il une corrélation entre la teneur en gypse initiale du sol et celle de l'encroûtement, c'est probable. Le pourcentage des chlorures intervient lui-aussi, dans quelle mesure ?

D'autre part, le taux de carbonates est ici légèrement supérieur à celui observé dans les zones plus gypseuses. La texture, la composition initiale du sol, la nappe interviennent dans la précipitation des sels. Quel est leur rôle respectif ?

F) SOLS HYDROMORPHES :

Nous les avons distingués des sols halomorphes, essentiellement par la végétation non halophile et la salure peu marquée.

1) Hydromorphie d'engorgement

11 - Intensité forte

Profil 213

- Piedmont Ouest de Fatnassa.
- Jachère-céréales.

Description

- 0 - 10 cm : Jaune - très finement sableux - pulvérulent.
- 10 - 20 cm : Brun-jaune très finement sableux - structure à élément nuciformes de 1 à 3 cm. , très friables - calcaire - racines.
C'est l'horizon de labour.
- 20 - 60 cm : Brun-jaune foncé devenant brun-gris en profondeur - argilo-finement sableux - structure à élément prismatiques de 5 à 15 cm - cohérents - les faces sont recouvertes d'un pseudomycélium blanc duveteux ressemblant à une moisissure de champignon - horizon consistant à faible porosité - calcaire - pas de racines - sec.
- 60 - 140 cm : Brun-gris - argileux - structure à éléments prismatiques de 2 à 10 cm , très cohérents , recouverts du pseudomycélium blanc plus abondant - horizon consistant à faible porosité - calcaire - débris de coquilles - sec à légèrement humide en profondeur.

Discussion

L'engorgement est dû à la texture très fine. En remontant le piedmont, vers le djebel, les argiles grises à gris noir sont mises à nu par les petits oueds qui les étalent ensuite en aval.

De tels sols occupent une surface limitée à une petite zone du piedmont du Djebel Fatnassa.

Mise en valeur { Pat
 { E non irrigable

12 - Intensité moyenne, salés en profondeur

Profil 120

- Piedmont Est du Djebel Roumana cône d'alluvionnement d'oued.
- Touffes de Lygeum Spartum - Jachère.

Description

Surface très finement sableuse, jaune et pulvérulente.

- 0 - 40 cm : Brun-jaune - finement sablo-argileux - structure à éléments prismatiques de 10 à 20 cm , très poreux et assez cohérents - horizon assez consistant - calcaire - nombreuses déjections (granulés) d'animaux - racines.
- 40 - 80 cm : Brun-foncé - argilo-finement sableux - structure à éléments prismatiques de 5 à 10 cm , peu poreux et à cohésion forte - horizon consistant de plus en plus vers la profondeur - calcaire - pseudomycélium - très peu de racines.
- 80 - 100 cm : Brun-foncé avec des plages marron-clair - finement sablo-argileux - structure à élément prismatiques moins nets - horizon consistant - pas de racines.
- 100 - 180 cm : Brun - finement sablo-argileux - structure à élément fondus de type ciment - horizon très poreux et consistant - calcaire - pseudomycélium épais - débris de coquillages comme dans tout le profil.

Analyse

Profondeur en cm	Granulométrie en %					CO ₃ Ca %	Matière organique %	Gypse %	Conducti- vité mmhos/cm
	A	L	STF	SF	SG				
0 - 40	17	15	19,5	43	2,5	21,2	0,93	Traces	2,0
40 - 80	28	18	16	34	1,5	24,6	0,72	"	5,5
80 -100	19	13	15,5	45,5	2	18,4	0,62	3,6	10,5
100 -180	18	11	14	49	3	16,9	0,62	Traces	11,0

Sols solubles dans l'extrait saturé.

Profondeur	Cl	CO ₃ H	Ca	Mg	Na	SAR calculé
0-40	10	1,7	12,0	7,0	15	3,8
40-80	30	1,3	21,5	26,5	27,5	6,5
80-100	65	1,4	41,5	26,5	53,7	9,2
100-180	70	1,5	38	26,5	57,5	10,1

Discussion

L'hydromorphie est marquée simplement par la structure, le pseudo-mycélium et la salure en profondeur. (Le taux de matière organique est le plus fort de toute la zone étudiée). Vers l'Est ces sols deviennent très salés à alcalis (profil 119).

Mise en valeur { C₃ P₄ en sec
 (DB₃ C₃ →)

L'irrigation avec une eau à 3 g/l représente ici un danger d'alcalisation certain. Nous sommes à l'extrême limite des possibilités. Une irrigation d'appoint est préférable.

L A M I S E - E N - V A L E U R

IV - LA MISE EN VALEUR

L'agriculture est placées sous le signe de la lutte :

- Lutte pour avoir de l'eau par les forages ou l'aménagement de tabias augmentant la retention de l'eau de pluie.
- Lutte contre le sel et l'encroûtement gypseux de nappe par le drainage.
- Lutte contre le vent, qui ensable et détériore les cultures, par les brises-vents et autres moyens de protection.

A) APTITUDES DES SOLS AUX CULTURES SECHES :

1) Etat actuel de l'agriculture

Parler d'agriculture dans cette zone, où les rendements sont en relation directe avec les caprices et les rigueurs de la pluviométrie, peut paraître surprenant.

Plantations:

Oliviers, figuiers, amandiers sont les plus souvent plantés derrière des tabias en terre dans les oueds descendant du Djebel Fatnassa ou entaillant les vastes glacis encroûtés. Nous avons ainsi observé des arbres vigoureux et sains, malheureusement ils restent la minorité.

Céréales : Orge, blé.

Dans la Garaat Fatnassa, bons rendements en année pluvieuse. Elle bénéficie d'un vaste impluvium (le plateau de Bled El-Hita à l'Ouest et le piedmont Ouest du Djebel Fatnassa). Ailleurs, les cultures de céréales sont aléatoires. Cette année 1963 a permis une "bonne" récolte (de 0 à 6 quintaux à l'hectare).

.../...

Paturages :

Le surpâturage par les troupeaux de moutons, chèvres et dromadaires accentue le déséquilibre végétation - sol. (Travaux de Mr. LE HOUEROU).

Forêts :

Nous avons signalé la forêt d'eucalyptus de Métouia, c'est la seule forêt existant et elle est artificielle.

2) Aptitudes des sols.

a) Les sols plantables.

Avant toute considération sur les sols, il sera nécessaire d'envisager des travaux de rétention pour rendre les plantations moins aléatoires. Il sera alors possible de parler d'un rendement acceptable. Sinon nous aurons une "forêt" d'oliviers.

De même, l'arrosage pendant les premières années est indispensable et cela est parfaitement compris de tous.

Il ne semble guère possible d'envisager autre chose que les oliviers, figuiers et localement amandiers.

P₂

Sols de bonne qualité (Draa Oudref)

- Profondeur supérieure à 120 cm.
- Texture sableuse à grossièrement sableuse permettant une bonne pénétration de l'eau et également une bonne rétention par self - mulching.
- Pauvres en éléments fertilisants.

P₂ C₂ - 3

Sols de bonne qualité pour les cultures arbustives de qualité moyenne à passable pour les cultures annuelles.

Sols des piedmonts Est et Ouest du Djebel Fatnassa cartographiés = alluvions steppisées sur "limon à nodules" avec encroûtement gypseux en profondeur (au delà de 120 cm).

.../...

Nous avons vu leur variété et dans ces conditions il est difficile d'envisager une aptitude rendant compte de l'ensemble de la zone. Néanmoins leurs caractères communs sont d'abord :

- la profondeur 120 cm en moyenne, et souvent plus.
- la texture finement sablo-argileuse, mais variable pour les horizons de surface.
- l'absence de gypse et une bonne porosité. Tout cela en fait des sols intéressants pour les plantations. Les agriculteurs de la région utilisent les tabias pour retenir l'eau des petits oueds lorsque la topographie le permet.

Envisager un épandage des eaux de crues n'est guère pensable avec une pluviométrie aussi faible; des travaux moins importants pourraient être valablement entrepris.

- Remarques sur la fertilité

Ces sols sont pauvres au point de vue chimique.

Matière organique : de 0,40 à 0,70 %.

Azote total : de 0,030 à 0,050 %.

La teneur en $P_2 O_5$ assimilable (dosé par la méthode Olsen pour les sols calcaires) et $K_2 O$ est faible mais normale pour les sols du Sud Tunisien.

Profil	Profondeur	% N total	$P_2 O_5$ assimilable ppm.
118	15 - 40	0,048	246
	40 - 95	0,033	246
123	0 - 15	0,048	130
	15 - 60	0,048	Traces
	60 - 90	0,036	Traces

Pour le profil 123 également

Profondeur en cm.	Complexe absorbant me pour 100 grs.				
	Ca	Mg	K	Na	T
0 - 15	7,55	0	0,60	0,65	8,8
15 - 60	7,56	1,2	0,77	0,87	10,4

Tous ces chiffres situent la pauvreté relative en éléments fertilisants.

Au point de vue physique.

Ils présentent une porosité excellente à l'examen du profil. Nous avons signalé à plusieurs reprises la battance de l'horizon de surface ayant pour effet d'augmenter le ruissellement.

Des mesures d'indices d'instabilité structurale ont donné les résultats suivants qui n'ont rien de surprenant si l'on considère seulement le taux de matière organique.

Profil	Profondeur	I_s	$\text{Log}_s 10$ I_s	K	Log IOK
123	0 - 15	10,28	2,01		
	15 - 60	5,41	1,73	2,49	1,40
	60 - 90	11,67	2,07	2,25	1,35
143	10 - 30	17,50	2,24	1,66	1,22
	30 - 60	9,35	1,98	1,49	1,17
	60 - 100	9,07	1,96	1,94	1,29

P₃ Sols de qualité moyenne pour les cultures arbustives .

- Ce sont des sols sableux dont la profondeur est 90 cm. Quelquefois plus argileux en profondeur.
- Sols steppiques du prolongement à l'Est du plateau de Sbih (profil 192) où nous avons signalé des plantations d'oliviers assez bien entretenues et valables.

C₂ P₃ Sols de qualité moyenne pour les cultures annuelles, de qualité moyenne pour les cultures arbustives.

- Alluvions profondes (Oued Bou Saïd) légèrement trop argileuses en surface.

Profil 228 (25 % argile et 14 % de limon dans l'horizon de surface). Cet inconvénient est mineur, il semble que l'on puisse planter, très valablement en maintenant la surface du sol propre et aérée, avec tabias de rétention.

P₄ Sols de qualité médiocre pour les cultures arbustives.

Il s'agit ici de plantations très aléatoires. Profondeur > 70 cm. et 90 cm.

- Sols à texture finement sableuse peu gypseux sur encroûtement gypseux.
- Sols steppiques de Bled El-Hita et Sbih toutes les fois que la profondeur le permet et qu'il est possible de bénéficier d'un impluvium naturel (le facteur limitant étant l'eau dont peut disposer la plante).

C₃ P₄ Sols de qualité passable pour les cultures annuelles, de qualité médiocre pour les cultures arbustives.

- Sols à texture finement sablo-argileuse peu gypseux, permettant éventuellement quelques cultures annuelles si la pluviométrie est favorable (entre Draa Oudref et le Djebel Fatnassa). Encroûtement gypseux entre 70 et 90 cm.
- Alluvions hydromorphes à texture argilo - finement sableuse, salés en profondeur (vers 1,50 m) côté Est du Djebel Fatnassa et Sidi Mehedebe.

B) AUTRES APTITUDES :

C₄ Sols de qualité médiocre pour les cultures annuelles.

Ce sont les petites dépressions ou vallées d'oueds, comblées par le vent, peu gypseuse, à texture finement sableuse à sablo-argileuse .

- Elles permettent une récolte de céréales dont nous avons signalé le caractère épisodique.
- La création d'un paturage est ici intéressante.

Paturage

Nous abordons un problème difficile, soumis à beaucoup de controverses (1). Pour notre part, malgré le fait d'avoir simplement indiqué des paturages là où les plantations étaient impossibles, nous pensons que la vocation naturelle de cette région est essentiellement pastorale, mis à part les Oasis et quelques tabias particulièrement efficaces.

- Paturages à Atriplex Halimus.

- Sols salins, sableux, gypseux (encroûtement de nappe en profondeur) en bordure des sebkhas littorales.

- Paturages sur les steppes.

- Sols steppiques peu profonds etc...

Il est évident que ces paturages sont à créer et à entretenir. La simple mise en défens ne suffit pas.

Certains auteurs préconisent, pour les sols sablo-limoneux, des graminées comme Cenchrus ciliaris, Aristida Obtusa, des Pennisetum etc...

Le problème est important mais très difficile à mettre en oeuvre.

1) Bibliographie N° 2

Pat - F₁

- Paturage et forêt.

- Sols sableux, peu gypseux, profond, avec intercalations d'argile gypseuse - topographie accidentée (Draa Oudref).
- Alluvions sableuses et sols sablo-gypseux-topographie accidentée (Koudiat El-Mergueb).

F₂

- Forêt de protection.

- Sols gypseux dans les vallées d'oued.

On peut ajouter à ces sols, les croûtes et encroûtement gypseux. En effet Mr. SCHENENBERGER préconise d'y planter une césalpinée buissonnante à feuilles caduques : Parkinsonia.

Toujours sur les sols gypseux, il y aurait aussi à exploiter et étendre le Lygeum Spartum pour les industries artisanales de spartérie.

Sur les encroûtements gypseux, les Eucalyptus résistants sont possibles à implanter :

- E. Microtheca
- E. Astringens
- E. Salubris

Mr. SCHENENBERGER préconise également , pour les sols sableux et assez profonds les espèces suivantes :

- Acacia raddiana
- Pistechia Atlantica
- Eucalyptus Microtheca
- Eucalyptus Oleosa.

Des essais sont actuellement en cours au Service des Forêts pour introduire l'arganier : Argania Spinosa.

C O N C L U S I O N

CONCLUSIONS.

Tout en étant limitées, les possibilités de mise en valeur existent : plantations, pâturages et forêts sont les trois points essentiels. Evidemment, cela exige beaucoup de temps, de patience pour attendre les fruits d'un travail difficile et très souvent ingrat.

C) APTITUDES DES SOLS AUX CULTURES IRRIGUEES :

1) Etat actuel des cultures irriguées.

Il s'agit essentiellement des Oasis classiques et du périmètre irrigué d'Henchir El-Hicha.

La tradition locale et les expériences plus récentes exigent comme conditions impératives à toute irrigation dans le Sud Tunisien :

- Un sol à texture sableuse à limono-sableuse, très perméable pour éviter la salure et l'alcalisation du profil, il doit cependant être capable de ^{re}tenir une certaine quantité d'eau pour les besoins de la plante.
- Un réseau de drainage fonctionnel.
- Une protection efficace (roseaux de Gabès, Tamarix) contre les effets nocifs du vent (sable et embruns marins).
- Une fumure organique et minérale.
- Des espèces végétales résistantes aux sels.

2) Aptitudes des sols.

Nous avons distingué deux zones.

a) Zones valables.

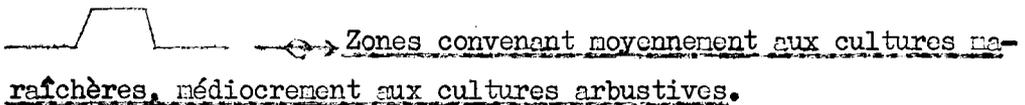
- Zone convenant moyennement aux cultures arbustives, fourragères et annuelles. Localement, travaux de nivellement (buttes de jujubiers).

A₂

- Sols sableux à grossièrement sableux, légèrement plus argileux en profondeur. peu ou pas gypseux - Profondeur \gg 120 cm. (Draa Oudref).
- Alluvions de l'Oued Bou Saïd, plus argileux en surface. Vers l'aval, les alluvions reposent sur un encroûtement gypseux de nappe, réduisant notablement les possibilités.
- Piedmont de Fatnassa avec localement les réserves faites sur la texture et l'encroûtement gypseux. Dans ces zones, il est permis d'envisager des périmètres irrigués et prévoir des forages.

b) Zones limites.

DM₂ B₃

Zones convenant moyennement aux cultures maraichères, médiocrement aux cultures arbustives.

C'est une vocation d'Oasis littorale que nous avons voulu indiquer. Cette zone comprend:

- zone des Oasis, sols gypseux finement sableux etc...
- sols salins, avec ou sans encroûtement gypseux de nappe etc...
- sols sableux où l'encroûtement de nappe est proche de la surface (90 cm).

Il sera nécessaire de procéder à des travaux de nivellement importants (basses de jujubiers, Nitraria, microdunes et topographie) de recalibrage d'oueds et drainage. La nappe sera souvent difficile à maintenir à un niveau convenable. Ce sont des zones peu étendues en bordure des oasis existantes ou des sebkhas.

Les cultures y seront les mêmes que dans les oasis : maraîchage, palmiers, grenadiers, et même oliviers comme à Rhenouch et Oudref (ils supportent une salure allant jusqu'à 10 mmhos/cm avec drainage et un taux de gypse important).

B₃ C₃

Zone convenant médiocrement aux cultures annuelles médiocrement aux cultures arbustives.

Nous avons regroupé pour cette aptitude des sols très différents.

- Sols peu profonds, texture finement sablo-argileuse en surface, encroûtement gypseux vers 70 cm. (flanc Ouest de Draa Oudref, vallées d'oued), ou zones en bordure des croûtes gypseuses.
- Certains sols hydromorphes de bordure Est du Djebel Fatnassa avec beaucoup de réserves. Ainsi :

Profondeur en cm.	I_s	$\text{Log } \frac{I_s}{10}$	K	$\text{Log } 10 K$
0 - 40	3,25	1,51	2,90	1,46
40 - 80	2,84	1,45	2,13	1,83
80 - 100	6,48	1,81	1,55	1,19

La stabilité structurale n'est pas mauvaise relativement aux profils 123 et 143. Avec l'irrigation; la structure va se détériorer rapidement, finalement comme pour certaines zones des piedmonts cette aptitude est bien aléatoire (danger d'alcalinisation).

$\frac{E}{Cr}$	$B_3 C_3$
----------------	-----------

- Sols steppiques de Bled El-Hita et au Sbih

Localement l'irrigation des sols les plus profonds est possible et intéressante. Les zones où l'encroûtement gypseux est trop proche de la surface ne sont évidemment pas irrigables. (E - cr).

c) Zones non irrigables.

E

- Croûtes et encroûtement gypseux.

- Sols salés à alcalis : l'encroûtement gypseux de nappe proche de la surface, la texture fine, le taux de gypse élevé (supérieur à 45 %), le niveau de la nappe qu'il n'est pas possible d'abaisser dans la plupart des cas, intéressant toute irrigation.
- Sols dont l'épaisseur est insuffisante sur les encroûtements gypseux etc...

V - CONCLUSION

Les grandes variations climatiques du quaternaire ont profondément marqué cette région, actuellement, on observe le résultat de ces périodes "actives".

La pédogénèse actuelle se réduit à quelques processus comme :

- La concentration du gypse vers la surface des encroûtements et croûtes gypseuses.
- La formation des encroûtements gypseux de nappe.
- Une évolution "steppique" peu marquée (siérozens ou gris rouges subdésertiques plus que sols bruns steppiques).

Malgré l'omni-présence du gypse on trouve des zones importantes où il est complètement absent.

Nous avons souligné les possibilités de plantations, paturages et forêts. La vocation pastorale paraît essentielle mais difficile. Les surfaces cultivables sont largement suffisantes pour les forages actuels. Hélas, l'eau disponible est rare, surtout là où les sols seraient les plus favorables.

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

VI - BIBLIOGRAPHIE

- 1) P. OZENDA (1958) Flore du Sahara Septentrional et Central.
C.N.R.S. Paris 1 vol 486 p.

- 2) H.N. HOUEYOU Contribution à l'étude de la végétation de la
région de Gabès.
(1955) Annales du S.B.A.T. vol 28 - tiré,
à part, p 141-180 Tunis

- Recherches écologiques et floristiques sur la
végétation de la Tunisie méridionale.
(1959) Montpellier.

- 3) G. NOVIKOFF (1958) Les associations halophyles en Tunisie.
S.S.E.P.H. Es N° 10. Tunis

- 5) CASTANY (1953) Notice explicative de la carte géologique de
la Tunisie au 1/500.000°.
SEFAN Tunis 1 vol 143 p.

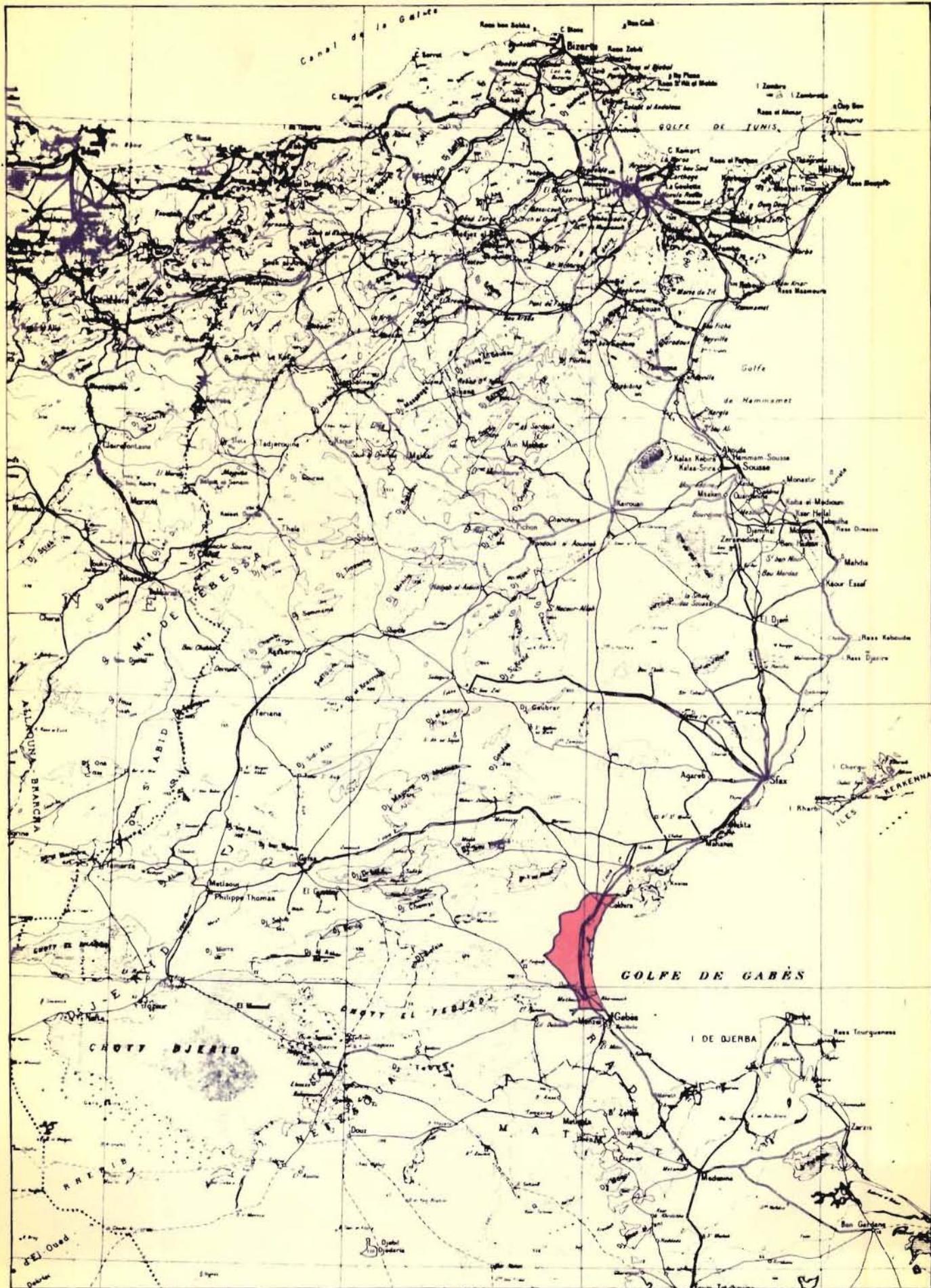
- 6) M. SOURDAT (1960) Etude Pédologique des périmètres de Bir Chen-
chou et Djebel Dissa.
S.S.E.P.H. N° 178 Tunis

- 7) M. SOURDAT (1962) Etude Pédologique de Sidi Mehedeb - Zone Sud.
S.S.E.P.H. N° 257 Tunis.

- 8) P. BUREAU & (1960) Contribution à l'étude des sols et encroûte-
P. ROEDERER ments gypseux de la partie Sud du golfe de
Gabès.
S.S.E.P.H. - ES N° 33 Tunis

- 9) A.MORI (1962) Etude Pédologique de Sidi Méhedeb
Nord.
S.S.E.P.H. (à paraitre).

PLAN DE SITUATION
DE GABES NORD
au 1/1000.000



ETUDE PÉDOLOGIQUE DE LA ZONE CABÈS-NORD

CARTE PÉDOLOGIQUE

Par M. POUGET, Pédologue - O. R. S. T. O. M. (Août 1963)

REPUBLIQUE TUNISIENNE
SECRETARIAT D'ETAT A L'AGRICULTURE

ECHELLE 1/100.000

H. E. R.
SUBDIVISION D'ETUDES PÉDOLOGIQUES

LEGENDE

(CLASSE; SOUS-CLASSE; groupe; sous-groupe; faciès principaux)

SOLS NON EVOLUES

NON CLIMATIQUES

bruts d'érosion

lithosols

Sols des Djebels : calcaires, grès, lambeaux de croûte gypseuse avec argiles et marnes très colorées gypseuses.

régosols

Argiles (plus ou moins sableuses) gypseuses entaillées par les Oueds et recouvertes souvent d'un conglomérat.

bruts d'apport

apport éolien

Dunes littorales.

apport pluvio-éolien

Dépansions élargies de vallées d'Oued avec encroûtement gypseux de nappe en profondeur.

colluviaux

Colluvions de conglomérat.

SOLS PEU EVOLUES

NON CLIMATIQUES

peu évolués d'apport

sains

Gypseux : encroûtement gypseux de nappe.

Steppisés : Alluvions-colluvions : sur limon à nodules

sur encroûtement gypseux

sur sable à nodules

hydromorphes

Gypseux avec encroûtement, gypseux de nappe.

Alluvions sableuses hydromorphes (hydromorphie ancienne).

à caractères de salinité et alcalisation

Alluvions-colluvions en bordure de sebkhas, conductivité : < 5 mmhos/cm en surface, plus salés en profondeur.

Encroûtement gypseux de nappe proche de la surface.

SOLS CALCIMORPHES

GYPSEUX

croûte gypseuse

Sur argile gypseuse.

Sur galets et marnes gypseuses.

Sur galets encroûtés.

encroûtement gypseux

Sur encroûtement sablo-gypseux.

Sur encroûtement gypseux de nappe.

SOLS ISOHUMIQUES

sols bruns steppisés

Sur encroûtement gypseux et argiles gypseuses.

siérazems

Matériau grossièrement sableux.

SOLS HALOMORPHES

NON LESSIVÉS

sols hydromorphes à nappe ou encroûtement

sols salins

Finement sablo-gypseux (série des Oasis).

Sableux très peu gypseux (série de l'oued bou Saïd)

sols salés à alcalis

Alluvions à texture fine, très salées, très à alcalis.

Alluvions à texture variable, sableuse en surface, plus fine en profondeur. Dans les deux cas : encroûtement gypseux de nappe ou nappe

= Zone de la steppe halophile.

sols hydromorphes à submersion

sebkhas.

SOLS HYDROMORPHES

hydromorphie d'engorgement

intensité forte

Apport alluvial-colluvial très argileux.

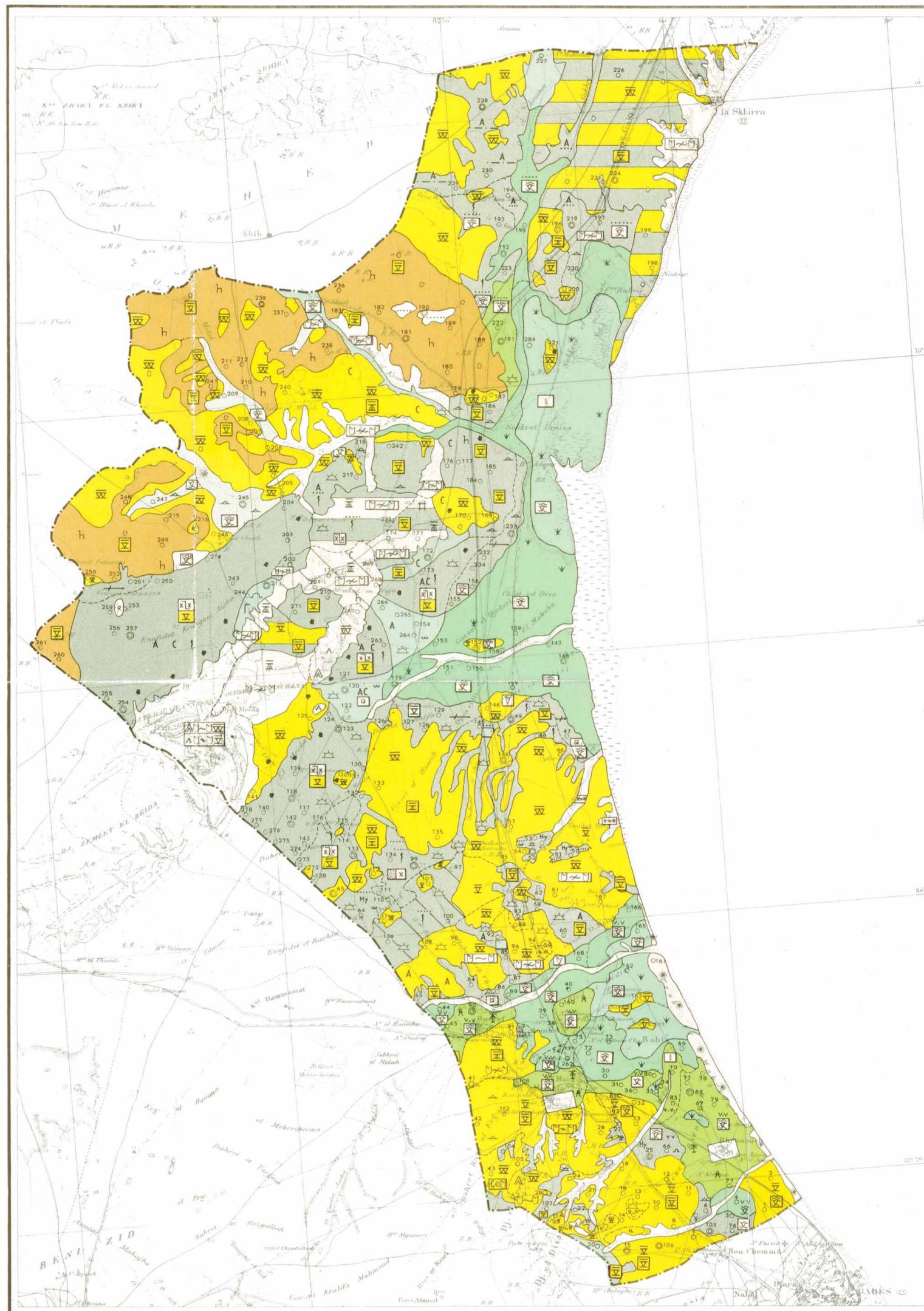
Origine pétrographique

intensité moyenne

Alluvions à texture assez fine, légèrement solées en profondeur.

COMPLEXES DE SOLS

Bandes colorées correspondantes aux sols non séparables à l'échelle de la carte.



SIGNES PARTICULIERS

ROCHES - ROCHES-MÈRES

Roches-mères du sol ou présence en profondeur d'une formation quelconque (encroûtement, limon à nodules etc...), dont la nature est précisée par les signes suivants placés dans le cartouche :

- ☐ Argile gypseuse (plus ou moins sableuse).
- ☐ Marnes gypseuses.
- ▲ Grès calcaire.
- ▲ Calcaire dur.
- ☐ Conglomérat.
- ☐ Matériau sablo-limoneux à nodules calcaires.
- ☐ Matériau grossièrement sableux à nodules calcaires.
- ∇ Gypse macrocristallisé.
- v v v Gypse diffus, microcristallisé.

LES SOLS

- A Alluvions.
- C Colluvions.
- f Steppisation.
- † Anthropomorphie.
- Horizon de surface à texture sableuse.
- Horizon de surface à texture sablo-argileuse.
- v.v.v. Horizon de surface à texture sablo-gypseuse.

EROSION

Moyenne.

PROFILS

- Profil non décrit dans la notice.
- ⊙ Profil décrit dans la notice.

ACCIDENTS DE SURFACE

- Cailloutis en surface.
- Cailloutis en profondeur, (débris de croûte calcaire le plus souvent).
- h Rég.
- ☼ Dunes.
- ▲ Microdunes.
- ▲ Nebkhas.
- ▲ Micronebkhas.
- a Placage alluvial ou éolien.
- c Placage colluvial.
- † Oasis.
- ☐ Polygonation (gypse).

SALURE HYDROMORPHIE

- ☐ Horizon salé en profondeur (< 15 mmhos/cm).
- Légère salure en surface (< 5 mmhos/cm).
- (Tendance à la salure et hydromorphie.)
- ∇ Hydromorphie permanente.
- ∇ Hydromorphie temporaire.
- ∇ Hydromorphie pétrographique.
- ∞ Hydromorphie faible.
- ∞ Hydromorphie moyenne.
- ☐ Nappe ou delà de 1 m.

LES CROUTES ET ENCRÔTEMENT GYPSEUX

PROFONDEUR	CROUTE GYPSEUSE	ENCRÔTEMENT GYPSEUX	GALETS ENCRÔTÉS	ENCRÔTEMENT GYPSEUX DE NAPPE
0 à 40 cm	☐	☐	☐	☐
40 à 120 cm		☐	☐	☐
> 120 cm		☐		☐

ETUDE PÉDOLOGIQUE DE LA ZONE GABÈS-NORD

CARTE DES APTITUDES DES SOLS AUX CULTURES EN SEC

Par M. POUGET, Pédologue - O. R. S. T. O. M. (Août 1963)

H. E. R.

REPUBLIQUE TUNISIENNE
SECRETARIAT D'ETAT A L'AGRICULTURE

ECHELLE 1/100.000

SUBDIVISION D'ETUDES PEDOLOGIQUES

LEGENDE

APTITUDES CARACTERISTIQUES

SOLS PLANTABLES

SOLS DE BONNE QUALITE

 Sols de bonne qualité pour les cultures arborescentes.

Sols sableux à grossièrement sableux, profonds (Draa Oudref). Profondeur supérieure à 120 cm sur sables à nodules calcaires, mais pauvres en éléments fertilisants.

Siérozems (mêmes caractéristiques).

 Sols de bonne qualité pour les cultures arborescentes, de qualité moyenne à passable pour les cultures annuelles.

Alluvions-colluvions (Piedmonts) du Djebel Fatnassa à texture variable. (sablo-caillouteux à finement sablo-argileux). Horizon gypseux compact au delà de 120 cm, zone peu homogène.

SOLS DE QUALITE MOYENNE

 Sols de qualité moyenne pour les cultures arborescentes.

Sols à texture grossière sur tout le profil, quelquefois plus argileux en profondeur (légère hydromorphie) ou alors encroûtement gypseux de nappe. Profondeur du sol 90 cm.

Sols steppiques profonds, finement sablo-argileux en surface. Horizon limoneux avec nodules calcaires durcis encroûtement gypseux vers 90 cm (souvent plus proche). Plateau de Sbih. Pâturages (si la profondeur du sol est insuffisante).

 Sols de qualité moyenne pour les cultures annuelles, de qualité moyenne pour les cultures arborescentes.

Alluvions (Oued Bou Saïd) à texture argilo-sableuse à sablo-argileuse en surface, plus sableuse en profondeur.

SOLS DE QUALITE MEDIOCRE

 Sols de qualité médiocre pour les cultures arborescentes.

Sols à texture finement sableuse, peu gypseux, encroûtement gypseux en profondeur (entre 70 et 90 cm). En bordure de croûtes gypseuses, et vallées d'Oueds.

Sols steppiques de Bled el Hita et Sbih si la profondeur est suffisante (localement P 3). Le reste étant valable comme pâturages.

 Sols de qualité passable pour les cultures annuelles, de qualité médiocre pour les cultures arborescentes.

Sols à texture finement sablo-argileuse, très peu gypseux sur encroûtement gypseux proche de la surface (70 à 90 cm).

Alluvions hydromorphes à texture argilo - finement sableuse (bordure Est de Fatnassa), horizon salé en profondeur (10 mmhos/cm) vers 1,50 m
Alluvions hydromorphes à texture fine à Sidi Mehedeb.

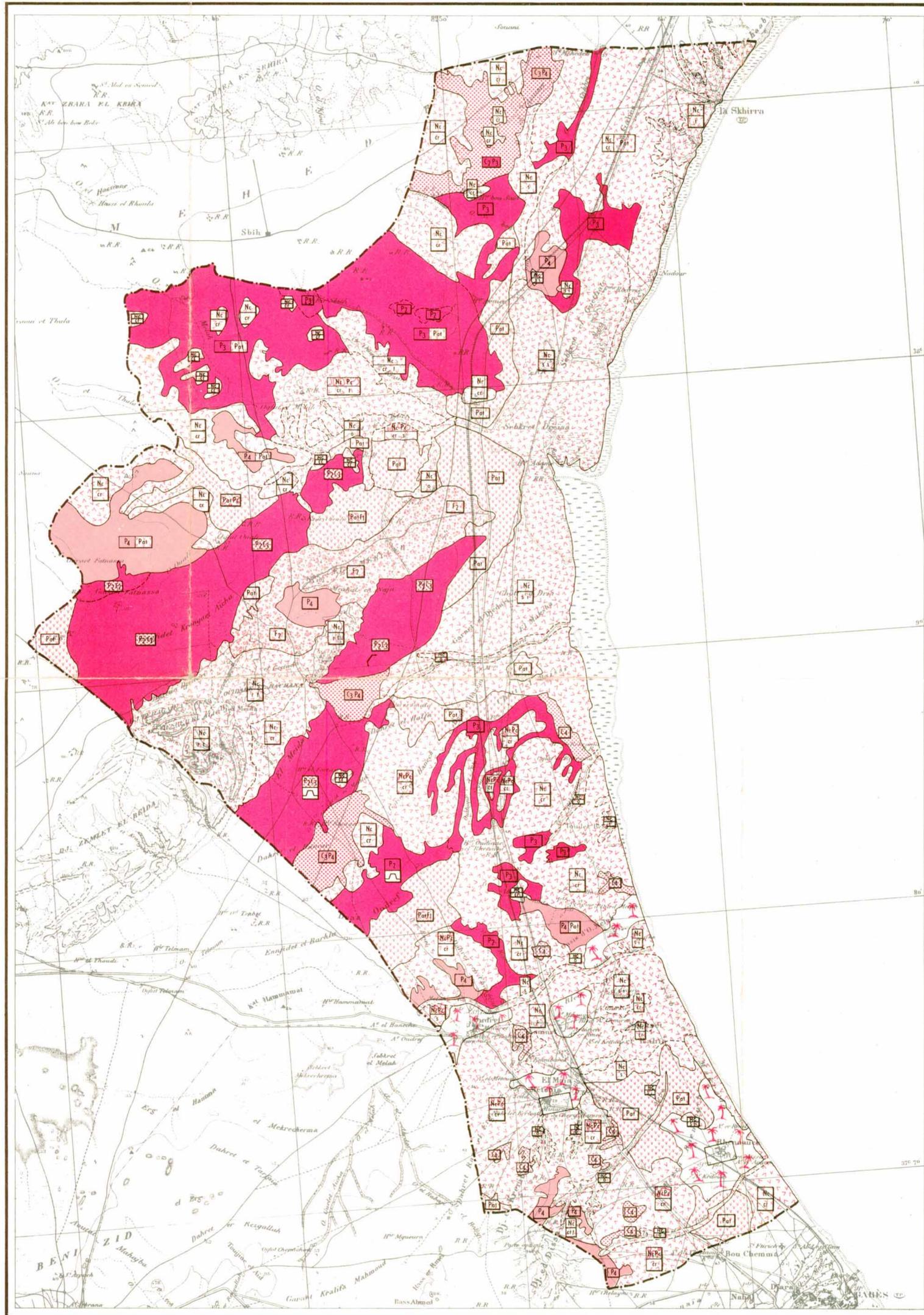
TRAVAUX A REALISER

Obligatoirement et dans tous les cas

 Travaux de rétention. (Tabias, meskas).

Localement
 Travaux de défrichement et nivellement (buttes de jubbiers).

 Epondages de crue éventuellement.



AUTRES APTITUDES

 Sols de qualité médiocre pour les cultures annuelles.

Sols peu profonds (40 à 70 cm) dans les petites dépressions ou vallées d'Oueds comblées par le vent sur la croûte ou encroûtement gypseux. Texture finement sableuse très peu gypseux.

 Sols utilisables pour les pâturages à améliorer et à créer.

Sols gypseux (50 % de gypse) finement sableux encroûtement gypseux de nappe vers 40 à 70 cm.

Sols très légèrement salés à texture finement sableuse, ou sableuse avec encroûtement de nappe en profondeur 40-70 cm

Sols salins, sableux en surface, avec nappe proche de la surface ou encroûtement gypseux de nappe. Presque toujours pour l'ensemble de ces sols, touffes de jubbiers et surtout Atriplex et Nitaria.

Sols steppiques à profondeur insuffisante (encroûtement gypseux de 30 à 70 cm).

 Zones utilisables pour les pâturages et pouvant être reboisées relativement facilement, relief accidenté.

Sols sableux, non ou peu gypseux souvent intercalation de bandes d'argile gypseuse, profonds (Draa Oudref). Zone intéressante.

Alluvions sableuses sur sables à nodules calcaires avec des sols sablo-gypseux non ou peu évolués et formant le relief de la zone (flanc Nord du Koudiat el Mergueb).

 Zones à aménager en forêt de protection (limite des possibilités).

Régosols sur argiles gypseuses dans les vallées d'Oueds et les flancs du Koudiat el Mergueb.

 Zones non cultivables.

Pc : Terrains de parcours.
cr : Croûte ou encroûtement gypseux.

r : Affleurements rocheux.

o : Lits d'Oueds.

s : Salinité.

i : Zone inondable.

t : Zone à topographie très accidentée.

Croûtes ou encroûtement gypseux recouverts d'un voile éolien sableux.

 Oasis.

ETUDE PÉDOLOGIQUE DE LA ZONE GABÈS-NORD

CARTE DES APTITUDES DES SOLS AUX CULTURES IRRIGUÉES

Par M. POUGET, Pédologue - O. R. S. T. O. M. (Août 1963)

H. E. R.

SUBDIVISION D'ETUDES PÉDOLOGIQUES

REPUBLIQUE TUNISIENNE
SECRETARIAT D'ETAT A L'AGRICULTURE

ECHELLE 1/100.000

LEGENDE

APTITUDES

CARACTERISTIQUES

ZONES VALABLES



Zones convenant moyennement aux cultures arborescentes, maraichères, fourragères et annuelles. Possibilité de prévoir un périmètre d'irrigation.



Localement, travaux de nivellement et défrichement (buttes de jujubiers)

Sols grossièrement sableux, légèrement plus argileux en profondeur (parfois hydromorphes). Profonds (≥ 120 cm). Peu gypseux. Pauvres en éléments fertilisants. Zone de Draa Oudref. Sols des plateaux de part et d'autre du Djebel Fatnassa. Texture variable, sablo-caillouteuse à finement sablo-argileuse pour les horizons de surface reposant sur sable argileux légèrement limoneux à nodules calcaires. En profondeur (≥ 120 cm) présence d'un horizon gypseux encroûté plus compact. Alluvions finement sablo-argileuse à argilo-sableuse en surface, plus finement sableuses en profondeur. Peu ou pas gypseux. Profonds (≥ 120 cm). Zone de l'Oued Bou Saïd.

ZONES LIMITEES



Zones convenant moyennement aux cultures maraichères médiocrement aux cultures arborescentes.

Zone des Oasis, sols gypseux (0 à 30 % de gypse) finement sableux. Encroûtement gypseux de nappe en profondeur, à plus de 50 cm ou nappe phréatique.

Zone des sols légèrement salés ou salins en bordures des Sebkhias. Texture finement à grossièrement sableuse. Gypseux ou très peu gypseux. Encroûtement gypseux de nappe ou horizon hydromorphe de gypse macrocristallisé à plus de 50 cm. Nécessité de travaux de nivellement et défrichement des buttes de jujubiers, Nitratia et Atriplex. Dans les 2 cas drainage nécessaire.



Zones convenant médiocrement aux cultures annuelles, médiocrement aux cultures arborescentes.

Sols peu profonds, texture finement sablo-argileuse en surface, encroûtement gypseux vers 70 cm au plus. Zones en bordure des croûtes gypseuses ou vallées d'Oueds comblées.

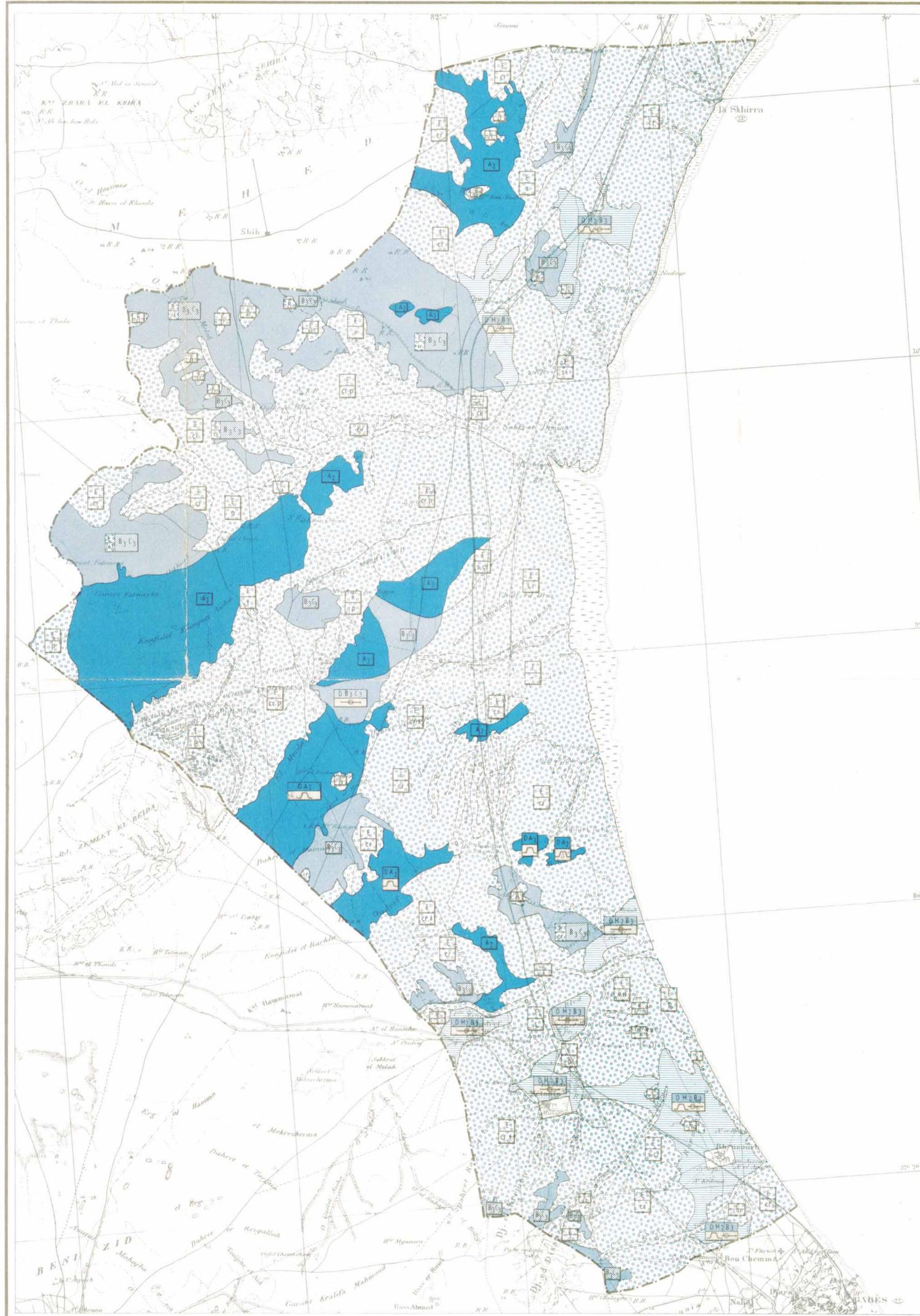
Sols hydromorphes de bordure Est du Djebel Fatnassa, texture argilo-finement sableuse à finement sablo-argileuse. Horizon salé en profondeur (10 mmhos/cm).

Sols steppiques du plateau de Sbih et Bled el Hita. Finement sablo-argileux en surface. Présence d'un horizon plus limoneux avec nodules calcaires durcis. Puis horizon gypseux compact dont la profondeur varie de 40 à 120 cm.

Donc localement sols valables (parfois A2). Topographie peu accidentée.



Zone identique, mais à l'échelle de la carte il n'est pas possible de localiser les sols où l'encroûtement gypseux est trop proche de la surface



APTITUDES

CARACTERISTIQUES

ZONES NON IRRIGABLES

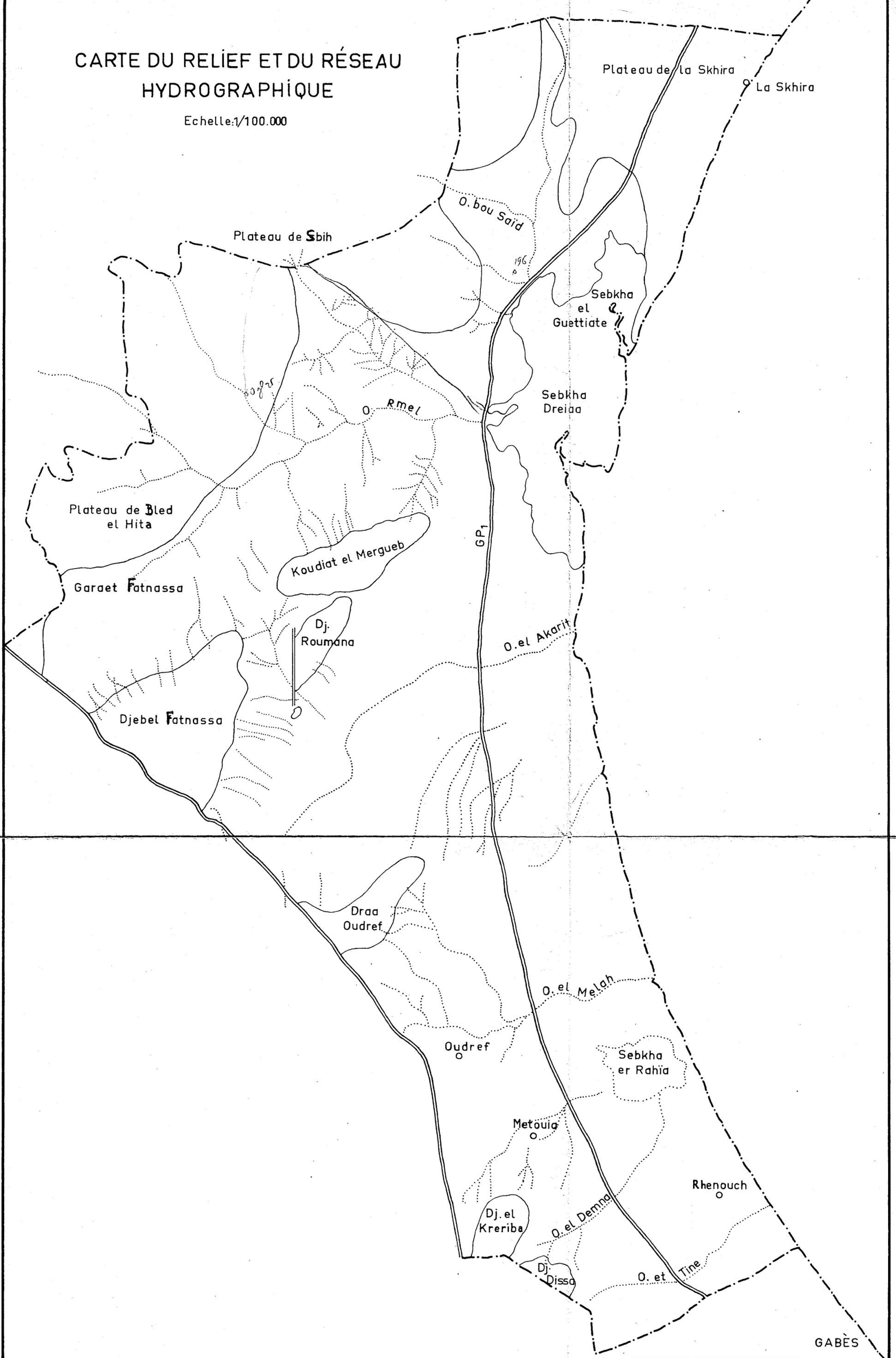


Sols dont l'épaisseur est insuffisante sur croûte ou encroûtement. Croûte et encroûtement gypseux. Sols salés à alcalis. Djebels, Koudiat etc...

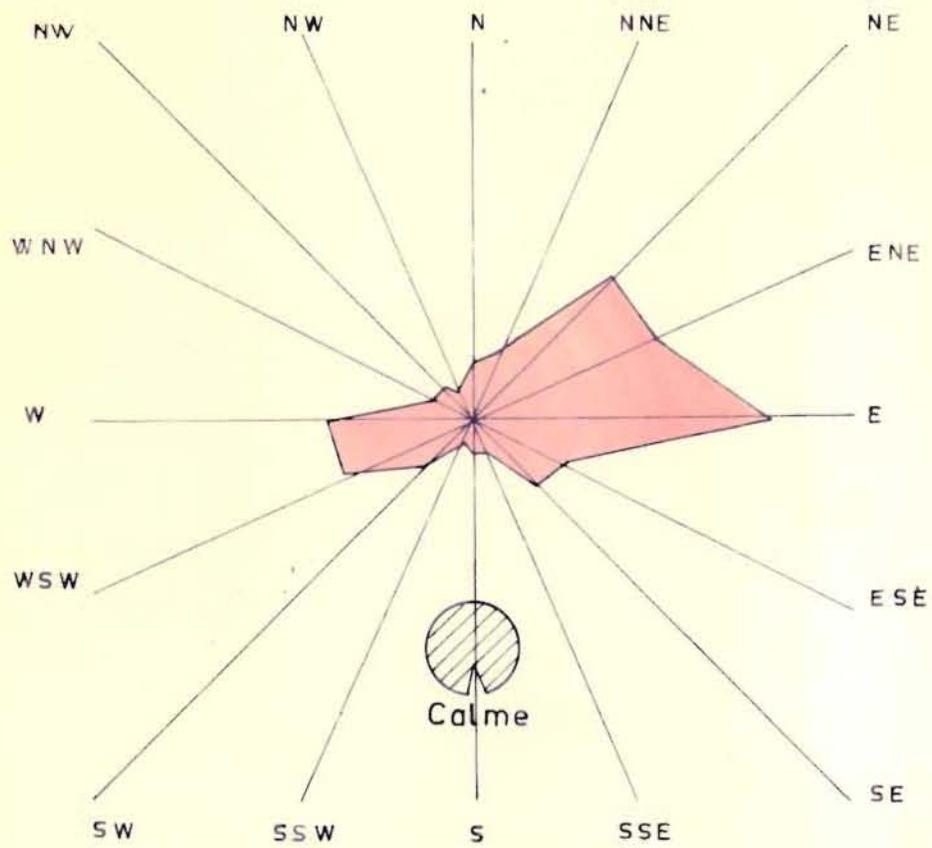
NOTA : Dans tous les cas de mise en valeur il faut prévoir un système de protection contre les effets nocifs du vent.

CARTE DU RELIEF ET DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE

Echelle:1/100.000



REGIME DES VENTS DE GABÈS



GABES

$\varphi = 33^{\circ} 53'$ $\lambda = 10^{\circ} 07'$

H = 2

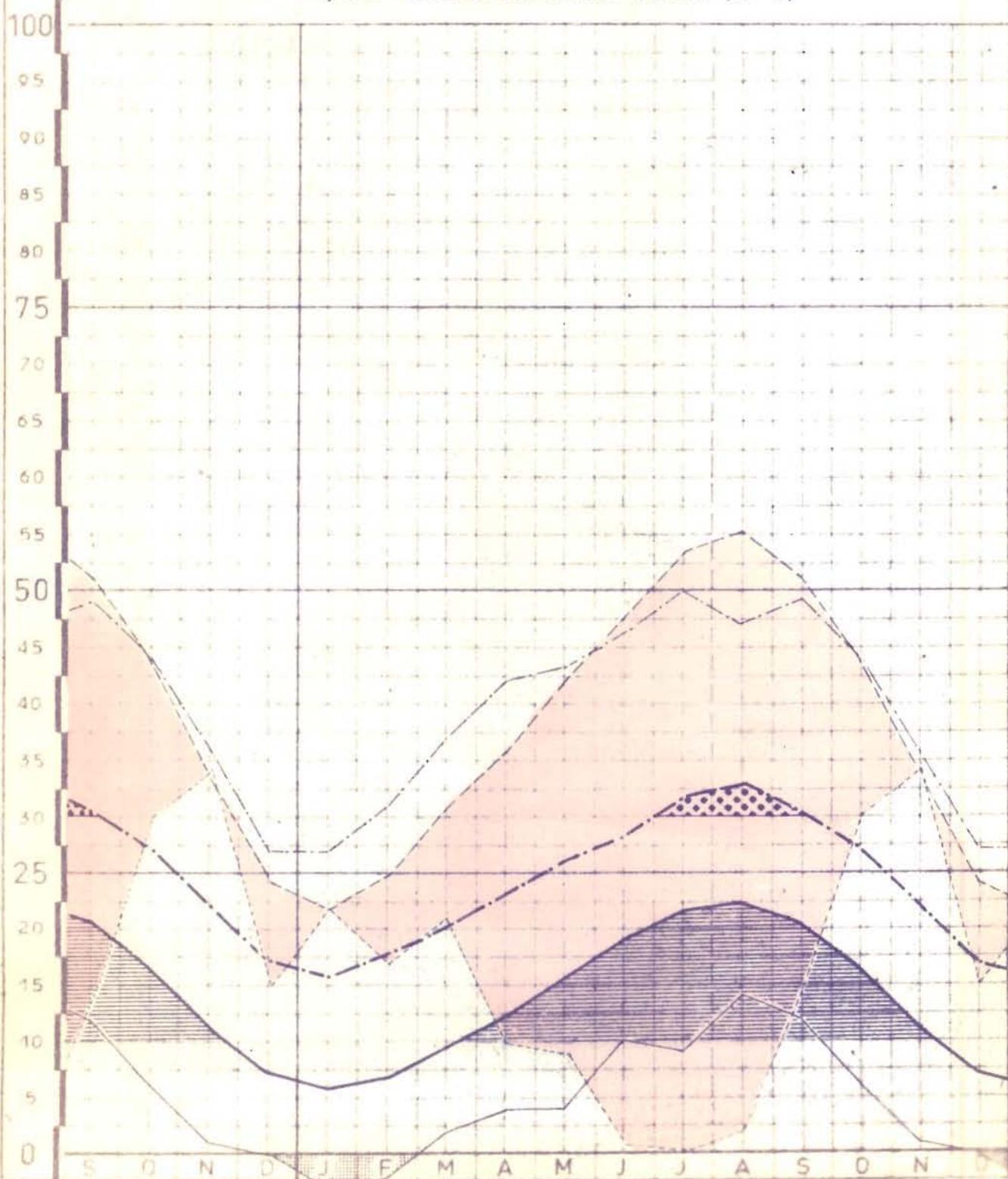
T 1901 - 1950

P 1901 - 1950

$P_0 = 175$
 $M_0 = 24,4$
 $m_0 = 14,1$
 $m_j = 5,9 (j)$
 $\sigma = 17,80$

LÉGENDE

- Moyenne mensuelle de pluviométrie (en mm.)
- Somme mensuelle des maxima et minima moyens
- Moyenne mensuelle des minima moyens (en° C)
- Moyenne mensuelle des maxima moyens (en° C)
- Moyenne mensuelle des maxima absolus (en° C)
- Moyenne mensuelle des minima absolus (en° C)



TESTS D'INSTABILITE STRUCTURALE ET PERMEABILITE

Périmètre de Gabès Nord

POUGET M.

Numéro de l'échantillon	Profondeur	PRETRAITEMENTS			Moyen des % Agrégats	A + L Maximum	Sables grossiers	Is	Log 10 Is	K	Log 10 K
		à l'eau % Agrégats	à l'alcool % Agrégats	au benzène % Agrégats							
P.G.N = 119											
X 77	0 - 20	1,9	2,6	1,6	2,0	19,0	1,1	19,00	2,28		
X 84	20 - 100	4,7	4,2	3,7	4,2	37,0	2,8	21,76	2,34	1,44	1,16
X 90	100 - 160	25,2	24,3	23,2	24,2	31,5	19,0	4,44	1,65	1,31	1,12
P.G.N = 120											
X 80	0 - 40	9,9	15,6	4,4	10,0	25,0	2,5	3,25	1,51	2,90	1,46
X 81	40 - 80	10,3	27,0	2,5	13,3	34,0	1,5	2,84	1,45	2,13	1,83
X 85	80 - 100	4,3	11,6	2,8	6,2	28,5	2,0	6,48	1,81	1,55	1,19
P.G.N = 123											
X 51	0 - 15	2,6	4,9	2,2	3,2	18,5	1,5	10,28	2,01		
X 68	15 - 60	5,2	15,0	2,4	7,5	33,0	1,5	5,4	1,73	2,49	1,40
X 73	60 - 90	5,1	7,1	4,6	5,6	28,0	3,5	11,67	2,07	2,25	1,35
P.G.1 = 143											
S 16	10 - 30	2,4	6,1	1,7	3,4	38,5	1,3	17,50	2,24	1,66	1,22
S 19	30 - 60	3,7	13,2	2,9	6,6	41,0	2,5	9,53	1,98	1,49	1,17
25	60 - 100	6,9	14,9	5,7	9,2	39,0	5,4	9,07	1,96	1,94	1,29

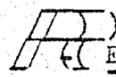
Numéro de l'échantillon	Profondeur	Granulométrie % de terre fine					Pourcentage d'humidité	Capacité de rétention (I)	Point de floculation (I)	CO ₃ Ca total % (I)	Matière organique	Gypse % (I) (SO ₄ Ca 2H ₂ O)	Dosage du gypse à l'acétone	Saturation de la pâte %	Conductivité mmhos/cm 25°	Sels solubles dans l'extrait saturé						SAR	Na/T calculé
		Argile	Limon	Sable très fin	Sables fins	Sables grossiers										Cl	CO ₄	CO ₃ H	Ca	Mg	Na		
		2 u	20 u	50 u	100 u	200 u																	
P.G.N 31																							
N 83	15-65	9	3	11,0	76,0	2,0			8,7	0,72	2,72	2,6	37,6	5,0	15		1,6	26,0	22,5	15	3,03	2,7	
U 47	65-95	12	8	9,0	69,0	2,0			8,7	0,83	9,36	7,6	35,2	20,0	110		1,4	28,5	74,0	125	17,38	18,9	
K 41	95-115	12	12	17,0	56,5	3,5			6,3	0,67	26,16	16,5	38,4	24,5	150		1,2	27,0	120,5	180	20,93	23	
U 77	115-180	7	11	11,5	47,0	19,0			0,3	0,57	63,84	70	43,6	18,5	100		1,0	26,5	87,5	105	13,9	15	
P.G.N 34																							
N 51	15-90	8	9	15	67,0	1,0			8,3	0,62	15,25		36,0	14,2	50		1,6	20,0	33,0	106,7	20,62	27,2	
N 62	90-140	10	7	13,5	63,0	5,0			8,3	0,41	26,31		39,6	16,1	80		1,3	24,5	60,5	102,5	15,67	17,5	
N 79	140-200	11	15	18,0	54,0	0,5			10,5		20,19		40,8	18,5	100		1,6	29,5	68,5	112,5	16,07	18,4	
P.G.N 35																							
U 20	0-20								1,5	1,19	28,01		36,0	33,0	235								
N 37	20-55								1,9	0,88	23,07		34,0		119								
B 68	55-100								6,7	0,83	12,97		47,6	76	800								
K 49	100-115								2,7		54,20		48,8	25,7	210								
N 58	115-170								2,7		45,64		36,8	21,0	155								
P.G.N 37																							
K 13	0-25								10,7	1,35	1,53		34,0	5,2	125								
N 77	25-70								4,7	0,78	45,71		29,2	23,5	177								
N 63	70-100								6,7	0,52	20,94		36,8	23,5	185								
N 72	100-150								7,1		26,90		40,4	20,0	147								
P.G.N 39																							
N 46	10-45												34,8	23,5	165								
P.G.N 49																							
R 91	5-50	5,0	4,0	7,0	79,0	4,5			9,1	0,78	traces		32,0	1,9	15								
P 36	50-95	9	3	4,5	75,5	6,5			8,3	0,57	"		33,2	0,84	5								
N 76	95-120	10	6	10,0	67,5	6,0			8,3	0,52	"		38,8	1,6	7								
P 24	120-180	12	7	9,5	64,5	6,0			16,6	0,41	"												
K 19	180-205	13	5	11,0	66,0	3,0			16,6		0,73												
P.G.N 64																							
R 32	20-60	10	4	8,0	47,0	30,5			3,9	0,57	0,66		26,8	1,1	5								
R 77	60-85	11	3	6,0	45,0	33,5			1,5	0,57	2,05		32,0	1,55	5								
R 52	85-120	19	4	6,0	38,0	30,5			7,1	0,52	traces												
R 80	120-140	30	10	6,0	20,5	28,5			9,9		"												
R 86	140-200	5	3	5,0	22,0	66,0			2,3		"												
P.G.N 68																							
R 59	15-45	10	8	17,0	54,0	2,0			3,9		35-17		36,0	5,8	7								
N 80	45-90	15	10	16,5	50,5	0,5			8,5		37,44		38,0	20,0	78								
R 90	90-110	11	21	20,5	42,5	traces			2,7		7,14		50,4	48,0	330								
R 67	110-130	16	15	12,0	46,0	1,5			3,1		55,14		70,8	33,0	245								
R 74	130-150	14	13	12,0	46,0	9,0			3,9		53,96		62,0	30,5	215								
R 93	150-180	8	10	13,0	50,5	13,0			5,5		61,93		54,8	21,5	150								

CO₃Ca sur nodules
8,8

Numéro de l'échantillon	Profondeur	Granulométrie % de terre fine					Pourcentage d'humidité	Capacité de rétention (I)	Point de flétrissement (I)	CO ₃ Ca total % (I)	Matière organique Gypse % (I) (SO ₄ Ca 2H ₂ O)	Dosage du gypse à l'acétone	Saturation de la pâte %	Conductivité mmhos/cm 25°	Sels solubles dans l'extrait saturé ----- me / l -----											
		Argile %	Limon %	Sable très fin %	Sables fins %	Sables grossiers %									Cl	CO ₄	CO ₃ H	Ca	Mg	Na						
		2 u	20 u	50 u	100 u	200 u	500 u	1000 u	2000 u																	
<u>P.G.N100</u>																										
I 47	15-50	10	3	7,0	46,5	31,0			6,4	0,57	traces															
D 69	50-80	14	3	5,5	52,0	25,0			10,8	0,57	traces															
D 14	80-140	11	3	4,0	53,5	29,0			7,6	0,57	traces															
F 92	155-200	7	0	1,5	79,0	10,5			4,4		traces															
<u>P.G.N107</u>																										
R 35	10-60	11	14	21,0	51,5	1,5			13,2	0,88	traces															
R 75	60-120	13	18	16,0	48,0	3,0			9,6	1,60	5,15															
R 79	120-130	7	12	15,0	64,0	1,0			7,6	1,35	3,16															
R 85	130-170	17	8	14,5	55,0	2,0			16,4	0,41	3,69															

CO₃Ca sur nodule
28,0

(I) Résultats exprimés en % de terre fine .


 RESULTATS DES ANALYSES POUR LE PERIMETRE DE GABES NORD

Numéro de l'échantillon	Profondeur	Granulométrie % de terre fine					Capacité de rétention (I)	Point de floc-trissement (I)	CO ³ Ca total % (I)	Gypse % (I) (SO ₄ Ca 2H ₂ O)	Matière organique	Saturation de la pâte %	Conductivité mmhos/cm 25	Sels solubles dans l'extrait saturé me / l														
		Argile %	Limons %	Sable très fin %	Sables fins %	Sables grossiers %								Cl	CO ₄	CO ₃ H	Ca	Mg	Na	SAR	Na/T							
		2 u	20 u	50 u	100 u	200 u	500 u	1000 u	2000 u																			
<u>P.G.N 110</u>																												
S 1	15-45	11	5	8,0	46,5	26,5		5,8	traces	0,47																		
S 2	45-110	14	5	7,0	38,0	31,0		3,0	"	0,36																		
S 3	110-130	16	6	8,0	38,5	28,0		13,0	"	0,26																		
S 4	130-160	14	6	7,5	32,5	36,0		11,5	"	0,21																		
<u>PGN 111</u>																												
S 6	0-60	7	1	3,0	36,0	48,5		9,6	"	0,31																		
S 7	60-120	7	2	3,0	50,0	34,5		8,8	"	traces																		
S 8	120-140	6	1	3,5	77,0	8,0		9,6	"	"																		
S 9	140-180	6	1	3,5	64,5	21,5		8,5	"	"																		
<u>PGN 113</u>																												
S 10	10-40	11	6	9,0	57,5	13,0		15,8	traces	0,36	31,2	1,4	5															
S 11	40-95	18	10	10,5	48,0	12,0		25,8	"	0,36	36,4	0,78	5															
S 12	95-130	12	12	10,5	46,0	18,0		16,4	16,74	0,21	38,4	2,9	5	0,6	23,0	21,0	3,75	0,79										
S 13	130-160	14	15	8,0	45,5	17,0		17,3	9,37		40,8	3,05	5	2,4	24,0	19,0	3,75	0,80										
<u>PGN 114</u>																												
S 17	0-40	12	7	9,5	56,5	12,5	13	7	12,7	traces	0,47																	
S 18	40-90	15	8	11,0	51,5	11,0	14	7	16,5	0,44	0,16																	
S 21	90-140	11	5	3,5	57,0	18,5	12	6	11,2	traces	traces																	
S 22	140-180	13	6	9,0	56,6	13,0	12	6	13,5	0,58	traces																	
<u>PGN 115</u>																												
S 28	0-25	6	6	11,5	59,0	12,5		18,5	0,52	0,47																		
S 29	25-60	17	8	10,5	53,0	7,0		30,4	traces	0,36																		
S 30	60-110	9	10	13,5	49,0	18,0		22,7	32,59	0,16																		
<u>PGN 116</u>																												
X 53	15-30	16	15	19,0	46,0	2,5		14,6	traces	0,72																		
X 54	30-80	24	17	14,5	39,5	3,5		20,8	traces	0,36																		
X 55	80-140	26	9	11,0	40,5	14,5		12,7	17,61	traces																		
<u>PGN 118</u>																												
X 56	15-40	13	13	16,0	51,5	3,5	17	9	14,6	0,59	0,57	31,6	1,1	5	-	-	-											
X 57	40-95	16	10	13,5	52,0	5,0	16	9	16,5	0,59	0,47	34,8	0,95	5	-	-	-											
X 58	95-125	12	10	9,0	59,5	6,5	13	7	17,7	0,52	0,41	32,0	1,18	5	-	-	-											
X 59	125-180	17	12	12,0	51,0	4,0	16	9	19,2	traces	0,16	34,4	1,2	5	-	-	-											
<u>PGN 119</u>																												
X 77	0-20	15	9	20	51,5	1	17	9	17,3	traces	0,62	32,4	42,5	390	2,2	78,5	91,5	265	34,06	32,5								
X 84	20-100	23	13	15	43	2,1	24	13	19,2	2,72	0,47	40,4	36,5	300	1,8	53,5	77,5	330	40,74	37								
X 90	100-160	18	11	8,5	38,5	13,5	32	17	3,0	75,94		34,4	25,5	170	1,2	48,0	51,0	180	25,33	26,5								

Numero de l'échantillon	Profondeur	Granulométrie % de terre fine					Capacité de rétention	Point de (I) flocage	CO ₃ Ca % (I)	Gypse % (I) (CO ₃ Ca 25.20)	Matière organique	Saturation de la pâte %	Conductivité mmhos/cm 25°	Sels solubles dans l'extrait saturé							
		Argile %	Limon %	Sable très fin %	Sables fins %	Sables grossiers %								Cl	CO ₄	CO ₃ H	Ca	Mg	Na	SAR	Na/T calculé
		2 u	20 u	50 u	100 u	200 u								500 u	1000 u	2000 u					
<u>PGN 146</u>																					
X 75	10-20							5,0	73,50		38,4	5,0	20	1,8	24,5	24,5	23,7	4,78	4,8		
X 61	20-40							4,6	71,00		43,6	7,3	40	1,4	28,0	30,5	30	5,54	5		
X 88	40-90							18,6	43,29		74,0	10,0	50	1,2	25,0	30,5	57,5	10,55	13		
X 92	90-120							3,0	41,45		78	14,0	75	1,4	23,5	36,0	103,75	19	20		
X 94	120-140							0,3	19,32		57,6	14,5	75	1,5	23,0	39,5	120	21,42	24,8		
<u>PGN 147</u>																					
S 14	10-40							17,6	12,24		56,0	44,5	348	1,8	32,5	74,0	510	69,86	50		
S 38	40-70							3,0	65,64		36,8	28,5	205	1,6	43,5	45,5	415	62,12	47		
S 61	70-90							7,6	54,34		54,4	28,5	230	1,5	42,0	43,0	320	49,07	42		
S 62	90-100							3,0	66,16		45,6	21,7	160	1,3	41,0	29,5	227,5	40,05	36		
S 63	100-120							5,8	56,19		50,4	22,0	175	1,4	37,5	35,0	230	38,26	35,5		
<u>PGN 148</u>																					
S 5	5-20							1,5	58,48		37,6	37	320	1,5	47,0	90,0	455	54,81	50,9		
X 67	20-40							2,4	56,28		44,4	46,0	430	1,4	48,5	119,0	560	61,20	46,9		
X 71	40-55							1,5	69,46		52,0	32,0	265	1,6	42,5	77,0	350	44,24	33		
X 74	55-100							1,9	66,66		41,6	26,5	225	2,0	43,5	44,0	290	43,67	38,7		
<u>PGN 149</u>																					
R 26	0-25							3,8	33,33		34,8	23,5	195	1,8	47,0	49,5	190	27,5	28		
U 11	25-55							2,7	46,38		45,6	34,0	285	1,2	36,0	66,0	380	33,5	43		
L 53	55-100							1,1	40,12												
G 23	100-160							3,8	44,25												
G 24	160-180							5,0	39,31												
<u>PGN 152</u>																					
392	0-20							2,7	56,87		36,4	3,5	15	1,2	15,0	27,5	18,75	4,07	4,5		
19 G	20-40							3,4	50,96		32,0	3,85	10	1,0	20,0	21,0	16,75	3,7	4		
25 G	40-120							3,1	47,72		33,6	6,9	30	1,4	18,0	24,5	42,5	9,2	11		
35 G	120-160							8,1	0,44		38,4	10,5	70	1,6	13,0	38,5	82,5	16,2	18,5		
<u>PGN 153</u>																					
1405	10-60	10	9	15,0	60,5	0,5		8,8	10,84		37,2	4,3	315	1,5	19,5	30,5	18,75	3,75	4,2		
P 44	60-80	12	11	12,0	66,0	1,0		18,6	5,53		42,4	13,5	70	2,2	22,0	54,0	100	16,2	18,5		
P 97	80-140	9	12	12,0	56,0	6,5		7,8	41,96		35,6	9,5	45	1,4	16,5	40,5	105	19	21		
<u>PGN 157</u>																					
G 9	80-150							1,1	75,44												
G 27	150-180							3,4	68,78												
<u>PGN 158</u>																					
371	40-70							13,1	12,09												
G 34	70-120							12,4	4,87												
<u>PGN 161</u>																					
G 18	0-100							6,2	0,74												
D 35	100-200							21,7	0,81												

(I) résultats exprimés en % de terre fine.

Numéro de l'échantillon	Profondeur	Granulométrie % de terre fine					Capacité de rétention	Point de flétrissement (I)	CO ₃ Ca total % (I)	Gypse % (I)	Matière organique	Saturation de la pâte %	Conductivité mmhos/cm 25°	Sels solubles dans l'extrait saturé ----- en me / l -----							PH	
		Argile %	Limon %	Sable très fin %	Sables fins %	Sables grossiers %								Cl	CO ₄	CO ₃ H	Ca	Mg	Na	SAR		Na/T
		2 u	20 u	50 u	100 u	200 u								500 u	1000 u	2000 u						
PGN 211																						
P 100	40-70	13	9	9,0	50,0	17,0		19,6	0,4	0,41												
2480	70-90	9	8	11,5	49,5	19,0		16,5	27,5	0,31												
2532	90-150	10	6	12,0	51,5	21,5		16,5	17,0													
PGN 219																						
L 40	10-30	10	2	4,5	41,0	37,5		9,6	5,4	0,57	24,4	2,65	3									
E 30	30-60	9	2	3,5	47,0	33,5		10,7	6,2	0,26	25,6	2,9	3									
2159	60-140	7	1	2,5	49,0	36,0		7,6	18,4	0,16	25,6	4,0	10									
PGN 228																						
J 71	0-20	25	14	16,5	36,0	4,5	20	11	0,7	traces	0,88	38,0	2,45	8				8,58				
2649	20-45	22	7	12,0	40,0	18,0	15	8	9,2	0,44	0,57	30,8	1,42	5				8,55				
S 78	45-65	18	6	14,0	38,5	21,5	13	7	7,6	0,52	0,47	28,8	2,6	5				8,55				
J 55	65-100	17	3	9,0	42,5	25,0	13	7	8,4	0,59	0,41	30,0	3,0	3				8,55				
H 53	100-135	13	3	7,5	52,5	21,0	11	6	10,7	0,59								8,55				
N 25	135-150	12	4	7,0	49,0	26,0	10	6	1,5	traces								8,48				
PGN 233																						
G 94	0-10	8	5	11,0	58,0	18,5			3,4	0,59		26,0	4,0	20	1,5	27,5	20,5	8,75	1,8	1,5		
A 24	10-30	9	6	12,0	53,0	15,0			21,1	0,59		30,4	4,55	25	1,9	19,5	20,5	11,25	4,5	2		
D 67	30-50	9	8	10,0	56,0	16,5			26,1	8,63		32,0	9,0	40	2,2	18,0	56,5	45	7,2	2		
A 92	50-80	8	12	12,5	44,0	23,0			17,6	36,06		36,0	9,3	35	1,5	14,5	54,5	57,5	9,2	1,5		
G 59	80-140	11	11	12,0	41,0	27,0			16,1	32,74		37,6	8,2	30	1,1	19,0	43,0	50	0,09	1		
PGN 237																						
S 2	10-30	8	4	9,5	57,5	19,5	10	6	13,7	0,52	0,52	25,6	1,35	3					8,70			
S 4	30-50	11	5	10,0	55,5	15,5	11	6	20,7	0,59	0,47	27,6	1,1	5					8,75			
S 11	50-80	17	6	10,5	49,5	13,5	14	7	22,5	0,44	0,41	30,0	1,42	5					8,60			
S 12	80-120	11	5	13,0	44,0	28,5	17	9	22,2	30,9	0,26	31,6	2,78	3					7,90			
S 13	120-160								6,6	45,13												
PGN 239																						
S 7	10-45	8	4	7,5	59,5	18,5			18,5	traces	0,52											
S 14	45-70	16	7	8,5	52,5	14,0			24,0	traces	0,41											
S 15	70-110	18	10	8,0	50,5	14,0			25,5	0	0,25											
S 21	110-140	13	6	14,0	50,0	17,5			16,6	24,11												
PGN 252																						
S 5	10-40	9	9	12,5	57,5	8,0	15	8	30,0	traces	0,62											
S 17	40-70	8	6	11,5	56,0	18,0	21	11	25,9	24,78	0,31											
S 22	70-100	11	10	9,5	51,5	18,0	20	11	34,0	14,6	0,31											

(I) résultats exprimés en % de terre fine.

<u>Pages</u>	<u>Lignes</u>	
8		ajouter (a) et (b) au-dessus de (c) sur le croquis
9	7	supprimer <u>à</u>
	10	calcaire pulvérulent
10		croquis Bellevue au lieu de Bellerie
		Usine au lieu de Sine
11	12	dépens au lieu de défens
14	4 à 17	= à supprimer
15	6	= ajouter anatomosés
16	8	= ajouter subsistent
	11	= mauritanienicum au lieu de mauritanimum
	14	= ajouter MO = 3.24 %
	20	= MO = 1.31 % au lieu de MO = 3.2 %
	24	= la cassure au lieu de à cassure
	25	= durcie
	29	= A = 34 % $\text{CO}_3\text{Ca} = 31.3 \%$ MO. 1 %.
		= L = 37 %
20	12	Il y ait eu au lieu de fait
21	5	Ajouter <u>noircis</u> (faciès noircis)
24	26	Superficies à (à topographie)
25	8	topographie plane
27	16	supprimer que (polyédrique que)
	17	<u>épaisses</u>
28	23	conjointement
	30	ajouter (AB) _u
30	31	<u>faiblement</u>
33	23	lire = monillères <u>existent</u>
37	7	lire = aucun <u>indice</u> de remaniements
37	23 & suivante	(AB) _f , (B) _v , (B) _{hca}
39	17	ajouter =... accentués <u>dominant</u> , est....
42	5	lire (BC) _{ca}
43	3	lire = <u>pour</u> les 8 profils
46	24	lire = il sera possible
	30	lire = Hédisarum coronarium
47	22	lire = configuration
48	9	lire=remblayer
48	32	lire=pourvus
	32	ajouter (avant mais
	33	ajouter) après phosphatés
	33	lire = se prêtent
	35	lire = monillères
49	16	lire = richesse
	20	lire = leurs aptitudes