

REPUBLIQUE ALGERIENNE  
DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**SECRETARIAT D'ETAT  
A L'HYDRAULIQUE**

DIRECTION DES ETUDES DE MILIEU  
ET DE LA RECHERCHE HYDRAULIQUE

**Sous-Direction des Ressources Naturelles**

**SERVICE AGRO-PEDOLOGIE**

**ETUDE AGRO - PEDOLOGIQUE  
DU BASSIN DU ZAHREZ GHARBI  
(Feuille Rocher de Sel)**

Echelle 1/100.000

SECRETARIAT d'ETAT à l'HYDRAULIQUE

DIRECTION des ETUDES de MILIEU et

de la RECHERCHE HYDRAULIQUE

Service Agro - Pédologie

---

ETUDE AGRO - PEDOLOGIQUE DU BASSIN  
DU ZAHREZ GHARBI

---

(Feuille 1/100 000 à Rocher de Sel)

par M. POUGET

ETUDE AGRO - PEDOLOGIQUE DU BASSIN  
DU ZAHREZ GHARBI

(Feuille 1/100 000 à Rocher de Sel)

	<u>Pages</u>
<b>I . - <u>INTRODUCTION.</u></b>	
1. Buts de l'Etude .....	1
2. Situation - Superficie - Limites .....	2
3. Documents utilisés .....	2
4. Prospection - Méthodologie .....	3
<b>II. - <u>LE MILIEU NATUREL.</u></b>	
<b>A. <u>GEOLOGIE</u></b>	
1. Les principales unités stratigraphiques ..	5
a - Le Trias .....	5
b - Crétacé .....	6
c - Tertiaire continental .....	7
2. Tectonique	
a - Bassin du Zahrez Gharbi .....	8
b - Bordure Nord du Zahrez Gharbi .....	9
c - Bordure Sud du Zahrez Gharbi .....	9
d - Atlas saharien .....	10
3. Conclusions	
a - Bassin du Zahrez Gharbi .....	11
b - Atlas Saharien .....	11
<b>B. <u>GEOMORPHOLOGIE DU QUATERNAIRE.</u></b>	
1. Les formations quaternaires dans l'Atlas Saharien	13
a - Glacis encroûté du quaternaire ancien	13
b - Autres formations quaternaire de la zone du Miopliocène .....	15
c - Autres formations quaternaires de l'Atlas Saharien .....	16

	<u>Pages</u>
2. Les formations quaternaires du Bassin du Zahrez Gharbi .....	17
a - Le glacis polygénique du quaternaire ancien et moyen .....	17
b - Les glacis encroûtés du quaternaire moyen .....	19
c - "Niveau" des anciens sols hydromorphes noircis .....	21
d - Les formes à façonnement éolien .....	23
e - Les zones d'épandage .....	25
f - Conclusion .....	27
C. <u>QUELQUES DONNEES HYDROLOGIQUES.</u>	
1. Piédmont de l'Atlas Saharien .....	28
2. Bordure Nord du Zahrez Gharbi .....	31
3. Sebka (Zahrez Gharbi) .....	32
D. <u>LA NAPPE PHREATIQUE.</u>	
1. Nappe des sables du cordon dunaire .....	32
2. Nappe de Zaafrane .....	33
3. Nappes en relation avec l'Oued Melah .....	33
4. Nappes des sables gypseux .....	34
5. Nappes des "Terres Blanches" .....	34
6. Nappes hypersalées .....	35
7. Conclusions .....	35
E. <u>CLIMATOLOGIE.</u>	
1. Précipitations .....	37
2. Températures .....	39
3. Vents .....	40

	<u>Pages</u>
4. Phénomènes secondaires .....	41
5. Humidité relative - ETP calculée .....	41
6. Etages bioclimatiques .....	42
<b>III. - <u>LA VEGETATION.</u></b>	
<b>A. <u>GENERALITES.</u></b>	
1. Types de végétation .....	43
2. Groupements végétaux .....	43
3. Carte des groupements végétaux .....	45
<b>B. <u>VEGETATION DE L'ATLAS SAHARIEN.</u></b>	
1. Groupements forestiers à <i>Pinus halepensis</i> .....	46
a - Groupements forestiers à <i>Pinus halepensis</i> et <i>Quercus ilex</i> .....	46
b - Groupements forestiers à <i>Pinus halepensis</i> <i>Juniperus oxycèdrus</i> et/ou <i>Juniperus</i> <i>phoenicea</i> .....	47
2. Groupements de dégradation forestière (sans <i>Pinus halepensis</i> ) .....	47
a - Groupements de dégradation à <i>Quercus ilex</i> .....	48
b - Groupements de dégradation à <i>Juniperus</i> <i>phoenicea</i> .....	49
3. Groupements steppiques et post cultureux .....	
a - Groupements des marnes .....	49
b - Groupements des sols peu profonds à croûte calcaire .....	50
c - Groupement à <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Launea acanthoclada</i> .....	52
d - Groupement à <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Herniaria mauritanica</i> .....	52
e - Groupement à <i>Artemisia campestris</i> et <i>Ziziphus lotus</i> .....	52

..../...

	<u>Pages</u>
<b>C. <u>VEGETATION DU BASSIN DU ZAHREZ GHARDI.</u></b>	
1. Groupements steppiques et post-culturaux	54
a - Groupements à <i>Artemisia herba-alba</i> ...	54
b - Groupements à <i>Thymelea virgata</i> .....	55
c - Groupements à <i>Helianthemum lippii</i> et <i>Thymelea microphylla</i> .....	57
d - Conclusions .....	61
2. Groupements cultigènes des zones d'épandage	63
a - Groupements à <i>Artemisia campestris</i> ...	63
b - Groupement à <i>Silybum eburneum</i> et <i>Beta vulgaris</i>	64
c - Groupement à <i>Coronopus squamatus</i> et <i>Teucrium campanulatum</i> .....	64
3. La végétation du cordon dunaire	65
a - Groupement à <i>Aristida pungens</i> et <i>Malcolmia Aegyptiaca</i> .....	65
b - Groupements à <i>Phragmites communis</i> et <i>Juncus maritimus</i> .....	65
c - Groupement à <i>Phragmites communis</i> et <i>Polygonum equisetiforme</i> .....	66
d - Groupement à <i>Schoenus nigricans</i> et <i>Plantago crassifolia</i> .....	66
4. Végétation halophile	67
a - Groupement à <i>Herniaria mauritanica</i> ..	67
b - Groupements des sols gypseux et salés (avec encroûtement gypseux de nappe ..	68
c - Groupements des sols peu gypseux et salés (alluvions de texture variable).	71
+ Groupements à <i>Salsola vermiculata</i> var <i>villosa</i> et <i>Atriplex glauca</i> .....	
+ Groupements à <i>Salsola tetrandra</i> et <i>Agropyrum orientale</i> .....	

IV. - LES PRINCIPAUX TYPES DE SOLS.A. CLASSE DES SOLS MINÉRAUX BRUTS.

- |   |    |
|---|----|
| 1. Sols minéraux bruts d'érosion<br>(lithosols et régosols) ..... | 77 |
| 2. Sols minéraux bruts d'apport alluvial modaux                   | 78 |
| 3. Sols minéraux bruts d'apport éolien modaux                     | 78 |

B. CLASSE DES SOLS PEU ÉVOLUÉS.

- |   |    |
|---|----|
| 1. Sols peu évolués d'apport alluvial modaux      | 78 |
| 2. Sols peu évolués d'apport alluvial halomorphes | 80 |

C. CLASSE DES VERTISOLS. 83D. CLASSE DES SOLS CALCIMAGNÉSIQUES.

- |  |    |
|--|----|
| 1. Rendzines .....   | 86 |
| 2. Sols bruns calcaires modaux .....                         |    |
| a - Sols bruns calcaires modaux .....                        | 88 |
| b - Sols bruns calcaires xériques à<br>croûte calcaire ..... | 89 |
| 3. Sols bruns calciques .....                                | 92 |
| 4. Sols gypseux à encroûtement gypseux<br>de surface .....   | 94 |

E. CLASSE DES SOLS ISOHUMIQUES. 96F. CLASSE DES SOLS HYDROMORPHES.

- |   |     |
|---|-----|
| 1. Sols à gley .....                                      | 100 |
| 2. Sols à redistribution du calcaire et<br>du gypse ..... | 102 |

G. CLASSE DES SOLS HALOMORPHES.

1. Sols salins modaux .....	104
2. Sols salins à encroûtement gypseux de nappe .....	106
3. Sols salés à alcalis .....	109

V. - LA MISE EN VALEUR.A. FACTEURS ET PROBLEMES DE LA MISE EN VALEUR.

1. Climat .....	112
2. Ressources en eau .....	
a - Nappe phréatique .....	112
b - Eaux de ruissellement .....	113
3. Aptitudes des sols.	
a - Bilan d'eau du sol .....	114
+ Texture	
+ Profondeur	
+ Situation topographique	
+ Couvert végétal	
b - Salure .....	117
c - Teneur en gypse .....	118
d - Fertilité .....	118
4. Erosion.	
a - Erosion éolienne .....	118
b - Erosion hydrique .....	119
5. Topographie .....	119
6. Milieu humain .....	120

**B. CULTURES.**

1. Utilisation des eaux de ruissellement ***	120
a - Types de cultures	
+ Cultures annuelles .....	120
+ Cultures fourragères pérennes	
+ Création de réserves fourragères	
" Cactus .....	121
" Atriplex .....	123
+ Cultures arbustives .....	126
" Oliviers	
" Pistachier	
" Autres cultures.	
b - Travaux d'aménagements hydrauliques	
+ Aménagement des grandes zones d'épandage .....	128
" Oued Melah (Rocher de Sel)	
" Oued Korirech	
" Oued Zireg	
" Oued Mesrane	
" Conclusions	
+ Travaux de petite hydraulique .....	133
" Aménagement des micro-bassins versants	
" Aménagement des zones d'épandage	
2. Utilisation de la nappe phréatique.	
a - Atlas saharien .....	137
b - Bassin du Zahrez Gharbi .....	138
- Eau non ou peu salée (RS < 3-5 g/l)	
- Eau salée (3-5 g/l < RS < 10-12g/l)	
- Nappes profondes.	

**C. PARCOURS.**

## 1. Les principales plantes pastorales

.../...

	<u>Pages</u>
a - Graminées vivaces .....	139
b - Espèces steppiques vivaces .....	141
c - Espèces halophiles vivaces .....	143
d - Principales espèces annuelles .....	144
2. <u>Types de parcours.</u>	
a - Parcours d'utilisation quasi permanente	145
b - Parcours d'utilisation hivernale et printanière .....	146
c - Parcours d'utilisation estivale et automnale .....	147
- Parcours steppiques non halophiles	
- Parcours steppiques halophiles.	
d - Parcours spécialisés .....	148
- Parcours des dépressions interdunaires	
- Parcours chotteux	
e - Conclusions .....	149
3. <u>Aménagements des parcours.</u>	
a - Boisements ruraux .....	150
b - Fixation des dunes .....	150
D. <u>FORETS.</u>	
1. Zones favorables au reboisement .....	151
2. Aménagement de la forêt de Pin d'Alep ...	152
E. <u>CARTE D'APTITUDES DES MILIEUX POUR LA MISE EN VALEUR ET TABLEAU RECAPITULATIF.....</u>	152
VI . - <u>CONCLUSIONS.</u> .....	155
VII. - <u>BIBLIOGRAPHIE.</u> .....	159

Figures.

Fig. 1 - Coupe schématique du Moulouyen d'Aïn Mabed	14 bis
Fig. 2 - Coupe schématique du Miopliocène (Sols et végétation) .....	15 bis
Fig. 3 - Coupe schématique du piémont Nord du Zahrez Gharbi (sols et végétation).....	17 bis
Fig. 4 - Organisation schématique des sols et de la végétation du cordon dunaire .....	65 bis
Fig. 5 - Répartition schématique des sols et de la végétation : Sols halomorphes gypseux et à encroûtement gypseux de nappe .....	68 bis
Fig. 6 - Les sols peu évolués des principales zones d'épandage .....	129 bis
1. Oued Gaïga	
Fig. 7 - 2. Oued Korirech .....	129 bis
3. Oued Melah	
Fig. 8 4. Oued Zireg .....	129 bis

PRINCIPAUX TABLEAUX.

- Tableau récapitulatif des principaux groupements végétaux de l'Atlas Saharien	53 bis
- Bassin du Zahrez Gharbi : Groupements steppiques et post-cultureux. Tableau récapitulatif des principales caractéristiques édaphiques .....	62
- Bassin du Zahrez Gharbi ; Groupements halophiles <i>Salsola vermiculata</i> var <i>villosa</i> et <i>Salsola tetrandra</i> . Tableau récapitulatif des principales caractéristiques édaphiques .....	76

I N T R O D U C T I O N



# ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE DU BASSIN

## DU ZAHREZ GHARBI

(Feuille 1/100 000è Rocher de sel)

-----

### I. INTRODUCTION

#### 1. Buts de l'étude

Depuis quelques années déjà, une cartographie pédologique au 1/50 000è, est commencée et couvre actuellement la quasi totalité des zones irrigables de l'Algérie du Nord.

Parallèlement, une cartographie au 1/100 000è a été envisagée pour les Hautes Plaines steppiques (Zônes arides et semi arides) et ceci bien que dans leur immense majorité elles ne puissent être irriguées par manque d'eau.

Dans ces régions, il convient donc d'effectuer une étude de milieu aussi complète que possible pour aboutir à une bonne connaissance des possibilités de mise en valeur en sec (parcours, céréaliculture, forêts etc ...). En même temps, les principales zones irrigables seront localisées et pourront orienter les recherches de ressources en eau nécessaire à la création d'éventuels périmètres d'irrigation permanente.

Tout en étant la base de cette étude du milieu, la cartographie pédologique classique au 1/100 000è doit être complétée par l'étude de la végétation existante (végétation naturelle souvent fortement dégradée).

De cette façon, en effet, les autres facteurs écologiques (climatiques et action de l'homme) seront intégrés aux facteurs édaphiques. Ceci est d'autant plus indispensable qu'avec l'aridité les facteurs climatiques deviennent extrêmement importants et même déterminants le plus souvent. Il en est de même pour le facteur humain surtout efficace par son action néfaste (labours inconsidérés, surpâturage, déforestation etc...).

En définitive, il s'agit dans cette étude de connaître les aptitudes du milieu (climat, sol, végétation etc) pour la mise en valeur en précisant les aménagements nécessaires.

Pourquoi avoir choisi cette feuille au 1/100 000è de Rocher de Sel ?

Plusieurs raisons ont orienté notre choix. Tout d'abord une raison climatique ; en effet la carte comprend les deux principaux étages bioclimatiques des Hautes Plaines (aride et semi-aride). De plus cette distinction coïncide avec les deux principales régions naturelles : Hautes Plaines sensu-stricto (avec prédominance des parcours steppiques) et l'Atlas Saharien (forêts de Pin d'Alep). Ajoutons à cela les vastes zones salées (Zahrez Gharbi) que l'on retrouve à l'Ouest avec le chott Chergui et à l'Est avec le Chott Hodna. Enfin, notons la présence du périmètre d'épandage d'eaux de crue de Rocher de Sel. Tout ceci conduit à regrouper sur une même carte une grande diversité de types de sols, climats et végétation qui correspondent précisément aux spéculations essentielles des Hautes Plaines. Il est donc aisé de voir tout l'intérêt du choix de cette carte pour une première étude.

.../...

### 1. Situation -Superficie-Limites

La carte Rocher de Sel au 1/100 000<sup>e</sup> se situe de part et d'autre de la R.N. 1 entre Hassi-Bahbah et Djelfa (plus exactement, elle commence 2 kms au Nord d'Hassi-Bahbah et se termine 8 kms avant d'arriver à Djelfa au niveau du petit village des Ruines). La R.N. 1, coupe donc la carte en son milieu sur une distance d'environ 40 kms, suivant l'axe Nord-Sud.

De chaque côté de la Nationale, la zone prospectée s'étend sur une trentaine de km.

Au total, nous avons donc un grand rectangle de 40 km de large sur 64 km de long soit 256.000 ha.

Cette superficie englobe la presque totalité du Zahrez Gharbi à l'Est. Elle est traversée suivant une diagonale SO-NE par un grand cordon dunaire rejoignant l'extrémité Ouest du Zahrez Chergui.

Au Nord-Ouest, une ligne de Djebels (Djebel Oukat Chergui) forme une limite naturelle alors qu'au Nord, la carte recoupe le grand glacis encroûté raccordé au massif montagneux du Sebaa Rous et El Kreider.

Au Nord-Est, l'Oued Fassik est en partie concerné par la zone prospectée. La limite Est proprement dite traverse le cordon dunaire, le piedmont Nord des premiers contreforts du Djebel Sahari pour arriver à la limite du grand synclinal de Djelfa au Sud.

La bordure Sud coupe la RN 1 au niveau de l'affleurement triasique (argiles violettes) des Ruines et se continue à l'Ouest jusqu'à l'Oued Mesrane en englobant une partie du bassin versant de l'Oued Korirech.

Enfin, la limite Ouest passe légèrement à l'Ouest de l'Oued Mesrane et de la presqu'île d'El Kacha en bordure Nord du Zahrez Gharbi.

### 3. Documents utilisés

Au point de vue fond topographique seule la feuille au 1/100 000 n° K 7 (type 1956) Rocher de Sel a été utilisée car les 4 cartes correspondantes au 1/50 000<sup>e</sup> (n° 313 Aïn Mabed) n'apportent en fait aucune précision supplémentaire.

Signalons au passage que ces fonds topographiques gagneraient à être mis à jour surtout en ce qui concerne le tracé des routes et des pistes principales (RN 1, route de Zaafrane etc). Nous avons, à l'aide des photos aériennes au 1/25 000<sup>e</sup> (1963), rectifié ces tracés sur les cartes présentées en annexe du rapport.

Ces photos aériennes de 1963 ont constitué le document de base de la prospection sur le terrain aussi bien pour le repérage que pour le tracé des limites. La mission de 1948 (photos au 1/50 000) nous a apporté aussi de précieux renseignements surtout pour noter quelques variations du couvert végétal en l'espace de 15 ans et en particulier elle permettrait de voir l'extension des superficies labourées. Il est certain qu'une photointerprétation précise apporterait une estimation quantitative intéressante.

.../...

Pour l'étude de la végétation, nous avons consulté bien évidemment la carte au 1/200 000è Guelt Es Stel - Djelfa d'OZENDA et KERAUDREN mais en fait elle ne nous a que très peu servi en raison de la différence d'échelle entre les 2 études.

En ce qui concerne la géologie, nous n'avons disposé que de la carte au 1/500 000 et de l'étude hydrogéologique des bassins fermés des Zahrez Chergui et Rharbi de CORNET G. (1952). Cependant nous avons pu faire une tournée sur le terrain avec notre collègue Hydrogéologue M. MANCET.

#### 4. Prospection - Méthodologie

Au début de ce travail, si nous étions persuadés de toute l'importance de l'étude de la végétation, nous n'avions aucune compétence particulière pour aborder ce problème et dépasser ainsi le cadre habituel de la prospection pédologique. Fort heureusement nous avons pu travailler en collaboration avec M. LE HOUEROU expert FAO, Spécialiste d'écologie des pâturages. Ainsi à l'occasion de plusieurs sorties sur le terrain il a été possible d'apprendre à connaître la flore, les méthodes utilisées par les phytosociologues et bénéficier de la grande connaissance du milieu steppique de ce spécialiste.

De cette façon, nous avons pu faire pour chaque profil pédologique un relevé de la végétation. Ainsi 470 profils pédologiques ont été effectués. A cela s'ajoutent 242 relevés de végétation (parfois coupes d'Oued ou profils pédologiques complémentaires). Sur l'ensemble, près de 300 (295) profils de sol ont été analysés au laboratoire.

Dans la plupart des cas, l'implantation des profils est faite à partir des photos aériennes et des surfaces homogènes que l'on peut repérer avec l'examen des photos. La densité, très variable des observations est fonction de cette homogénéité, mais surtout également de l'intérêt présenté par les différentes zones. Ainsi dans les Djebels, nous n'avons effectué des observations que suivant les principales pistes et suivant des transects, directement dictés par la nature géologique du substrat. Par contre dans les zones plus intéressantes (alluvions, certains piémonts, terrains salés etc...) la densité des profils a été beaucoup plus importante. De plus, il ne faudrait pas cacher que le temps nous a parfois manqué pour atteindre des zones très difficiles d'accès. (dans les dunes par exemple).

D'autre part, nous abordons ici un des aspects importants de la cartographie pédologique au 1/100 000 qui est de faire un inventaire suffisamment complet des sols mais auparavant il s'agit de bien les caractériser (surtout dans cette région où il n'y a pratiquement pas d'études pédologiques), et de bien situer les uns par rapport aux autres en fonction de la situation géomorphologique de la roche mère, du climat, etc... C'est pourquoi, nous nous sommes attachés souvent à étudier des toposéquences ou des lithoséquences (topolithoséquence du Miopliocène par exemple). Il nous est alors possible d'extrapoler pour les zones voisines.

.../...

En conclusion, la carte pédologique au 1/100 000 n'est pas une carte détaillée dans la mesure où tout le terrain n'a pas été couvert (soit qu'il soit inaccessible soit qu'il présente un intérêt moindre) et où certaines limites ne sont pas précises. C'est cependant plus qu'une carte de reconnaissance et l'on peut dire qu'il s'agit d'une carte de reconnaissance détaillée car certaines zones, les plus intéressantes au point de vue mise en valeur, ont fait l'objet d'une étude plus poussée mais n'exécédant pas la précision du 1/100 000è.

La carte de groupement végétaux : également au 1/100 000 è est établie en collaboration avec M. LE HOUEROU comme d'ailleurs la carte d'aptitudes des milieux pour la mise en valeur qui essaie de synthétiser l'ensemble des observations concernant le climat, la végétation, les sols, la situation topographique, ressources en eau etc...

Dans une première partie de ce rapport nous présentons le milieu naturel (géologie, géomorphologie, climatologie etc) pour ensuite traiter des sols et de la végétation. Le quatrième chapitre sera consacré à la mise en valeur.

II

LE MILIEU NATUREL

---

## II. - LE MILIEU NATUREL

On distingue deux grandes unités naturelles :

- Le bassin du Zahrez Gharbi (827 m d'altitude),
- La zone montagneuse de l'Atlas Saharien au Sud-Sud-Est (point culminant à 1484 m).

Le bassin du Zahrez Gharbi forme, avec le Zahrez Chergui à l'Est une vaste dépression endoreïque située entre deux ensembles analogues mais incomparablement plus importants : le Chott Chergui à l'Ouest et le Chott Hodna à l'Est.

Le bassin des Zahrez fait donc partie du système des grands chotts des Hautes Plaines steppiques. Ils se localisent le long de la bordure septentrionale de l'Atlas Saharien dont ils épousent la direction principale SO-NE et l'abaissement général d'altitude d'Ouest en Est :

- Chott Chergui	980 mm
- Zahrez Gharbi	827 m
- Zahrez Chergui	750 mm
- Chott Hodna	390 m

Le Zahrez Gharbi, pour sa part, est coincé entre un alignement de Djebels au Nord (premiers plis de l'Atlas Saharien) et la masse proprement dite de l'Atlas : les monts des Ouled Naïl au Sud. Il s'agit donc en première approximation d'un système synclinal.

### A. GEOLOGIE

Les séries du Crétacé forment le substratum géologique essentiel et constituent l'ossature de l'Atlas Saharien.

Localement, un remplissage d'âge tertiaire (formations continentales) prend une certaine importance. Par contre les dépôts quaternaires dominent dans le bassin du Zahrez Gharbi.

#### 1. Les principales unités stratigraphiques

a - Le Trias - Représenté surtout par le célèbre Rocher de Sel. Il s'agit d'un diapir de sel gemme (Na Cl) qui émerge au milieu des formations continentales du Tertiaire fortement redressées à son contact. Cette masse de sel d'une centaine de mètres de hauteur a grossièrement une forme circulaire de 1500 m de diamètre environ. On note la présence de grands "gours" de dissolution qui se remplissent d'argiles et de matériaux détritiques triasiques (dolomie noire ou grise, argiles triasiques multicolores). L'ensemble est intensément entaillé par l'érosion et l'accès reste difficile.

On peut voir à l'intérieur de cet énorme bloc de sel gemme des petites boules d'argile verte ou grise. Entre les interstices de dissolution. Ce sont de magnifiques cristallisations de dolomie blanche de dolomie noire avec des cristaux de pyrite de 0,5 cm, d'anhydrite très bien cristallée. Enfin le massif central est recouvert d'un "chapeau" de gypse.

.../...

Sur la bordure Est, la "brèche énigmatique" très fortement consolidée, de couleur noirâtre, serait d'origine ancienne (Lias ?) et aurait été remontée par le diapir. On note également des lambeaux de crétacé inférieur.

L'exploitation du sel gemme reste artisanale et l'importance du Rocher de Sel se manifeste surtout par son influence sur la salure des eaux de l'Oued Melah et donc une contribution importante à l'extension des sols salés en aval dans le bassin du Zahrez Gharbi. Nous aurons l'occasion d'y revenir ultérieurement au cours de cette étude.

Un second diapir de Trias intéresse l'extrémité Sud de la feuille au niveau du village des "Ruines". Il est très visible de la route RN.1 avec l'extension des argiles violettes plus ou moins recouvertes par une steppe d'Alfa. Ces argiles de couleur violette, vert grise ou brune se présentent en plaquettes plus ou moins épaisses, devenant de véritables feuillets très consistants dont l'apparence rappelle celle d'un grès extrêmement fin. On note aussi la présence des schistes grisâtres et verdâtres. Le pendage de ces formations le plus souvent vertical, prend des directions variées.

Localement, elles sont recouvertes par un conglomérat très épais à allure de brèche emballant des débris d'argile violette.

A l'Ouest de la route, on note un autre conglomérat de couleur foncée avec de très gros galets de quartz (10 - 20 cm de diamètre).

## b - Grétacé.

### - Barrémien

- . Série assez épaisse (environ 300 m) de grès rouges à rosés massifs, à granulométrie variable avec par place des dragées de quartz et une stratification entrecroisée.
- . Intercalation de minces couches d'argiles et marnes bariolées (rouge, violet, vert) souvent un peu gypseuses.

### - Aptien

- . A ces formations d'origine continentale fait suite une série marine peu épaisse mais très caractéristique : la barre calcaire à orbitolines de l'Aptien : il s'agit d'un banc (50 à 100 cm d'épaisseur de calcaire extrêmement dur intercalé dans une série d'argiles également bariolées plus ou moins marneuses.

### - Albien

- . Série très importante de grès continentaux non ou très peu calcaire, de couleur rouge à rose pâle avec en alternance de minces lits de marnes bariolées (rose, rouge, violet, vert). L'ensemble a une épaisseur de 300 mètres environ et parfois bien plus.

.../...

Le passage au Cénomanién se fait par l'intermédiaire d'une série carbonatée calcaire gris à gris noir fossilifère alternant avec des bancs marneux vert olive (Vraconién).

- Cénomanién.

Le cénomanién correspond à la grande transgression qui s'est prolongée au Sahara jusqu'au plateau du Tademaït : Il se caractérise par la dominance des séries marneuses.

- . Marnes vertes, souvent gypseuses et très fossilifères (huîtres localement lamarhelle indiquant une sédimentation côtière), bancs de plusieurs dizaines de mètres.
- . Calcaires (avec parfois concrétions siliceuses en bancs métriques avec calcaires marneux et marno-calcaires. Epaisseur totale voisine de 300 m.

- Turonien

- . Comme dans tout l'Atlas Saharién, il est constitué par une énorme barre de calcaires massifs, pouvant parfois dépasser 200 m d'épaisseur.

A la base, le passage au Cénomanién se fait par une série de calcaires plus ou moins rubéfiés assez facile à repérer.

Au milieu de la série, le calcaire est un calcaire dolomitique massif de couleur variable (brun jaunâtre, gris rosé à brun très pâle) souvent pigmenté de petits points noirs.

Localement, on note des intercalations (vers la base) de marno-calcaires.

Au sommet, la série se termine par un calcaire un peu différent se débitant en plaquettes à angle vif.

Le Turonien, comme nous le verrons est un élément important du relief. (Kef Ourrou dominant le village des Ruines par exemple).

- Sénonien

Le Sénonien, comparable au Cénomanién, présente aussi une série à dominance de marnes le plus souvent gypseuses. Quelques bancs de calcaire jaunâtre associés à des marno-calcaires s'intercalent dans cette masse et jouent un certain rôle dans l'organisation du relief et du réseau hydrographique.

Localement on peut observer des bancs de gypse massif de 1 à 2 m d'épaisseur.

c Tertiaire continental ..

Il est représenté par deux séries assez différentes et difficiles à séparer :

- Série inférieure conglomératique que nous appellerons avec CORNET G. l'oligocène.

.../...

- Série supérieure des argiles rouges du Miopliocène.

= Série conglomératique

Elle comporte en fait plusieurs barres conglomératiques assez fortement cimentées avec en intercalation des horizons marneux et gypseux, de couleur grise plus ou moins bariolée.

Au niveau de la RN.1, l'épaisseur de chaque banc oscille entre 1 et 3 m. Il s'agit de conglomérat fortement cimenté emballant de gros galets de 1 à 20 cm de diamètre de formes diverses et à bords arrondis. On retrouve, dans une matrice de sable grossier (localement grès grossier) les galets de grès rouge rose du Crétacé inférieur continental (Barrémien - Albien) et de calcaire de différentes couleurs (Cénomaniens, Turonien et Sénonien). Dans le sondage d'Aïn Malakoff cette formation atteint 100 m d'épaisseur (de 76 à 174 m).

= Argiles rouges du Miopliocène

Avant d'arriver à Aïn Mabed par la RN.1 en direction de Djelfa on ne peut pas ne pas voir ces formations entaillées en "bad-lands" par l'érosion. Elles sont coiffées par une dalle de calcaire lacustre blanc se débitant en gros prismes sous l'action de l'érosion régressive qui sape les soubassements argileux. Localement le calcaire lacustre présente un faciès conglomératique. Il est recouvert par la croûte calcaire très épaisse du Moulouyen.

## 2. Tectonique

Il ne nous appartient pas d'entrer dans les détails en abordant cette question d'autant que les documents dont nous disposons ne sont pas très précis ni même concordants (carte au 1/500 000 et étude de G. CORNET). Nous distinguerons plusieurs unités.

a - Le bassin du Zahrez Gharbi correspond à un synclinalorium orienté SO-NE et à l'intérieur duquel on peut observer quelques rides anticlinales matérialisées par les affleurements des calcaires du Turonien et également du Cénomaniens :

- Ensemble des Djebels à l'Est d'Hassi Bahbah (Guerbous Djehfa, Djebel Djehfa, Djebel Koudiata, Feidjet El-Gouya etc). Ces Djebels, disposés en cercle, délimitant un cirque central, véritable "piège" pour le sable éolien comme nous le verrons dans le chapitre consacré à la géomorphologie.
- Petites collines autour d'Hassi Bahbah (Atef El Mekam).
- Pointements de Grizine El Hatob, Grizine El halfa, Redjem Dahra etc...
- Extrémité Est du Djebel Ech Choucha en bordure de l'Oued Mesrane.

.../...

- Enfin signalons que nous avons retrouvé dans un profil (n° 389) de la presqu'île d'El-Kacha, au Nord du Zahrez, des marnes gypseuses et marno-calcaires jaunes avec des huitres (Cénomaniens ou Sénoniens).

Le forage d'Aïn Malakof (en bordure de la RN.1, entre Hassi-Bahbah et la station d'El-Mesrane) dont la profondeur atteint 1500 mètres n'a pas permis de descendre jusqu'à l'Albien. En effet, sous 180 m de Tertiaire continental (argiles rouges, marnes sables etc ...) les séries du Sénonien, Turonien et Cénomaniens dépassent 1300 mètres d'épaisseur, donc une importance considérable bien supérieure à celle observée sur les affleurements périphériques. Il s'agit donc d'une fosse de subsidence analogue au Chott Chergui et au Chott Hodna.

#### b - Bordure Nord du Zahrez Gharbi

Sur la carte au 1/100 000 de Rocher de Sel, seul le Djebel OUKAT CHERGUI (Turonien et Cénomaniens essentiellement) matérialise la remontée septentrionale des flancs du Synclinal des Zahrez par une ride monochinale peu élevée (1191 m) qui se poursuit jusqu'à Gueit es Stel. Elle se continue ensuite à l'Est par la Chaîne des Sebaa Rous où apparaît la série du Crétacé inférieur continental (Barrémien - Albien). Mais à ce niveau la tectonique devient très complexe avec de nombreuses failles. Notons au passage avec FLANDRIN qu'il est probable que la division entre les deux Zahrez soit due précisément au prolongement de l'axe anticlinal des Sebaa Rous (grès du crétacé inférieur continental). En effet celui-ci prend une direction plus nettement Nord-Sud que l'orientation habituelle SO-NE et semble plonger vers Hassi Bahbah et l'extrémité Est du Zahrez Gharbi sous les formations calcaires crétacées (Turonien et Cénomaniens).

#### c - Bordure Sud du Zahrez Gharbi

En bordure Sud, un alignement de petits Djebels (pendage N-NO) et d'altitude croissante en allant vers l'Est marque la remontée méridionale du Synclinal des Zahrez. On arrive ainsi dans l'Atlas Saharien lui-même. On peut distinguer deux secteurs de part et d'autre du diapir de Rocher de Sel.

##### - A l'Ouest de Rocher de Sel

Quelques petits Djebels (Berad-El-Aïch, Drheima, Degdegue) du crétacé (Cénomaniens - Turonien, localement Albien) ne dépassent pas 1080 m. Sur leur bordure Nord, on peut observer le plus souvent une frange peu épaisse de Tertiaire continental (bancs conglomératiques alternant avec des marnes et parfois argiles rouges) à pendage Nord. Cette frange se continue d'ailleurs à l'Est de Rocher de Sel jusqu'à Medjedel au Sud du Zahrez Chergui.

.../...

Il convient de noter qu'une partie du Djebel Degdègue est constituée par de telles formations conglomériques à pendage sensiblement horizontal et qui s'appuient sur un "os" de Cénomaniens (à l'Est de l'Ouest Seroudj) pour prendre ensuite un pendage Nord très net en bordure du Bassin des Zahrez.

D'autre part, au Sud de Aïn Dorbane (entre les Djebels Degdègue et Drheima) on observe une série très épaisse à pendage Nord et en concordance avec le Tertiaire continental de bordure, de conglomérats et marnes grises hydromorphes passant à des alternances de marnes gypseuses calcaire et bancs de gypse massif (Sénonien ?). Ces formations ne sont pas signalées sur les documents géologiques consultés. Au point de vue pédologique, elles déterminent une zone bien particulière avec des sols gypseux à encroûtement de surface assez caractéristiques.

Cet alignement de Djebels semble contenir avec peine l'énorme masse des argiles sableuses rouges à stratification horizontale du Miopliocène. Elles se continuent plus au Sud, jusqu'au Djebel Haouas en atteignant presque le synclinal de Djelfa et à l'Est au delà de l'Oued Melah jusqu'au Djebel Sahari.

Il s'agit d'une vaste surface mollement ondulée, vigoureusement entaillée par les Oueds Melah, Korirech etc ... (cf. géomorphologique).

#### - A l'Est de Rocher de Sel

Ici, des Djebels plus importants prennent le relai des formations observées à l'Ouest. En effet les Djebels Touicha, Kef Oudei, Souf (1252 m) etc... montrent des affleurements massifs de grès albiens à pendage Nord. Les marnes et calcaires du Cénomaniens (et localement le tertiaire continental) forment en bordure Nord une frange plus ou moins épaisse et allant en s'élargissant vers l'Est.

Coincé entre cet alignement des sommets et la masse du Djebel Sahari au Sud, un remplissage d'argiles rouges du Miopliocène (Oum et Terfas) forme une dépression allongée SO-NE et ouverte au Nord avec les Oueds Zireg, Maïder, Ben Alia etc...

#### d - Atlas Saharien

En ce qui concerne la zone montagneuse proprement dite en arrière de cette bordure, nous signalerons simplement qu'il s'agit d'une série complexe d'anticlinaux et synclinaux orientés SO-NE suivant la direction préférentielle de l'Atlas Saharien. Ce système aboutit vers le Sud au grand synclinal de Djelfa.

Le Djebel Sahari, prolongé à l'Est par le Kef-Er-Rekhma culmine à 1484 m et forme une barrière montagneuse continue intégrant les séries du Crétacé Inférieur Continental et du Cénomaniens. Cet ensemble complexe à pendage Sud très accentué, sur son flanc Sud, arrive en concordance avec une arrête de calcaires massifs du Turonien (Kef Toual-Souariz) nettement moins élevée (1200 m environ). Entre ces deux lignes de crête on note la présence d'une vaste combe correspondant aux séries marneuses du Cénomaniens.

.../...

Au Sud, une seconde arête de calcaires Turonien très fortement redressés, allant du village des Ruines à la Maison Forestière d'In Bahrara (Kef Ourou, Djebel El Oust) délimite un synclinal sénonien ouvert en direction du SO et dont l'axe est emprunté par l'Oued Sidi Slimane.

A l'Est de la Maison forestière, un autre synclinal Sénonien s'ouvre quant à lui vers l'Est (Dar El Chioukh).

En limite Sud de la feuille on note un important massif gréseux, du crétacé inférieur continental assez nettement partagé par la barre aptienne (calcaire dur à Orbitolines).

En définitive, la tectonique de cette zone de l'Atlas Saharien est assez complexe avec des accidents importants dont l'étude détaillée reste à faire.

### 3. Conclusion

En conclusion de ces quelques données stratigraphiques et tectoniques on peut retenir et préciser les points suivants :

- a - Le bassin du Zahrez Gharbi est un système synclinal correspondant à une zone de subsidence où affleurent quelques rides anticlinales (calcaires et marnes) mais où l'essentiel du remplissage est constitué de sédiments tertiaires et quaternaires.

Il est bordé au Nord par des Djebels d'altitude moyenne (environ 1000m) où dominent les affleurements de calcaires et de marnes avec des colluvions encroûtés et des sols résiduels de type rendzines. La végétation est une steppe d'Alfa (groupement à *Stipa tenacissima* et *Launea acanthoclada*).

Il en est de même en bordure Sud à l'Ouest de Rocher de Sel. Par contre à l'Est du diapir, une série de Djebels gréseux plus élevés (1100-1200m) assurent la transition avec l'Atlas Saharien. La végétation est un peu différente (matorral) avec des groupements de dégradation forestière où dominent : *Juniperus phoenicea* (Genévrier de Phénicie), *Rosmarinus tournefortii* (Romarin) et l'Alfa.

b - Dans l'Atlas Saharien

Mis à part le remplissage Tertiaire (argiles sableuses rouges) on peut distinguer 3 séries lithologiques pour les formations du Crétacé dont la tectonique est complexe :

- Série des grès, très épaisse, avec de minces intercalations de marnes ou argiles bariolées (Crétacé inférieur continental).

Elle forme l'ossature des Djebels d'altitude élevée (1200-1500m) très résistants à l'érosion et prolongeant à l'Est le Djebel Sahari : Kef er Rakhma, Kef el Kakhina point culminant de la zone (1484m). Les sols ne sont pas calcaires (sols bruns calciques résiduels) avec une végétation forestière dégradée : *Pinus halepensis* (Pin d'Alep) *Quercus ilex* (chêne-vert) et *Cistus Salvifolius* (Ciste à feuille de Sauge).

De plus, en limite Sud de la feuille, on note des affleurements de grés plus ou moins aplanis (1100m), la végétation forestière a complètement disparu, cédant la place à une steppe où même psammophiles annuelles et pérennes, avec *Thymus guyoniï* et *Artemesia campestris*.

- Série des calcaires durs : (essentiellement Turonien et quelques unités du Cénomaniens) très résistants à l'érosion ils forment des alignements de Djebels suivant l'axe des plis. On distingue ainsi du Nord au Sud.

- Le Djebel Sahari (1100-1300 m).
- Les Djebels Kef Toual et Souariz (1100-1200 m).
- Kef Ourrou (1100-1200 m).

Ces Djebels d'altitude élevée à assez élevée conservent assez souvent une végétation forestière (forêt claire de Pin d'Alep) qui va en se dégradant lorsque l'altitude diminue ou à proximité des grands axes de circulation (RN.1 en particulier). Les sols sont des rendzines plus ou moins humifères sur calcaire dur et parfois marnes encroûtées. Le chêne-vert (*Quercus-Ilex*) accompagne le pin d'Alep au-dessus de 1150-1200 m avec *Cistus libanotis* (*Ciste du Liban*) caractéristiques des sols de ce type.

- Série des roches calcaires tendres

(Cénomaniens et Sénoniens) avec dominance des marnes plus ou moins gypseuses, marno-calcaires avec intercalations de bancs de calcaire dur.

D'une façon générale, les couches étant le plus souvent fortement redressées à la verticale on peut avoir :

+ Soit des alignements de Djebels (1100 - 1200 m) comme précédemment lorsque les marno-calcaires (et minces bancs de calcaire dur) sont plus importants que les séries marneuses. En fait, il s'agit de Djebels à relief vallonné avec des sols de types rendzines et sols bruns calcaires (sur marnes et marno-calcaires) résiduels, régosols et sols régosoliques (marnes plus ou moins encroûtées).

La végétation est soit une forêt claire de Pin d'Alep et Chêne vert soit une steppe d'Alfa avec dans les 2 cas la présence caractéristique d'*Atractylis humilis* et *Catananche caespitosa*.

.../...

Dans certains cas, le relief est moins vallonné et par suite de la différence de dureté des roches on observe : soit des crêtes (bancs de calcaire dur), soit des combes plus ou moins larges. Les vallées empruntent l'axe des plis et recourent parfois les crêtes (cluses).

- + Soit des combes ou surfaces faiblement ondulées lorsque les marnes dominent. Elles sont alors assez fortement encroûtées avec localement des affleurements de minces bancs de calcaire dur ou marno-calcaire.

Les sols de types rendzines ou sols bruns calcaires xériques peu profonds caractérisent les zones où la végétation est soit une forêt claire de Pin d'Alep et Chêne vert avec *Cistus Libanotis*, soit une steppe (pelouse) avec les espèces spécifiques des croûtes (dans cette zone climatique) : *Onobrychis argentea*, *Stipa barbata*, *Helianthemum hirtum* (Zef-Zef) etc...

## B. GEOMORPHOLOGIE DU QUATERNAIRE

Cet aperçu sur le substratum géologique permet de situer le contexte dans lequel se sont façonnées les différentes formes du relief. En particulier les principaux cycles climatiques du quaternaire ont donné à la région une physionomie caractéristique en relation avec la nature des matériaux et la tectonique d'ensemble.

Nous distinguerons successivement les formations quaternaires dans l'Atlas Saharien et dans le Bassin du Zahrez Gharbi.

### 1. Les formations quaternaires dans l'Atlas Saharien.

Elles occupent une superficie restreinte comparativement aux affleurements géologiques et se localisent pour une large part dans la zone du Miopliocène. D'une façon générale, l'Atlas Saharien a surtout servi de source de matériaux pour le comblement des Zahrez, les formes d'érosion l'important sur les formes d'accumulation, le façonnement du relief reste donc essentiellement lié à la nature des affleurements géologiques. Nous envisagerons successivement :

#### a - Glacis encroûté du quaternaire ancien

Il ne subsiste guère que sous forme de buttes-témoins ou lambeaux de glacis accrochés aux flancs du Djebel gréseux de Takouka directement au Nord d'Aïn Mabel. On retrouve d'autres buttes témoins à l'Ouest de l'oued Melah, elles forment d'ailleurs un véritable chapelot qui délimite les bassins versants des oueds Melah et Korrirech. Sur ces formations Miopliocènes, le glacis moulouyen (ou ce qu'il en reste) sensiblement horizontal se situe à une altitude moyenne comprise entre 1080 et 1040 m. Il ne doit être là que grâce aux bancs de calcaire lacustre (ou conglomérat) qu'il surmonte.

.../...

Coupe d'Aïn Mabed

Le nouveau tracé de la RN.1, quelques centaines de mètres au Nord de cette localité montre une coupe magnifique de la dalle moulouyenne qui atteint ici plus de 150 cm d'épaisseur (fig. 1).

- 0 - 15 cm : Brun, 7,5 YR 4/4 - Sablo-limoneux, structure grumeleuse fine peu nette, nombreux débris de croûte, racines.
- 15 - 190 cm : Dalle calcaire très épaisse formée de gros blocs disposés horizontalement et fortement entourés par une pellicule zonale de couleur saumon à noirâtre avec de multiples filons et "noyaux". Ces blocs, de 5 à 20 cm d'épaisseur et jusqu'à 50 cm de large, sont emballés dans une croûte "nougatineuse" plus ou moins continue donnant à l'ensemble une grande cohésion et formant de véritables bancs.
- 190 - 250 cm : Horizon de transition avec le calcaire lacustre, lamellaire plus ou moins induré avec passées de calcaire lacustre. Comme pour la dalle on observe des dépôts de sels en paroi.
- 250 - 400 cm : Calcaire lacustre, massif, très dur, brun pâle (bariolé de gris) avec réseau dense de petits canalicules irréguliers et tapissés de rouille, petites pigmentations noires de fer ou manganèse.
- > 400 cm : Argile sableuse avec bancs horizontaux de quelques décimètres (sableux gréseux).

Latéralement vers le Nord, l'épaisseur de la dalle diminue considérablement. Le calcaire lacustre devenant moins massif à sa partie supérieure se débite alors en prismes réguliers de taille variable. Localement il prend une allure conglomératique. Au-dessous on note aussi la présence d'un horizon intermédiaire de couleur bariolée (matériau marneux hydromorphe) surmontant les argiles sableuses rouges.

Sur cette dalle calcaire, les sols sont des rendzines avec une végétation comportant essentiellement des groupements de dégradation forestière (Génévrier de Phénicie, Romarin, Alfa etc ...).

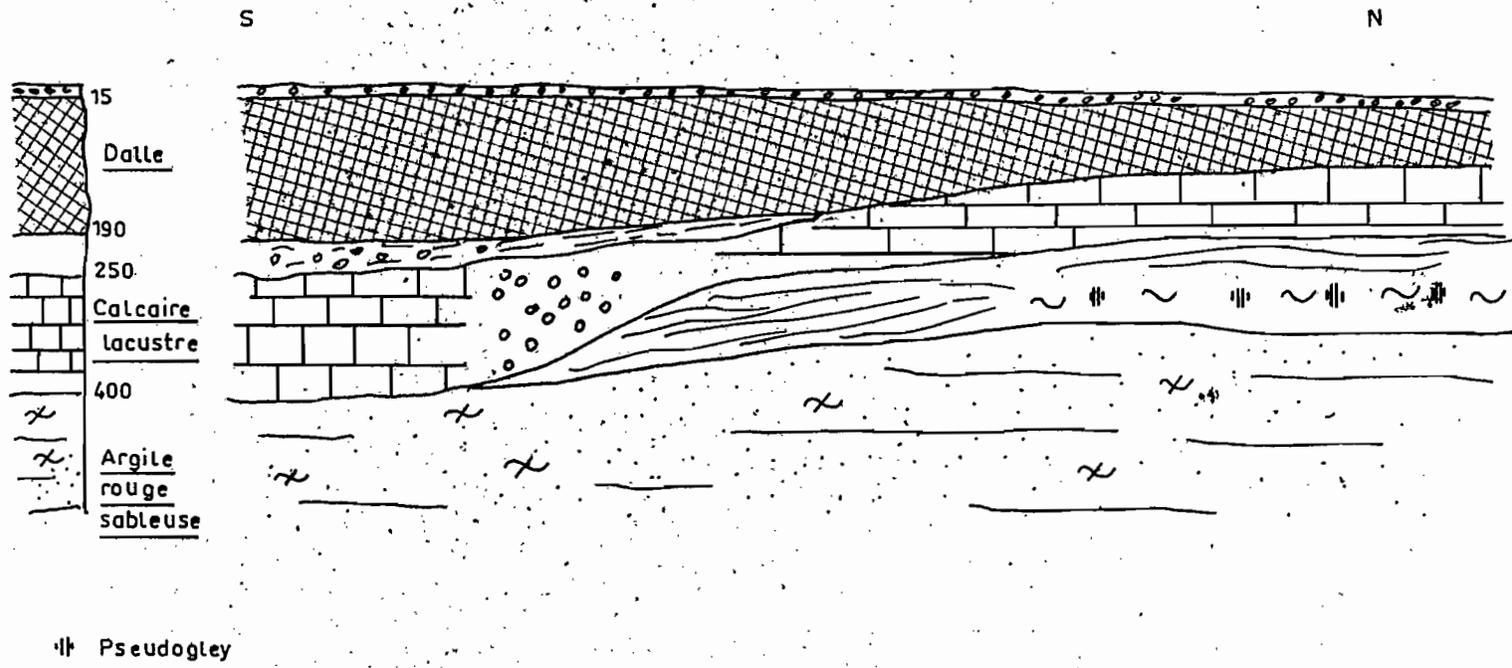
Au point de vue datation, on attribue, généralement les formations lacustres et conglomératiques au Villafranchien Inférieur et Moyen alors que la dalle calcaire serait du Moulouyen (Villafranchien Supérieur début quaternaire) pour reprendre la terminologie marocaine.

REMARQUE

Une dalle calcaire analogue a pu être observée sur la barre calcaire de l'Aptien (près du profil 672) au Sud du Djebel El Oust.

.../...

FIG1: COUPE SCHEMATIQUE DU MOULOUYEN D'AIN MABED



b - Autres formations quaternaires de la zone du Miopliocène  
(cf. fig. 2)

Les buttes témoins du quaternaire ancien dominent une vaste surface mollement ondulée de collines avec des dépressions alluviales souvent très élargies et vigoureusement entaillées à l'aval par les oueds (Melah, Korirech etc...). Le sommet des collines correspond à des blocs de conglomérats, dalle moulouyenne ou calcaire lacustre plus ou moins affaîssés sur place (sagement des argiles sous-jacentes) ou basculés. Entre le Djebel Takouka et l'Oued Melah à l'Ouest, on a ainsi plusieurs "niveaux" de calcaire lacustre disposés en marche d'escaliers de 1100 à 950 m d'altitude. Parfois le sommet des collines se trouve complètement dégagé et les argiles affleurent.

On observe donc sur cette surface ondulée :

- Des colluvions de pente encroûtées et souvent caillouteuses (conglomérat). La croûte calcaire, de couleur blanc à blanc rosé, à une structure lamellaire en feuillets anastomosés et d'induration variable. Elle ne dépasse que rarement 50 cm d'épaisseur et surmonte les argiles rouges du Miopliocène par l'intermédiaire d'un encroûtement calcaire d'épaisseur variable.

Les sols peu profonds (sols bruns calcaires xériques ou rendzines), portent une végétation steppique où dominent les espèces caractéristiques des croûtes (Onobrychis argentea, Noaea mucronata, etc... avec Alfa le plus souvent peu abondant).

- Un niveau d'érosion tronquant les argiles sableuses lorsque la couverture colluviale encroûtée est absente. Le matériau marnéux (les argiles sont calcaires) est lui-même faiblement encroûté (encroûtement calcaire ou encroûtement gypseux localement).

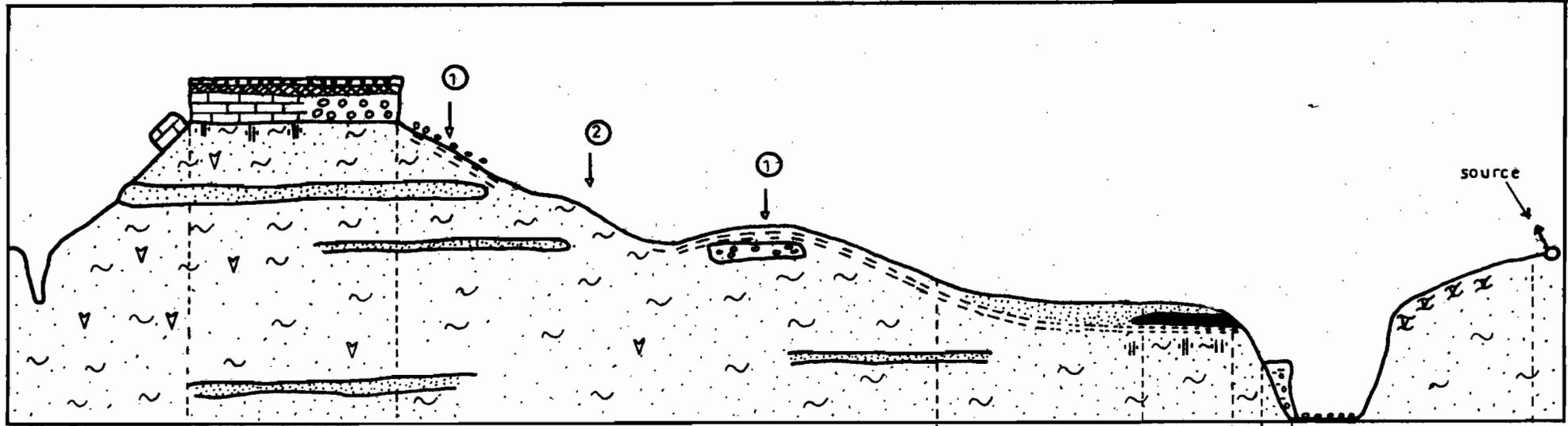
Les sols sont de types régosoliques (sols peu évolués d'érosion) avec une steppe d'Alfa assez dense : Groupement à Stipa tenacissima et Atractylis humilis, cette dernière étant très caractéristique des marnes.

- Les dépressions alluviales très élargies ne paraissent être que d'anciennes vallées plus ou moins comblées par un matériau sableux rougeâtre d'origine éolienne. Ce matériau grossier, provenant sans doute des grès du Crétacé Inférieur Continental se retrouve dans la grande combe Sud du Djebel Sahari (Marnes cénomaniennes encroûtées).

Les siérozems à encroûtement calcaire caractérisent très bien les sols de cette zone. Ils sont le plus souvent cultivés (céréales) avec le groupement cultigène à Artemisia campestris (Armoise champêtre) et Ziziphus lotus (Jujubier).

.../...

FIG 2 : COUPE SCHEMATIQUE DU MIOPLIOCENE (SOLS et VEGETATION)



Situation geomorphologie	Affleurement des argiles rouges (souvent gypseuses et un peu salées)	Butte témoin de calcaire lacustre et/ou conglomérat	① Dépôts de pente encroûtés plus ou moins colluvionnés ② Niveau d'érosion tronquant les argiles sableuses du miocène	Dépression alluviale (quaternaire récent)			lit oued	Aval de source
Sols	Regosols	Rendzines sur dalle calcaire (quaternaire ancien)	① Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire (0-40cm) localement rendzines ② Sols regosoliques parfois faiblement encroûtés sur le niveau d'érosion tronquant les argiles sableuses	Sierozems encroûtés (à encroûtement calcaire ou croûte lamellaire à 30-300 cm de profondeur)	Sol hydromorphe ancien noirci	Regosols	Sols P.Ev. diploalluvial (terres salées) sol minéral brut d'apport alluvial	Sols gypseux à encroûtement plus ou moins salés et éolisés
Végétation	Groupement à Atractylis humilis avec quelques pins d'Alep	Gr. de dégradation forestière à Juniperus phoenicea Cistus libanotis et gr. steppique à Onobrychis argentea et Noaea mucronata avec ou sans Stipa tenacissima	① Groupement steppique à Onobrychis argentea et Noaea mucronata avec ou sans Stipa tenacissima résiduel ② Groupement steppique à Stipa tenacissima et Atractylis humilis	Groupement cultigène à Artemisia campestris et Ziziphus lotus		Atractylis humilis Cultures (jardins)	Groupement ripicole à Nerium oleander	Herniaria mauritanica et Frankenia thymifolia

dalle calcaire  
 croûte calcaire lamellaire  
 encroûtement calcaire

pseudogley ancien  
 encroûtement gypseux

Zone des Jardins

- "Niveau" des anciens sols hydromorphes noircis

En zone aval des dépressions précédentes, on observe comme très souvent dans la région de Djelfa, des horizons noircis et grisâtres appartenant à un ancien sol hydromorphe, témoin d'un climat nettement plus humide que le climat actuel. Témoin aussi de conditions topographiques aujourd'hui radicalement différentes (dépressions en amont d'anciens seuils constitués par des barres de calcaire dur, conglomérat, grès etc).

Au niveau de ce sol et aussi en amont les oueds entaillent sur plusieurs dizaines de mètres parfois, les argiles rouges du Miopliocène (Régosols avec quelques Pins d'Alep)

L'ancien sol hydromorphe noirci peut être légèrement salé ou gypseux, avec ou sans individualisation de calcaire (à l'état diffus ou en encroûtement de nappe). Il est généralement recouvert par le dépôt sableux éolien rougeâtre et il n'est pas possible, à l'échelle de la carte, de le distinguer des siérozems plus typiques.

- Terrasses récentes

En bordure de l'Oued Melah, on note simplement une ou deux terrasses récentes occupées par les jardins actuellement irrigués.

D'autre part, on note aussi quelques zones d'épandage (Oued Korirech) d'importance limitée.

- Zone des sources

Au niveau des sources (Aïn Zmila, Aïn Fortassa etc...), le gypse, dissous dans l'eau, se dépose peu à peu dans les zones aval où il s'accumule, contribuant à la formation de sols gypseux à encroûtement plus ou moins salés.

c - Autres formations quaternaires de l'Atlas Saharien

Elles se limitent essentiellement aux surfaces encroûtées au-dessus des épaisses séries marneuses (cf. géologie). Il faut y ajouter des colluvions de pente encroûtées formant parfois de véritables glacis de piedmont. Localement on note la présence, dans les dépressions, (ou anciennes dépressions) d'un matériau alluvial ancien plus ou moins caillouteux et toujours encroûté (croûte calcaire lamellaire). D'autre part, dans le fond de ces mêmes dépressions on retrouve l'ancien sol hydromorphe noirci.

.../...

## 2. Les formations quaternaires du Bassin Zahrez Gharbi

Nous distinguerons successivement :

- Le glacis polygénique du quaternaire ancien et moyen.
- Les glacis du quaternaire moyen
- Le "niveau" des anciens sols hydromorphes noircis
- Les formes à façonnement éolien
- Les zones d'épandage.

### a - Le glacis polygénique du quaternaire ancien et moyen (cf. fig. 3).

Il occupe la quasi totalité de la zone comprise entre le Zahrez Gharbi et les Djebels d'altitude moyenne formant la bordure Nord du Bassin.

Il s'agit d'un vaste glacis dont la pente relativement régulière (2 à 0,5 %) diminue du Nord vers le Sud. Localement les pointements du Crétacé (calcaire et marnes du Turonien et Cénomaniens) viennent en troubler la monotonie. A l'Est d'Hassi Bahbah il se rattache directement au Djebel Seba Rous alors qu'à l'Ouest, il est séparé du Djebel Oukat Chergui par un glacis encroûté de piedmont (quaternaire moyen) de pente plus forte 3 - 5 %.

Vers le Sud, il arrive à quelques centaines de mètres du Zahrez Gharbi et se termine brusquement en corniche (2 à 5 m de dénivellé) au-dessus d'un niveau sableux plus récent (sol ancien hydromorphe et noirci). Localement, on peut observer un petit glacis encroûté de raccordement qui est de plus en plus net de l'Ouest vers l'Est au delà de la RN1 (quaternaire moyen).

Les oueds ont à peine entaillé ce glacis polygénique avec seulement des vallées peu profondes, souvent à fond plat (en amont) et recreusées vers l'aval montrant un encroûtement ou une croûte calcaire lamellaire.

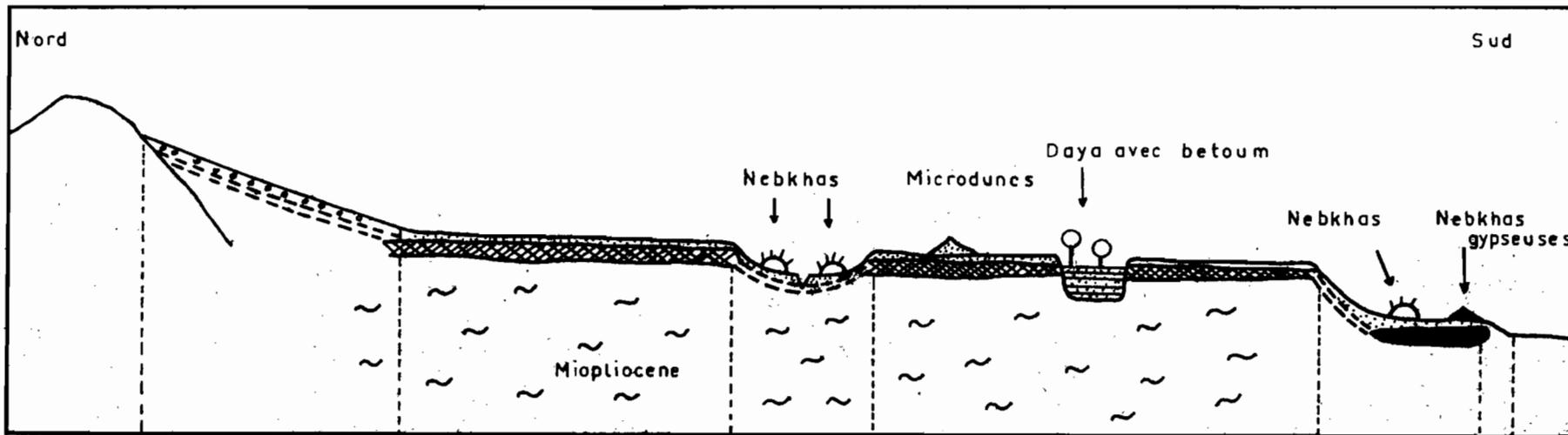
On note aussi la présence de quelques dayas avec des *Betoums* (*Pistacia atlantica*).

L'observation de quelques coupes naturelles (en bordure du Zahrez Gharbi notamment) et de puits montre que ce glacis se caractérise par une dalle calcaire atteignant facilement 100 cm d'épaisseur au-dessus d'un encroûtement lamellaire friable d'épaisseur comparable, surmontant lui-même un limon rouge vraisemblablement Villafranchien.

.../...

FIG 3: COUPE SCHEMATIQUE DU PIEDMONT NORD DU

ZAHREZ GHARBI (SOLS ET VEGETATION)



Situation Geomorphologie	djabel oukat chergui Calc-marn	Glacis encroûté de pied- mont (quaternaire moyen)	Glacis polygénique encroûté (quaternaire ancien et moyen)	Dépression alluviale	Glacis polygénique encroûté (quaternaire ancien et moyen)	Niveau hydromorphe ancien	Sols halomorphes Sebkha : Zahrez Rharbi
Sols	Juxtaposition • Lithosols regosols • Rendzines calcaire dur et colluvions encroûtées	Juxtaposition • Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire (0-40 cm) • Sierozems (croûte 40/70) • Sols peu évolués d'apport alluvial modaux	Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire (0-40 cm)	Sierozems sableux avec croûte ou encroûtement calcaire à 40-100 cm localement sols peu évolués	Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire (0-40 cm) de plus en plus salée vers l'aval "plages salées" abondantes	Sierozems sableux avec croûte ou encroûtement calcaire à 40-100 cm et sol hydromorphe ancien (aval)	
Vegetation	Groupement à <i>Stipa</i> <i>tenacissima</i> et <i>Launea</i> <i>acanthoclada</i>	Groupement à <i>Thymelea virgata</i>				S/Groupement à <i>Noaea mucronata</i> localement <i>Artemisia herba-alba</i> "Plages salées" abondantes avec <i>Spergularia diandra</i>	

== Croûte calcaire lamellaire (encroûtement parfois)  
 XXXXX Dalle calcaire plus ou moins demantelée.

Profil type.

- 0- 15 cm : Sablo-limoneux avec débris de croûte.  
15- 30 cm : Horizon intermédiaire avec blocs de croûte dans un limon sableux très calcaire, gris clair, parfois consolidé en croûte ou encroûtement, mais le plus souvent pulvérulent avec très nombreuses racines.  
30-100/150 cm : Dalle calcaire débutant par une pellicule zonaire très dure et assez continue. La dalle comporte de gros blocs, plus ou moins aplatis et anastomosés de croûte calcaire très dure et de couleur saumon, repris dans une croûte blanchâtre plus récente.  
100/150-200 cm : Encroûtement calcaire friable à structure lamellaire.

> 200 cm : Limon argileux avec ou sans nodules calcaires.

Localement (Profil 297) à l'Est d'Hassi Bahbah on retrouve un facies assez analogue à la dalle calcaire d'Aïn Mabad.

D'autre part le sondage HB1 (4 km à l'Est d'Hassi Bahbah) montre une épaisseur globale de 6 m pour la dalle et l'encroûtement, au-dessus d'un niveau marneux très argileux qui surmonte lui-même le conglomérat Miopliocène, les argiles rouges, situées au-dessous, se continuent au moins jusqu'à 75 mètres (profondeur du sondage). Il convient aussi de souligner qu'au niveau du sondage d'Aïn Malakoff (en bordure de la RN.1) il semble que l'on ne retrouve pas la dalle calcaire. La coupe est la suivante :

- |      |        |  |
|------|--------|--|
| 0    | - 2    | Sable.   |
| 2    | - 15,5 | Marnes grises très sableuses.  |
| 15,5 | - 19,3 | Sable.   |
| 19,3 | - 21,1 | Marnes bleues argileuses.  |
| 21,1 | - 22,4 | Sable blanc.   |
| 22,4 | - 76   | Argiles rouges.  |
| 76   | - 86   | Conglomérat  |
| 86   | -174   | Alternance de bancs conglomératiques et de marnes (vraisemblablement "oligocène"). |

> 174 Marnes vertes du Cénomanién etc...

De plus, il n'y a pas d'équivalent de ce glacis, sauf au niveau de l'Oued El Hadjia (S.O de la feuille), le long du piedmont de l'Atlas Saharien.

Les sols, de type bruns calcaires xériques, sont donc très peu profonds avec des "plages de salure", en relation avec la croûte calcaire qui est elle-même salée.

La steppe d'Alfa subsiste dans certaines zones (les plus éloignées de la RN 1 en particulier) et cède la place à une steppe avec *Lygeum spartum* (Sparte), *Noaca mucronata*, localement *Artemisia herba-alba* (l'armoise blanche) etc, elle même complètement détruite par les cultures de céréales.

Il est possible d'avancer que ce glacis, façonné au début du quaternaire, n'a subi, semble-t-il que très peu de modifications depuis. La dalle calcaire, plus ou moins démantelée se trouve reprise par une croûte plus récente, probablement quaternaire moyen, (Tensiftien par exemple). Il est donc commode de parler de glacis polygénique du quaternaire ancien et moyen.

.../...

b - Les glacis encroûtés du quaternaire moyen.

Contrairement au précédent, ils se rencontrent essentiellement le long du piedmont de l'Atlas Saharien. On peut en distinguer deux types principaux.

- Les cônes glacis avec un matériau détritique très grossier.
- Le glacis d'accumulation avec un matériau détritique grossier comprend plusieurs unités séparées par les zones d'épandage des oueds principaux.

= Les cônes glacis sont des cônes de déjection à relief convexe (pente 2 à 5 %), très bien individualisés le long du piedmont à l'Est de la RN.1 et surtout de l'oued Zireg. Ils ont bien résisté à l'érosion, les oueds les contournent le plus souvent (Oued Sifsifa, Oued El Kheris) mais les recoupent parfois entièrement (Oued Maïder ed Djadja.

Il s'agit d'un dépôt très grossier (blocs et galets de grès rouge ou rosé) plus ou moins encroûté : croûte calcaire peu épaisse (20 - 40 cm). Passant localement à un encroûtement ou même simplement à des nodules calcaires. Les blocs et galets de grès jonchent la surface du sol sableux de couleur rouge très caractéristique : Sierozems (sols marrons encroûtés et même sols rouges résiduels) avec une steppe d'Alfa, de psamophiles vivaces et annuels (*Helianthemum lippii*, *Thymus guyonii* etc) mais surtout un grand nombre de petites touffes de jujubiers qu'il n'est pas courant de rencontrer en une telle situation.

= Le glacis d'accumulation

Ce glacis d'accumulation caractérise très bien le piedmont de l'Atlas Saharien au Sud du Cordon dunaire. Il comporte en fait deux parties:

- La partie amont, se rattache directement aux Djebels d'altitude moyenne en bordure du bassin du Zahrez Gharbi. Le glacis est assez tendu (pente 2 - 3 %) et il s'agit de dépôts de piedmonts et de cônes d'épandage plus ou moins coalescents avec un matériau détritique grossier (graviers, cailloux, sable) encroûté : glacis encroûté de piedmont.
- La partie aval, vers le Nord, la pente diminue (< 1 %) et le matériau est généralement nettement moins grossier mais toujours encroûté.

Le glacis est entaillé assez vigoureusement par les oueds, et ceci permet l'observation de nombreuses coupes (Oued Korirech, Serroudj, Maïder ben Alia etc). L'épaisseur du dépôt atteint plusieurs mètres et même davantage car le substratum géologique n'est pas recoupé, sauf directement à l'amont.

Schématiquement on observe de haut en bas :

- Horizon de texture grossière et d'épaisseur variable.
- horizon caillouteux encroûté. (croûte calcaire avec pellicule zônée à la partie supérieure)
- Encroûtement calcaire friable.
- Limon sableux plus ou moins argileux rouge avec nodules et poupées calcaires.
- Dépôt grossier caillouteux, localement matériau plus fin.

Latéralement le long du piedmont le faciès change en relation avec l'importance et la nature des bassins-versants des oueds. Ainsi le limon sableux rouge se rencontre essentiellement au niveau des débouchés d'oueds dont le bassin versant recoupe les formations Miopliocène (Korirech, Serroudj, Melah, Maïder Ben Alia). Les faciès les plus caillouteux se situent au niveau des petits oueds dont le bassin versant, très petit comporte notamment des matériaux grossiers. (Conglomérat de l'"Oligocène" par exemple). D'une façon générale, le profil longitudinal montre un matériau de plus en plus fin en s'éloignant vers le Nord. Cependant pour l'Oued Korirech le glacis semble se continuer au Nord du Cordon dunaire, jusqu'au Zahrez, sous forme de buttes témoins (cailloutis encroûtés sur matériau grossier) disposées en lanières Nord-Sud.

Au point de vue sols, on distingue deux types principaux:

- Sols bruns calcaires xériques peu profonds (croûte entre 0 - 40 cm) à texture grossière avec steppe où dominant *Lygeum spartum*, *Noaea mucronata*, Alfa résiduel avec nombreuses psammophiles annuelles.
- Siérozems sableux et plus profonds (croûte entre 40 à 100 cm) avec dominance de psammophiles vivaces (*Helianthemum lipii*, *Thymelea microphylla* etc) et annuelles. Dans ce cas, le glacis est recouvert d'un dépôt éolien de plus en plus important au fur et à mesure que l'on se rapproche du cordon dunaire.

En ce qui concerne l'âge de ces formations, il semble que les cônes glacis sont plus anciens que le glacis d'accumulation, mais quoi qu'il en soit il nous est là aussi commode d'attribuer l'ensemble au quaternaire moyen (vraisemblablement Tensiftien).

#### REMARQUE

Il convient d'y rattacher également les glacis encroûtés de piedmont ceinturant les Djebels d'altitude moyenne en bordure Nord du Zahrez Gharbi (Oukat Chergui, Koudiata, Guerhbous, Djehfa etc...). Il en est de même pour les surfaces de raccordement au Sud du glacis polygénique et dans dépressions alluviales sur ce glacis.

.../...

Ainsi le profil 293 en aval de l'Oued Faïd et Djemel, sur le glacis encroûté de (pente 2 %) qui fait le raccordement avec la dépression alluviale à texture fine située au Sud.:

- 0 - 20 : Horizon sablo-limoneux avec quelques débris de croûte.
- 20 - 60 : Croûte calcaire lamellaire (pellicule rubanée continue de 1 cm d'épaisseur à la partie supérieure), de couleur blanc rosé et emballant de gros blocs de croûte saumon (Moulouyen), efflorescences salines en parois.
- 60 - 130 : Limon sableux très calcaire, pulvérulent, avec gros blocs de croûte saumon.

Il ne s'agit donc pas d'un dépôt mais d'une surface de raccordement encroûtée.

c - "Niveau" des anciens sols hydromorphes noircis

Comme dans l'Atlas Saharien on retrouve ces formations hydromorphes anciennes noircies et très reconnaissables. Elles se localisent :

+ Le long de la bordure Nord du Zahrez en contrebas du glacis polygénique, remontant parfois vers le Nord dans les dépressions correspondants aux oueds principaux (Oueds Morra, Oued el Menntel etc). Il s'agit d'une surface sensible plane dont la topographie de détail est souvent très irrégulière avec des microdunes, nebkhas de Jujubiers etc ...

Coupe 676

Corniche surplombant de 3-4 mètres la Sebkhah (Zahrez).

- 0 - 20 : Sable brun rouge
- 20 - 50 : Sable brun noir devenant grisâtre
- 50 - 80 : Sable limoneux jaunâtre avec tâches d'oxydo-réduction.

Cet ancien sol hydromorphe s'est donc formé sur un matériau assez grossier. Localement, la texture devient plus fine et l'encroûtement calcaire peut être nettement plus marqué.

Les sols de cette zone ainsi que ceux des dépressions alluviales sont des siérozems sableux avec les nebkhas de jujubiers et une végétation d'espèces psammophiles annuelles et perennes (*Thymelea microphylla*, *Thymelea virgata* etc); les zones cultivées (céréales) occupent aussi une grande place.

.../...

+ Le long du piedmont de l'Atlas Saharien où elles prolongent vers le Nord, jusqu'au cordon dunaire, le glacis encroûté du quaternaire moyen (elles sont même parfois emboîtées avec lui) et formant un niveau assez bien individualisé. Ce niveau est discontinu et se développe surtout à l'aval des oueds principaux. Il est érodé en bordure des dunes et se termine par un talus de quelques mètres avec en contrebas des apports alluviaux ou éolien récents. Il est aussi lui-même plus ou moins recouvert par des alluvions (anciennes ou actuelles) et des dépôts éoliens avec micronebkhas et microdunes.

Coupe 605 (Oued Mesrane)

Ancienne zone d'épandage de l'Oued.

- 0 - 60 cm : Alluvions anciennes de couleur brune, limono-argileux.
- 60 - 80 cm : Gris noir, argilo-limoneux, bien structuré.
- 80 - 100 cm : Encroûtement calcaire, un peu gypseux, lamellaire, poreux.
- 100 - 160 cm : Sable légèrement hydromorphe
- > 160 cm : Sable limoneux avec tâches d'hydromorphie.

Nous avons ici, à partir de 60 cm, un ancien sol Hydromorphe noirci avec un encroûtement calcaire, faiblement gypseux. La texture et la nature de l'horizon enrichi en calcaire varient : texture plus grossière, calcaire diffus ou formant un véritable "Tuff" cendreux ou noirâtre. Un tel "Tuff" se retrouve sous forme de butte-témoins dans les dunes. Il surmonte un niveau sableux très blanc avec souvent des traces d'hydromorphie ancienne. Ce sable blanc presque complètement délavé, est repris par l'érosion éolienne et peut donner en certains endroits des dunes ou micro-dunes de sables blancs, très différents des sables rouges qui n'ont pas été soumis à ces mêmes conditions d'hydromorphie.

De plus, il convient de noter que le tuff renferme parfois des coquilles de mollusques d'eau douce plus ou moins saumâtre (proche des limnées et planorbes).

Au Nord du Cordon dunaire, il semble que l'on puisse suivre ce qui paraît être la continuation de ce niveau. En effet le tuff devient alors un encroûtement gypseux de nappe ancien (encore fonctionnel parfois) recouvert par les alluvions de l'Oued Melah. Vers Zaafrane à l'Ouest, il reste à dominance calcaire (calcaire diffus ou encroûtement calcaire).

En définitive, ce "niveau" des sols anciens hydromorphes, que rien ne permet d'affirmer qu'ils soient contemporains, occupe des situations précises et des superficies limitées. Il constitue, plus qu'un repère, un témoin d'une ou plusieurs phases climatiques nettement plus humide que la période actuelle. Sans doute s'agit-il de périodes humides du quaternaire récent.

.../...

d - Les formes à façonnement éolien.

Leur extension est considérable dans tout le bassin du Zahrez Gharbi. On peut en distinguer trois types principaux suivant l'âge ou la nature du dépôt :

- Les formes anciennes à matériau éolien (sable non gypseux).
- Les formes anciennes à matériau éolien gypseux.
- Les formes actuelles à matériau éolien: sable de nature variée généralement non gypseux.
- = Les formes anciennes à matériau éolien (Sable rouge non gypseux).

Les plus typiques sont les placages sableux "piégés" dans les Djebels à l'Est d'Hassi Babbah (Djebels Djehfa, Kouidiata etc).

Il y a d'une part les sables rouges (5 YR 6/8), les plus anciens, souvent encroûtés au aussi remaniés par l'érosion éolienne actuelle (sables mobiles avec micro-nebkhas et micro-dunes) ou recouvrant les glacis encroûtés de piedmont).

D'autre part, on observe des placages éoliens plus récents (sable fin jaune rougeâtre, siliceux, non ou très peu calcaire) sur lesquels il est extrêmement facile de constater une évolution pédologique (sols de type sierozems, cf. chapitre sur les sols).

Comme les sables rouges, ils sont activement érodés et repris par l'érosion éolienne et hydrique.

On peut rattacher à ce matériau sableux, les dépôts éoliens anciens directement en bordure Sud et surtout Sud-Ouest du Zahrez Gharbi où ils forment un véritable glacis polygénériquerefaçonné par le ruissellement et remanié actuellement par le vent (sable mobile avec micronebkhas et même micro-dunes). Il en est de même pour la couverture sableuse du glacis du quaternaire moyen le long de l'Atlas Saharien en bordure Sud du Cordon dunaire.

En conclusion, les formes anciennes à façonnement éolien n'ont que très rarement (placages dans les Djebels) conservé leurs individualité soit qu'elles soient reprises par l'érosion éolienne actuelle soit qu'elles soient soumises à l'érosion hydrique (sables ruisselés).

= Les formes anciennes à matériau éolien gypseux

Il s'agit ici de micro-dunes ou micronebkhas de type lunette de bord de sebkha.

.../...

Elles se localisent :

- Dans la presqu'île d'El-Kacha où elles forment de véritables champs de microdunes (quelques mètres de haut) ou simplement des nebkhas de dimension plus réduite. Assez souvent, leur forme peut rappeler des barkanes ou mieux celle de petits cratères éventrés. En effet, elles sont plus ou moins érodées, seule la crête encroûtée résiste (encroûtement gypseux de surface avec parfois les polygones caractéristiques de la croûte gypseuse). Sur les photos aériennes, on repère aisément ces petits croissants très blancs dont la concavité est tournée vers l'Ouest le plus souvent.
- Le long de la bordure Nord du Zahrez, on peut observer quelques nebkhas encroûtées (analogues à des taupinières et reposant sur l'ancien sol hydromorphe noirci.
- En bordure Sud et Sud-Ouest du Zahrez, on les retrouve en arrière des formations sableuses décrites précédemment. Dans cette zone, elles sont très souvent recouvertes par les épandages à texture fine de l'Oued Melah. De plus, sous l'influence de la nappe phréatique, proche de la surface, elles peuvent se consolider, en totalité ou en partie seulement, en encroûtement gypseux de nappe.

Le matériau est un sable très gypseux (gypse lenticulaire typique des lunettes en bordure de Sebka) avec des graviers de quartz, l'ensemble étant très peu calcaire. Sur l'encroûtement gypseux on trouve le groupement caractéristique à *Herniaria mauritanica*.

En définitive, et contrairement aux formes précédentes (pourtant sans doute plus récentes) elles ont conservé leur individualité grâce au gypse et en particulier à l'encroûtement gypseux de surface.

Il semble que ces micro-dunes soient relativement récentes et en particulier postérieures aux sols anciens hydromorphes noircis.

#### = Les formes actuelles

Elles occupent, une superficie très importante, puisque il s'agit en premier lieu des dunes vives du cordon dunaire. Ce sont également les micro-dunes réparties un peu partout : sur le glacis polygénique du quaternaire ancien et moyen, sur les zones d'épandage à texture fine et moyenne plus ou moins salées, etc... Il faut y ajouter aussi les micronebkhas de sable mobile autour des touffes de végétation, les voiles sableux ou les recouvrements éoliens actuels. Toutes ces formes prennent une extension considérable en relation avec l'abondance d'un matériau favorable et surtout la réduction du couvert végétal (labours, surpâturage) autant de facteurs qui accentuent l'érosion éolienne.

.../...

Le sable mobile du cordon dunaire ne comporte pratiquement pas de fraction granulométrique inférieure à 50 $\mu$  (argile et limon). La proportion relative des sables grossiers par rapport aux sables fins paraît diminuer au Sud-Ouest vers le Nord-Est dans le sens de progression des dunes :

Sables grossiers passant de 60 à 10 %  
Sables fins passant de 40 à 90 %

La teneur en calcaire reste faible (0 à 2 %). En ce qui concerne la couleur elle va du rouge (10YR 5/6 - 6/6) au blanc 10YR 8/1) en passant par le jaune rougeâtre (7,5YR 6/6 - 5/4).

Une étude précise serait indispensable pour connaître la nature exacte du matériau sableux, son origine, sa répartition et ses faciès principaux en fonction de la roche-mère (grès du Crétacé Inférieur Continental), de la direction des vents dominants (Ouest-Est, NO-SE, SO-NE etc), des conditions topographiques et pédologiques locales (hydromorphie, pédogénèse de type isohumique etc). Cette étude devrait comprendre évidemment toutes les formations éoliennes actuelles et intéresserait les deux bassins des Zahrez Gharbi et Chergui.

La végétation typique des dunes non ou très peu fixée comporte tout d'abord *Aristida pungens* (Drinn) à laquelle s'ajoute d'autres espèces vivaces colonisatrices : *Malcolmia aegyptiaca*, *Saccocalyx satureioides* (Zaatar) etc.

Lorsque la nappe n'est pas trop profonde (300 cm environ) *Phragmites communis* apparaît et dans certaines dépressions interdunaires (nappe entre 50 et 200 cm) une végétation phréatophile plus ou moins halophile s'installe abondamment.

#### e - Les zones d'épandage.

Elles se localisent exclusivement le long du piedmont de l'Atlas Saharien, traversant même le cordon dunaire pour rejoindre le Zahrez Gharbi (oued Melah, oued Mesrane, oued el Hadjia). Selon l'importance et la nature des bassins versants, les zones d'épandage se présentent différemment (superficie, texture, matériau etc...)

De plus, il faudrait distinguer les épandages anciens des épandages actuels etc...

D'une façon générale, il s'agit de cônes d'épandage allant en s'élargissant vers le Nord en direction du cordon dunaire. Le plus souvent, on note un gradient caractéristique dans la texture du matériau qui est de plus en plus fin de l'amont vers l'aval. De plus, ces cônes d'épandage (au moins pour les oueds principaux entaillent à l'amont le glacis encroûté du quaternaire moyen qui peut être aussi complètement déblayé. Pour les oueds d'importance secondaire, ce glacis est simplement recouvert par des épandages de texture généralement grossière à moyenne. Quant aux cônes glacis, ils sont contournés (parfois entaillés) par les oueds qui s'étaient ensuite en aval sur le glacis encroûté (Dar Bechir Ben Rezig).

.../...

En bordure du cordon dunaire, "le niveau" des anciens sols hydromorphes noircis est lui-même recouvert par ces épandages avant d'être entaillé en "talus" à proximité des dunes. Les alluvions actuelles se perdent alors dans des chenaux interdunaires plus ou moins importants.

= L'Oued Melah conserve encore une certaine organisation à travers le cordon dunaire en raison de l'importance de ses crues. Même au-delà des dunes s'étend une vaste zone d'épandage comprenant en fait deux unités assez distinctes :

. Une ancienne zone d'épandage légèrement surélevée à topographie sensiblement plane dont le matériau se caractérise par une texture fine à moyenne et surtout une couleur foncée (noir, brun noir à gris-noir) et une structure polyédrique toujours très nette malgré la salure et l'alcalinisation. En profondeur on retrouve le plus souvent un ancien encroûtement gypseux de nappe plus ou moins fonctionnel. Il s'agit peut être du niveau des sols anciens hydromorphes noircis.

Au point de vue sol, il s'agit de sols salés à alcalis avec les groupements à *Salsola tetrandra* (S/Groupement à *Atriplex halimus* et *Salsola vermiculata*). La présence d'un recouvrement éolien ou le niveau variable de la nappe phréatique salée jouent un rôle important pour les sols et la végétation.

. Cette zone d'épandage est soit recoupée par le lit principal de l'oued soit recouverte par des épandages actuels de crues.

Elle est recoupée le long de la RN1 (El Mesrane) par l'ancien lit de l'oued et nous avons ainsi une dépression alluviale à fond plat, très salée, avec le groupement caractéristique à *Salsola tetrandra* (S/Groupement à *Suaeda fruticosa*).

Elle est aussi recoupée par le lit principal (encore fonctionnel) de l'oued Melah mais ici le matériau plus grossier et peu salé conditionne une végétation différente avec des peuplements d'*Atriplex halimus* tout à fait remarquables. Il faut noter également des accumulations de sable éolien très typiques des bordures d'oueds en zones arides. Les crues principales de l'oued Melah s'étalent donc vers le Nord (Bled Kerza) pour arriver jusqu'à la Sebkra après avoir recouvert ou déblayé les micro-dunes gypseuses et les dépôts éoliens anciens (sable non gypseux) bordant la partie Sud-Ouest du Zahrez Gharbi.

Localement, en bordure Nord des dunes des crues secondaires s'étalent sur la surface de l'ancienne zone d'épandage. D'autre part, on peut remarquer, qu'entre le lit principal de l'oued et la zone d'épandage correspondant au bras secondaire de l'oued (passant par la Daïet el Atchana) un champ de micro-dunes gypseuses subsiste et sépare en deux parties la zone d'épandage de l'oued Melah au Nord du cordon dunaire. Les micro-dunes gypseuses, plus ou moins érodées ou éolisées, soumises à l'action d'une nappe phréatique peu profonde permettent la formation de sols salins sablo-gypseux de nappe. La topographie irrégulière (petites dépressions, micro-Nebkhas etc) et la végétation (psammophiles annuelles et gypso-halophiles, *Frankenia thymifolia*, *Traganum nudatum* etc..) les différencient nettement des zones d'épandage voisines.

.../...

= L'Oued Mesrane à l'Est de la feuille se caractérise par une zone d'épandage actuel qui arrive aussi en bordure du Zahrez. En amont, il entaille le niveau des anciens sols hydromorphes noircis d'ailleurs lui même recouvert d'alluvions anciennes à texture fine (cf. coupe 605 déjà décrite) salées à très salées (groupement à *Salsola tetrandra*).

= L'Oued El Hadja quant à lui, entaille sur plusieurs mètres le glacis encroûté (coupe 510) et se continue vers l'aval en recoupant le "niveau" des anciens sols hydromorphes noircis, également recouvert d'alluvions anciennes de texture variable et dont la salure augmente vers le Nord. Les crues actuelles arrivent directement dans la Sebka où on observe un cône d'épandage très visible sur les photos aériennes.

En définitive, les zones d'épandage, localisées essentiellement le long du piedmont de l'Atlas Saharien se continuent au-delà du cordon dunaire pour les Oueds les plus importants. On peut repérer, outre le "niveau" des sols anciens hydromorphes noircis (avec ici un encroûtement gypseux de nappe) des alluvions anciennes et des alluvions récentes et actuelles correspondant aux épandages actuels.

Il n'est pas toujours possible de distinguer nettement ces 3 unités au Nord du cordon dunaire d'autant que la présence d'une nappe phréatique plus ou moins profonde et salée contribue à la salure des sols ; la présence aussi d'un recouvrement éolien ne facilite guère ce repérage. Le plus souvent la texture est fine ou moyenne, localement grossière.

Le long du piedmont de l'Atlas Saharien on peut distinguer aussi trois types de zones d'épandage suivant la texture des alluvions, généralement peu ou pas salées (sols peu évolués d'apport alluvial avec cultures de céréales).

- Texture fine à moyenne, oued Korirech, Oued Melah
- Texture moyenne : Oued Serroudj, Oued Zireg etc...
- Texture grossière : Oued Gaiga etc...

Evidemment l'âge de ces formations est à attribuer au quaternaire récent et actuel

#### f - Conclusion

On peut donc constater, en conclusion la grande dissymétrie du Bassin du Zahrez Gharbi qui comprend les principales unités suivantes :

- + Un vaste glacis polygénique encroûté du quaternaire ancien et moyen en bordure Nord du Zahrez.
- + La bordure Sud, beaucoup plus récente et très différente, comprend de part et d'autre du cordon dunaire :
  - Le piedmont de l'Atlas Saharien avec le glacis encroûté du quaternaire moyen et les cônes d'épandage du quaternaire récent et actuel.
  - La zone centrale, au Nord du cordon dunaire, avec des alluvions anciennes et actuelles (texture variable et salure plus ou moins élevée), des micro-dunes de sable gypseux etc ...

.../...

### C. QUELQUES DONNEES HYDROLOGIQUES

La quasi totalité de la feuille Rocher de Sel se trouve à l'intérieur des bassins versants qui alimentent la dépression endoréique des Zahrez. Seul le piedmont Nord du Djebel Oukat Chergui fait partie du grand système de l'Oued Cheliff.

L'ensemble du Bassin des Zahrez occupe une superficie totale de 4974 km<sup>2</sup>.

Nous distinguerons 3 zones principales :

#### 1. Piedmont de l'Atlas Saharien.

L'Oued Melah est sans conteste le plus important des oueds. Son bassin versant de 1388 km<sup>2</sup> se situe pour une part dans le synclinal de Djelfa (812 km<sup>2</sup>) et 576 km<sup>2</sup> pour l'aval du bassin. Dans cette partie de son cours, il draine une grande surface de Djebels plus ou moins boisés, entaille ensuite les argiles rouges du Miopliocène avant de venir buter sur le diapir de Rocher de Sel qu'il contourne pour déboucher dans le bassin des Zahrez.

Il collecte un certain nombre de petites sources lui assurant un débit pérenne relativement important utilisé pour l'irrigation de jardins et vergers installés sur les alluvions récentes à texture moyenne ou grossière, ceci en amont de Rocher de Sel.

Le tableau A, ci-après, montre l'influence de Rocher de Sel sur la salure des eaux de l'Oued Melah. En période de crue, cette influence devient beaucoup plus discrète en même temps que la salure diminue considérablement.

Le rapport  $Cl/SO_4$ , inférieur à 1 en amont de Rocher de Sel (marnes gypseuses du crétacé, Miopliocène gypseux) devient nettement supérieur à 1 en aval. Ainsi l'Oued Melah constitue une source importante de sels pour la dépression des Zahrez.

De plus, en période de crue, l'Oued transporte des matériaux plus ou moins fins en suspension (54 g/l le 23 Mai 1968 à l'occasion d'une petite crue) que vont se déposer en aval dans les zones d'épandage au Sud et au Nord du cordon dunaire.

.../...

Emplacement du prélèvement	Date	Résidu sec g/l	Conductivité mmhos/cm	Me/litre						SAR	Cl/SO <sub>4</sub>	Transport solide mg/l	
				Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>				CO <sub>3</sub> H
Ruissellement Rocher de Sel (après orage)	30-3-55	113,624		43	15		221	222	41	2	43,3	5,4	
Oued Melah amont Rocher de Sel (débit d'hiver)	23-2-56	1,987	3,0	13,8	8,7		7,6	9,1	18,2	2,8	2,3	0,5	
Oued Melah amont de Rocher de Sel (crue)	23-5-68	0,615	1,0	5,3	1,7	0,2	2,7	2,9	4,2	3,0	1,4	0,7	27140
Oued Melah Aval Rocher de Sel (Débit d'hiver)	23-2-56	3,140	4,8	15,0	12,5		20,5	26,5	19,1	3,0	5,7	1,4	
Oued Melah Aval Rocher de Sel (Crue)	23-5-68	0,658	1,1	5,5	1,7	0,2	3,5	3,7	3,7	3,7	1,8	1	54310
Oued Melah Aval Rocher de Sel (Eau pérenne)	Juin 1957	10,730	16,0	32	12,5		110	128	35	1	26,4	3,6	

Tableau A. - Salure de l'Oued melah en aval et en amont de Rocher de Sel (en hiver, pendant une crue, en été).

- L'Oued Korirech.

Toute la partie amont de son cours se situe dans les argiles rouges Miopliocène qu'il entaille vigoureusement.

Il débouche dans le bassin des Zahrez en recoupant le glacis encroûté du quaternaire moyen entre les 2 massifs Crétacé (Berad el Aïch) pour s'étaler sur une vaste zone d'épandage avec cependant une concentration des eaux de ruissellement dans la partie Nord-Ouest.

- L'Oued Mesrane.

Seule la partie aval se trouve sur la feuille au 1/100.000e Rocher de Sel, alors qu'à l'amont un bassin versant important draine en particulier des affleurements plus ou moins salés de Miopliocène. On note aussi la présence de petites resurgences également salées.

Vers l'aval, au niveau des profils 411 et 413, l'Oued Mesrane recoupe le niveau des sols anciens hydromorphes noircis et la zone actuelle d'épandage se situe en aval de la direction du Zahrez Gharbi (Profil 412 - 93 etc...) Les alluvions anciennes et récentes sont plus ou moins salées comme pour l'Oued Melah.

- L'Oued Zireg.

Avec d'autres Oueds de moindre importance drainent toute la zone Miopliocène d'Oum et Terfes et la surface d'épandage (pente 1 %) se continue vers le Nord jusqu'au cordon dunaire.

De plus, une multitude de petits oueds descendent de la zone montagneuse avec des bassins versants d'importance et de nature très variées en relation avec les affleurements géologiques.

En définitive, pour ce piedmont on peut distinguer :

- des oueds principaux (Melah, Korirech, Mesrane, Zireg, etc) avec des zones d'épandages étendues présentant différents faciès (pente, texture des alluvions, salure). Ces oueds, dont les crues peuvent être importantes, contribuent efficacement à l'alimentation des nappes phréatiques du bassin des Zahrez, à la salure des nappes et des sols.
- des Oueds secondaires avec des bassins versants et des zones d'épandage nettement plus limitées.

Ces Oueds ont en commun, d'avoir des bassins versants dans les zones de pluviométrie assez importante et où le couvert végétal très dégradé ne peut freiner le ruissellement.

.../...

## 2. Bordure Nord du Zahrez Gharbi

La situation est ici extrêmement différente (bassins versants de superficie réduite, pluviométrie moindre, vallées peu profondes et le plus souvent ensablées etc...).

De ce fait, le réseau hydrographique joue un rôle secondaire. Toutefois à l'Est de la RN.1, quelques oueds (Faid el Djemel, Guerbus Bou Adria etc), aboutissent dans une dépression où se rassemblent et se décantent les eaux de ruissellement (vertisols halomorphes de part et d'autre du petit affleurement Crétacé de Redjem Dahra).

A l'Ouest de la RN.1, en bordure Nord du Zahrez Gharbi les oueds arrivent directement dans la Sebka, sans zone d'épandage et avec très peu de transports solides.

## 3. Sebka (Zahrez Gharbi).

Nous désignons par Sebka le fond de la dépression du Zahrez Gharbi qui reçoit les eaux de ruissellement et ne porte aucune végétation. En hiver, après les pluies importantes, la Sebka se transforme en un véritable lac où l'eau peut atteindre plus d'un mètre de hauteur, en particulier sur la bordure Nord (Sud du Profil 391).

En été, un film d'eau discontinu et sursaturé (Résidu sec de 350 à 400 g/l) en sel subsiste dans certains chenaux et on peut observer des dépôts de sels de sodium sur plusieurs centimètres. Ce sel est d'ailleurs utilisé par les populations locales (salines).

En bordure Sud et Sud-Ouest, la Sebka présente une certaine pente et l'on observe même de petits ravinements correspondants à des chenaux d'écoulement des eaux de crue.

En effet tout cette bordure (à l'image du piedmont Sud) reçoit des apports importants. Ainsi le profil n° 714.

. Petits chenaux avec en surface des cristaux de sel (NaCl) et par place des débris de branches, pomme de pins etc...

. Au-dessous, dépôt brun sombre à plus jaunâtre lité, très limoneux avec des débris de racines et aiguilles de pins.

. Par place, le dépôt est nettement plus sableux, et l'on peut voir alors les petits cristaux de gypse lenticulaire. Ce faciès est très caractéristique de la zone Est de la Sebka. Ces quelques observations soulignent encore la dissymétrie du Bassin du Zahrez Gharbi et sa nature subsidente. Tout se passe comme si la bordure Sud s'affaissait peu à peu suivant un axe (Est-Ouest) en étant progressivement comblée par des apports venant du Sud.

.../...

## D. LA NAPPE PHREATIQUE.

En utilisant les relevés des points d'eau du BIRH et nos observations (relevés de la nappe dans les profils pédologiques et de quelques puits ou sources) nous avons pu dresser une carte de profondeur de la nappe phréatique.

Il convient de souligner que seul un relevé systematique et precis de tous les points d'eau aurait permis d'établir un document complet utilisable par les hydrogéologues.

Pour notre part, la nappe phréatique ne prend une réelle importance que lorsqu'elle a une action sur la pédogénèse (halomorphie et hydromorphie) ou sur l'alimentation en eau des plantes. De plus, avec les relevés disponibles, il était utile de localiser les zones où la salure de la nappe permet son utilisation pour l'irrigation (des mesures de débits seraient indispensables).

L'examen de la carte montre que dans la majeure partie de la "zone centrale" la nappe phréatique se situe entre 1 et 6 mètres de profondeur. Son action, sur les sols et la végétation, sera donc importante d'autant qu'elle présente une gamme étendue de salure (0,2 à 164 g/l) en même temps qu'une composition ionique variée. Le rapport  $Cl/SO_4$  permet de préciser plusieurs faciès :

$Cl/SO_4 < 0,2$	eau sulfatée
$0,2 < Cl/SO_4 < 1$	eau sulfatée chlorurée
$1 < Cl/SO_4 < 2,5$	eau chlorurée sulfatée
$Cl/SO_4 > 2,5$	eau chlorurée

On distingue donc plusieurs types de nappes très différentes plus ou moins en relation les unes avec les autres.

### 1. Nappe des sables du cordon dunaire.

Le cordon dunaire constitue un réservoir idéal pour toutes les eaux de ruissellement descendant du piedmont de l'Atlas Saharien. De ce fait l'eau s'accumule dans les sables et en particulier à l'aval des principaux oueds (sauf pour l'Oued Melah dont les crues traversent le cordon dunaire). C'est le cas pour l'Oued Korirech, les oueds à l'Est de la RN 1. (Zireg Gaïga etc..) et l'Oued Bou Retim (Djebels à l'Est d'Hassi Bahbah en limite avec le Zahrez Chergui).

Le profondeur de la nappe dans les dépressions interdunaires reste faible (entre 50 et 100 cm). A l'occasion de fortes pluies, l'eau arrive à la surface et l'on peut même observer de véritables lacs qui subsistent plusieurs jours. La présence d'une nappe dont le niveau ne descend que rarement au-dessous de 100 cm détermine la formation de sols hydromorphes à gley.

La salure généralement très faible (0,2 à 3 g/l) présente un faciès chimique le plus souvent de type chloruré sulfaté. Dans ce cas le SAR reste faible (0,2 à 5) pour une conductivité de 0,5 à 3 mmhos/cm. Cette eau se classe donc dans la catégorie C2 et C3 - S1 (Tableau de DURAND sur la qualité des eaux) : eau moyennement à fortement salée ne présentant pas de danger d'alcalinisation.

Localement, en bordure Nord-Est des dunes (Oued Bou Retim) le faciès devient franchement de type sulfaté et l'on observe d'ailleurs la formation d'encroûtement gypseux de nappe. La salure légèrement plus élevée (1,5 à 3 g/litre de résidu sec) avec une conductivité de 2 à 4 mmhos et un SAR très faible (0,1 à 0,8).

Cette nappe est d'ailleurs utilisée (Jardins avec légumes, peupliers etc).

## 2. Nappe de Zaafrane et zone aval de l'Oued Mesrane

Il s'agit ici d'une nappe localisée dans des sables, peu profonde (1 à 3 m) et peu salée (2 à 5 g/l) de faciès sulfaté chloruré, utilisée pour l'irrigation de petits jardins. D'autre part, elle contribue à la formation d'horizons hydromorphes plus ou moins salés en profondeur (pseudo-gley et gley) ou de sols halomorphes si elle est plus proche de la surface.

La conductivité de l'ordre de 3 à 7 mmhos/cm et un SAR compris entre 2 et 8 permettent de classer cette eau dans la catégorie C4 et C5 - S2 : eau fortement à très fortement salée utilisable sur des sols à texture grossière et avec un bon drainage.

Il semble que cette nappe soit alimentée par les apports des oueds Korirech et Mesrane.

## 3. Nappes en relation avec l'Oued Melah

Le faciès chloruré-sulfaté des eaux de l'Oued Melah se retrouve très nettement dans toute la zone dunaire d'épandage au Nord du cordon dunaire et même dans les puits situés sur le piedmont Sud. On distingue plusieurs unités :

- Région de la station d'El Mesrane
- Région de Bou-Menzou à l'Ouest de Daïet et Atchana.
- Région de Dar Guendous (en relation avec l'Oued qui prend naissance dans le petit affleurement de Trias à l'Est de la RN.1 (Aïn Saad).

Pour la première de ces zones, la profondeur oscille entre 3 et 6 m. Vers l'aval, la nappe devient moins profonde et on note une augmentation assez progressive de la salure. Le résidu sec passe de 3 à plus de 20 g/l pour une conductivité de 4 à plus de 25-30 mmhos, le SAR prenant des valeurs de 10 à 30 : soit une eau de qualité C<sub>4</sub> et C<sub>5</sub> - S<sub>3</sub> et S<sub>4</sub> très fortement à excessivement salée présentant

.../...

un danger d'alcalinisation pour tous les sols sauf aménagements spéciaux (drainage) ou inutilisable sauf si présence de Ca ++ soluble dans le sol.

Dans la région de Dar Guendous, la salure devient excessive (40 à 70 g/litre). La nappe ne circule plus et les phénomènes d'évaporation l'emportent sur l'alimentation.

4. Nappe des sables gypseux de la zone Sud-Ouest du Zahrez (Nord de la Daïet El Atchana)

Cette nappe se localise dans les sables gypseux (micro-dunes gypseuses) entre les 2 principales zones d'épandages de l'Oued Molah. Elle est peu profonde (2 à 4 mètres) pour une salure faible (3 à 4 g/l) avec un faciès sulfaté - chloruré et un SAR compris entre 3 et 8, donc très analogue à la nappe de Zaafrane qu'elle continue vers l'Est.

5. Nappe des "Terres Blanches"

Nous désignons par ce terme, une nappe intéressant toute la zone au Sud, des affleurements de calcaires et marnes crétacé d'ATEF EL MEKAM (Sud d'Hassi Bahbah) au niveau des "Terres Blanches".

Nous avons fait une séquence de prélèvements depuis le puits Hassi Mohamed Ben El Hadj (n° 7 K 555) situé à 860 mètres d'altitude (soit 30 m au-dessus des Zahrez) jusqu'au profil 7 K 329 à 840 mètres d'altitude, et à 2 km du précédent. L'ensemble de ce plan incliné (pente 1 %) est occupé par des sols halomorphes très salés à encroûtement gypseux de nappe. La profondeur de la nappe passe assez régulièrement de 2 m à 1,10 vers l'aval, en même temps, la salure augmente (5 à 25 g/l) et le faciès chimique change sulfate chloruré → chloruré sulfaté → chloruré.

: N° des Profils	: Profondeur: en cm.	: R.S. en g/l	: mmhos/cm	: Cl/SO4	: Faciès chimique
: 7 K 555	: 200	: 5,16	: 6,5	: 0,8	: Sulfaté
: 7 K 394	: 180	: 5,95	: 7,5	: 0,9	: chloruré
: 7 K 326	: 170	: 7,26	: 8,8	: 1,3	: Chloruré sulfaté
: 7 K 327	: 140	: 8,47	: 10,3	: 1,6	: "
: 7 K 328	: 120	: 14,34	: 17,9	: 2,5	: Chloruré
: 7 K 329	: 110	: 25,04	: 32,4	: 4,4	: "

.../...

Nous nous trouvons donc en présence d'une nappe circulant le long de la pente, soumise à une forte évaporation (augmentation de la concentration) et alimentant en sels la Sebka située en contrebas.

En amont l'apparition, assez brutale, de cette nappe correspondant à la limite entre les sols gypseux halomorphes et les sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire (ici assez fortement salée) : elle s'étend sur un "front" de 7 kms dans le sens Ouest-Est. Quelle est son origine ? Il s'agit vraisemblablement d'une zone d'émergence d'eau souterraine en relation avec une structure géologique particulière (faille, limite entre un niveau aquifère et un niveau imperméable ?). L'eau peut être en charge ou arriver par simple écoulement. Il convient de remarquer que cette zone se situe dans prolongement Sud de l'axe anticlinal des grès du Sebaa Rous et semble t-il aussi au niveau de la ligne d'effondrement Est-Ouest de la bordure Nord du bassin des Zahrez. Quoiqu'il en soit il faut retenir que cette nappe "révèle" l'existence de réserves d'eaux souterraines arrivant en surface et contribuant à la formation de sols halomorphes à encroûtement gypseux de nappe (le gypse se dépose le long de la pente).

Un système absolument analogue se retrouve dans la zone Nord-Est (Oued Fassik) en bordure du Zahrez Chergui. Ceci nous rappelle les observations effectuées dans les systèmes endoréiques du Sud Tunisien où de telles zones sont en relation avec la présence de ressources d'eaux souterraines le plus souvent artésiennes.

## 6. Nappes hypersalées.

Elles se situent :

- en bordure immédiate du Zahrez (au Sud-Ouest par exemple).
- dans la dépression en aval des Herres Blanches
- dans la zone très salés à l'Ouest de Grizine El Hatob, etc ...).

Le résidu sec varie entre 20 et 160 g/l et les chlorures prédominent largement (faciès chloruré). Dans ces zones, la nappe peu profonde (1 à 2 m) circule peu, se concentre par évaporation et contribue à la salure excessive des sols.

## 7. Conclusions.

En définitive, la nappe phréatique (en fait les nappes) prend une grande importance dans la "zone centrale". Sa profondeur diminue en se rapprochant de la Sebka mais la salure et la composition ionique restent en relation étroite avec les différentes sources d'alimentation et la nature des terrains dans lesquels elle circule.

.../...

Elle constitue un facteur important de pédogénèse (hydromorphie et halomorphie) et contribue à l'alimentation en eau des plantes (en particulier des Atriplex comme nous le soulignerons au cours de ce rapport).

De plus, elle peut être utilisée pour l'irrigation en certains endroits et pour certaines cultures.

Il serait extrêmement important d'en faire une étude complète (salure, débit, etc ...) afin de pouvoir l'exploiter au maximum.

E. CLIMATOLOGIE

L'ensemble de la zone étudiée ne possède aucune station météorologique, la station la plus proche étant celle de Djelfa. Signalons toutefois que deux pluviomètres ont été installés récemment à Zaafrane et à Hassi Bahbah.

D'autre part, une étude assez précise sur la climatologie de Djelfa (et Bou-Saâda) est faite dans le rapport de la SOGREAH cité en référence bibliographique : Etude agro-pédologique du périmètre de Bou-Saâda.

Nous ne donnerons donc qu'un aperçu sommaire permettant de mieux cerner l'ensemble du milieu naturel en essayant de comparer le Bassin des Zahrez et l'Atlas Saharien.

1/ - Précipitations.

Pour les précipitations on dispose des relevés de Djelfa , mais aussi de Guelte es Stel (5 km au Nord de Hassi Bahbah).

Altitude :	Station :	S :	O :	N :	D :	J :	F :	M :	A :	M :	J :	J :	A :	Année :
1160 m	Djelfa	30,0	23,6	33,6	35,8	31,4	26,8	27,3	23,6	34,4	20,5	7,6	10,6	307
930 m	Guelte es Stel	28,1	31,4	35,4	32,9	37,8	23,5	26,8	25,4	43,9	21,6	4,3	10,0	312

Tableau A. Précipitations moyennes mensuelles et annuelles pour Djelfa et Guelte es Stel durant la période (1914-1950).

Pour le bassin des Zahrez, il est intéressant de considérer aussi les stations d'Aïn Oussera (688 mètres) et Chellala (860 m). Les moyennes des précipitations annuelles sont respectivement de 250 à 291 mm. On peut donc penser que pour les Zahrez, la moyenne annuelle est sans doute supérieure à 250 mm mais ne dépasse pas 300 mm.

Pour l'Atlas Saharien, l'altitude et l'exposition interviennent largement. De toute façons, la situation particulière de Djelfa (bien protégé derrière la barrière du Djebel Senalba) ne permet pas d'avoir une idée suffisante des précipitations sur les Djebels.

En prenant comme base un gradient de 20 mm pour 100 mètres de dénivellation (Tunisie Centrale) et une pluviosité de 300 mm à 900 mètres d'altitude (cf. Chellala, Aïn Oussera, Guelte es Stel) on obtient les chiffres théoriques suivants :

.../...

Altitude en m.	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
Pluviosité en mm.	200	320	340	360	380	400	420

Les versants exposés au NO-N bénéficient d'une pluviosité supérieure aux versants exposés au Sud (10 à 20 % très approximativement.)

Le tableau A montre une grande similitude des précipitations mensuelles moyennes pour les stations de Djelfa et Guelt es Stel.

D'autre part, il faut noter une assez bonne répartition des pluies tout au long de l'année (sauf Juillet-Août), ce régime pluviométrique correspond à une variété continentale du climat méditerranéen.

En fait, durant la saison chaude (Juin à Septembre) les pluies sont extrêmement irrégulières en relation avec le caractère orageux des précipitations.

Cette irrégularité se retrouve au niveau des précipitations annuelles (Guelt es Stel : 77 mm en 1948-1949 et 569 mm en 1938-1939). Il est inutile d'insister sur ce fait bien connu en zones méditerranéenne semi-arides et arides.

Pour Djelfa, la moyenne annuelle du nombre de jours de pluies est de 63 jours (Seltzer) cf. Tableau ci-dessous.

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
Nombre de jours de pluies	5	5	6	6	7	6	7	5	6	5	2	3	63
Pluies 30 mm	2	3	1	5	2	1	0	2	5	1	0	1	23

Tableau B. Station de Djelfa (Seltzer) moyennes mensuelles et annuelles du nombre de jours de pluies et de pluies > 30 mm.

Le nombre de pluies torrentielles (> 30 mm) est donc faible comparé à celui que l'on trouve dans l'Algérie du Nord.

2/ Températures.

Mois	m''		m'		m		$\frac{M + m}{2}$		M		M'		M''	
	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D
J	-5,0	-9,8	-2,7	-7,1	1,6	-0,8	6,80	4,25	12,2	9,3	18,1	16,0	21,8	20,0
F	-4,6	-12,0	-2,3	-6,2	2,3	0,1	8,25	5,55	14,2	11,0	21,5	19,1	26,2	23,7
M	-4,0	-10,0	-1,2	-3,5	4,3	2,1	10,95	8,20	17,6	14,3	25,9	22,1	29,0	25,5
A	-2,0	-5,3	5,5	-2,6	6,4	4,1	14,00	11,40	21,6	18,7	29,4	27,0	33,0	30,0
M	1,5	-2,5	5,0	0,8	10,2	7,8	18,40	15,60	26,6	23,4	34,6	29,9	37,0	33,2
J	4,5	4,0	8,6	6,5	14,2	12,1	22,95	20,30	31,7	28,5	38,1	35,1	42,0	33,0
J	9,7	6,1	12,9	9,7	17,6	15,1	27,15	24,30	36,7	33,5	42,0	37,9	47,2	40,0
A	9,5	7,8	12,4	9,5	18,1	15,0	27,40	23,95	36,7	32,9	40,3	37,0	42,8	39,0
S	5,1	1,0	8,2	5,4	15,8	12,1	23,30	19,30	30,8	27,5	37,3	33,6	39,1	36,6
O	2,0	-2,1	3,6	1,1	9,9	7,2	16,65	13,65	23,4	20,1	32,2	27,3	38,8	31,1
N	-2,2	-4,7	0,1	-2,9	5,5	3,5	11,05	8,65	16,6	13,8	22,2	20,5	29,2	24,5
D	-6,0	-9,4	-2,7	-5,8	2,4	-0,1	7,40	4,85	12,4	9,8	18,6	17,7	22,1	21,3
Année	-6,0	-12,0	4,0	0,4	9,0	6,5	16,20	13,35	23,4	20,2	30,0	26,9	47,2	40,0

Tableau C : station de Djelfa et Chellala (Seltzer).

- m'' : minimum absolu observé
- m' : moyenne des minima mensuels extrêmes
- m : moyenne de tous les minima
- $\frac{M + m}{2}$  : moyenne mensuelle
- M : moyenne de tous les maxima
- M' : moyenne des maxima mensuels extrêmes
- M'' : maximum absolu observé.

.../...

Le tableau C montre une assez nette différence entre Djelfa et Chellala donc, en extrapolant, entre la zone montagnueuse de l'Atlas Saharien et le Bassin des Zahrez. Ainsi la température moyenne annuelle ( $\frac{M + m}{2}$ ) enregistre un écart de presque 3° entre les deux stations (13°35 et 16°20).

Chellala est très nettement moins froid en hiver que Djelfa et plus chaud en été (cf. valeur de m et M en Janvier et Juillet).

L'amplitude (M - m) pour le mois de Janvier est respectivement de 10°,1 et 10°6 pour Djelfa et Chellala pour Juillet le mois le plus chaud 18°4 et 19,1.

L'amplitude annuelle moyenne (différence entre les températures moyennes de Juillet et Janvier) reste la même pour les 2 stations (20° 05 et 20° 35). Ceci traduit le caractère continental du climat.

En définitive, le bassin des Zahrez bénéficie de températures plus élevées en hiver, donc la croissance des plantes sera moins ralentie, et surtout plus précoce au printemps, que dans l'Atlas Saharien.

### 3/ Vents.

Pour Djelfa (SOGREAH), pendant la période s'étendant de Mai à Octobre, les fréquences de direction les plus élevées sont réparties entre les directions Sud et Nord-Ouest.

Pour la saison d'hiver, les fréquences sont groupées dans les directions Ouest et Nord-Ouest.

Le vent du Nord est généralement sec alors que la pluie provient pour une large part du vent du Nord-Ouest.

Les vents du Sud (sirocco) sont toujours secs et très chauds en été. Nous avons eu l'occasion de constater au cours de la prospection qu'ils étaient particulièrement "chauds" dans la cuvette du Zahrez Gharbi. A Djelfa, il y a en moyenne 13 jours de sirocco par an, dont plus de 50 % en Juillet Août.

Nous avons pu également noter sur le terrain que les vents de sable avaient deux directions privilégiées (NO - SE et SO - NE) Il n'est qu'à voir, dans une même zone, le changement d'orientation des "flèches" d'accumulation du sable éolien mobile derrière les touffes de végétation (micro-nebkhas). On peut effectivement penser que le sable progresse suivant la composante de ces deux directions, c'est-à-dire vers l'Est.

.../...

4/ Phénomènes secondaires

Nombre moyen de jours/an	<u>Neige</u>		Orages	Grêle	Gelées blanches	Brouillards
Stations	où il a neigé	enneigement				
Djelfa	8,3	7,9	15,8	2,9	31,2	6,0
Guelte es Stel	5,5	4,8	6,1	3,4	54,2	
Aïn Oussera			5,7	0,3	66,2	5,9

Neige. - La couche de neige ne dépasse que très rarement 30 cm. De toutes façons la neige fond très rapidement et ne reste pas sur le sol, sauf en altitude.

Le 21 Avril 1970, une couche de neige 30-40 cm a recouvert la zone montagneuse depuis Rocher de Sel jusqu'à Djelfa. A Guelte es Stel et sur les Djebels (Oukat Chergui, Sebaa Rous) la couche était très peu épaisse alors que dans le bassin des Zahrez ne bénéficiait que de quelques averses.

Orages. - Les orages sont nettement moins nombreux à Aïn Oussera et Guelte es Stel qu'à Djelfa et se produisent pratiquement uniquement pendant la saison chaude (90 % des orages entre Mai et Septembre).

Grêle. - Quelques journées par an en moyenne, donc assez négligeables d'autant que les grêlons toujours assez petits n'occasionnent pas de dégâts sérieux aux cultures et aux arbres.

5/ Humidité relative - ETP calculée (Formule de Turc)

L'humidité relative moyenne annuelle est de 56 % à Djelfa. En Mai-Juin-Juillet et Août, elle est inférieure à 50 %, traduisant un caractère de continentalité et aussi de sécheresse estivale.

L'ETP calculée avec la formule de Turc et le déficit ETP - P pour la station de Djelfa sont indiqués dans le tableau ci-dessous (In rapport SOGREAH).

.../...

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
ETP calculée	26	40	64	100	133	172	221	197	122	80	46	27	1228
ETP-P	-3	15	40	77	166	155	215	187	91	59	19	-1	960

### 6/ Etages bioclimatiques.

En calculant le quotient d'EMBERGER  $Q_2$

$$Q_2 = \frac{2000 \cdot P}{M_2 - m_2}$$

P = Pluviosité moyenne annuelle

M = Moyenne des températures maxima du mois le plus chaud (Juillet)

m = Moyenne des températures minima du mois le plus froid (Janvier)

On trouve pour Delfa  $Q_2 = 31$  avec  $m = -0,8^\circ$   
 Chellala  $Q_2 = 28$  avec  $m = 1,6^\circ$

La station de Djelfa se trouve théoriquement dans l'étage bioclimatique semi-aride à hivers froids et Chellala dans l'étage aride à hiver frais (limite avec semi-aride).

En première approximation on peut donc dire que le bassin des Zahrez Gharbi se situe dans l'étage bioclimatique aride à hiver frais et l'Atlas Saharien dans le semi-aride à hiver froid.

L'étude de la végétation permettra de confirmer et préciser ces limites qui nécessitent évidemment d'autres observations et mesures que nous n'avons pu réaliser au cours de cette étude.

III

LA VEGETATION

---

### III. LA VEGETATION.

#### A. GENERALITES

##### 1/ Types de végétation

Au point de vue physionomie et structure nous distinguerons schématiquement et d'une façon très classique les types de végétation suivants :

- La forêt claire de Pin d'Alep dans la zone montagneuse de l'Atlas Saharien. Elle est plus ou moins dégradée et forme un ensemble forestier hétérogène avec de très vastes clairières
- Le matorral - Ce terme, utilisé au Maroc et en Espagne désigne en fait une formation d'origine forestière (lande garrigue, ou maquis) où subsistent des reliques d'arbustes et arbrisseaux forestiers comme le Génévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea*) le Romarin, Cistes etc...

Il assure la transition avec la steppe dans l'Atlas Saharien.

- La steppe; formation basse et discontinue avec des graminées vivaces : Alfa (*Stipa tenacissima*) Sparte (*Lygeum spartum*) et/ou des Chamaephytes : Armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) Armoise champêtre (*Artemisia campestris*), "Reguig" (*Helianthemum filippii*), "Zef-Zef" (*Helianthemum hirtum*) etc...

##### - Les cultures.

Les cultures arbustives limitées aux quelques jardins irrigués, occupent une superficie négligeable. Par contre, les cultures de céréales (et jachères) intéressent des surfaces très importantes et en constante progression sur la steppe. Dans les zones privilégiées (épandage, bas-fonds) et cultivées depuis longtemps les espèces vivaces ont presque complètement disparu, cédant la place à une végétation d'annuelles relativement variées (groupements cultigènes). Ailleurs la mise en culture plus ou moins régulière, entraîne la destruction progressive ou rapide, des espèces steppiques vivaces (graminées et chamaephytes) au bénéfice d'espèces annuelles (ou vivaces) très différentes.

Il est difficile, dans ces zones de délimiter d'une façon précise, la steppe proprement dite des cultures et surtout des jachères anciennes.

- La steppe halophile en bordure du Zahrez Gharbi. Elle comprend la steppe crassuléscente typique dans les zones les plus salées et une "steppe" mixte avec encore des espèces halophiles auxquelles s'ajoutent des psammophiles ou des annuelles en relation avec la mise en culture.
- La végétation du cordon dunaire, très particulière, comprend d'une part sur les dunes et micro-dunes, les buissons de Drinn (*Aristida pungens*). Retam (*Retam*) etc. et dans les dépressions interdunaires une végétation très dense d'espèces hygrophiles : joncs, Phragmites, Diss (*Imperata cylindrica* etc.)

##### 2/ Groupements végétaux.

Les relevés de végétation effectués pour chaque profil ont permis de dresser des tableaux et de définir ainsi des groupements végétaux :

Chaque groupement végétal étant "une unité phytosociologique de rang taxinomique indéterminé".

(LE MOUEROU 1969). De plus les groupements végétaux "sont des combinaisons définies de groupes écologiques" avec au moins deux ou trois groupes : climatiques, édaphique et anthropozoïque (action de l'homme.)

Certains groupements végétaux que nous avons déterminés sont en fait de véritables associations végétales (elles sont définies au moins par un groupe climatique, un groupe édaphique et un groupe antropozoïque) ex. : Association à *Pinus halepensis* et *Quercus Ilex*). Cependant, en raison du nombre de relevés souvent incomplets et de l'absence de données phytosociologiques récentes sur la steppe, nous avons préféré conserver le terme général de groupement végétal, sans ainsi préjuger d'un rang taxinomique précis.

Il n'en reste pas moins que chaque groupement végétal représente une unité phytoécologique, donc un milieu défini par des caractéristiques climatiques, édaphiques ou antropozoïques.

Les critères climatiques permettent une première hiérarchisation des groupements végétaux et l'on distingue ainsi des étages et sous étages bioclimatiques en tenant compte de Q2, P et m. Malheureusement ces données sont très incomplètes et il s'agit donc d'approximations.

Néanmoins; on peut mettre en évidence deux étages bioclimatiques :

- + Etage de végétation méditerranéen semi-aride représenté par le sous-étage inférieur (P > 350 environ). La valeur de m < 0 permet de préciser une variante à hivers froids. Il s'agit de la partie la plus élevée (1200 - 1500 m) de l'Atlas Saharien.
- + Etage de végétation méditerranéen aride représenté par les deux sous-étages supérieur et moyen.
  - Sous-étage supérieur, variante à hivers froids à frais (m voisin de 0°). Il intéresse les zones plus basses de l'Atlas Saharien (altitude comprise entre 1000 et 1200 m environ, P compris entre 300 - 350 mm.
  - Sous étage moyen, variante à hivers frais (m voisin de 1 à 3°) pour le bassin du Zahrez Gharbi où l'altitude se situe entre 800 et 1000 m avec P compris entre 250 et 300 mm environ.

De plus, pour certains groupements (groupements du cordon dunaire, groupements halophiles et de quelques zones de cultures) les groupes écologiques édaphiques deviennent prépondérants et l'on peut définir une végétation subazonale.

D'autre part, nous avons souvent distingué des sous-groupements qui rendent mieux compte de conditions édaphiques particulières (profondeur de la croûte calcaire, présence d'un recouvrement etc...) ou simplement d'une physionomie très particulière (steppe à Alfa) mais importante pour la mise en valeur.

.../...

### 3/ Carte des groupements végétaux (collaboration M. LE HOUEROU)

Les groupements végétaux ainsi définis et hiérarchisés ont été cartographiés. Comme nous le verrons par la suite, il y a beaucoup de limites communes avec les unités pédologiques. Il y a aussi un certain nombre de limites supplémentaires en relation, soit avec le climat, soit avec une caractéristique pédologique secondaire au point de vue classification et n'apparaissant donc pas sur la carte pédologique à l'échelle du 1/100 000è, mais importante au point de vue écologique (recouvrement sableux par exemple), soit encore avec l'action de l'homme (dégradation plus ou moins grande de la steppe d'Alfa etc...).

Pour le choix des couleurs, nous avons tenue à nous rapprocher au mieux du système de Gaussen :

- Bleu : Semi-aride inférieur
- Vert : Aride supérieur et moyen (en fait bleu vert pour le sous-étage supérieur de transition et vert pour le sous-étage moyen).
- Violet : Végétation halophile
- Bistre : Végétation subazonale (groupements des zones d'épandage).

La végétation du cordon dunaire a été individualisée par un figuré de couleur de dominance rouge.

De plus, certaines nuances de couleur ou système de trames permettent de faire ressortir des éléments importants :

- Couleurs plus foncées pour les groupements forestiers ou de dégradation forestière.
- Trame de petits points blancs pour tous les sous-groupements à *Stipa tenacissima* (Steppes à Alfa).

D'une façon générale, les groupements sont représentés par les couleurs différentes souvent très proches. Il est cependant relativement facile de les distinguer car un numéro d'ordre est affecté à chaque groupement avec une lettre pour les sous-groupements.

Les mosaïques ont la teinte de fond du groupement dominant avec des bandes verticales correspondant à la couleur du groupement le mieux représenté ensuite.

Quant aux autres groupements éventuellement présents dans la mosaïque, ils sont simplement indiqués dans la légende.

En légende également et pour chaque groupement nous avons indiqué les principales caractéristiques édaphiques afin de faciliter la compréhension de la carte.

### B. VEGETATION DE L'ATLAS SAHARIEN

Elle se caractérise par la présence de la forêt de Pin d'Alep très souvent dégradée en matorrals plus ou moins arborés et par une végétation de steppe avec cultures de céréales.

On distingue donc :

#. Les groupements forestiers à Pinus halepensis

- avec *Quercus ilex* (chêne vert) pour l'étage semi-aride inférieur (1200-1500 m d'altitude).
- avec *Juniperus oxycedrus* (Génévrier oxycèdre) qui assure la transition avec le groupement suivant.
- avec *Juniperus phoenicea* (Génévrier de Phénicie) pour l'étage aride supérieur (1000-1200 m d'altitude).

+ Les groupements de dégradation forestière correspondant à ces groupements.

+ Les groupements steppiques et post-cultureaux différents suivant les deux étages bioclimatiques.

1/ Groupements forestiers à Pinus halepensis et Quercus ilex.

a - Groupements forestiers à Pinus halepensis et Quercus ilex.

ils occupent les hauts Djebels au-dessus de 1150-1200 m et la grande dépression (Combe des marnes cénomaniennes encroûtées) au Sud du Djebel Sahari.

La majeure partie est protégée et incluse dans la forêt domaniale mais certaines zones restent encore d'accès libre peu réglementé.

Il s'agit d'une forêt claire de pins d'Alep, le plus souvent dégradée en matorral arboré avec quatre strates.

La strate supérieure de 3 à 20 m est composée uniquement de Pins d'Alep, alors que la strate II comprend des arbustes : *Quercus ilex*, *Juniperus oxycedrus*, *Pistacia lentiscus*, *Phyllerea angustifolia*.

De 0,40 à 1 m la strate III est composée des principaux arbustes suivants : *Rosmarinus tournefortii*, *Globularia alypum*, *Cistus libanotis*, *Cistus salvifolius*, *Cistus villosus*, etc...

La strate inférieure regroupe une série de plantes très diverses (Chamephytes, hemicryptophytes etc...)

Le recouvrement de chacune des strates reste variable et dépend du stade de dégradation.

En fonction du type de sol, qui est lui-même directement déterminé par la nature du substrat géologique on distingue schématiquement trois sous groupements :

- S/G. à *Cistus salvifolius* sur sols bruns calcaïques, lithosols et régosols (grès, argile et colluvions non calcaires).
- S/G. à *Sistus libanotis* sur les rendzines, sols bruns calcaires et lithosols (calcaire dur et croûte calcaire).
- S/G. à *Atractylis humilis* et *Catananche Caespitosa* sur les sols bruns calcaires érodés, sols régosoliques et régosols (marno-calcaires et marnes parfois faiblement encroûtées).

..../...

En plus de *Pinus halepensis* et *Quercus ilex*, les 3 groupements, possèdent un cortège commun d'espèces caractéristiques de la végétation forestière de l'étage bioclimatique semi-aride inférieur à hivers froids :

- Espèces caractéristiques de la végétation forestière; *Stipa tenacissima*, *Rosmarinus tournefortii*, *Helianthemum Cinereum* var *rubellum*, *Fumana ericoïdes*, *Avena bromoïdes*, *Dactylis glomerata*, *Phyllirea angustifolia*, *Carlina involucrata*, *Thymus hirtus*, *Pistacia lentiscus*, *Leuzea conifera*, etc...
- Espèces caractéristiques de l'étage semi-aride: *Juniperus*, *Cistus villosus*, *Cynosurus elegans*, *Pistacia terebinthus*.
- Espèces caractéristiques de l'étage semi-aride à hivers froids :  
*Wangenheima lima*, *Thymelea nitida*, *Koeleria vallesiana*, *Alyssum alpestre* ssp *serphylli-folium* etc ...

b - Les groupements forestiers à *Pinus halepensis*, *Juniperus oxycedrus* et/ou *Juniperus phoenicea*.

Ils occupent une superficie extrêmement limitée et l'on ne rencontre généralement que les groupements de dégradation.

Le Génévrier oxycède (*Juniperus oxycedrus*) encore présent jusqu'à 1000-1500 m environ, assure la transition avec les groupements précédents (groupements à *Juniperus oxycedrus*).

Les strates et le recouvrement sont analogues :  
On ne distingue que 2 sous-groupements :

- A *Cistus libanotis* sur les rendzines (sur calcaire dur, conglomérat, croûte calcaire et lithosols).
- A *Atractylis humilis* sur les sols bruns calcaires érodés, sols régosoliques et régosols (marno-calcaires et marnes).

2/ Groupements de dégradation forestière (sans *Pinus halepensis*).

Ces groupements dérivent directement des groupements forestiers précédents auxquels ils sont intimement associés (cf. Carte des groupements végétaux).

Au point de vue physiologique, il s'agit de matorrals avec localement quelques Pins d'Alep résiduels (strate I).

La strate II est composée essentiellement d'arbustes (*Quercus ilex*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea* etc...).

La strate III devient importante avec *Rosmarinus tournefortii*, *Cistus libanotis*, *Cistus salvifolius*, *Cistus villosus* et l'Alfa (*Stipa tenacissima*) prend aussi une grande extension.

.../...

a - Grouperments de dégradation à Quercus ilex.

On distingue aussi 3 Sous-grouperments :

- S/G. à *Cistus salvifolius*
- S/G. à *Cistus libanotis*
- S/G. à *Atractylis humilis* et *Catananche caespitosa*.

+ à *Cistus salvifolius*

Il se localise sur le même type de sol que le grouperment forestier correspondant (sols bruns calcaïques sur grés). Le recouvrement total est compris en 40 et 80 %.

La strate II se réduit souvent à quelques arbustes (*Quercus ilex*, *Juniperus oxycedrus*) et la strate III domine avec *Cistus salvifolius*, *Cistus villosus* etc... En même temps, on note la présence d'espèces caractéristiques des sols non calcaïres (*Trifolium arvense*, *Linaria heterophylla*) et même un peu lessivés (*Lavandula staechas*).

Ces grouperments se situent dans une zone de hauts Djebels à topographie accidentée mais où la pluviométrie est sans doute la plus élevée de toute la zone étudiée. La reforestation peut donc être envisagée valablement d'autant que la régénération du Pin d'Alep se fait semble-t-il assez facilement.

+ à *Cistus libanotis*

Ici aussi, le type de sol est le même que pour le grouperment forestier. La structure des rendzines en particulier commence à se dégrader mais le taux de matière organique dépasse encore 2 %.

Ce grouperment se présente souvent comme de grandes clairières dans la forêt de Pin d'Alep assez bien conservée. Le reboisement peut donc se faire dans des conditions convenables.

+ à *Atractylis humilis* et *Catananche caespitosa*

Ce grouperment se rencontre également sur les marnes et marno-calcaïres (Cénomaniens au Sud du Djebel Sahari. Il est souvent associé au grouperment à *Cistus libanotis* (marnes encroûtées).

Les sols sont des sols bruns calcaïres résiduels, sols régosoliques et régosols sur marnes et marno-calcaïres. Les principales espèces caractéristiques des marnes sont en plus d'*Atractylis humilis* et *Catananche caespitosa* : *Astragalus incanus* ssp *nummularioides* et *Astragalus tenuifolius*.

Le recouvrement total est de l'ordre de 50 à 70%.

Le reboisement pourra se faire localement après des travaux de routage.

.../...

b - Groupements de dégradation à Juniperus Phoenicea.

Outre le groupement de transition à Juniperus oxycedrus on distingue deux sous-groupements :

S/G. à Cistus libanotis avec Rosmarinus tournefortii et Stipa tenacissima sur la dalle calcaire du glacis Moulouyen du quaternaire ancien et les affleurements géologiques (calcaires durs etc ...). Les sols sont des rendzines souvent dégradées (taux de matière organique > 2 %). La strate arbus-tive comprend parfois Juniperus oxycedrus sur les Djebels un peu plus élevés (Djebel Takouka, Kef Ourou).

S/G. à Launea acanthoclada et Stipa tenacissima sur les djebels gréseux en bordure du bassin des Zahrez (Djebels Touicha, Kef Oudei Souf) avec rendzines résiduelles.

Localement sur les marnes, on trouve le sous-groupement à Juniperus phoenicea et Atractylis humilis.

Toutes ces zones, ne sont guère favorables au reboisement en raison soit de la topographie accidentée (djebels) soit de la dalle calcaire très dure et épaisse. De plus, la pluviométrie est déjà moins importante (aride supérieur) et ces zones peuvent constituer des parcours temporaires avec exploitation de l'Alfa.

3/ Les groupements steppiques et post-culturaux

Les steppes constituent un des derniers stade de dégradation de la végétation forestière. On distingue ainsi plusieurs groupements en fonction de l'altitude (comme les groupements à Quercus ilex et Juniperus phoenicea) et surtout de la nature du sol (et du substrat).

a - Groupements des marnes (sols régosoliques et régosols

+ Groupement à Stipa tenacissima, Atractylis humilis et Catananche caespitosa.

Ce groupement occupe une superficie assez importante dans la zone Sud-Est et de la feuille (altitude comprise entre 1100 et 1200 m).

Les sols régosoliques et régosols sur marnes et marno-calcaires caractérisent cette zone à topographie vallonnée où le relief est donné par des alternances de minces bancs de calcaire dur.

Il s'agit d'une steppe où domine l'Alfa dans les zones les moins dégradées avec un recouvrement total de 50 à 70 % en moyenne.

Localement, la présence de Zef-Zef (Helianthemum hirtum) indique une marne faiblement encroûtée.

Ce groupement peut être très valablement reforesté après rootage.

.../...

+ Groupement à *Stipa tenacissima* et *Atractylis humilis*.

Il correspond au groupement précédent à *Atractylis humilis* et *Catananche caespitosa* mais se situe à une altitude moins élevée (950 - 1 100 mètres) donc en station légèrement moins arrosées et moins froides (aride supérieur).

Il caractérise les sols régosoliques de la séquence du Miopliocène (sur les argiles sableuses rouges) et les affleurements de marnes d'une façon générale (marnes versicolores du Crétacé Inférieur continental, marnes grises du Cénomanién et Sénonien). Ces sols régosoliques ont un taux de calcaire élevé (30 à 60%) avec le plus souvent un faible pourcentage de gypse (0 à 1%) mais localement sur les marnes gypseuses, on observe un début d'encroûtement gypseux de surface.

Au point de vue physiognomique, il s'agit d'une steppe d'alfa plus ou moins dense ou subsistent encore les espèces compagnes du Pin d'Alep (*Centaurea tenuifolia*, *Helianthemum cinereum* var *rubellum* etc..) et les espèces caractéristiques de l'étage aride supérieur à hivers froids (*Wangenheima lima*, *Thymelea nitida*, etc...)

Le groupe édaphique des marnes comprend essentiellement *Atractylis humilis*, *Astragalus incanus* ssp *nummularioïdes*, *Astragalus tenuifolius*. La présence de gypse est indiquée par *Lygeum spartum*, *Diploptaxis harrā*, *Moricandia arvensis* ssp *fruticosa*.

Le recouvrement total atteint 50-70%. Cependant sur les régosols (marnes très peu évoluées) dans les entailles d'oued en particulier le couvert végétal est extrêmement réduit (*Atractylis humilis*, *Lygeum spartum*, *Astragalus tenuifolius*, etc..).

La reforestation est possible et peut donner de bons résultats après rootage. Par contre, la valeur de ce parcours reste très médiocre.

b - Groupements des sols peu profonds à croûte calcaire.

+ Groupement à *Onobrychis argentea* et *Koeleria Vallesiana*.

Ce groupement s'observe entre 1 100 et 1 300 mètres d'altitude environ sur les glacis et surfaces encroûtées (marnes et marno-calcaire du Cénomanién et Sénonien).

Les sols sont des rendzines très dégradées passant progressivement à un sol brun calcaire xérique à croûte calcaire (0 - 40 cm de profondeur).

Il s'agit d'une steppe très basse (pelouse activement labourée en de nombreux endroits avec des cultures de céréales extrêmement médiocres (localement steppe avec Alfa).

On note la présence de chênes verts (*Quercus Ilex*) et Genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*) résiduels. Dans les thalwegs avec un sol plus profond (sol brun calcaire ou sol marron) le chêne vert devient un arbre trapu, et bien développé qu'il est rare de rencontrer ainsi.

De nombreuses espèces caractéristiques des groupements de Pin d'Alep subsistent encore : *Centaurea tenuifolia*, *Avena bromoides*, *Helianthemum cinereum* var *rubellum* etc..

Espèces caractéristiques des hivers froids *Koeleria valesiana*, *Kangenheimia lima*, *Ormenis africana*, etc..

La présence de croûte calcaire à faible profondeur est nettement marquée par : *Helianthemum hirtum*, *Onobrychis argentea*, *Stipa barbata*, *Hippocrepis scabra*, *Telephium imperati* etc... La croûte parfois légèrement salée (3 - 6 mmhos) contient une très faible proportion de gypse (0 à 1%) d'où la présence de *Lygeum spartum*.

On note aussi un certain nombre d'espèces psammophiles en relation avec la texture sableuse à sablo-limoneuse de l'horizon de surface : *Cutandia divaricata*, *Plantago albicans*, *Artemisia campestris* ect.. Localement le sol devient nettement sableux et plus profond (dépôt éolien ancien) et l'on observe alors une véritable pelouse à *Aegilops ovata*.

Le recouvrement total se situe entre 50 et 60%. Ce groupement constitue un parcours très intéressant mais tardif en raison de l'altitude. La reforestation après rootage est possible si la croûte n'est pas une dalle trop épaisse (elle atteint parfois 2 mètres).

+ Groupement à *Onobrychis argentea* et *Noaea mucronata*.

Le groupement prend le relai du précédent pour les altitudes plus basses (950 - 1 100 m) sur les glacis et surfaces encroûtées plus ou moins valbnnées.

Il s'agit de sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire peu profonde (0 - 40 cm), faiblement salée et très peu gypseuse (0 à 1%). La teneur en matière organique est toujours comprise entre 1 et 2% en moyenne pour une texture sablo-limoneuse.

Dans les zones peu dégradées par les cultures, nous avons une steppe où l'alfa domine. Il régresse progressivement et disparaît en certains endroits.

La composition floristique est analogue au groupement précédent. Cependant le groupe des croûtes prend une grande importance avec : *Helianthemum hirtum*, *Noaea mucronata*, etc.. Il en est de même pour le groupe psammophile : *Artemisia campestris*, *Koeleria pubescens*, *Cutandia divaricata*, *Plantago albicans*, *Erodium triangulare*.

Le recouvrement total atteint 80% (50 à 80%).

Les cultures de céréales ne donnent que des rendements très médiocres et la meilleure utilisation pourrait être, soit des terrains de parcours, soit des zones à reboiser après rootage.

.../...

Remarque.

Sur les grès au Sud du village des Ruines, on observe un groupement analogue où domine *Artemisia campestris* avec *Thymus guyonii* (sol plus sableux). Sur la carte nous en avons fait un sous-groupement.

c- Groupement à *Stipa tenacissima* et *Launea acanthoclada*  
(Djebels d'altitude moyenne).

Il caractérise les djebels d'altitude moyenne (950 - 1100 m) qui bordent le bassin des Zahrez au Nord (Oukat Chergui, Kouidiata, Djehfa etc..) et au Sud (Berad el Aïcha).

Les lithosols (sur calcaire dur) dominent largement avec des rendzines résiduelles sur calcaire dur ou colluvions encroûtées.

Il s'agit d'une steppe d'alfa peu dense sur les affleurements rocheux de ces djebels. On note encore de nombreuses espèces compagnes du Pin d'Alep (*Centaurea tenuifolia*, *Sideritis montana*, *Ebenus pinnata*, *Xeranthemum Inapertum* etc..) avec très rarement *Juniperus phoenicea* ou *Rosmarinus tournefortii*.

Ces djebels difficiles à reboiser, ne constituent que des parcours temporaires très médiocres (recouvrement total de 20 à 40 % en moyenne).

d- Groupement à *Stipa tenacissima* et *Herniaria mauritanica*  
(sols gypseux à encroûtement gypseux).

Il se localise exclusivement sur les sols gypseux à encroûtement gypseux au Sud de l'Ain Dorbane (mosaïque avec *Stipa tenacissima* et *Atractylis humilis* sur les marnes intercalées avec les bancs de gypse massif).

Les espèces caractéristiques des encroûtements gypseux sont nombreuses en particulier : *Herniaria mauritanica*, *Erodium glaucophyllum*, *Campanula filacaulis*, *Linaria minor*, etc..

Récemment cette zone a été reboisée en partie après d'importants travaux de DRS. Il semble que le Pin d'Alep soit mieux adapté à ce type de sol que le cyprès.

e- Groupement à *Artemisia campestris* et *Ziziphus lotus*.

Il caractérise les dépressions, souvent fortement entaillées par les oueds; dans la zone du Miopliocène (altitude comprise entre 950 - 1100 m environ). Les sols sont des siérozems encroûtés à encroûtement calcaire assez proche de la surface (30 - 100 m en moyenne). La texture est sableuse à sablo-limoneuse pour une teneur en matière organique généralement inférieure à 1 %. Localement, on observe des sols hydromorphes anciens noircis plus ou moins salés et gypseux.

Ces zones sont pratiquement toutes cultivées en céréales dont les rendements restent faibles en raison de la texture sableuse.

Au milieu des petites et peu nombreuses touffes de jujubiers (*Ziziphus lotus*) on note une dominance des psammophiles (*Plantago albicans*, *Koeleria pubescens*, *Launea résédifolia*, *Cutandia divaricata*, *Astragalus cruciatus* etc) avec les espèces caractéristiques des cultures : *Glaucium corniculatum*, *Papaver hybridum*, *Romeria hydrida*, etc...

La présence de l'encroûtement calcaire faiblement gypseux (0 à 1%) est révélées par *Lygeum spartum* alors que *Wagenheima lima* *Sanguisorba minor*, *Xeranthemum Inapertum* etc.. indiquent encore des hivers frais à froids pour une pluviométrie annuelle supérieure à 300 mm.

Au point de vue utilisation, on peut envisager des plantations de Pistachiers dans les zones les plus favorables (sols profonds), ce sont aussi de bons parcours qu'il est possible d'améliorer ou de reforester.

	GROUPEMENTS FORESTIERS →		GROUPEMENTS de DEGRADATION ( sans pinus halepensis )	→ GROUPEMENTS STEPPIQUES et POST-CULTURAUX
ETAGE SEMI-ARIDE INFERIEUR HIVERS FROIDS	Gr à  PINUS	S/Gr à Cistus salvifolius  Sols bruns calciques sur grès, argiles et colluvions non calcaires. ( altitude 1200-1500m )	S/Gr à Cistus salvifolius localement Lavandula staechas  Sols bruns calciques sur grès, argiles et colluvions non calcaires. ( altitude 1200 - 1500 m )	
		S/Gr à Cistus libanotis  Rendzines, sols bruns calcaires et lithosols (calcaire dur, croûte calcaire).	S/Gr à Cistus libanotis localement Stipa tenacissima  Rendzines, sols bruns calcaires et lithosols. ( calcaire dur, croûte calcaire ) teneur en matière organique > 2%	Gr à Onobrychis argentea, et Koeleria vallesiana souvent pelouse avec Quercus ilex résiduel (altitude 1100-1200)
	et QUERCUS ILEX	S/Gr à Atractylis humilis et Catananche caespitosa  Sols bruns calcaires érodés, sols régosoliques, régosols sur marnes et marno-calcaire.	S/Gr à Atractylis humilis et Catananche caespitosa  Sols bruns calcaires résiduels, sols régosoliques et régosols sur marnes et marno-calcaire	Gr à Stipa tenacissima Atractylis humilis  Régosols et sols régosoliques sur marnes et marno-calcaire (altitude 1100-1200 m)
altitude comprise entre 1200 et 1500m environ		Gr de TRANSITION avec PINUS HALEPENSIS et JUNIPERUS OXYCEDRUS		
ETAGE ARIDE SUPERIEUR à HIVERS FROIDS à FRAIS	Gr à  PINUS	S/Gr à Cistus libanotis  Rendzines sur calcaire dur et croûte calcaire et lithosols.	S/Gr à Cistus libanotis rendzines sur calcaires dur et croûte calcaire  S/Gr à launea acanthoclada Rendzines résiduelles sur grès faiblement calcaire, et calcaire dur.	Gr à Onobrychis argentea et Noëa mucronata sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire, teneur en matière organique < 2%
		HALEPENSIS		Gr à Stipa tenacissima et launea acanthoclada rendzines résiduelles très dégradées (calcaire dur.)
	et JUNIPERUS PHAENICEA	S/Gr à Atractylis humilis  Sols bruns calcaires érodés, sols régosoliques et régosols sur marnes marno-calcaires.	S/Gr à Atractylis humilis  Sols bruns calcaires érodés, sols régosoliques et régosols sur marnes et marno-calcaires.	Gr à Atractylis humilis et Stipa tenacissima  Régosols et sols régosoliques sur marnes et marno-calcaires. ( altitude 950 - 1100 m )
altitude comprise 950 et 1200 m environ				

C. VEGETATION DU BASSIN DU ZAHREZ GHARBI

1/ Groupements steppiques et post-culturaux.

On distingue trois types de groupements :

- . Groupements à *Artemisia herba-alba*,
- . Groupements à *Thymelea virgata*,
- . Groupements à *Helianthemum lippii* et *Thymelea microphylla*.

a - Groupements à *Artemisia herba-alba* (Armoise blanche)

Il comprend deux sous-groupements principaux :

- . S/Gr à *Stipa tenacissima*
- . S/Gr à *Noaea mucronata*.

+ S/Gr à *Stipa tenacissima*.

- On le trouve au Nord du Djebel Oukat Chergui sur des sols bruns calcaires xériques (steppiques) à croûte calcaire (0-30 cm).

La texture est sablo-limoneuse à limono-sableuse.

- Cette steppe d'Alfa assez dense est exploitée et ne constitue qu'un maigre pâturage. Le cortège floristique est réduit, avec très peu d'armoise blanche.

+ S/Gr à *Noaea mucronata*.

Il se localise dans deux zones :

- au Nord du Zahrez Gharbi, sur le glaciais polygénique du quaternaire ancien et moyen à l'Est de l'Oued El Menntel.
- A l'Est de la zone d'épandage de l'Oued Korirech sur le piémont encroûté en bordure de l'Atlas Saharien.

Dans les deux cas, il s'agit d'un sol brun calcaire xérique à croûte calcaire (0 - 40 cm). La texture de l'horizon de surface est généralement limono-sableuse avec une pellicule de battance. Le taux de matière organique se situe entre 1 et 2%.

Ce peuplement, est très surexploité avec des cultures de céréales dans les petites dépressions alluviales.

Le groupe écologique des croûtes calcaires peu profondes est bien représenté avec : *Noaea mucronata*, *Helianthemum hirtum*, *Atractylis serratuloides*, *Herniaria fontanesii*, etc...

La densité d'*Artemisia herba-alba* reste assez variable pour un recouvrement total de l'ordre de 50 à 70%. Il s'agit d'un parcours évidemment très intéressant.

Il faut noter, dans la zone au Nord du Zahrez Gharbi, la

présence de "plages salées" (conductivité atteignant 70 mmhos-cm) de quelques dm<sup>2</sup> à m<sup>2</sup> pratiquement dépourvues de végétation avec *Spergularia diandra* et *Limonium échioides*. La croûte calcaire est aussi salée à faiblement salée.

b - Groupement à *Thymelea virgata*.

Ces groupements occupent la totalité du glacis polygénique du quaternaire ancien et moyen au Nord du Zahrez Gharbi.

Sur les sols bruns calcaires xériques (steppiques) à croûte calcaire proche de la surface (0 - 40 cm) on distingue deux sous-groupements principaux :

- S/Groupement à *Stipa tenacissima* au Sud du Djebel Oukat Chergui dans la zone la moins dégradée.
- S/Groupement à *Noaea mucronata* en bordure du Zahrez Gharbi et à l'Est d'Hassi Babah (zone de cultures).

Dans les dépressions alluviales, sur les sols sableux plus profonds (siérozem) avec une croûte ou un encroûtement calcaire entre 40 et 100 cm environ, on se trouve en présence du sous-groupement à *Artemisia campestris* et *Ziziphus lotus*.

+ S/Groupement à *Stipa tenacissima*.

Il s'agit d'une assez jolie steppe d'Alfa, souvent activement exploitée, passant progressivement vers le Sud, en direction du Zahrez Gharbi, au sous-groupement voisin à *Noaea mucronata* (avec *Lygeum spartum*).

Dans les zones les plus proches du djebel, on observe encore des espèces caractéristiques d'une ancienne végétation de forêts et matorrals : *Teucrium pseudo-chamepytis*, *Centaurea tenuifolia*, *Ebennus pinnata*, *Dactylis glomerata*, etc...

A cela s'ajoute le groupe des croûtes proches de la surface : *Atractylis serratuloides*, *Hyppocrepis scabra*, *Stipa barbata*, *Teucrium polium*, *Stipa parviflora*, *Noaea mucronata* et le groupe psammophile : *Koeleria pubescens*, *Plantago albicans*, *Scabiosa arenaria*, etc....

Il faut noter que la salure de l'horizon de surface au-dessus de la croûte se situe entre 1,5 et 3 mmhos cm avec apparition çà et là des "plages de salure" avec : *Spergularia diandra*, *Limonium échioides*, *Bupleurum semi-compositum*, etc...

La steppe d'alfa est exploitée et l'on note aussi des cultures de céréales très médiocres entre les touffes de *Stipa*. Avec la culture apparaissent de nombreuses espèces adventices : *Carthamus lanatus*, *Eruca vesicaria*, *Peganum harmala* etc...

*Thymelea virgata* paraît caractéristique de la texture sablo-limoneuse de l'horizon de surface, peut être aussi de sa faible

salure et surtout du film de sable éolien (quelques millimètres à plusieurs centimètres) que l'on observe en surface.

+ S/Groupement à Noaea mucronata.

Ce sous-groupement occupe une très grande superficie (altitude comprise entre 840 et 900 m). Le sol brun calcaire xérique à croûte calcaire peu profonde se caractérise par une texture sablo-limoneuse à sablo-argileuse de l'horizon de surface au-dessus de la croûte (1). Le taux de matière organique est relativement faible (0,5 à 2%) alors que la salure dépasse toujours 2 mmhos/cm (2 à 10 mmhos) avec de très nombreuses "plages de salure" de plus en plus abondantes et étendues au fur et à mesure que l'on se rapproche du Zahrez Gherbi.

La croûte elle-même salée à très salée (2 à 20 mmhos/cm) avec un faible pourcentage de gypse (0 à 1,5 %) se situe entre 10 et 40 cm de profondeur en moyenne.

Il s'agit d'une steppe basse où dominent *Lygeum spartum*, *Noaea mucronata* et *Thymelea virgata* dans les zones les moins dégradées par la culture de céréales. Dans ces zones, on note un voile sableux plus ou moins épais avec déjà de petites accumulations de sable (micro-nebkhas) autour de touffes de végétation. La mise en culture remet ce sable en mouvement et le sol est peu à peu décapé avec une proportion allant s'amplifiant des débris de croûte calcaire à la surface. Le sable peut s'accumuler sous forme de microdunes le long des oueds ou dans les zones non dégradées, le drinn (*Aristida purgens*), apparaît alors et nous avons le sous-groupement à *Aristida purgens*.

Le Sous-Groupement se caractérise donc par :

- Le groupe lié aux croûtes calcaires peu profondes : *Noaea mucronata*, *Atractylis serratuloides*, *Helianthemum hirtum* (peu abondant), *Stipa parviflora*, *Mathiola fruticosa*, *Atractylis proliferata*, *Anabasis oropediorum* (croûte un peu gypseuse et surtout salée), *Herniaria fontanesii*.
- Un groupe psammophile très abondant : *Plantago albicans*, *Koeleria pubescens*, *Thymelea microphylla*, *Cutandia divaricata*, *Stipa fontanesii*, *Stipa Lagascae*, *Argyrolobium uniflorum*, *Astragalus cruciatus*, *Paronychia arabica*, *Medicago truncatula*, *Scabiosa arenaria*, *Launea resedifolia*, *Malva Aegyptiaca*, *Echium pycnanthum*, *Salvia verbenaca* ssp *clantestina*, *Erodium triangulare*, *Anacyclus cyrtolepidioides*, *Loeflingia hispanica*, *Hedysarum spinosissimum* ssp *euspinosissimum*, *Polygonum equisetiforme*, *Linaria reflexa* var *glutinosa*, *Malcolmia arenaria*.
- Un groupe lié à la mise en culture : *Artemisia campestris*, *Cynodon dactylon*, *Echinops spinosus*, *Carthamus lanatus*, *Peganum harmala*, *Roemeria hybrida* etc...

Enfin dans les "plages de salure" on note : *Limonium echinoides*, *Spergularia diandra*, *Aizoon hispanicum*, *Frankenia pulverulenta*.

-----  
(1) Sur le glacis polygénique encroûté du quaternaire ancien et moyen on note la présence d'une dizaine de petites dayas avec quelques grands et vigoureux Betoums (*Pistacia atlantica*).

Le recouvrement total moyen varie suivant l'état de dégradation de 20 à 80% pour une même période d'observation. La mise en culture, extrêmement néfaste, ne fournit que des rendements très médiocres et aléatoires. La meilleure utilisation est de réserver toutes ces zones aux parcours.

+ S/Groupement à Artemisia campestris et Ziziphus lotus.

Le milieu édaphique est bien différent avec des sols (sierozems) plus sableux et plus profonds (croûte ou encroûtement calcaire entre 40 et 100 cm). La teneur en matière organique est plus faible (0,3 à 1%) de même que la salure (0,7 à 2 mmhos).

L'horizon d'accumulation calcaire reste salé (3 à 15 mmhos) avec une faible teneur en gypse (0 à 1%) d'où la présence de Lygeum spartum.

Toutes ces zones sont activement cultivées en céréales (rendements médiocres) mais les buttes de jujubiers (Ziziphus lotus) subsistent toujours et atteignent plusieurs mètres de diamètre et de hauteur.

Le groupe lié aux croûtes disparaît presque entièrement. Le groupe psammophile est bien développé dans les jachères et le groupe lié aux cultures prend une grande importance.

Il faut noter aussi la présence quasi constante de Thymelea microphylla traduisant déjà un sol plus sableux. Effectivement, ce groupement est proche du groupement à Helianthemum lipii et Thymelea microphylla décrit par la suite.

Toutes ces dépressions alluviales, qui reçoivent des apports d'eau de ruissellement conviennent très bien pour la création de réserves fourragères avec Cactus en particulier.

c - Groupement à Helianthemum Lippii var sessiflorum (Reguig) et Thymelea microphylla.

Ces groupements occupent une grande superficie au Sud du cordon dunaire et les djebels à l'Est d'Hassi Bahbah en bordure du Zahrez Chergui.

Les groupements se caractérisent en premier lieu par un sol dont l'horizon de surface est sableux à sableux faiblement limoneux. Selon la nature des horizons de profondeur, on distingue plusieurs sous-groupements :

- Sous-Groupement typique sur sols sableux profonds (sierozem).
- Sous-Groupement à Artemisia campestris et Ziziphus lotus sur sols sableux assez profonds avec croûte ou encroûtement calcaire entre 40 et 100 cm (sierozems).
- Sous-Groupement à Noaea mucronata, sur sols sableux très peu profonds, sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire entre 0 et 40 cm ou sierozems.

.../..

- Sous-Groupement à *Aristida pungens*. Il s'agit d'un sol très sableux, le plus souvent profond, mais surtout fortement éolisé.
- Sous-Groupement à *Traganum nudatum* sur sol sableux (siérozems), salé en profondeur avec un encroûtement gypseux de nappe.
  - + Sous-Groupement typique à *Helianthemum Lippii* et *Thymelea microphylla*.

Il caractérise les siérozems modaux sur les dépôts de sables éoliens anciens et plus ou moins fixés. La texture est sableuse avec une somme A + L (Argile + Limon fin et grossier) comprise en 2 et 9% - Le taux de matière organique est faible (0,2 à 0,5%) de même que le calcaire total (0 à 5%).

Le plus souvent, ces sols sont cultivés (rendements de céréales absolument dérisoires) et soumis à une érosion éolienne intense d'où la présence quasi-constante d'*Aristida pungens* sur les micronebkhas ou microdunes de sable mobile.

Le groupe psammophile bien développé comprend les espèces énumérées précédemment (groupement à *Thymelea virgata* et *Noaea mucronata*), avec en plus *Ctenopsis pectinella*, *Maresia nana*, *Alkanna tinctoria*, *Rumex bucephalophorus* (sable très peu calcaire).

Avec *Aristida pungens*, le groupe des sables mobiles prend une certaine importance (*Cutandia dichotoma*, *Silene arenarioides*, *Marrubium desertii* etc).

Le recouvrement total varie de 40 à 80%. Au point de vue utilisation, les labours sont à proscrire et ce groupement constitue un bon terrain de parcours où l'on peut envisager la plantation de cactus en lignes.

+ Sous-Groupement à *Aristida pungens*.

Le sol encore plus sableux (A + L = 2 à 5%) que le précédent est également très peu calcaire (sol intermédiaire entre les sols peu évolués d'apport éolien et les siérozems).

La topographie est déjà de type dunaire avec micronebkhas et microdunes de sable mobile.

Le groupe psammophile est le même que pour le groupement typique avec cependant une importance moindre (nombre d'espèces et densité).

Par contre, le groupe des sables mobiles comprend, outre *Aristida pungens* : *Silene arenarioides*, *Cutandia dichotoma*, *Centaurea dimorpha*, *Noletia chys chomoides*, *Bassia muricata*, *Saccocalyx saturoïdes*, *Echiochilon fruticosum*, *Marrubium desertii* etc...

Le recouvrement total varie entre 20 et 80%.

En fait, ce groupement assure la transition avec le groupement typique des sables dunaires non ou très peu fixés avec *Aristida pungens* et *Malcolmia aegyptiaca*.

+ Sous-Groupement à *Artemisia campestris* et *Ziziphus lotus*.

Les conditions édaphiques restent pratiquement identiques à celles du groupement correspondant à *Thymelea virgata* (sierozems) sableux avec croûte ou encroûtement calcaire entre 40 et 100 cm.

Cependant, ils ne sont pas uniquement localisés dans les dépressions alluviales bénéficiant d'apport d'eau de ruissellement (glacis polygénique du quaternaire ancien). En effet, il s'agit ici du glacis encroûté du quaternaire moyen recouvert d'un manteau de sable éolien, plus ou moins épais le long du piedmont de l'Atlas Saharien en bordure du cordon dunaire.

La végétation naturelle subit une dégradation intense due essentiellement aux labours (céréales très médiocres).

Le groupe psammophile domine très nettement avec un cortège abondant d'espèces liées à la mise en culture (*Artemisia campestris*, *Cynodon dactylon*, *Onopordon arenarium*, etc.).

La présence de la croûte calcaire (faiblement salée 1 à 8 mmhos) avec un taux de gypse de 0 à 0,5%) en profondeur est indiquée par la présence quasi-constante de *Lygeum spartum*. D'autre part, il faut noter que pour une profondeur de la croûte comprise entre 40 et 50 cm, le groupe des croûtes apparaît discrètement avec *Noaea mucronata*, *Atractylis serratuloides*, *Teucrium polium*.

En fonction de la dégradation par la culture, le recouvrement total varie de 10 à 90%.

Ces zones constituent de bons parcours permanents où l'on peut introduire le cactus et le Pistachier (dans les dépressions avec apports d'eau de ruissellement).

+ Sous-Groupement à *Noaea mucronata*.

Ici aussi les conditions édaphiques restent voisines du groupement correspondant à *Thymelea virgata* : sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire entre 0 et 40 cm. Cependant, la texture plus sableuse la salure plus faible (0,5 à 2 mmhos/cm) en relation avec la croûte calcaire peu salée (1 à 10 mmhos-cm) constituent autant de différences sensibles.

Les cultures de céréales occupent une grande superficie pour des rendements extrêmement médiocres et des effets désastreux pour la végétation naturelle.

Le groupe des croûtes calcaires, bien représenté, comprend notamment : *Noaea mucronata*, *Atractylis serratuloides*, *Teucrium polium*, *Atractylis phebalepis*, *Stipa parviflora*, *Herniaria fontanesii*, *Stipa barbata*, *nippocrepis scabra*.

Le sparte (*Lygeum spartum*) est évidemment abondant.

Le groupe psammophile et les espèces liées à la mise en culture sont les mêmes que précédemment.

Pratiquement, ces quatre sous-groupements à *Helianthemum lippii* et *Thymelea microphylla* se trouvent dans les mêmes zones et il est difficile de les séparer sur la carte des groupements végétaux où ils sont souvent cartographiés en mosaïque.

+ Sous-Groupement à *Noaea mucronata*, *Ziziphus Lotus* et *Thymus guyonii*.

Il s'agit ici d'un sous-groupement très particulier que l'on trouve sur les cônes glaciaires anciens très caillouteux. (880 à 950 m d'altitude).

Les sols sableux, très peu ou non calcaires en surface (sierozems), présentent vers 30-50 cm, un horizon d'accumulation calcaire variable (croûte lamellaire, encroûtement ou simplement nodules).

Parmi les blocs de grès, les nombreuses petites touffes de jujubiers (il ne s'agit pas de nebkhas, ni de micronebkhas) voisinent avec l'Alfa encore présent. Le groupe des croûtes proches de la surface est bien représenté ainsi que les psammophiles. Il convient de souligner la présence de *Thymus guyonii* qui paraît caractériser les horizons de surface sableux et très peu ou non calcaires. En remontant vers le Djebel, les blocs de grès deviennent plus abondants et *Launea acanthoclada* apparaît.

De telles surfaces constituent d'assez bon paturage avec la possibilité de reboiser localement les micro-thalwegs où l'horizon d'accumulation calcaire est moins important (encroûtement ou nodules)

Il est intéressant de noter la présence de jujubier dans des conditions écologiques inhabituelles : sols peu profonds à croûte ou encroûtement calcaire sur glaciaires à pente assez forte (3-5%) sans apport d'eau de ruissellement, cependant il est possible que l'horizon d'accumulation calcaire soit un élément positif et favorable pour le bilan d'eau du sol. En effet, dans un milieu sableux très perméable, le ruissellement étant limité, l'eau s'infiltrerait facilement et la croûte freine ou empêche son élimination dans les couches profondes peu accessibles aux racines. Il est probable que ceci doit jouer pour le groupement décrit précédemment à *Ziziphus lotus* et *Artemisia campestris* où la croûte se situe entre 40 et 100 cm et ceci aussi bien dans les thalwegs qu'en situation moins privilégiée.

+ Sous-Groupement à *Traganum nudatum*;

Il se localise essentiellement en bordure Sud-Est du Zahrez Gharbi sur les dépôts éoliens anciens (sierozems avec encroûtement gypseux en profondeur).

La salure, faible en surface (1 à 3 mmhos/cm) augmente dès 40-60 cm au-dessus de l'encroûtement gypseux, la nappe phréatique très salée (environ 20 g/l se situe entre 2 et 3 m de profondeur).

La topographie, plus ou moins irrégulière, n'empêche pas les labours qui là aussi sont néfastes et favorisent l'érosion éolienne (micronebkhas).

Au groupe psammophile bien représenté s'ajoute donc *Traganum nudatum* encore peu abondant (gypso-psamophile), *Salsola vermiculata* var *villosa*, *Atriplex halimus* et une espèce plus halophile *Suaeda fruticosa*.

Ce sous-groupement assure la transition avec le groupement: *Traganum nudatum*, *Suaeda fruticosa*, *Frankenia thymifolia*. Dans ce cas, l'encroûtement gypseux de nappe se rapproche de la surface du sol qui devient plus salé.

Le recouvrement total élevé (70-90%) indique que nous avons ici un bon parcours permanent.

#### d - Conclusion.

Le tableau ci-dessous récapitule les principales caractéristiques édaphiques des différents groupements. Les deux chiffres indiquent une "fourchette" des valeurs généralement trouvées à l'analyse.

Il convient de noter l'importance de l'horizon de surface (0 - 40 cm environ), en particulier sa granulométrie qui est une des caractéristiques édaphiques déterminante. La présence d'un horizon d'accumulation calcaire (croûte en encroûtement) est nettement marquée lorsque celui-ci se situe entre 10 et 40 cm de profondeur, par la présence d'un groupe d'espèces typiques.

Au-delà de 40 cm, ce groupe disparaît pratiquement complètement avec une petite transition (40 - 50 cm) et une exception remarquable : le sparte (*Lygeum-spartum*).

...../.

Tableau récapitulatif des principales caractéristiques édaphiques

Caractéristiques édaphiques	Groupements végétaux S/Gr.	Artémisia herba-alba	Thymelea virgata		Helianthemum lippii - Thymelea microphylla				
		Noaea mucronata	Stipa tenacissima et Noaea mucronata	Artemisia campestris Ziziphus lotus	Typique	Artemisia campestris Ziziphus lotus	Noaea mucronata	Traganum nudatum	Aristida pungens
Horizon de surface (0-40 cm environ)	Argile %	10 - 15	10 - 15	7 - 15	0 - 5	5 - 15	5 - 17	3 - 7	0
	Limon %	20 - 35	15 - 28	6 - 18	2 - 4	3 - 17	5 - 18	3 - 7	2 - 5
	pF 2,5	14 - 19	11 - 20	6 - 15	4 - 5	3 - 11	10 - 16	3 - 7	3
	pF 4,2	8 - 10	5 - 12	3 - 10	2 - 3	2 - 7	4 - 8	2 - 4	2
	pF 2,5 - pF 4,2	6 - 10	6 - 9	3 - 5	1 - 2	1 - 4	5 - 8	1 - 4	1
	pH	7,5 - 7,9	7,4 - 7,9	7,4 - 7,7	7,7-8,0	7,5 - 8,0	7,5 - 7,9	7,5 - 8,0	7,5-7,8
	Mat. org. %	1 - 2	1 - 2	0,3 - 1	0,2 - 0,5	0,4-1	0,4 - 1,5	0,2 - 0,5	0,2-0,7
	Calcaire %	10 - 20	10 - 25	0 - 10	0 - 5	0 - 12	0 - 20	0 - 5	0 - 4
	Gypse %	0 - 0,1	0 - 1	0 - 0,1	0	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,5	0
	Salure mmhos	1,0 - 4,0	2,0 - 10,0	0,7 - 2,0	0,5-1,5	0,5 - 1,5	0,5-2,0	1,0-3,0	0,2-1,0
Horizon de prof. (croûte d'encroûtement calcaire)	Profondeur cm	10 - 40	10 - 40	40 - 100	100	40 - 100	10 - 40	70 - 120	
	Calc. %	70 - 90	70 - 90	30 - 70		30 - 70	50 - 90	0 - 10	
	Gypse %	0 - 0,5	0 - 1,5	0 - 1		0 - 0,5	0 - 1,5	35 - 70	
	Salure mm	1 - 7	2 - 20	3 - 15		1 - 8	1 - 10	10 - 15	
Type de sol.	Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire.	Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire.	Siérozems	Siérozems	Siérozems	Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire.	Siérozems sur encroûtement gypseux de nappe.	Sols peu évolués d'apport éolien ou siérozems	

## 2/ Groupements cultigènes des zones d'épandage.

Ces zones d'épandage se situent exclusivement au Sud du cordon dunaire et ne sont généralement pas ou peu salées.

En fonction de la texture on distingue deux types de groupements :

- Groupements à Artemisia campestris pour les sols à texture grossière et/ ou moyenne (parfois fine).
- Groupement à Silybum eburneum et Beta vulgaris pour les sols à texture fine.

Enfin dans les zones plus ou moins inondables (cuvette de décantation des crues) à texture fine, un troisième groupement peut être individualisé : groupement à Teucrium campanulatum et Coronopus squamatus.

### a - Groupement à Artemisia campestris, (parfois Ziziphus lotus).

Il intéresse plusieurs zones d'épandage importantes (oued Melah, oued Zireg, oued Gaïga) : sols peu évolués d'apport alluvial. Toutes ces zones sont cultivées en céréales dont le rendement est fonction de la texture et des apports d'eaux de crues.

Les mêmes facteurs conditionnent la répartition des espèces liées aux cultures. Ainsi, en plus de Lygeum spartum et Artemisia campestris pratiquement constant (localement Ziziphus lotus) on distingue plusieurs groupes :

- Groupe caractéristique des sols à texture grossière (sableuse à sablo-limoneuse) : Cynodon dactylon, Thapsia garganica, Onopordon arenarium, Echinops spinosus, Glau-cium corniculatum, Vaccaria pyramidata, etc...
- Groupe caractéristique des sols à texture moyenne (limo-no-sableuse à équilibrée) : Sisymbrium runcinatum, Anacyclus clavatus, Marrubium alysson, Mantisalca duriaei, Scolymus hispanicus, Launea nudicaulis, Astragalus hamo-sus, Phalaris minor, etc...
- Groupe faiblement gypsophile : Pseudoerucaria teretifolia, Moricandia arvensis, Micropus supinus, Reaumuria vermiculata, sans oublier Lygeum spartum.
- Groupe halophile : Spergularia diandra, Agropyron orientale, Hordeum maritimum.

La répartition de ces différents groupes dépend des conditions locales plus ou moins variables dans chaque zone d'épandage.

Schématiquement, on peut considérer deux types suivant la texture :

- Texture grossière dominante, les sols ne conviennent guère aux céréales, les rendements sont d'ailleurs très médiocres.
- Texture moyenne dominante, les céréales sont alors à envisager dans les périmètres d'épandage de crue.

b - Groupement à Silybum eburneum et Beta vulgaris.

Il caractérise les zones d'épandage à texture fine et localement moyenne (limono-argileuse) : oued Korrirech et aval d'oued Melah (sols peu évolués d'apport alluvial).

Les céréales ont des rendements intéressants (10 - 15 qx/ha).

Au groupe des sols à texture moyenne cité précédemment s'ajoutent des espèces caractéristiques d'une granulométrie encore plus fine Silybum eburneum, Beta vulgaris, Beta macrocarpa, Althea Ludgwii.

Localement, la salure toujours faible est indiquée par : Atriplex glauca, Atriplex halimus, Hordeum maritimum. Il en est de même pour une faible teneur en gypse (0 à 1%) : Moricandia arvensis, Micropus supinus, Lygeum spartum, Cordylocarpus muricatus.

Ce sont les meilleurs terrains pour céréales (blé dur en particulier) en épandage de crue.

c - Groupement à Coronopus squamatus et Teucrium campanulatum.

On le rencontre uniquement dans deux zones particulières:

- Partie Nord-Ouest de la zone d'épandage de l'oued Korrirech, où s'accumulent et se décantent les eaux de crues.
- Aval de l'oued Faïd el Djem el (Est des Terres Blanches) dans une situation analogue.

Il s'agit des vertisols halomorphes, faiblement salés en surface (2 à 4 mmhos); assez fortement salés en profondeur (10 à 15 mmhos). La salure de l'horizon de surface varie selon la saison et suivant que le sol est inondé ou pas.

D'une façon générale, les cultures de blé dur ou d'orge donnent des résultats très variables pouvant être très bons (jusqu'à 15 qx/ha) en année favorable.

En plus de Coronopus squamatus et Teucrium campanulatum caractéristiques des zones inondables à texture fine on retrouve les mêmes groupes que précédemment :

- Groupe lié à la texture fine.
- Groupe halophile (avec Suaeda fructicosa, Pholiurus incurvus).
- Groupe gypsophile.

Notons encore : Achillea santolina (zones inondables).

Au point de vue utilisation, il serait souhaitable d'aménager l'épandage des crues pour les cultures de céréales (blé dur, orge) avec aussi l'introduction d'Atriplex.

Pour ces trois groupements des zones d'épandage à texture moyenne ou fine, il convient de noter l'abondance des espèces annuelles. En effet, les sols se dessèchent très vite sur une grande profondeur et en été, ils sont le plus souvent extrêmement secs.

3/ La végétation du cordon dunaire (cf. Fig. 4)

On distingue :

- Le groupement typique des dunes : *Aristida pungens* et *Malcolmia aegyptiaca*.
- Les groupements des dépressions interdunaires soumises à l'action d'une nappe phréatique.
  - Groupements à *Phragmites communis*, et *Juncus maritimum*.
  - Groupement à *Phragmites communis* et *Polygonum equisetiforme*.
  - Groupement à *Schoenus nigricans* et *Plantago crassifolia*.
- a - Groupement à *Aristida pungens* et *Malcolmia aegyptiaca*.

Il s'agit donc du groupement typique des dunes et microdunes peu ou pas fixées. Son extension est considérable (sols minéraux bruts d'apport éolien).

Ce groupement se caractérise par :

- des espèces vivaces : *Aristida pungens*, *Malcolmia aegyptiaca*, *Saccocalyx satureioides*, *Nolettia chrysochomoides*, *Retama retam*, *Euphorbia guyoniana*, *Scrofularia saharae*, *Astragalus gombo*, *Marrubium désertil*.

En bordure des zones salées s'y ajoutent : *Tamarix*, *Atriplex halimus*, *Salsola vermiculata* var *villosa*, *Bassia muricata* etc...

- des espèces annuelles : *Silene arenarioïdes*, *Cutandia dichotome*, *Ononis serrata*, *Corynephorus articulatus*, etc...

Enfin on note les principales espèces psammophiles de la zone steppique dès que la dune commence à être peu fixée : *Artemisia campestris*, *Koeleria pubescens*, *Centaurea dimorpha*, *Polygonum equisetiforme*, *Launea resedifolia*, *Cutandia divaricata*, *Onopordon arenarium*, *Rumex tingitanus*, *Thymelea microphylla* etc..

Cependant le recouvrement total reste faible (0 à 20 %) et la fixation des dunes, très difficile, peut être tentée avec les espèces vivaces.

b - Groupements à *Phragmites communis* et *Juncus maritimus*.

On distingue deux sous-groupements :

+ S/Gr à *Imperata cylindrica*.

Ce sous-groupement se localise en bordure des dunes ou dans les dépressions interdunaires avec une nappe phréatique faiblement salée (0,2 à 3 g/l) et assez proche de la surface (1,5 à 3 mètres). Il s'agit de sols minéraux bruts ou de sols peu évolués d'apport éolien (dune plus ou moins fixée) comportant en profondeur un horizon de gley avec ou sans encroûtement gypseux de nappe.

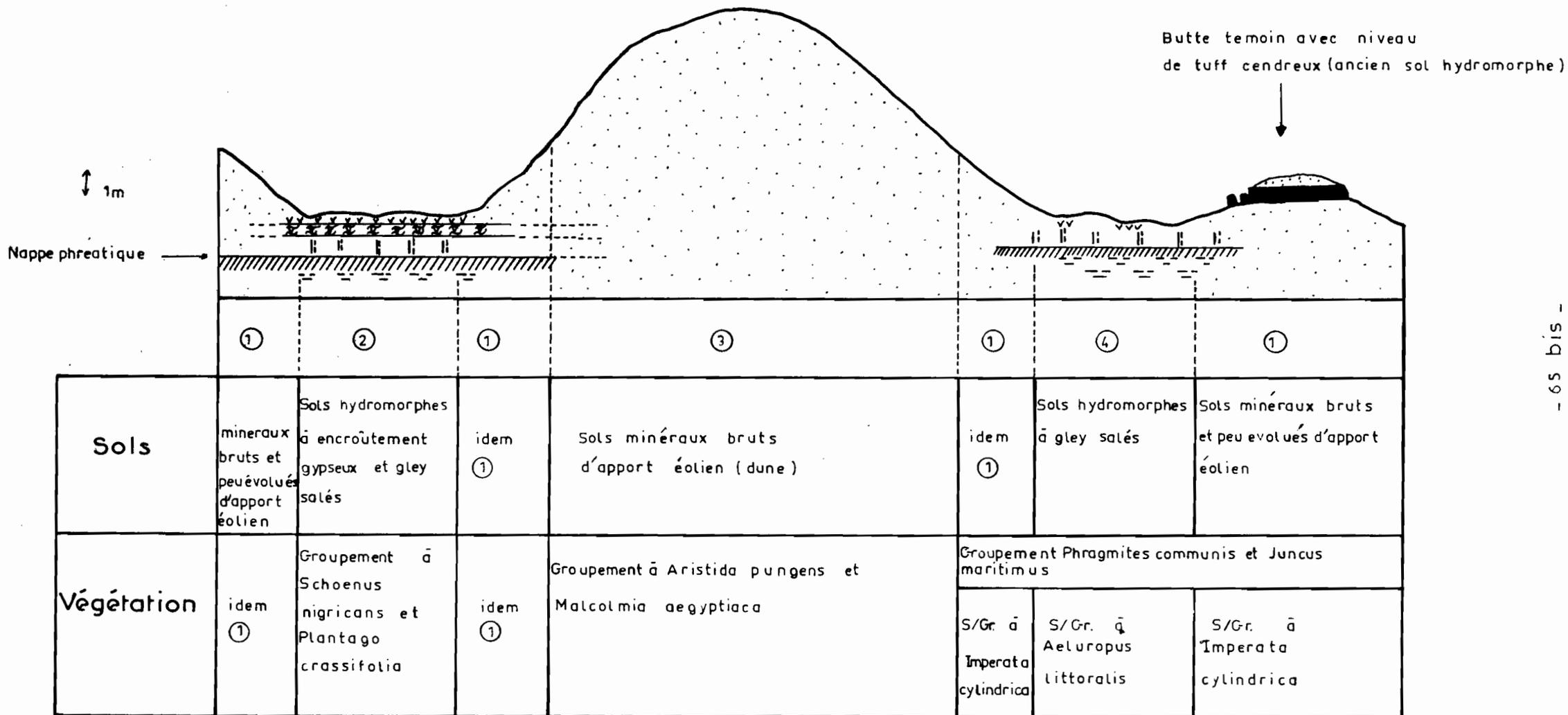
Il comporte les mêmes groupes que le groupement à *Aristida pungens* auquel s'ajoute essentiellement le groupe phréatophile : *Juncus maritimus*, *Phragmites communis*, *Imperata cylindrica*, *Scirpus holoschoenus*, *Schoenus nigricans*.

Le recouvrement total se situe entre 40 et 80 %.

.../...

FIG. 4 ORGANISATION SCHEMATIQUE DES SOLS ET DE LA VEGETATION

DU CORDON DUNAIRE



- v v amas gypseux
- ⌞⌞ encroûtement gypseux de nappe
- || pseudo gley
- - gley
- //// nappe phreatique

+ S/Gr à Aeluropus littoralis.

Il occupe le fond des dépressions interdunaires où la nappe faiblement salée (0,2 à 3 g/l) est proche de la surface (1 m environ) : sols hydromorphes à gley salés.

Le groupement comporte, outre le groupe phréatophile précédent (à l'exception d'*Imperata cylindrica*) un groupe halophile déjà bien représenté :

- Espèces perennes hygrophiles : *Aeluropus littoralis*, *Spergularia marginata*, *Tamarix*, *Suaeda frutescens*, *Limonium* (cf. *tunetanum*).
- Espèces annuelles : *Sphenopus divaricatus*, *Frankenia pulverulenta*, *Pholirus incurvus*.

On note aussi des espèces plus gypsophiles (amas gypseux dans les premiers centimètres) : *Lygeum spartum*, *Frankenia thymifolia* et plus halophiles : *Arthrocnemum indicum*, *Salicornia arabica* (transition avec les groupements halophiles).

Le recouvrement total atteint facilement 70 - 80%.

Ces dépressions pourraient être utilisées davantage : maraichage, plantation de peupliers blancs et *Tamarix*, essai de multiplication de certaines espèces fourragères déjà présentes localement (*Agropyron elongatum*, *Lotus corniculatus*, *Atriplex halimus*, etc..).

c - Groupement à Phragmites communis et Polygonum equisetiforme.

C'est un groupement très voisin du sous-groupement à *Imperata cylindrica*, et peu représenté (vers le Zahrez Chergui).

d - Groupement à Schoenus nigricans et Plantago crassifolia.

Il se localise exclusivement dans les dépressions interdunaires au Sud du Djebel Koudiata sur les sols hydromorphes à encroûtement gypseux de nappe et gley en profondeur.

La nappe phréatique, peu profonde (< 150 cm) est faiblement salée (1,5 à 3 g/l, faciès sulfaté).

Le groupement comprend le plus souvent : *Juncus maritimus*, *Imperata cylindrica*, *Scirpus holoschoenus* avec évidemment *Schoenus nigricans* et *Plantago crassifolia* (gypsophile).

D'autres gypsophiles plus ou moins halophiles apparaissent : *Lygeum spartum* et surtout *Limonium* (cf. *tunetanum*). Localement on note : *Spergularia marginata*, *Sphenopus divaricatus*, *Aeluropus littoralis* lorsque la salure augmente.

Le recouvrement total est toujours très élevé (70 à 90%).

..../. ..

Il convient de souligner que *Phragmites communis* est très peu abondant. En effet, l'encroûtement gypseux souvent induré (croûte) ne permet pas aux rhizomes de descendre jusqu'à la nappe. Il serait donc utile de défoncer l'encroûtement pour utiliser au mieux l'humidité disponible. Dans les rares jardins de cette zone, l'horizon induré a été purement et simplement enlevé, ce qui permet aussi de rapprocher la surface du sol de la nappe phréatique.

#### 4/ Végétation halophile.

Contrairement à ce que l'on pourrait penser à priori elle présente une assez grande diversité. Les principaux facteurs édaphiques qui interviennent sont :

- La texture et la teneur en gypse du sol.
- L'intensité, la nature et l'origine de la salure (nappe phréatique, apport latéral par les eaux de ruissellement).

On distingue ainsi :

- Le groupement des sols gypseux à encroûtement de surface (sols calcimagnésiques).
  - . Groupement à *Herniaria mauritanica*.
- Les groupements des sols gypseux et salés (avec encroûtement gypseux de nappe).
  - . Groupement à *Traganum nudatum*, *Frankenia thymifolia* et *Suaeda fruticosa*.
  - . Groupement à *Suaeda fruticosa* et *Atriplex portulocoides*.
  - . Groupement à *Halocnemum strobilaceum*.
  - . Groupement à *Salicornia arabica*.
- Les groupements des sols peu gypseux et salés (alluvions de texture variable).
  - . Groupements à *Salsola vermiculata* var *villosa* et *Atriplex glauca*.
  - . Groupements à *Salsola tetrandra* et *Agropyron orientale*.

#### a - Groupement à *Herniaria mauritanica*.

Ce groupement caractérise parfaitement les sols gypseux à encroûtement gypseux de surface (sols calcimagnésiques) que l'on rencontre dans l'Atlas Saharien :

- En aval des sources d'Aïn Zmila et Aïn Fortassa.
- Sur les gypses massifs au Sud d'Aïn Dorbane (groupement avec *stip a tenacissima* et *Herniaria mauritanica*) et dans le bassin du Zabrez :

- Sur les microdunes et nebkhas de sable éolien gypseux.
- Sur les anciens encroûtements gypseux de nappe (Terres Blanches, Zahrez Chergui, etc..).
- Sur les marnes gypseuses localement.

La teneur en gypse de l'encroûtement est toujours élevée (40 à 90%); la salure varie de 2,5 mmhos jusqu'à 15 mmhos et parfois plus.

Il s'agit d'une steppe basse très peu dense avec souvent un recouvrement de sable éolien récent (Terrain de parcours et zone de campement).

Le groupe gypsophile typique des encroûtements gypseux de surface est bien représenté par : *Herniaria mauritanica*, *Lepidium subalatum*, *Erodium glaucophyllum*, *Campanula filacaulis*, *Helianthemum lippii* var *intricatum*, *Frankenia thymifolia* (plus salé).

- Groupe gypsophile (au sens large) : *Lygeum spartum*, *Pseudoerucaria teretifolia* etc..
- Groupe halophile (lorsque la salure augmente) : *Suaeda fruticosa*, *Spergularia diandra*, *Atriplex glauca*, *Salsola vermiculata* var *villosa* etc..
- Le groupe psammophile : *Traganum nudatum*, *Thymelea virgata*, *Koeleria pubescens*, *Plantago albicans*.
- Le groupe des croûtes calcaires et gypseuses *Atractylis serratuloides*, *Herniaria fontanesii*.

Le recouvrement total très variable (1 à 70%) dépend essentiellement du recouvrement de sable éolien.

b - Groupements des sols gypseux et salés (avec encroûtement gypseux de nappe). voir fig. n° 5.

+ Groupement à *Traganum nudatum*, *Frankenia thymifolia* et *Suaeda fruticosa*.

Il se localise en trois zones principales :

- Sud-Est du Zahrez Gharbi entre deux zones d'épandage de l'oued Melah (zone de microdunes et micronebkhas de sable gypseux).
- Bordure du cordon dunaire au Sud de Grizine el Hatob.
- Bordure Nord de l'oued Fassik (Zahrez Chergui).

En fait, ce groupement se rattache au groupement décrit précédemment (*Helianthemum lippii* var *sessiflorum*, *Thymelea microphylla* S/Gr à *Traganum nudatum*).

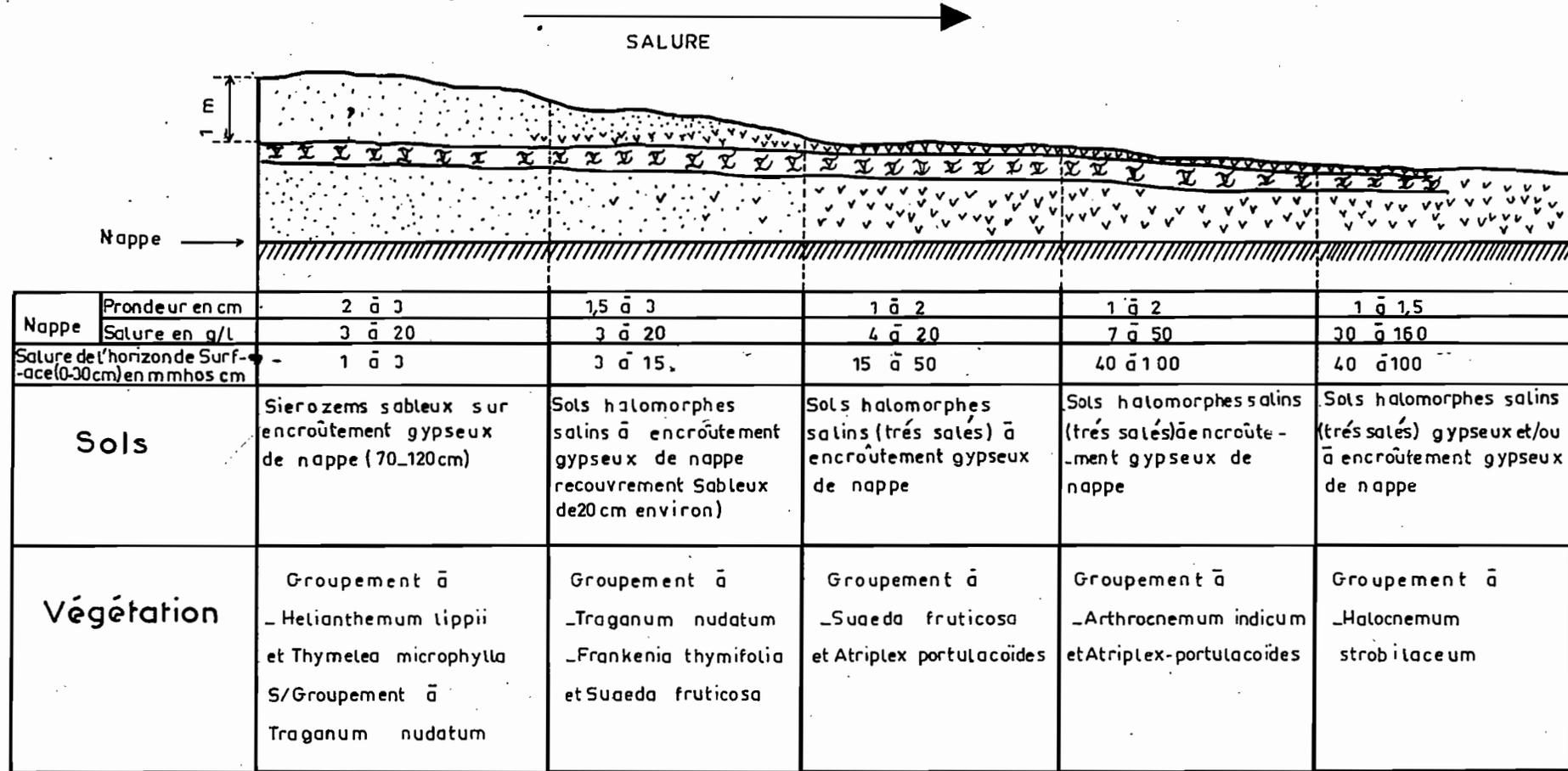
Ici l'encroûtement gypseux de nappe est plus proche de la surface (entre 30 et 70 cm) avec une salure nettement supérieure. Cependant, on note en surface un horizon sableux (de 0 à 20 environ) peu salé à salé (3 à 15 mmhos) et faiblement gypseux (0 à 10%).

La nappe phréatique se situe entre 1,5 et 3,0 m avec une salure variable (3 à 20 g/l).

....//..

FIG. 5 REPARTITION SCHEMATIQUE DES SOLS ET DE LA VEGETATION ;

SOLS HALOMORPHES GYPSEUX ET A ENCRÔTEMENT GYPSEUX DE NAPPE



Amas gypseux  
 Encroûtement gypseux de nappe  
 Nappe phreatique

- 68 bis -

Il s'agit donc d'un sol halomorphe à encroûtement gypseux de nappe, recouvert d'un dépôt sableux éolien peu salé.

La topographie est très irrégulière : micronebkhas même microdunes (érosion éolienne intense) on note quelques champs de céréales très médiocres sur le sable.

Au point de vue végétation on distingue plusieurs groupes écologiques :

- Groupe psammophile, très bien représenté avec *Koeleria pubescens*, *Thymelea microphylla*, *Plantago albicans*, *Salvia verbenaca* ssp *clandestina*, *Ctenopsis pectinella*, etc...
- Groupe de sables mobiles : *Aristida pungens*, *Retama retam*, etc..
- Groupe de sables gypseux : *Traganum nudatum*, *Bassia muricata*, *Lygeum spartum*.
- Groupe des encroûtements gypseux et salés : *Frankenia thymifolia*, localement *Herniaria mauritanica* (facies peu salé) et *Atriplex portulacoïdes* (facies plus salé).
- Groupe halophile : *Atriplex halimus*, *Aeluropus litoralis*, *Limonium echioïdes* et surtout *Suaeda fruticosa* (nappe plus profonde).

Le recouvrement total est toujours assez élevé 60 à 90 % en raison de l'abondance des psammophiles (parcours intéressant pour les ovins et dromadaires).

+ Groupement à *Suaeda fruticosa* et *Atriplex portulacoïdes*.

L'encroûtement gypseux de nappe devient encore plus proche de la surface (entre 0 et 40cm environ) et la salure est très élevée dès les premiers centimètres avec une croûte saline (entre 15 et 50 mmhos).

La nappe également peu profonde (1 à 2m) présente une salure variable (4 à 20g/l).

La végétation psammophile encore présente dans le groupement précédent disparaît pratiquement complètement. Il ne s'agit donc plus d'une steppe mixte, mais d'une steppe d'halophytes typiques, elle comprend :

- les deux espèces caractéristiques : *Suaeda fruticosa* disposée en coussinets et *Atriplex portulacoïdes*.
- quelques espèces peu abondantes du groupement précédent : *Frankenia thymifolia*, *Traganum nudatum*, *Atriplex halimus*, *Lygeum spartum*.
- Il s'y ajoute des espèces nettement plus halophiles : *Arthrocnemum indicum*; *Sphenopus divaricatus*, *Frankenia pulverulenta*, etc..
- Signalons aussi la présence de *Tamarix*. D'autre part, dès qu'il y a un horizon à texture fine ou moyenne (alluvions) *Salsola tetrandra* apparaît.

Le recouvrement total est variable (de 5 à 80 %). La valeur d'un tel parcours diminue nettement par rapport au précédent.

+ Groupement à *Arthrocnemum indicum* et *Atriplex portulacoides*.

La salure est encore plus élevée en surface et dépasse généralement 40 mmhos alors que la profondeur de la nappe oscille entre 1 et 2 mètres environ (7 à 50 g/l) : sols halomorphes à encroûtement gypseux de nappe.

Comme le précédent, le groupement à *Arthrocnemum* se situe essentiellement en bordure des Zahrez (Gharbi et Chergui), en aval des Terres Blanches et directement à l'Ouest de Grizine el Hatob.

Le plus souvent, il s'agit d'une population presque pure d'*Arthrocnemum indicum* mais il s'y ajoute cependant :

- des espèces halophiles annuelles : *Sphenopus divaricatus*, *Spergularia diandra*, *Pholiurius incurvus*, *Frankenia pulverulenta*, *Aizoon hispanicum*, *Hutčinaisia procumbens*, *Limonium echioides*.
- des espèces perennes halophiles, plus ou moins gypsophiles et hydrophiles : *Spergularia marginata*, *Limonium tunetanum*, *Suaeda fruticosa*, *Aeluropus littoralis*, *Frankenia thymifolia*.

Le groupe des annuelles colonise généralement les touffes d'*Arthrocnemum* (sable un peu moins salé) et prend une plus grande extension après de fortes pluies. En effet, la salure de l'horizon de surface (0 - 20 cm) varie beaucoup d'une saison à l'autre. Ainsi, pour le profil 270, la salure de l'horizon 0-20 passe de 8 mmhos (Mars 70) à 52,3 mmhos (Juin 1970).

Une telle formation végétale ne présente que très peu d'intérêt pour la mise en valeur (parcours pour dromadaires).

+ Groupement à *Halocnemum strobilacem*.

Il caractérise les abords immédiats du Zahrez et assure la transition avec le milieu abiotique de la sebka.

La salure est excessive avec une nappe proche de la surface (1 m environ) et très salée (30 à 160 g/l).

Seul *Arthrocnemum indicum* et une petite annuelle : *Halopeplis amplexicaule* peuvent accompagner *halocnemum* dans un tel milieu.

+ Groupement à *Salicornia arabica*.

Ce groupement de superficie très restreinte caractérise les zones salées à très salées où la nappe reste proche de la surface même en été (entre 0 et 150 cm); le profil conserve une humidité appréciable. Cependant la salure de cette nappe n'est pas obligatoirement très élevée (1 à 20 g/l environ).

On le rencontre en aval des Terres Blanches, en bordure du Zahrez Gharbi (très localement au niveau des petites sources), et dans certaines dépressions du cordon dunaire.

Il s'agit d'une steppe très dense dont le recouvrement atteint facilement 100% avec un fort pourcentage pour la *Salicornie*.

.../..

Les espèces annuelles sont pratiquement inexistantes au profit des plantes pérennes halophiles, gypsophiles mais surtout hygrophiles comme *Salicornia arabica* : *Suaeda fruticosa*, *Arthrocnemum indicum*, *Spergularia marginata*, *Aeluropus littoralis*, *Limonium* (cf. *tunetanum*).

Lorsque la salure devient moins importante d'autres hygrophiles apparaissent comme *Juncus maritimum* et *Phragmites communis* (Cordon dunaire) et l'on passe progressivement au groupement formé par ces deux espèces et *Aeluropus littoralis*.

c - Groupements des sols peu gypseux et salés (alluvions de texture variable). (Voir tableau page 70.)

+ Groupements à *Salsola vermiculata* var *villosa* et *Atriplex glauca*.

D'une façon générale, ils caractérisent les sols peu salés devenant plus salés en profondeur :

- Sols peu évolués d'apport alluvial halomorphe à texture variable (grossière à moyenne) : oued Mesrane, oued Melah, grande zone autour du sondage d'Aïn Malakoff.
- Vertisols halomorphes : dépression au Nord de Grizine et Hatob. La salure des horizons de surface se situe entre 1 et 10 mmhos environ mais la nappe phréatique généralement assez profonde (3-5 m) contribue à la salure des horizons profonds.  
Toutes ces zones sont plus ou moins cultivées (céréales) et utilisées comme parcours. Localement (forage d'Aïn Malakoff) on note un recouvrement sableux d'importance variable et soumis à l'érosion éolienne (microdunes et micronebkhas).

Le groupe halophile est surtout représenté par *Salsola vermiculata* var *villosa*, et *Atriplex glauca* auxquels s'ajoutent localement : *Salsola tetrandia* (plages plus salées à texture fine) *Suaeda fruticosa* (nappe assez proche de la surface). *Atriplex halimus*, *Spergularia diandra*, etc.

La présence de *Salsola vermiculata* var *villosa* indique en fait un certain pourcentage de gypse dans le profil (0 à 4%) comme *Lygeum spartum*.

Selon la texture de l'horizon de surface (grossière ou moyenne) on distingue deux groupes :

- Groupe psammophile (texture grossière) : *Artemisia campestris*, *Plantago albicans*, *Astragalus cruciatus*, *Koeleria pubescens* etc.
- Groupe limonophile (texture moyenne) *Sisymbrium runcinatum*, *Anacyclus clavatus*, *Agropyron orientale* (plages plus salées) etc..

De plus, la culture favorise l'introduction de : *Pegannum harmala*, *Thapsia garganica*, *Carthamus lanatus*, etc..

Au point de vue utilisation, la texture de l'horizon de surface et la situation géomorphologique (zone d'épandage actuelle ou ancienne) interviennent, nous avons schématiquement deux possibilités :

- Texture moyenne de l'horizon de surface et zone d'épandage actuel (ou possibilité d'aménagement de l'épandage) la culture est possible pour les céréales et Atriplex.
- Texture grossière de l'horizon de surface (micronebkhas) avec ou sans possibilités d'apports d'eau supplémentaires; la culture et en particulier les labours sont à déconseiller (érosion éolienne). Par contre, les essais d'implantation d'Atriplex seraient à faire.

Nous avons distingué sur la carte des groupements végétaux, le sous-groupement typique ainsi décrit d'un autre sous-groupement :

- Sous-Groupement à Atriplex halimus et Tamarix.

Il caractérise les sols peu évolués d'apport alluvial (et éolien) faiblement halomorphes à texture grossière avec en surface un recouvrement sableux éolien (micronebkhas et même microdunes) : oued Melah au Nord du cordon dunaire, oued el Hadja. La présence de Tamarix et Atriplex halimus est en relation avec une nappe relativement peu profonde (4-6 m).

Il s'agit le plus souvent d'un bon pâturage où Atriplex halimus, Tamarix et Salsola vermiculata sont abondants et colonisent les micronebkhas et même microdunes.

Les psammophiles et les espèces caractéristiques des sables mobiles (Aristida pungens, Saccocalyx satureioides, Marrubium desertii etc) assurent un recouvrement total de 30 à 80%. On passe ainsi progressivement au groupement typique des dunes : Aristida pungens et Malcolmia aegyptiaca.

+ Groupements à Salsola tetrandia et Agropyrum orientale.

Ces groupements occupent une superficie très importante puisqu'ils se trouvent en particulier sur la totalité des sols halomorphes salés et très salés à alcalis.

Il est spécifique des zones d'épandage actuel (ou ancien) salées : alluvions à texture fine ou moyenne, peu gypseuses (0 à 5%). Nous avons distingué plusieurs sous-groupements en fonction des conditions édaphiques particulières (intensité de la salure, profondeur variable de la nappe phréatique, présence d'un recouvrement de sable éolien).

- S/Groupement typique.

Il s'agit d'alluvions très salées à texture fine ou moyenne (sols très salés à alcalis) dont la conductivité excède généralement 30 mmhos/cm pour les horizons de surface. Ce sont des zones d'épandage ancien (oued Melah, Ouest de Zaafrane etc) dont la pente ne

dépasse pas 0,5%.

La surface du sol est battante avec des pseudosables en saison sèche. Localement et selon la saison, la salure des tous premiers centimètres diminue et l'on a alors quelques maigres cultures d'orge. (La présence d'Agropyron orientale semble d'ailleurs liée à cet abaissement superficiel de salure).

La nappe phréatique assez profonde (3-5 m environ) entretient une certaine humidité du profil jusqu'à 80-100 cm de profondeur mais sans atteindre la surface.

Le recouvrement total reste faible (5 à 50%) avec une très large dominance de *Salsola tétrandra*, localement en population presque pure. Le nombre d'espèces, extrêmement limité (environ 15) se réduit donc à quelques rares halophiles annuelles (*Spergularia diandra*, *Sphenopus divaricatus*, *Aizoon hispanicum*) et vivaces (*Suaeda fruticosa*, *Atriplex halimus*, *Atriplex glauca*).

La mise en valeur de ces sols est difficile. Tout au plus pourra-t-on essayer de limiter le ruissellement (labours profonds, petites diguettes) pour implanter des *Atriplex* et abaisser la salure en surface (orge).

- S/Groupement à *Salsola vermiculata* var *villosa*.

Ce sous-groupement assure la transition avec le groupement *Salsola vermiculata* var *villosa* et *Atriplex glauca*.

La salure des horizons de surface varie de 4 à 15 mmhos environ et devient plus élevée en profondeur. Cependant la nappe phréatique reste encore profonde (3 - 5 m environ).

La texture est variable (moyenne et fine avec des strates sableuses). On observe fréquemment un recouvrement sableux éolien (micronebkhas); ailleurs, la surface du sol est battante. Les cultures de céréales, en particulier l'orge, donnent des rendements médiocres à bons.

Les espèces caractéristiques sont : *Salsola tetrandra*, *Salsola vermiculata* var *villosa*, *Atriplex glauca*, *Atriplex halimus* et *Suaeda fruticosa* commencent à prendre une certaine importance.

On note aussi d'autres groupes :

- Groupe des annuelles halophiles : *Spergularia diandra*, *Aizoon hispanicum*, *Agropyron orientale*, *Hordeum maritimum*.
- Groupe des sols à texture fine ou moyenne : *Sisymbrium runcinatum*, *Anacyclus clavatus*, *Launea nudicaulis*, *Phalaris minor*, etc..
- Groupe psammophile : *Koeleria pubescens*, *Plantago albicans*, *Thymelea virgata*, *Cynodon dactylon*, etc..
- Groupe post-cultural : *Peganum harmala*, *Thapsia garganica* etc..

La recouvrement total varie de 40 à 80% selon la présence ou l'absence du groupe psammophile.

L'utilisation de ces zones est à orienter vers l'implantation des Atriplex, les cultures de céréales (orge) et surtout les parcours.

- S/Groupement à Atriplex halimus.

Il occupe une superficie importante zones d'épandage ancien et actuel des oueds Melah et Mesrane dont la pente ne dépasse pas 0,5%. La salure de l'horizon de surface varie entre 7 et 30 mmhos environ alors qu'en profondeur elle est souvent plus élevée. Il faut noter la présence presque constante d'un encroûtement gypseux de nappe entre 70 et 120 cm de profondeur ; la nappe étant entre 2 et 5 mètres le plus souvent (salure comprise entre 2,5 et 20 g/l).

Il n'est pas rare de trouver dans ces zones des cultures d'orge dont les rendements peuvent être intéressants surtout dans les "chenaux" empruntés préférentiellement par les crues de l'oued Melah. De plus la salure de l'horizon de surface varie beaucoup en l'espace de quelques mètres selon que l'on se trouve dans un champ d'orge ou à côté (profil 359) selon aussi que l'on prélève l'échantillon au niveau d'une plage avec pseudosables ou au niveau d'une plage moins salée empruntée par les eaux de ruissellement et contigue à la plage plus salée.

N° profil	Nature prélèvement		Conductivité
359	Champ d'orge (0 - 20 cm) à 50 m de P 359.		5,0
	Profil 359	0-5	60,4
		5-15	19,3
85	Plage peu salée		6,7
	Plage avec pseudosables		48,5

Le groupement comprend les espèces caractéristiques : Salsola tétrandra, Agropyron orientale et Atriplex halimus. Ce dernier, toujours assez abondant semble trouver ici un milieu favorable et en particulier, il bénéficie de la présence de la nappe phréatique malgré l'encroûtement gypseux de nappe. Il en est de même pour Suaeda fruticosa.

- Groupe des annuelles halophiles : Spergularia diantra, Aizoon hispanicum, Hordeum maritimum.
- Groupe des sols à texture fine ou moyenne : Syeimbrium runcinatum, Anacyclus clavatus, etc..

Signalons aussi la présence assez constante (mais faible densité) de Salsola vermiculata var villosa et surtout Atriplex glauca.

Le recouvrement total varie entre 30 % et 80%. Les zones occupées par ce groupement conviennent bien pour l'implantation d'Atriplex et les cultures d'orge. Il conviendra d'utiliser au mieux les eaux de ruissellement (cf. chapitre mise en valeur).

.../...

- S/Groupement à Suaeda fruticosa.

Ce sous-groupement correspond à des zones salées à très salées occupant généralement des dépressions parfois plus ou moins inondables avec une nappe phréatique très chargée en sels (10 à 70 g/l) assez proche de la surface (1 à 3 m). La salure est variable suivant la saison; elle diminue en hiver (submersion) mais il n'y a pas de cultures de céréales.

Nous avons ainsi une steppe d'halophytes avec Suaeda fruticosa largement dominant par rapport à Salsola tetrandra. A ces deux espèces s'ajoute un certain nombre d'halophiles diverses : Spergularia diandra, Hutchinsia procumbens, Pholius incurvus, Spergularia marginata, Frankenia pulverulenta, Sphenopus divaricatus etc...

Il faut noter la rareté d'Atriplex halimus qui n'apprécie nullement ces mauvaises conditions.

De telles zones ne sont pas utilisables, sauf comme terrain de parcours pour dromadaires avec plantation de Tamarix.

+ Remarque - Groupements des sols salins modaux.

Ils se localisent de part et d'autre de Zaafrane : alluvions à texture généralement grossière (parfois moyenne), peu gypseux (0-5%) avec nappe phréatique peu profonde (1 à 3 m) et localement début d'encroûtement gypseux de nappe en profondeur (amas).

La topographie est très irrégulière avec des micronebkhas et microdunes.

Les groupements comportent d'une part, des psammophiles assez abondantes : Plantago albicans, Koeleria pubescens, Anacyclus cyrtolepidioides, Aristida pungens, etc.. et d'autre part, une bonne proportion d'espèces halophiles dont :

- Suaeda fruticosa (nappe peu profonde).
- Atriplex halimus.
- Salsola tetrandra (lorsque la texture de l'horizon de surface devient plus fine).
- Salsola vermiculata var villosa.

On note aussi la présence de Ziziphus lotus (jujubier). Sur la carte des groupements végétaux, nous avons fait une mosaïque avec :

- + Groupements à Salsola tetrandra et Agropyrum orientale.
- S/Gr à Suaeda fruticosa.
- S/Gr à Salsola vermiculata var villosa.
- S/Gr à Atriplex halimus.
- + Groupement à Salsola vermiculata var villosa et Atriplex glauca.
- S/Gr à Atriplex halimus et Tamarix.

## VAR VILLOSA ET SALSOLA TETRANDRA

Tableau récapitulatif des principales caractéristiques édaphiques

Groupements végétaux		Salsola vermiculata var villosa et Atriplex glauca		Salsola tetrandra et Agropyron orientale			
		S/Gr.	Typique	Atriplex halimus Tamarix	Salsola vermiculata var villosa	Typique	Atriplex halimus
Caractéristiques édaphiques	Texture	Grossière (S-SL-SA)-Moyenne (LS-TE-LA) et fine (AL)	Grossière (S-SL)	Grossière (SA-LS) Moyenne (LA-L) et fine (AL)	Moyenne (LA-L) et fine (A-al)	Moyenne (LA-L) et fine (A-AL)	Moyenne (LA-L) et fine (A-AL)
	Salure en mmhos	1 - 10	1 - 10	4 - 15	30 - 55	7 - 30	10 à 60
	Na/T	2 - 20	/	5 - 30	40 - 80	5 - 70	10 à 60
	pH	7,2 - 8,0	7,2 - 7,8	7,2 - 7,8	7,1 - 7,5	7,1 - 7,7	7,5 - 7,8
	Gypse %	0 - 4	0 - 1	0 - 4	0 - 4	0 - 4	0 - 10
	Calcaire%	10 - 35	5 - 30	10 - 35	15 - 35	15 - 35	20 - 40
Horizons de surface (0-60 cm environ)							
Horizons de profondeur.		Variable (sable fin ou encroûtement gypseux de nappe) peu salé (4-30 mmhos)	Sable non gypseux peu salé à salé	Sable non gypseux ou encroûtement gypseux de nappe.	Souvent horizon à texture grossière très salé.	Encroûtement gypseux de nappe entre 70-120 cm environ.	Variable très salé.
Nappe phréatique	Profondeur en m	3 - 7	3 - 5	3 - 5	3 - 5	2 - 5	1 - 3
	Salure g/l	2,5 - 20	2,5 - 20	2,5 - 20	5 - 30	2,5 - 20	10 - 70
Types de sols.		Sols peu évolués d'apport alluvial halomorphes, vertisols, halomorphes.	Sols peu évolués d'apport alluvial (et éolien) halomorphes.	Sols halomorphes peu salés à alcalis et sols peu évolués d'apport alluvial halomorphes.	Sols halomorphes très salés à alcalis.	Sols halomorphes peu salés à salés à alcalis	Sols halomorphes salés à très salés à alcalis.

IV

LES PRINCIPAUX TYPES DE SOLS

---

#### IV. LES PRINCIPAUX TYPES DE SOLS.

Nous étudierons successivement les différentes classes de la classification française des sols.

##### A. CLASSE DES SOLS MINÉRAUX BRUTS.

Dans la sous-classe des sols minéraux bruts non climatiques on distingue trois groupes :

###### 1. Sols minéraux bruts d'érosion.

Il s'agit essentiellement de sols à peine formés soit sur des roches dures (lithosols) impénétrables aux racines soit sur un matériau plus meuble et friable (régosols) où les racines peuvent pénétrer.

Situés généralement sur pente assez forte, l'érosion est telle qu'elle décape constamment la couche superficielle empêchant ainsi la formation du sol.

Les Lithosols correspondent généralement aux affleurements de roches dures (calcaire, grès, conglomérats etc) dans les djebels.

Un exemple particulier est celui du Rocher de Sel où l'eau de pluie dissout et entraîne le chlorure de sodium.

Les régosols se rencontrent dans les djebels lorsque affleure une roche tendre (marnes).

Les plus caractéristiques sont encore ceux que l'on observe dans les profondes entailles faites par les oueds (Melah, Korirech, etc.) dans les argiles rouges du Miopliocène (Bad-lands).

Ainsi le profil 594

- Berge abrupte d'un petit affluent de l'oued Melah,
- Végétation :

quelques pins d'Alep  
Lygeum spartum,  
Astragalus tenuifolius  
Atractylis humilis.

> 2cm En surface (de 0 à 2cm), 5 YR 5/8 rouge jaunâtre, argileux, structure polyédrique fine, petites radicelles.  
argile rouge jaunâtre, traversée par des filons bleu-vert, grossièrement polyédrique avec de très fins cristaux de gypse dans les interstices.

Il est intéressant de noter que malgré la salure (15 mmhos/cm) et la teneur en gypse (15,3%) de l'argile, le Pin d'Alep arrive à subsister dans le fond de l'oued (présence aussi de colluvions et alluvions caillouteux). Il conviendrait donc de tenter un reboisement de ces zones pour limiter l'érosion.

Les lithosols et les régosols sont le plus souvent cartographiés dans les unités complexes (juxtaposition ou séquences)

...../...

où ils sont associés à des sols plus évolués.

## 2. Sols minéraux bruts d'apport alluvial modaux.

Il s'agit en fait du lit plus ou moins élargi des oueds principaux (alluvions à texture grossière et caillouteuse avec parfois des strates à texture plus fine. Ils se caractérisent par le groupement ripicole à *Nerium oleander* (Laurier rose).

## 3. Sols minéraux bruts d'apport éoliens modaux.

Ce sont les dunes vives du grand cordon dunaire et les microdunes que l'on observe un peu partout dans le bassin des Zahrez (sur le glaciais polygénique encroûté du quaternaire ancien et moyen, sur les sols halomorphes, etc.).

Pour le cordon dunaire, la granulométrie se caractérise par l'absence de toute la fraction inférieure à 50  $\mu$  (argile limon fin et limon grossier), une proportion variable de sables fins et sables grossiers.

La teneur en calcaire reste très faible (0 à 3%), celle du gypse négligeable (sables essentiellement siliceux).

Le pourcentage de matière organique est insignifiant (< 0,2%).

Ces sables mobiles sont plus ou moins fixés par une végétation très typique (groupement à *Aristida pungens* et *Malcolmia aegyptiaca*).

Ce type de végétation peut être modifié par la présence en profondeur d'une nappe phréatique (groupements à *Phragmites communis*) ou d'horizons salés (*Tamarix*, *Atriplex halimus*, etc...). Il est possible de tenter la fixation de ces dunes par des espèces adaptées en tenant compte précisément des horizons de profondeur.

## B. CLASSE DES SOLS PEU EVOLUES.

Seule la sous-classe des sols peu évolués non climatiques est représentée par le groupe des sols d'apport alluvial.

Nous distinguons deux sous-groupes :

- . peu évolués d'apport alluvial modaux.
- . peu évolués d'apport alluvial halomorphes.

### 1. Sols peu évolués d'apport alluvial modaux.

- + Localisation - Ils se situent presque exclusivement le long du piedmont de l'Atlas Saharien dans les zones d'épandage des oueds.
- + Roche-Mère - Il s'agit le plus souvent d'alluvions calcaires de texture extrêmement variable suivant les oueds et leur situation dans la zone d'épandage (aval ou amont).
- + Végétation - Occupation du sol. La végétation naturelle est ré-

.../....

duite (*Lygeum spartum*, *Artemisia campestris* etc..) car ces sols sont cultivés (céréales). Localement dans les zones à texture fine : groupement à *Silybum eburneum* et *Beta vulgaris*.

+ Description du profil 15 :

- en bordure Est de la RN 1 et du cordon dunaire.
  - Coordonnés : X = 533,5  
Y = 178,4  
Z = 875 m.
  - Topographie sensiblement plane.
  - microneckhas, érosion éolienne.
  - jachère avec *Peganum harmala*,  
*Cynodon dactylon*.
- 0 - 20 cm : Frais, brun clair, vive effervescence généralisée, texture sablo-limoneuse, structure fragmentaire peu nette polyédrique sub-anguleuse fine, meuble, nombreuses racines fines et moyennes - horizon de travail du sol.
- 20 - 30 cm : Frais, brun jaunâtre, texture sableuse à sable fin, structure particulière, transition nette régulière.
- 30 - 55 cm : Frais, brun, vive effervescence généralisée, éléments gypseux en pseudomycelium, texture limono-argileuse, structure fragmentaire nette lamellaire fine, volumes des vides faibles entre agrégats, peu poreux, nombreuses racines fines, transition nette régulière.
- 55 - 65 cm : Sec, jaune pâle, texture sableuse à sable fin, structure particulière.
- 65 - 80 cm : Frais, brun, vive effervescence généralisée, texture sablo-limoneuse (présence de lits horizontaux très visibles à texture limono-sableuse).
- 80 - 200 cm : Frais, jaune pâle, vive effervescence, texture sablo-limoneuse à sable fin, éléments gypseux en pseudomycelium, structure fragmentaire peu nette polyédrique subanguleuse, quelques racines fines.

Résultats analytiques.

Profondeur en cm	Granulométrie					Mat. org. %	CO <sub>3</sub> Ca %	Conduc- tivité mmhocm
	A	L	LG	SF	SG			
0 - 20	12	13	11	61	5	0,63	22	0,2
30 - 55	29	33	19	15	3	0,94	33	2,6
80 - 200	9	9	12	71	1	0,46	20	6,8

On retrouve dans ce profil les différentes strates alluviales de textures différentes.

- 30 - 55 correspond à un dépôt de crue,
- 55 - 65 correspond à un dépôt très sableux sans doute éolien,

- 65 - 80 montre nettement des strates à texture plus fine, etc..

Les profils de la matière organique et du calcaire sont hétérogènes et ne présentent aucun gradient particulier. Il faut remarquer la teneur élevée en calcaire (20 à 30%) par rapport aux sables du cordon dunaire.

En profondeur on note déjà une salure assez importante (zone aval de l'oued Melah).

#### + Variations.

Il est extrêmement difficile de décrire un profil type dans ce groupe des sols peu évolués d'apport alluvial car la texture, en particulier varie beaucoup (voir fig.6 - 7 - 8 page 129 bis) et avec elle les principales caractéristiques morphologiques et physico-chimiques.

Ainsi pour des sols à texture fine et moyenne on observe très souvent des fentes de retraits, une structure lamellaire en surface (avec croûte de battance), des pseudomycéliums gypseux en profondeur etc...

Dans l'horizon de surface (horizon de labour) la structure est parfois assez bien développée, fragmentaire polyédrique subanguleuse moyenne (profils 183, 218) : sols peu évolués à faciès brun calcaire.

Ils peuvent aussi présenter une certaine salure en profondeur et quelquefois en surface (2 à 5 mmhos/cm à l'Est de Zaafrane). Ils ne sont que très faiblement gypseux (amas et pseudomycélium) ou pas du tout.

De plus, un dépôt récent non évolué les recouvre souvent :

- Sable éolien avec micronebkhas (profils 9, 725, etc..).
- limons de crue (Profils 167 - 217 etc..).
- Alluvions actuelles à texture grossière (même caillouteuses).

Toutes ces variations, ainsi que les principales données analytiques seront reprises dans le chapitre consacré à la mise en valeur.

Notons simplement que les sols peu évolués d'apport alluvial bénéficient le plus souvent d'apport d'eau supplémentaire plus ou moins importants. Ils sont donc intéressants pour la mise en valeur (périmètres d'épandage d'eaux de crues avec céréales, aménagements des petites zones d'épandage, amélioration de l'infiltration des eaux de pluies, etc..).

## 2. Sols peu évolués d'apport alluvial halomorphes.

### + Localisation - Roche-mère.

Ils se localisent au Nord du cordon dunaire en quatre zones principales :

- Oued Mesrana avec d'une part en amont, le niveau des sols anciens hydromorphes noircis et salés en profondeur avec encroûtement calcaro-gypseux de nappe.

.../..

D'autre part, en aval, zone d'épandage actuel des crues de l'oued : alluvions calcaires de texture moyenne (souvent grossière en profondeur).

- Oued Korirech (à l'Est de Zaafrane, alluvions calcaires de texture moyenne.
- Oued Melah - alluvions calcaires de texture grossière (avec intercalation de strates peu épaisses limono-argileuses) en bordure Nord du cordon dunaire et le long du lit principal (bourrelet plus sableux de bordure d'oued).
- Vaste plaine au Sud des Terres Blanches. Alluvions calcaires de texture grossière avec très souvent un recouvrement limono-argileux de 10 à 30 cm en surface.

+ Végétation - Occupation du sol.

Tous ces sols sont assez activement cultivés (céréales) surtout dans les zones d'épandage avec des rendements souvent très médiocres.

Le groupement *Salsola vermiculata*, var *villosa*, *Atriplex glauca* caractérise ce type de sol (localement S/Groupement à *Atriplex halimus* et *Tamarix* pour l'oued Melah).

L'érosion éolienne se manifeste par un voile sableux mobile avec micronebkhas et microdunes plus ou moins fixées.

+ Description du Profil 279.

- En bordure Est de la RN 1 (2 km environ au Nord du forage d'Aïn Malakoff).

- Coordonnées : X = 532,5  
Y = 189,9  
Z = 845 m.

- Topographie sensiblement plane.
- Micronebkhas avec sable mobile, érosion éolienne.
- Jachère avec groupement dégradé de :

- . *Salsola vermiculata* var *villosa*
- . *Atriplex glauca*
- . avec *Artemisia campestris*.

Nombreuses annuelles psammophiles.  
Recouvrement 70%.

- 0 - 5 - Frais, 7,5 YR 7/6, jaune rougeâtre, vive effervescence généralisée, texture sableuse à sable fin, structure particulière, meuble, nombreuses racines fines.  
Recouvrement de sable éolien.

.../..

- 5 - 20 - Frais 7,5 YR 5/4, brun, vive effervescence généralisée, texture équilibrée (strates de texture limoneuse ou sableuse : dépôts de crue, structure fragmentaire lamellaire - nombreuses racines fines.
- 20 - 40 - Frais, 7,5 YR 5/2, brun, vive effervescence généralisée, texture sablo-limoneuse à sable fin - structure particulière, meuble, nombreuses racines fines.
- 40 - 60 - Sec, 7,5 YR 8/4, rosé, effervescence généralisée, texture sableuse à sable fin (stratification entrecroisée avec petites strates de sable grossier et de limon), structure particulière, racines fines.

Résultats analytiques.

Profondeur en cm	Granulométrie %					Mat. org. %	CO3 Ca total %	Conduc- tivité mmhos/cm	Gypse %	pH	pF2,5	pF 4,2
	A	L	LG	SF	SG							
5 - 20	19	19	15	43	2	0,68	24	5,1	T	7,4	19,7	9,3
20 - 40	10	9	14	64	1	0,34	21	5,6	T	7,1	13,2	5,7
40 - 160	0	0	7	85	1		10	2,6	T			

Les résultats analytiques sont comparables à ceux du profil précédent sauf évidemment en ce qui concerne la conductivité, plus élevée dès la surface. Dans ce profil, la salure n'est pas liée à la nappe phréatique (5 à 6 m de profondeur et peut être davantage) mais il s'agit d'alluvions salées. En particulier, l'horizon de texture plus fine affleure parfois par plages de quelques mètres carrés, la salure atteint alors 20 à 30 mmhos/cm avec apparition de *Salsola tetrandra*.

En raison de la texture, la salure n'affecte que très peu les caractéristiques physiques du profil et reste généralement comprise entre 2 et 7 mmhos en surface.

+ Variations.

Les principales variations que l'on peut observer concernent la texture mais, dans l'ensemble, elle est à dominance sableuse à sablo-limoneuse avec intercalation d'horizons peu épais (10 à 30 cm) limono-argileux. Seule la disposition de ces horizons change. La capacité de rétention est moyenne.

La salure est parfois plus élevée en profondeur (influence de la nappe phréatique ou lessivage des horizons de surface).

La teneur en gypse demeure très faible (au plus 2 à 4%). On observe des individualisations amas et pseudomycélium gypseux. Localement, on note la présence d'un encroûtement gypseux de nappe en profondeur.

+ Aptitudes.

Les conditions locales (zones d'épandage, recouvrement de sable éolien etc) déterminent des aptitudes variées :

- Aménagement des zones d'épandage avec création de réserves fourragères (Atriplex) et céréales.

- Parcours d'utilisation quasi-permanente avec psammophiles annuelles et halophiles vivaces (Salsola vermiculata etc;;) ou d'utilisation estivale et automnale (Atriplex halimus dominant).

- Le plus souvent les sols sont favorables pour la création de périmètres d'irrigation permanente.

C. CLASSE DES VERTISOLS.

Dans la sous-classe des vertisols à drainage externe nul ou réduit on ne trouve que le groupe des sols à structure anguleuse sur au moins les 15 cm supérieurs.

Il s'agit de vertisols halomorphes (sous-groupe).

+ Localisation.

Ils occupent une superficie peu importante et se localisent exclusivement dans les dépressions plus ou moins inondables où se décantent les eaux de crues :

- Zone plane de part et d'autre de Redjem Dah (oued Faïd el Djmel).
- Petite dépression dans la zone d'épandage de l'oued Korirech.

+ Roche-Mère.

Argiles limoneuses de décantation calcaires le plus souvent salées.

+ Végétation - Occupation du sol.

Zones cultivées avec céréales (rendements atteignant 10 - 15 qx/ha selon les années et la situation).

Le groupement à *Teucrium campanulatum* et *Coronopus squamatus* caractérise très bien ces dépressions plus ou moins inondables à texture fine.

Localement, on trouve aussi le groupement précédent : *Salsola vermiculata* var *villosa* et *Atriplex glauca* (apport d'eaux de crue moins importants).

./...

+ Description du profil 289.

- Zone aval de l'oued Faïd el Djemel.
- Co ordonnées :

X = 533,5  
Y = 191,4  
Z = 844 m.

- Topographie plane.
- Réseau de fentes de retraits larges de 5 à 10 cm.
- Céréales de belle venue (10-15 qx/ha) avec *Teucrium campanulatum*  
*Coronopus squamatus*, etc..

- 0 - 8 - Frais, 7,5 YR 5/4 brun, vive effervescence généralisée, texture limono-argileuse, structure fragmentaire nette polyédrique fine - poreux, nombreuses racines fines et moyennes - horizon de travail du sol.
- 8 - 80 - Sec, 7,5 YR 4/4 brun foncé, vive effervescence généralisée, texture argileuse, structure fragmentaire nette polyédrique grossière associée à une structure en plaquettes obliques, volume de vides très faible entre agrégats à pores peu nombreux très fin, faces de glissement, matériau à consistance rigide non fragile, racines fines revêtant les fissures.
- 80 - 130 - Frais, 7,5 YR 4/2 brun foncé, vive effervescence généralisée, éléments gypseux, en amas, texture argileuse, structure massive, matériau à consistance semi-rigide peu plastique, peu poreux, quelques racines fines.
- > 130- Niveau de cailloutis.

Résultats analytiques.

Profondeur en cm	Granulométrie					Mat. org. %	CO3 Ca total	pH	Gypse %	Conductivité $\mu\text{S/cm}$	pF 2,5	pF 4,2
	A	L	LG	SF	SG							
0 - 8	30	45	8	9	1	1,02	28	7,0	0	4,4	32,6	16,2
8 - 80	46	41	4	3	0	0,85	30	7,2	0	2,0	34,4	17,5
80 - 130						0,85	30	7,0	5,8	15,3	37,2	19,4

Ce profil présente les principales caractéristiques de la structure des vertisols (structure polyédrique grossière avec faces de glissement, fentes de retrait, grande compacité). En profondeur (80-130) la structure devient franchement massive en raison de l'humidité et surtout de la salure. L'alcalinisation demeure faible : (Na/T = 11% pour l'horizon 80 - 130 cm et 6% pour les deux premiers). La présence de gypse dans l'horizon de profondeur atténue l'alcalinisation.

..../....

La capacité de rétention en eau est élevée. La différence pF 2,5 - pF 4,2 se situe entre 16 et 18% pour ce profil. Par contre, la perméabilité ne dépasse pas 2 cm/heure (Test de perméabilité K Henin).

+ Variations.

Les horizons de profondeur salés ou très salés peuvent apparaître dès 30 ou 50 cm (profil 276) mais ils restent toujours un peu gypseux (2 à 5%).

On note aussi la présence d'un horizon gypseux (encroûtement, sable gypseux) dans certaines zones.

+ Aptitudes.

La situation topographique (zone d'accumulation des eaux de crues) et la texture fine (capacité de rétention élevée) sont autant d'éléments favorables pour les cultures de céréales spécialement le blé dur et l'orge.

La structure verticale convient beaucoup moins aux espèces vivaces à enracinement profond (Atriplex par exemple) d'autant que le profil se dessèche assez rapidement (texture fine avec fentes de retrait).

...../.....

D. CLASSE DES SOLS CALCIMAGNESIQUES.

- S/Classe : Sols carbonatés
  - Groupe Rendzines  
Sols bruns calcaires
- S/Classe : Sols saturés
  - Groupe : sols bruns calciques
- S/Classe : Sols gypseux
  - Groupe : sols à encroûtement gypseux.

1. Rendzines.

+ Localisation.

Elles se trouvent essentiellement dans l'Atlas Saharien, souvent très dégradées et érodées, associées aux sols bruns calcaires, lithosols et régosols.

+ Roche-Mère.

Roche calcaire dure (calcaire, conglomérat, croûte calcaire).

+ Végétation - Occupation du sol.

C'est le sol forestier typique sur roche calcaire dure. Nous avons une forêt claire de Pin d'Alep ou simplement une lande (Matorral) à Romarin et Alfa avec tous les stades intermédiaires de dégradation :

- Groupements forestiers à *Pinus halepensis* avec successivement dans le sens d'une pluviométrie décroissante; *Quercus Ilex*, *Juniperus oxycedrus* et *Juniperus phoenicea*.
- Groupements de dégradation forestière dans *Pinus halepensis*. Dans tous les cas la présence de *Cistus libanotis* caractérise très bien ce type de sol sur calcaire dur (et surtout sur croûte calcaire) pour en faire un sous-groupement assez spécifique.

+ Description du Profil 175.

- Glacis encroûté du quaternaire ancien (Moulouyen) entre les Djebels Touicha et Takouka.
- Coordonnées : X = 542,5  
Y = 172,9  
Z = 1030 m.
- Topographie sensiblement plane.
- Forêt claire de Pin d'Alep : Groupement à *Juniperus Phoenicea*, S/Groupement à *Cistus libanotis* - présence de Romarin, Alfa, etc...
- En surface, nombreux débris de croûte et galets de calcaire noir.

..../....

0 - 20 - Sec, 7,5 YR 4/4 brun foncé, teneur en matière organique voisine de 2%, vive effervescence généralisée teneur approximative en éléments grossiers 40%, graviers, caillou x, blocs de croûte calcaire, texture sablo-limoneuse, structure fragmentaire grumeleuse nette, poreux, nombreuses racines fines et moyennes, transition très nette.

> 20 - Croûte calcaire très cohérente conglomératique (avec galets).

Profondeur en cm	Granulométrie %					pH	Calcaire %	Mat. org. %	C/N.	Acides fulviques ‰	Acides humiques ‰
	A	L	LG	SF	SG						
- 20	13	12	11	53	6	7,6	10	2,04	10	1,69	1,96
										pF 2,5	pF 4,2
										16,6	8,0

Ce profil montre les caractéristiques classiques des rendzines (structure grumeleuse, faible profondeur, teneur relativement élevée en matière organique etc..).

+ Variations.

La teneur en matière organique peut atteindre 3 à 5%. Par contre, la teneur en calcaire total varie de 40 à 1 - 2% - Dans ce dernier cas, il s'agit de sols sur grès faiblement calcaires (encroûtement calcaire par place), la texture est plus sableuse et la structure peu différenciée.

Au fur et à mesure que la végétation forestière se dégrade, les rendzines perdent progressivement leurs caractéristiques essentielles (structure, teneur en matière organique) et l'on passe progressivement à ce que nous avons appelé les sols bruns calcaires xériques.

+ Aptitudes.

En fonction de la topographie et de la roche sous-jacente, elles sont plus ou moins favorables au reboisement avec ou sans travaux de DRS. Parfois même, il n'est guère possible de reboiser (groupe Alfa et Launea acanthoclada).

Ce sont des sols "secs" peu profonds, perméables qui exigent une bonne adaptation des plantes à la sécheresse.

2. Sols bruns calcaires.

Nous distinguons deux sous-groupes :

- Les sols bruns calcaires modaux.
- Les sols bruns calcaires xériques.

.../...

a - Sols bruns calcaires modaux.

+ Localisation.

Les sols bruns calcaires modaux, également caractéristiques de la zone montagneuse de l'Atlas saharien, sont le plus souvent associés aux rendzines, lithosols et régosols.

+ Roche-Mère.

Sur roche calcaire tendre (marne, calcaire marneux) et alluvions.

+ Végétation - Occupation du sol.

Le type de végétation est variable selon le degré de dégradation (forêt claire de Pin d'Alep, steppe d'Alfa en zone cultivée), la nature de la roche-mère etc...

- Sur marne : groupement avec *Atractylis hymilis* et Alfa..

- Sur calcaire marneux ou marne encroûtée : groupements à *Cistus libanotis*.

- Sur alluvions dans les dépressions : cultures avec *Lygeum spartum*, *Artemisia campestris* et parfois *Quercus Ilex* résiduel.

+ Description du profil 628 bis.

- Flanc Nord de petit djebel allongé SO-NE (calcaire, marno-calcaire et marnes du Senonien) en bordure de la R11.

- Coordonnées.

X = 544.  
Y = 162,8  
Z = 1040 m.

- Pente forte 30 - 40%.

- Steppe d'Alfa avec Romarin et *Atractylis humilis*.

En surface, nombreux débris de cailloux calcaires.

- 0 - 15 cm : Sec, 10 YR 4/4, brun foncé, vive effervescence généralisée, texture équilibrée, structure fragmentaire nette grumelleuse fine, nombreuses racines fines entre les agrégats, chevelu, transition très nette.
- 15 - 30 cm : Sec, 10 YR 6/6, jaune brunâtre, vive effervescence généralisée, texture équilibrée, structure fragmentaire, nette polyédrique subanguleuse fine et moyenne. nombreuses racines fines, transition distincte.
- 30 - 50 cm : Sec, 10 YR 6/8, jaune brunâtre, vive effervescence généralisée, cailloux abondants de roche sédimentaire tendre, de forme aplatie à arête émoussées faiblement altérée.
- > 50 cm : Calcaire plus dur.

.../...

Profondeur en cm	Granulométrie					pH	Calcaire total	Gypse %	Mat. org. %	Acides fulviques ‰	Acides humiques ‰	Conductivité
	A	L	LG	SF	SG							
- 15						7,5	47	0	2,60	1,07	2,18	1,2
- 30						7,7	75	0	0,97	1,33	1,62	1,3
- 50	30	33	9	55	9	7,5	67	0				1,0

Ce profil caractérise les sols bruns calcaires formés sur marno-calcaire. On note, une forte teneur en calcaire total et une diminution brutale de la matière organique au-dessous de l'horizon humifère, qui est mieux structuré (grumeleux).

+ Variations.

- Sur marnes, le profil se développe plus profondément et une certaine salure peut subsister sous l'horizon humifère (marnes gypseuses plus ou moins salées). Cet horizon est très souvent érodé et il ne subsiste qu'au niveau des touffes d'Alfa ou d'autres plantes protectrices : nous passons ainsi à un sol régosolique typique.

On peut noter aussi un début d'horizon d'accumulation du calcaire avec par place un véritable encroûtement.

+ Aptitudes.

Les sols bruns calcaires modaux, plus profonds que les rendzines, sont des sols moins "secs", assez perméables, mais presque toujours érodés.

Lorsque la topographie le permet ils conviennent bien à la reforestation avec les travaux de D.R.S. Dans les thalwegs, la plantation de Pistachiers est possible.

b - Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire.

Ce sous-groupe n'existe pas dans la classification française des sols, mais il nous est apparu commode, en attendant une étude plus complète, d'individualiser une telle unité cartographique qui occupe une superficie importante.

+ Localisation.

Ils se répartissent aussi bien dans le Bassin des Zahrez (étage aride) que dans la zone semi-aride des djebels de l'Atlas Saharien.

..../..

Ils occupent le vaste glacis polygénique encroûté du quaternaire ancien et moyen au Nord du Zahrez Gharbi et une partie seulement du glacis encroûté du quaternaire moyen le long du piédmont de l'Atlas Saharien.

Dans l'Atlas Saharien, ils recouvrent la quasi-totalité des surfaces encroûtées, partout où la végétation forestière a disparu.

+ Végétation - Occupation du sol.

En fonction des étages climatiques les groupements végétaux sont différents. Au point de vue physiognomique, il s'agit d'une végétation de steppe (avec Alfa, Lygeum, etc.) plus ou moins dégradée par le surpâturage et les cultures de céréales : Groupements à Artemisia herba-alba, Thymelea virgata, Helianthemum Lippii etc...).

+ Description du profil 208.

- Glacis encroûté du quaternaire moyen entre le Djebel Kef Oudei Souf et Dar Guendous le long du piédmont de l'Atlas Saharien.

. Coordonnées.

X = 545,5  
Y = 181,0  
Z = 878 m.

. Faible pente (1%) en direction des dunes au Nord.

. Steppe avec le groupement à Helianthemum lippii et Thymelea microphylla, S/Gr à Noaea mucronata.

. Par place recouvrement de sable éolien avec micronebkhas ailleurs débris de croûte en surface.

0 - 20 : Sec, 7,5 YR 4/4, brun foncé, effervescence généralisée, graviers et cailloux abondants (débris de croûte calcaire), texture sablo-limoneuse, structure fragmentaire peu nette polyédrique subanguleuse fine, nombreuses racines fines et moyennes, transition très nette ondulée.

20 - 90 : Sec, 7,5 YR 8/4/ rosé, vive effervescence généralisée, éléments carbonatés en pellicule rubanée (1 cm à la partie supérieure) et en croûtes, cailloux peu abondants, (à la base), structure fragmentaire nette lamellaire, très peu poreux, matériau à consistance rigide, fortement cimenté, quelques racines fines, transition nette régulière.

90 - 140 : Sec, 7,5 YR 7/4 rosé, vive effervescence généralisée, sans éléments grossiers, texture limono-sableuse, structure fragmentaire très nette polyédrique très grossière, peu poreux éléments calcaires en pseudomycélium (petites pigmentations noire de Fer et Manganèse), matériau à consistance rigide peu cimenté, quelques racines fines.

..../..

> 140 : Cailloux abondants, texture limono-sableuse.  
Résultats analytiques.

Profondeur en cm	Granulométrie					Mat. Org. %	CO <sub>3</sub> Ca %	Gypse	Conductivité mmhos
	A	L	LG	SF	SG				
0 - 20	10	6	6	60	18	1,16	12	T	1,2
20 - 90	14	24	9	30	21		58	0,5	4,0
90 - 140	11	19	11	46	12		32	0,5	7,0

L'horizon de surface au-dessus de la croûte est donc peu épais avec une structure mal définie. La teneur en matière organique reste supérieure à 1%, la conductivité est faible.

La croûte par contre est légèrement salée de même que le limon sableux sous-jacent.

+ Variations.

L'épaisseur de l'horizon de surface n'excède pas 30/40 cm mais on observe, fréquemment un horizon intermédiaire au-dessus de la croûte. Cet horizon, de couleur blanchâtre, parfois gris clair cendré est un limon très calcaire, pulvérulent avec des débris de croûte. Les radicelles y sont très abondantes.

La croûte peut aussi ne pas présenter de pellicule rubanée à sa partie supérieure comme dans le profil 208.

La texture reste grossière (finement sablo-limoneux à sablo-argileux). S'il n'y a pas de recouvrement sableux, la surface du sol est souvent battante avec une structure lamellaire sur 1 à 2 cm, devenant polyédrique subanguleuse peu nette ou même massive à éclats anguleux ou émoussés (surtout à la base de l'horizon).

La teneur en matière organique est comprise entre 0,5 et 2%. Le calcaire se situe généralement entre 1 et 30% et le gypse reste absent ou à l'état de traces.

Par contre, la salure atteint facilement 2-3 mmhos et surtout on observe des "plages de salure" extrêmement caractéristiques et abondantes en bordure Nord du Zahrez.

La surface de ces plages est de quelques décimètres ou mètres carrés. Il est possible de noter à certaines périodes des efflorescences salines mais toujours discrètes (parfois des pseudosables comme dans les sols salés à alcalis). On repère les plages assez facilement car elles sont presque complètement dépourvues de végétation (présence de plantes annuelles halophiles : *Spergularis diandra*, *Alzoon*, *hispanicum*, *Frankenia pulverulenta* etc..). L'origine de la salure est en relation avec la croûte calcaire et l'horizon sous-jacent eux-même plus ou moins salés.

..../...

+ Aptitudes.

Le sol peu profond ne constitue qu'un terrain de parcours plus ou moins favorable.

Dans l'Atlas saharien, il est possible de le reboiser si la topographie le permet et surtout si la croûte calcaire n'est pas trop compacte et épaisse.

La valeur du parcours sera déterminée en grande partie par l'horizon de surface (texture, recouvrement sableux, pellicule de battance).

+ Conclusion.

En définitive, les sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire présentent certains caractères des sols calcimagnésiques :

- Sols peu profonds sur roches carbonatées (croûte calcaire) comme les rendzines dont ils sont très souvent issus après la dégradation du couvert végétal (passage d'une végétation forestière à une steppe). Ainsi dans la zone montagneuse, le passage de l'un à l'autre de ces sols est difficile à préciser.

- La structure toujours peu développée polyédrique subanguleuse devient polyédrique ou massive à éclats anguleux ou émoussés en profondeur (sols bruns calcaires).

Cependant les relations de l'horizon de surface avec la croûte sont difficiles à préciser et seraient à étudier comme d'ailleurs le type de matière organique pour le comparer à celui des siérozems et des sols calcimagnésiques.

Pour notre part, nous en avons fait des sols à croûte calcaire car il semble bien que la pellicule rubanée en particulier se forme dans le sol. D'autre part, une certaine dynamique du calcaire (migrations verticale et oblique) paraît être possible.

Remarque.

De tels sols pourraient être également appelés rendzines xériques, surtout en raison de leur profondeur toujours très faible au-dessus de la croûte.

3. Sols bruns calciques.

+ Localisation - Roche-Mère.

On les trouve uniquement dans les djebels les plus élevés de la zone en prolongement Est du Djebel Sahari.

Ils se sont formés sur les grès, argiles et colluvions du Crétacé Inférieur continental.

+ Végétation - Occupation du sol.

Forêt très dégradée de Pin d'Alep, Chêne vert, Genevrier

.../..

oxycèdre : Groupement forestier à Pinus halepensis et Quercus Ilex, s/Groupement typique à Cistus salvifolius.

Localement on note la présence de Lavandula staechas.

+ Description du profil 458.

- Flanc Nord du Kef Er Rekhma sur colluvions d'argile et grès non calcaire.

- Coordonnées : X = 558,5  
Y = 177,7  
Z = 1280 m.

- Pente forte 30%.

- Forêt résiduelle de Pin d'Alep, Quercus Ilex etc..

En surface, nombreux cailloux et blocs de grès.

- 0 - 5 : Sec, 5 YR 4/6, rouge jaunâtre, aucune effervescence cailloux (grès à bords arrondis), texture équilibrée, texture fragmentaire, nette, grumeleuse fine et moyenne, nombreuses racines fines et moyennes.
- 5 - 20 : Sec, 5 YR 4/4, brun rougeâtre, aucune effervescence, cailloux abondants (grès), texture argileuse, structure fragmentaire très nette polyédrique moyenne et fine - nombreuses racines fines et moyennes.
- 20 - 50 : Sec, 2,5 YR 4/6, rouge, aucune effervescence cailloux abondants, texture argilo-sableuse, structure fragmentaire nette polyédrique moyenne, racines moyennes et fines.

Résultats analytiques.

Profondeur en cm	Granulométrie					pH	CO <sub>3</sub> Ca %	Mat. org. %	Fer libre %	Fer total %	F.L. F.T.	pF 2,5
	A	L	LG	SF	SG							
- 5	28	9	12	40	8	7,3	0	2,21	13	39	33	19,6
- 20	47	7	15	23	4	7,3	0	1,16	19	54	35	25,6
0 - 50	41	7	12	30	8	7,2	0	0,36	16	50	32	23,7

Ce sol possède les principales caractéristiques des sols bruns calciques (structure, complexe saturé, pH légèrement supérieur à 7) mais on ne trouve pas ici de roche carbonatée sous le profil.

.../...

De toutes façons, ce type de sol est peu répandu (juxtaposition avec les lithosols sur grès). Dans cette zone, les profils sur grès, sont assez différents (texture plus sableuse, avec même un horizon plus argileux en profondeur qui fait penser à un sol lessivé, notamment là où nous trouvons Lavandula Staechas. Sur argile non calcaire, le profil présente encore un autre faciès avec une structure très nette.

#### 4. Sols gypseux à encroûtement gypseux de surface.

##### + Localisation - Roche-Mère.

- Localisée presque exclusivement dans le Bassin des Zahrez on les trouve cependant en deux zones particulières de l'Atlas Saharien.

- . En aval des sources (Aïn Zmila, Aïn fortas sa).
- ° Sur les gypses massifs alternant avec les marnes et conglomérats calcaires au Sud d'Aïn Dorbane.

Dans le bassin des Zahrez, ils se situent :

- . Sur les dunes et nebkhas de sables gypseux en bordure du Zahrez.
- . Sur d'anciens encroûtements gypseux de nappe (Terres Blanches, Zahrez Chergui, etc..).

##### + Végétation - Occupation du sol.

Le groupement à *Herniaria mauritanica* est spécifique pour ce type de sol. Localement, un recouvrement sableux discontinu (micro-nebkhas) introduit un cortège de psamophiles. Lorsque la salure devient plus élevée on note une abondance particulière de *Frankenia Thymifolia*.

Ces sols ne sont pas cultivés et constituent de maigres terrains de parcours.

##### + Description du profil 387.

- . Presqu'île d'El Kacha, au Nord du Zahrez Gharbi.
- . Coordonnées : X = 499,5  
Y = 179,5  
Z = 840 m.
- . Dunes gypseuses anciennes plus ou moins recouvertes par dépôt éolien récent de sable siliceux non gypseux.
- . Végétation peu dense (recouvrement 30%) avec gypsophiles et psammophiles.

...../...

- 0 - 5/10 : Sec 2,5 Y 8/2 blanc, faible effervescence, éléments gypseux en encroûtements, texture sablo-limoneuse, structure fragmentaire nette, lamellaire moyenne, poreux, cohérent, nombreuses racines fines et moyennes entre les agrégats et déviées, transition distincte ondulée.
- 5/10 - 15/25 : Frais, 10 YR 8/3 brun très pâle, faible effervescence, éléments gypseux en encroûtement, texture sablo-limoneuse, peu poreux, (pores fins) peu friable, racines fines et moyennes, transition distincte ondulée.
- 15/25 - 40/50 : Frais, 2,5 Y 8/4, jaune pâle, faible effervescence, éléments gypseux en amas et en encroûtements, texture sablo-limoneuse, peu poreux (pores fins), friable, racines fines et moyennes (toutes blanches), transition nette ondulée.
- 40/50 - 60/70 : Sec, 10 YR 7/4 brun très pâle, faible effervescence, éléments gypseux en amas, texture sableuse à sable fin gypseux, structure particulaire, meuble, quelques racines, transition nette ondulée.
- 60/70 - 100 : Sec, 2,5 Y 7/4 jaune pâle, aucune effervescence, texture sableuse à sable fin gypseux, structure particulaire, meuble, pas de racines, transition graduelle.
- 100 - 160 : Identique sauf, cohérent, structure massive.

Résultats analytiques.

Profondeur en cm	Mat.org. %	pH	CO <sub>3</sub> Ca %	Gypse %	Conductivité mmhos/cm
0 - 7	0,51	7,4	1	75,7	3,7
7 - 20	0,34	7,4	2	79,8	4,0
20 - 40	0,31	7,5	T	82,6	7,1
40 - 60	0,19	7,7	T	67,8	8,8
60 - 100	0,17		T	64,2	8,4
100 - 160	0,07		1	66,0	

En surface, on observe des plaques de croûte gypseuse plus indurées avec un début de formation du réseau de polygones très classiques des sols gypseux à encroûtement.

Dans l'encroûtement (0 - 40 environ) la teneur en gypse est plus élevée que dans le sable éolien gypseux sous-jacent. De

..../....

plus, il s'agit d'un gypse très finement microcristallisé pulvérulent, parfois induré en petits blocs, avec de très nombreuses racines et radicelles.

+ Variations.

Au point de vue morphologique, l'encroûtement gypseux est le plus souvent analogue à celui du profil précédent. Par contre, étant donné la grande diversité des roches-mères (sable éolien gypseux, marnes gypseuses, encroûtement de nappe ancien, gypse massif etc) la nature de l'horizon sous-jacent sera donc varié.

La salure intervient également et peut être assez élevée même en surface (jusqu'à 15-20 mmhos). La teneur en gypse de l'encroûtement est toujours très élevée (de 40 à 90%).

+ Aptitudes.

Avec un tel pourcentage de gypse seules des espèces bien adaptées peuvent subsister dans ce milieu. Lorsqu'existe un recouvrement de sable éolien récent la valeur du parcours se trouve améliorée. De toutes façons, ces sols ne sont pas cultivables et constituent des parcours médiocres ou franchement stériles.

E. CLASSE DES SOLS ISOHUMIQUES.

Dans la sous-classe des sols à pédoclimat frais pendant la saison pluvieuse, nous avons essentiellement le groupe des siérozems.

+ Localisation - Roche-Mère.

Les siérozems occupent une assez grande superficie dans le bassin des Zahrez où ils sont associés à un matériau sablo-éolien ancien (cf. géomorphologie) siliceux, très peu calcaire.

Ils se localisent :

- Dans les vallées à fond plat sur le glacis polygénique encroûté du quaternaire ancien et moyen.
- En bordure Nord et Sud-Est du Zahrez Gharbi.
- Le long du piémont de l'Atlas saharien sur le glacis encroûté du quaternaire moyen (avec recouvrement éolien ancien et relativement épais).

Enfin dans l'Atlas Saharien, ils caractérisent les anciennes dépressions alluviales comblées par un matériau sableux ou plus fin (séquence du Miopliocène).

+ Végétation - Occupation du sol.

D'une façon générale, la formation végétale est une steppe avec des psammophiles vivaces (*Helianthemum lippi* var sessi-

.../...

florum, *Thymelea microphylla*, groupement à *Thymelea virgata*, Très souvent les sols sont cultivés (céréales) et la végétation naturelle très dégradée.

+ Description du profil 465 : Sierozem modal

- Placage de sable éolien ancien sur le flanc Est du Djebel Guerhbous Djehfa.
  - Coordonnées: X = 543,6  
Y = 193,5  
Z = 940 m.
  - Pente 15%.
  - Steppe à *Thymelea microphylla* et *Helianthemum lippii* var *sessiflorum* (S/Groupement typique).  
avec cultures de céréales très médiocres.
- 0 - 20 : Sec, 5 YR 5/6 (7,5 YR 6/6) jaune rougeâtre, faible effervescence localisée, texture sableuse à sable<sup>1</sup>/<sub>4</sub> fin siliceux structure fragmentaire peu nette polyédrique subanguleuse fine, meuble, nombreuses racines fines et moyennes. Transition graduelle régulière.
- 20 - 40 : Sec, 5 YR 5/6 (7,5 YR 6/6) jaune rougeâtre, faible effervescence localisée, texture sableuse à sable fin siliceux, structure fragmentaire peu nette polyédrique subanguleuse moyenne et fine, agrégats à pores peu nombreux très fins, meuble, nombreuses racines fines et moyennes (transition graduelle régulière).
- 40 - 60 : Sec, 5 YR 6/6, jaune rougeâtre, faible effervescence généralisée, texture sableuse à sable fin siliceux, structure fragmentaire peu nette polyédrique subanguleuse moyenne et fine (tendance particulaire), pores peu nombreux très fins, meuble, nombreuses racines fines et moyennes, transition distincte régulière.
- 60 - 80 : Sec, 7,5 YR 6/4, brun clair, faible effervescence localisée, texture sableuse à sable fin siliceux, structure particulaire meuble, racines fines et moyennes, transition graduelle régulière.
- 80 - 120 : Sec, 7,5 YR 6/4, brun clair, faible effervescence localisée, texture sableuse à sable fin, structure particulaire, bouillant, racines fines.

...../.....

Résultats analytiques.

Profondeur en cm	Granulométrie					pH	Mat. org. %	C/N.	Calcaire %	pF 2,5	pF 4,2
	A	L	LG	SF	SG						
0 - 20	5	3	8	83	1	7,7	0,26	11	T	4,9	3;7
20 - 40	0	0	2	89	2	7,7	0,17	9	1	4,6	3,5
40 - 60	0	0	1	92	1	7,7	0,14	8	2	4,2	3,2
60 - 80	0	0	1	94	1	7,8	0,09		2		
80 - 120	0	0	1	94	1	7,8	0,03		1		

En relation avec la texture finement sableuse, la structure reste évidemment peu individualisée. Le taux de matière organique, bien que très faible, montre un certain gradient avec la profondeur. Mais surtout les horizons de 0 à 60 cm plus colorés (jaune rougeâtre), correspondent au maximum de concentration des racines et radicelles et à une teneur relativement plus élevée en matière organique bien évoluée (C/N. voisin de 10). Le profil calcaire n'est pas significatif.

Description du profil 421 : Sierozem encroûté à encroûtement calcaire.

- Atlas Saharien zone du Miopliocène au Nord d'Aïn Fortassa.
- Coordonnées : X = 534,5  
Y = 165,2  
Z = 1022 m.
- Topographie sensiblement plane - ancienne dépression alluviale.
- Jachère, à côté céréales très médiocres.
- En surface, petite croûte de battance avec 0-1 structure lamellaire.

- 0 - 10 : Sec, 7,5 YR 5/4, brun, effervescence généralisée, graviers peu abondants, texture sablo-limoneuse, structure fragmentaire nette polyédrique subanguleuse (à grumeleuse) fine, meuble, nombreuses racines fines - horizon de travail du sol.
- 10 - 25 : Sec, 7,5 YR 5/4 brun, vive effervescence généralisée, texture sablo-limoneuse, structure fragmentaire peu nette polyédrique subanguleuse moyenne et fine, poreux, coprolithe, nombreuses racines fines et moyennes - éléments calcaro-gypseux en pseudomycélium (très fin).

- 25 - 40 : Sec, 7,5 YR 5/4 brun, vive effervescence généralisée, éléments carbonatés en amas (nodules de 2 à 5 mm, friable, peu individualisés), texture sablo-argileuse, structure fragmentaire peu nette, nombreuses racines moyennes et fines.
- 40 - 60 : Sec, 7,5 YR 5/4 brun, vive effervescence généralisée éléments carbonatés à l'état diffus (horizon de transition avec l'encroûtement) - texture sablo-argileuse, structure massive à éclats anguleux et émoussés, poreux, racines moyennes et fines, transition nette régulière.
- 60 - 80 : Sec, 10 YR 7/4 brun très pale, vive effervescence généralisée, éléments carbonatés, en encroûtement, texture équilibrée, structure fragmentaire nette lamellaire fine et moyenne, matériau à consistance rigide peu cimenté, peu poreux, quelques racines fines.

Résultats analytiques.

Profondeur en cm	Granulométrie					Mat. org. %	CO <sub>3</sub> Ca %	Gypse	Conducti- vité	pF 2,5	pF 4,2	pH.
	A	L	LG	SG	SG							
0 - 10	9	8	10	59	13	1,19	5	0	1,3	10,3	3,2	7,5
10 - 25	11	7	9	57	12	0,85	10	0,6	3,0	11,0	4,9	7,4
25 - 40	15	7	6	55	13	0,85	16	0	1,9	13,6	8,0	7,4 <sup>1/4</sup>
40 - 60	20	11	6	47	12	0,85	32	0	1,7			
60 - 80	22	21	16	28	11		60	1,0				

Le taux de matière organique est plus élevé que dans le profil précédent avec une répartition isohumique.

Le profil calcaire présente un gradient net avec un horizon d'accumulation (encroûtement), on note même des traces de gypse entre 10 et 25 cm de profondeur (en amont sols régosoliques faiblement gypseux).

+ Variations.

- Le profil calcaire - Entre les deux profils décrits, nous pouvons observer tous les intermédiaires (accumulation diffuse, amas, nodules) et même dans certains cas, les horizons de surface peuvent être complètement décalcarifiés comme dans les sols marrons (cônes - glaciés du piedmont de l'Atlas Saharien).

Dans la zone montagneuse, on retrouve localement des sols marrons typiques (Profil 666). De plus, l'horizon d'accumulation est souvent une croûte

.../...

calcaire. Comme pour les sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire, la formation de ces horizons d'accumulation demanderait à être précisée. Localement, il s'agit sans aucun doute d'anciens dépôts liés à l'action d'une nappe phréatique (sol hydromorphe ancien noirci à encroûtement de nappe calcaire ou calcaro-gypseux).

- La teneur en matière organique ne dépasse que très rarement 1% dans l'horizon de surface. C'est elle qui est responsable de la coloration du profil.

- La texture reste toujours grossière (sableuse, sablo-limoneuse ou sablo-argileuse).

- La salure peut devenir très importante en profondeur (Presqu'île d'El Kacha) avec un encroûtement gypseux de nappe (bordure Sud-Est du Zahrez Gharbi).

#### + Aptitudes.

Ce sont des sols sableux, le plus souvent assez profonds, très perméables. Ils reçoivent aussi des appoints d'eau de ruissellement (thalwegs).

Ils constituent d'excellents parcours mais ne conviennent guère aux cultures de céréales (texture trop sableuse). La mise en culture contribue à accélérer l'érosion éolienne à laquelle ils sont très sensibles.

Dans le Bassin du Zahrez Gharbi, la création de réserves fourragères (cactus) est possible sur de tels sols.

### F. CLASSE DES SOLS HYDROMORPHES.

Ils occupent une superficie très restreinte dans le fond des dépressions interdunaires lorsque la nappe phréatique est proche de la surface.

Dans la sous-classe des sols peu humifères deux groupes sont représentés :

- sols à gley
- sols à redistribution du calcaire et du gypse.

#### 1. Sols à gley.

Sous-groupe - sols à gley salés.

##### - Localisation.

Dépressions interdunaires avec nappe peu salée (0,2 à 3 g/l environ).

...../.....

- Végétation - Occupation du sol.

Le couvert végétal est dense avec le groupement à Phragmites communis et Juncus maritimus.

S/G. à Aeluropus littoralis.

- Description du profil 232.

. Dans les dunes au Nord de Dar Béchir Ben Rezig.

. Coordonnées : X = 553,3  
Y = 190,0  
Z = 825 m.

. Petite dépression dans les dunes (localement buttes témoins avec le "tuff" cendreuse d'un ancien sol hydromorphe.

. Végétation - Phragmites communis - Juncus maritimus.

0 - 15 cm : Frais, brun pâle, faible effervescence généralisée, texture sableuse à sable fin et grossier siliceux, structure particulaire, racines nombreuses.

15 - 80 cm : Humide, horizon bariolé de tâches grises et rouille (pseudogley), effervescence généralisée, texture sableuse à sable grossier, structure particulière, graviers, racines fines et moyennes.

> 80 cm : Noyé, gris clair, texture sableuse, gley.

Résultats analytiques.

Profondeur en cm	Granulométrie					Mat. org. %	CO <sub>3</sub> Ca %	Gypse %	Conductivité mmhos/cm
	A	L	LG	SF	SG				
0 - 15	0	0	2	79	17	0,82	3	0,4	4,3
15 - 80	8	4	3	54	29	0,14	10	T	5,4

Nappe à 80 cm - Résidu sec : 0,65 g/g et conductivité : 2,4 mmhos/cm.

La permanence d'une nappe à faible profondeur détermine la formation d'un sol à gley classique.

De plus, le profil présente une certaine salure.

+ Variations.

Cette salure peut être très élevée dans les tous premiers centimètres avec efflorescences salines en surface (vraisemblablement sulfate de sodium). Elle peut également être plus faible en relation avec la salure de la nappe. On note aussi la présence d'amas gypseux (de 0 à 20 cm). Les caractères d'hydromorphie ne sont pas toujours aussi nets (gley peu visible).

...../...

+ Aptitudes.

Il est possible d'utiliser ces sols et surtout la nappe pour des cultures maraichères (cucurbitacées, pomme de terre etc..) et fourragères.

La situation particulière en bordure ou dans les dunes ne favorise pas l'exploitation de ces sols (érosion éolienne).

2. Sols à redistribution du calcaire et du gypse (et à gley salés).

S/Groupe à encroûtement gypseux de nappe (localement croûte.

+ Localisation.

En bordure des dunes au Sud du Djebel Koudiata dans la zone de transition Zahrez Gharbi - Zahrez Chergui.

+ Végétation - Occupation du sol.

De couvert végétal est ici aussi très dense (recouvrement de 80 à 100%) avec un groupement spécifique de ce type de sol (Schoenus nigricans et Plantago crassifolia).

+ Description du profil 140.

- Dépression en bordure des dunes.

- Coordonnées : X = 543,1  
Y = 187,0  
Z = 841,0

- Végétation très dense avec Schoenus nigricans - Plantago crassifolia etc..

- En surface efflorescences salines très blanches (sulfate de sodium ?).

0 - 2 : Brun rosé, faible effervescence, texture sableuse à sable fin, éléments gypseux en amas.

2 - 10/20 : Humide ,7,5 YR 8/4, rosé, faible effervescence généralisée, éléments gypseux en amas, texture sablo-limoneuse, meuble, nombreuses racines moyennes et fines.

10/20 - 30 : Humide, 10 YR 7/4 brun très pâle, faible effervescence, éléments gypseux en encroûtements et croûte texture limono-sableuse, structure fragmentaire nette lamellaire moyenne, matériau à consistance rigide induré, ou fortement cimenté, cohérent peu poreux, quelques racines fines, transition nette, régulière.

.../...

- 30 - 75 : Très humide - 10 YR 6/3 brun pâle, vive effervescence généralisée, texture sableuse à sable fin siliceux, structure particulière, meuble, nombreuses racines moyennes et grosses.
- 75 - 95 : Très humide, 10 YR 7/2 gris clair, vive effervescence généralisée, texture sablo-limoneuse, peu poreux, éléments calcaires à l'état diffus, matériau à consistance rigide fortement cimenté, quelques racines fines.
- 95 - 120 : Très humide, 7,5 YR 8/2, blanc rosé avec taches rouille et brun foncé (7,5 YR 4/4) : pseudo-gley vive effervescence généralisée, texture sableuse, structuré particulière.
- > 120 : Noyé, gris clair, texture sableuse : gley.  
Nappe à 120 cm - Résidu sec : 1,65 g/l.

Résultats analytiques.

Profondeur en cm	Granulométrie					pH	Mat. org. %	CO <sub>3</sub> Ca %	Gypse %	Conductivité mmhos/cm
	A	L	LG	SF	SG					
2 - 15						7,5	0,56	4	63,5	6,2
5 - 30						7,8	0,34	6	75,4	3,9
30 - 50	6	9	5	70	11	7,6	0,37	22	0,7	3,5
30 - 75						7,7	0,19	8	0,0	2,5
5 - 95						7,6		13	0,4	2,5
5 - 120						7,7		14	0,3	2,0

L'accumulation de gypse dans les horizons de surface est donc très importante. L'encroûtement gypseux (localement croûte avec filon très cristallisés) est surmonté par un horizon d'amas gypseux (2 - 15 cm).

En profondeur (75-95 cm), on note la présence d'un horizon sablo-gréseux, induré par une précipitation de calcaire fin.

Le niveau de la nappe est variable : 120 cm en Juillet et 30 cm en Mars, mais elle reste peu salée avec une prédominance du sulfate de calcium (faciès sulfaté typique). Comme dans le type de sol précédent, on observe toujours un horizon de gley où la nappe reste en permanence.

+ Variations.

L'accumulation de gypse dans les horizons de surface se

..../...

présente parfois simplement sous la forme d'amas gypseux (Profil 464 par exemple).

La salure peut être aussi plus élevée dans les premiers centimètres.

+ Aptitudes.

Actuellement, dans cette zone, existent de petits jardins (légumes, quelques abricotiers). Il est nécessaire de briser ou d'enlever, l'encroûtement gypseux pour se trouver dans les mêmes conditions que dans les sols à gley salés.

G. CLASSE DES SOLS HALOMORPHES.

Très représentatifs de toute la zone centrale du Bassin des Zahrez, ils occupent une superficie étendue.

Nous en distinguerons trois types principaux qui se répartissent ainsi dans la classification :

. S/Classe - sols à structure non dégradée

groupe : sols salins

S/Groupe : - Modaux

- A encroûtement gypseux de nappe.

. S/Classe - sols à structure dégradée

groupe : sols salés à alcalis

S/Groupe : sols salés à alcalis.

1. Sols salins modaux.

+ Localisation - Roche-Mère.

On les trouve essentiellement en bordure Sud du Zahrez Gharbi de part et d'autre de Zaafrane. Ils se forment dans des alluvions à texture généralement grossière (parfois moyenne) souvent recouverts par des dépôts sableux éoliens.

La nappe phréatique peu profonde (1 à 3 m) est responsable de la salure très élevée soit directement dès la surface soit à faible profondeur.

+ Végétation - Occupation du sol.

La microtopographie irrégulière (micronebkhas, microdunes) en plus de la salure limite l'utilisation de ces sols. Localement les cultures de céréales sont très médiocres.

Il s'agit de parcours où dominent les espèces halophiles associées à de nombreuses psammophiles lorsqu'il y a un recouvrement éolien sableux. Les groupements végétaux comportent une mosaïque avec *Salsola tetrandra*, *Salsola vermiculata* var *villosa*,

..../...

Atriplex halimus, Suaeda fruticosa, Tamarix etc...

Description du profil 53.

- 2 kms à l'Ouest de Zaafrane.
- Coordonnées

X = 512,7  
Y = 173,1  
Z = 850 m.

- Topographie sensiblement plane.
- Culture d'orge avec à côté Suaeda fruticosa, Atriplex. glauca, Salsola vermiculata var villosa, Cynodon dactylon etc..

- 0 - 15 : Sec, 7,5 YR 5/4 brun, vive effervescence généralisée, texture sablo-limoneuse, structure particulière, meuble, nombreuses racines fines et moyennes, transition distincte régulière - horizon de travail du sol.
- 15 - 60 : Frais, 7,5 YR 5/4 brun, vive effervescence généralisée, éléments gypseux en amas peu abondants, texture sablo-argileuse, structure fragmentaire peu nette polyédrique subanguleuse moyenne à fine, nombreuses racines moyennes à fines, efflorescences salines (sur les parois du profil).
- 60 - 100 : Humide, 2,5 Y 7/2, gris clair, vive effervescence généralisée, graviers peu abondants (à la base), texture sablo-argileuse, structure massive, quelques racines fines et moyennes - efflorescences salines (sur les parois du profil).
- 100 - 140 : Humide, 2,5 YR 7/2 gris clair, horizon hydromorphe bariolé de jaune - vert avec tâches de rouille (pseudogley), vive effervescence généralisée, éléments gypseux en amas - texture sablo-argileuse, structure massive (légère induration : sable gris consolidé par dépôt de calcaire fin idem profil 140), quelques racines fines.
- > 140 : Très humide, 2,5 YR 6/6 jaune olive avec tâches rouille (pseudogley), vive effervescence généralisée texture sableuse.  
Nappe aux environs de 200-250 cm (Résidu sec 3-5 g/l environ).

.../..

Résultats analytiques.

Profondeur en cm	Granulométrie					pH	Mat. org. %	CO <sub>3</sub> Ca %	Gypse %	Conductivité mmhos/cm
	A	L	LG	SF	SG					
0 - 15	12	11	6	49	20	7,7	1,02	30	0,0	7,0
5 - 60	16	9	4	45	24	7,7	0,60	28	1,2	14,1
0 - 100	17	6	1	52	23	8,1		23	0,7	21,6
00 - 140	15	9	2	47	25	8,0		31	1,7	15,4
7 140	7	4	2	50	35	7,8		15	0,8	9,6

L'influence de la nappe se manifeste non seulement par la salure du profil, mais également par l'apparition en profondeur d'un horizon de pseudogley.

L'individualisation du gypse se limite à quelques amas.

En raison de la texture grossière, il est difficile d'apprécier l'alcalisation et surtout la dégradation de la structure.

+ Variations.

Lorsque la nappe est moins profonde, la salure devient très élevée en surface (avec efflorescences salines) et diminue avec la profondeur (profil classique des solontchacks). L'horizon de pseudo-gley ne se retrouve pas partout.

Il est fréquent d'observer dans le profil des strates à texture moyenne très salées, et même un horizon noirci à texture fine (ancien sol hydromorphe).

+ Aptitudes.

EN raison de la topographie et de la salure, ces sols non cultivables, constituent cependant des terrains de parcours intéressants (halophiles et psammophiles) qu'il serait possible d'améliorer encore avec des plantations d'Atriplex halimus et nummularia.

2. Les sols salins à encroûtement gypseux de nappe.

+ Localisation - Roche-Mère.

Ils forment une frange étroite et continue en bordure du Zahrez Gharbi.

De plus, on les trouve dans quatre zones principales.

.../....

- Aval des Terres Blanches en relation avec les émergences d'eaux souterraines (sable éolien gypseux ou siliceux).
  - Sud-Est du Zahrez Gharbi entre les deux zones d'épandage dans les sables éoliens gypseux.
  - Zone au Sud de Grizine El Hatob dans les sables dunaires.
  - Oued Fassik, en bordure Ouest du Zahrez Chergui (cette zone est analogue à celle des Terres Blanches).
- + Végétation - Occupation du sol.

En fonction de la salure, de la profondeur de l'encroûtement gypseux et de la présence d'un recouvrement sableux peu ou non salé, on distingue plusieurs groupements végétaux assez bien définis et spécifiques. (Voir fig.n° 5 - page 76 ).

Dans les zones très salées, les hyperhalophytes et halophytes dominant (*Halocnemum Strobilaceum*, *Arthrocnemum indicum*, *Atriplex portulacoides* etc.. Ce sont des terrains de parcours d'intérêt variable.

Lorsque la salure diminue, avec un recouvrement sableux, le type de végétation change avec dominance d'espèces gypsophiles et surtout psammophiles annuelles. On note même des cultures de céréales très médiocres sur le sable) qui dégradent le pâturage et accentuent l'érosion éolienne.

Description du profil 327.

- Zone aval des Terres Blanches.
  - Coordonnées :
    - X = 529,0
    - Y = 191,2
    - Z = 859 m.
  - Pente 1,5% (vers le Sud).
  - Steppe à *Arthrocnemum indicum*.
  - En surface, efflorescences salines et croûte saline drainage externe rapide.
- 0 - 15 : Humide, 7,5 YR 4/4, brun foncé, vive effervescence généralisée, éléments gypseux en amas - texture limono-sableuse, structure massive, poreux, nombreuses racines fines et moyennes.
- 15 - 35 : humide, 10 YR 6/4, brun jaunâtre clair, vive effervescence généralisée, éléments gypsaux en amas, texture limono-sableuse, structure massive, poreux, nombreuses racines fines et moyennes, transition distincte régulière.
- 35 - 125 : Très humide, 10 YR 8/1, sec blanc, 10 YR 6/2 humide gris clair, vive effervescence généralisée, éléments

.../...

gypseux en encroûtement, texture sablo-limoneuse, matériau à consistance rigide fortement cimenté, très peu poreux, pas de racines.

Nappe à 125 cm, résidu sec : 8,5 g/l.

Résultats analytiques.

Profondeur en cm	pH	Mat. org. %	CO <sub>3</sub> Ca %	Gypse %	Conductivité mmhos/cm
0 - 15	7,9	1,20	15	11,1	74,1
15 - 35	8,3	0,85	7	73,0	60,6
35 - 55	7,6		22	58,1	15,2
55 - 75	7,6		15	27,7	10,8
75 - 95	7,5		20	61,9	10,4
95 - 125	7,5		11	68,9	9,6

La salure est excessive dans les horizons de surface (0 - 35 cm) au-dessus de l'encroûtement gypseux.

La compacité de l'encroûtement empêche toute pénétration des racines en profondeur malgré la salure beaucoup plus faible.

La formation de l'encroûtement gypseux est liée à la nappe phréatique qui en circulant vers l'aval, se concentre et dépose le gypse dans le sol (cf. chapitre nappe phréatique).

+ Variations.

- L'épaisseur de l'encroûtement est très variable (de 10 cm à 150 cm) de même que son induration. Il reste cependant très difficilement pénétrable par les racines (localement croûte).
- La profondeur est comprise entre 10 et 70 cm en moyenne.
- La salure, toujours assez faible dans l'encroûtement, est plus élevée dans l'horizon qui le surmonte.

.../...

- La nappe, entre 1 et 3 cm de profondeur est plus ou moins salée (3 à 160 g/l) avec un faciès chimique variable sulfaté chloruré à chloruré).

+ Aptitudes.

Ces sols ne sont évidemment pas cultivables mais peuvent être localement de bons terrains de parcours (présence de recouvrement sableux)..

3. Sols salés à alcalis.

+ Localisation - Roche-Mère.

Ils se localisent dans les zones d'épandage (ancien et actuel) des principaux oueds : Oueds Melah, Mesrane, Hadja) sur des alluvions calcaires à texture fine ou moyenne au Nord du cordon dunaire.

Le groupement : *Salsola tetrandra* et *Agropyrum orientale* avec ses principaux S/Groupement à *Salsola vermiculata* var *villosa* à *Atriplex halimus* et à *Suaeda fruticosa*, est spécifique de ce type de sol.

+ Description du profil 112.

- Zone d'épandage de l'oued Melah.
  - Coordonnées : X = 527,4  
Y = 181,0  
Z = 860 m.
  - Zone sensiblement plane avec légère pente vers le Nord.
  - Steppe d'halophytes (*Salsola tetrandra*, *Atriplex halimus*, *Suaeda fruticosa*, etc). A proximité, céréales (orge).
  - En surface, croûte de battance finement craquelée avec pseudosables, fentes de retrait.
- 0 - 10 cm : Sec, 7,5 YR 5/4 brun, vive effervescence généralisée, texture argilo-limoneuse, structure fragmentaire nette lamellaire - peu poreux, nombreuses racines fines et moyennes.
- 10 - 40 cm : Frais, 7.5 YR 5/4 brun, vive effervescence généralisée, texture argilo-limoneuse, structure fragmentaire peu nette lamellaire (dépôt de crue), très peu poreux, racines fines, transition distincte régulière.
- 40 - 80 cm : Frais, 7,5 YR 4/4 brun foncé, vive effervescence généralisée, éléments gypseux en amas et pseudomycélium, texture argilo-limoneuse, structure massive associée à structure fragmentaire peu nette prismatique moyenne, très peu poreux, quelques racines fines, transition distincte régulière.

.../..

- 80 - 105 cm : Humide, 7,5 YR 3/2 (sec) brun foncé, éléments gypseux en pseudo-mycélium et amas, texture sablo-limoneuse, structure particulaire, nombreuses racines fines et moyennes - transition nette régulière.
- 105 - 160 cm : humide, 10 YR 8/3, brun très pâle, vive effervescence généralisée, éléments gypseux en encroûtement, texture sablo-limoneuse, peu poreux; matériau à consistance rigide fortement cimenté - pas de racines
- > 160 cm : humide, 7,5 YR 8/2 (sec) blanc rosé, vive effervescence généralisée, texture sableuse à sable gypseux, structure particulaire, pas de racines.
- La nappe se situe entre 2 - 300 cm.

Résultats analytiques.

Profondeur en cm	Granulométrie					pH	Mat. org. %	CO <sub>3</sub> Ca %	Gypse %	Conductivité mmhos/cm	Na/ <sub>r</sub> %	pF 2,5	pF 4,2
	A	L	LG	SF	SG								
0 - 10	38	46	3	6	1	7,2	1,50	33	0	26,4	74	34,6	18,3
10 - 40	35	38	10	11	0	7,2	1,87	33	0,7	26,5	79	31,2	15,5
40 - 80	44	38	3	9	1	7,5	1,11	29	1,4	19,6	43	30,0	17,7
80 -105	5	26	5	51	10	7,6	1,02	41	5,8	23,7			
105 -160						7,3		25	53,2	10,1			
> 160						7,5		36	28,4	4,1			

Ce profil se caractérise par :

- Structure dégradée en surface (pseudo-sables) et également en profondeur.
- Présence d'un encroûtement gypseux de nappe.
- Salure très élevée dans les horizons de surface à texture fine (influence de la nappe).
- Rapport Na/t excessivement fort indiquant un degré d'alcalinisation élevé.

+ Variations.

On observe d'assez grandes variations des caractéristiques morphologiques et analytiques pour ces sols salés à alcalis.

Tout d'abord la texture peut être moyenne avec intercalation d'horizons plus grossiers (sableux à sablo-limoneux).

.../...

L'encroûtement gypseux ne se retrouve pas partout.

Plus importantes sont les variations de salure. Dans une même zone, la conductivité de l'horizon de surface dépend du microrelief. Ainsi, à proximité du profil 85, un prélèvement de 0 - 20 cm entre les touffes de *Salsola tetrandra* et *Suaeda fruticosa* (petit chenal emprunté par les eaux de ruissellement) la conductivité est de 6,7 alors qu'au niveau d'une des touffes avec pseudosables, elle est de 48,5 mmhos/cm. Nous avons le plus souvent une mosaïque de plages peu salées et très salées.

De plus certaines zones sont très nettement salées, (nappe proche de la surface) dans leur ensemble comme par exemple l'ancienne dépression alluviale de l'oued Melah à l'Ouest de la station d'El Mesrane le long de la RN1.

D'autres par contre ont une salure peu élevée (4 à 10 mmhos) avec un  $Na/T < 15\%$ . Ce sont donc en fait des sols salins (Profils 366 - 368 - 369 - 360) faiblement alcalisés.

D'autre part et d'une façon générale, il convient de souligner qu'hormis les tous premiers centimètres (pseudo-sables en particulier, la structure des horizons sous-jacents est souvent extrêmement bien conservée pour un sol de ce type (structure polyédrique subanguleuse moyenne à fine). La présence de gypse (0-5%) semble atténuer les effets de l'alcalinisation pour des rapports  $Na/T$  très élevés.

#### + Aptitudes.

Bien qu'ils ne soient pas irrigables (pour la quasi-totalité), les sols halomorphes de ce type offrent des possibilités très intéressantes de mise en valeur.

En effet, leur situation particulière (zones d'épandage avec ruissellement important) et la présence en profondeur d'une nappe phréatique plus ou moins salée permet d'envisager :

- d'une part, de dessaler le sol sur quelques centimètres en surface en luttant contre le ruissellement (labours et petites diguettes de retenue) pour cultiver des céréales (orge et blé dur éventuellement dans les zones peu salées),
- d'autre part, de réaliser des plantations d'*Atriplex* (*halimus* et *numularioides*) qui exploiteront les horizons profonds en relation avec la nappe phréatique.

Localement, la salure trop élevée (groupement à *Salsola tetrandra*, S/Gr. à *Suaeda fruticosa*) ne permet que d'avoir des parcours médiocres pour dromadaires.

.../...

V

LA MISE EN VALEUR

---

## V. LA MISE EN VALEUR.

Il est important, avant d'aborder les possibilités de mise en valeur de récapituler assez brièvement les principaux facteurs et problèmes qui la conditionne. Nous envisagerons ensuite chacune de ces possibilités : cultures, parcours et forêts.

### A. FACTEURS ET PROBLEMES DE LA MISE EN VALEUR.

Ils sont étroitement liés aux différentes composantes du milieu : climat, ressources en eau, aptitudes des sols, érosion, topographie et milieu humain. Les interactions permanentes entre ces composantes ne facilitent guère un exposé séparé qui sera donc plus ou moins arbitraire.

#### 1. Climat.

Un premier problème évident est l'insuffisance et l'irrégularité des pluies aussi bien d'une saison à l'autre, que d'une année à l'autre. Dans ces conditions l'agriculture traditionnelle en sec n'est donc ni normale, ni rentable. Même pour les céréales, un appoint d'eau supplémentaire par le ruissellement ou l'irrigation est nécessaire mais pas suffisant (cf. aptitudes des sols).

De plus, en hiver, la rigueur du climat se fait sentir par des températures très basses qui ralentissent ou arrêtent l'activité de la végétation avec des risques fréquents de gelées plus ou moins tardives. L'altitude et la continentalité exigent donc une adaptation particulière et ceci pour les cultures arbustives en particulier. Il convient de souligner encore une fois la différence entre l'Atlas Saharien (altitude supérieure à 1 000 m) plus froid mais plus arrosé que le Bassin du Zahrez Gharbi.

D'autre part, durant la saison chaude et à l'occasion des grandes sécheresses, la productivité des parcours devient souvent pratiquement nulle et de toutes façons notablement insuffisante pour l'alimentation normale et même parfois la survie des troupeaux. Il est donc indispensable d'étudier toutes les possibilités de créations de réserves fourragères utilisables sur place le moment voulu d'autant que l'élevage constitue le revenu essentiel d'une population locale de plus en plus nombreuse et sédentarisée.

#### 2. Ressources en eau.

a - Nappe phréatique (sources, nappes superficielles et profondes). L'eau reste évidemment à la base de toute mise en valeur. Dans l'Atlas Saharien l'eau disponible est utilisé depuis longtemps.

...../.....

- Sources d'Aïn Mabed, Aïn Zmila, Aïn Fortassa, etc. Le résidu sec, compris entre 1,5 et 2 g/litre environ avec une forte proportion de sulfates (faciès sulfaté) ne pose guère de problèmes au point de vue salure.

- En amont de Rocher de Sel, le débit pérenne de l'oued Melah permet l'irrigation d'un certain nombre de jardins ou vergers. La salure, sensiblement analogue à celle des sources, n'est pas un facteur limitant.

Dans le bassin des Zahrez, la nappe phréatique peu profonde commence à être exploitée (puits) lorsque la salure n'est pas trop élevée (résidu sec inférieur à 3 - 5 g/l.

- Nappe des sables du cordon dunaire.

- Nappe de Zaafrane et zone aval de l'oued Mesrane.

- Nappe des sables gypseux au Nord de la Daiet el Atchana.

Cependant, l'inventaire complet des possibilités offertes par ces nappes peu salées n'ayant pas été fait, il est difficile de faire une estimation valable des débits disponibles. Ils sont certainement assez limités.

De plus, la salure des nappes étant très variable et parfois élevée, il sera nécessaire de préciser les cultures possibles sur les différents types de sols en fonction de cette salure.

En ce qui concerne, les nappes profondes, les études et forages réalisés jusqu'à ce jour ne paraissent guère favorables (sondages d'Aïn Malakoff, Hassi Babbah) et de toutes façons, dans l'état actuel des choses, ne permettent pas d'envisager des possibilités sérieuses. Cependant certains indices (cf. chapitre sur la nappe des "Terres Blanches"), une analogie vraisemblable avec le Chott Chergui et le Hodna, et surtout évidemment une étude hydrogéologique complète du Bassin des Zahrez devraient apporter des éléments nouveaux et positifs dans ce domaine. En attendant une telle étude, il est nécessaire de délimiter les principales zones favorables à la création de périmètres d'irrigation permanente, ce qui est susceptible, le moment venu, d'orienter l'emplacement des sondages.

En définitive, les ressources en eau provenant de la nappe phréatique (sources, nappes superficielles et profondes) sont limitées et encore mal connues. De toutes façons, elles intéresseront des superficies restreintes par rapport à l'ensemble de la zone.

#### b - Eaux de ruissellement.

Par contre, il n'en est pas de même pour les eaux de ruissellement dont l'utilisation est à la base de toutes cultures "en sec" dans ces zones arides et semi-arides.

.../...

Certaines zones sont particulièrement intéressantes et favorisées. Ainsi, les zones d'épandage situées le long du piémont de l'Atlas Saharien, elles reçoivent un appoint d'eau, souvent considérable, provenant de grands oueds (Melah, Korirech etc..) dont les bassins versants bénéficient d'une pluviométrie relativement élevée à laquelle s'ajoute un couvert végétal fortement dégradé favorisant le ruissellement (et l'érosion hydrique). Ainsi, le périmètre d'épandage de crue de l'oued Melah est en cours d'aménagement. Il s'agit ici de travaux hydrauliques importants et complexes nécessitant des investissements onéreux.

De plus, en de très nombreux endroits (zones de ruissellement, thalwegs, petites zones d'épandage, etc.) une grande proportion d'eau de pluie est mal ou pas utilisée. Cependant la réalisation de petits travaux hydrauliques devrait permettre une meilleure utilisation de ces eaux de ruissellement. Il conviendrait donc de préciser au mieux de tels travaux, d'ailleurs connus depuis fort longtemps, en même temps que de préciser la nature des cultures possibles en tenant compte du climat et des sols.

### 3. Aptitudes des sols:

Il est banal de rappeler qu'en zones arides et semi-arides, les critères d'aptitudes "en sec" des sols sont très différents de ceux des régions plus favorisées au point de vue climat (Algérie du Nord par exemple). En effet, un des facteurs principaux à considérer en zone aride est le bilan d'eau du sol. Il dépend essentiellement de la texture, de la profondeur du sol, de la situation topographique et de la végétation. D'autre part, d'autres facteurs interviennent comme la salure, la teneur en gypse, la fertilité etc.

#### a - Bilan d'eau du sol.

+ La texture reste un des éléments fondamentaux de ce bilan. Tel sol sableux, profond très "sec" et peu fertile dans le Nord de l'Algérie devient au fur et à mesure que l'on passe en zone plus aride (en particulier semi-aride et aride) un excellent et sans doute un des meilleurs terrains de parcours. En effet, il présente un bilan d'eau favorable :

- Pertes par ruissellement limitées en raison d'une bonne infiltration des eaux de pluie.
- Faible évaporation du sol (self-mulching).
- Bonne pénétration des racines en profondeur.

Nous avons donc le plus souvent un fort recouvrement des plantes annuelles qui bénéficient immédiatement des pluies,

leurs racines exploitant les premiers centimètres du sol. D'autre part, les espèces pérennes avec leurs systèmes racines plus développés exploitent les horizons de profondeur, bénéficiant ainsi d'une fraîcheur prolongée.

L'étude des groupements végétaux nous a montré que la granulométrie intervient (présence de quelques pour cent de fraction fine argile, limon et limon fin) pour différencier des types de végétation de psammophiles.

Si nous envisageons maintenant le cas d'un sol à texture moyenne ou fine, il est facile de prévoir qu'il aura un bilan hydrique nettement moins favorable :

- Ruissellement important lié aux phénomènes de battance.
- Pertes élevées dues au pouvoir évaporant du sol.
- Mauvaise pénétration des racines en profondeur.

La structure intervient pour accentuer le phénomène (dans le cas d'une mauvaise structure) ou au contraire améliorer un peu le bilan d'eau. En effet, dans le cas de sols à texture grenue ou polyédrique subanguleuse moyenne à fine, le ruissellement devient relativement moins important avec un enracinement plus profond. Au fur et à mesure que le climat est plus aride, les espèces annuelles prédominent (cycle végétatif court) dans de tels sols qui deviennent extrêmement secs.

+ La profondeur du sol intervient dans une large mesure. La présence d'horizons peu perméables (croûtes ou encroûtements calcaires, roches dures et compactes..) limite considérablement les réserves disponibles. Il en est ainsi pour les sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire proche de la surface (entre 0 et 40cm environ). Parfois, même si la croûte est relativement perméable dans sa masse; la partie supérieure de cette croûte fortement indurée sur quelques millimètres (pellicule zonaire) gêne considérablement la pénétration, de l'eau et des racines, en profondeur,

Lorsque la croûte est plus profonde (40 - 100 cm) surmontant un sol sableux de type siérozem par exemple, il se peut qu'elle soit alors un élément favorable dans la mesure où elle "freine" et arrête plus ou moins la percolation de l'eau en profondeur. Les racines disposant ainsi d'un horizon plus "frais" au-dessus de la croûte calcaire.

D'autre part, il est très important de noter que le groupe écologique des croûtes calcaires disparaît pratiquement complètement des groupements végétaux lorsque la profondeur de la croûte excède 40 cm. Ceci explique que nous ayons choisi cette limite pour la représentation des croûtes et encroûtements calcaires sur la carte pédologique.

.../...

+ La situation topographique enfin, est extrêmement importante à considérer puisqu'elle modifie complètement le micro-climat et les potentialités d'un sol.

Ainsi, tel sol de texture fine situé sur une pente, en dehors d'une zone d'épandage, sera pratiquement stérile (bilan d'eau défavorable). Par contre, le même sol, recevant un appoint d'eau supplémentaire (dépression, zone d'épandage etc..) est capable, à l'occasion d'une crue, de retenir une quantité d'eau importante (forte capacité de rétention) dans les horizons de surface. Il peut donc donner une excellente récolte de céréales étant donné la durée assez brève de leur cycle végétatif et la nature de leur système racinaire peu profond. Durant la saison sèche, le sol redevient très vite sec.

Par contre, un sol de texture grossière, recevant dans les mêmes conditions un appoint supplémentaire d'eau se comporte différemment. L'eau pénètre profondément et une partie risque même de ne plus être accessible aux racines surtout pour les espèces annuelles comme pour les céréales. Les espèces pérennes, à système racinaire profond pourront profiter davantage de cet apport d'eau.

Tout se passe donc, pour les cultures (annuelles en particulier) comme si le sol se trouvait dans une zone climatique plus favorable et ceci explique que les critères d'aptitudes des sols pour les céréales soient pratiquement ceux du Nord de l'Algérie. Il est évident que les contraintes climatiques locales subsistent (irrégularité des pluies, températures) de même que les quantités d'eau effectivement reçues et emmagasinées par le sol restent déterminantes.

En situation de pente, nous venons de voir que le bilan d'eau est largement affecté par l'importance de ruissellement surtout pour les sols battants (généralement de texture moyenne à fine) et pour les zones où le couvert végétal est réduit. Même pour une pente faible (1 à 2%) le ruissellement peut être très élevé (zone d'épandage de l'oued Zireg par exemple). Par contre les sols sableux ne sont que très peu sensibles à la pente puisque le ruissellement reste le plus souvent négligeable sinon nul.

\* Le couvert végétal - D'une façon générale, plus le couvert végétal est dense, plus le ruissellement diminue mais plus grandes sont les pertes par évaporation. Toutes les caractéristiques du couvert végétal (structure et type de végétation, nature des espèces vivaces ou annuelles, recouvrement etc..) jouent un rôle spécifique, encore mal connu quantitativement.

Comme le couvert végétal est fonction du climat, des autres facteurs du bilan d'eau définis précédemment mais aussi du facteur humain (qui se manifeste le plus souvent dans le sens d'une réduction de ce couvert végétal par le défrichement, le surpaturage etc.) ceci

.../...

montre les liaisons étroites entre tous les composants du milieu.

En définitive, le bilan d'eau du sol reste un élément essentiel pour la mise en valeur qui devra soit agir sur certains facteurs (bonne répartition des eaux de crues, amélioration de l'infiltration des eaux de pluies ets..) soit tenir compte des propriétés intrinsèques du sol (textures, profondeur etc..) pour adapter le type de cultures à envisager.

b - Salure.

La mise en valeur doit également tenir compte de la salure d'autant que les sols salés occupent une superficie importante dans le Bassin du Zahrez Gharbi mais présentent une assez grande diversité.

On peut très schématiquement esquisser un regroupement en trois catégories en fonction de la salure (intensité et origine), de la texture et de la teneur en gypse:

- les sols très salés à salés à encroûtement gypseux de nappe (nappe phréatique proche de la surface et plus ou moins fortement salée). Il s'agit des sols salins de texture généralement sableuse avec une conductivité élevée (souvent supérieure à 40 mmhos/cm). La végétation est une steppe halophile crassuléscente (*Arthrocnemum*, *Suaeda* etc..) avec parfois des psammophiles lorsqu'il y a recouvrement éolien moins salé. Ils n'ont aucune valeur agricole sauf comme parcours. Il en est de même pour certains sols salés à alcalis (alluvions à texture moyenne ou fine) situés dans les dépressions inondables : groupement à *Salsola tetrandra* (SGr. à *Suaeda fruticosa*).
- Les sols salés (sols salés à alcalis) sur alluvions de texture moyenne à fine et très peu gypseux. Situés au Nord du cordon dunaire ils prolongent vers le Nord les grandes zones d'épandage des oueds Melah, Mesrane, Korirech etc.. La nappe phréatique, entre 2 et 6 m, contribue à la salure du profil surtout en profondeur alors qu'en surface le ruissellement est important. Nous verrons qu'ils peuvent être utilisés pour les cultures d'orge, plantations d'*Atriplex* et parcours.
- Les sols peu salés (sols peu évolués hydromorphes formés sur alluvions de texture variable (grossière moyenne et fine) et très peu gypseux. Ils sont utilisables sensiblement de la même façon.

En conclusion de ce bref schéma de présentation des sols salés, il apparaît qu'au delà d'un certain seuil (et certaines conditions de milieu, dépressions plus ou moins inondables) la salure est un facteur limitant. Cependant, en deça, c'est-à-dire en de nombreux cas, il est possible d'envisager pour ces sols une utilisation autre que le parcours et qu'il faudra préciser.

c - Teneur en gypse.

La majorité des sols contient un peu de gypse, au moins dans les horizons de profondeur.

Le taux de gypse ne devient véritablement gênant que lorsqu'il dépasse 30 à 40% et ceci en surface (sols gypseux à encroûtement). La végétation est alors réduite aux seules gypsophiles (groupement à *Herniaria mauritanica*).

En profondeur, le taux de gypse est moins important que le degré d'induration et de compacité de l'horizon gypseux. On peut très bien avoir un encroûtement facilement pénétrable par les racines avec 60-70% de gypse alors qu'une croûte gypseuse (avec 30-40% de gypse) formera un obstacle infranchissable pour le système racinaire. Evidemment la profondeur d'apparition de l'horizon encroûté est importante comme pour les croûtes et encroûtements calcaires.

d- Fertilité des sols.

Nous rappellerons brièvement que d'une façon générale les sols sont pauvres à très pauvres en éléments fertilisants :

- teneur en matière organique faible (0,2 à 1,5%) en moyenne pour les horizons de surface avec un C/N compris entre 7 et 12. L'azote total varie entre 0,1 et 0,9‰.

- taux de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total et assimilable varient suivant les types de sols (pourcentage d'argile en particulier) mais restent toujours particulièrement bas.

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total : de 0,2 à 1‰.

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable : de 0 à 200 PPM

- Par contre la teneur en K<sub>2</sub>O (Potasse) assimilable se situe à un niveau moyen (0,2 à 0,5‰).

De toutes façons, cette notion de fertilité est relativement secondaire dans la mesure où la croissance de la plante est conditionnée en premier lieu par le bilan d'eau. Elle prend toute son importance dans les zones de cultures bénéficiant d'un apport d'eau complémentaire (irrigation ou épandage de crue).

4. Erosion.

a - Erosion éolienne.

Dans le bassin du Zahrez Gharbi, l'érosion éolienne est intense, en particulier au niveau du cordon dunaire.

.../...

Cependant on assiste actuellement à une extension spectaculaire de vents de sable en relation avec la destruction du couvert végétal. Il est certain que la texture sableuse de nombreux sols (siérozems) les rend très vulnérables à cette forme d'érosion. Mais le facteur principal reste l'extension inconsidérée des labours au tracteur sur une grande partie des Zahrez, sur n'importe quel type de sol et cela pour des rendements en céréales très faibles et aléatoires.

A plusieurs reprises nous avons pu recueillir le témoignage de personnes âgées qui n'ont jamais vu autant de vents de sable qu'actuellement.  
/les espèces steppiques annuelles mais également/  
Le labour au tracteur détruit non seulement les espèces vivaces : Alfa, Lygeum spartum (Sparte), Helianthemum lippii (Reguig) etc.. Le vent met en mouvement les particules sableuses qui s'accumulent en micronebkhas et microdunes.

La croûte ou l'encroûtement calcaire sont peu à peu mis à nu et le sol disparaît. En même temps s'installe une végétation nouvelle constituée d'espèces généralement non palatables : Thapsia garganica, Onopordon arenarium, Carthamus lanatus, Peganum harmala etc..

L'érosion éolienne est un des problèmes majeurs du Bassin des Zahrez. Il faudra envisager, non seulement une limitation très stricte des labours mais également une lutte contre l'érosion avec des mesures adaptées au climat et aux sols.

#### b - Erosion hydrique.

Ce type d'érosion se manifeste surtout dans l'Atlas Saharien et spécialement dans les formations Miocène (argiles sableuses rouges). Les principaux oueds (Melah, Korirech, Zireg) entaillent vigoureusement ce matériau tendre et ceci d'autant plus facilement que la végétation forestière est fortement dégradée sinon absente.

### 5. Topographie.

Dans l'Atlas saharien, la présence de djebels assez élevés et surtout d'accès difficile ne favorise pas les travaux de reboisement.

Par contre, d'autres zones sont plus favorables de ce point de vue et lorsque les sols le permettent, des travaux mécanisés de DRS peuvent précéder la reforestation.

Dans le bassin du Zahrez Gharbi, le cordon dunaire ne facilite guère la pénétration dans certaines zones.

.../...

## 6. Milieu humain.

Depuis quelques dizaines d'années, deux faits étroitement liés d'ailleurs paraissent essentiels :

- l'accroissement démographique,
- une sédentarisation de plus en plus marquée dans le bassin des Zahrez Ghârbi.

Ceci se traduit par une pression accrue sur le milieu (surpâturage, extension des cultures de céréales avec les tracteurs, déforestation etc..).

Par voie de conséquence il s'en suit une dégradation qui dans bien des cas devient alarmante comme nous venons de l'entrevoir avec l'extension de l'érosion éolienne.

## B. CULTURES.

Toutes les cultures restent liées soit à l'utilisation des eaux de ruissellement soit à l'utilisation de la nappe phréatique (source, nappes superficielles et profonde).

### 1. Utilisation des eaux de ruissellement.

Nous envisageons en premier lieu les types de cultures possibles avant d'aborder les travaux d'aménagements nécessaires.

#### a - Types de cultures.

- + Cultures annuelles - Les principales cultures annuelles à envisager restent évidemment les céréales qui sont d'ailleurs cultivées depuis longtemps.

Le blé tendre, le blé dur et surtout l'orge constituent l'essentiel des possibilités. L'orge plus rustique et plus résistante à la salure présente aussi l'avantage d'avoir un cycle végétatif relativement court et donc adapté au régime très irrégulier des pluies. Ajoutons à cela qu'il est un meilleur fourrage dans le cas où la pluie n'est pas suffisante pour assurer une maturation convenable.

Le blé dur quant à lui est bien adapté aux sols à texture fine, même un peu salés et situés dans des dépressions (vertisols halomorphes).

Les fourrages annuels avec vesce orge par exemple pourraient constituer la sole fourragère d'un assolement de type biennal. L'irrégularité des pluies rend évidemment assez aléatoire toute notion très précise d'assolement car il peut être interrompu certaines années où les pluies automnales par exemple sont très faibles ou nulles.

..//...

Il se peut aussi que la vesce soit trop tardive et il faudrait lui préférer peut être alors une autre légumineuse fourragère sarclée (pois de Sefrou assez bien adapté au climat continental). Cependant, une telle culture suppose entre autres choses une grande maîtrise de l'eau au moment de la crue, ce qui est extrêmement difficile à réaliser pratiquement.

Au point de vue sols, nous rappellerons la nécessité d'une texture moyenne à fine ou moins pour les horizons de surface avec une salure relativement faible (inférieure à 4 - 7 mmhos environ). La fertilisation, surtout un apport d'azote (nitrates plus solubles juste après les principales crues) et de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superphosphates) devraient donner de très bons résultats.

+ Cultures fourragères pérennes : Créations de réserves fourragères.

Les espèces pérennes exigent de pouvoir disposer d'un sol profond pour le développement de leur système racinaire et ont besoin d'une certaine humidité du profil pendant la saison sèche.

Schématiquement, ceci peut se réaliser en partie dans deux cas très différents :

- sols sableux profonds recevant ou non un appoint d'eau de ruissellement.
- Sols non salés ou salés avec une nappe phréatique également plus ou moins salée, assez proche de la surface (2-6 m) et pouvant être utilisée par un système racinaire profond. Deux espèces aussi très différentes conviennent à chacune de ces deux possibilités : le cactus et l'Atriplex (guettal).
- Le cactus (*Opuntia ficus indica*).

Il en existe plusieurs espèces (inerte ou épineux).

Le cactus se caractérise par une grande résistance à la sécheresse et des possibilités de rendements élevés permettant de créer ainsi des réserves fourragères utilisables le cas échéant.

Sa valeur fourragère est sensiblement équivalente à celle de la betterave fourragère avec une faible teneur en matière sèche. Il est bien pourvu en sucres et en vitamines mais déficient en protéines et matières minérales. On compte environ 0,08 UF par kg de raquettes. En Tunisie (P = 230 mm) on compte une production de 100 tonnes par an soit environ 1 000 à 3 000 UF/ha/an. Il est possible de nourrir

.../...

les moutons sans accidents pendant des périodes de 8 à 12 semaines (Tunisie) et pendant un temps pratiquement illimité si l'on apporte un complément de fourrages secs. Un mouton adulte peut consommer sans accident 5 kg de cactus par jour alors que la consommation d'un bovin laitier se situe aux environs de 35 kg de raquettes hachées par jour.

Un des problèmes principaux posés pour son implantation est sa résistance au froid. En effet, il craint les basses températures (surtout le cactus inerme) et évidemment on ne saurait envisager de l'implanter que dans le bassin des Zahrez où l'hiver est moins rigoureux que dans l'Atlas Saharien. Ainsi nous avons pu repérer à Zaafrane de nombreuses haies de cactus épineux en bordure des parcelles.

Au point de vue sol, il exige un sol profond, de texture grossière le plus souvent, bien drainant, ni gypseux, ni salé. Il craint l'excès d'humidité soit sous forme d'accumulation temporaire soit une nappe peu profonde.

On peut donc prévoir de l'installer en divers endroits où il jouera aussi un rôle très important dans la conservation des sols:

- Dans les zones d'épandage à texture grossière suivant des bandes espacées d'une dizaine de mètres, parallèles à la pente et matérialisées par de petites diguettes. Le sparte (*Lygeum spartum*) pourra également servir à établir un quadrillage (Quéd Gaïga).
- Dans les thalwegs sur les barrages en terre en pierre sèche ou gabion selon le cas disposés en travers de la vallée et ceci le plus haut possible vers l'amont.

Les cactus installés sur ces barrages assureront la solidité de l'ouvrage tout en retenant au mieux l'eau et le sol en raison de leur système racinaire extrêmement développé et dense. Un tel aménagement convient par exemple très bien aux dépressions alluviales situées au Nord du Bassin du Zahrez Charbi sur le glacis polygénique du quaternaire ancien et moyen : sols sableux profonds (siérozéms, sols peu évolués) avec croûte ou encroûtement calcaire relativement profond (40-100 cm et plus).

- Dans les nebkhas de jujubiers. En Tunisie, il est assez souvent planté dans les buttes d'accumulation sableuse que sont les touffes de jujubiers. BALDY (1965) souligne le fait qu'il s'associe remarquablement à la plupart des plantes (Pin d'Alep, Betoum, Eucalyptus etc..).

../...

- Dans les zones sableuses soumises à l'érosion éolienne (bordure sud du cordon dunaire, ensablements anciens et actuels dans les djebels à l'Est d'Hassi Bahbah etc). Il ne s'agit pas ici de zones cultivables mais le cactus peut être installé suivant des bandes perpendiculaires à la direction des vents dominants pour constituer des réserves fourragères et lutter contre l'érosion éolienne (cf. chapitre sur les parcours);

De plus l'implantation des cactus peut se faire suivant des haies dans le cas d'une délimitation de parcelles pour la rotation des troupeaux (le sol doit être ici suffisamment profond).

#### . Les Atriplex.

Contrairement au cactus qui est actuellement pratiquement absent du Bassin du Zahrez Gharbi (sauf à Zaafrane) les Atriplex en particulier Atriplex halimus (guettaf) et Atriplex glauca (guettafia) se rencontrent très fréquemment dans les zones plus ou moins salées.

Nous ne nous attarderons pas longuement sur la valeur fourragère du Guettaf qui est bien apprécié des ovins, dromadaires et même des bovins. Il en est de même pour Atriplex hummularia, autre espèce d'origine australienne, implantée assez récemment en Tunisie et en Algérie (Hodna). Par contre Atriplex glauca est moins apprécié des animaux et les deux premières espèces (Atriplex halimus et Atriplex nummularia) sont donc les seules intéressantes à multiplier.

Pour ces deux espèces on compte environ 0,20 UF par kg avec 20-40 gr de protides digestibles. La production d'une plantation adulte se situe entre 1 000 et 2 000 UF/ha/an utilisable de Juillet à Novembre.

Au point de vue sol, le guettaf s'accommode assez facilement des sols salés et même très salés. Cependant l'étude des groupements végétaux nous a permis de préciser l'écologie d'Atriplex halimus.

En effet, on constate qu'il est particulièrement abondant et vigoureux dans deux types de milieu :

- Sols de texture grossière peu salés (plus salés en profondeur) avec nappe phréatique entre 3 et 6 m et salure variable (2,5 à 20 g environ). Ce sont des sols peu évolués halomorphes avec le groupement végétal à Salsola vermiculata var villosa et Atriplex halimus et Tamarix. Il colonise avec Salsola vermiculata les micronebkhas sableuses et même les microdunes (en fait il faudrait dire qu'il est ensablé).
- Sols de texture fine ou moyenne (sols peu salés ou salés à alcalis) formés sur alluvions (zone d'épandage anciennes et actuelles) avec souvent un encroûtement

.../...

gypseux de nappe en profondeur et surtout une nappe phréatique de sa lure variable (2,5 à 20 g/l) et relativement peu profonde (2 à 5 m) environ. Le sous-groupement à *Atriplex halimus* du groupement *Salsola tetrandra* et *Agropyrum orientale* caractérise ce milieu.

Par contre, il est peu abondant sinon absent lorsque la salure du sol devient excessive ( $> 30 - 40$  mmhos-cm) avec surtout une nappe phréatique trop proche de la surface (1 à 2 m) et très salée; ceci s'accompagnant généralement de la présence à faible profondeur d'un encroûtement gypseux de nappe difficilement pénétrable par les racines : groupement des sols gypseux à *Suaeda fruticosa*, *Arthrocnemum Indicum*, *Halocnemum strobilaceum*, et *Salicornia arabica*. Cette difficulté d'adaptation se retrouve dans le fait qu'il est aussi absent du groupement à *Salsola tetrandra*, sous-groupement à *Suaeda fruticosa*. Le sol étant alors un sol halomorphe salé à très salé à alcalis (texture fine et moyenne) avec nappe peu profonde (1-3 m) et très salée (10-70 g/l). Il s'agit souvent de dépressions plus ou moins inondables.

En définitive, il est important de retenir que :

- la présence d'une nappe phréatique (entre 2 et 6 m environ) peu salée ou même salée est un facteur favorable)
- la texture du sol peut être soit grossière soit moyenne à fine pour une salure ne dépassant généralement pas 30-40 mmhos/cm. Cette différence de texture correspond à deux types de milieu conditionnant deux types d'utilisation des sols : Parcours ou plantations d'*Atriplex*.

Les parcours à *Atriplex* se situeront donc dans les zones à texture grossière très sensibles à l'érosion éolienne (micronebkhas, microdunes) où il est exclus de travailler le sol sauf dans les chenaux d'écoulement des eaux de ruissellement où la texture plus fine permet le labour. Pour améliorer la qualité du parcours et lutter contre l'érosion éolienne, il est intéressant de prévoir la multiplication des *Atriplex* en établissant aussi un quadrillage protecteur avec des *Tamarix*. Les arrosages, au début de la plantation, peuvent être fait en utilisant l'eau de la nappe phréatique.

Les plantations d'*Atriplex*, qui nous intéressent plus directement ici, sont à réserver aux sols à texture moyenne ou fine. La priorité doit être donnée aux zones les plus favorables définies précédemment (nappe entre 2 et 5-6 mètres, salure inférieure à 30-40 mmhos/cm). De plus, beaucoup de ces zones bénéficient d'apport d'eau de ruissellement (épandage de crue au Nord du cordon dunaire par exemple).

.../....

De toutes façons, le ruissellement étant le plus souvent très important, il convient de le limiter au maximum, en obligeant l'eau à s'infiltrer. Ainsi on pourra planter les Atriplex suivant des bandes sensiblement perpendiculaires à la ligne de plus grande pente et pouvant être encore soulignées par de petites levées de terre (diguettes avec Tamarix). On peut aussi prévoir des travées dans le sens de la pente (quadrillage). Entre les bandes d'Atriplex (ou à l'intérieur des parcelles dans le cas d'un quadrillage) la culture d'orge est possible lorsque la pluviosité de l'année est suffisante. Les labours profonds auront des résultats sans aucun doute favorables en limitant le ruissellement ce qui entraîne aussi le dessalement du sol sur quelques centimètres en surface permettant ainsi une bonne germination et croissance de l'orge.

Les deux Atriplex (Halimus et nummularia) se multiplient en boutures déjà racinées ou en jeunes sujets, dans des sacs de polyéthylène. Il est nécessaire de prévoir des pépinières. Les arrosages au cours de la première année d'installation (éventuellement les suivantes) peuvent se faire à partir des eaux de la nappe phréatique (jusqu'à 10-12 g/l) (1). En principe la jeune plantation peut être paturée dès la 2ème année si le développement est suffisant (entre 2 et 4 ans). Une coupe de régénération à 20 cm de hauteur, tous les 3 ans, permet une meilleure pâture et procure une quantité de bois de feu non négligeable. Pour Atriplex nummularia, elle peut être de l'ordre de 15 tonnes de bois de chauffage par ha/an. (LE HOUEROU, FRANCLLET).

Avec les plantations d'Atriplex, nous avons un exemple d'utilisation mixte :

- nappe phréatique utilisée avec l'irrigation de démarrage et directement par la plante grâce à son système racinaire suffisamment profond et adapté.
- eau de ruissellement.

-----  
(1) En Tunisie des cultures d'Atriplex ont été réalisées avec de l'eau d'irrigation à 16 gr/litre (Aïn Sidi Ahmed Zarourk, Gafsa).  
(cf. H. LE HOUEROU et D.FROMENT (1966) p.132...).

\* Cultures arbustives.

L'arboriculture, d'une façon générale, se heurte en premier lieu aux rigueurs de ce climat continental aride et semi aride :

- pluviosité insuffisante et irrégulière,
- vents violents (souvent vents de sable dans le bassin du Zahrez Gharbi).
- et surtout les risques de gelées.

De plus, comme pour les autres cultures, un appoint d'eau est indispensable pour obtenir des rendements convenables. Actuellement, il n'y a pratiquement pas de cultures arbustives, sauf dans les jardins irrigués et très localisés, quelques figuiers ou amandiers dans de petits thalwegs.

Au point de vue sol, les principales conditions peuvent se résumer ainsi :

- profondeur suffisante (au moins 80-100 cm et plus, si les apports d'eau sont relativement peu importants).
- texture grossière à moyenne (sauf limono-argileuse).
- salure et teneur en gypse faible.

• L'olivier.

Actuellement l'olivier ne se rencontre que dans les jardins d'Aïn Mabed et il est totalement absent du Bassin du Zahrez Gharbi (sauf dans quelques vergers familiaux le long du piémont de l'Atlas Saharien).

Climatiquement, il se situe à la limite de son aire d'extension normale, au moins en ce qui concerne l'altitude. En effet, d'après REBOUR, à partir de 800m la frutification diminue rapidement. Cependant, en raison de sa floraison tardive, il est peu sensible au risque de gelée printanière. En exposition Sud ou en zone protégée des accumulations d'air froid (partie haute des thalwegs) l'altitude peut dépasser 1 000 m.

En ce qui concerne le sol, la rusticité de l'olivier est bien connue. Quoiqu'il en soit, l'implantation de l'olivier pourrait être essayée dans les parties hautes des thalwegs (Bassin du Zahrez Gharbi) derrière les barrages en pierre sèche où la profondeur du sol est suffisante et où se concentrent les eaux de ruissellement.

• Le pistachier.

Il s'agit évidemment du Pistachier Franc (*Pistacia vera*) espèce cultivée qui donne des amandes comesti-

bles et fort appréciées. A notre connaissance, nous n'avons rencontré aucun exemple de ce type d'arbre dans toute la zone étudiée.

Par contre, les espèces "sauvages" sont bien connues:

- le "Betoum" (*Pistacia atlantica*) se trouve dans les dayas au nord du Zahrez Gharbi. Cet arbre, très vigoureux, est peu à peu détruit et se régénère difficilement sauf s'il est protégé des animaux, dans une butte de jujubier par exemple.
- Enfin dans la zone montagneuse de l'Atlas Saharien, nous avons pu noter la présence de : *Pistacia lentiscus* et *Pistacia terebinthus*. Ce dernier se rencontre uniquement dans les djebels au-dessus de 1 200 m (semi-aride). Il constitue un excellent porte greffe et un pollinisateur de *Pistacia vera* (GADDAS 1970).

Au point de vue climat, c'est une espèce typique des zones continentales semi-aride et aride supérieur (Proche et Moyen Orient). En Tunisie son aire de culture reste davantage liée aux zones littorales du Sud et les Oasis.

Le Pistachier supporte très bien de fortes amplitudes thermiques annuelles et journalières, une humidité atmosphérique faible en été et des hivers rigoureux (jusqu'à - 15° C). Il semble donc que de ce point de vue, le climat lui convienne parfaitement.

En ce qui concerne le sol, le pistachier serait encore plus rustique que l'olivier. Cependant, pour avoir des rendements intéressants, le sol doit être suffisamment profond. Son implantation peut se faire comme pour l'olivier, dans les thalwegs barrés, et ceci aussi bien dans le Bassin du Zahrez Gharbi que dans l'Atlas Saharien où il serait peut être mieux à l'aise.

En définitive, il serait très intéressant d'envisager son introduction en commençant par des essais limités en superficie mais en différentes situations (sol, climat) pour suivre son comportement.

#### • Autres cultures arbustives.

L'amandier, plus résistant à la sécheresse que l'olivier, craint énormément les gelées de début de printemps en raison de sa floraison précoce. C'est là, un inconvénient majeur. Cependant certains variétés plus tardives (Texas, Drake etc) cultivées en situations privilégiées pourraient être intéressantes.

L'abricotier, moins sensible que l'amandier aux gelées (floraison plus tardive) exige par contre des sols plus profonds et surtout de bonnes réserves

.../...

hydriques pendant la période de végétation relativement courte. D'ailleurs, il ne se rencontre que dans les jardins où il bénéficie de quelques arrosages et en cultures "sèche" (appoint d'eau de ruissellement) il ne paraît pas devoir être retenu.

Le figuier, comme l'abricotier, est peu sensible aux gelées printanières mais par contre il est moins sensible à la sécheresse et plus rustique.

#### b - Travaux d'aménagements hydrauliques.

Les principaux travaux d'aménagements sont évidemment des travaux hydrauliques pour répartir l'eau et favoriser son infiltration dans le sol. Nous en distinguerons deux types :

- travaux de grande hydraulique pour aménager les grandes zones d'épandage (Oued Melah, Korrirech etc..) et nécessitant des investissements très importants.
- travaux de petite hydraulique pour améliorer la répartition et l'infiltration de l'eau dans des zones plus restreintes (ou situés à l'intérieur des grands périmètres au niveau des parcelles) et nécessitant des investissements nettement moins importants.

#### + Aménagement des grandes zones d'épandage.

Elles se situent le long du piémont de l'Atlas Saharien en relation avec des bassins versants plus ou moins étendus.

Les crues doivent être suffisamment nombreuses et importantes de même que la superficie de sols disponibles en aval pour envisager un aménagement de ce type (études hydrologiques).

De plus, les sols doivent avoir une texture moyenne à fine pour les cultures annuelles (céréales, fourrages).

Il ne nous appartient pas de préciser la nature et l'importance des travaux hydrauliques (barrages, canaux), ceci n'étant ni de notre compétence, ni l'objet de l'étude. Cependant pour les principales zones d'épandage nous préciserons les données pédologiques disponibles et nous discuterons du choix des cultures à envisager.

#### Périmètre de Rocher de Sel.

Le périmètre en cours d'aménagement se caractérise par :

- des sols de texture hétérogène (grossière, moyenne

.../...

ou fine) faiblement salés en surface (1 à 4 mmhos/cm) mais avec une augmentation de salure en profondeur (4 à 10 mmhos/cm à partir de 40-50 cm. Ce sont des sols peu évolués d'apport alluvial avec localement la présence d'un sol hydromorphe ancien plus ou moins noirci.

- un recouvrement de sable éolien (micronebkhas) en bordure des dunes au Nord et suivant sa limite Sud-Ouest en bordure du glacis encroûté et ensablé.
- une certaine salure des eaux de l'oued Melah (influence de Rocher de Sel - cf. page 29).

Dans ces conditions, il importe dans la mesure du possible, de consacrer les sols de texture moyenne et fine aux cultures annuelles (céréales, fourrages) alors que les zones sableuses pourraient être réservées à des espèces pérennes suffisamment résistantes à la salure : *Atriplex halimus* ou *Atriplex nummularia* conviennent bien à cette exigence d'autant que le débit pérenne de l'oued Melah pourrait être dirigé vers ces zones sans crainte d'une salure excessive. Elles se localisent schématiquement au Nord-Ouest du vieux barrage Marguerite le long de l'oued et au Nord de la station de Rocher de Sel (entre l'ancien de l'oued Melah et la RN 1). En ce qui concerne les cultures arbustives elles ne peuvent être retenues en raison de la salure des horizons profonds, de la texture hétérogène souvent argilo-limoneuse avec une très mauvaise structure.

De plus, le nivellement des parcelles devra être fait avec le plus grand soin pour une meilleure répartition et une bonne infiltration des eaux de crues. Les limites entre les parcelles et les bordures de seguias pourraient être matérialisées par le Sparte (*Lygeum spartum*) qui est bien adapté à ce milieu (ou par *Atriplex halimus* et *Tamarix*) on obtiendrait ainsi un quadrillage végétal très efficace pour briser la violence du courant d'eau tout en facilitant l'infiltration et en limitant l'érosion hydrique (ravinement des seguias).

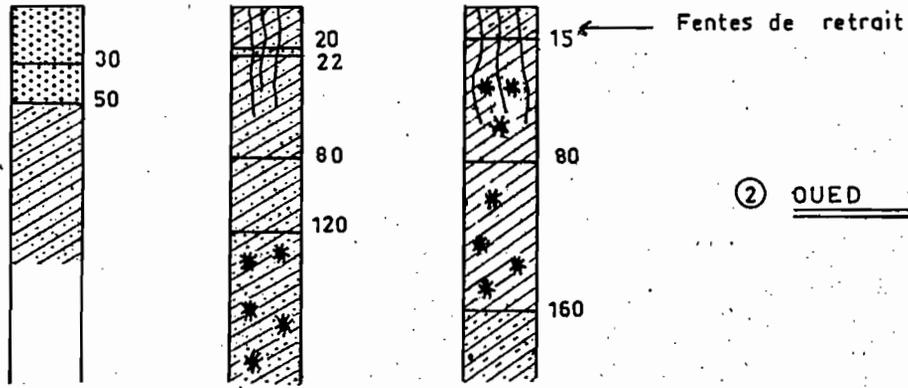
#### Remarques.

Les principales caractéristiques analytiques des profils sont indiquées sur le tableau ci-dessous :

.../...



FIG.7. LES SOLS PEU EVOLUES DES PRINCIPALES ZONES D'EPANDAGE



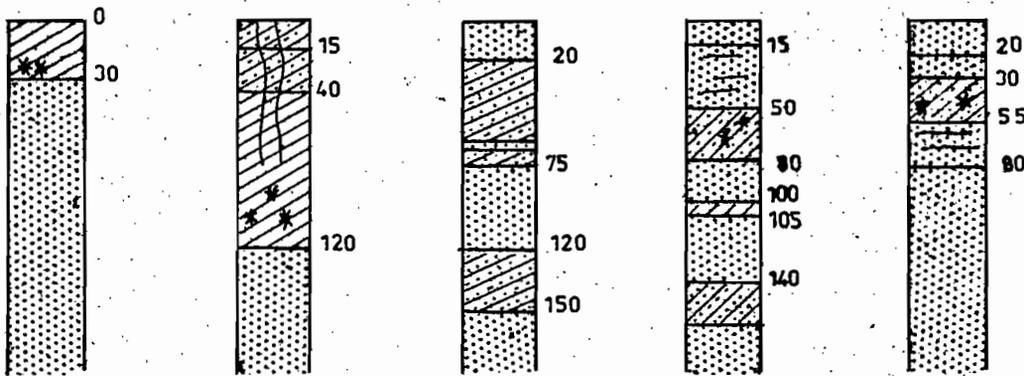
Profil 732

Profil 67

Profil 44

② OUED KORIRECH

③ OUED MELAH



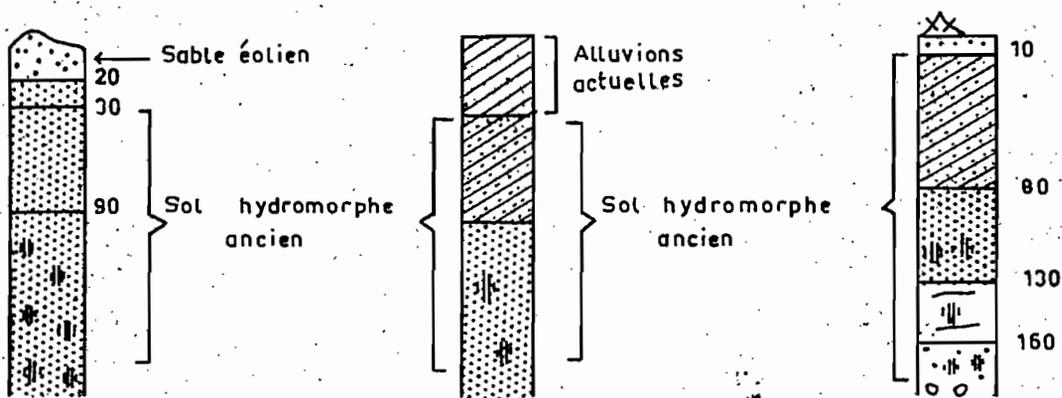
Profil 159

Profil 16

Profil 5

Profil 13

Profil 15

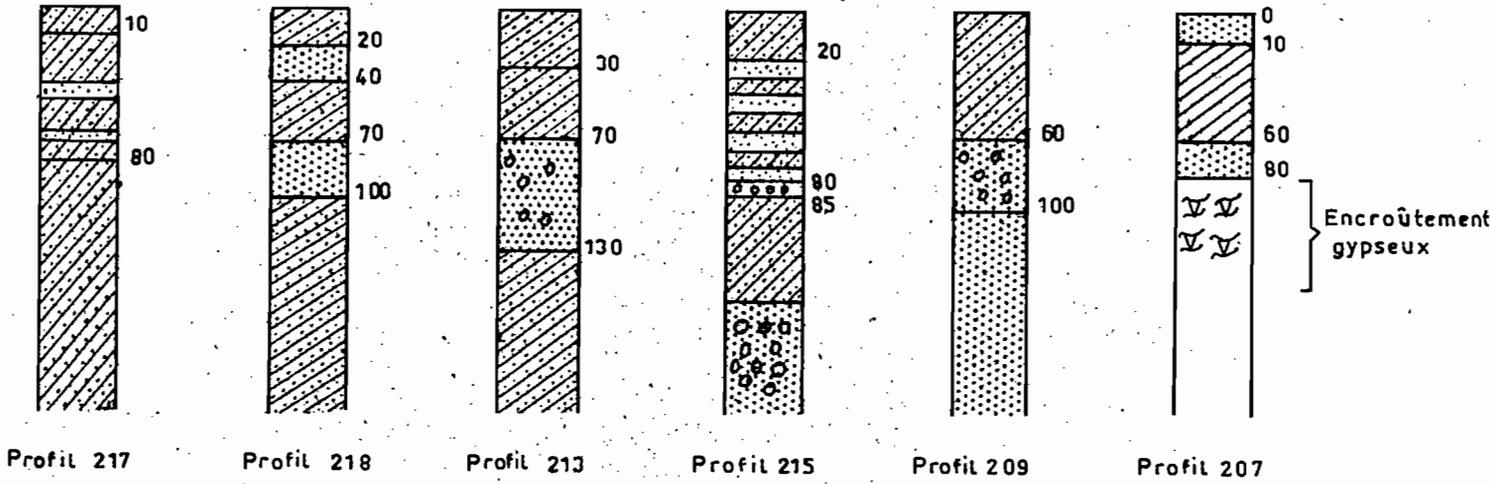


Profil 164

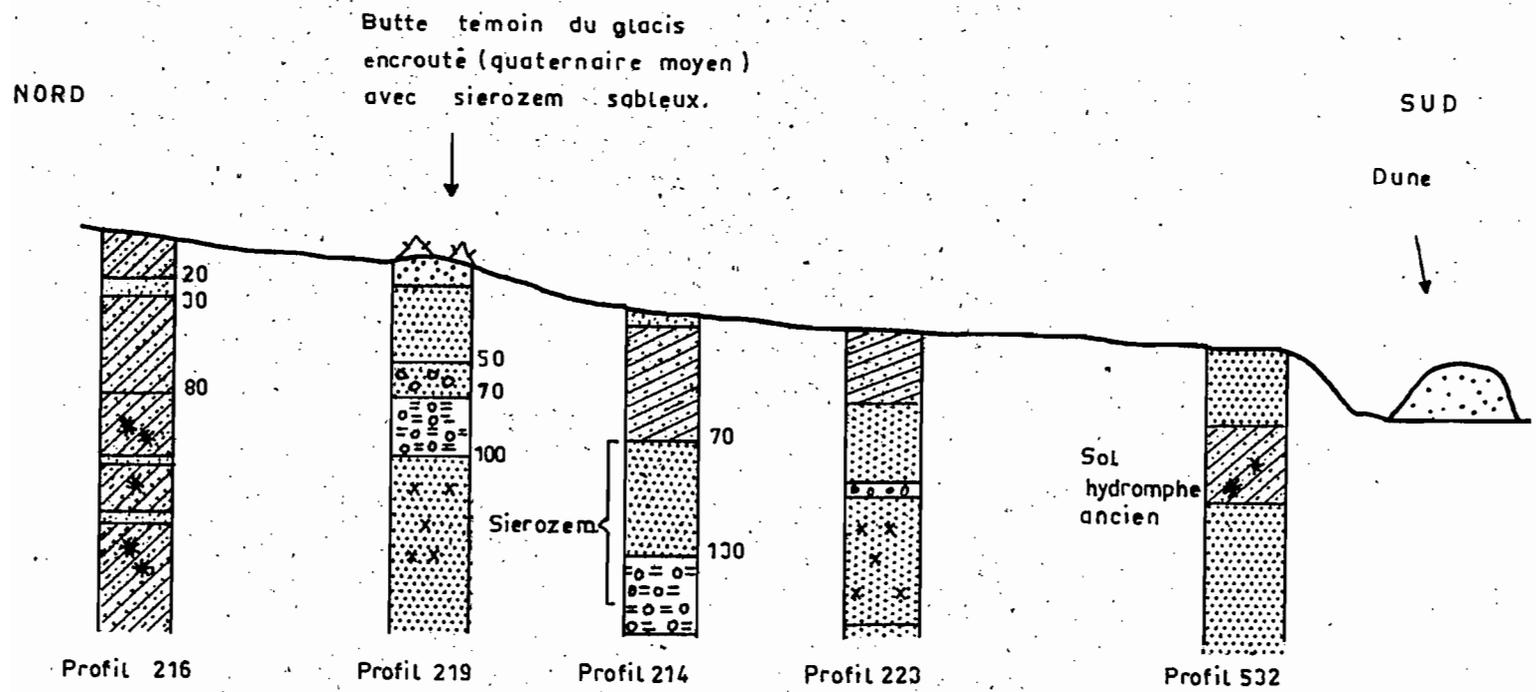
Profil 162

Profil 179

FIG 8 LES SOLS PEU EVOLUES DES PRINCIPALES ZONES D'EPANDAGE



④ OUED ZIREG



COUPE SCHEMATIQUE NORD-SUD

Horizons ract. alytiques	Texture grossière (S - SL - SA)	Texture moyenne (TE - LA)	Texture fine (AL)
argile %	5 - 18	18 - 32	32 - 45
+ L %	20 - 40	45 - 80	60 - 90
pH 2,5 - pF 4,2	3 - 8	7 - 11	10 - 12
densité app.	1,6	1,7	1,8
perméabilité cm/h	-	2 - 5	2 - 5
Ca %	15 - 25	20 - 30	20 - 40
Na %	0 - 1	0 - 1	0 - 1
mat.org. %	0,3 - 0,7	0,5 - 1,2	0,8 - 1,2
...	7,4 - 7,8	7,4 - 7,8	7,4 - 7,8

Tableau : Principales caractéristiques analytiques des horizons en fonction de la texture pour les sols du périmètre de Rocher de Sel (sols peu évolués d'apport alluvial).

Zone d'épandage de l'oued Korirech (2 500 ha environ).

Cette zone d'épandage présente des caractéristiques très intéressantes pour l'aménagement d'un périmètre :

- sols profonds à texture favorable (moyenne à fine), faiblement salés en profondeur (2 à 4 mmhos). Localement, dans les zones d'accumulation des eaux, au Nord Ouest, nous avons des sols plus argileux et plus salés (vertisols halomorphes avec salure allant jusqu'à 10 mmhos/cm en profondeur).
- pente faible et régulière (environ 0,5%).
- crues importantes en raison de la grande superficie du bassin versant de l'oued Korirech.

Actuellement, le système de canaux et dérivation est très insuffisant pour répartir les eaux de crues sur tout le périmètre disponible qui se prolonge aussi entre les dunes par une étroite dépression alluviale aboutissant à des zones plus salées au Nord.

Les rendements en céréales (blé dur et orge) sont très convenables (5 à 15 qx/ha très approximativement) mais variables suivant les années évidemment.

.../...

L'aménagement du périmètre permettrait une meilleure répartition des eaux pour les cultures de céréales (blé dur, orge) fourrages (vesce, orge ou pois fourragers et localement Atriplex). Cette zone (sauf les vertisols halomorphes) paraît la plus favorable pour essayer le pois de Sefrou à l'occasion d'un automne pluvieux. Les cultures arbustives sont à proscrire pour les zones à texture fine et même équilibrée (limono-argileux) mais elles pourraient être éventuellement essayées (oliviers) dans les zones amont où la texture est équilibrée et même presque grossière.

Tableau.

Principales caractéristiques analytiques des horizons en fonction de la texture pour les sols du périmètre de l'oued Korirech (sols peu évolués d'apport alluvial et vertisols halomorphes).

Horizons Caractéristiques	Texture moyenne (TE - LA)	Texture fine (AL - A)
A %	20 - 30	32 - 46
A + L %	45 - 85	80 - 90
pF 2,5 - pF 4,2	7 - 10	10 - 13
Densité apparente	1,8	-
K menin (cm/h)	3-8	3 - 5
CO <sub>3</sub> Ca %	20 - 35	30 - 35
Gypse %	0 - 1	0 - 2
Matière organique %	0,5 - 1,3	0,5 - 1,3
pH	7,4 - 7,7	7,4 - 7,7

• Zone d'épandage de l'oued Zireg (2 000 ha environ).

Il s'agit en fait de la zone d'épandage de plusieurs oueds dont le plus important est l'oued Zireg. Ils entaillent en amont les argiles sableuses du Miopliocène (Oum Terfes) pour déposer en aval des alluvions à texture moyenne avec des strates à texture plus grossière.

La surface d'épandage présente une pente relativement élevée de 0,5 à 1,5% et l'on peut noter localement des vestiges du glacier encroûté (avec sols sableux de type sjiérozems) qui a été soit érodé soit recouvert (cf. fig. 8). En bordure des dunes, les alluvions recouvrent le niveau hydromorphe ancien.

.../...

La texture des sols peu évolués d'apport alluvial intéressant la zone d'épandage est favorable pour les cultures annuelles (céréales). De plus, la salure ne dépasse pas 2 mmhos/cm aussi bien en profondeur qu'en surface (sauf dans la zone Nord-Ouest en bordure des sols salés à alcalis de Dar Guendou<sup>\*</sup>). Les cultures arbustives ne sont pas à envisager en raison de l'hétérogénéité de la texture avec de plus une insuffisance probable des réserves hydriques du sol pendant la saison sèche.

Mais le principal problème est évidemment l'aménagement du périmètre d'épandage. En ce qui nous concerne, il convient d'insister sur la nécessité d'établir un "quadrillage" des parcelles avec le sparte (*Lygeum spartum*) en raison de la pente et de la battance des sols.

horizons Caractérist.	Texture grossière (S - L)	Texture moyenne (TE - L - LA)
A %	5 - 12	12 - 30
A + L %	10 - 20	45 - 85
pF 2,5 - pF 4,2	4 - 6	6 - 12
K Henin cm/h	-	2 - 4
CO <sub>3</sub> Ca %	6 - 12	20 - 35
Gypse %	0 - 0,5	0 - 0,5
Mat.org. %	0,2 - 0,7	0,5 - 1,1
pH	7,4 - 7,8	7,4 - 7,8

Tableau : Principales caractéristiques analytiques des horizons en fonction de la texture pour les sols de la zone d'épandage de l'oued Zireg (sols peu évolués d'apport alluvial).

: Oued Mesrane.

La zone d'épandage de l'oued Mesrane est très différente des précédentes en raison de la salure des sols : sols peu évolués halomorphes devenant vers l'aval des sols nettement salés et même très salés en bordure du Zahrez.

Il existe d'ailleurs tout un système plus ou moins abandonné de petits ouvrages et surtout seguias pour étaler les crues. Il serait intéressant d'étudier la possibilité d'aménager un périmètre d'épandage qui serait réservé aux plantations d'Atriplex et à l'orge.

.../...

• Conclusion.

En plus de Rocher de Sel, deux périmètres d'épandage de crue seraient à étudier et réaliser : oued Zireg et surtout oued Korirech. Dans ces zones, il est possible d'essayer d'introduire en plus des céréales des fourrages annuels (pois fourragers par exemple); les cultures arbustives ne peuvent être retenues. Au point de vue techniques culturales les labours profonds sont intéressants (réserves en eau). La mécanisation aura aussi pour avantage de traiter rapidement de grandes surfaces pendant les périodes souvent courtes où l'état du sol convient le mieux. L'implantation d'espèces pérennes (Sparte, Atriplex, Tamarix selon le cas) en bordure des parcelles et le long des séguias nous paraît intéressante.

De plus, tout essai de fertilisation (engrais organiques ou minéraux) devrait apporter des améliorations sensibles. Quoiqu'il en soit, il est évident de dire que les cultures en épandage de crues sont très difficiles à conduire et à réussir.

+ Travaux de petite hydraulique.

Il s'agit de travaux très divers intéressant soit les zones amont des oueds (Aménagement des micro-bassins versants) soit les zones aval (zones d'épandage).

- Aménagement des micro-bassins versants.

Dans leur partie amont les oueds collectent une multitude de petits thalwegs (vallées à fond plat) qui peu à peu s'élargissent et se creusent (ravines) pour former le lit encaissé de l'oued et déboucher ensuite dans une zone d'épandage.

L'eau collectée en amont peut être utilisée soit dans les petits thalwegs (système de barrage en cascades) soit vers l'aval dans les zones d'épandage par des barrages de dérivation qui étalent les eaux de crues.

Dans certains cas, il peut être intéressant d'augmenter la quantité d'eau collectée en amont. Il convient donc d'aménager un impluvium où le ruissellement sera maximum avec un système de petits collecteurs qui concentrent les eaux de pluie au fond de la vallée. La destruction du couvert végétal et l'épierrage favorisent le ruissellement. Evidemment, ce système n'est valable que si la pente n'est pas trop forte et surtout si le sol résiste bien à l'érosion (sols à croûte calcaire par exemple). De tels procédés sont appliqués depuis longtemps aussi bien en Tunisie (Meskats de la région de Sousse pour les oliviers que dans toute la steppe algérienne où le plus souvent un simple sillon de charue canalise les eaux de ruissellement dans la petite dépression cultivée en céréales.

.../....

Dans les petites vallées à fond plat (ou faiblement ravinées) il est possible de construire une série de barrages (pierre sèche, terre, gabions) de plus en plus élevés de l'amont vers l'aval avec un système de déversoir. Leur rôle dans la rétention de l'eau et du sol n'est plus à démontrer mais la réalisation pratique sur le terrain n'est pas toujours facile. Ce sont les Jessours du Sud Tunisien. Ainsi, au Nord du Zahrez Gharbi, sur le glacis polygénique encroûté du quaternaire ancien et moyen, un tel système pourrait être très intéressant en installant des cactus (cf. chapitre précédent sur les cultures) avec des céréales et lorsque le sol est suffisamment profond des pistachiers.

Dans l'Atlas Saharien, par contre, il ne pourra y avoir que les deux dernières spéculations (Pistachier et céréales) en raison du climat. Si tous les ruisselets et petits cours d'eau, en tête du bassin versant sont ainsi aménagés, les crues risquent d'être un peu moins brutales et peut être encore sera-t-il possible de faire en aval quelques barrages de ce type dans le lit raviné de l'oued ? Dans de nombreux cas aussi le "chevelu" de l'amont du bassin versant se trouve dans le djebel (forte pente, cailloux et blocs abondants etc) et de tels travaux ne sont pas possibles ou d'une autre nature (re-forestation, DRS etc..).

En définitive, il convient de rechercher et d'aménager en premier lieu toutes les petites vallées et thalwegs à fond plat ou faiblement ravinées situées à l'amont des bassins versants ou en tête des affluents.

Dans la zone, où l'oued creuse, il est illusoire, pour le moment, de vouloir construire des barrages (gabions par exemple). La première crue emportera ou contournera l'ouvrage.

Par contre, vers l'aval, lorsque la pente diminue, l'étalement des crues devient possible avec les barrages de dérivation et l'on arrive ainsi à la zone d'épandage.

#### ➤ Aménagement des zones d'épandage.

Le plus souvent ces zones d'épandage sont utilisées pour les cultures de céréales et de nombreux ouvrages installés depuis longtemps permettent une meilleure utilisation de l'eau. Très souvent aussi, ils ne résistent pas aux fortes crues ou sont peu efficaces. Chaque oued devient un cas particulier qu'il faudrait envisager séparément.

Nous ferons simplement un rapide inventaire des principaux types de zones d'épandage:

- Le long du piémont de l'Atlas Saharien on peut noter trois zones d'épandage où les sols présentent une

...../.....

texture moyenne à fine convenable pour les céréales.

- . Aval d'Aïn Dorbane (Oued Serroudj ) la profondeur du sol est limitée par la présence d'une croûte calcaire entre 40 et 100 cm dans la zone amont. Vers l'aval, l'horizon de surface de texture moyenne (texture équilibrée à sablo-argileuse) repose sur des horizons sableux, son épaisseur diminue peu à peu et il disparaît complètement plus au Nord (Daiet Djeloub). Au point de vue analytique, la différence pF 2,5 - pF 4,2 se situe entre 6 et 8% pour une densité apparente voisine de 1,6 (Profils 31 et 32).
- . Les deux autres zones sont encore moins importantes et se situent au Nord des deux djebels gréseux (Touicha et Kef Oudei Souf) et présentent des caractéristiques analytiques analogues (Profils 182 - 183).

: Zone av le de l'oued Faïd el Djem el. Il s'agit en fait d'une zone d'accumulation et de décantation des eaux de crue de l'oued Faïd el Djemel à l'Est des Terres Blanches Les sols (vertisols halomorphes) présentent une texture fine argileuse avec une forte capacité de rétention (pF 2,5 - pF 4,2 = 16 - 17%) et une certaine salure (2 à 7 mmhos/cm). Ils conviennent très bien au blé dur et à l'orge. En année favorable, les rendements sont certainement parmi les meilleurs de tout le bassin du Zahrez Gharbi.

: Zones d'épandage à texture grossière.

L'oued Gaïga (et autres petits oueds voisins) constitue en fait une grande zone d'épandage. Les sols peu évolués d'apport alluvial présentent une texture grossière (sablo-limoneuse et sablo-argileuse) avec une strate légèrement plus fine (texture équilibrée) vers la surface ou à faible profondeur. La salure est toujours inférieure à 2 mmhos/cm.

horizons ac- istiques	Texture grossière (SL et SA)	Texture moyenne (TE)
A %	12 - 18	18 - 24
A + L %	15 - 35	45 - 55
pF 2,5 - pF 4,2	5 - 8	10
(Henin (cm-a))	4 - 6	4 - 6
CO <sub>3</sub> Ca %	15 - 25	20 - 25
ypse %	0	0
lat.org.%	0,3 - 0,6	0,7 - 1,0
na	7,6 - 7,8	7,6 - 7,8

Tableau : page précédente.

Principales caractéristiques analytiques des horizons en fonction de la texture pour les sols de la zone d'épandage de l'oued Gaïga.

En raison de la pente (1%) le ruissellement peut être important surtout lorsque l'horizon à texture équilibrée (et même sablo-argileux) apparaît en surface (phénomènes de battance). Les céréales cultivées actuellement ne donnent que des rendements faibles car la capacité de rétention en eau du sol n'est pas suffisante d'autant que souvent l'horizon de surface est sablo-limoneuse ou sableux (recouvrement éolien).

Il convient donc, non seulement d'aménager l'épandage des crues (barrages, seguias etc) mais de lutter contre le ruissellement en améliorant l'infiltration des eaux de pluie. Pour cela, on pourra donc établir un quadrillage avec le sparte (*Lygeum spartum*) et/ou le cactus que l'on installera sur de petites levées de terre (diguettes) perpendiculaires à la ligne de plus grande pente et distantes d'une dizaine de mètres. Dans les intervalles, les cultures de céréales sont possibles, mais en raison de la texture, il semble bien qu'une des solutions serait de laisser la végétation steppique se réinstaller (Armoise blanche).

Le long du piémont de l'Atlas Saharien on retrouve ainsi plusieurs petites zones d'épandage à texture grossière (localement sablo-caillouteuses). Elles peuvent également être envisagées dans cette optique d'amélioration de parcours avec cactus.

• Zones d'épandage avec sols halomorphes de texture moyenne à fine.

Il s'agit essentiellement des zones salées situées au Nord du cordon dunaire, dans le prolongement plus ou moins direct des zones d'épandage du piémont de l'Atlas Saharien.

Elles reçoivent donc un appoint d'eau, venant de l'amont, très variable et pouvant être assez abondant (oued Melah, Mesrane). De plus, en raison de la battance des sols et de la pente (jusqu'à 0,5 - 1% parfois) une grande quantité d'eau de pluie est perdue par ruissellement. D'autre part, la nappe phréatique (entre 2 et 6 m environ) contribue à maintenir une certaine salure et surtout humidité très favorable au développement d'*Atriplex halimus* en particulier.

On peut donc envisager la plantation d'Atriplex avec céréales (orge) suivant le type d'aménagement proposé pré-

.../...

cédemment (cf. page 124) qui permet d'utiliser au maximum les eaux de ruissellement (crués et ruissellement proprement dit) et de la nappe phréatique. Les zones les plus favorables restent évidemment celles qui correspondent au sous-groupement à *Atriplex halimus* (groupe à *Salsola tétrandra* et *Agropyrum orientale*). Quand au groupement typique *Salsola tétrandra* et *Agropyrum orientale*, il conviendrait moins bien à cause de la salure et de la nappe souvent plus profonde.

En définitive, les travaux de petite hydraulique sont très variées : aménagement des thalwegs avec barrages, des zones d'épandage avec dérivations et seguias, améliorations de l'infiltration des eaux de pluies avec quadrillage végétal et diguettes, labours profonds etc..

Tous ces travaux sont déjà réalisés partiellement en de nombreux endroits. Ils pourraient être davantage généralisés et complétés. De plus, si leur efficacité est liée à une bonne conception et une bonne réalisation, elle dépend aussi du fait qu'il est absolument nécessaire d'implanter une végétation pérenne (*Sparte*, *Cactus*, *Atriplex* etc..) pour assurer la solidité des ouvrages et leur rentabilité. En effet, jusqu'à présent, de tels aménagements n'ont pour but que les cultures de céréales (très mal adaptées à certains sols de texture grossière) alors qu'ils sont à la base de la création de réserves fourragères (*cactus* et *Atriplex*), de cultures arbustives (*Pistachiers*), de céréales évidemment et dans certains cas d'amélioration de parcours.

## 2. Utilisation de la nappe phréatique.

L'éventail des cultures possibles est beaucoup plus large qu'en "sec". Cependant les contraintes climatiques (températures, vent) subsistent ainsi que la salure et la quantité d'eau disponible.

### a - Atlas Saharien.

Dans cette zone, il existe de nombreux jardins irrigués avec l'eau peu salée des sources d'Aïn Mabed, Zmila, Fortassa etc..). Les cultures sont assez variées avec en particulier des arbres fruitiers (poiriers, pommiers, abricotiers, etc..) qui peuvent avoir des rendements intéressants. Il est certain qu'une exploitation plus rationnelle (choix des plants, taille, entretien, fumure, etc..) permettrait d'obtenir des résultats accrus.

L'amélioration du système d'irrigation est également à envisager (canaux étanches, répartition de l'eau etc..).

Au point de vue sol, certaines parcelles installées sur des zones avec un horizon limitant proche de la surface et parfois affleurant (croûte ou encroûtement calcaire,

.../...

encroûtement gypseux) ne conviennent pas aux cultures, surtout arbustives. Les sols peu évolués d'apport alluvial à texture moyenne (ou grossière) sont à choisir en priorité : terrasse récente de l'oued Melah, zones d'épandage des petits oueds. Les siérozems sableux avec encroûtement calcaire entre 40 et 100 cm de profondeur peuvent également convenir (dépressions avec jujubiers dans la zone du Miopliocène).

b - Bassin du Zahrez Gharbi.

L'eau utilisable est ici celle de la nappe phréatique superficielle plus ou moins profonde et plus ou moins salée. Déjà de nombreux puits permettent certaines cultures maraichères, fourragères et arbustives dans des jardins de superficie restreinte (quelques ares le plus souvent).

Les principales cultures sont : blé, orge, oignons, piments, cucurbitacées, tomates, pomme de terre, luzerne, abricotiers, figuiers, pêcheurs, etc...

La salure de l'eau utilisée ne dépasse généralement pas 3 g/l de résidu sec.

Il serait indispensable de prévoir une étude complète de ces nappes (profondeur, salure et débits disponibles). La carte de la nappe phréatique fait apparaître plusieurs zones où la salure est inférieure à 3 - 5 g/l) : cordon dunaire, Zaafrane et oued Mesrane, Nord de la Daiet el Atchana, etc.. (cf. Chapitre II).

+ Eau non ou peu salée (RS 3-5 g/l).

Dans la zone du cordon dunaire, la nappe n'est pratiquement pas salée (de 0,2 à 3 g/l) avec un faciès chimique sulfaté à chloruré sulfaté, donc facilement utilisable d'autant que les sols sont sableux.

Les principales cultures possibles sont donc les cultures maraichères (cucurbitacées, pomme de terre, oignons, tomates etc), fourragères, (luzerne), et arbustives (abricotier, lorsque la nappe est à plus de 1 m de profondeur).

L'installation de ces jardins de type familial n'est pas facile en raison des difficultés d'accès (topographie dunaire) et de réalisation des puits (tranchées drainantes lorsque la nappe est peu profonde ou puits classiques). Il est indispensable de prévoir des brise-vent pour lutter contre les ensablements (Tamarix, peuplier blanc).

Ailleurs (Zaafrane, oued Mesrane etc.) l'eau est généralement plus salée (RS compris entre 2 et 5 g/l, souvent plus) et plus chlorurée. Les sols devront donc avoir une texture grossière (sableuse, sablo-limoneuse, sablo-ar-

..../...

gileuse) éventuellement moyenne (texture équilibrée). Quoiqu'il en soit, il ne peut s'agir ici aussi que d'une exploitation de type familial comprenant un puits avec motopompe et bassin réservoir pour une superficie de quelques ares (quelques hectares au maximum) avec des cultures maraichères, fourragères et arbustives. Des travaux de nivellement et drainage sont à prévoir également. Lorsque l'eau devient plus salée (RS de 4 - 5 g/l) l'éventail des cultures se réduit aux plus résistantes à la salure (carotte, oignons, asperges, luzerne, sorgho, betteraves fourragères) alors que les sols doivent être de plus en plus sableux. Nous citons les asperges car elles peuvent supporter des salures encore plus élevées (jusqu'à 6 - 7 g/l en Tunisie) sur des sols sableux, bien drainés, et qu'éventuellement elles pourraient être utilisées pour la conserve (trop tardives à cause du climat).

D'autre part, l'installation de rideaux brise-vent est une nécessité absolue qui devrait précéder en principe la mise en culture. (Tamarix, Eucalyptus, roseaux, etc).

+ Eau salée (3-5 g/l < RS > 10-12 g/l).

Elle peut servir à l'irrigation de démarrage des plantations d'Atriplex (cf. page 125).

+ Nappes profondes.

Les zones favorables (topographie, sols) pour la création de périmètres d'irrigation permanente ont été repérées et indiquées sur la carte.

Ceci devrait permettre, après l'étude hydrogéologique, d'orienter l'implantation de forages éventuels et une cartographie plus détaillée des sols pour l'irrigation.

### C. PARCOURS.

D'une façon générale, l'ensemble de la zone (sauf les forêts domaniales et les jardins irrigués) est soumise au pâturage d'une grande variété d'animaux (ovins, dromadaires, bovins, caprins, équidés) qui ratissent et piétinent la couverture végétale. Celle-ci se dégrade peu à peu d'autant que les labours accentuent sa disparition où l'apparition d'espèces nouvelles non alibiles. Le plus souvent, les animaux ne trouvent pas une nourriture suffisante durant la saison sèche (été et automne selon la pluviométrie) alors qu'au printemps, il y a abondance d'espèces annuelles qui ne sont pas toujours bien utilisées et se dessèchent rapidement.

De plus, la mise en évidence et l'étude des groupements végétaux ou des types de parcours n'est pas facilitée

.../....

dans ces zones profondément marquées par l'action de l'homme. Néanmoins, il est possible, avec aussi l'étude pédologique, de distinguer des zones dont l'aptitude principale ne peut être que le parcours et non des terres de cultures définies précédemment ou des zones forestières.

Nous ferons d'abord un assez bref rappel des principales plantes ayant un intérêt pastoral pour aborder ensuite l'étude des différents types de parcours et de quelques aménagements susceptibles d'y apporter une certaine amélioration.

### 1. Les principales plantes pastorales.

Il s'agit d'un bref rappel qui n'a rien d'exhaustif et intéressant surtout le bassin du Zahrez Gharbi.

#### a - Graminées vivaces.

+ Stipa tenacissima (Alfa) forme des touffes compactes atteignant plus de 1 m de haut. L'alfa caractérise dans le bassin du Zahrez Gharbi, certains sous-groupements peu dégradés sur les glacis encroûtés. La densité est alors entre 4 et 7 000 touffes à l'ha. Pratiquement non pâturé, il peut, par contre, fournir un regain beaucoup plus tendre, s'il est fauché. Ses qualités nutritives sont alors deux fois supérieures (RODIN 1968).

+ Lygeum spartum (Sparte) ou "Sennag" est extrêmement abondant sur l'ensemble du bassin du Zahrez Gharbi, aussi bien dans les milieux halomorphes que sur les glacis encroûtés ou les terrains de culture. Ceci s'explique par son extrême robustesse et facilité d'adaptation d'autant que la plupart des sols contiennent un peu de gypse en surface ou en profondeur.

Il s'agit d'une graminée vert-bleuâtre en touffes assez compactes avec un rhizome rampant très robuste. La sparte ralentit son activité à la fin de la saison sèche pour repartir au début du printemps.

Au point de vue pastoral, il n'a qu'une valeur très moyenne à médiocre. D'autre part, il se multiplie facilement (graine, boutures) et son implantation dans les zones de ruissellement peut être très intéressante.

+ Aristida pungens ("Drinn").

C'est aussi une plante rhizomateuse à chaumes lisses pouvant dépasser 1 m de hauteur. Il s'agit de la plante typique du cordon dunaire et des zones ensablées. Son rôle essentiel est donc dans la fixation des sables mobiles. Elle est également consommée par les animaux

.../...

surtout au moment de la repousse et de la floraison à la fin du printemps.

+ Stipa parviflora "Adam".

Elle est très abondante sur les glacis encroûtés et accompagne le Sparte, l'Armoise blanche et Noaea mucronata. Très tendre et appréciée par les animaux, elle n'arrive que rarement à maturité dans les zones surpâturées. La graine est munie d'une arête et d'un rostre très pointu qui s'insinue dans la toison des moutons et pénètre même à l'intérieur de la peau.

Elle se présente comme de petites touffes de gazon isolées les unes des autres mais pouvant être abondantes.

Il en est de même pour deux espèces voisines qui seraient par contre plus psammophiles *Stipa lagascae* et *Stipa fontanesii*.

+ Cynodon dactylon "Nedjem".

C'est le chiendent local à tiges rameuses couchées, longues, enracinées aux noeuds; elles forment aussi des tiges souterraines. Il s'installe, généralement après les cultures dans les zones sableuses ou dans les bas fonds. Sa croissance est surtout estivale et il est très apprécié des animaux.

+ Imperata cylindrica "Diss".

Grandes graminées à tiges dressées de 30 à 60 cm et rhizome rampant. Le "Diss" se localise dans les dépressions inter-dunaires avec nappe phréatique peu profonde et peu salée.

+ Poa bulbosa qui forme de véritables pelouses sur les glacis encroûtés surpâturés.

b - Espèces steppiques vivaces.

+ Artemisia herba alba "Chih".

L'armoise blanche, la plus connue des plantes de la steppe, est un buisson de 20-40 cm de haut, suffrutescent et très polymorphe.

Elle est très localisée dans le bassin du Zahrez Gharbi en deux zones (à l'Est de l'oued El Menntel et à l'ouest de l'oued Korirech). Ceci est peut être dû à la texture sableuse de l'horizon de surface de nombreux sols, alors que l'Armoise blanche préfère les sols légèrement plus limoneux et même parfois battants en surface.

En raison de sa croissance très rapide au printemps, il est indispensable de laisser l'armoise se développer

.../...

et emmagasiner des réserves qui peuvent être utilisées par une pâture de préférence en été et en automne (RODINE 1968).

+ Noaea mucronata "Choprouk".

Il s'agit d'un petit arbrisseau (buisson) à tiges dressées, plus ou moins épineuses au sommet (20-40 cm de haut). C'est une chénopodiacee bleu verdâtre, caractéristique des sols superficiels avec croûte ou encroûtement calcaire proche de la surface (0 - 40 cm).

Les moutons consomment assez facilement cette plante surtout à la fin du printemps, avant que les tiges ne soient trop indurées.

+ Helianthemum lippii "Reguig".

Cet hélianthème se présente comme une plante en buisson inbriqué ne dépassant guère 50 cm avec de petites feuilles plus ou moins linéaires et oblongues.

Il est typique des sols sableux assez profonds et constitue une des meilleures plantes pastorales de ces sols.

+ Helianthemum hirtum "Zef Zef".

Il s'agit ici d'un hélianthème à fleurs jaunes, très apprécié des animaux et caractéristiques des sols superficiels à croûte calcaire peu profonde (bassin du Zahrez et Atlas saharien).

+ Echiochilon fruticosum.

Plante ligneuse des sables cette borraginacée à fleurs bleues est aussi une plante très broutée. Il en est de même pour une labiée vivace typique du cordon dunaire : Marrubium deserti.

+ Anabasis oropediorum "Ajerem".

Ce petit sous-arbrisseau est une chénopodiacee que l'on rencontre au Nord du Zahrez Gharbi sur le glacis polygémique. Les rameaux articulés de couleur vert foncé à bleu verdâtre ne fructifient presque jamais car ils sont très facilement broutés.

+ Plantago albicans "Lelma": est un petit plantain à feuilles plus ou moins allongées, velues et argentées. Dès qu'un voile de sable éolien de quelques centimètres recouvre la surface du sol, le plantain s'installe abondamment.

+ Onobrychis argentea.

Il s'agit d'un sainfoin (légumineuses) à feuilles argentées et fleurs purpurines que l'on trouve uniquement

dans l'Atlas saharien sur les glacis encroûtés en compagnie d'*Helianthemum hirtum* (Zef Zef).

Citons encore :

- *Argyrolobium uniflorum*, *Astragalus caprinus* et *Hippocrepis scabra*, (légumineuses).
- *Retama retam* "Rtem" et *Sarcocolla aurea* "zaatar" sous arbrisseaux que l'on rencontre dans les sables du cordon dunaire.
- *Thymus hirtus*.
- *Noletta chrysocoma*, *Malcolmia aegyptiaca* (dunes).

Pour terminer, nous citerons quelques espèces steppiques, vivaces, de très faible ou aucune valeur pastorale, mais importantes par leur abondance et leur facilité d'installation en certains milieux.

- + *Artemisia campestris* "Dguouft".

L'armoïse champêtre est un sous-arbrisseau pouvant atteindre facilement 1 m de haut. Elle affectionne les sols de texture grossière en surface et surtout les jachères où elle peut devenir très abondante. Elle est légèrement broutée.

- + *Thymelea microphylla* "Metnen".

Sous-arbrisseau liguleux à tige très ramifiée et argentée avec de très petites feuilles, il caractérise les sols sableux profonds ou même simplement un recouvrement éolien de quelques centimètres. Il accompagne très souvent le Reguig (*Helianthemum lippii*) et il est légèrement pâturé (chèvres de préférence).

- + *Thymelea virgata*.

C'est une plante à souche vivace et tige herbacée simple ou à peine ramifiée pouvant atteindre 50 - 60 cm, généralement moins. Elle colonise les sols avec un recouvrement sableux plus ou moins mobile et faiblement salé (2 à 4 mmhos/cm) comme au Sud-Ouest d'Hassi Bahbah par exemple).

- + *Peganum harmala* "Harmel", *Thapsia garganica* "Bou Nefa" etc...

#### c - Espèces halophiles vivaces.

Nous ne reviendrons pas sur les *Atriplex* : *Atriplex halimus* et *Atriplex glauca*, mais nous soulignerons la présence d'une troisième espèce : *Atriplex portulacoïdes* que l'on rencontre dans les sols très salés avec nappe phréatique proche de la surface. Il semble que les dromadaires

consomment cette espèce dont le système végétatif relativement réduit n'offre cependant pas un grand intérêt. Il faudrait évidemment le vérifier.

+ Salsola vermiculata var villosa "Ousrif".

Chénopodiacée vivace, ce sous-arbrisseau est une plante très intéressante au point de vue pastoral. Elle caractérise les sols peu salés, faiblement gypseux et de texture variable.

+ Salsola tetrandra "Djil".

L'écologie de *Salsola tetrandra* est très différente : sols salés à très salés de texture généralement fine et moyenne.

+ Suaeda fruticosa "Bou Grira".

Cette espèce de soude vivace affectionne les sols salés à très salés, plus ou moins gypseux, avec nappe phréatique proche de la surface.

Ces trois espèces, avec *Atriplex halimus*, sont les principales plantes pastorales des sols salés. Elles ont en commun aussi de conserver, pendant toute la saison sèche leurs qualités nutritives, ce qui leur permet de pouvoir être consommées au moment où les autres parcours ne sont plus intéressants (Eté-Automne).

+ Aeluropus litoralis.

C'est le "chiendent" des sols salés. Il ne semble guère broûté par les animaux.

Les autres espèces d'halophiles vivaces sont : *Arthrocnemum indicum*, *Salicornia arabica*, *Halocnemum strobilaceum*, *Spergularia marginata*. Il s'agit alors de parcours spécialisés pour les dromadaires exclusivement.

d - Principales espèces annuelles.

Toutes ces espèces annuelles apparaissent généralement au printemps ou à l'occasion d'une pluie plus ou moins importante. Leur cycle végétatif est très court, elles produisent des graines et se dessèchent très rapidement perdant ainsi l'essentiel de leurs qualités nutritives. Leur consommation par les troupeaux est donc bien limitée dans le temps.

Nous rappellerons simplement le nom des principales espèces :

- graminées annuelles :

Graminées psammophiles (*Koeleria pubescens*, *Schismus*

.../...

barbatus, Cutandia divaricata, Ctenopsis pectinella, etc), Aegylops ovata etc...

- Légumineuses annuelles :

Quelques luzernes (Medicago truncatula, Medicago minima), des astragales (Astragalus cruciatus, etc), Vicia monantha (vesce sauvage), Lotus pusillus, Trigonella polycerata.

- Crucifères : Eruca vesicaria (Roquette)  
Enarthrocarpus clavatus "Medad" etc.

- Autres espèces : Launea resedifolia,  
Reseda sp, Launea nudicaulis.

En fait, la flore des annuelles est extrêmement abondante mais leur valeur pastorale, mal connue pour certaines espèces, est souvent faible ou nulle. Certaines sont même toxiques et dangereuses pour les animaux.

2. Types de parcours.

Nous avons distingué les types de parcours en fonction de leur période d'utilisation et également de leur nature (stepiques ou halophiles).

a - Parcours d'utilisation quasi-permanente (surtout printanière).

Il s'agit ici des parcours sur les sols de texture grossière, plus ou moins profonds et parfois très salés en profondeur. Les principales plantes pastorales sont :

- les psammophilés annuelles toujours abondantes et devant être pâturées au printemps et plus généralement après toute saison pluvieuse importante.
- des espèces vivaces différentes suivant la nature du sol en profondeur.

• Parcours à "Reguig" sur les sols sableux, profonds, à topographie dunaire (microdunes, nebkhas, micro-nebkhas) et très sensibles à l'érosion éolienne. Les labours ont un effet désastreux pour des rendements en céréales dérisoires, outre Helianthemum lippii (Reguig) on note la présence d'autres espèces vivaces : Aristida pungens (Drinn), Cynodon dactylon, Marrubium deserti etc.. Localement de tels parcours sont favorables à la création de réserves fourragères : Plantation de cactus en lignes.

• Parcours à Noaea mucronata et Stipa parviflora,

Sur les sols de texture grossière peu profonds avec croûte calcaire entre 0 et 40 cm. Il s'agit des glaucis encroûtés du quaternaire ancien et moyen. Les

.../...

cultures de céréales y occupent une grande superficie pour des rendements très médiocres avec reprise de l'érosion éolienne.

Le Sparte (*Lygeum spartum*) est abondant avec *Stipa lagascae*, *Stipa fontanesii*, etc.. et localement *Aristida pungens* et *Heliinthemum lippii*.

La création de réserves fourragères (cactus) se limite à certaines zones comme les thalwegs (aménagement de micro-bassins versants).

• Parcours à *Salsola vermiculata* var *villosa*.

Sur les sols de texture généralement grossière, salure et teneur en gypse variable. En profondeur, la salure augmente et l'on peut avoir aussi un encroûtement gypseux de nappe avec nappe phréatique peu profonde.

La topographie est irrégulière avec micronebkhas et même microdunes, localement, quelques cultures de céréales, accentuent encore l'érosion éolienne.

Les principales espèces sont : *Atriplex halimus*, *Salsola tetrandra*, *Suaeda fruticosa* etc...

Il est possible localement d'envisager la plantation d'*Atriplex halimus*.

En définitive, ces parcours ont en commun :

- La présence d'un horizon sableux plus ou moins épais en surface permettant une bonne couverture d'espèces annuelles.
- La présence de plantes vivaces intéressantes du point de vue pastoral mais trop facilement détruites par la culture des céréales qui sont totalement inadaptées à un tel milieu (texture grossière, topographie irrégulière, sols souvent peu profonds, ou très salés à faible profondeur).

Il conviendrait donc de limiter considérablement les cultures sur de tels sols pour permettre une régénération des espèces vivaces freiner l'érosion éolienne et obtenir de bons parcours (1).

b - Parcours d'utilisation hivernale et printanière.

Il s'agit des parcours à Alfa sur les glacis encroûtés ou les djebels d'altitude moyenne au Nord-Ouest du Zahrez Gharbi.

Les sols sont très peu profonds avec croûte calcaire entre 0 et 40 cm ou affleurements géologiques (calcaire dur, marnes).

(1) Remarque.

En été, sur les sols les plus sableux, le passage des troupeaux est rendu difficile à cause de la température très élevée (jusqu'à 50-60° et même plus) que peut avoir le sable à la surface du sol.

.../...

Il est bien connu que la steppe à Alfa ne constitue pas un parcours très riche d'autant que les espèces annuelles n'abondent pas de même que les vivaces comme l'Armoise blanche ou le "Zef Zef".

Les parcours à Alfa peuvent être considérés comme des parcours d'appoint durant l'hiver ou au printemps (pour les annuelles). La meilleure utilisation serait une exploitation de l'Alfa pour la cellulose et peut être aussi de continuer les essais de coupe pour obtenir un regain facilement assimilable et abondant.

c - Parcours d'utilisation estivale et automnale.

+ Parcours steppiques non halophiles.

On distingue schématiquement trois types de parcours :

- . Parcours à *Artemisia herba-alba*
- . Parcours à *Onobrychis argentea*
- . Parcours de dégradation forestière à Alfa.

- Parcours à *Artemisia herba-alba* sur les glacis encroûtés avec sols limono-sableux peu profonds (croûte calcaire entre 0 et 40 cm) et recevant localement des apports d'eau de ruissellement (thalwegs en particulier).

On note aussi la présence de *Noaea mucronata*, *Stipa parviflora*, *Lygeum spartum*, *Helianthemum hirtum* (Zef Zef) et un recouvrement variable d'espèces annuelles.

Si au printemps, il faut prévoir quelques passages du troupeau (pour les annuelles), il est bien préférable de n'utiliser ce parcours qu'en été et automne (Juin à Janvier) au moment où la plupart des autres parcours sont pratiquement épuisés. En effet, les principales espèces vivaces (*Artemisia herba-alba*, *Noaea mucronata*) conservent leurs qualités nutritives avec un bon développement donc une masse végétale appréciable.

- Parcours à *Onobrychis argentea*.

Ils se localisent dans l'Atlas Saharien sur les surfaces encroûtées avec des sols peu profonds et souvent cultivés (céréales).

Cette steppe très basse (pelouse) comprend également une assez grande densité de plantes pastorales intéressantes: *Helianthemum hirtum* (Zef Zef), *Noaea mucronata*, *Stipa parviflora*, *Lygeum spartum*, *Thymus hirtus*, *Stipa barbata* (graminée vivace) etc. *Hypocrepis scabra* (légumineuse vivace) etc.

Les espèces annuelles sont également relativement abondantes.

En raison de l'Altitude, la végétation est plus tardive que dans le bassin du Zaourez Gharbi. Il s'en suit un cer-

tain décalage pour les annuelles. Les espèces vivaces doivent aussi arriver à un stade suffisant avant d'être pâturées d'où une utilisation estivale et même automnale pour ces parcours sur lesquels on devrait restreindre les cultures de céréales.

- Parcours de dégradation forestière à Alfa.

Ce sont les parcours situés dans l'Atlas Saharien (djebels d'altitude moyenne, glacis encroûtés) avec une végétation de type matorral comprenant des arbustes (*Juniperus phoenicea*, *Rosmarinus tournefortii*, etc.) et des espèces vivaces (*Stipa tenacissima* dominant).

Généralement la reforestation de ces zones n'est pas très commode (pluviométrie, sols squelettiques, topographie) et leur utilisation comme pâturage d'appoint pendant l'été et l'automne ou zone d'exploitation de l'Alfa sont les seules possibilités de mise en valeur.

- Parcours steppiques plus ou moins halophiles.

Il s'agit essentiellement des parcours à *Atriplex halimus* sur des sols peu salés de texture grossière à moyenne avec un recouvrement sableux éolien (nebkhas et micro-nebkhas).

On peut avoir de magnifiques peuplements presque purs d'*Atriplex halimus* (bordure de l'oued Melah par exemple). Généralement *Salsola vermiculata* var *villosa* est aussi abondant avec parfois *Salsola tetrandra* et les psammophiles annuelles.

Ce type de pâturage, très proche de celui décrit précédemment à *Salsola vermiculata* doit être utilisé de préférence de Juillet à Novembre (cf. chapitre sur les cultures).

d - Parcours spécialisés.

Deux types principaux :

- Parcours des dépressions humides interdunaires.
- Parcours chotteux.

+ Parcours de dépressions humides interdunaires.

Dans ces dépressions, la présence d'une nappe phréatique peu salée et peu profonde (sols sableux à gley salés, parfois encroûtement gypseux de nappe) favorise une végétation abondante (fort recouvrement) avec des psammophiles annuelles et vivaces sur les microdunes auxquelles s'ajoutent des espèces hygrophiles : *Imperata cylindrica*, *Juncus maritimus*, *Pragmites communis* <sup>ou note localement des plantes</sup> fourragères intéressantes *Lotus corniculatus* (Lotier) *Agropyrum elongatum*.

L'utilisation de tels parcours est quasi-permanente en particulier pour les bovins et équidés. Il serait intéressant dans ces zones de faire des fauches pour améliorer la quantité et la qualité du fourrage.

.../...

+ Parcours chotteux.

Ce sont les parcours des zones les plus salées en bordure du Zahrez Gharbi et dans les dépressions.

On peut distinguer les parcours à *Salsola tetrandra* et *Suaeda fruticosa* et les parcours chotteux proprement dit avec *Suaeda fruticosa* *Arthrocnemum indicum*, *Atriplex portulacoïdes* etc...

- Les parcours à *Salsola tetrandra* et *Suaeda fruticosa* sur les sols très salés de texture fine, et moyenne dans les dépressions alluviales avec nappe peu profonde très salée. Les principales espèces pastorales restent *Salsola tetrandra* et *Suaeda fruticosa* avec aussi *Atriplex glauca*, *Atriplex halimus* (rare).

La meilleure période d'utilisation se situe en automne (été ou hiver selon la pluviométrie) avant les grandes pluies. Ce type de parcours convient essentiellement aux dromadaires et également aux moutons (*Salsola tetrandra* en particulier).

- + Parcours chotteux proprement dits en bordure du Zahrez Gharbi et Chergui. Les sols très salés et gypseux comportent une végétation exclusivement d'halophiles vivaces et annuelles : *Suaeda fruticosa*, *Arthrocnemum indicum*, *Salicornia arabica*, *Atriplex portulacoïdes*, *Aeluropus littoralis* etc..

Ce sont des parcours spécifiques pour dromadaires principalement.

e - Conclusions.

Cette étude rapide des principaux types de parcours permet de les situer dans le contexte local (relief, sol, plantes pastorales, cultures) et d'individualiser ainsi des milieux dont l'aptitude principale est le pâturage.

Il sera ainsi plus commode à un pastoraliste d'en étudier en détail les aspects, qualitatifs et quantitatifs : état actuel du parcours, production fourragère, pourcentage des cultures, rendements, évaluation des réserves fourragères, proposition pour une exploitation rationnelle, etc..

La classification des types de parcours en fonction de leur période d'utilisation, évidemment très discutable, a été choisie pour sa commodité toute relative d'ailleurs et surtout pour montrer toute l'importance de cette question dans une utilisation plus rationnelle des parcours qui englobera aussi les terrains de cultures.

3. Aménagement des parcours.

Il n'est pas de notre propos de traiter ici de l'aména-

gement général des parcours mais simplement de souligner quelques travaux d'aménagements possibles.

a - Boisements ruraux.

Avec ce terme nous avons regroupé en fait les rideaux brise-vent et les bosquets abris.

Les rideaux brise-vent ont pour but d'augmenter la "rugosité" au sol et limiter ainsi les transports de sable tout en favorisant la croissance des espèces végétales situées entre les bandes plantées. Autour des petites zones irriguées, les rideaux brise-vent servent également à la protection des cultures.

Les bosquets abris sont de petites plantations d'arbres destinées à procurer de l'ombre aux troupeaux en été et éventuellement fournir une certaine quantité de bois de chauffage.

Il est important de souligner la nécessité d'adapter le choix des plantations en fonction des conditions de milieu. Ainsi on peut envisager plusieurs types d'arbres : Pin d'Alep, Eucalyptus, peuplier blanc, Tamarix.

- . Le Pin d'Alep, très rustique, pourra être implanté sur les glacis encroûtés du quaternaire moyen (croûte calcaire peu épaisse et relativement perméable aux racines ou encroûtement calcaire). Il sera nécessaire de faire des trous de plantations pour briser en particulier la pellicule zonaire à la partie supérieure de la croûte calcaire.
- . Les eucalyptus sont à réserver aux sols plus profonds avec nappe phréatique peu salée et suffisamment profonde. Les eucalyptus de Zaafrane paraissent bien adaptés à un tel milieu et aussi au climat car ils sont généralement sensibles au froid.

Une plantation expérimentale pourrait être créée pour étudier le comportement d'autres espèces d'eucalyptus.

- . Le peuplier blanc quant à lui supporte bien la présence d'une nappe phréatique même un peu salée et peu profonde comme dans les dépressions humides interdunaires.
- . Le Tamarix évidemment est pratiquement le seul arbuste à pouvoir être envisagé dans les sols halomorphes, si abondants dans le bassin du Zahrez Gharbi.

b - Fixation des dunes.

Il s'agit d'un problème qui, en fait, ne peut être résolu. Tout au plus convient-il de limiter au maximum l'érosion éolienne dans l'ensemble du bassin du Zahrez Gharbi (limitation des labours, rideaux brise-vent, etc).

.../...

Au niveau du cordon dunaire, il est quand même possible de favoriser l'implantation de certaines espèces (Tamarix, Retama retam, etc), d'essayer le calligonum (mais le climat ne le permet peut être pas).

Au cours de cette étude, nous avons également envisagé d'autres aménagements possibles pour créer des réserves fourragères (cactus, Atriplex) et pour améliorer le rendement de certains parcours (aménagement des zones d'épandage avec des sols de texture grossière).

#### D. FORETS.

Dans l'Atlas Saharien on distingue schématiquement deux types de zones :

- Zones non boisées mais favorables au reboisement,
- Zones forestières avec aménagement possible de la forêt de pin d'Alep.

##### 1. Zones favorables au reboisement.

Ces zones actuellement non boisées présentent des facteurs favorables pour un reboisement éventuel après roo- tage et travaux de DRS :

- Au point de vue topographique, il s'agit de surfaces plus ou moins ondulées (collines, dépressions alluviales, localement pointements rocheux défavorables) donc assez accessibles pour les travaux mécanisés.
- Au point de vue sol, on a une gamme variée : sols peu profonds avec encroûtement ou croûte calcaire faiblement indurée et peu épaisse (entre 30 et 50 cm de profondeur), sols assez profonds sur marnes, sols profonds dans les dépressions alluviales.
- Au point de vue climatique, la pluviométrie dépasse largement 300 mm par an de moyenne étant donné l'altitude comprise entre 1 000 et 1 200 m environ.

Le Pin d'Alep et le cyprès constituent les deux essences principales à planter. Dans certains cas particuliers (sols à encroûtement gypseux comme au Sud du Djebel Drheima), le Pin d'Alep est nettement mieux adapté que le cyprès.

Si le reboisement est une utilisation possible de ces zones (en fait zone du Miopliocène pour une très large part) d'autres aptitudes aussi importantes existent :

- Utilisation comme parcours : Parcours de dégradation forestière à Alfa ou parcours à Onobrychis argentea d'utilisation estivale et automnale.
- Aménagement des micro-bassins versants (essentiellement thalwegs) pour la plantation de pistachiers et céréales.

.../...

- Exploitation de la nappe d'Alfa etc...

2. Aménagement de la forêt de Pin d'Alep.

Actuellement une grande partie de la zone forestière est protégée par l'Administration et de nombreux secteurs sont en cours d'aménagements divers (reboisements, coupe-feux, piste, etc).

La zone comprend les djebels Sahari, Kef Toual etc. séparés par des dépressions orientées O-E et SO-NE et souvent très cultivées (céréales). L'altitude (1 100 - 1 500 m) assure une bonne pluviométrie avec des gradients selon l'exposition.

La régénération naturelle du Pin d'Alep semble se faire assez facilement au-dessus de 1 200 m d'altitude (étage semi-aride inférieur). Il serait donc intéressant de procéder à un reboisement des plus hauts djebels (Kef Er Rkhma par exemple). Ceci n'est pas facile en raison de la topographie et surtout des affleurements rocheux qui laissent ainsi peu de place au sol disponible.

Dans les dépressions, les travaux mécanisés peuvent localement précéder le reboisement.

L'organisation d'un véritable parcours forestier avec une réglementation stricte respectant les parcelles en régénération et tenant compte des périodes de végétation des arbres mis en défens pourrait être un appoint intéressant pour les troupeaux et en particulier pendant l'été. De plus, les propriétaires riverains y trouveraient un certain intérêt.

E. CARTE D'APTITUDES DU MILIEU POUR LA MISE EN VALEUR ET TABLEAU RECAPITULATIF. (Collaboration H.N. LE HOUEYOU).

Classiquement la carte pédologique est accompagnée de deux cartes d'aptitudes des sols en sec et en irrigué. Il est certain que pour cette étude on ne peut adopter une telle solution. En effet, nous avons pu constater que l'aptitude des sols constitue simplement un des facteurs du milieu conditionnant la mise en valeur à côté du climat, de la végétation, des ressources en eau, du milieu humain. Ceci n'a rien d'original mais dans les zones steppique, proches des régions désertiques, tous ces facteurs sont encore plus interdépendants et les possibilités limitées. C'est d'ailleurs pour cela qu'il nous a été indispensable d'étudier les groupements végétaux par exemple.

Nous avons distingué dans la légende :

- Les aptitudes principales (parcours, cultures, forêts).
- Les autres aptitudes et travaux d'aménagements.

Les couleurs d'impression sont données par les aptitudes

../....

principales :

- Vert pour les parcours.
- Jaune pour les cultures.
- Brun pour les forêts.
- Blanc pour les zones non utilisables (dunes, agglomération).

Les parcours à dominance d'halophiles sont soulignés par une trame de points blancs. Pour certaines zones : (n° 60 à 64) possédant deux aptitudes principales : reboisement ou parcours, la teinte de fond du reboisement est surchargée par une trame de points colorés en vert (parcours d'utilisation estivale et automnale.

Les autres aptitudes et travaux d'aménagement sont indiqués par des symboles :

- + Cactus sur parcours et cultures : symbole en trait noir.
- + Utilisation de la nappe phréatique :
  - Symboles bleus (nappe peu profonde).
  - Hachures bleus par les zones favorables à la création de périmètre d'irrigation permanente (nappe profonde).
- + Utilisation des eaux de ruissellement :
  - Symboles bleus.
- + Aménagement des parcours :
  - Boisements ruraux : symboles pleins en noir etc...

Enfin chaque zone est affectée d'un numéro d'ordre qui se rapporte à un tableau récapitulatif ci-joint :

Ce tableau, outre le numéro d'ordre comprend les rubriques suivantes :

- Localisation.
- Superficie.
- Topographie - Situation géomorphologie
- Types de sols.
- Groupements végétaux.
- Utilisation actuelle.
- Problèmes de mise en valeur.
- Aptitudes principales.
- Autres aptitudes et travaux d'aménagements proposés.
- Estimation de la production fourragère en UF/ha/an.

Il s'agit d'une estimation très grossière qui ne s'appuie sur aucune mesure quantitative sur le terrain mais a pu être faite par M. H.N. LE HOUEIROU faisant référence à une grande expérience du milieu steppique et des mesures effectuées en Tunisie dans des conditions relativement analogues.

L'estimation est faite pour la production fourragère actuelle et potentielle après travaux d'aménagements (sans réserves fourragères ou avec réserves fourragères).

Le tableau ci-dessous résume les superficies et pourcentage :

	Superficie en ha	% de la surface totale
Parcours	131 555	51,4
Cultures	32 830	12,8
Reboisement ou parcours	29 900	11,7
Zone forestière	18 765	7,4
Zones non utilisables	42 950	16,7

.../...

VI

C O N C L U S I O N S

---

## VI. CONCLUSIONS.

L'étude agro-pédologique au 1/100 000 ème de la feuille Rocher de Sel, permet d'établir un certain nombre de conclusions générales sur les sols, la végétation et la mise en valeur.

### + Les sols.

- Dans l'Atlas Saharien, les sols, en relation étroite avec la nature des affleurements géologiques, sont généralement peu profonds et fortement érodés. Sous végétation forestière et même dans les zones de dégradation, la teneur en matière organique reste relativement élevée (> 2 %) pour ces sols évolués (Rendzines, sols bruns calcaires).
- Dans le bassin du Zahrez Gharbi, les principaux types de sols peuvent se regrouper de la façon suivante :

- Sols très peu profonds (ou profonds) avec croûte ou encroûtement calcaire. Ils se situent sur les glacis encroûtés du quaternaire ancien et moyen.

L'horizon au-dessus de la croûte (elle même souvent salée) est généralement de texture grossière, plus ou moins calcaire, parfois légèrement salé, avec un taux de matière organique toujours inférieure à 2 %. Au point de vue classification, il s'agit soit de siérozems, soit de sols bruns calcaires xériques qu'il faudrait définir avec plus de précision dans des travaux ultérieurs.

- Sols des zones d'épandage dont la texture varie en fonction de la nature du bassin versant en amont. Ils sont calcaires, peu ou pas salés : sols peu évolués d'apport alluvial.

- Sols salés.

Ils occupent une superficie étendue, avec une assez grande variété:

- Sols peu salés et très peu gypseux, sur alluvions de texture variable : sols peu évolués d'apport alluvial halomorphes.
- Sols salés à très salés, très peu gypseux sur alluvions de texture moyenne à fine avec nappe phréatique entre 2 et 6 m : sols à alcalis.
- Sols très salés, gypseux à encroûtement gypseux de nappe avec nappe proche de la surface et généralement très salée : sols salins.

- Sols sableux du cordon dunaire : sols minéraux bruts non évolués. Dans les dépressions interdunaires on peut noter la présence de sols hydromorphes à gley faiblement salés.

.../...

Cette grande variété montre aussi une relation étroite des sols avec leur situation géomorphologique.

De plus, le principal facteur d'évolution actuelle des sols est la nappe phréatique (hydromorphie et salure). L'érosion éolienne contribue aussi à décaper certains sols et en recouvrir d'autres. Il en est de même pour l'érosion hydrique mais les transports solides des crues restent relativement limités et surtout localisés.

#### + La végétation.

En comparant la carte pédologique et la carte des groupements végétaux on ne peut que constater des relations très étroites entre le sol et la végétation.

Les principales caractéristiques du sol qui interviennent sont : texture, profondeur, teneur en gypse, croûte ou encroûtement calcaire (entre 0 et 40 cm de profondeur pour la plupart des plantes), salure, présence d'une nappe phréatique (profondeur et salure etc..). Un certain nombre de groupes écologiques édaphiques ont pu être établis d'une façon assez précise de même que des données sur l'écologie d'espèces comme *Atriplex halimus*.

D'autre part, les différences climatiques extrêmement importantes entre le bassin du Zahrez Gharbi et l'Atlas Saharien ont pu être appréciées avec l'étude des groupements végétaux. Mais tout cela doit être encore précisé par de nouvelles observations à l'extérieur de la zone et des mesures complémentaires (pluviométrie et températures).

Le couvert végétal, très dégradé dans son ensemble par le surpâturage et les labours comporte de moins en moins d'espèces pastorales vivaces au bénéfice des espèces annuelles.

#### + La mise en valeur.

La mise en valeur est largement conditionnée par l'utilisation de l'eau (nappe phréatique et ruissellement). Ceci permet notamment :

- des cultures variées en irrigué,
- des céréales dans les zones recevant un appoint d'eau de ruissellement sur les sols de texture fine et moyenne,
- de constituer des réserves fourragères : cactus dans les thalwegs et zone d'épandage de texture grossière, *Atriplex* dans les zones plus ou moins salées avec nappe phréatique entre 2 et 6 m environ.

Cette utilisation demande en particulier :

- une étude hydrogéologique complète du bassin des Zahrez pour connaître les ressources des nappes profondes

.../...

disponibles pour la création de périmètres irrigués sur les sols favorables que nous avons repérés.

- l'équipement de nombreux puits pour l'irrigation de petites parcelles (cultures maraichères, fourragères, arbustives) et ceci après un inventaire (salure, débits) des nappes phréatiques superficielles.
- l'aménagement de deux grands périmètres d'épandage de crue (oued Korirech, oued Zireg) en plus de celui de Rocher de Sel pour les cultures de céréales et éventuellement fourrages annuels.
- la réalisation d'une série de petits ouvrages de rétention de l'eau et du sol dans les thalwegs et petites zones d'épandage. L'implantation d'espèces fourragères vivaces comme le cactus (bassin du Zahrez Gharbi) est indispensable pour leur efficacité et leur rentabilité. Localement, il faudrait introduire le pistachier.
- la création de pépinières d'Atriplex halimus et Atriplex nummularia pour prévoir leur plantation sur une grande partie des sols salés (11 000 ha). Nous tenons à souligner particulièrement l'intérêt des plantations d'Atriplex d'autant que les conditions de milieu sont très favorables sur une superficie non négligeable ce qui ne doit pas être très fréquent dans toute la zone steppique.

La mise en valeur dépend tout autant de l'aménagement rationnel des parcours et des troupeaux. De plus, nous tenons à insister, après beaucoup d'autres, sur l'effet catastrophiques des labours dans le bassin du Zahrez Gharbi où l'érosion éolienne prend une ampleur alarmante sans compter que les meilleurs parcours sont peu à peu stérilisés pour des rendements dérisoires. Une limitation des labours (spécialement au tracteur) devrait être effective sur certains types de sol.

En ce qui concerne la méthode de travail utilisée, elle a procédé pour une large part de beaucoup de tâtonnements surtout en début d'étude. La connaissance de la végétation a demandé du temps ainsi que la mise au point de la carte d'aptitudes du milieu. La collaboration de M. LE HOUEROU a été très fructueuse et indispensable.

L'échelle adoptée (1/100 000) nous semble convenir pour l'étude des zones steppiques. Par contre, il serait nécessaire, qu'une équipe plus complète (hydrogéologie, hydrologie, agronomie, géomorphologie, pastoraliste, zootechnicien etc) participe à ce travail d'inventaire. D'autre part, le contexte humain avec les contraintes sociales et économiques nécessite une véritable étude intégrée.

Pour notre part et en terminant, nous avons simplement

constaté que la zone étudiée présente des possibilités intéressantes dont certaines peuvent être mise en oeuvre immédiatement. Nous avons voulu montrer aussi que la connaissance des sols, de leurs aptitudes et de leur relation avec la végétation restent essentielles pour une meilleure utilisation des ressources naturelles si limitées soient-elles, au moins à priori.

--oOo--

VII

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



VII. BIBLIOGRAPHIE.

- BALDY (Ch) 1965)  
"Bioclimatologie agricole de la Tunisie Centrale F.A.O. ROME"
- "Classification des sols" utilisée par le service Agro-Pédologique (1969 ALGER).
- CORNET (G) 1952  
"Etude hydrogéologique du bassin fermé des Zahrez Gharbi et Chergui".  
  
Données sur l'hydrogéologie algérienne -  
Tomme II -XIX congrès Géol. Inter. Alger  
pp. 71.78.
- EHRWEIN (J) 1955.  
  
"Note préliminaire à l'étude pédologique des sols du périmètre irrigable du Rocher de Sel".  
Etude S.E.S. ALGER.
- EHRWEIN (J) 1956.  
  
"Les sols du périmètre irrigable de Rocher de Sel (résultats d'analyses)".  
S.E.S. ALGER.
- FLANDRIN (J) 1952.  
  
"Les chaînes atlasiques et la bordure Nord du Sahara (Aperçu d'ensemble).  
Monographies, régionales 1ère série Algérie  
n° 14 XIX Congrès géol. Int. ALGER.
- FRANCKET (A), LE HOUEROU (H.N.) sous presse  
  
"Les Atriplex en Afrique du Nord"  
F.A.O. ROME - Division des Forêts 200 p.
- GADDAS (R) 1970.  
  
"Le Pistachier - Conditions de climat et de sol. Centre de documentation de la Recherche Agronomique 18 p. - CEDRA TUNIS.
- LE HOUEROU (H.N.) 1962.  
  
Les pâturages naturels de la Tunisie aride et désertique - TUNIS 83 p.
- LE HOUEROU (H.N.) FROMENT (D) 1966.  
  
"Définition d'une doctrine pastorale pour la Tunisie steppique".  
Bull. de l'E.N.S.A. TUNIS n° 10-11 pp. 73-152.

- LE MOUEROU (H.N.) 1969.  
"La végétation de la Tunisie steppique)  
Thèse Doct. Etat  
Ann. de l'INRA de TUNISIE - Vol. 42-fasc.5
- OZENDA (P) 1954:  
"Observations sur la végétation d'une région  
semi-aride  
Les Hauts Plateaux du Sud Algérien"  
Bull. de la Soc. Hist. Nat. d'Afr. du Nord  
Tome 45, Fasc. n° 3-4 - pp. 189-223.
- QUEZEL (P) et SANTA (S) 1962.  
"Nouvelle flore de l'Algérie".  
Editions du CNRS - PARIS - 2 volumes.
- RODIN (L) et AL 1968.  
"Etudes géobotaniques des pâturages du secteur  
Ouest. Département de Médéa de la R.A.D.P.
- SARY (M), CAPOLINI (J) 1969.  
"Etude géomorphologique Chott Hodna :  
Zone Sud et Zone Nord".  
  
Etude SES ALGER.
- "SN. REPAL" 1952  
"Région Sud Telliennes et Atlas Saharien".  
  
Monographies régionales 1ère série - Algérie  
n° 20. XIX - Congrès géol. Int. ALGER
- SOGREAH 1961.  
"Etude agro-pédologique du périmètre de BOU  
SAADA". S.E.S. ALGER.

# RESULTATS ANALYSES D'EAUX

Numéro	Nature	Coordonnées		Hauteur metres	Residu sec g/l	Conduc mmhos cm	Me / litre							Cl / SO <sub>4</sub>	SAR
		X	Y				Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> H		
7 K 193 bis	Profil	542,3	182,7		1,05	1,56	9,0	2,4	0,1	4,2	9,9	1,0	5,4	9,9	1,8
7 K 80	Profil	519,5	176	1,50	6,18	9,98	32,3	37,6		64,13	48,8	79,6	4,4	6,4	34,3
7 K 94 bis	Profil	503	173	2,00	2,85	4,61	22,3	10,3		20,5	19,4	24,1	2,9	0,7	4,9
7 K 97	Profil	519	176	1,70	13,50	21,78	35,3	13,2		188,7	171,6	58,5	4,3	2,9	38,4
7 K 136	Profil	543	187	0,80	1,53	2,53	32,0	1,6		0,9	2,8	30,0	1,6	0,03	0,8
7 K 137	Profil	543	187	1,20	1,39	2,34	26,8	1,2		0,5	1,0	28,1	2,3	0,03	0,1
7 K 140	Profil	543	187	1,20	1,65	2,53	25,8	5,1		1,9	0,5	31,4	2,6	0,01	0,52
7 K 141	Profil	543	187	1,10	6,57	10,22	14,3	8,2		85,2	88,2	18,8	10,4	6,9	2,55
7 K 142	Profil	542,5	187	1,30	1,63	2,69	28,1	2,9		3,3	1,2	31,6	2,1	0,03	0,8
7 K 150	Profil	532,5	192	1,60	20,74	26,25	42,0	64,0		217,4	228,3	102,4	2,3	2,2	29,8
7 K 151	Profil	532,5	192	1,55	19,43	23,14	40,0	50,7		180,9	187,2	95,5	1,9	2,0	27,7
7 K 152	Profil	532,5	192	1,55	18,18	23,14	40,4	41,7		162,6	169,0	93,1	2,0	1,8	25,4
7 K 153	Profil	532,5	192	1,70	4,57	7,31	34,6	18,8		41,7	43,4	48,9	2,2	0,9	8,1
7 K 156	Profil	531,5	191	1,15	164,10	64,08	53,5	18,8		2034,8	2149,6	624,0	6,6	3,4	68,7
7 K 157	Profil	531,5	191	1,50	7,58	12,18	34,6	59,2		73,0	70,8	64,0	4,4	1,1	12,0
7 K 192	Profil	542,5	182	1,20	68,60	8,94	113,7	200,9	1,1	875,3	1075,0	90,5	3,1	11,9	87,0
7 K 193	Profil	542,5	183	1,10	39,14	50,42	159,1	81,4	3,7	466,1	560,0	42,6	0	13,1	37,3

## RESULTATS ANALYSES D'EAUX

Numéro	Nature	Coordonnées		Hauteur metres	Résidu sec g/l	Conduc mmhos cm	Me/litre							Cl/ SO <sub>4</sub>	SAR
		X	Y				Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> H		
7 K 206	Profil	544	182	1,45	4,99	5,96	37,5	10,6	0,7	20,3	29,4	30,2	3,0	1,0	4,1
7 K 232	Profil	554	190	0,80	0,65	2,37	4,1	1,5	0,3	2,4	3,5	2,0	1,3	1,8	1,4
7 K 260 bis	Puits	531,9	185	3,00	6,08	8,11	37,0	11,0	0,1	50,5	64,0	41,2	3,4	1,6	10,3
7 K 261	Profil	534,5	186	1,50	11,38	15,63	39,8	20,4	0,9	115,2	131,0	41,6	3,1	3,1	20,9
7 K 263	Profil	536	187	1,60	49,71	59,59	102,3	82,7	1,7	652,2	715,0	57,2	3,0	12,5	100,9
7 K 264	Profil	537	185,5	1,70	20,47	29,13	51,1	41,4	1,3	239,1	276,0	35,4	3,0	7,8	51,4
7 K 267	Puits			2,00	0,86	1,22	7,9	2,2	0,4	3,9	5,2	5,7	3,5	0,9	1,7
7 K 269	Profil	536	187	1,70	30,59	40,97	62,5	86,5	1,5	341,3	415,0	53,0	2,0	7,8	40,1
7 K 270	Profil	536	187	1,70	47,62	59,59	113,7	90,9	1,4	563,0	660,0	57,2	2,8	11,5	55,2
7 K 326	Profil	528,9	191,6	1,70	7,26	8,80	33,3	19,4	0,8	52,2	57,7	44,7	3,3	1,3	10,2
7 K 327	Profil	529,0	191,2	1,40	8,47	10,27	38,5	22,2	1,1	67,4	73,5	44,7	3,1	1,6	11,7
7 K 328	Profil	528,9	190,3	1,20	14,34	17,85	41,7	60,1	1,0	134,9	155,0	62,5	3,6	2,5	18,7
7 K 329	Profil	529,1	189,8	1,10	25,04	32,42	141,7	97,1	2,7	261,0	295,0	67,7	4,7	4,4	31,4
7 K 336	Puits	530,3	188	4,00	8,31	10,92	33,8	21,7	0,5	65,2	60,0	59,3	5,8	1,0	12,4
7 K 340	Profil	525,9	190	0,60	20,01	25,67	37,5	83,8	2,2	184,0	215,0	67,1	4,4	3,2	23,7
7 K 354	Profil	525,6	186	1,80	19,13	23,09	41,7	74,0	1,3	184,0	251,0	67,7	2,9	3,7	22,3
7 K 377	Profil	521,5	182,8	1,80	21,00	29,37	47,9	49,2	1,6	239,3	245,0	69,8	3,4	3,5	34,3

## RESULTATS ANALYSES D'EAUX

Numéro	Nature	Coordonnées		Hauteur metres	Résidu sec g/l	Conduc mmhos cm	Me/ litre						Cl/ SO <sub>4</sub>	SAR	
		X	Y				Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>			CO <sub>3</sub> H
7 K 383	Puits	533,6	184,5	2,00	3,18	4,30	23,9	2,8	0,5	19,4	16,8	22,4	3,3	0,8	5,2
7 K 384	Puits	533,7	184,5	2,00	3,05	3,89	19,7	4,6	0,3	20,2	19,3	19,8	3,1	1,0	6,0
7 K 385	Profil	533,8	184,5	2,00	3,33	4,32	24,7	5,7	0,8	20,8	21,8	24,2	2,9	0,9	5,3
7 K 386	Profil	533,9	184,5	0,80	8,19	10,74	25,2	8,6	0,8	83,3	75,0	47,2	4,2	1,6	19,8
7 K 386 bis	Profil	533,9	184,5	0,65	8,15	10,39	23,9	12,9	1,0	70,9	67,0	46,8	5,0	1,4	14,7
7 K 394	Profil	529	191,7	1,80	5,95	7,53	32,1	19,0	0,8	38,9	41,5	43,7	3,9	0,9	7,7
7 K 403	Profil	501,2	170,5	1,60	15,12	17,60	41,5	67,5	1,5	110,1	158,8	73,8	3,9	2,2	15,5
7 K 464	Puits	548,7	190,5	0,60	2,98	2,83	35,3	4,9	0,1	0,6	0,8	35,6	5,1	0,02	0,1
7 K 520	Puits	525	180	3,50	3,84	6,20	34,6	10,5	—	36,2	33,1	42,1	2,1	0,8	7,6
7 K 555	Puits	—	—	2,00	5,16	6,50	24,3	19,7	—	29,6	35,0	43,7	4,0	0,8	6,3
7 K 541	Puits	—	—	25,00	0,86	1,53	4,9	2,5	—	8,1	8,4	9,2	2,3	2,6	4,2
Aïn Zmila	Source	541,5	165,5	—	146	1,87	10,0	8,8	0,1	1,2	1,8	14,6	3,9	0,1	0,4
Aïn El Hamia	Source	499,3	173,5	—	2,00	2,78	8,1	9,5	0,2	9,9	16,5	7,7	3,6	2,1	3,4
Aïn Farfassa	Source	535,1	163,9	—	1,51	1,80	13,6	7,0	0,1	1,1	2,0	14,6	5,8	0,1	0,3
7 K 61 bis	Puits	529	174	# 10,00	2,75	4,06	10,8	4,8	0,3	25,7	17,9	20,4	3,7	0,8	9,2
Zahrez Rharbi		—	—	—	828,40	203,49	133,0	158,0	1,9	4802,0	3950,0	156,0	1,6	25,3	
2367	Puits	586,1	190,7	32,60	5,73		24,7	1,80		51,4	52,7	35,0	2,6	1,5	14,2

## RESULTATS ANALYSES D'EAUX

Numéro	Nature	Coordonnées		Hauteur metres	Résidu sec g/l	Conduc mmhos cm	Me/litre						Cl/ SO <sub>4</sub>	SAR	
		X	Y				Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>			CO <sub>3</sub> H
2467	source	526,7	186,6		4,24		24,4	10,5		32,5	34,8	29,3	1,7	1,2	7,8
4467	Puits	531,6	193,0	1,75	10,12		37,0	40,2		83,3	86,2	69,1	5,1	1,2	13,4
5067	Puits	524,4	194,2	14,09	3,21		22,3	6,1	0,4	21,7	24,8	23,9	3,1	1,0	5,7
5367	Puits	532,5	181,7	3,60	7,14		21,5	6,0	0,4	81,5	77,7	34,1	4,4	2,3	22,0
5467	Puits	530,0	183,0	6,50	5,70		30,0	7,5		52,5	46,0	39,1	4,0	1,2	12,2
5867	*Puits	531,7	181,3	6,40	3,49		18,2	3,8		33,0	34,5	17,5	3,8	2,0	9,9
7467	Puits	517,0	174,5	4,30	3,68		23,1	10,3		23,4	20,9	33,4	2,3	0,6	6,8
26867	Puits	533,3	193,8	9,60	4,94		24,9	20,4		33,6	36,5	35,2	2,9	1,0	7,1
2696	Puits	532,0	182,8	2,70	5,56		34,0	16,2		38,7	36,1	46,9	2,7	0,8	7,6
27067	Puits	532,4	192,7	3,30	21,92		85,8	94,3		199,2	306,1	69,4	3,8	7,8	20,8
27167	Puits	538,1	192,1	5,40	8,53		41,6	29,6		70,7	816,3	51,6	2,3	15,8	11,9
27267	Puits	534,1	193,2	8,10	4,64		23,2	21,4		29,7	29,1	38,0	3,2	0,6	6,0
27367	Puits	535,2	191,4	23,30	5,18		28,7	15,9		38,1	41,2	84,7	3,2	1,2	8,1
27467	Puits	35,5	193,0	18,90	3,20		24,4	11,4		15,2	26,5	19,5	2,1	1,3	3,6
27667	Puits	533,0	184,2	3,70	3,56		16,0	6,7		37,0	32,5	20,4	3,2	1,6	11,0
27767	Puits	533,7	183,1	1,05	1,45		8,2	5,8		10,0	10,1	8,3	3,0	1,2	3,8
27967	Mare	547,0	186,2		0,35		4,2	0,5	0,5	0,4	0,7	1,5	4,4	0,5	0,3

## RESULTATS ANALYSES D'EAUX

Numéro	Nature	Coordonnées		Hauteur metres	Résidu sec g/l	Conduc mmhos cm	Me / litre							Cl/ SO <sub>4</sub>	SAR
		X	Y				Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> H		
281 G7	Mare	547,0	186,3		0,22		3,0	0,4		0,3	0,5	0,6	2,9	0,8	0,2
282 G7	Puits	545,8	184,6	1,80	0,24		3,7	0,3		0,3	0,3	0,7	4,3	0,4	0,2
283 G7	Mare	544,6	184,9	1,00	0,49		5,1	1,3		2,1	2,0	<del>2,1</del>	5,4	1,4	1,2
284 G7	Puits	543,0	184,3	0,80	0,36		5,1	0,4		0,5	1,1	0,4	5,3	2,8	0,3
289 G7	Puits	534,8	199,8	46,30	1,07		6,9	5,2		5,5	8,8	6,3	2,6	1,4	2,2
290 G7	Puits	536,4	198,4	37,55	3,45		11,6	21,5		18,5	25,6	22,7	3,9	1,1	4,6
291 G7	Puits	537,7	199,3	53,85	1,07		6,4	5,7		3,0	10,4	2,5	2,3	4,2	1,2
292 G7	Puits	534,4	196,6	23,40	3,31		11,2	22,0		17,1	24,6	20,6	5,0	1,2	4,2
293 G7	Puits	536,5	195,3	20,40	1,32		7,9	5,7		6,4	11,5	6,2		1,9	2,5
294 G7	Puits	539,7	195,7	46,35	0,95		5,8	4,9		4,9	8,7	4,1	2,8	2,1	2,1
297 G7	Puits	531,2	187,6	4,40	46,01		18,5	160,1		594,9	669,6	101,7	2,9	6,6	63,0
299 G7	Puits	532,1	183,1	3,40	8,64		42,0	4,9	1,3	81,5	80,6	48,5	6,8	1,7	15,0
300 G7	Puits	532,4	182,5	2,70	5,91		26,0	3,7	0,9	61,6	59,1	29,1	6,3	2,0	16,0
301 G7	Puits	531,4	182,1	5,20	5,40		35,0	3,4		43,5	30,1	42,0	3,6	0,7	9,9
303 G7	Puits	532,2	184,7	3,10	5,49		36,5	2,8		41,3	38,4	38,5	3,2	1,0	9,3
304 G7	Puits	531,9	184,8	3,70	11,67		49,2	12,3		124,7	129,5	52,8	3,9	2,5	22,5
305 G7	Puits	531,8	185,4	4,50	13,84		49,2	19,2		159,5	167,0	57,9	2,9	2,9	27,3

## RESULTATS ANALYSES D'EAUX

Numéro	Nature	Coordonnées		Hauteur metres	Résidu sec g/l	Conduc mmhos cm	Me/litre							Cl/SO <sub>4</sub>	SAR
		X	Y				Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> H		
306 G7	Puits	531,4	185,8	2,40	24,14		66,0	34,7		30,3	333,7	67,4	2,6	5,0	43,0
308 G7	Puits	532,5	180,9	5,80	6,63		27,0	5,3		71,3	64,3	34,1	5,2	1,9	17,4
309 G7	Puits	531,2	181,2	6,70	3,31		10,1	3,3		39,3	32,0	17,1	4,7	1,9	15,2
310 G7	Puits	531,0	181,8	5,30	6,00		25,0	4,3		66,1	54,9	35,2	4,1	1,6	17,3
313 G7	Puits	525,3	193,4	9,80	6,20		36,6	12,2	1,0	45,9	49,7	43,6	3,7	1,1	9,3
315 G7	Puits	529,5	188,9	2,40	64,37		9,5	266,0		878,9	1074,0	73,5	3,2	15,0	75,0
316 G7	Puits	530,5	186,2	4,50	10,35		45,4	12,0		107,9	109,3	51,8	4,1	2,1	20,2
317 G7	Puits	530,1	181,9	5,40	4,16		13,6	12,2		38,4	32,4	28,5	0,3	1,1	10,7
323 G7	Puits	519,2	172,5	6,00	3,39		11,5	5,3	0,6	35,9	42,8	10,5	3,0	4,1	12,4
326 G7	Puits	515,6	172,8	4,10	20,61		18,9	58,3	7,7	262,6	313,0	33,6	4,2	9,3	39,2
331 G7	Puits	515,1	172,0	2,60	5,01		11,9	14,2		58,2	71,4	8,4	3,6	8,5	16,2
335 G7	Puits	530,6	172,1	49,50	3,96		10,2	11,3	1,3	42,4	54,2	9,6	4,9	5,6	12,6
337 G7	Puits	525,0	172,0	20,50	4,98		10,8	13,8	1,8	52,5	67,6	10,6	4,9	6,4	15,0
339 G7	Puits	533,2	177,6	13,50	4,21		18,0	3,8		46,0	40,9	23,3	3,6	1,8	13,9
340 G7	Puits	533,6	174,4	22,30	3,76		15,0	3,6	1,0	41,0	38,5	20,2	2,4	1,9	12,8
341 G7	Puits	531,4	173,6	16,98	4,27		7,1	15,0	1,2	42,3	57,3	9,2	5,3	6,2	12,8
343 G7	Puits	527,5	185,4	2,30	10,46		17,5	43,3		108,7	113,0	54,6	3,2	2,1	19,8

## RESULTATS ANALYSES D'EAUX

Numéro	Nature	Coordonnées		Hauteur metres	Résidu sec g/l	Conduc mhos cm	Me/litre						Cl/ SO <sub>4</sub>	SAR	
		X	Y				Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>			CO <sub>3</sub> H
344 G7	Puits	524,2	184,7	2,20	1,53		9,4	3,5	0,9	10,3	10,5	11,0	2,7	1,0	4,1
345 G7	Puits	524,0	185,0	1,50	4,10		7,9	30,0	1,4	22,9	23,5	38,1	2,5	0,6	5,3
346 G7	Sondage	531,9	188,4		10,80		36,0	9,6		136,8	146,1	33,0	3,3	4,4	28,7
347 G7	Puits	532,3	181,7	3,80	5,19		19,3	4,1		57,0	55,4	24,7	3,4	2,2	16,7
348 G7	Puits	531,1	182,7	5,10	5,01		15,6	7,2		66,1	54,9	13,3	16,6	4,1	19,6
349 G7	Puits	519,8	178,6	2,00	5,30		37,7	6,0	0,9	36,4	36,1	41,4	3,3	0,9	8,0
350 G7	Puits	519,8	178,6	1,70	4,37		35,4	3,8		27,4	23,3	39,0	3,4	0,6	6,2
351 G7	Puits	519,8	176,6	1,60	4,25		36,6	2,9		26,3	20,9	40,5	2,1	0,5	18,8
357 G7	Puits	517,9	173,7	2,80	7,00		33,0	26,3		50,3	51,8	47,8	8,8	1,1	9,2
358 G7	Puits	519,1	176,0	2,10	7,52		36,1	31,2		51,4	52,6	60,8	4,5	0,9	8,9
359 G7	Puits	512,1	173,5	1,80	3,36		18,4	16,2		15,8	11,6	36,1	2,6	0,3	3,8
360 G7	Puits	512,4	173,7	2,20	2,19		13,2	8,9	0,8	10,3	9,2	22,4	2,9	0,4	3,1
361 G7	Puits	512,3	173,7	1,90	3,27		19,2	14,6		15,8	10,7	34,9	3,5	0,3	3,8
362 G7	Puits	516,8	174,4	3,30	4,00		25,3	10,8		23,4	17,8	37,9	3,0	0,5	5,5
363 G7	Puits	516,7	174,5	4,50	4,84		25,2	22,8		29,7	23,1	47,5	2,1	0,5	6,1
364 G7	Puits	516,7	174,6	2,40	5,26		29,7	21,8		32,5	22,6	51,9	3,0	0,4	6,4
365 G7	Puits	516,7	174,6	2,45	5,28		29,1	21,0		27,5	21,9	52,4	1,5	0,4	3,5

## RESULTATS ANALYSES D'EAUX

Numéro	Nature	Coordonnées		Hauteur metres	Résidu sec g/l	Conduc mnit.os cm	Me/litre							Cl/ SO <sub>4</sub>	SAR
		X	Y				Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> H		
366 G7	Puits	512,7	175,3	1,50	5,46		32,1	23,2		30,2	21,1	56,0		0,4	4,2
367 G7	Puits	522,1	178,3	1,25	6,81		8,6	36,5	1,5	61,6	62,3	45,1	3,2	1,4	7,9
368 G7	Puits	520,9	177,9	1,70	3,38		31,8	3,5	0,6	12,2	8,6	38,2	2,2	0,2	2,9
369 G7	Puits	525,9	179,7	3,20											
370 G7	Puits	526,0	179,0	4,20	3,82		30,2	3,6		25,7	19,4	34,9	2,3	0,6	6,2
371 G7	Puits	525,5	179,1	2,30	3,11		23,0	1,0		24,0	16,5	28,5	2,3	0,6	6,9
372 G7	Puits	522,6	177,5	3,80	2,68		16,4	3,8		22,3	17,8	20,2	3,4	0,9	7,0
373 G7	Puits	521,2	175,0	1,80	3,50		31,2	5,7		15,2	7,1	39,8	2,7	0,2	3,5
375 G7	Puits	523,4	176,9	4,20	3,20		22,0	5,4		25,7	34,4	14,3	3,4	2,4	6,9
376 G7	Puits	526,6	176,9	4,00	3,27		23,0	4,9		25,1	26,9	20,9	4,1	1,3	6,5
377 G7	Puits	523,3	176,6	4,50	3,31		15,0	7,9	1,0	31,3	33,2	18,3	3,1	1,8	9,4
378 G7	Puits	520,3	173,9	1,20	0,34		4,8	tracés		1,7	1,0	1,3	4,2	0,8	
379 G7	Puits	520,3	173,9	0,90	0,48		5,4	tracés		2,5	1,3	1,5	4,3	0,9	
380 G7	Puits	520,4	174,0	0,80	0,44		2,8	2,9		2,2	1,3	1,3	5,1	1,0	1,3
381 G7	Puits	506,2	173,0	3,40	4,01		30,4	8,3		22,3	14,2	42,3	3,0	0,3	5,1
382 G7	Puits	505,5	173,2	3,00	4,45		31,6	8,7		29,1	21,7	40,8	2,1	0,5	6,5
383 G7	Puits	505,4	173,3	2,60	3,83		27,2	8,2		26,3	21,4	33,9	3,6	0,6	6,2

## RESULTATS ANALYSES D'EAUX

Numéro	Nature	Coordonnées		Hauteur metres	Résidu sec g/l	Conduc mmhos cm	Me/litre							Cl/ SO <sub>4</sub>	SAR
		X	Y				Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> H		
384 G7	Puits	504,9	173,4	2,50	4,21		33,6	8,2		21,2	16,2	42,4	2,1	0,4	4,6
385 G7	Puits	504,9	173,4	2,60	3,81		32,7	7,7		18,5	14,4	41,5	1,9	0,3	4,1
386 G7	Puits	513,8	173,3	1,60	2,05		8,5	9,8		16,0	13,2	13,5	5,0	1,0	5,5
387 G7	Puits	513,9	173,6	1,75	3,00		18,4	11,4		17,4	17,7	23,6	3,5	0,8	4,5
388 G7	Puits	512,4	173,2	1,00	3,39		18,0	14,8		17,4	8,9	36,7	4,1	0,2	4,3
389 G7	Puits	514,4	172,8	3,60	1,46		6,5	3,9		12,2	8,1	11,5	3,0	0,7	5,3
390 G7	Puits	514,3	172,8	4,00	2,60		9,7	5,6		24,0	16,2	17,1	4,5	0,9	8,7
391 G7	Puits	514,1	173,2	2,30	2,45		15,4	7,3		16,3	14,1	21,4	3,2	0,7	4,9
392 G7	Puits	514,4	173,2	2,80	1,98		13,5	6,0		11,3	10,3	17,6	3,0	0,6	3,6
393 G7	Puits	513,8	171,8	0,80	1,95		5,0	13,8		14,1	7,5	16,9	9,7	0,4	4,6
394 G7	Puits	512,5	172,0	2,10	1,16		6,0	2,6		7,8	9,0	5,1	2,6	1,8	3,8
395 G7	Puits	512,5	172,5	2,00	14,01		8,3	45,0	5,1	184,8	218,6	23,7	3,7	9,2	35,9
396 G7	Puits	512,5	172,5	2,10	6,67		29,8	33,4		35,3	29,8	67,5	3,0	0,4	6,3
397 G7	Puits	521,4	176,1	1,50	16,0		42,1	35,8	0,6	168,5	168,5	83,9	4,3	2,0	25,4
398 G7	Puits	521,5	176,2	2,00	14,50		47,6	28,4		163,0	167,4	71,5	2,6	2,3	26,5
400 G7	Puits	522,0	176,6	1,55	2,61		16,6	4,8		21,2	20,3	17,8	3,3	1,1	6,5
401 G7	Puits	512,6	172,1	2,00	2,26		16,4	11,5		7,4	6,6	24,9	2,1	0,3	2,0

## RESULTATS ANALYSES D'EAUX

Numéro	Nature	Coordonnées		Hauteur metres	Résidu sec g/l	Conduc mmhos cm	Me/litre							Cl/ SO <sub>4</sub>	SAR
		X	Y				Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub> H		
402 G7	Puits	530,3	185,3	4,00	9,85		43,5	9,6	1,8	94,8	99,9	51,8	4,7	1,9	18,4
403 G7	Puits	530,2	185,2	4,70	8,37		41,8	6,6	0,7	83,9	87,5	49,2	3,6	1,8	17,1
404 G7	Puits	525,0	184,4	1,90	39,69		11,6	151,8		485,9	585,9	61,1	2,3	9,6	53,7
405 G7	Puits	531,1	182,7	5,40	2,95		11,3	1,8		33,6	26,3	16,3	4,9	1,6	13,2
406 G7	Puits	531,0	182,1	5,40	3,43		10,5	7,0		39,3	34,5	16,8	6	2,1	13,3
467 G7	Puits	530,3	197,4	27	1,01		8,9	3,5	0,2	3,7	6,7	5,5	3,6	1,2	1,5
581 G8	Puits	556,8	193,2	0,80	0,20		2,3	0,7		0,2	1,2	0,3	1,9	4,0	0,2
582 G8	Mare	556,6	193,3		0,17		1,5	0,9	0,3	0,5	0,7	0,3	2,3	2,3	0,5
583 G8	Puits	557,5	193,5	1,00	0,37		3,7	0,1		0,7	0,4	0,7	3	0,6	0,5
584 G8	Mare	557,6	193,6		0,33		1,05	0,8		1,5	1,1	1,4	0,5	0,8	1,6
585 G8	Puits	549,1	187,0	0,80	0,22		3,0	0,6		1,1	0,5	1,7		0,3	0,8
586 G8	Puits	549,2	187,1	1,50	0,26		4	0,3		0,3	0,6	0,5	3,8	1,2	0,2
587 G8	Puits	553,7	189,8	1,75	1,88		8,6	5,5		18,0	14,2	10,5	4,3	1,4	6,8
590 G8	Puits	553,7	189,8	1,60	3,07		17,0	8,6		26,3	24,3	15,4	9,8	1,6	7,3
591 G8	Puits	554,3	190,3	1,00	0,67		9,1	0,8		1,7	4,7	1,6	6,1	2,9	0,8
592 G8	Mare	554,5	190,8		0,68		3,7	3,3	0,4	3,3	5,5	2,9	2,9	1,9	1,8



(2)

## TABLEAU RECAPITULATIF

Estimation de la production  
fourragère en UF/ha/an

Identification de la zone	Localisation	superficie en ha	Topographie - Situation géomorphologique	Sols	Groupements végétaux	Utilisation actuelle	Problèmes de mise en valeur	Aptitudes principales	Autres aptitudes et travaux d'aménagement proposés	Estimation de la production fourragère en UF/ha/an		
										Actuelle	Potentielle après aménagements	
											sans réserves fourragères	avec réserves fourragères
4	Rive Sud de l'Oued Fassik (Zarhez Chergui)	555	Terrasse récente de l'Oued Fassik avec recouvrement éolien	Sols peu évolués d'apport mixte alluvial et éolien à texture grossière avec en profondeur encroûtement gypseux de nappe (70-100 cm)	Groupement à Phragmites communs et Polygonum equisetiforme	- Céréales très médiocres - Parcours	- Topographie irrégulière - Erosion éolienne	Parcours d'utilisation quasi permanente (psammophiles vivaces et annuelles)	Boisements ruraux avec Eucalyptus	300	500	
5	Presqu'île d'El Kacha (Nord du Zarhez Rharbi)	1560	Affleurement de calcaires et marnes (Cénomaniens) recouvert de dunes et microdunes : sable siliceux et sable gypseux encroûté	1) Sierozems sableux salés en profondeur 2) Sols gypseux à encroûtement gypseux 3) Sols minéraux bruts d'apport éolien (dunes ± fixées)	1) G. à Helianthemum lipii et Thymelea microphylla 2) G. à Herniara mauritanica 3) G. à Aristida pungens et Malcolmia aegyptiaca	- Parcours - Localement céréales très médiocres	- Erosion éolienne - salure en profondeur - topographie irrégulière	Parcours d'utilisation quasi permanente (psammophiles vivaces et annuelles)	Boisements ruraux avec Tamarix et Eucalyptus	150	200	
6	Bordure S-O du Zarhez Rharbi	975	Ancien dépôt éolien plus ou moins aplani	Sierozems sableux salés et très salés en profondeur avec encroûtement gypseux de nappe (70-100 cm)	G. à Helianthemum lipii et Thymelea microphylla S/G à Traganum nudatum	- Parcours - Localement céréales très médiocres	- Nappe très salée (RS > 20 g/l vers 150-250 cm de profondeur) - Erosion éolienne	Parcours d'utilisation quasi permanente (psammophiles vivaces et annuelles, quelques halophiles)	Boisements ruraux avec Tamarix	200	300	
7	Est de Zaafrane	1160	- Glacis encroûté plus ou moins ensablé du quaternaire moyen - Topographie irrégulière	1) Sierozems sableux le plus souvent profonds avec croûte ou encroûtement entre 30-100 cm (galets encroûtés) 2) Localement microdunes	1) à Helianthemum lipii et Thymelea microphylla S/G typique S/G à Ziziphus lotus S/G à Noaea mucronata (localement) 2) G. à Aristida Pungens-Malcolmia Aegyptiaca	- Parcours - Céréales très médiocres	- Topographie irrégulière - Erosion éolienne	Parcours d'utilisation quasi permanente (psammophiles vivaces et annuelles)	Boisements ruraux avec Pin d'Alep et Tamarix (au Nord) - Localement plantation de cactus en lignes sur les sols profonds sableux	200	300	

(3)

## TABLEAU

## RECAPITULATIF

Estimation de la production  
fourragère en UF/ha/an

Identification de la zone	Localisation	superficie en ha	Topographie - Situation géomorphologique	Sols	Groupements végétaux	Utilisation actuelle	Problèmes de mise en valeur	Aptitudes principales	Autres aptitudes et travaux d'aménagement proposés	Estimation de la production fourragère en UF/ha/an		
										Actuelle	Potentielle après aménagements	sans réserves fourragères
8	Zaafrane	315	- Topographie ondulée	1) Sols peu évolués d'apport à texture grossière avec pseudogley en profondeur (150-250 cm) 2) Sierozems sableux un peu salés en profondeur	1) idem 2 2) idem 6	- Céréales très médiocres - Parcours - Maraichage autour de quelques puits	- Topographie ondulée - Erosion éolienne	- Utilisation de la nappe phréatique peu salée (RS < 4g/l) et peu profonde (2-4 m) pour maraichage et fourrage - Parcours	Boisements ruraux avec Eucalyptus	150		
9	Piedmont Sud du djebel Oukat Cherqui	1660	- Glacis encroûté de Piedmont du quaternaire moyen plus ou moins entaillé ou recouvert d'alluvions récents -Pente 3-5%	1) Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire (0-40 cm) 2) Sierozems sableux (croûte 40-100 cm) 3) Sols peu évolués d'apport alluvial à texture grossière	G à Thymelea virgata 1) S/G à Stipa tenacissima 2) S/G à Artemisia campestris et Ziziphus lotus. 3) Groupement cultigène à Artemisia campestris	- Parcours - Céréales médiocres	- Ruissellement important	- Parcours d'utilisation quasi permanente - Utilisation des eaux de ruissellement (Pistachiers et Cactus)	- Aménagement des micro-bassins versants avec cactus et Pistachiers sur sols profonds	100	150	1500 dans les zones aménagées
10	Piedmont des dj Berad el Degdegue	2110	Glacis encroûté du quaternaire moyen et alluvions récents à texture grossière Pente 3-5%	1) Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire (0-40 cm) 2) Sols peu évolués d'apport alluvial à texture grossière	1) G à Helianthemum lippii et Thymelea microphylla S/G Noaea mucronata 2) G cultigène à Artemisia campestris et Ziziphus lotus	- Céréales très médiocres - Parcours	- Sols superficiels - Ruissellement important	- Parcours d'utilisation quasi permanente - Utilisation des eaux de ruissellement (cactus et pistachiers)	- Aménagement des micro-bassins versants avec cactus et éventuellement pistachiers sur sols profonds	100	150	1500 dans les zones aménagées
11	Bordure Nord du Zarhez Rharbi	17755	- Glacis polygénique encroûté du quaternaire ancien et moyen - Localement affleurement de calcaires et marnes (Cénomane et Turonien)	- Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire (le plus souvent dalle peu profonde de 0-40 cm et salée - Présence de "plagios salés" - Localement ensablement	G à Thymelea virgata S/G à Noaea mucronata avec Stipa Tenacissima résiduel.	- Céréales médiocres (Hassi Bah-Bah) - Parcours	- Sols superficiels - Localement érosion éolienne - Parcours très dégradés par les cultures	- Parcours d'utilisation quasi permanente à restaurer (psammophiles annuelles et espèces vivaces comme Noaea mucronata et Lygeum spartum)	- Aménagement des thalwegs (non cartographiés) avec cactus - Boisements ruraux avec Pin d'Alep	80	120	

(4)

## TABLEAU

## RECAPITULATIF

Estimation de la production  
fourragère en UF/ha/an

Identification de la zone	Localisation	superficie en ha	Topographie - Situation geomorphologique	Sols	Groupements végétaux	Utilisation actuelle	Problèmes de mise en valeur	Aptitudes principales	Autres aptitudes et travaux d'aménagement proposés	Estimation de la production fourragère en UF/ha/an		
										Actuelle	Potentielle après aménagement	
											sans réserves fourragères	avec réserves fourragères
12	Sud-Ouest d'Hassi Bahbah	2950	idem 11 avec ensable- ment	idem 11	G à <i>Thymelea virgata</i> S/G à <i>Aristida pungens</i>	- Parcours - Localement céréales très médio- cres	- Erosion éo- lienne	- Parcours d'u- tilisation qua- si permanente idem 11 avec psammophiles vi- vaces et annuel- les	-Boisement ruraux avec Pin d'Alep	150	200	
13	Djebels à l'Est d'Has- si Bahbah	1805	- Glacis encroû- té du quaternai- re moyen - Pente 2-5%	sols bruns cal- caires xériques à croûte calcai- re peu profonde (0-40 cm)	G à <i>Helianthe- mum lippii</i> et <i>Thymelea micro- phylla</i> S/G à <i>Noaea mucronata</i> avec <i>Stipa Tenacissima residuel</i>	- Parcours	- Sols super- ficiels - Ruisselle- ment important	- Parcours d'ut- lisation quasi permanente avec espèces vivaces ( <i>Noaea mucrona- ta</i> , <i>Lygeum spartum</i> ) et psammophiles annuelles	- Localement amé- nagement des micro- bassins versants (non cartographiés) avec cactus	120	180	
14	Vers le Zarhez Cher- qui au N.O.	445	- Zone alluvia- le plus ou moins ensablée	- Sols peu évo- lués d'apport alluvial (et éo- lien) salés en profondeur	G à <i>Helianthe- mum lippii</i> et <i>Thymelea micro- phylla</i> S/G typique S/G à <i>Artemisia campestris</i> et <i>Ziziphus lotus</i> etc....	- Céréales médiocres - Parcours	- Erosion éo- lienne - Topographie assez irrégu- lière	- Parcours d'u- tilisation qua- si permanente avec psammophiles vivaces et an- nuelles etc...	- Boisements ru- raux avec <i>Eucalyp- tus</i> et <i>Tamarix</i>	100	150	
15	Sud du cor- don dunaire	5110	- Glacis encroû- té du quaternai- re moyen (par- fois glacis po- lygénique) - Pente faible 1%	- Sols bruns cal- caires xériques à croûte calcaire peu profonde (0-40 cm)	idem 13	- Parcours - Céréales médiocres	- Sols super- ficiels	idem 13	idem 13	120	180	

(5)

## TABLEAU

## RECAPITULATIF

Estimation de la production  
fourragère en UF/ha/an

Identification de la zone	Localisation	superficie en ha	Topographie - Situation géomorphologique	Sols	Groupements végétaux	Utilisation actuelle	Problèmes de mise en valeur	Aptitudes principales	Autres aptitudes et travaux d'aménagement proposés	Actuelle	Potentielle après aménagements	
											sans réserves fourragères	avec réserves fourragères
16	Sud du cordon dunaire	2645	idem 15 avec micro-dunes plus ou moins fixées	idem 15 avec sols minéraux bruts d'apport éolien	idem 13 avec en plus le S/G à <i>Aristida pungens</i>	- Parcours - Localement céréales très médiocre	- Erosion éolienne - Topographie irrégulière	idem 13	idem 13 - Localement cactus en lignes sur les sols plus profonds	150	200	
17	Piedmont Nord du Djebel Ou-kat Chergui	4805	idem 9	idem 9	1) G à <i>Artemisia Herba-alba</i> S/G à <i>Stipa tenacissima</i> 2) G cultigène à <i>Artemisia campestris</i> et <i>Ziziphus lotus</i>	- Parcours - Localement céréales dans les thalwegs	- Ruissellement important	- Parcours d'utilisation quasi permanente (surtout été et automne) - Utilisation des eaux de ruissellement (cactus et pistachiers)	- Aménagement des micro-bassins versants avec cactus et pistachiers sur sols profonds - Exploitation de l'alfa	80	120	1500 dans les zones aménagées
18	Petite zone en aval de l'oued Faïd el Djemel	510	Ancienne zone d'épandage de l'oued Faïd el Djemel	1) Sierozems sableux sur cailloutés et gypse cristallisé 2) Sols gypseux à encroûtement de surface	1) G. à <i>Thymelea virgata</i> S/G à <i>Artemisia campestris</i> 2) G. à <i>Herniaria mauritanica</i>	- Céréales médiocres - Parcours	- Horizon de cailloux, salé et gypseux proche de la surface	- Parcours d'utilisation quasi permanente avec psammophiles annuelles etc....		100	150	
19	S.O. de Zaafrane (oued Mesrane)	760	Terrasse ancienne de l'oued (quaternaire récent)	Sols peu évolués halomorphes sur ancien sol hydromorphe et localement noirci et salé	1) G. cultigène à <i>Artemisia campestris</i> 2) G. à <i>Aristida pungens</i> (localement)	- Céréales médiocres - Parcours	- Erosion éolienne - salure en profondeur	- Parcours à restaurer avec psammophiles annuelles et <i>Lygeum spartum</i>	- Boisements ruraux avec Tamarix et essais de Pin d'Alep	100	150	
20	Piedmont de l'Atlas saharien à l'Est de Rocher de Sel	1255	- Cones -Glacis du quaternaire moyen très caillouteux - Pente 3-5%	Sierozems très caillouteux avec encroûtement ou croûte calcaire (30-50 cm.)	G. à <i>Helianthemum lippii</i> et <i>Thymelea microphylla</i> S/G à <i>Noaea mucronata</i> <i>Ziziphus lotus</i> <i>Thymus guyonii</i>	- Parcours	- Sols très caillouteux	- Parcours avec psammophiles annuelles, <i>Lygeum spartum</i> <i>Noaea mucronata</i> etc....	- Boisements ruraux (et même reboisement) avec Pin d'Alep	100	120	

(6)

## TABLEAU RECAPITULATIF

Estimation de la production fourragère en UF/ha/an

Identification de la zone	Localisation	superficie en ha	Topographie Situation géomorphologique	Sols	Groupements végétaux	Utilisation actuelle	Problèmes de mise en valeur	Aptitudes principales	Autres aptitudes et travaux d'aménagement proposés	Actuelle	Potentielle après aménagements	
											sans réserves fourragères	avec réserves fourragères
21	Piedmont de l'Atlas saharien	1290	- Affleurements de conglomérats marnés + gypseuses de pendage Nord - Colluvions encroûtées	1) Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire peu profonde (0-40 cm) 2) Lithosols et régosols	1) G. à <i>Noaea mucronata</i> avec Alfa résiduel 2) G. à <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Atractylis humilis</i> 3) <i>Launea acanthoclada</i> et <i>Stipa Tena</i>	Parcours	- Sols superficiels ou squelettiques - Topographie irrégulière	- Parcours très médiocres avec <i>Noaea mucronata</i> , <i>Lygeum spartum</i> etc...	- Boisements ruraux (et même reboisement) avec Pin d'Alep	50	70	
22	Zone centrale du Zârzez Rharbi et Chergui (oued Fassik)	4335	Zone à topographie irrégulière avec microdunes gypseuses et petites dépressions très salées	Sols halomorphes salins à encroûtement gypseux de nappe avec localement recouvrement éolien	G. à <i>Traganum nudatum</i> <i>Frankenia thymifolia</i> <i>Suaeda fruticosa</i> et autres groupements divers	- Parcours - Localement céréales très médiocres	- Sols gypseux souvent très salés - Topographie irrégulière - Nappe très salée peu profonde (1-3m) localement peu salée	- Parcours d'utilisation quasi permanente avec psammophiles annuelles et halophiles : <i>Salsola vermiculata</i> , <i>Atriplex halimus</i> etc...	- Boisements ruraux avec Tamarix - Localement utilisation de la nappe phréatique peu salée pour maraîchage et fourrage	150	200	
23	Petites zones : Terres Blanches, Ouad Fassik etc...	910	Ancien niveau de sol hydromorphe à encroûtement gypseux de nappe	Sols gypseux à encroûtement gypseux de surface avec localement recouvrement éolien	G. à <i>Herniaria mauritanica</i>	Parcours	- Sols très gypseux souvent salés - Erosion éolienne	Parcours très médiocres avec psammophiles annuelles		40	60	
24	Zones au Sud du Zârzez Rharbi	3320	- Alluvions anciennes (parfois sol hydromorphe noirci) des oueds Melah, Hadjia etc...	Sols halomorphes salins à texture variable (souvent pseudogley en profondeur) avec recouvrement éolien	G. à <i>Salsola tetrandra</i> - S/G à <i>Suaeda fruticosa</i> - S/G à <i>Salsola vermiculata</i> - S/G à <i>Atriplex halimus</i>	- Parcours - Localement céréales très médiocres - Localement puits avec maraîchage	- Sols salés à très salés - Topographie irrégulière - Erosion éolienne - Nappe souvent très salée et peu profonde	- Parcours d'utilisation quasi permanente : - printemps pour les psammophiles annuelles - été-automne pour les espèces halophiles ( <i>Atriplex halimus</i> , <i>Salsola tetrandra</i> et <i>vermiculata</i> etc)	- Localement utilisation de la nappe phréatique peu salée et peu profonde pour maraîchage et fourrage - Localement utilisation de la nappe phréatique salée (4-10 g/l de RS) pour essais de plantation d' <i>Atriplex</i> - Boisements ruraux avec Tamarix et Eucalyptus (nappe peu salée)	100	150	

(7)

## TABLEAU RECAPITULATIF

Estimation de la production fourragère en UF/ha/an

Identification de la zone	Localisation	superficie en ha	Topographie - Situation géomorphologique	Sols	Groupements végétaux	Utilisation actuelle	Problèmes de mise en valeur	Aptitudes principales	Autres aptitudes et travaux d'aménagement proposés	Estimation de la production fourragère en UF/ha/an	
										Actuelle	Potentielle après aménagements
										sans réserves fourragères	avec réserves fourragères
25	Zone du sondage d'Ain Malakoff	1525	Plaine avec alluvions anciennes	Sols peu évolués halomorphes à texture grossière (souvent moyenne en surface) avec localement recouvrement éolien	G. à <i>Salsola vermiculata</i> et <i>Atriplex glauca</i> ( <i>Artemisia campestris</i> abondant)	- Céréales médiocres - Parcours souvent dégradés	- Erosion éolienne	idem 24	- Essais de plantation d'Atriplex - Boisement ruraux avec Tamarix - Zone favorable pour périmètre d'irrigation permanente	180	250
26	Piedmont Sud du Djebel Oukat Chergui	11390	Glacis polygénique du quaternaire ancien et moyen Pente 1-5%	- Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire (0-40 cm.) - Localement "plages de salure"	G. à <i>Thymelea virgata</i> S/G à <i>Stipa tenacissima</i>	- Parcours - Céréales médiocres - Exploitation de l'Alfa	- Sols superficiels - Ruissellement souvent important	Parcours médiocres d'utilisation hivernale et printanière (ou estivale)	- Exploitation de l'Alfa - Aménagement des thalwegs (non cartographiés) avec cactus - Essais de boisements ruraux avec Pin d'Alep	60	90
27	Piedmont Nord du Djebel Oukat Chergui	905	Glacis polygénique du quaternaire ancien pente 1-2%	Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire (0-40 cm.)	G. à <i>Artemisia herba-alba</i> S/G à <i>Stipa tenacissima</i>	- Parcours - Exploitation de l'Alfa	Sols superficiels	Parcours médiocres d'utilisation hivernale et printanière (ou estivale)	Exploitation de l'Alfa	50	70
28	Djebels à l'Est d'Hasasi Bahbah	3000	- Djebels d'altitude moyenne (1000m.) avec affleurement de calcaires et marnes - Glacis polygénique du quaternaire ancien	1) Lithosols (et régosols) avec rendzines résiduelles 2) Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire (0-40 cm.)	1) G. à <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Launea acanthoclada</i> 2) G. à <i>Thymelea virgata</i> S/G à <i>Stipa tenacissima</i>	- Parcours - Exploitation de l'Alfa	- Sols squelettiques ou superficiels - Ruissellement très important	Parcours très médiocres d'utilisation hivernale et printanière (ou estivale)	- Exploitation de l'Alfa	30	40
29	Est de la zone d'épandage de Korirech	3050	- Glacis en croûte du quaternaire moyen avec alluvions récentes pente 3-5%	- Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire (0-40 cm.) - Sols peu évolués d'apport alluvial	G. à <i>Artemisia herba-alba</i> S/G à <i>Noaea mucronata</i>	- Parcours - Céréales	- Sols superficiels - Ruissellement important	- Parcours d'utilisation estivale et automnale avec <i>Artemisia herba-alba</i> , <i>Noaea mucronata</i> , <i>Stipa parviflora</i> etc. - Utilisation des eaux de ruissellement (pistachiers, céréales)	Aménagement des micro-bassins versants pour amélioration du parcours (ou céréales) et plantation de pistachiers sur les sols profonds	120	180

(8)

## TABLEAU RECAPITULATIF

Estimation de la production  
fourragère en UF/ha/an

Identification de la zone	Localisation	superficie en ha	Topographie - Situation géomorphologique	Sols	Groupements végétaux	Utilisation actuelle	Problèmes de mise en valeur	Aptitudes principales	Autres aptitudes et travaux d'aménagement proposés	Actuelle	Potentielle après aménagements	
											sans réserves fourragères	avec réserves fourragères
30	Au Nord du Zarhez Rharbi (Daïet el Fedjel)	750	- Glacis polygénique encroûté du quaternaire ancien et moyen - Pente 1%	Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire salée (0-40 cm) "plages de salure" abondantes	G. à Artemisia herba-alba S/G à Noaea mucronata	- Parcours	- Sols superficiels	idem 29		100	130	
31	Djebels Oukat Chergui Drheima etc	4355	Djebels d'altitude moyenne (1000 m. environ) avec affleurement de calcaire et marnes, colluvions encroûtées	Lithosols et régosols Rendzines résiduelles	G. à Stipa tenacissima et Launea acanthoclada	- Parcours	- Sols squelettiques ou superficiels - Topographie accidentée	- Parcours très médiocre d'utilisation estivale et automnale	Exploitation de l'Alfa	30	40	
32	Atlas saharien Djebel Degdegue et zone à l'Est	3390	Djebels d'altitude moyenne (1000-1100 m.) avec affleurements de conglomérat, grès calcaire, marnes - colluvions encroûtées	- Lithosols et régosols - Rendzines résiduelles	G. forestier à Pinus halepensis et Juniperus phoenicea, le plus souvent G. de dégradation sans Pin d'Alep S/G à Cistus libanotis	- Parcours	idem 31	Parcours d'utilisation estivale et automnale avec espèces de dégradation forestière (Parcours forestier)	localement reforestation des zones les plus favorables	100	130	
33	Atlas saharien : Djebels Tonicha Kef Oudei Souf	2095	Djebels d'altitude moyenne (1100-1200m) avec affleurements de grès très faiblement calcaire (minces lits marneux)	- Lithosols - Rendzines résiduelles	G. de dégradation forestière à Juniperus phoenicea S/G à Launea acanthoclada	- Parcours	idem 31	idem 32	Exploitation de l'Alfa	100	130	
34	Atlas Saharien : Roches de sel Aïn Nabad	230	Glacis encroûté (dalle calcaire) du quaternaire ancien	Rendzines	G. de dégradation forestière à Juniperus phoenicea S/G à Cistus libanotis	- Parcours - Exploitation de Tuff	Sols superficiels et dalles calcaire	idem 32		60	80	

(9)

## TABLEAU

## RECAPITULATIF

Estimation de la production  
fourragère en UF/ha/an

Identification de la zone	Localisation	superficie en ha	Topographie - Situation géomorphologique	Sols	Groupements végétaux	Utilisation actuelle	Problèmes de mise en valeur	Aptitudes principales	Autres aptitudes et travaux d'aménagement proposés	Estimation de la production fourragère en UF/ha/an	
										Actuelle	Potentielle après aménagements
										sans réserves fourragères	avec réserves fourragères
35	Atlas saharien : Aval des sources d'Ain Zmila et Fortassa	420	Zone d'accumulation de gypse en aval des sources	Sols gypseux à encroûtement de surface parfois très salés Localement recouvrement éolien	G. à <i>Herniaria mauritanica</i>	-Localement céréales -Parcours	Sols très gypseux, salure parfois importante	Parcours très médiocres	Essai de reboisement avec Pin d'Alep et Tamarix (pour les zones les plus salées)	50	60
36	Atlas Saharien (zone S.E.)	8700	Glacis et surfaces encroûtées sur les marnes et marno-calcaires	-Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire (0-40 cm) -Sols bruns calcaires profonds dans les thalwegs -Localement régosols sur marnes	G. steppique et post-cultural à <i>Onobrychis argentea</i> <i>Koeleria vallsiana</i>	-Céréales dans les thalwegs et sur la croûte -Parcours	Sols superficiels	-Parcours d'utilisation estivale et automnale avec <i>Onobrychis argentea</i> , <i>Stipa barbata</i> , <i>Helianthemum hirtum</i> (Zef-Zef) etc. -Utilisation des eaux de ruissellement (Pistachiers et céréales)	-Aménagement des micro-bassins versants (thalwegs) pour plantation de Pistachiers -Localement sur régosols (avec <i>Atractylis humilis</i> ) reforestation après rootage	150	250
37	Atlas saharien (zone S.E.)	1120	Surfaces encroûtées sur calcaires et marnes	-Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire (0-40cm) -Sols bruns calcaires profonds dans les thalwegs	G. steppique et post-cultural à <i>Onobrychis argentea</i> et <i>Noaea mucronata</i> avec <i>Stipa tenacissima</i> résiduel	Céréales dans les thalwegs et sur la croûte	Sols superficiels	idem 36	Aménagement des micro-bassins versants (thalwegs) pour plantation de Pistachiers	120	200
38	Atlas saharien (Zone S.E.)	1315	Affleurements de grès non ou très faiblement calcaires, intercalations de marnes versicolores	-Lithosols -Rendzines à texture grossière	G. steppique et post-cultural à <i>Onobrychis argentea</i> , <i>Noaea mucronata</i> S/G à <i>Thymus guyonii</i> avec <i>Juniperus oxycedrus</i> résiduel	Parcours	Sols superficiels et squelettiques	idem 36 avec des psammophiles plus nombreuses	Localement reforestation (au niveau des intercalations de marnes)	120	170
39	Bordure Nord du cordon dunaire (Oued Melah)	1700	Alluvions anciennes et actuelles de l'Oued Melah avec recouvrement éolien plus ou moins important	Sols peu évolués halomorphes Texture généralement grossière (parfois moyenne)	G. à <i>Salsola vermiculata</i> et <i>Atriplex halimus</i> et Tamarix	-Parcours -Céréales médiocres	Erosion éolienne Topographie irrégulière	Parcours d'utilisation estivale et automnale avec <i>Atriplex halimus</i> , <i>Salsola vermiculata</i> et psammophiles annuelles	-Boisements ruraux avec Tamarix -Essais de plantation d' <i>Atriplex</i>	300	400

(10)

## TABLEAU RECAPITULATIF

Estimation de la production  
fourragère en UF/ha/an

Identification de la zone	Localisation	superficie en ha	Topographie - Situation geomorphologique	Sols	Groupements vegetaux	Utilisation actuelle	Problèmes de mise en valeur	Aptitudes principales	Autres aptitudes et travaux d'aménagement proposés	Actuelle	Potentielle après aménagement	
											sans réserves fourragères	avec réserves fourragères
40	Zones à l'Est du Zarhez Rharbi	390	Idem 39	Sols halomorphes peu salés ou salés à alcalis (texture fine ou moyenne)	G. à <i>Salsola Tetrandra</i> S/G à <i>Salsola vermiculata</i>	-Parcours -Localement céréales	Erosion éolienne Topographie irrégulière	idem 39	idem 39	150	300	
41	Cordon du-gaire	2535	Dépressions interdunaires avec nappe phréatique non ou peu salée proche de la surface (50-300 cm)	1) Sols peu évolués d'apport éolien 2) Sols hydromorphes à gley salés 3) Sols hydromorphes à encroûtement gypseux de nappe et gley salés	G. à <i>Juncus maritimus</i> et <i>Phragmites</i> communis 1) S/G à <i>Imperata cylindrica</i> 2) S/G à <i>Aeluropus littoralis</i> 3) G. à <i>Schoelus nigricans</i> et <i>Plantago crassifolia</i>	-Parcours - Localement puits avec maraichage	-Erosion éolienne -Topographie très irrégulière -Accès difficile	-Parcours spécialisés d'utilisation permanente -Utilisation de la nappe phréatique peu profonde et peu salée pour maraichage et fourrages	-Boisements ruraux avec : Peuplier blanc Eucalyptus Tamarix	500	800	
42	Petites zones du Bassin Zarhez Rharbi	1470	Petites dépressions alluviales avec nappe peu profonde et très salée	Sols halomorphes salés et très salés à alcalis (texture moyenne à fine)	G. à <i>Salsola tetrandra</i> S/G à <i>Suaeda fruticosa</i>	Parcours	- Salure très élevée - nappe très salée proche de la surface (100-300 cm)	Parcours spécialisés pour dromadaires essentiellement (utilisation de préférence en automne hiver)	- Boisements ruraux avec Tamarix - Essais de plantation d' <i>Atriplex</i>	120	150	
43	En bordure du Zarhez Rharbi et petites zones très salées	2405	-Abords immédiats du Zarhez Rharbi -Aval des "zones de résurgences" des Terres Blanches, etc...	Sols halomorphes salins à encroûtement gypseux de nappe (parfois amas)	G. des sols gypseux très salés 1) G. à <i>Suaeda fruticosa</i> et <i>Atriplex portulacoides</i> 2) G. à <i>Arthrocnemum indicum</i> 3) G. à <i>Halocnemum strobilaceum</i> 4) G. à <i>Salicornia arabica</i>	Parcours	-Salure excessivement élevée -Nappe très salée et proche de la surface (100-200 cm)	Parcours spécialisés pour dromadaires essentiellement	-Localement dans les zones un peu moins salées, boisements ruraux avec Tamarix	80	80	

(11)

## TABLEAU

## RECAPITULATIF

Estimation de la production  
fourragère en UF/ha/an

Identification de la zone	Localisation	superficie en ha	Topographie - Situation géomorphologique	Sols	Groupements végétaux	Utilisation actuelle	Problèmes de mise en valeur	Aptitudes principales	Autres aptitudes et travaux d'aménagement proposés	Estimation de la production fourragère en UF/ha/an		
										Actuelle	Potentielle après aménagement	
											sans réserves fourragères	avec réserves fourragères
44	Oued Korirech	2580	Zone d'épandage de l'Oued Korirech Pente faible 0,5%	1) Sols peu évolués d'apport alluvial à texture fine à moyenne très peu salés en profondeur 2) Localement vertisols hydromorphes	1) G. cultigènes des sols à texture fine - Silybum eburneum - Beta vulgaris 2) G. à Teucrium campanulatum et Coronopus squamatus	Céréales convenables avec épandage de crues plus ou moins aménagé	Faible salure en profondeur	Zone très favorable pour épandage de crues avec céréales (blé dur, orge, etc..) et essais de fourrages annuels	Périmètre d'épandage de crues à étudier et à aménager	200	1000	
45	Oued Melah	2865	Zone d'épandage de l'Oued Melah Pente faible (0,5% en moyenne)	Sols peu évolués d'apport alluvial à texture très variable (fine, moyenne et grossière) Salure en profondeur	1) G. cultigène des sols à texture grossière et moyenne à Artemisia campestris et Lygeum spartum 2) G. cultigène des sols à texture fine à Silybum eburneum	Périmètre d'épandage de crues en cours d'aménagement	- Sols à texture très hétérogène - Salure en profondeur - Salure de l'Oued Melah - Localement recouvrement éolien (micro-nebkhas)	Zone assez favorable pour l'épandage de crues avec céréales et essais de fourrages annuels Localement Atriplex	- Périmètre en cours d'aménagement - Localement (Est de RNI) amélioration de l'infiltration des eaux de pluie (quadrillage avec Lygeum spartum etc)	150	600	
46	Piedmont de l'Atlas Saharien	2385	- Zone d'épandage d'oueds secondaires (oued Seroudj, etc..) - Topographie assez régulière (pente de 0,5 à 2%)	Sols peu évolués d'apport alluvial à texture moyenne ou grossière Localement croûte calcaire faiblement salée entre 30-100 cm de profondeur	G. cultigène des sols à texture grossière et moyenne à Artemisia campestris Lygeum spartum et localement Ziziphus lotus	- Céréales assez convenables - Parcours	- Sols à texture grossière parfois - Ruissellement important	Zone assez favorable pour épandage de crues (céréales)	- Aménagement des oueds pour étaler les crues et amélioration de l'infiltration des eaux de pluie - Localement zones favorables pour périmètres d'irrigation permanente	100	400	
47	Oued Zireg	3060	- Zones d'épandage des oueds Zireg, Bestama etc... - Pente régulière (0,5 à 1,5%)	Sols peu évolués d'apport alluvial à texture moyenne (souvent plus grossière en profondeur)	G. cultigène des sols à texture moyenne à Artemisia campestris Lygeum spartum Ziziphus lotus	Céréales convenables	Ruissellement important en raison de la pente et sols battants	Zone favorable pour épandage de crues (céréales)	- Aménagement des oueds pour créer périmètres d'épandage de crues - Amélioration de l'infiltration des eaux de pluie (quadrillage avec Lygeum spartum) - Vers l'aval zone favorable pour périmètre d'irrigation permanente	100	400	

(12)

## TABLEAU

## RECAPITULATIF

Estimation de la production  
fourragère en UF/ha/an

Identification de la zone	Localisation	superficie en ha	Topographie - Situation - géomorphologique	Sols	Groupements végétaux	Utilisation actuelle	Problèmes de mise en valeur	Aptitudes principales	Autres aptitudes et travaux d'aménagement proposés	Actuelle	Potentielle après aménagement	
											sans réserves fourragères	avec réserves fourragères
48	Aval de l' Oued Faïd el Djemel	430	Zone d'accumulation et décan- tation des eaux de crues de l'Oued Faïd el Djemel	Vertisols halo- morphes à tex- ture fine	G. cultigène à Teucrium cam- panulatum et Coronopus squamatus	Céréales très con- venables	-Faible salure en profondeur	Zone très favo- rable pour céréales (blé dur, orge)	Labours profonds	300	300	
49	Piedmont de l'Atlas Sa- harien (bordure du cordon du- naire)	1245	Zones d'épanda- ges actuelles (parfois ancien- nes) d'oueds secondaires Topographie sensiblement planes	Sols peu évolués d'apport alluvial à texture grossiè- re (localement ho- rizontaux caillou- teux ou à texture moyenne)	G. cultigène des sols à texture grossière à Artemisia cam- pestris, Lygeum spartum, Zizi- phus lotus	-Céréales médiocres -Parcours	-Texture gros- sière parfois très caillou- teuse -Erosion éo- lienne loca- lement	Création de ré- serves fourra- gères avec plan- tation de Cact- us en utili- sant l'épanda- ge des crues lorsque la si- tuation topo- graphique le permet -Localement céréales	Localement zones favorables pour périmètres d'ir- rigation permanen- te	100	200	1000
50	"Dar Bechir Ben Rezig"	1250	Glacis encrou- té du quater- naire moyen, recouvert d'al- luvions récen- tes Topographie as- sez régulière, pente 0,5 à 1%	Sols peu évolués d'apport alluvial à texture grossiè- re (parfois moyen- ne) sur croûte calcaire entre 40-100 cm de pro- fondeur	idem 49	-Céréales médiocres -Parcours	Croûte calcai- re relative- ment peu pro- fonde	idem 49		120	200	1000
51	Oued Gaïga	1515	Zone d'épanda- ge de l'oued Gaïga (et oueds secondaires) Topographie ré- gulière, pente 1%	Sols peu évolués d'apport alluvial à texture grossiè- re (souvent plus limoneux en sur- face)	idem 49	Céréales médiocres	-Ruissellement important (battance et pente) - Texture grossière	Création de réserves four- ragères avec plantation de Cactus et aus- si céréales (sols à textu- re plus fine)	-Amélioration de l'infiltration des eaux de pluie (quadrillage avec Lygeum spartum etc) -Zone en partie fa- vorable pour péri- mètres d'irrigation permanente	100	200	1200

(13)

## TABLEAU

## RECAPITULATIF

Estimation de la production  
fourragère en UF/ha/an

Identification de la zone	Localisation	superficie en ha	Topographie - Situation géomorphologique	Sols	Groupements végétaux	Utilisation actuelle	Problèmes de mise en valeur	Aptitudes principales	Autres aptitudes et travaux d'aménagement proposés	Estimation de la production fourragère en UF/ha/an		
										Actuelle	Potentielle après aménagements	
										sans réserves fourragères	avec réserves fourragères	
52	Bordure Nord du Zarhez Rharbi	6080	-Dépressions al- luviales sur le glacis poly génique du quaternaire ancien et moyen  -Bordure Nord du Zarhez Rharbi	-Sierozems sa- bleux avec croûte ou encroûtement calcaire entre 40 et 100 cm de profondeur (loca- lement sol hydro- morphe ancien)  -Sols peu évolués d'apport alluvial à texture gros- sière	G. à Thymelea virgata S/G à Artemisia campestris et Ziziphus lotus	-Céréales médiocres  -Parcours	-Erosion éo- lienne loca- lement  -Ruissellement  -Topographie irrégulière avec nebkhas de jujubiers	Création de ré- serves fourra- gères avec plan- tation de Cact- us et aussi Pistachiers et céréales	-Aménagement des micro-bassins ver- sants (surtout ici les thalwegs)  -Localement plan- tation de Cactus en lignes (bordure du Zarhez) ou dans les nebkhas de jujubiers	150	200	1200
53	Oued Mesrane (Ouest de Zaafrane)	1300	Zone d'épandage de l'Oued Mesra- ne	Sols peu évolués halomorphes de texture moyenne (généralement grossière en profondeur)	G. à Salsola vermiculata et Atriplex glau- ca Localement Atriplex hali- mus abondant	-Céréales médiocres  -Parcours	-Faible salure du sol  -Ruissellement important  -Localement érosion éo- lienne (micronebkhas)	Création de ré- serves fourra- gères avec plan- tation d'Atri- plex et céréales (orge) en épan- dage de crue	-Périmètre d'épan- dage de crue à étu- dier et à aménager  -Amélioration de l'infiltration des eaux de pluie (labours profonds etc...)  -Zone en partie fa- vorable pour péri- mètres d'irrigation permanente	150	200	1200
54	Zones au S.O et au Sud du Zarhez Rhar- bi	5900	Zones d'épanda- ges des oueds Melah et Mesrane	Sols peu salés et salés à alcalis (jusqu'à 30 mmhos) à texture moyenne à fine  -Nappe * salée en- tre 2 et 5 m de profondeur	G. à Salsola tetrandra S/G à Atriplex halimus et S/G à Salsola vermiculata	-Céréales médiocres à convenables (orge)  -Parcours	-Salure élevée du sol  -Sols très battants avec ruissellement important	Création de ré- serves fourra- gères avec plan- tation d'Atri- plex et céréa- les (orge) avec utilisation de la nappe phréa- tique salée	-Amélioration de l' infiltration des eaux de pluie (la- bours profonds etc...)  -Boisements ruraux avec Tamarix  -Aménagement des excédents de crue des oueds Melah et Mesrane	150	300	1500
55	Au Nord de Grizine el Hâtoû	675	Vaste cuvette d'accumulation des eaux de ruissellement	1) Vertisols halo- morphes à texture fine 2) Sols salés à alcalis à texture fine	1) G. à Salsola vermiculata S/G à Atriplex glauca 2) G. à Salsola tetrandra S/G à Salsola vermiculata	-Céréales médiocres  -Parcours	-Salure élevée du sol et tex- ture fine	Création de ré- serves fourra- gères avec plan- tation d'Atri- plex et céréa- les (orge éven- tuellement blé dur)		100	150	800

(14)

## TABLEAU

## RECAPITULATIF

Estimation de la production  
fourragère en UF/ha/an

Identification de la zone	Localisation	superficie en ha	Topographie - Situation géomorphologique	Sols	Groupements végétaux	Utilisation actuelle	Problèmes de mise en valeur	Aptitudes principales	Autres aptitudes et travaux d'aménagement proposés	Estimation de la production fourragère en UF/ha/an		
										Actuelle	Potentielle après aménagements sans réserves fourragères	Potentielle après aménagements avec réserves fourragères
56	Petites zones proches de Zaafrane et Dar Guendous	645	Petites zones d'épandage des oueds Korirech, El Hadjia etc.	Sols peu évolués halomorphes à texture moyenne (localement salés à alcalis)	G. à <i>Salsola vermiculata</i> et <i>Atriplex glauca</i>	-Céréales médiocres -Parcours	-Ruissellement important -Sols battants parfois salés	Création de réserves fourragères avec plantation d' <i>Atriplex</i> et céréales	-Amélioration de l'infiltration des eaux de pluie (labours profonds, quadrillage avec <i>Atriplex</i> , <i>Lygeum spartum</i> etc.) -Boisements ruraux avec <i>Tamarix</i>	100	200	1000
57	Est de Zaafrane	745	Ancienne zone d'épandage de l'oued Korirech	Sols peu évolués d'apport alluvial à texture variable (moyenne à grossière) -Faible salure en profondeur -Localement recouvrement éolien	G. à <i>Salsola vermiculata</i> et <i>Atriplex glauca</i>	Céréales médiocres	-Ruissellement important -Sols battants -Localement érosion éolienne	Création de réserves fourragères avec <i>Atriplex</i> et céréales	-Amélioration de l'infiltration des eaux de pluie (idem 56) -Boisements ruraux avec <i>Tamarix</i> et <i>Eucalyptus</i> -Zone favorable pour périmètre d'irrigation permanente	100	150	1000
58	Ouest de Zaafrane	390	Zone sensiblement plane avec localement recouvrement éolien	Sols peu évolués d'apport alluvial à texture grossière, salés à très salés en profondeur	G. à <i>Salsola vermiculata</i> et <i>Atriplex glauca</i> avec <i>Atriplex halimus</i> et <i>Zizyphus lotus</i>	-Céréales médiocres -Parcours	-Salure en profondeur -Erosion éolienne localement	-Création de réserves fourragères avec <i>Atriplex</i> et céréales Localement utilisation de la nappe phréatique peu salée ( $RS < 4$ g/l) et peu profonde pour maraîchage et fourrages	-Boisements ruraux avec <i>Eucalyptus</i> et <i>Tamarix</i> -Zone favorable pour périmètre d'irrigation permanente	150	250	1200
59	Zones au Nord du Cordon dunaire (oueds Melah, Mesrane, Hadjia etc.)	1765	-Zones d'épandage des oueds Melah, Mesrane etc. -Topographie sensiblement plane	Sols salés et sur tout très salés à alcalis à texture fine (ou moyenne)	G. à <i>Salsola tetrandra</i> et <i>Agropyrum orientale</i> S/G typique	-Parcours -Localement céréales très médiocres	-Salure des sols élevée à très élevée -Sols battants avec ruissellement important	-Parcours d'utilisation estivale et automnale (et hivernale) avec dominance de <i>Salsola tetrandra</i> -Création de réserves fourragères avec <i>Atriplex</i> (éventuellement orge)	-Amélioration de l'infiltration des eaux de pluie (labours profonds etc.) -Boisements ruraux avec <i>Tamarix</i>	100	120	500

(15) TABLEAU RECAPITULATIF

Estimation de la production fourragère en UF/ha/an

Identification de la zone	Localisation	Superficie en ha	Topographie Situation géomorphologique	Sols	Groupements végétaux	Utilisation actuelle	Problèmes de mise en valeur	Aptitudes principales	Autres aptitudes et travaux d'aménagement proposés	Estimation de la production fourragère en UF/ha/an	
										Actuelle	Potentielle après aménagements
										Sans réserves fourragères	avec réserves fourragères
60	Atlas Saharien : zone du Miocène	17440	Surface ondulée avec collines dominées par les buttes témoins de conglomérat, calcaire lacustre ou dalle moutouyenne (1) Colluvions de pente encroûtées (2) Niveau d'érosion tronquant les argiles sableuses (3) Grandes dépressions alluviales très élargies avec sols hydromorphes anciens et vigoureusement entaillés par les oueds en aval.	Topo-litho séquence (1) Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire (0-40 cm) localement rendzines (2) Sols régosoliques et regosols sur les argiles sableuses + gypseuses (3) Sierozems à texture grossière (ou moyenne) à encroûtement calcaire entre 30 et 100 cm Localement sols hydromorphes anciens noircis	(1) G. steppique et postculturel à <i>Onobrychis argentea</i> et <i>Noaea mucronata</i> avec <i>Stipa tenacissima</i> résiduel Localement G. de dégradation forestière à <i>Juniperus phoenicea</i> S/G à <i>Cistus libanotis</i> (2) G. steppique à <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Atractylis humilis</i> (3) G. cultigène à <i>Artemisia campestris</i> et <i>Ziziphus lotus</i>	- Céréales médiocres - Exploitation de l'Alfa - Localement jardins irrigués en aval des sources et en bordure de l'oued Melah - Parcours	- Zone hétérogène - Localement ruissellement important - Erosion régressive de oueds	En fonction des sols (1) et (2) zones favorables au reboisement ou parcours d'utilisation estivale et automnale (3) Utilisation des eaux de ruissellement (Pistachiers et Céréales)	(1) et (2) Rootage et travaux de DRS pour reboisement (2) Exploitation de l'Alfa (à l'Ouest de l'Oued Melah) (3) Aménagement des micro-bassins versants (essentiellement thalwegs) pour la plantation des Pistachiers et les Céréales - Utilisation de l'eau des sources et oued Melah pour cultures diverses	100	
61	Atlas Saharien Nord du Djebel Sahari	2420	Glacis encroûté du quaternaire moyen dans la dépression entre le Djebel Kef Oud-Souf	- Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire peu profonde (0-40 cm) - Localement rendzines et sols peu évolués d'apport alluvial	- G. de dégradation forestière à <i>Juniperus phoenicea</i> S/G à <i>Cistus libanotis</i> - G. steppique à <i>Onobrychis argentea</i> et <i>Noaea mucronata</i> - Localement G. cultigène à <i>Artemisia campestris</i> et <i>Ziziphus lotus</i>	- Parcours - Céréales médiocres	- Erosion régressive localement importante avec ruissellement	- Zone favorable au reboisement ou parcours d'utilisation estivale et automnale	- Rootage et travaux de DRS pour le reboisement - Localement aménagement des micro-bassins versants (essentiellement thalwegs) pour la plantation de Pistachiers et les Céréales	30	

Identification de la zone	Localisation	superficie en ha	Topographie Situation géomorphologique	Sols	Groupements végétaux	Utilisation actuelle	Problèmes de mise en valeur	Aptitudes principales	Autres aptitudes et travaux d'aménagement proposés	Estimation de la production fourragère en UF/ha/an	
										Actuelle	Potentielle, après aménagements
										sans réserves fourragères	avec réserves fourragères
62	Atlas Saharien au Sud du Djebel Drheima	1395	Collines encroûtées avec gypse massif, marnes gypseuses, grès calcaire etc.	-Sols gypseux à encroûtement de surface -Régosols (marnes gypseuses) et lithosols	G. steppique à <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Herniaria mauritanica</i> et G. à <i>Atractylis humilis</i>	- Parcours - Exploitation de l'Alfa -Reboisement récent après rootage et travaux de DRS	-Sols très gypseux le plus souvent -Ruissellement important	Zone assez favorable au reboisement ou parcours très médiocres d'utilisation estivale et automnale	-Rootage et travaux de DRS pour le reboisement -Localement exploitation de l'Alfa	30	
63	Atlas Saharien : Rouaguib el Ouache	2645	Collines plus ou moins vallonnées avec dominance de marnes alternant avec minces bancs de calcaire	-Régosols et lithosols -Rendzines et sols bruns calcaires résiduels	G. steppique à <i>Stipa tenacissima</i> , <i>Atractylis humilis</i> et <i>Catananche caespitosa</i> . Localement dans les dépressions : G. cultigène à <i>Artemisia campestris</i> et <i>Ziziphus lotus</i>	-Parcours -Exploitation de l'Alfa -Localement céréales	-Ruissellement important	-Zone favorable au reboisement ou parcours médiocres d'utilisation estivale et automnale -Utilisation des eaux de ruissellement (Pistachiers et céréales)	-Rootage et travaux de DRS pour le reboisement -Localement aménagement des microbassins versants (essentiellement thalwegs) pour la plantation de Pistachiers et les céréales -Exploitation de l'Alfa	60	
64	Atlas Saharien : zone de l'oued Sidi Slimane	6000	Djebels d'altitude moyenne : alignement de crêtes longitudinaux (calcaire dur) séparés par des combes (marnes et marno-calcaires) plus ou moins encroûtées	(1) Lithosols et régosols avec rendzines et sols bruns calcaires résiduels (2) Sols bruns calcaires xériques à croûte calcaire peu profonde (0-40 cm)	(1) G. de dégradation forestière (Pin d'Alep résiduel) à <i>Juniperus oxycedrus</i> S/G à <i>Cistus libanotis</i> G. steppique à <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Atractylis humilis</i> (2) G. steppique et postcultural à <i>Onobrychis argentea</i> et <i>Noaea mucronata</i> . Localement G. cultigène à <i>Artemisia campestris</i> et <i>Ziziphus lotus</i>	- Parcours - Exploitation de l'Alfa -Localement céréales	-Topographie irrégulière -Erosion régressive localement importante -Sols souvent squelettiques ou superficiels	-Zone favorable au reboisement ou parcours d'utilisation estivale et automnale -Utilisation des eaux de ruissellement (Pistachiers et céréales)	-Rootage et travaux de DRS lorsque la topographie le permet -Localement aménagement des microbassins versants (essentiellement thalwegs) pour la plantation des Pistachiers et les céréales -Exploitation de l'Alfa	80	

(17)

## TABLEAU

## RECAPITULATIF

Estimation de la production  
fourragère en t/ha/an

Identification de la zone	Localisation	superficie en ha	Topographie Situation géomorphologique	Sols	Végétations	Climat	Problèmes de mise en valeur	Aptitudes principales	Autres aptitudes et travaux d'aménagement proposés	Actuelle	Potentielle après aménagements	
											sans réserves fourragères	avec réserves fourragères
65	Atlas Saharien au Sud du Djebel Sahari	1855	Vaste dépression allongée Est-Ouest : combe plus ou moins encroûtée (marnes du Cénomane)	-Rendzines sur croûte (0-40cm) -Sols bruns calcaires, assez profonds dans les dépressions (croûte entre 40 et 100 cm, de profondeur environ)	-G. forestier (forêt claire) à Pinus halepensis et Quercus ilex et G. de dégradation forestière S/G à Cistus libanotis -G. steppique et postcultural à Onobrychis argentea et Koeleria vallesiana -Dans les dépressions G. eultigène à Artemisia campestris et Ziziphus lotus	-Zone forestière en partie protégée -Céréales médiocres -Parcours	Sols souvent superficiels avec croûte calcaire	-Aménagement de la forêt de Pin d'Alep -Localement utilisation des eaux de ruissellement (Pistachiers et céréales)	-Localement reforestation après roitage et travaux de DRS -Localement aménagement des micro-bassins versants (Thalwegs) pour la plantation de Pistachiers et les céréales -Parcours forestier à organiser éventuellement	120		
66	Atlas Saharien : Kef Er Rehma	4150	Djebels d'altitude élevée (1200-1500 m) avec affleurements de grès et argiles non calcaires	-Lithosols et régosols -Sols bruns calcaires résiduels -Localement rendzines et sols bruns calcaires résiduels	G. forestier (forêt claire) à Pinus halepensis et Quercus ilex et G. de dégradation forestière S/G à Cistus salvifolius	Zone forestière très dégradée par les incendies et en partie protégée	-Topographie très accidentée -Sols le plus souvent squelettiques -Pluviométrie intéressante	Aménagement de la forêt de Pin d'Alep avec reforestation	Parcours forestier à organiser éventuellement	100		
67	Atlas Saharien : Djebels Sahari, Kef Toual etc..	9665	Djebels d'altitude élevée (1100-1300 m) avec affleurements de calcaires et marnes le plus souvent encroûtées	-Lithosols et régosols -Rendzines résiduelles sur calcaire dur ou croûte calcaire	G. forestier (forêt claire) à Pinus halepensis et Quercus ilex et G. de dégradation forestière S/G à Cistus libanotis	Zone forestière en partie protégée	-Topographie accidentée -Sols souvent squelettiques -Ruissellement important	Aménagement de la forêt de Pin d'Alep avec reforestation	Parcours forestier à organiser éventuellement	50		



# BASSIN DU ZAHREZ-GHARBI

FEUILLE DE ROCHER DE SEL

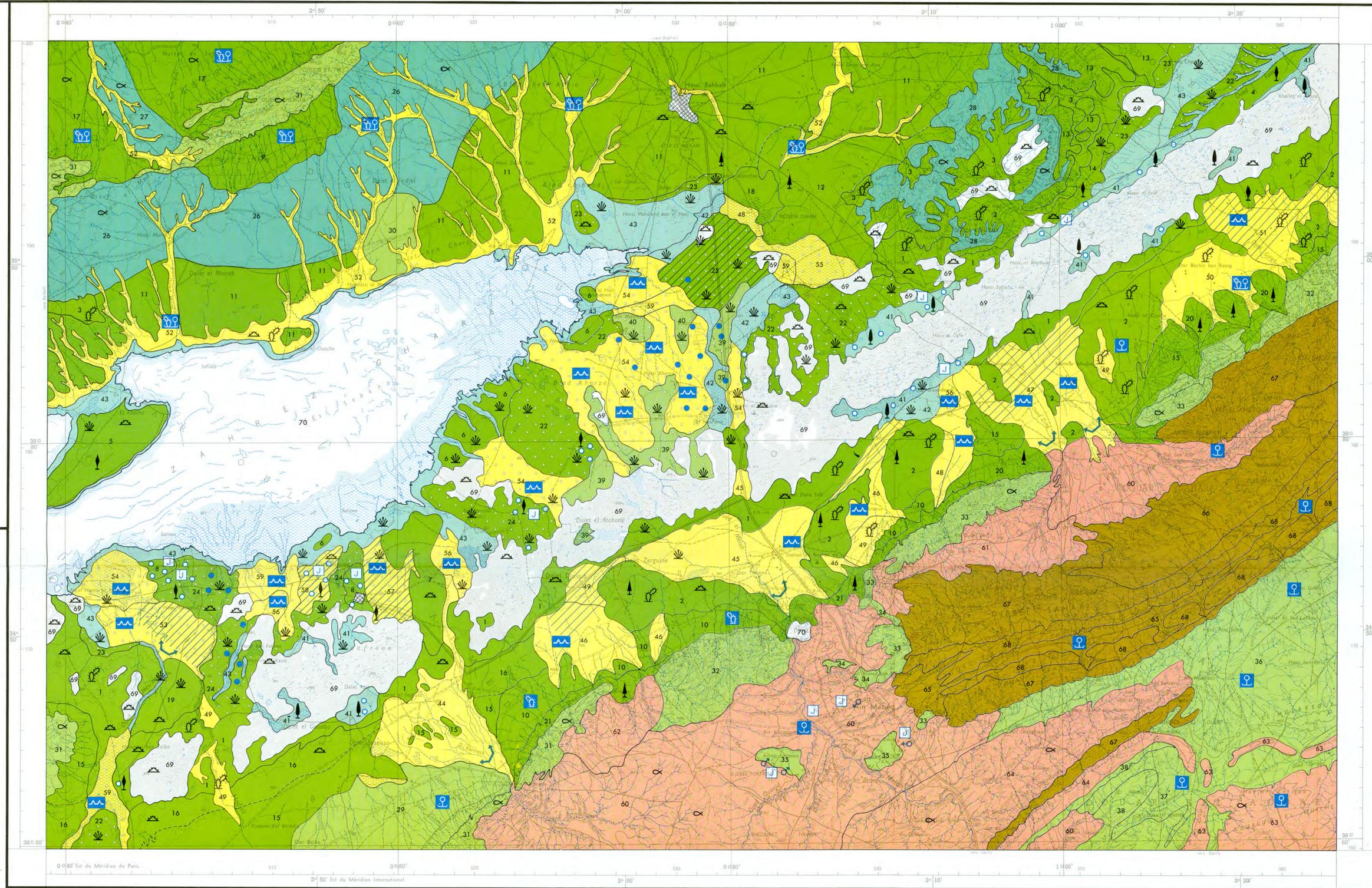
## APTITUDES DU MILIEU (sols, végétation, utilisation des ressources en eau) POUR LA MISE EN VALEUR

Echelle : 1/100 000

Dressé par  
M. POUGET  
en collaboration avec H. N. LE HOUEIROU

Dessiné et imprimé par l'Institut Géographique National.

1972



Hectares	Représentation
19 580	1-3
47 665	4-21
10 090	22-25
15 295	26-28
25 425	29-38
2 090	39-40
2 535	41
8 875	42-43
11 320	44-48
10 090	49-52
11 420	53-59
29 900	60-64
18 765	65-68
42 950	69-70
256 000	Total

**I - APTITUDES PRINCIPALES**

**A - PARCOURS**

**1 - Parcours d'utilisation quasi permanente (surtout printanière). Parcours steppiques non halophiles.**  
Possibilités de création de réserves fourragères avec cactus sur l'ensemble de la zone.  
Sols profonds sableux avec dominance de psammophiles vivaces et annuelles, érosion éolienne souvent intense.  
Sans possibilités de création de réserves fourragères (sauf localement cactus avec aménagement de micro-bassins versants).  
Sols peu profonds avec croûte calcaire entre 0 et 40 cm de profondeur : dominance de psammophiles annuelles avec *Lygum spartum*, *Noaea mucronata*, *Stipa parviflora*, etc...  
Sols assez profonds sableux plus ou moins salés en profondeur avec souvent un encroûtement gypseux de nappe à 70-100 cm : dominance de psammophiles vivaces et annuelles.

**Parcours steppiques plus ou moins halophiles.**  
Sols de salure et teneur en gypse variables, texture généralement grossière (à moyenne) avec le plus souvent recouvrement tabulaire éolien peu salé : dominance de psammophiles annuelles avec *Salsola vermiculata*, *Atriplex halimus*, etc...

**2 - Parcours d'utilisation hivernale et printanière. Parcours steppiques non halophiles.**  
Sols peu profonds avec croûte calcaire entre 0 et 40 cm (ou affouissement calcaire) : steppe à Alfa (*Stipa tenacissima*) dominant.

**3 - Parcours d'utilisation estivale et automnale. Parcours steppiques non halophiles.**  
Sols peu profonds avec croûte calcaire entre 0 et 40 cm : steppes à *Artemisia herba-alba* et *Noaea mucronata* (Bassin du Zahrez), steppes d'altitude (pelouses) à *Onobrychis argentea* (Atlas Saharien).  
Sols squelettiques (Djebels d'altitude moyenne) : steppe à Alfa (*Stipa tenacissima*) avec espèces de dégradation forestière comme *Juniperus phoenicea*, etc...

**Parcours steppiques plus ou moins halophiles.**  
Sols peu salés de texture grossière à moyenne avec recouvrement tabulaire éolien : dominance d'*Atriplex halimus* et *Salsola vermiculata* avec psammophiles annuelles.

**4 - Parcours spécialisés. Parcours des dépressions humides interdundaires (utilisation permanente).**  
Sols hydromorphes sableux et peu salés : dominance d'espèces hygrophiles *Isoperla cylindrica*, *Junco* et psammophiles annuelles.

**Parcours choiteux**  
Sols très salés et gypseux : steppe halophile à *Suaeda frutescens*, *Arthrocnemum*, *Atriplex portulacoides*, etc...  
Sols très salés à texture fine : steppe halophile à *Salsola tetrandra* et *Suaeda frutescens*.

**B - CULTURES**

**1 - Cultures annuelles (essentiellement céréales).**  
Sols non ou très peu salés de texture fine à moyenne bénéficiant d'un apport d'eau de ruissellement (zones d'épandage).

**2 - Création de réserves fourragères. Avec plantation de cactus, cultures annuelles (céréales) et arbustives (pistachiers) localement.**  
Sols non salés de texture grossière (localement moyenne) bénéficiant d'un apport plus ou moins important d'eau de ruissellement.

**Avec plantation d'*Atriplex* et cultures annuelles (orge essentiellement).**  
Sols peu salés à saûles de texture fine à moyenne (traitement grossière) bénéficiant d'un apport plus ou moins important d'eau de ruissellement, présence ou non d'une nappe phréatique salée à très salée entre 2 et 5 m de profondeur environ.

**C - FORÊTS**

**1 - Reboisement ou parcours. Zones favorables au reboisement après routage et travaux de DRS et/ou parcours d'utilisation estivale et automnale (localement plantation de pistachiers et céréales).**  
Sols très variés, peu profonds avec encroûtement ou croûte calcaire (30-50 cm) assez profonds sur marnes, sols squelettiques, etc... : steppes à *Onobrychis argentea* et *Noaea mucronata*, steppes à Alfa (*Stipa tenacissima*) dominant avec espèces de dégradation forestière, zones cultivées (dréales), etc...

**2 - Aménagement de la forêt de Pin d'Alep. Zones forestières.**  
Djebels (1 100-1 500 m) avec sols squelettiques et sols humifères résiduels : forêt claire ou matorral arboré avec *Pinus halepensis*, *Quercus ilex*, *Juniperus oxycedrus*, etc...

**D - ZONES NON UTILISABLES**

Sébâha (Zahrez-Gharbi) Rocher de sel. Cordon dunaire.

Agglomération (Hassi-Bababah, Zafranra)

### II - AUTRES APTITUDES ET TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT

#### A - UTILISATION DE LA NAPPE PHRÉATIQUE

**1 - Utilisation de la nappe phréatique peu profonde, sources et débit perenne d'oued (Oued Melah)**  
Eau non ou peu salée.  
Jardins de type familial pour maraichage, fourrage et arboriculture.  
Irrigation avec eau non ou peu salée (RS < 3.5 g/l) provenant de :  
Zones avec sources.  
Zones avec puits (le plus souvent à créer et à équiper)

**Eau salée, (3.5 g/l < RS < 10-12 g/l)**  
Puits à équiper pour l'irrigation de plantations d'*Atriplex*.

**2 - Utilisation des nappes profondes éventuelles.**  
Zones favorables (topographie-sols) pour périmètres d'irrigation permanente.

#### B - UTILISATION DES EAUX DE RUISSÈLEMENT

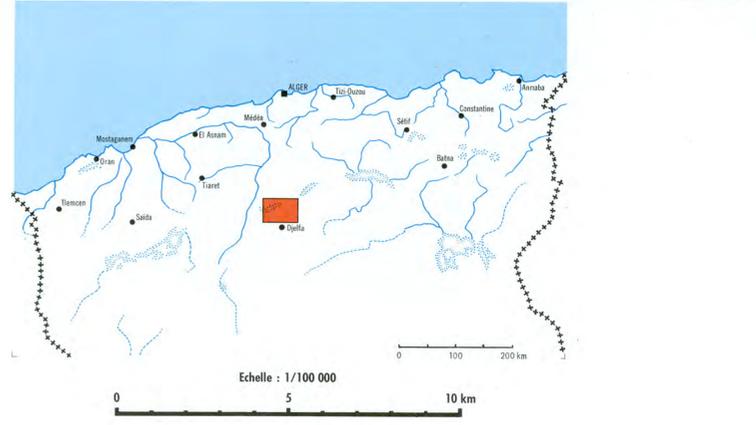
**1 - Petite hydraulique.**  
Aménagement des micro-bassins versants (halwegs essentiellement).  
De l'amont vers l'aval.  
Médiateurs.  
Petits barrages dans les thalwegs (pierre sèche, gabions, terre).  
Étalonnage des crues dans les petites zones d'épandage (ouvrages de dérivation).  
Avec cactus.

Avec pistachier.

Avec cactus et pistachier.

- Amélioration de l'infiltration des eaux de pluies.  
Diguettes, quadrillage avec selon le cas : *Spartea* (*Lygum spartum*), *Atriplex*, Cactus.  
Labours profonds ou scarifiages.
- 2 - Grande hydraulique.  
Périmètre d'épandage de crue à réaménager ou à créer.
- C - AMÉNAGEMENT DES PARCOURS**
- 1 - Boissements ruraux : rideaux brise-vent, bosquets abris.  
Pin d'Alep  
Eucalyptus  
Peuplier blanc  
Tamarix
- 2 - Fixation des dunes.  
Fixation des dunes avec Tamarix, *Retama retam* Calligonum, etc...
- D - EXPLOITATION DE LA NAPPE ALFATIÈRE**  
Steppe d'Alfa exploitable.

Remarque : Les numéros dans la colonne "représentation" identifient les zones (cf. tableau récapitulatif en annexe du rapport)



# BASSIN DU ZAHREZ-GHARBI

FEUILLE DE ROCHER DE SEL

## GROUPEMENTS VÉGÉTAUX

Echelle : 1/100 000

Dressé par  
M. POUGET  
en collaboration avec H. N. LE HOUEIROU

Dessiné et imprimé par l'Institut Géographique National 1972

### ÉTAGE DE VÉGÉTATION MÉDITERRANÉEN SEMI-ARIDE.

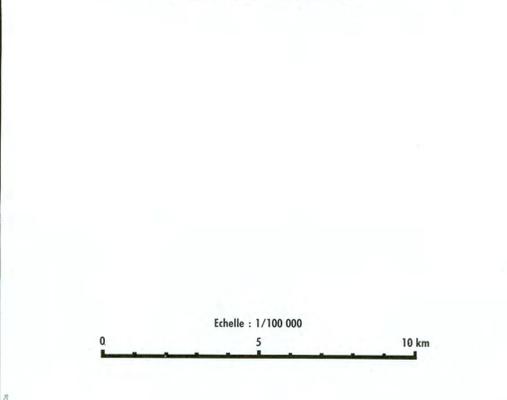
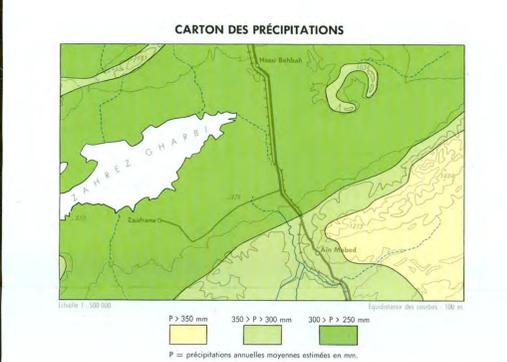
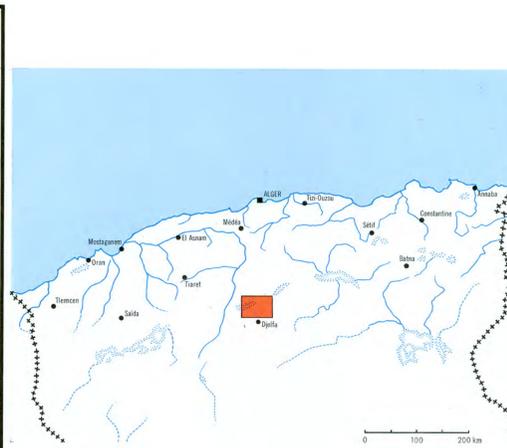
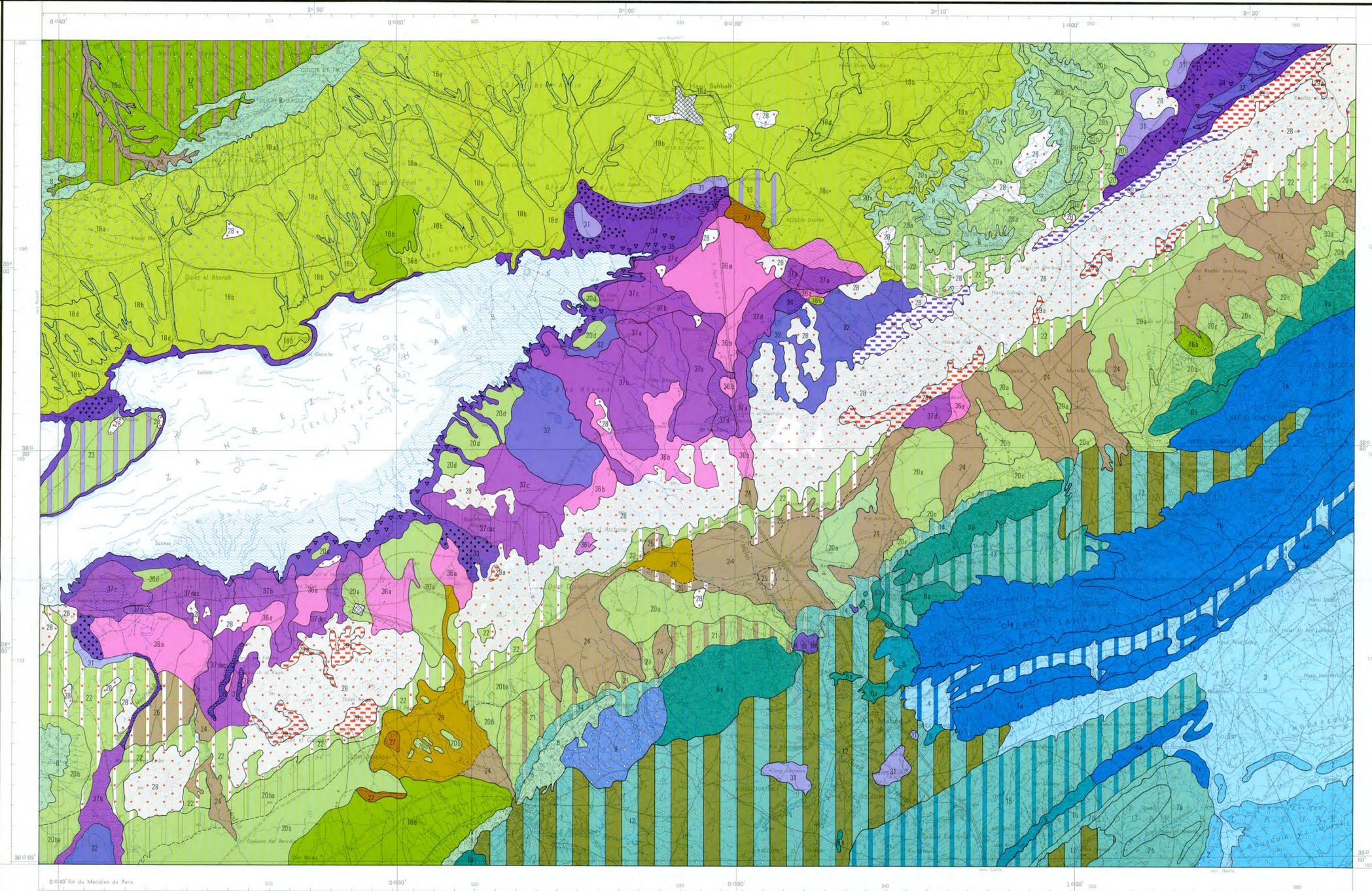
1 - Sous-étage inférieur : variante à hivers froids (1 200-1 500 m d'altitude).

N° d'ordre	Représentation	Groupements végétaux	Principales caractéristiques édaphiques
1a	[Image]	a - S/Groupement à <i>Cistus libanotis</i> .	- Débits d'altitude élevée (1200-1500 m) avec dominance des affluents gypsifères : sols faiblement calcaires et marnés, faibles rendements.
1b	[Image]	b - S/Groupement à <i>Cistus salvifolius</i> .	- sur argile et gis non calcaires.
1c	[Image]	c - S/Groupement à <i>Arctostaphylos</i> / <i>Catananche cespitosa</i> .	- sur marne calcaire et marnes faibles rendements.
2	[Image]	Groupement à <i>Stipa tenacissima</i> / <i>Arctostaphylos</i> / <i>Catananche cespitosa</i> .	- Collines plus ou moins vultueuses, marnes dominantes, alternant avec marnes bancs de calcaire (épaves).
3	[Image]	Groupement à <i>Oxyria stricta</i> / <i>Arctostaphylos</i> / <i>Catananche cespitosa</i> .	- Débits et surfaces escarpées sur les marnes et les marnes calcaires peu profondes avec crête calcaire.
4	[Image]	Mosaïque 3) a	

### ÉTAGE DE VÉGÉTATION MÉDITERRANÉEN ARIDE.

1 - Sous-étage supérieur : variante à hivers froids à frais (1 000-1 200 m d'altitude environ).

N° d'ordre	Représentation	Groupements végétaux	Principales caractéristiques édaphiques
5	[Image]	S/Groupement à <i>Cistus libanotis</i> .	- Débits (1000-1200 m environ) avec dominance des affluents gypsifères calcaires dur, gis faiblement calcaires et marnés ; rendements réduits.
6a	[Image]	a - S/Groupement à <i>Cistus libanotis</i> localement 10.	- Débits d'altitude moyenne (1000-1200 m environ) avec dominance des affluents gypsifères (gis calcaires, argileux, marnés) ; rendements réduits.
6b	[Image]	b - S/Groupement à <i>Launea acrochorda</i> (sans <i>Pinus halepensis</i> ).	- Débits (1000-1200 m environ) de gis faiblement calcaires avec rendements réduits.
7a	[Image]	a - S/Groupement typique (localement 11) avec ou sans <i>Stipa tenacissima</i> résiduel.	- Débits et surfaces résiduelles plus ou moins vultueuses ; sols superficiels avec crête calcaire entre 0-40 cm de profondeur (gis bruns calcaires résiduels).
7b	[Image]	b - S/Groupement à <i>Thymus gyzoni</i> , localement <i>Juniperus oxycedrus</i> résiduel.	- Affaissements de gis très peu calcaires ; rendements réduits à texture grossière.
8	[Image]	Groupement à <i>Launea acrochorda</i> localement 10.	- Débits d'altitude moyenne (calcaire dur dominant, marnes, gis) ; rendements réduits très dégradés.
9	[Image]	Groupement à <i>Stipa tenacissima</i> / <i>Hemerocallis mauritanica</i> localement 10.	- Collines escarpées ; encroûtement gypseux sur gis massifs et marnes gypsifères.
10	[Image]	Groupement à <i>Stipa tenacissima</i> / <i>Arctostaphylos</i> .	- Marnes d'inclinaison traçant les marnes plus ou moins gypsifères et salées (gis faiblement escarpés) ; sols superficiels.
11	[Image]	Groupement cultivé à <i>Artemisia campestris</i> / <i>Ziziphus lotus</i> .	- Dépressions alluviales : sols à texture grossière ou moyenne avec encroûtement calcaire entre 40-100 cm de profondeur (horizontaux).
12	[Image]	Mosaïque 11 a - 7 a + 11 a > 6 a	
13	[Image]	Mosaïque 7 a > 6 a > 11	
14	[Image]	Mosaïque 7 a > 8 a > 10	
15	[Image]	Mosaïque 7 a > 5 > 10	



N° d'ordre	Représentation	Groupements végétaux	Principales caractéristiques édaphiques
16a	[Image]	a - S/Groupement à <i>Stipa tenacissima</i> .	- Débits escarpés (polygynique ou quaternaire moyen) avec sols superficiels ; texture sableuse à calcaire (ou dalle) entre 0 et 40 cm de profondeur ; sols bruns calcaires résiduels.
16b	[Image]	b - S/Groupement à <i>Noaea mucronata</i> .	- Débits escarpés (polygynique ou quaternaire moyen) avec sols superficiels ; texture sableuse à calcaire (ou dalle) entre 0 et 40 cm de profondeur ; sols bruns calcaires résiduels.
17	[Image]	Mosaïque 16 a > 24	
18a	[Image]	a - S/Groupement à <i>Stipa tenacissima</i> .	- Débits escarpés (polygynique ou quaternaire moyen) avec sols superficiels ; texture sableuse à calcaire (ou dalle) entre 0 et 40 cm de profondeur ; sols bruns calcaires résiduels.
18b	[Image]	b - S/Groupement à <i>Noaea mucronata</i> .	- Débits escarpés (polygynique ou quaternaire moyen) avec sols superficiels ; texture sableuse à calcaire (ou dalle) entre 0 et 40 cm de profondeur ; sols bruns calcaires résiduels.
18c	[Image]	c - S/Groupement à <i>Arctostaphylos</i> / <i>Ziziphus lotus</i> .	- Débits escarpés (polygynique ou quaternaire moyen) avec sols superficiels ; texture sableuse à calcaire (ou dalle) entre 0 et 40 cm de profondeur ; sols bruns calcaires résiduels.
18d	[Image]	d - S/Groupement à <i>Artemisia campestris</i> / <i>Ziziphus lotus</i> .	- Dépressions alluviales avec sols salés et crête au recouvrement calcaire entre 40-100 cm de profondeur.
18ad	[Image]	Mosaïque 18 a > 18 d > 24	
19	[Image]	Mosaïque 18 d > 31	

N° d'ordre	Représentation	Groupements végétaux	Principales caractéristiques édaphiques
20a	[Image]	C - Groupement à <i>Helianthemum lippii</i> var <i>seissiflorum</i> / <i>Thymus microphyllus</i> / <i>S/Groupement typique</i> et <i>S/Groupement à Artemisia campestris</i> / <i>Ziziphus lotus</i> localement 20 b.	- Sols salés profonds (intermédiaires ou sols peu salés) avec souvent une crête au recouvrement calcaire entre 40 et 100 cm de profondeur (gis escarpés de quaternaire moyen).
20b	[Image]	S/Groupement à <i>Noaea mucronata</i> .	- Idem avec crête entre 10-40 cm de profondeur (gis bruns calcaires résiduels).
20c	[Image]	S/Groupement à <i>Noaea mucronata</i> / <i>Ziziphus lotus</i> / <i>Thymus gyzoni</i> .	- Gîtes gypsifères avec sols salés calcaires et crête au recouvrement calcaire entre 0-40 cm de profondeur (horizontaux).
20d	[Image]	S/Groupement à <i>Tragium nudatum</i> .	- Juvéniles d'altitude plus ou moins salés avec encroûtement gypseux entre 70-100 cm de profondeur (horizontaux).
20bb	[Image]	Mosaïque 20 b > 20 a	
20b	[Image]	Mosaïque 20 b > 24	
21	[Image]	Mosaïque 20 a > 29 > 24	
22	[Image]	Mosaïque 20 a > 29 > 24	
23	[Image]	Mosaïque 20 a > 31	

N° d'ordre	Représentation	Groupements végétaux	Principales caractéristiques édaphiques
26	[Image]	B - Groupement des sols à texture fine / <i>S/Groupement à Salicornia vermiculata</i> var <i>villosa</i> / <i>S/Groupement à Aeluropus litoralis</i> .	- Sols peu évolués d'appart alluvial parfois faiblement salés en profondeur (texture fine).
27	[Image]	C - Groupement des sols à texture fine plus ou moins inondables. / <i>Croton squamatus</i> .	- Dépressions mal drainées avec verticaux halomorphes (texture fine).
28	[Image]	Groupement à <i>Arctostaphylos</i> / <i>Malva aegyptiaca</i> .	- Dunes vives de cordons dunaires.
29a	[Image]	Groupement à <i>Paraglycis communis</i> / <i>Juniperus maritima</i> / <i>S/Groupement à Trapa cylindrica</i> / <i>S/Groupement à Aeluropus litoralis</i> .	- Groupement des sols peu gypseux et salés (alluvions de texture variable). - Nappe profonde (150-200 cm). Sols mineurs bords d'apport. - Nappe faiblement salée et proche de la surface (100 cm environ). Sols à gis salés. - Nappe assez profonde, sols salés.
29b	[Image]	Groupement à <i>Paraglycis communis</i> / <i>Polygonum equisetiforme</i> .	- Dépressions intermédiaires avec nappe phréatique. - Nappe profonde (150-200 cm). Sols mineurs bords d'apport. - Nappe faiblement salée et proche de la surface (100 cm environ). Sols à gis salés.
30	[Image]	Groupement à <i>Schoenus nigriscans</i> / <i>Plantago crassifolia</i> .	- Nappe peu salée ; sols halomorphes à encroûtement gypseux de nappe et gis salés.

N° d'ordre	Représentation	Groupements végétaux	Principales caractéristiques édaphiques
31	[Image]	A - Groupement des sols gypseux à encroûtement de surface. / <i>Groupement à Hemeria mauritanica</i> .	- Sols gypseux à encroûtement de surface plus ou moins salés avec recouvrement émin disséminés (sols rébahés).
32	[Image]	B - Groupement des sols gypseux et salés (avec encroûtement gypseux de nappe). / <i>Groupement à Tragium nudatum</i> / <i>Fragaria thymifolia</i> / <i>Suaeda frutescens</i> localement 31 - 32 - 34 - 28.	- Sols halomorphes salés (sols gypsifères avec encroûtement gypseux de nappe peu profond). - Avec recouvrement émin de 10-30 cm faiblement salés.
33	[Image]	Groupement à <i>Suaeda frutescens</i> / <i>Atriplex portulacastris</i> .	- Dépressions très salées avec nappe restant toujours proche de la surface (20-150 cm).
34	[Image]	Groupement à <i>Arthrocnemum indicum</i> / <i>Atriplex portulacastris</i> .	- Dépressions très salées avec nappe restant toujours proche de la surface (20-150 cm).
35	[Image]	Groupement à <i>Halocnemum strobilaceum</i> .	- Dépressions très salées avec nappe restant toujours proche de la surface (20-150 cm).
36	[Image]	Groupement à <i>Salicornia arabica</i> .	- Dépressions très salées avec nappe restant toujours proche de la surface (20-150 cm).
36a	[Image]	C - Groupement des sols peu gypseux et salés (alluvions de texture variable). / <i>Suaeda frutescens</i> var <i>villosa</i> .	- Sols peu salés à très salés (sols peu évolués halomorphes) de texture variable, grossière à moyenne, parfois fine.
36b	[Image]	b - S/Groupement à <i>Atriplex halimus</i> / <i>Tamarix</i> .	- Sols peu salés à très salés de texture fine ou moyenne (sols halomorphes peu salés à très salés à altitude).
37a	[Image]	a - S/Groupement à <i>Suaeda frutescens</i> var <i>villosa</i> .	- Sols peu salés ;
37b	[Image]	b - S/Groupement typique.	- Sols très salés ;
37c	[Image]	c - S/Groupement à <i>Atriplex halimus</i> .	- Sols salés avec nappe (200 à 500 cm) ;
37d	[Image]	d - S/Groupement à <i>Suaeda frutescens</i> .	- Sols très salés avec nappe (100 à 300 cm) ;
37d	[Image]	Mosaïque 37 d > 37 a > 37 c (localement 36).	

Remarque : les groupements ripicoles à *Nerium oleander* ne sont pas représentés.

# BASSIN DU ZAHREZ-GHARBI

## FEUILLE DE ROCHER DE SEL

### PÉDOLOGIE

Echelle 1/100 000

Dressé par  
M. POUGET

Dessiné et imprimé par l'Institut Géographique National

1971

#### TYPLOGIE DES SOLS

Les classes, sous-classes et groupes sont le plus souvent représentés en plaques de formes. Les sous-groupes, familles et séries se distinguent par l'adjonction de pastilles formées, de signes et de symboles.

Classe	Sous-Classe	Groupe	Sous-Groupes
Soils minéraux bruts	non climatiques	d'érosion	litosols
		d'apport alluvial	modaux
		d'apport éolien	modaux
Soils peu évolués	non climatiques	d'apport alluvial (localement d'apport éolien)	modaux
			halomorphes
Verteils	à drainage externe nul ou réduit	à structure anguleuse sur au moins les 15 cm supérieurs	halomorphes
Soils calcimagnésiques	carbonatés	rendzines	modaux
		soils bruns calcaires	modaux
	saturés	soils bruns calcaires	modaux (localement sous rouges)
	gypseux	soils à encroûtement gypseux	modaux
Soils isohumiques	à pédo-climat frais pendant les saisons pluvieuses	siroczems	modaux
			encroûtés à encroûtement calcaire (et modaux sur croûte et encroûtement calcaire)
Soils hydromorphes	peu humifères (ou minéraux)	à gley	salés
		à redistribution de calcaire et de gypse (et à gley salés)	à encroûtement gypseux (ou amas)
Soils halomorphes	à structure non dégradée	soils salins	modaux
		à structure dégradée	salés (ou moyennement salés) à alcalis

**Juxtaposition :** Ensemble de sols ne comportant individuellement que des petites surfaces et dont les positions relatives ne paraissent dépendre d'aucune règle de répartition précise. La largeur des bandes figure approximativement la proportion relative des différents sols représentés dans la juxtaposition.

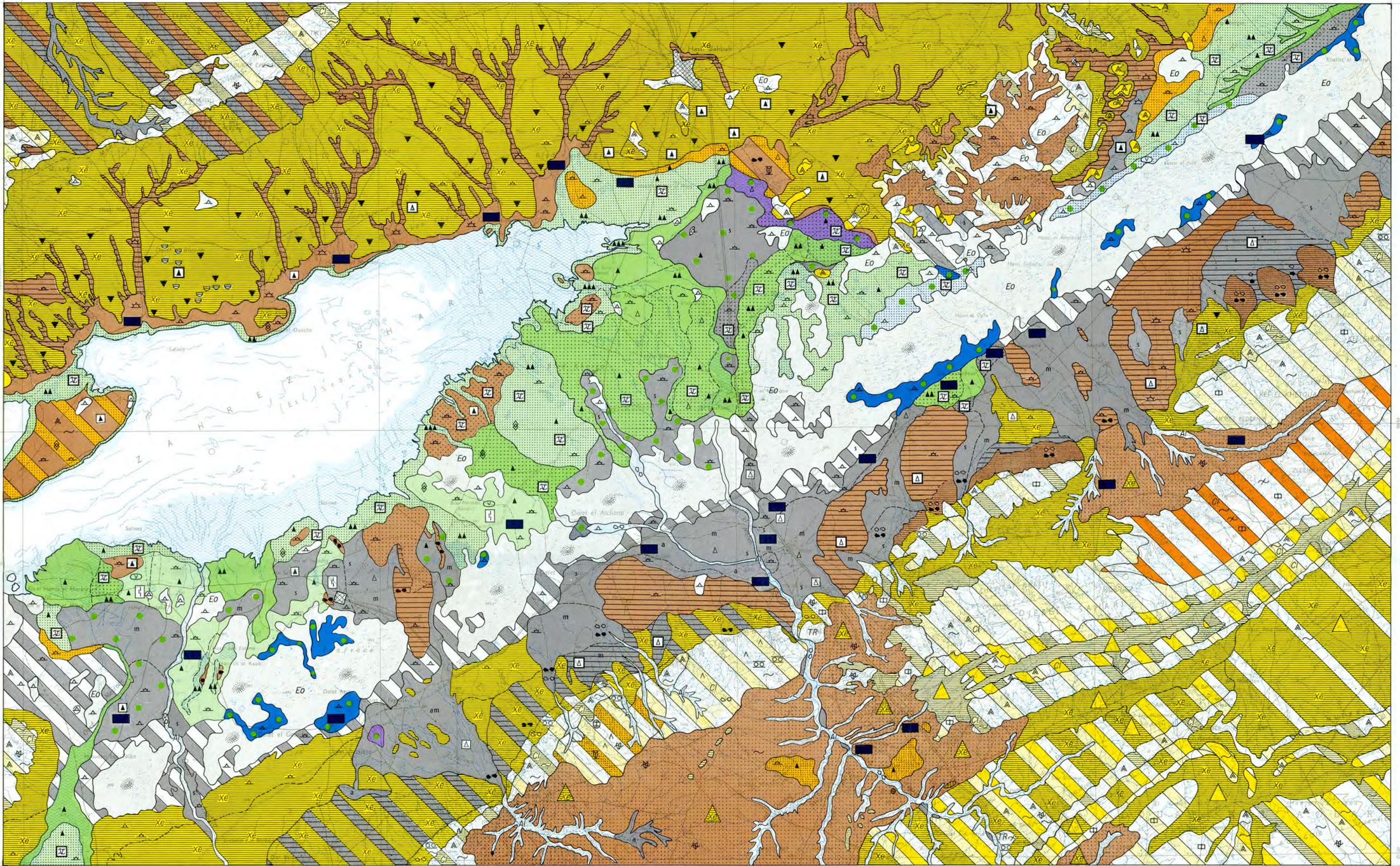
Exemple A=B A>B

**Séquence :** Ensemble de sols dont la succession se retrouve constamment dans un ordre déterminé sans qu'il y ait lien génétique apparent entre eux. La raison de leur juxtaposition régulière est l'influence prépondérante et régulièrement répétée d'un de leurs facteurs de formation. La lettre de fond est celle du sol dominant (A), le sol le mieux représenté ensuite (B) est figuré par un triangle de couleur. Les autres termes de la séquence ne sont pas représentés sur la carte, ils n'apparaissent qu'en légende.

Remarque : Une séquence peut être intégrée dans une juxtaposition.

Représentation A B

A Siroczems encroûtés, à encroûtement calcaire  
 B Soils bruns calcaires "stepiques" à croûte calcaire (localement rendzines) et sols régnoliques (non représentés)



#### ROCHES

- Argile
- Marne
- Marne gypseuse
- Grès non (ou très faiblement) calcaire
- Grès calcaire
- Roche calcaire dure
- Roche gypseuse cristalline (parfois gypse massif)
- Conglomérat
- Roches triasiques (Halite, gypse, anhydrite, argile violette, conglomérat, etc.)
- Alluvions
- Colluvions
- Sable éolien

#### ACCIDENTS DE SURFACE

- Dunes
- Microdunes (à 3 m environ)
- Bourrelet éolien de bord de sabkha (microdunes et nébkhas de sable gypseux)
- Nébkha (Jubber)
- Micro-nébkhas (sable mobile et érosion éolienne)
- Days
- Cailloux en surface

#### NIVEAU LIMITANT

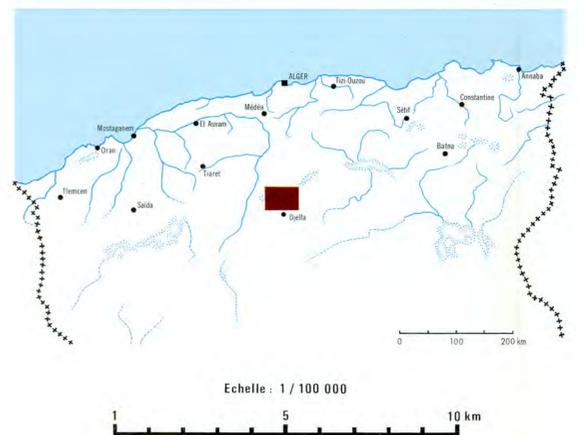
- Croûte et encroûtement calcaire
- Profondeur d'apparition
- Croûte
- Encroûtement
- 0-40 cm
- 40-100 cm
- Encroûtement gypseux de nappe
- Profondeur d'apparition
- Encroûtement
- 0-70 cm
- > 70 cm

#### INDICATIONS PÉDOLOGIQUES

- Diverses**
  - Soil hydromorphe ancien enterré, le plus souvent noirci, avec horizon d'accumulation de calcaire (avec ou sans gypse) à l'état diffus ou en encroûtement de nappe.
- Action de l'eau**
  - Pseudo-gley en profondeur (D80 cm)
- Salure**
  - Soil (0-60/80 cm)
  - 2 < C < 7 mmhos/cm
  - 7 < C < 30 mmhos/cm
  - 30 < C < 80 mmhos/cm
  - C < 80 mmhos/cm
  - Horizons de profondeur (> 60/80 cm)
  - Exemple
  - Salure comprise entre 2 et 7 mmhos/cm
  - Exemple
  - Salure comprise entre 7 et 30 mmhos/cm
- Plages de salure**
  - Plates plages (quelques dm<sup>2</sup> ou m<sup>2</sup>) très salées (conductivité comprise entre 7 et 80 mmhos/cm) au milieu de la végétation steppeque.
- Inclusions**
  - Cailloux en profondeur
  - Amas gypseux

#### TEXTURES

- | Texture détaillée (précision de la cartographie au 1/20 000) | Regroupement de textures (échelle de 1/50 000 et éventuellement échelle plus petite) |
|--|--|
| sableuse   | s — Texture grossière  |
| sablo-limoneuse  |  |
| limono-sableuse  |  |
| sablo-argileuse  | m — Texture moyenne  |
| limoneuse  |  |
| argilo-limoneuse   |  |
| argileuse  | a — Texture fine   |
| argilo-argileuse   |  |
| très argileuse   |  |
- Remarque :** La texture représentée seulement pour les sols peu évolués d'apport alluvial, indique une appréciation globale de 0 à 80 cm environ. Pour les sols évolués, les textures étant plus homogènes pour une unité donnée, on se reportera à la notice explicative de la carte.
- DIVERS**
- Agglomération
- ERRATA**
- Pour les sols calcimagnésiques gypseux le signe de l'encroûtement gypseux ne figure pas dans la carte.



# BASSIN DU ZAHREZ-GHARBI

FEUILLE DE ROCHER DE SEL

## PÉDOLOGIE

IMPLANTATION DES PROFILS

Echelle 1/100 000

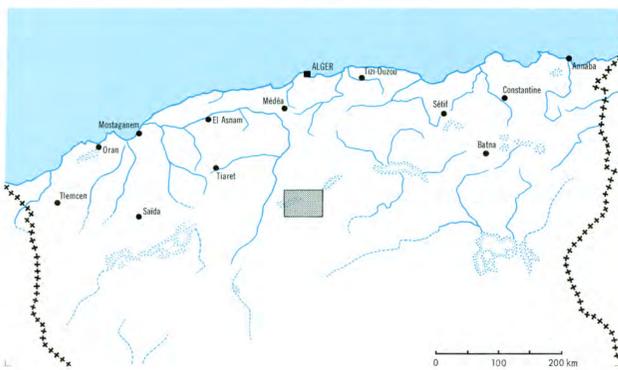
Dressé par  
M. POUGET

Dessiné et imprimé par l'Institut Géographique National

1971

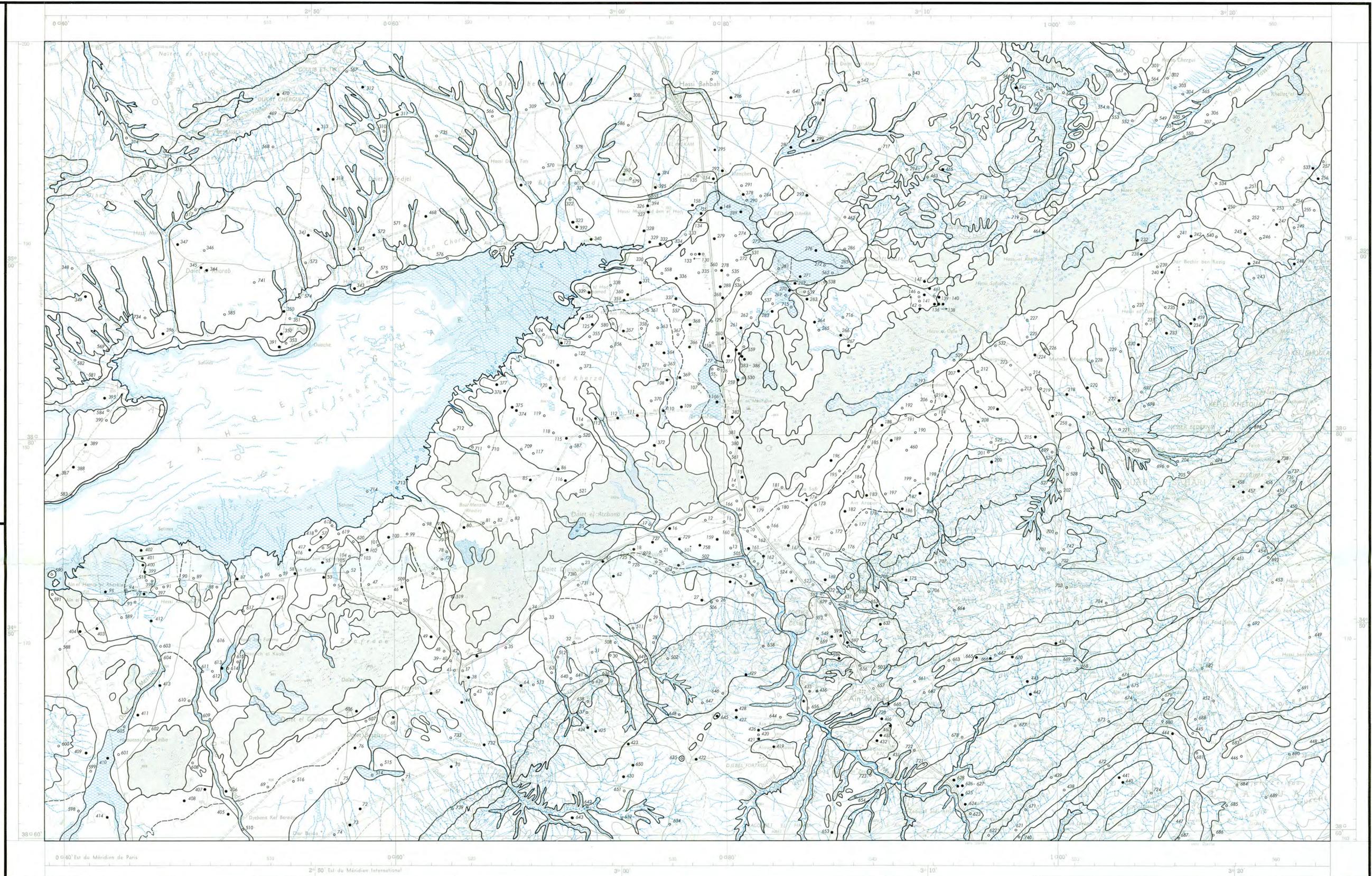
Profil sans analyse et numéro 90  
Profil avec analyse et numéro 92  
Limite de sol (classe, sous-classe, groupe et sous-groupe)  
Limite de sol à l'intérieur d'un même sous-groupe (famille, série, etc.)

REMARQUE : du n° 1 à 470 : profils pédologiques  
du n° 501 à 742 : points d'observation (relevés de végétation, coupes d'oued, tranchées naturelles ou profils pédologiques complémentaires)



Echelle : 1/100 000

0 5 10 km



# BASSIN DU ZAHREZ-GHARBI

## FEUILLE DE ROCHER DE SEL

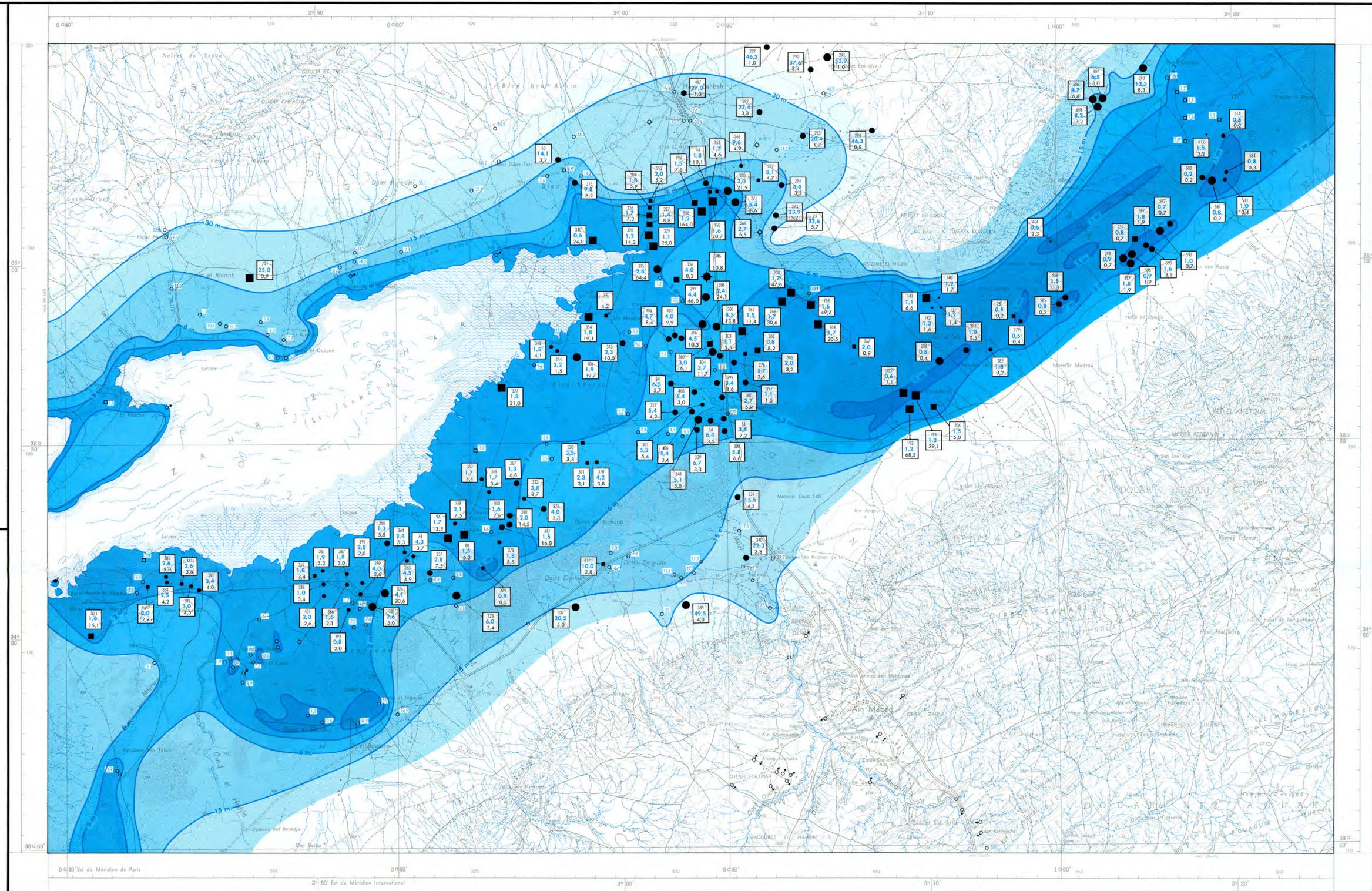
### NAPPE PHRÉATIQUE

Echelle 1/100 000

Dressé par  
M. POUGET

Dessiné et imprimé par l'Institut Géographique National

1971

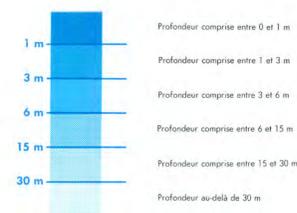


#### IDENTIFICATION DES RELEVÉS FACIÉS CHIMIQUE

	Identification des relevés			Profil pédologique ou puits relevé au cours de l'étude. (Cl. Annexe 7K)
	Point d'eau du BRH (Bureau d'Inventaire des Ressources Hydrauliques) (Cl. Annexe G7 et G8)			
Faciés chimique	Puits	Source	Forage	
Point d'eau avec analyse				
Faciés sulfaté $Cl/SO_4 < 0.2$	•	•	•	•
Faciés sulfaté-chloruré $0.2 < Cl/SO_4 < 1$	•	•	•	•
Faciés chloruré-sulfaté $1 < Cl/SO_4 < 2.5$	•	•	•	•
Faciés chloruré $Cl/SO_4 > 2.5$	•	•	•	•
Point d'eau sans analyse				
Profondeur de la nappe en mètre 1:8	○	○	○	○

7K1 → 7K1 Numéro du puits ou profil  
 1,5 → 1,5 Profondeur de la nappe, en mètres  
 0,9 → 0,9 Résidu sec, en g/l

#### PROFONDEUR DE LA NAPPE PHRÉATIQUE



Echelle : 1 / 100 000

