



MICROFICHE N°

08835

République Tunisienne

MINISTRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الفلاحة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F 1

ES 281

CND A 7835

RÉPUBLIQUE TUNISIENNE

MINISTRE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DES SOLS



**apport des moyens de
télédétection pour l'étude de
l'environnement écologique
de Menzel Habib (Gabès)**

A. LOUKIL et M. DJELASSI

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTERE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DES SOLS

ETUDE DE LA DYNAMIQUE DE LA DESERTIFICATION

Apport des moyens de Télédétection pour l'étude de l'environnement
écologique de Menzel Habib (Gabès)

Par :

LOUKIL Ahmed
Ingénieur pédologue
et
DJELASSI Mohamed
Ingénieur Adjoint pédologue

Janvier 1995

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
2) MATERIEL ET APPROCHE SUIVIE	1
2.1.) Matériel	1
2.2.) Approche suivie	2
2.3.) Présentation des fenêtres d'étude	2
3) LE MILIEU NATUREL DE LA REGION DE MENZEL HABIB	6
3.1) Localisation	6
3.2) Le climat	6
3.2.1) <i>Les précipitations et les températures</i>	8
3.2.2) <i>Le régime des vents</i>	8
3.2.3) <i>Effet des vents sur le transport solide</i>	9
3.2.4) <i>Synthèse générale du climat de la région</i>	11
3.3) Géomorphologie et géologie	12
3.3.1) <i>Les formations mio-pliocènes</i>	13
3.3.2) <i>Dépôts quaternaires</i>	13
3.4) La couverture pédologique	13
3.5) L'occupation des terres	14
4) LES PROCESSUS PHYSIQUES DE LA DESERTIFICATION ET LES FORMES D'ACCUMULATIONS DE SABLE	16
4.1) Rappel des causes de la désertification de la région de Menzel Habib	16
4.2) Les processus physiques de la désertification	18
4.3) Les formes d'accumulation de sable	19
5) L'ANALYSE DES DONNEES DE L'IMAGERIE SATELLITAIRE SPOT	20
5.1) Etude de la réflectance des principaux sols et états de surfaces	20
5.2) Etude de la variabilité des réflectances d'un même état de surface	28

6) LES ACTIONS D'AMENAGEMENTS DES TERRES	37
6.1) Travaux réalisés	37
6.1.1) <i>Par les forestiers (CRDA)</i>	37
6.1.2) <i>L'unité de développement relevant du Ministère de la Défense Nationale</i>	37
6.2) Commentaires sur les aménagements réalisés	38
6.3) Propositions d'aménagements des terres de la Région de Menzel Habib	39
7) LA CARTE D'OCCUPATION DES TERRES	41
8) L'APTITUDE CULTURALE DES TERRES	43
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	46
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	47

INTRODUCTION

Depuis le début du siècle et particulièrement pendant les dernières décennies, les terres de la Tunisie méridionale connaissent une croissance continue et accrue des pressions humaines et animale. Dans le souci d'améliorer ses conditions de vie, la population rurale et transhumante s'est sédentarisée et tend à exploiter de plus en plus les ressources naturelles sans pour autant se soucier de leur gestion rationnelle.

A côté de l'activité pastorale extensive est née l'aridoculture mécanisée sur les terres à régime hydrique les plus favorables. Les cultures vivrières ont été introduites au détriment des terres de parcours malgré l'augmentation de l'effectif du cheptel vif. Cette situation a généré par un déséquilibre entre l'écosystème et les différentes créatures sur lequel elles y vivent, avec un phénomène conséquent : la désertification.

Le présent travail a pour finalité la contribution à lutter contre la désertification, et ce par une étude du milieu écologique de la région naturelle de Menzel Habib, dont l'objectif est multiple :

- la cartographie de l'occupation des terres par des moyens de télédétection
- l'élaboration de la carte d'aptitude et d'aménagement des terres
- l'évaluation des actions d'aménagements existantes et proposition des recommandations pour lutter contre la désertification
- la caractérisation spectrale des états de surfaces dominants par des mesures de terrain
- l'évaluation qualitative des images SPOT pour l'étude de l'occupation des terres.

2) MATERIEL ET APPROCHE SUIVIE

2.1.) Matériel

Afin de couvrir les objectifs fixés par la présente étude nous avons procédé à l'acquisition et la collecte d'un certains nombre de données et de matériels à savoir :

- une image satellitaire SPOT du 11/4/93, échelle 1/50.000 et corrigé géographiquement
- des photographies aériennes (mission japonaise de 1985) à l'échelle 1/85.000
- un specro-radiomètre ayant les mêmes canaux que le satellite SPOT
- Autres moyens comme :
 - la carte topographique à l'échelle 1/200.000^e
 - la carte pédologique d'une portion de la zone d'intérêt (échelle 1/100.000^e)
 - la carte géologique à l'échelle 1/500.000^e.

- des données climatiques de la station de Gabès
- d'un micro muni d'un logiciel graphique (Statgraph) pour le traçage des courbes de réponses spectrales.

2.2.) Approche suivie

La première phase de ce travail a consisté en un examen visuel préliminaire de la composition colorée et du mosaïque des photographies aériennes, en vue d'une distinction des grandes unités plus ou moins homogènes, qui apparaissent sur ces deux documents cartographiques. Ensuite, des recoupements ont été faits entre ces derniers et les différentes cartes déjà disponibles (pédologique, géologique et topographique) pour voir si les limites maîtresses des cartes correspondent effectivement à des changements de couleurs ou de texture de l'image satellitaire.

La deuxième phase a consisté à reproduire grossièrement les limites sur l'image et de procéder à une interprétation visuelle de cette dernière en se basant essentiellement sur des différences de couleur, de tonalité et de texture sans pour autant se soucier de la nature du couvert, ou du degré de dégradation des terres.

Une première sortie de reconnaissance a été organisée, et a servi principalement à :

- identifier le réseau de pistes et de routes à l'intérieur du périmètre et qui sont totalement ou partiellement visibles sur l'image
- d'avoir une idée sur la nature et l'intensité de dégradation des terres
- de repérer les secteurs qui sont les plus touchés par le problème de la désertification et définir les principales activités sur ces derniers (pastoralisme, aridoculture etc...)

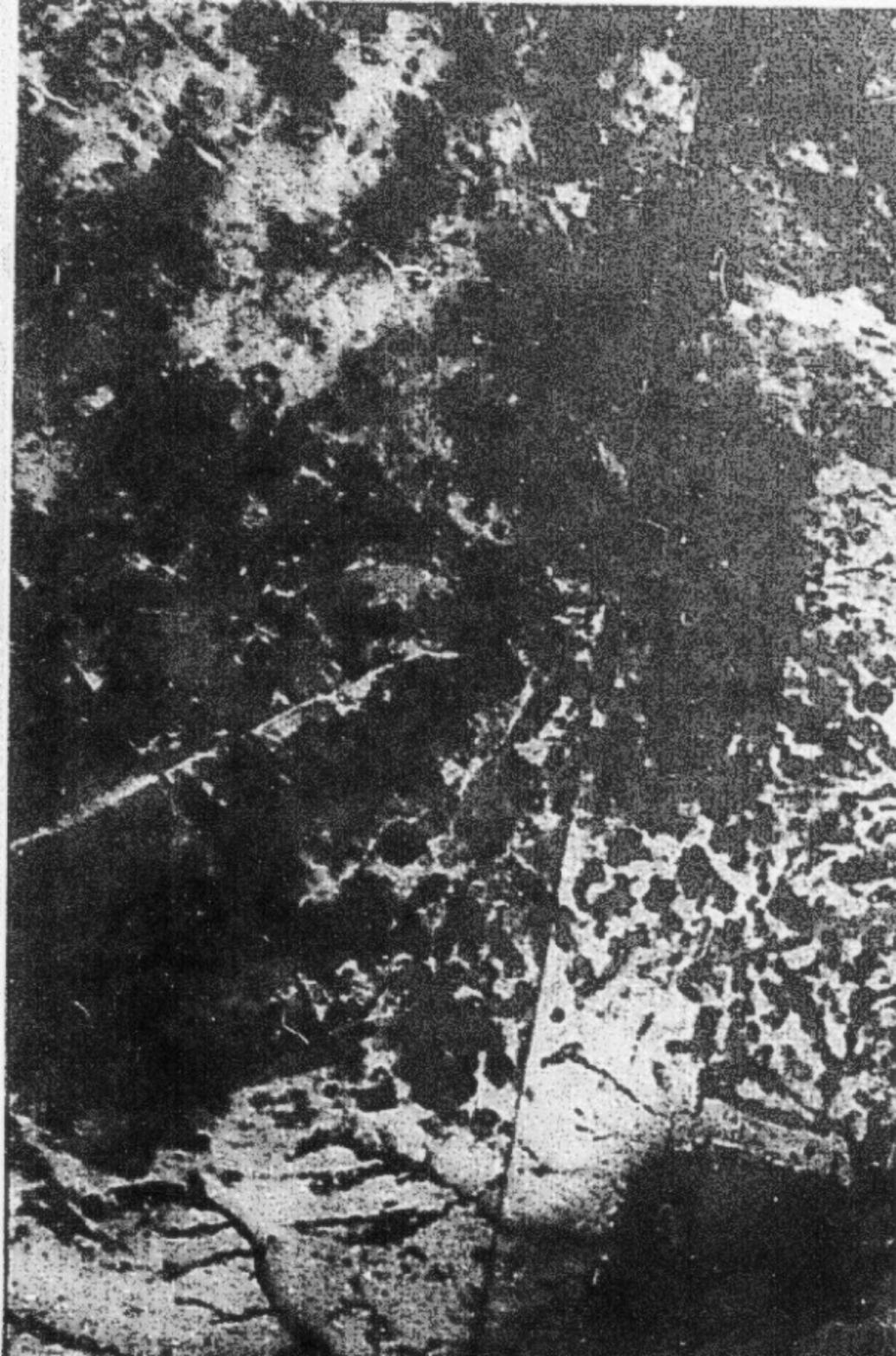
La dernière phase a concerné la collecte des vérités de terrain et la finalisation des unités cartographiques (occupation).

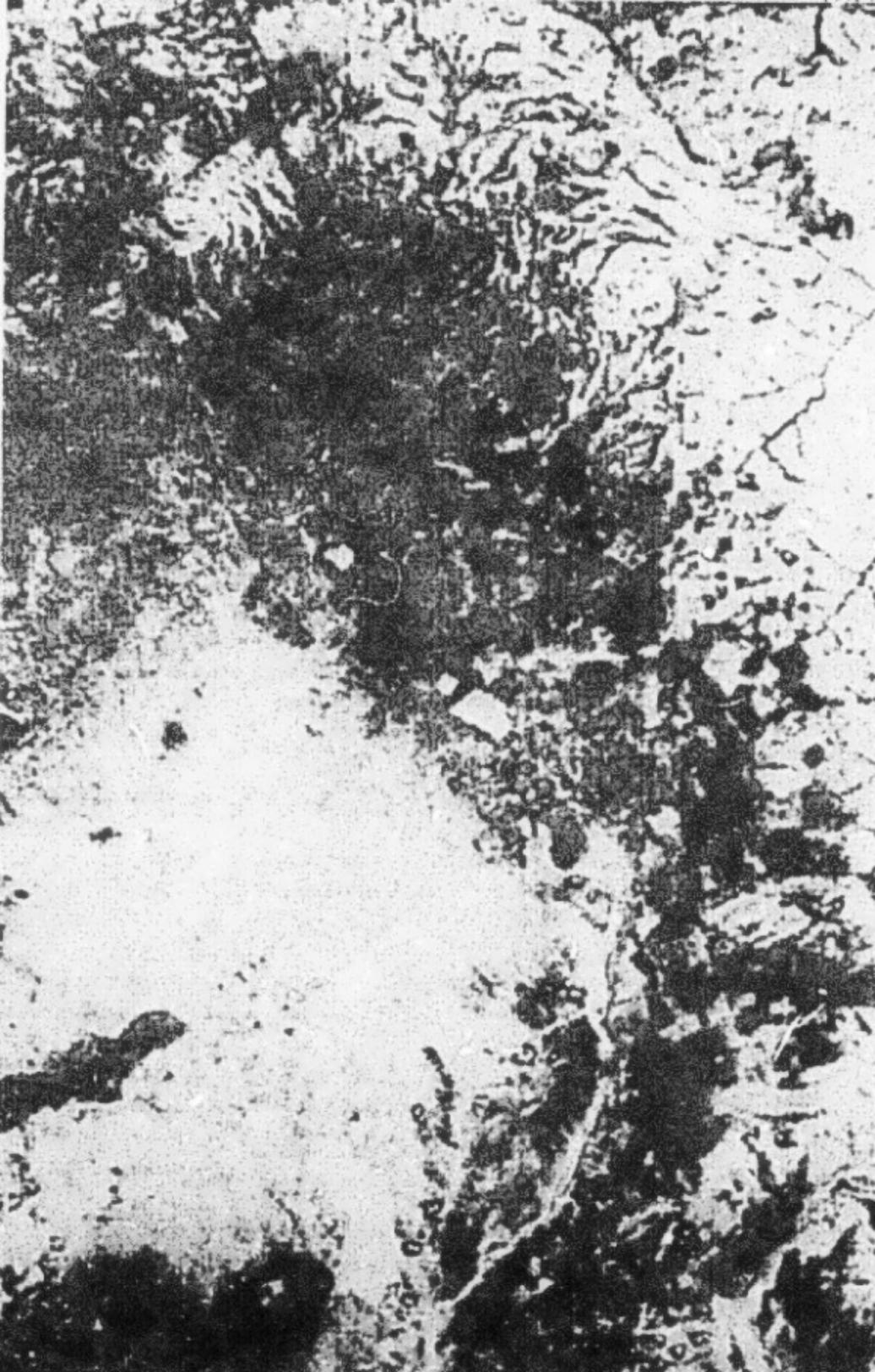
En outre, une campagne de mesure radiométrique a été performée au fur et à mesure d'identification des principaux états de surfaces et de sols, en vue d'une caractérisation spectrale de ces derniers, et de voir les possibilités de différenciation de ces éléments entre eux.

2.3. Présentation des fenêtres d'étude

Du fait de l'importance spatiale de la zone d'étude, les travaux réalisés ont concerné dans un premier temps trois fenêtres d'une superficie totale d'environ 33.500 hectares. Nous présentons ci-dessous les caractéristiques et les raisons de sélection.







La première fenêtre est choisie dans la région de Zougrata, où le pastoralisme constitue l'activité principale et par conséquent, plusieurs types de parcours sont identifiés allant de ceux qui sont protégés à ceux extrêmement dégradés. L'activité éolienne est très apparente, surtout en aval des principaux cours d'eau et dans les parcours dégradés, sur des sols bruns isohumiques de texture légère (sablo-limoneuse).

La seconde fenêtre est choisie dans la région de Menzel Habib, où l'aridoculture et l'arboriculture sont pratiquées le plus souvent sur des sols de texture limoneuse à sablo-limoneuse et constituent les principales activités. L'activité éolienne est peu apparente sur les terres de cultures de texture limoneuse et plus apparente sur les terres plus légères.

La troisième fenêtre est sélectionnée dans la partie Ouest du plateau de Hmilet El Babouche, à côté de Foued El Mellâh, afin de caractériser les parcours dégradés biologiquement et les cultures épisodiques à jachère prolongée sur des sols non aptes à la céréaliculture, vu le caractère vulnérable des terres. En outre, les cultures intensives (tomate, piment et melon) sous serre et de plein champ sont pratiquées et irriguées à partir de puits creusés récemment.

Ces trois fenêtres ont été étudiées d'une façon très détaillée, afin de bien cerner le problème de la dégradation des terres, et d'en extrapoler les informations collectées sur le reste de la région naturelle, tout en assurant une faible densité d'observations de terrain.

3) LE MILIEU NATUREL DE LA REGION DE MENZEL HABIB

3.1) Localisation

Le périmètre d'étude se situe dans le sud Tunisien, à environ 400 Km de la capitale Tunis, et à 65 Km de la ville de Gabès, le long de la route RN15 la reliant avec Gafsa (voir plan de situation).

Le rectangle englobant la zone d'étude est définie par les coordonnées géographiques suivantes (Lambert Carthage) :

X= 8G 00' à 8G 60', Longitude Est, et

Y= 37G 80' à 38G 40' Latitude Nord

3.2) Le climat

Vu le manque de station météorologique à l'intérieur de la zone d'étude, on a eu recours aux données de la station de Gabès qui sont constituées d'une série assez longue s'étendant de 1901 à 1984.

3.2.1) Les précipitations et les températures

La région est caractérisée par un climat à étés secs et très chauds, et des hivers frais et légèrement humide, la moyenne annuelle des température est de 19,7°C. La moyenne des maxima est de 27,4°C pour le mois le plus chaud à savoir Août, et de 10,9°C pour le mois le plus froid à savoir Janvier. La pluviométrie moyenne annuelle est de 188,6 mm ; Cependant, les précipitations varient considérablement d'une année à l'autre, comme pour toutes les régions méridionales. Ce fait est illustré par les quelques valeurs extrêmes suivantes :

- La pluviométrie maximale enregistrée est de 533,6 mm, enregistrée pour l'année 1975-1976.
- La pluviométrie minimale est de 36,4 mm, enregistrée pour l'année 1943-1944.
- La valeur médiane pour la série de référence est de 155,4 mm.
- L'écart type est de 103,9 mm.

Les valeurs moyennes mensuelles des précipitations et des températures sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau N° 1 : Précipitations et températures moyennes mensuelles pour la station de Gabès

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J ⁿ	J ⁱ	A ⁱ
Pluies (mm)	17.5	36.0	30.0	19.2	22.2	17.4	21.1	13.6	8.6	1.6	6.3	1.5
T(°C)	22.5	21.5	16.5	12.2	10.9	12.4	15.3	17.7	20.9	23.8	26.7	27.4

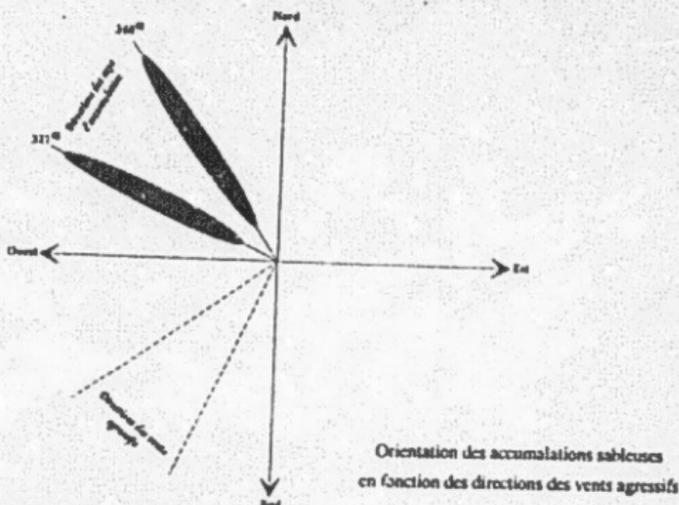
3.2.2) Le régime des vents

Les vents dominants soufflent du côté Nord-Est, pendant Mai à Octobre et du secteur Ouest, pendant Septembre à Mars. Les vents des secteurs Sud et Ouest sont très violents et leur vitesse pourrait dépasser les 20 m/s.

Du fait que le vent constitue l'agent principal de transport et d'accumulation des sables, ce paramètre fera l'objet d'une analyse plus fine que les autres éléments du milieu naturel.

D'après la figure N°1 -Distribution des vents, on voit qu'il existe deux blocs : l'un, celui des vents dominants des secteurs Nord-Est à Est, et l'autre celui des secteurs Sud-Ouest à Ouest. La vitesse des vents du 1er bloc est le plus souvent faible et n'exerce qu'une action limitée sur les phénomènes de transport éolien. Par contre les vents du 2ème bloc sont le plus souvent violents et susceptibles de générer les processus de déflation, d'accumulation et de transport des particules solides de la couche meuble. Ce fait a été confirmé pendant la prospection du terrain. En effet, l'orientation des grands axes d'accumulation de sables (dunes

longitudinales) dans les parcours dégradés varie entre 327G et 360G, d'où une orientation des vents variant entre 227G et 260G (voir croquis ci-dessous).



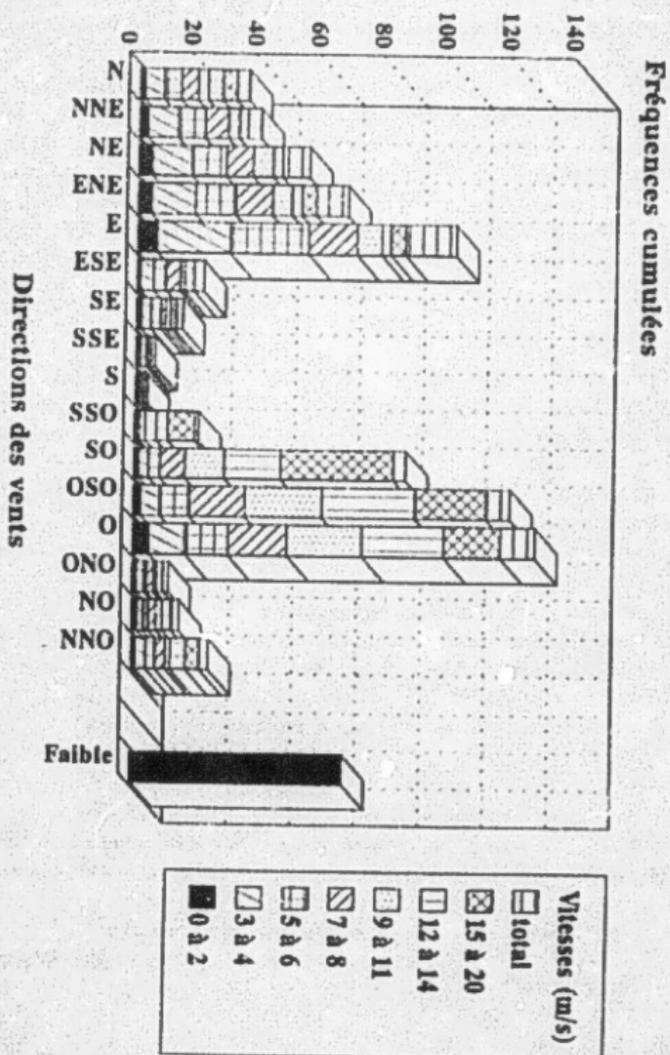
3.2.3) Effet des vents sur le transport solide

Selon les travaux de Bagnols, 1941 la pression exercée par le vent sur une surface plane est fonction de sa vitesse. Elle est estimée à 2 Pascals pour une vitesse de 1,5 m/s et de 100 Pascals pour une vitesse de 15 m/s. Dans des situations de vents très violents ($V = 100$ km/h) spécifiques des hurricanes, la pression pourrait atteindre 600 Pascals. La vitesse du vent n'est pas le seul paramètre qui contrôle sa capacité d'abrasion et de transport. Cette dernière dépend aussi de la densité de l'air et de l'impact des grains de sables en mouvement par saltation.

Certains travaux menés au laboratoire (tunnel de vent) ont montré qu'à partir d'une vitesse de 5 m/s, le vent devient effectif pour déplacer et mettre en mouvement les grains de sables les plus fins dépendant de la distribution granulométrique, de la cohésion et de l'état d'humidité du sol.

Fig n°1 : DISTRIBUTION DES VENTS

(Station de Gabes)



3.2.4) Synthèse générale du climat de la région

La pluviométrie de la zone d'étude est très irrégulière d'une année à l'autre. Le coefficient de variabilité inter-annuelle est de l'ordre de 14 et peut atteindre 30 entre les saisons

La distribution annuelle des pluies ne peut être prévue avec précision, n'importe quel mois de l'année pourrait être sec ou humide à l'exception de la saison estivale, qui est toujours sèche. La hauteur des pluies pendant 24 heures pourrait dépasser la moyenne annuelle, d'où le caractère orageux des averses. On a aussi enregistré 123 mm et 125 mm de pluies pour 24 heures, respectivement au cours des années 1976 et 1990. Ces événements exceptionnels ont une fréquence de l'ordre de 0,02 et affectent profondément le paysage. La saison sèche s'étend le plus souvent de Mai à Août et pourrait se prolonger jusqu'au mois de décembre. Le reste des mois de l'année ne peuvent être qualifiés de mois humides puisque l'évaporation potentielle est le plus souvent supérieure aux hauteurs des pluies.

On enregistre le maximum de pluies pendant les mois de Septembre et d'Octobre avec respectivement 36 et 30 mm. Les pluies ont un caractère agressif et l'intensité pour 5 mn pourrait atteindre 150 mm/h et générer par conséquent une érosion hydrique intense.

Avec un déficit hydrique de 1200 à 1300 mm/an (faible pluviométrie, évapotranspiration élevée), l'aridité du climat est accentuée par l'aridité édaphique, caractérisée par les points suivants:

- Les pluies tombent essentiellement pendant la saison froide et sont de moindre efficacité pour le développement de la végétation naturelle, qui s'effectue au printemps
- Les pluies ont un caractère orageux et de fortes intensités susceptibles de générer le ruissellement.
- La saisonnalité des pluies induit une accélération des processus de dégradation des terres.

A côté de l'aridité du climat, La zone de Menzel Habib est caractérisée par des couloirs de vents très agressifs soufflant des secteurs Sud-Ouest, Ouest-Sud Ouest et Ouest et par conséquent les aménagements à réaliser dans l'avenir devraient tenir compte de ces directions.

On a constaté sur le terrain qu'un même sol vulnérable à l'activité éolienne, est plus dégradé lorsqu'il est situé dans des couloirs de vents.

3.3) Géomorphologie et géologie

La zone d'étude est caractérisée par une topographie assez régulière, et constituée par un ensemble de glacis d'accumulation, de plaine et de plateaux à pente assez douce, inférieure à 4%. Elle est entourée par un ensemble de chaînes montagneuses, constituées par les Jbals Az Zimla et Er Rommana, du côté-Est, Jbal Ismaya et Oum Al Oggil, du côté Sud, et Jbal Khir du côté Nord-Ouest.

Comme pour le reste de la Tunisie méridionale, la géomorphologie de la zone d'étude a été imprégnée par les mouvements tectoniques apparus pendant l'ère tertiaire et quaternaire qui ont causé des changements importants du relief initial. La morpho-structure de la région est caractérisée essentiellement par la présence de reliefs faillés (anticlinaux) Neocomiennes à faciès Wealdien comme les marnes multicolores, les grès et le gypse et de glacis d'accumulation et de plaines.

La formation des géoformes de la région sont le résultat de deux périodes suivantes:

- Phase érosionnelle pendant l'ère Post-Lutétienne, qui a affecté essentiellement les dômes, et par conséquent la majorité des jbals de la région sont formés.
- Phase de remplissage du Miopliocène: Cette phase a succédé à la période précédente et a commencé depuis la fin de l'éocène. La sédimentation a intéressé au début la plaine délimitée par les Jbals Ismaya, Om Al Oggil, Ash Shamsi et Bil Khir.

Du fait que le projet s'étend essentiellement sur les terres des plaines et des glacis d'accumulation on traitera dans ce chapitre l'ère tertiaire et quaternaire, qui sont en rapport direct avec la nature des matériaux rencontrés dans la zone.

3.3.1) Les formations mio-pliocènes

Les formations mio-pliocènes couvrent de grandes étendues des différents piedmonts de la région. Des incisions creusées par des oueds à travers ces matériaux révèlent la présence de sables, d'argiles et de conglomérats sur quelques centaines de mètres.

Dans la dépression de Zougrata et de sidi Mansour les formations mio-pliocènes sont composées de:

- + Matériel détritique fin surmontant des couches marnuses et calcaires.
- † Argile rouge intercalée de couches de graviers et de sable grossier.

3.3.2) Les dépôts quaternaires

L'holocène est formé d'un matériau alluvial récent, couvrant les dépressions et la plaine, et a le plus souvent des textures grossières. Le pléistocène concerne les dépôts plus anciens qui ont été cimentés par le gypse et gypso-calcaire, et se matérialisent sous forme de croûtes cristallisées se pointant dans plusieurs zones du périmètre sous l'effet combiné de l'érosion éolienne et hydrique.

3.4) La couverture pédologique

La zone d'étude a fait partiellement l'objet d'une étude pédologique à l'échelle 1/100.000^e concentrée essentiellement sur la région de Zougrata et de Menzel Habib. Les classes de sols dominants répertoriés sont les suivantes:

- La classe des sols isohumiques
- La classe des sols calcimagnésiques (gypseux)
- La classe des sols peu évolués d'apport
- La classe des sols minéraux bruts

La première classe est composée des groupes de sols bruns isohumiques subtropicaux et des sierozems. Ces deux types de sols se différencient essentiellement par la texture, qui est souvent limoneuse à limono-sableuse pour le premier, et sableuse à sablo-limoneuse pour le second type. Compte tenu de leurs caractéristiques physico-chimiques et hydriques différentes ces deux sols réagissent différemment vis à vis de l'activité éolienne. Le second type est très vulnérable à l'érosion éolienne et ses aptitudes culturales en sec sont orientées vers le pâturage rationnel et par conséquent la mise en culture et le surpâturage sont susceptibles d'accélérer, et d'accentuer les phénomènes de dégradation, surtout l'ensablement et le décapage de la couche meuble et fertile du sol, même si ces terres sont traitées en tabias. Par opposition, le premier type a des aptitudes culturales plus larges : en plus des parcours rationnels, la céréaliculture et l'arboriculture peuvent être réussies moyennant des travaux de conservation de l'eau et du sol (tabias et bandes alternées). Ces deux types de sols peuvent être de très bonnes terres pour les cultures irriguées, même avec de l'eau saumâtre.

La classe des sols calcimagnésiques est constituée des sols gypseux encroûtés des terrasses gypseuses et des sols gypseux profonds des garaïts. Les sols gypseux encroûtés sont impropres à toute activité agricole, puisque la partie meuble du sol est très limitée (< à 20 cm). Ils sont utilisés comme parcours.

Les sols gypseux des garaïts sont le plus souvent profonds et de texture limoneuse à limono-argileuse et rarement limono-sableuse. Ces terres peuvent convenir à la céréaliculture, à

l'arboriculture et aux cultures maraichères de décrue. Elles ne sont pas sensibles à l'érosion éolienne.

Les sols peu évolués d'apport alluvial sont rencontrés essentiellement dans les glacis d'accumulation et les petites vallées complexes. Ils sont profonds et de texture limono-sableuse à sablo-limoneuse. Leurs aptitudes sont orientées vers les cultures arboricoles et vivrières, moyennant des travaux de conservation de petite hydraulique tels les jessours et les tabias.

Les sols minéraux bruts sont constitués de deux types. Les uns sont formés par les affleurements de la roche dolomitique et les autres sont formés par des accumulations sableuses, sous forme de micro-dunes, des dunes et de champs de barcanes. Ces sols nécessitent des travaux de nivellement et de reboisement, afin de stabiliser leurs réserves de sable mobile ou fixé en partie par la végétation naturelle à base de *lygeum spartum* et de *stipa lagascae*.

Normalement un travail de cartographie pédologique de détail devrait précéder toute étude d'aménagement des terres. Dans la présente, on s'est contenté de préciser le type pédologique et certaines propriétés physico-chimiques déterminantes, comme la texture et la profondeur du sol, dans chaque unité cartographique de la carte d'occupation. Ces deux propriétés sont jugées les plus remarquables pour la définition des aptitudes culturales et des aménagements indispensables.

3.5) L'occupation des terres

Dans la zone d'étude on a deux catégories de végétation. L'une est anthropique, constituée par ordre d'importance de cultures céréalières (blé), d'oliviers et de cultures vivrières telles le cumin, le petit pois. En outre, on signale des cultures en irrigué de sous serre et de plein champ dans le secteur Nord-Est de la zone d'étude (Bou Sbih), composées de tomate, de piment, de pastèque et de melon.

Il est utile de rappeler que les cultures conduites en sec sont très aléatoires, et très souvent les agriculteurs céréaliers sèment sans pour autant récolter un sac de grains mais plutôt ils exposent leur terre à l'action du vent, qui mobilise des masses importantes de sables. Ce phénomène est très apparent sur les terres de texture grossière.

L'autre type de végétation est naturelle et constitue le couvert végétal des parcours. C'est une végétation xérophile, adaptée naturellement aux conditions du climat aride. Elle est soit pérenne soit annuelle. La végétation pérenne est la plus importante pour le pâturage, puisqu'elle est moins influencée par les conditions pluviométriques, et son cycle s'étend sur une durée plus longue, et constitue par conséquent les réserves nutritives du bétail.

Dans la zone d'étude, la couverture végétale peut avoir une densité très variable ; elle est de 35 à 45% dans les parcours de mise en défens anciens ou les parcours non dégradés, et de 1 à 2% dans les parcours dégradés.

La densité du couvert végétal n'est pas l'unique paramètre qui définit la richesse ou la valeur nutritive du parcours (quantité d'unités fourragères). Le type et la vigueur du couvert végétal jouent de même un rôle déterminant dans la définition des réserves nutritives liées à la disposition du cheptel. Par conséquent, les parcours à base de *Rantherium soavelens*, de *Zygophyllum album* et d'*Artrophyllum scoparium* sont mieux appréciés que ceux à base d'*Astragalus*, de *Thymelia hirsuta* et de *Gymnocarpus decander*.

Dans les parcours et les anciennes friches on a rencontré les espèces dominantes suivantes :

- <i>Rantherium soavelens</i>	}	
- <i>Zygophyllum album</i>		dans les parcours protégés et les anciennes friches sur des sols profonds
- <i>Artrophyllum scoparium</i>	}	
- <i>Tencrium polium</i>		
- <i>Linaria egyptiaca</i>	}	
- <i>Lygeum spartum</i>	}	
- <i>Stipa lagascae</i>		dans les parcours ensablés
- <i>Stipa tenassima</i>	}	
- <i>Astragalus</i>	}	
- <i>Thymelia hirsuta</i>		dans les parcours surpâturés et dégradés biologiquement sur les sols gypseux encroûtés
- <i>Gymnocarpus decander</i>	}	
- <i>Salsola vermiculata</i>		
- <i>Atractylis serratuloides</i>		
- <i>Atractylis flava</i>	}	

D'autres espèces peuvent être trouvées dans la zone d'étude mais n'ont pas été présentées dans ce rapport non pas par négligence mais plutôt par défaut d'identification.

4) LES PROCESSUS PHYSIQUES DE LA DESERTIFICATION ET LES FORMES D'ACCUMULATION DE SABLE

4.1) Rappel des causes de la désertification dans la région de Menzel Habib

La dégradation des milieux écologiques de la région de Menzel Habib constitue le problème le plus crucial, qui menace sérieusement les moyens de subsistance de plusieurs milliers de gens. Ce phénomène de dégradation mène inéluctablement à la réduction voire, à la détérioration complète du potentiel de production des terres, qui étaient auparavant réputées comme étant stables et productives.

La réduction du couvert végétal naturel et la raréfaction des espèces adaptées ainsi que la perte de la couche meuble et arable du sol ont été évoquées par les précédents auteurs comme étant les principaux indices de dégradation des terres de parcours de la région. En outre, l'apparition de surfaces de déflations et d'accumulation de sables, dans certaines zones, témoignent de l'intensité de désertification.

L'intensité de dégradation des terres suite à la mauvaise gestion n'est pas constante du fait de la réaction différentielle des terres vis à vis des processus de dégradation. L'impact de ces derniers est fonction de plusieurs paramètres, et on cite à titre d'information les plus déterminants, à savoir la nature du sol (texture), le régime climatique (dépendant de la position topographique) et la nature des activités agricoles pratiquées sur les terres.

Comme pour le reste du pays, les causes de la désertification dans la région d'étude sont pratiquement les mêmes. Les causes, leur ampleur, ainsi que les circonstances de leur apparition se résument comme suit :

- * La mise en culture des anciennes terres de parcours : recherchant un revenu monétaire supérieur à celui des parcours, à travers des cultures céréalières et arboricoles, les agriculteurs (anciens pastoralistes) ont procédé au défrichage et au labour des terres par des engins tractés (surtout la charrue polydisques). La surface du sol dénudée de sa végétation naturelle protectrice sera soumise à l'action directe du vent, et par conséquent le cycle de dégradation est enclenché. L'intensité de ce dernier est tributaire essentiellement de la sensibilité édaphique de l'écosystème.

Dans la zone d'étude on a identifié deux pôles où la céréaliculture constitue l'activité principale. L'un, aux environs du village de Menzel Habib, où l'aridoculture est pratiquée sur des sols limoneux à sable fin ayant une activité éolienne limitée. L'autre, aux alentours du village de Zougrata et de Wali où la céréaliculture est emblavée sur des terres de texture plus grossière et ayant une activité éolienne plus intense. Dans ce dernier secteur les accumulations de sables sont diverses allant du voile sableux fin jusqu'aux nappes, microdunes et champs de barcane.

* Le surpâturage: Constitue la seconde cause majeure de la désertisation. Ce phénomène résulte du non respect de la charge maximale autorisée (Nombre de têtes par hectare). Le surpâturage est observé le plus souvent aux alentours des villages et concentrations rurales, et se matérialise par une réduction spectaculaire de la couverture végétale naturelle apâtée et où les espèces inalibiles telles que astragalus, atractilis et Gymnocarpus decander viennent remplacer les parcours de rhanterium à grande valeur nutritive.

A l'exception des zones de mise en défens anciennes, tous les parcours de la région de Menzel Habib sont dégradés à des degrés variables. Cette dégradation se matérialise par la régression du couvert végétal apâté et l'apparition des espèces secondaires de dégradation non ou peu appréciées par le bétail ainsi que l'apparition d'une activité éolienne manifeste. En pratique, les auréoles de désertification sont concentriques par rapport aux agglomérations rurales et se matérialisent par un potentiel de dégradation centrifuge. Au fur et à mesure qu'on s'éloigne de ces derniers, la pression humaine et animale sur les parcours est amoindrie et par conséquent le couvert végétal naturel se rétablit de plus en plus.

* L'éradication de la végétation naturelle pour l'obtention de nouvelles terres de cultures: En plus de l'arrachement des ligneux hauts pour l'obtention du bois de chauffage, les agriculteurs procèdent périodiquement au défrichement de nouvelles terres pour pratiquer l'aridoculture épisodique aux cours des années qualifiées plus humides. Cette pratique concerne essentiellement les terres moins fertiles et de texture grossière ce qui les expose davantage à l'action du vent au moins pendant les quelques années qui succèdent leur défrichement. Pendant la prospection de terrain, on a constaté que plusieurs parcours sensibles à nappes sableuses anciennes de surface et jachères prolongées ont été défrichés ces dernières années et sont emblavées en céréales.

La présence de souches mortes à la surface du sol ainsi que les restes de chaume témoignent de cette pratique. Les terrains défrichés seront abandonnés et délaissés comme jachère non travaillée. Il est à signaler que cette pratique s'étend sur de grandes surfaces et les parcelles défrichées peuvent avoir des superficies qui dépassent les 100 hectares (comme pour le cas de parcelles situées à l'Est du croisement de la piste El Hajri-El Fjij avec la route RN15.

- **Sédentarisation de la population rurale:** Afin de bénéficier des services de base (école, électrification, dispensaire et services civils), la population rurale dispersée s'est concentrée autour de ces infrastructures de base. Cette situation a intensifiée la pression humaine et animale sur certaines parties des parcours et terres de cultures avoisinantes.

- **La mauvaise gestion des ressources en eau:** Pendant les fortes pluies, de très grandes quantités d'eaux de ruissellement viennent se concentrer dans les dépressions fermées et les garaats (Sidi Mansour, Zougrata, El Araneb et El Hajri) et séjournent jusqu'à leur évaporation totale sans qu'elles soient pour autant être utilisées. Au fur et à mesure que ces surfaces basses se dessèchent des cultures de décrue s'y développent.

4.2) Les processus physiques de la désertification

Dans la zone d'étude, lorsque la végétation pérenne n'est pas trop dégradée, comme pour le cas des parcours mis en défens, il existe un couvert végétal permanent de 30 à 50% de la surface de sol. Ce couvert augmente davantage pendant la saison des pluies grâce au développement des plantes annuelles. Cette couverture est suffisante pour maintenir la partie meuble du sol en place et s'opposer à l'action combinée du vent et de l'eau de ruissellement. Cette action protectrice est moindre dans les parcours dégradés et les terres labourables et par conséquent la surface du sol est plus exposée aux agents de transport et de remaniement à savoir, le vent et l'eau de ruissellement. Les matériaux arrachés par le vent seront déposés une fois que les conditions d'accumulations sont favorables (réduction de la vitesse du vent, présence d'obstacles physiques et biologiques). Ce processus de déflation de la partie meuble du sol devient non opérationnel une fois que les niveaux de concentration gypseux et gypsocalcaires sont atteints.

Dans la région de Menzel Habib, les processus éoliens de transport et d'accumulation des sables sont dominants par rapport à ceux de l'érosion hydrique vue l'aridité du climat et la prépondérance des vents violents. Cependant, ces derniers prennent de l'ampleur et s'accroissent pendant les années exceptionnellement humides. La densité du réseau de drainage matérialise cet aspect. Les matériaux arrachés par l'eau de ruissellement dans les zones d'amont sont déposés dans les dépressions en bas des principaux cours d'eau.

Ces dépôts alluvionnaires seront repris et remaniés par le vent. L'oued qui draine les glacis de Jbal Ez Zimla et Ismaya et qui se déverse dans garaat El Araneb matérialise d'une façon spectaculaire cet aspect. En effet on note la présence d'un grand champ de dunes nouvellement colonisées par le *spartum ligum* et par la *stippa lagascae*. Ce réservoir de sable a menacé d'une façon sérieuse le tronçon de route entre Zougrata et El Khanga, ce qui a incité la Direction Générale des Forêts à installer une ceinture verte d'eucalyptus et de tamarix ainsi que l'installation d'obstacles physiques à base de feuilles morte de palmier le long de ce dernier.

- **Sédentarisation de la population rurale:** Afin de bénéficier des services de base (école, électrification, dispensaire et services civils), la population rurale dispersée s'est concentrée autour de ces infrastructures de base. Cette situation a intensifiée la pression humaine et animale sur certaines parties des parcours et terres de cultures avoisinantes.

- **La mauvaise gestion des ressources en eau:** Pendant les fortes pluies, de très grandes quantités d'eaux de ruissellement viennent se concentrer dans les dépressions fermées et les garaats (Sidi Mansour, Zougrata, El Araneb et El Hajri) et séjournent jusqu'à leur évaporation totale sans qu'elles soient pour autant être utilisées. Au fur et à mesure que ces surfaces basses se dessèchent des cultures de décrue s'y développent.

4.2) Les processus physiques de la désertification

Dans la zone d'étude, lorsque la végétation pérenne n'est pas trop dégradée, comme pour le cas des parcours mis en défens, il existe un couvert végétal permanent de 30 à 50% de la surface de sol. Ce couvert augmente davantage pendant la saison des pluies grâce au développement des plantes annuelles. Cette couverture est suffisante pour maintenir la partie meuble du sol en place et s'opposer à l'action combinée du vent et de l'eau de ruissellement. Cette action protectrice est moindre dans les parcours dégradés et les terres labourables et par conséquent la surface du sol est plus exposée aux agents de transport et de remaniement à savoir, le vent et l'eau de ruissellement. Les matériaux arrachés par le vent seront déposés une fois que les conditions d'accumulations sont favorables (réduction de la vitesse du vent, présence d'obstacles physiques et biologiques). Ce processus de déflation de la partie meuble du sol devient non opérationnel une fois que les niveaux de concentration gypseux et gypsocalcaires sont atteints.

Dans la région de Menzel Habib, les processus éoliens de transport et d'accumulation des sables sont dominants par rapport à ceux de l'érosion hydrique vue l'aridité du climat et la prépondérance des vents violents. Cependant, ces derniers prennent de l'ampleur et s'accroissent pendant les années exceptionnellement humides. La densité du réseau de drainage matérialise cet aspect. Les matériaux arrachés par l'eau de ruissellement dans les zones d'amont sont déposés dans les dépressions en bas des principaux cours d'eau.

Ces dépôts alluvionnaires seront repris et remaniés par le vent. L'oued qui draine les glacis de Jbal Ez Zimla et Ismaya et qui se déverse dans garaat El Araneb matérialise d'une façon spectaculaire cet aspect. En effet on note la présence d'un grand champ de dunes nouvellement colonisées par le *spartum ligum* et par la *stippa lagascae*. Ce réservoir de sable a menacé d'une façon sérieuse le tronçon de route entre Zougrata et El Khanga, ce qui a incité la Direction Générale des Forêts à installer une ceinture verte d'eucalyptus et de tamarix ainsi que l'installation d'obstacles physiques à base de feuilles morte de palmier le long de ce dernier.

4.3) Les formes d'accumulation de sable

Les phénomènes d'éolisation de sable dans la région de Menzel Habib sont très fréquents mais leur intensité est très variable. Elle est fonction de la gestion des terres, du degré de perturbation de la vocation naturelle, de la pression animale, des caractéristiques édaphiques du milieu, et de l'agressivité des vents dominants. En effet, à l'exception des zones constituées de montagnes et les terrasses gypseuses érodées à crêtes, toutes les formes géomorphologiques basses, constituées par les plaines, les glacis et les dépressions fermées à l'exception de garaât sidi Mansour, sont sous l'emprise d'une activité éolienne, du fait que ces formes sont constituées par des matériaux meubles, de texture sableuse à limoneuse, vulnérable à l'action du vent.

Dans les terrains labourés et cultivés continuellement en céréales et cultures vivrières, les phénomènes d'éolisation sont actifs mais peu décelables directement sur la parcelle. Cependant, on a constaté que l'épaisseur de la couche meuble du sol surmontant les niveaux de concentration gypseux s'amincit de plus en plus par comparaison aux mêmes types de sols exploités en parcours peu dégradés. Les petites parcelles d'arboriculture parsemées à l'intérieur des zones de cultures illustrent l'importance des activités éoliennes puisqu'elles sont le plus souvent des endroits privilégiés des accumulations sableuses. Les arbres agissent comme étant des obstacles physiques "Wind breakers" et les matériaux en suspension dans la masse d'air en mouvement se déposent et constituent le plus souvent des dunes longitudinales d'une hauteur variant entre 0,5 et 1,5 mètres, parfois dépassant les 2,5 mètres (le champs d'olivier est complètement envahie) et de quelques dizaines de mètres de longueur.

En l'absence de plantations, les particules éolisées provenant des zones de cultures se déposent sous forme de nappes, de micro-nekkhas, de voiles, de micro-dunes et parfois de barcanes, le long des surfaces de contact entre la zone de culture et le parcours et les tabias. A l'intérieur des parcours, l'accumulation est souvent sous forme de nappe discontinue, de voile et de nekkha, dont la hauteur est fonction de la vigueur des souches. Les dépôts concentrés sous forme de micro-dune et dune ne sont observés que dans les parcours extrêmement dégradés (couvert végétal anéantie) aux voisinages de la dépression de Zougata et sur des sols isohumiques profonds et sableux. Les champs de barcanes identifiés se trouvent essentiellement à Zougata et garaât El Araneh.

5) L'ANALYSE DES DONNEES DE L'IMAGERIE SATELLITAIRE SPOT

5.1) Etude de la reflectance des principaux sols et états de surfaces

Pour mieux connaître la réaction de différents objets (sols, roches, végétation etc.) vis à vis de l'énergie électromagnétique détectée par les capteurs du satellite SOT, on a procédé à une campagne de mesures de terrain en utilisant un spectroradiomètre assisté par un micro-ordinateur portable pour le stockage des données collectées. Cet appareil est actif dans la même gamme spectrale que le satellite SPOT pour que les résultats soient comparables, on a effectué une normalisation des mesures.

L'opération a consisté à comparer l'énergie réfléte par les différentes cibles par rapport à celle d'une surface de référence à savoir une plaque de sulfate de baryum. Le rapport des deux quantités mesurées (réflexion objet / réflexion plaque) donne la reflectance spécifique de l'élément.

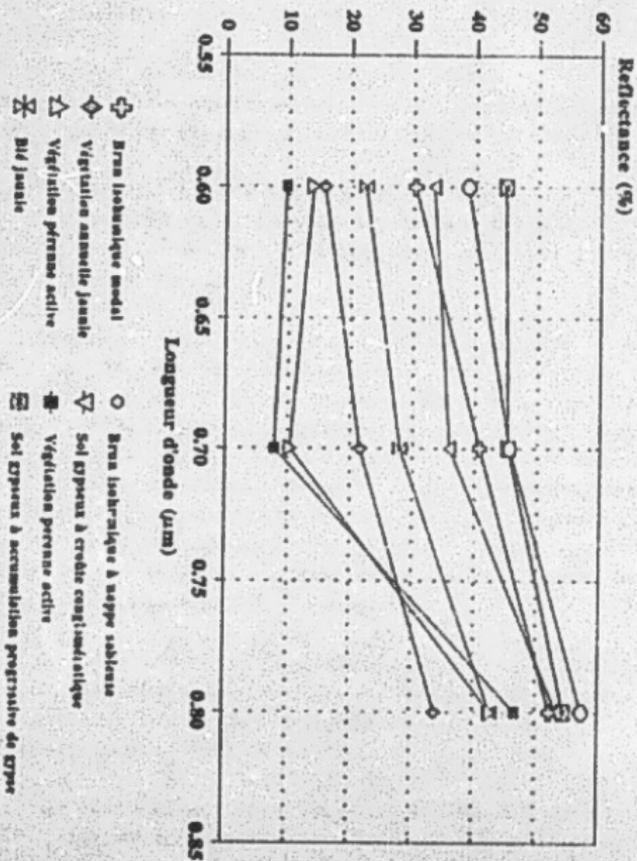
Les mesures normalisées ont permis d'établir les courbes de réponse spectrales de plusieurs éléments de surfaces identifiés dans le périmètre d'étude. L'analyse de ces différentes courbes (graphiques N° 1-5) nous a été d'une grande utilité pour l'interprétation visuelle de la composition colorée puisqu'elle a permis d'évaluer le degré de distinction des objets entre eux.

a) Graphique n°1 : on a représenté dans ce graphique quelques types de sols très apparentés et différents types de végétation. La distinction entre ces deux catégories de couvertures se fait aisément. Les valeurs de reflectance des sols sont plus élevées dans tous les canaux du satellite SPOT que celles de la végétation, pérenne active ou non. La végétation pérenne active est moins réfléchissante que les annuelles plus au moins jaunies dans les deux canaux du visible (vert et rouge), par contre elle est plus réfléchissante dans le canal proche infrarouge d'où un indice de végétation plus élevé.

Les sols bruns isohumiques à nappe ou voile sableux à la surface sont plus réfléchissants que le type modal ; par contre ils sont peu différenciables des sols gypseux à accumulation progressive de gypse et de texture sab'o-limoneuse.

D'après les courbes présentées dans ce graphique, il nous semble possible de faire la discrimination entre les différents types de sols isohumiques; Cependant avec les données du satellite SPOT, cette différenciation doit être amoindrie à cause entre autre, de l'interférence de l'atmosphère, de la végétation, des pratiques culturales, et de certaines conditions de mesure par le satellite.

FIG N°1 : REPONSES SPECTRALES DE L'ETAT DE SURFACE
DE CERTAINS SOLS : MENZEL HABIB



b) Graphique n°2 : Il ressort de ce graphique que les sols gypseux à croûte de surface "glacée" et la roche dolomitique sont les plus réfléchissants dans tous les canaux de SPOT (50 à 70%).

Les sols gypseux encroûtés couvert par un mince recouvrement sableux (paléosol gypseux) ont une courbe de réponse spectrale intermédiaire entre les sols gypseux modaux de texture grossière et les sols gypseux encroûtés.

Les courbes de réflectance de la végétation naturelle peu à moyennement active (chlorophyllienne) ont la même forme mais des valeurs différentes. La distinction entre cette dernière et les trois types de sols gypseux ainsi que la roche dolomitique se fait très aisément.

Les sols gypseux de texture moyennement fine des dépressions fermées sont moins réfléchissants que les sols gypseux modaux de texture sablo-limoneuse et de couleur claire. Les premiers types ont une teinte brun foncé sur l'image par contre le second type est matérialisé par une teinte brun verdâtre clair.

c) Graphique n°3 : Il ressort de ce graphique que la courbe de réflectance de la végétation chlorophyllienne des parcelles irriguées est très distincte des autres états de surface dans tous les canaux du SPOT. La réflectance du melon dans les deux canaux du visible est de l'ordre de 11 à 8% et augmente considérablement dans infrarouge (65%) d'où un indice de végétation élevé. Les sols salés à forte couverture végétale à base de halophytes ont une courbe de réflectance très similaire à celle de la végétation des parcelles irriguées mais avec des valeurs légèrement plus élevées dans les deux canaux du visible et des valeurs plus faibles dans le canal proche infrarouge à l'exception du sol salé, les trois types de sols resserais dans le graphique ont des valeurs de réflectance très rapprochées et ne sont que difficilement différenciables les uns des autres.

d) Graphique n°4 : Le sol d'apport fluvial à surface batante et les débris de croûtes de sol gypseux à croûte de surface sont plus réfléchissants que les autres types de sols présentés dans ce graphique, ils ont des valeurs de réflectances très rapprochées dans tous les canaux du SPOT et sont par conséquent non différenciables.

La distinction entre les sols gypseux modaux et les sols isohumiques modaux est facile puisque les valeurs de réflectances sont bien distinctes au moins dans le canal rouge et dans le canal infra rouge du satellite SPOT.

Fig N°1 : REPONSES SPECTRALES DE L'ETAT DE SURFACE
DE CERTAINS SOIS : MENZEL HABIB

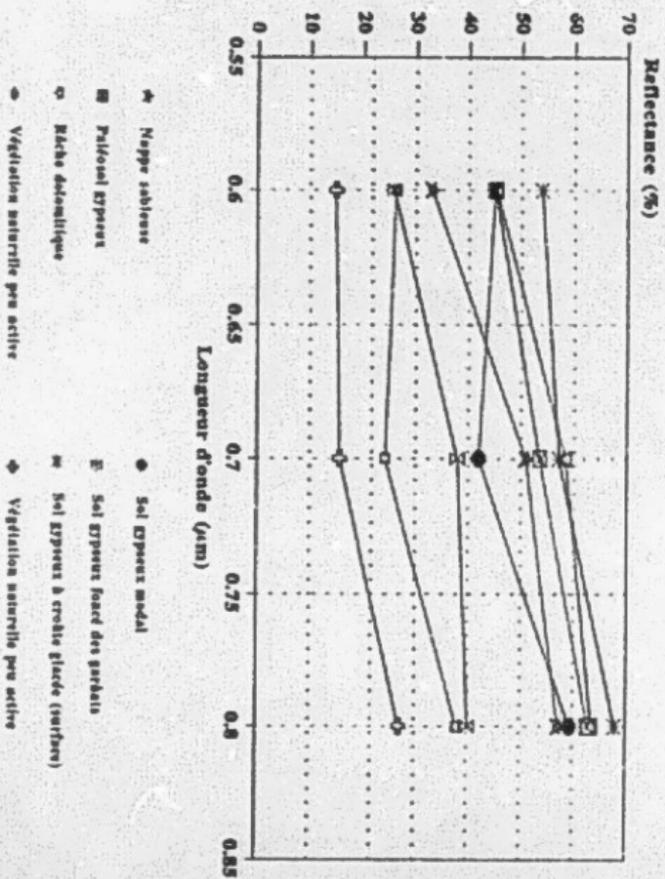


FIG N°3 : REPONSES SPECTRALES DES ETATS DE SURFACES
DE CERTAINS SOLS : MENZEL HABIB

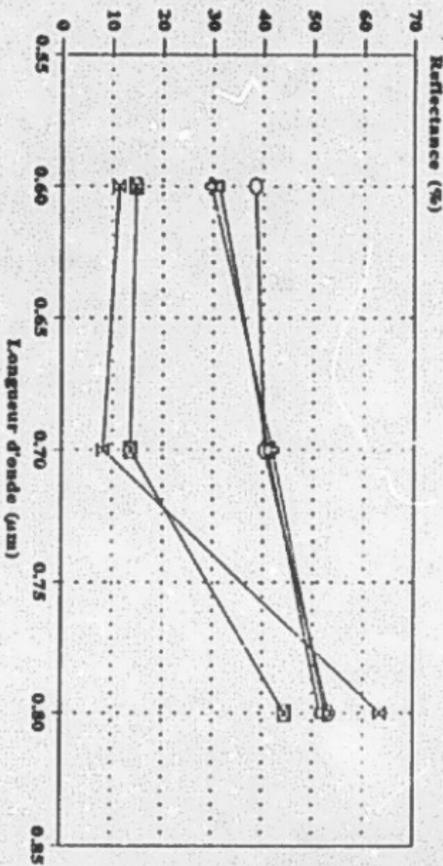
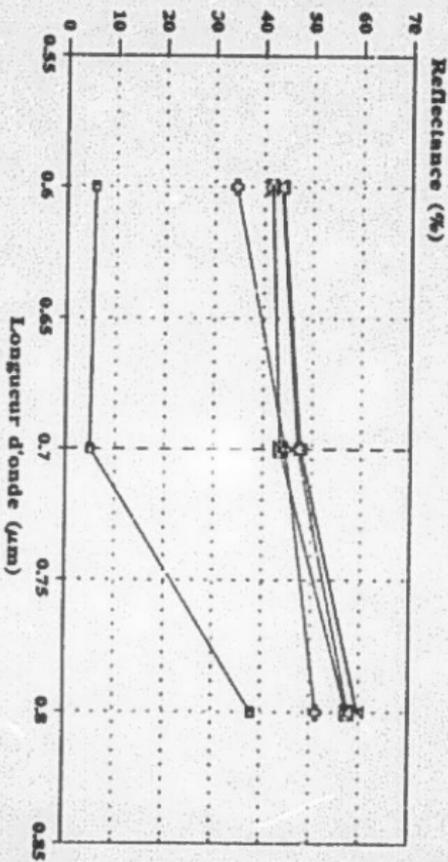


Fig N°4 REPONSES SPECTRALES DES ETATS DE SURFACES
DE CERTAINS SOLS : MIENZEL HABIB



- ◻ Sol exposé partiel à surface battante
- ◊ Sol brun (subanique verd)
- ◄ Juilier
- ⊞ Sol exposé à encroûtement
- ⊞ Débris de croûte de sol exposés à croûte de surface

e) Graphique n°5 : Ce graphique présente deux allures de courbes de réponses spectrales. La première caractérise les sols minéraux bruts d'apport éolien et les champs de dunes et barcanes et la seconde pour des états de surfaces variés mais qui présentent de la végétation à la surface. Les dunes et les sols d'apport éolien ont des valeurs de réflectance qui s'accroissent au fur et à mesure qu'on passe du canal vert au canal infrarouge du satellite SPOT. Par contre les autres états ont des valeurs plus ou moins constantes (mais différentes selon le type de végétation) dans les deux canaux du visible et augmentent dans le canal infrarouge.

5.2) Etude de la variabilité des reflectances d'un même état de surface

Du fait que plusieurs mesures ont été faites pour le même objet, cela nous a conduit à étudier la variabilité à l'intérieur de chaque classe et d'en expliquer les causes. Les échantillons ont fait l'objet d'une caractérisation statistique en définissant la moyenne, l'écart type et les valeurs extrêmes.

* Fig. A : On a présenté dans ce graphique les courbes de reflectances des sols bruns isohumiques de la région de Menzel Habib qui évoluent sous des conditions différentes de topographie, de régime hydrique et d'utilisation. A l'exception de l'échantillon n°3, toutes les courbes ont une même allure. L'échantillon n°2 présente les valeurs de reflectances les plus élevées dans tous les canaux du SPOT. Cette grande reflectance est attribuée à l'existence d'une mince couche de sable à la surface ainsi que des débris de coquilles (2%) de couleur blanchâtre. L'échantillon n°4 présente une courbe de réponse spectrale similaire à celle de l'échantillon précédent mais ayant de valeurs légèrement plus faibles causées par la présence de nodules calcaires (10 à 15%) qui sont de même couleur que la matrice. Ces nodules sont responsables d'une rugosité plus forte et de la création de micro-ombrages. L'échantillon n°3 est pris sur un sol ayant une couverture végétale (annuelle) plus ou moins jaunie d'où la ressemblance de sa courbe spectrale à celle de la végétation. Les échantillons n°1 et n°5 ont des courbes très analogues et difficilement séparables, ils caractérisent les sols bruns isohumiques labourés.

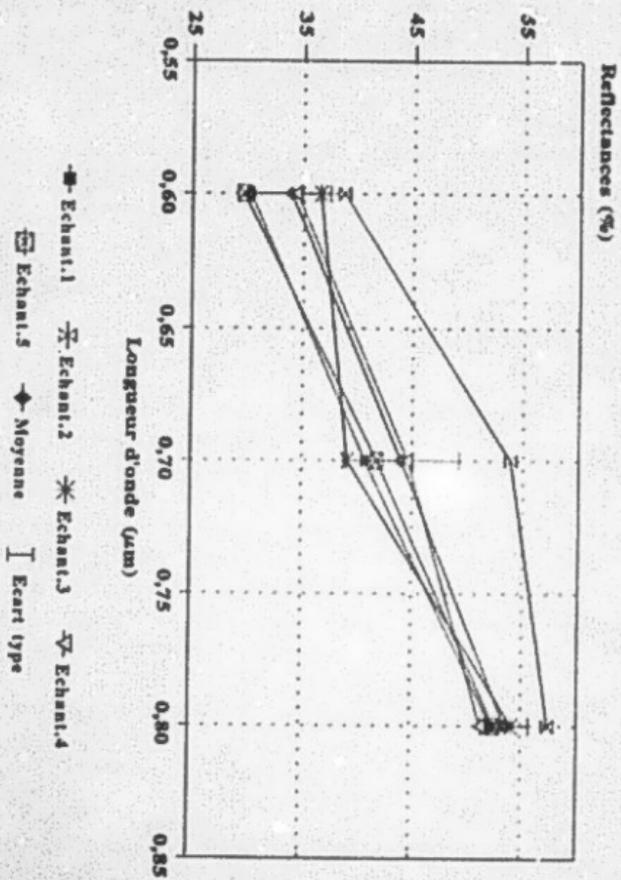
La courbe de la moyenne arithmétique des valeurs de reflectances des différents échantillons est très rapprochée à celle de l'échantillon n°4 et pourrait être utilisée pour caractériser les sols bruns isohumiques riches en nodules et de texture limoneuse.

Si on élimine l'échantillon n°2, on peut dire que la variabilité des courbes spectrales des sols isohumiques est assez faible puisque les valeurs de reflectances ne varient que de l'ordre de 3 à 6% dans les trois canaux.

Les caractéristiques statistiques des échantillons sont présentées dans le tableau suivant.

Caractéristiques	Canal SPOT	X S 1	X S 2	X S 3
Moyenne		33,90	44,04	53,55
Ecart type		3,52	5,24	2,14
Valeur Max.		38,70	53,88	57,41
Valeur Min.		29,63	39,12	51,32

FIG. 1 : REPONSES SPECTRALES DES SOLS
BRUNS ISOHUMIQUES : MENZEL HABIB



* Fig. B : Cette figure illustre les courbes de reflectance des sols gypseux à croûte de surface. A première vue, il ressort de ces courbes l'existence d'une grande variabilité des valeurs de la reflectance dans chaque canal du SPOT puisqu'il y a au moins entre 25 et 30% de différence entre les valeurs extrêmes de la reflectance du sol. L'échantillon n°1 caractérise les sols encroûtés des alentours de Zougrata avec une surface très rugueuse et une charge grossière assez élevée (25 à 30%) dérivée de congglomérats de couleur rougeâtre. L'échantillon n°2 est typique des sols à croûte de couleur claire et avec un recouvrement relatif de l'ordre de 60%. L'échantillon n°3 caractérise les sols à croûte gypseuse altérée et de couleur brun verdâtre.

Les caractéristiques statistiques des échantillons sont présentées dans le tableau suivant.

Caractéristique	Canal SPOT	X S 1	X S 2	X S 3
Moyenne		43,60	46,92	60,35
Ecart type		8,41	8,66	9,96
Valeur Max.		53,80	57,09	67,93
Valeur Min		33,21	35,93	53,37

* Fig. C : Cette figure montre une grande variabilité des courbes de reflectances des sols gypseux. Grossièrement on pourrait distinguer deux catégories de courbes. Les faibles reflectances sont observées pour les sols gypseux des dépressions de Zougrata et de sidi mansour qui ont une texture moyennement fine à fine. Les sols sont plus humidifiés et labourés récemment. Les échantillons 1,3,5 et 6 caractérisent les sols de texture moyennement grossière et de couleur plus claire avec possibilité de présence de micro cristaux de gypse et voile sableux à la surface. La courbe de la moyenne arithmétique des différents échantillons est plus au moins confondue avec celle de l'échantillon n°6 et ne pourrait être utilisée pour caractériser à la fois les deux catégories des sols gypseux.

Les caractéristiques statistiques des échantillons sont présentées dans le tableau suivant.

Caractéristique	Canal SPOT	X S 1	X S 2	X S 3
Moyenne		37,30	39,44	50,14
Ecart type		7,63	5,73	8,80
Valeur Max.		44,96	45,29	59,32
Valeur Min.		25,77	27,74	36,09

* Fig. D : Cette figure caractérise les sols minéraux bruts d'apport éolien. Leurs courbes de reflectance sont assez rapprochées du fait que les sables éolisés sont de même nature minéralogique. Les faibles différences sont attribuées à la présence ou non de ripples, à l'état d'humidité et au diamètre des grains de sables. L'échantillon n°1 comporte des sables de

FIG. B : REPONSES SPECTRALES DES SOLS
GYPSEUX A CROUTE DE SURFACE

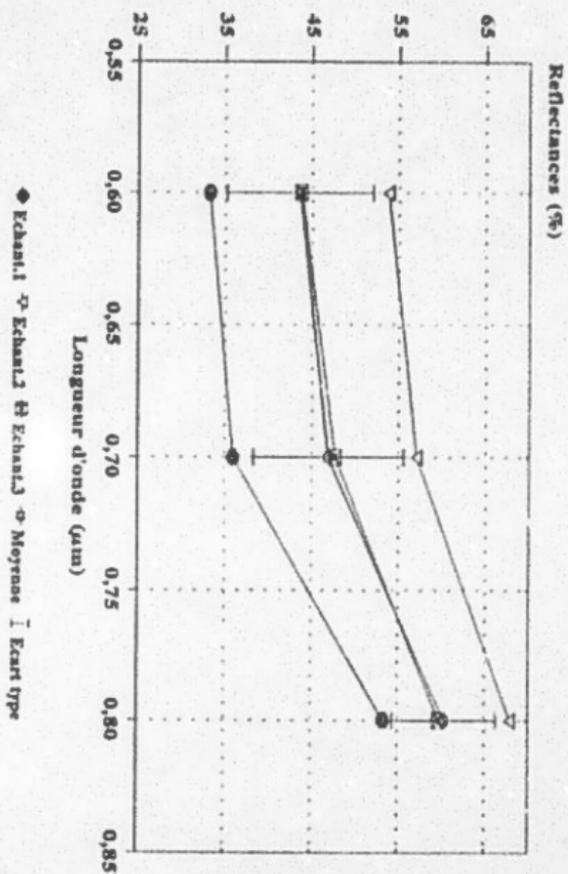


FIG. C : REPONSES SPECTRALES DES SOLS
GYPSEUX : MENZEL HABIB

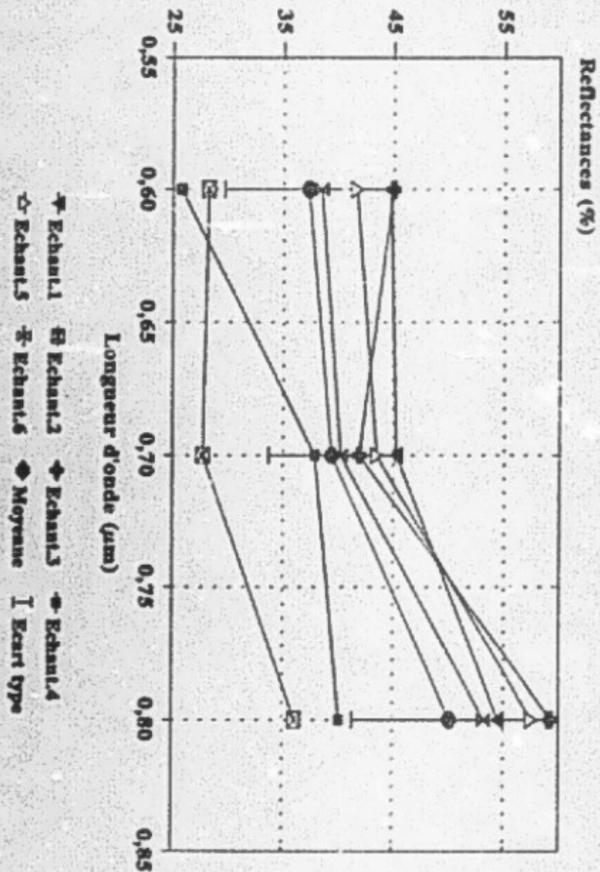
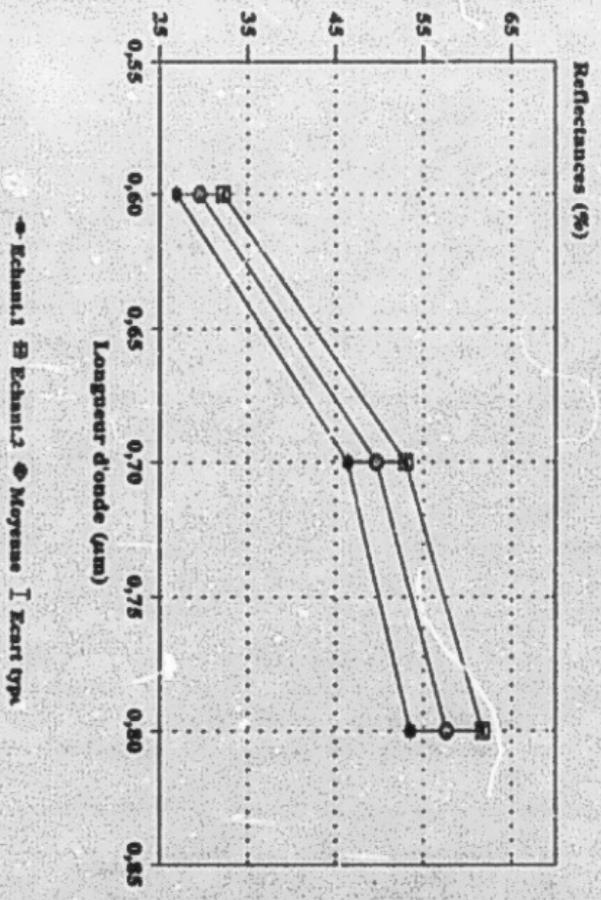


FIG. D : REPONSES SPECTRALES DES SOLS MINERAUX BRUTS D'APPORTS EOLIENS SABLEUX DE MENZEL HABIB



diamètre légèrement plus grand. Du fait que ces sols sont bien réfléchissants dans les canaux rouge et proche infrarouge et le sont moins dans le canal vert, ils se caractérisent par des teintes jaunâtres dans la composition colorée.

Les caractéristiques statistiques des échantillons sont présentées dans le tableau suivant.

Caractéristiques	Canaux SPOT	X S 1	X S 2	X S 3
Moyenne		29,55	49,65	57,61
Ecart type		2,64	3,32	4,10
Valeur Max.		32,19	52,97	61,71
Valeur Min.		26,91	46,33	53,52

* Fig. E : Ce graphique illustre les courbes de réflectance des palésoils gypseux qui se différencient des sols gypseux encroûtés par la présence d'une couverture sableuse de faible épaisseur (inférieure à 20 cm). Les deux échantillons présentent des valeurs très rapprochées dans les deux canaux rouge et proche infrarouge et la variabilité n'est sensible que dans le canal vert.

Les caractéristiques statistiques des échantillons sont présentées dans le tableau suivant.

Caractéristiques	Canaux SPOT	X S 1	X S 2	X S 3
Moyenne		39,01	52,18	59,99
Ecart type		5,97	1,31	2,83
Valeur Max.		44,98	53,49	62,82
Valeur Min.		33,03	50,87	57,16

* Fig. F : On présente dans ce graphique les courbes de réponses spectrales moyennes des sols dominants de la région de Menzel Habib, afin de voir les possibilités théoriques de différenciation en vue d'une cartographie pédologique des sols (carte pédologique, carte d'occupation et d'aménagement) à partir des données numériques.

Les caractéristiques statistiques des échantillons sont présentées dans le tableau suivant.

Caractéristiques	Canaux SPOT	X S 1	X S 2	X S 3
Moyenne		37,91	47,33	56,82
Ecart type		5,58	5,75	4,36
Valeur Max.		45,19	58,35	63,52
Valeur Min.		29,55	39,44	50,14

FIG. 5 : REPONSES SPECTRALES DES SOLS
 GYPSEUX ENCROUTES A RECOUVREMENT
 SABLEUX DE MENZEL HABIB

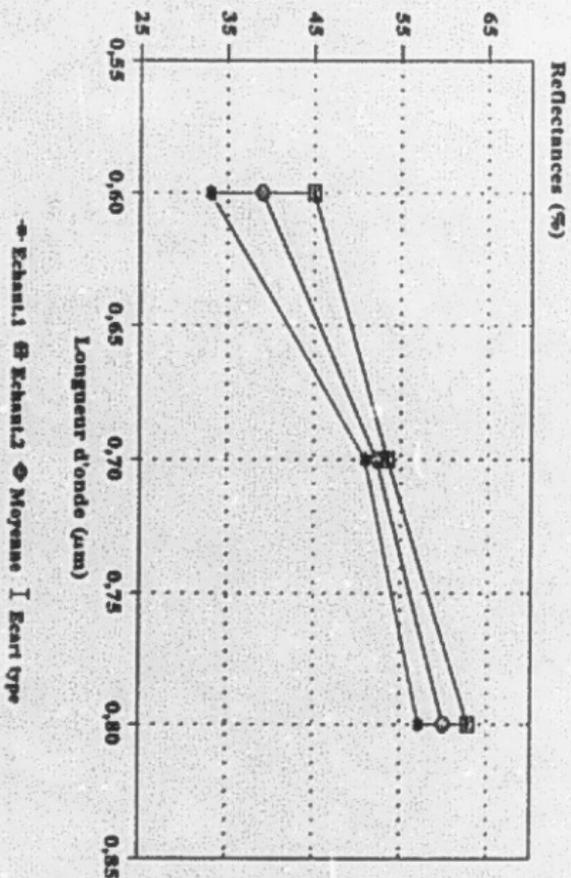
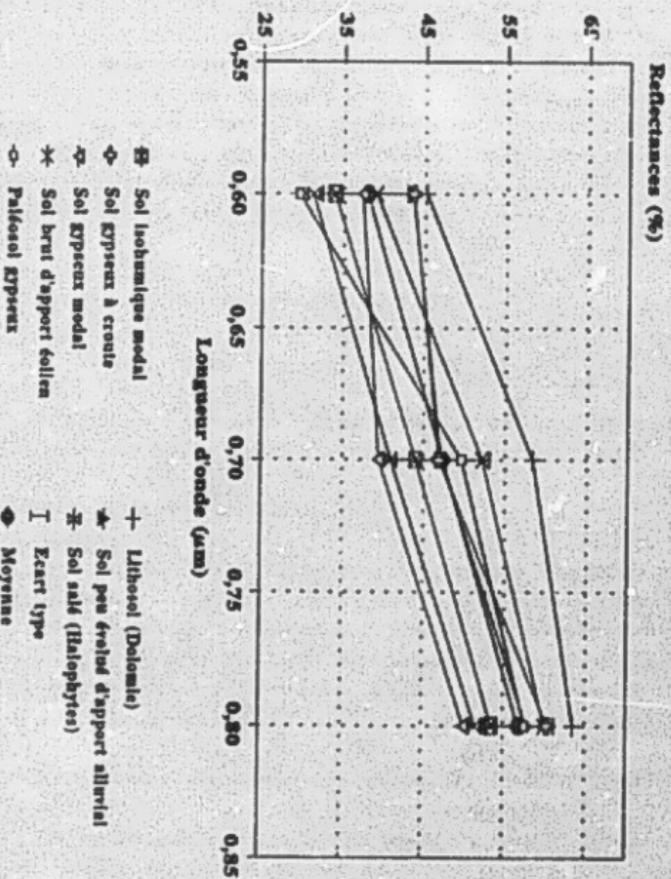


FIG. : REPONSES SPECTRALES MOYENNE
DES SOLS DOMINANTS : MENZEL HABIB



Normalement, il semble possible d'aboutir à ces fins puisque la quasi totalité des sols présentent des courbes de réflectances différenciées et les valeurs sont différentes au moins dans l'un des canaux du satellite. En pratique, la surface du sol est le plus souvent perturbée par la présence de la végétation et des activités agricoles (labour, irrigation, action d'aménagement etc.) et par conséquent le sol n'est pas la seule composante qui influence les réflectances détectées. Par conséquent un même type pédologique peut apparaître sur l'image satellitaire avec des teintes différentes et parfois deux ou plusieurs types de sols peuvent avoir une même classe spectrale. L'introduction d'informations exogènes et la multiplication des points de contrôles (vérité du terrain) sont alors indispensables. Un utilisateur non avisé de l'image satellitaire peut s'étonner de voir par exemple des délimitations (unités cartographiques) qui englobent plus d'une teinte ou qui passent à l'intérieur d'une même teinte. De ce fait, il est conseillé aux utilisateurs de l'imagerie satellitaire d'être prudent, et d'aller vérifier à l'intérieur d'une même teinte pour ne pas tomber dans des erreurs flagrantes.

6) LES ACTIONS D'AMENAGEMENT DES TERRES

6.1) Travaux réalisés

Les actions de protection et de lutte contre la désertification dans la région de Menzel Habib se résument dans les interventions suivantes:

6.1.1) *Par les forestiers (CRDA)*

Les actions de cette direction contreintement avec le CRDA de Gabès ont concerné essentiellement la fixation des dunes le long des tronçons routiers menacés par l'envahissement des sables, la plantation de quelques petites parcelles de cactus et de tamarix un peu partout dans la région, la mise en défens de plusieurs parcours aux environs de Zougrata et de Menzel Habib (plateau de Hmilet El Babouche), la protection des terres de certains glacis contre l'érosion hydrique (essentiellement à Wali).

6.1.2) *L'unité de développement relevant du Ministère de la Défense Nationale*

Les travaux réalisés par cette unité ont concerné la construction des tabias rehaussés par la tôle ondulée pour arrêter les mouvements de sables. Ces actions ont intéressé essentiellement la partie centrale de la plaine où les phénomènes d'éolisation sont apparents. Plusieurs terrains affectés par les phénomènes éoliens demeure encore non traités.

6.2) Commentaire sur les aménagements réalisés

La prospection de terrain a révélé l'absence d'une stratégie claire et adéquate de lutte contre la désertification et de la gestion rationnelle des ressources naturelles de la région d'intérêt. L'idée de mettre en défens les parcours plus au moins dégradés est une bonne pratique. Cependant, l'interdiction des pâturages sur ces derniers est une mauvaise pratique puisqu'elle réduit les surfaces réservées aux parcours et génère par conséquent une pression animale sur le reste des terres de parcours plus intense qui est susceptible d'accélérer le surpâturage et la désertisation.

En outre, la grande couverture de la végétation naturelle (30 à 45%) sur les terrains de mise en défens entraîne une demande en eau plus importante du stock hydrique du sol et provoque ainsi son dessèchement rapide. Cette situation affecte la végétation naturelle qui demeure non ou peu active même pendant la période de démarrage végétatif (Mars et Avril).

Des coups de tarières faits dans les parcours protégés à base de ranthérium snavolens ont révélé que le sol est complètement sec sur au moins 1 mètre de profondeur, par contre dans les parcours pâturés, le même type de sol conserve une certaine fraîcheur depuis la surface et permet ainsi l'apparition de nouvelles pousses très appréciées par les animaux. De ce fait, il est recommandé de penser à établir un équilibre entre les réserves en eau du sol et la biomasse par un pâturage direct contrôlé dans les zones de mise en défens. Les éleveurs de la région ont d'ailleurs soulevé ce problème et désirent exploiter les terrains de mise en défens selon les exigences de la Direction des Forêts (planning de rotation respectant la charge maximale autorisée par unité de surface).

Le réseau de tabias déjà installé par les militaires est fait sans étude technique préalable et précise qui tiend compte de l'occupation des terres, de la direction et de la vitesse des vents dominants (surtout les vents agressifs des secteurs Ouest et Sud-Ouest) ainsi que des caractéristiques physico-chimiques des sols (essentiellement la texture) et de la quantité de sable susceptible d'être mise en mouvement. Tous ces paramètres sont déterminants dans la définition des caractéristiques physiques des aménagements à savoir l'écartement, la hauteur et la direction.

Lors de la prospection de terrain on a constaté que certains tronçons de tabias sont d'une part peu efficaces du fait qu'ils ont été installés dans l'axe des vents dominants ce qui limite leur potentiel de captage des sables en mouvement et d'autre part ont un écartement insuffisant ce qui les expose rapidement à l'invasion totale, d'où la nécessité de rehaussement surtout dans les parcours très dégradés et les zones de cultures sur les sol isohumiques sableux. En effet bien que la construction du réseau de tabias ait commencé en 1990 certains tronçons situés dans les zones à risques sont déjà complètement couverts de sables et donnant l'allure de dunes longitudinales.

6.2) Commentaire sur les aménagements réalisés

La prospection de terrain a révélé l'absence d'une stratégie claire et adéquate de lutte contre la désertification et de la gestion rationnelle des ressources naturelles de la région d'intérêt. L'idée de mettre en défens les parcours plus au moins dégradés est une bonne pratique. Cependant, l'interdiction des pâturages sur ces derniers est une mauvaise pratique puisqu'elle réduit les surfaces réservées aux parcours et génère par conséquent une pression animale sur le reste des terres de parcours plus intense qui est susceptible d'accélérer le surpâturage et la désertisation.

En outre, la grande couverture de la végétation naturelle (30 à 45%) sur les terrains de mise en défens entraîne une demande en eau plus importante du stock hydrique du sol et provoque ainsi son dessèchement rapide. Cette situation affecte la végétation naturelle qui demeure non ou peu active même pendant la période de démarrage végétatif (Mars et Avril).

Des coups de tarières faits dans les parcours protégés à base de ranthérium snavolens ont révélé que le sol est complètement sec sur au moins 1 mètre de profondeur, par contre dans les parcours pâturés, le même type de sol conserve une certaine fraîcheur depuis la surface et permet ainsi l'apparition de nouvelles pousses très appréciées par les animaux. De ce fait, il est recommandé de penser à établir un équilibre entre les réserves en eau du sol et la biomasse par un pâturage direct contrôlé dans les zones de mise en défens. Les éleveurs de la région ont d'ailleurs soulevé ce problème et désirent exploiter les terrains de mise en défens selon les exigences de la Direction des Forêts (planning de rotation respectant la charge maximale autorisée par unité de surface).

Le réseau de tabias déjà installé par les militaires est fait sans étude technique préalable et précise qui tiend compte de l'occupation des terres, de la direction et de la vitesse des vents dominants (surtout les vents agressifs des secteurs Ouest et Sud-Ouest) ainsi que des caractéristiques physico-chimiques des sols (essentiellement la texture) et de la quantité de sable susceptible d'être mise en mouvement. Tous ces paramètres sont déterminants dans la définition des caractéristiques physiques des aménagements à savoir l'écartement, la hauteur et la direction.

Lors de la prospection de terrain on a constaté que certains tronçons de tabias sont d'une part peu efficaces du fait qu'ils ont été installés dans l'axe des vents dominants ce qui limite leur potentiel de captage des sables en mouvement et d'autre part ont un écartement insuffisant ce qui les expose rapidement à l'invasion totale, d'où la nécessité de rehaussement surtout dans les parcours très dégradés et les zones de cultures sur les sol isobumiques sableux. En effet bien que la construction du réseau de tabias ait commencé en 1990 certains tronçons situés dans les zones à risques sont déjà complètement couverts de sables et donnant l'allure de dunes longitudinales.

6.3) Proposition d'aménagements des terres de la Région de Menzel Habib

Les actions proposées de protection et de lutte contre la désertisation des terres de la région de Menzel Habib consistent à réviser l'adéquation qui existe entre la vocation naturelle des terres et celle de leur utilisation. Il importe de sensibiliser la population rurale aux risques de dégradation des terres, car celle-ci ne cesse de persévérer dans la déstabilisation et la perturbation des équilibres écologiques naturelles, en pratiquant les cultures céréalières et vivrières sur des terrains non aptes à ce genre d'activité. Les actions dégradantes de l'aridoculture sur ces terrains sont de loin plus coûteuses que les maigres rendements enregistrés, d'où la nécessité d'orienter leur utilisation vers les parcours à pâturage contrôlé et de penser à attribuer des subventions aux agriculteurs en fonction des superficies emblavées chaque année.

Il est conseillé de limiter les surfaces emblavées en céréales aux terres les moins sensibles à l'action du vent, à savoir les dépressions et les terres limoneuses profondes, vu que la vocation naturelle de la majorité des terres de la région d'étude est plutôt pastorale. Les terres limono-sableuses des alentours du village de Menzel Habib nécessitent un aménagement physique approprié (tabias) pour les utiliser en céréalicultures permanentes. De même, il faut éviter à ce que ces cultures s'étendent sur de grandes surfaces puisque ce paramètre constitue un facteur d'accentuation de la désertification. La technique en bandes alternées nous semble la mieux adaptée à ce milieu aride et à ce type de sols. Les surfaces non labourées (parcours et jachères non travaillées) à l'intérieur de la zone de culture agissent comme obstacles physiques pour limiter le transport éolien des sables et favorisent par conséquent le remaniement local des matériaux éolisés.

Nous présentons dans la figure N° 1 un schéma d'exploitation des terres de la région susceptible à lui seul d'atténuer leur dégradation.

Ce schéma d'exploitation des terres permet d'alléger énormément les aménagements physiques (tabias) sans pour autant les négliger et assure un taux d'exploitation des terres variant entre 25 et 30% de la surface totale. La présence de parcelles de mise en défens permanentes et de jachères non travaillées constitue une barrière indispensable pour limiter à la fois le ruissellement de l'eau et permet de briser le vent d'où le ralentissement des phénomènes d'éolisation surtout la saltation et la reptation des grains grossiers de sables.

L'amélioration des parcours évoluant sur les sols sableux pourrait se faire par la plantation de cactus inermes qui peut servir à la fois comme aliment pour le bétail et pour l'obtention de fruits pendant les années relativement humides en plus de son action protectrice contre l'ensablement.

Direction des vents violents (SO, OSO, O)

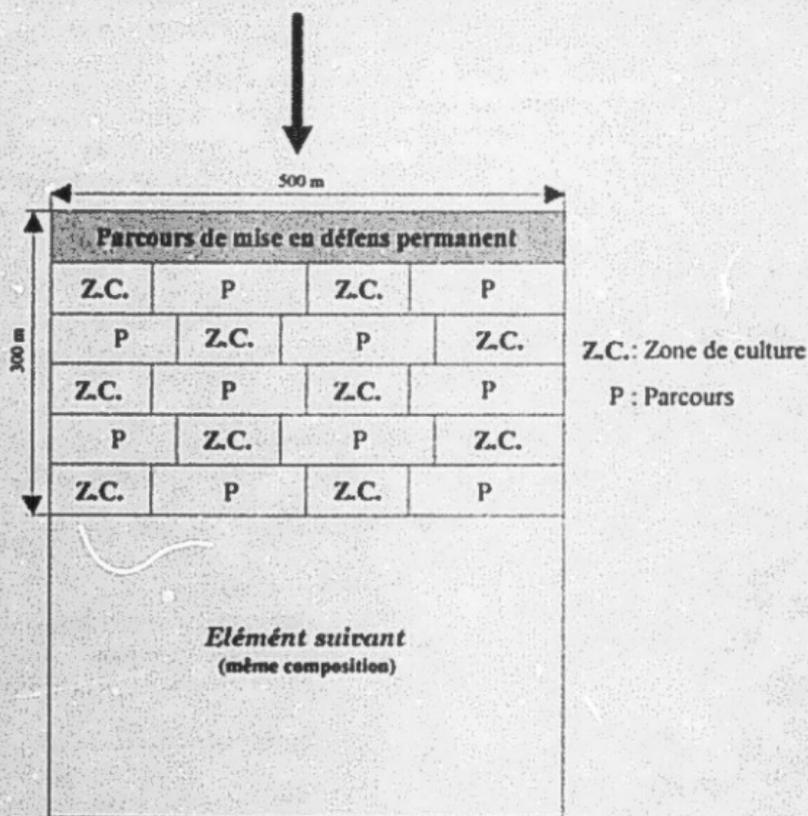


Figure n°1 : Schéma d'exploitation des terres

En plus de la mise en défens des parcours dégradés biologiquement et surpâturés, il est recommandé de procéder à l'amélioration de ces derniers par le semis d'espèces végétales à grande valeur nutritive. Les semences pourraient être collectées à partir des parcours de mise en défens anciens. L'aménagement physique est recommandé pour toutes les terres qui ont un horizon de surface meuble et par conséquent tous les sols isohumiques et les sols gypseux de texture grossière sont concernés.

L'irrigation des cultures est quasi absente dans la région de Menzel Habib, cependant à Bou Sbih (même région naturelle) les cultures irriguées sont très fréquentes et l'irrigation se fait à partir de puits de moyenne profondeur dont le résidu sec ne dépasse guère les 5 g/l. De ce fait, nous conseillons à ce que l'Etat Tunisien procéderait par le biais des directions techniques spécialisées (DRE) à une campagne de sondages de reconnaissance afin de connaître les caractéristiques chimiques et hydrauliques des nappes profondes de la région, d'autant plus que les ressources en sols sont très importantes. Les recherches des nappes souterraines pourraient se faire le long de l'oued El Mellah et la partie aval de la région naturelle de Segui où les chances de découverte de nappes sont notables vu la morphologie du terrain.

Nous signalons qu'un des agriculteurs a déjà creusé un puits de moyenne profondeur à Menzel Habib et les résultats sont satisfaisants. Les agriculteurs de la région ont exprimé de vifs souhaits à ce que le gouvernement attribue des encouragements pour le creusement des puits et sondages.

L'introduction des cultures irriguées permet d'améliorer à la fois le revenu par habitant et d'assurer l'équilibre entre les réserves fourragères et le bétail.

7) LA CARTE D'OCCUPATION DES TERRES

Malgré la faible diversité des activités culturelles dans la région d'étude on a différencié une trentaine d'unités cartographiques. L'intégration des facteurs sol, activité éolienne et parfois la position topographique explique en partie la multiplication des unités cartographiques. Les catégories d'occupation sont :

- Surfaces nues à croûte gypseuse
- Parcours
- Cultures céréalières et vivrières
- Cultures mixtes céréalière Plantation
- Cultures mixtes céréalière / plantation / cultures irriguées
- Parcours en association avec des cultures céréalières
- champ de barcane
- Protection physique et biologique le long des routes
- Village

La répartition des superficies (Ha) des différentes unités rencontrées dans la région de Zougata, en fonction de l'occupation est donnée ci-dessous :

- Surface nue	70
- Culture mixte céréale / plantation	651,5
- Culture céréalière et vivrière	1921,5
- Parcours en association avec céréale	2825
- Parcours de mise en défens ancien	596,5
- Parcours recouvrant	721
- Parcours très dégradé ensablé	1958
- Parcours moyennement dégradé	445,5
- Champ de barcane	30
- Culture épisodique à jachère prolongée	1535
- Culture céréalière dans les lits d'ouerts	300,5
- Protection physique et biologique le long des routes	154,5
- Village	119,5

Pour la région de Menzel Habib, nous avons la répartition suivante :

- Surface nue	1606,5
- Culture mixte céréale / plantation	724
- Culture céréalière et vivrière	5177,5
- Parcours en association avec céréale	1901,5
- Parcours recouvrant	84
- Parcours mis en défens récemment	935
- Champ de barcane	50
- Céréale dans les lits d'oueds	901,5
- Village	25

Enfin, pour la région de Hmit El Babouche, cette répartition se présente comme suit :

- Surface nue	734,5
- Culture mixte céréale / plantation	214
- Culture mixte + cultures irriguées	739
- Culture céréalière et vivrière	835
- Parcours en association avec céréale	2612,5
- Parcours recouvrant	434,5
- Parcours moyennement dégradé	1196,5
- Parcours très dégradé	3462
- Village	32

8) L'APTITUDE CULTURALE DES TERRES

La définition des aptitudes culturales des terres de la région d'étude a été fait en tenant compte des conditions climatiques et de la sensibilité des sols à la désertification. Les terres de cultures à faible risque de désertisation en cas de respect des aménagements recommandés couvrent :

- 4758 ha à Menzel Habib
- 1897 ha à Zougrata
- 1046,5 ha à Hmilet El Babouche

A coté de la céréaliculiture et des cultures vivrières ces surfaces peuvent servir aussi à l'arboriculture rustique comme l'olivier, le figuier et l'amandier.

Les terres de cultures marginales mais qui ont des aptitudes meilleurs pour le pâturage s'étendent sur:

- 4001 ha à Menzel Habib
- 3165,5 ha à Zougrata
- 2554 ha à Hmilet El Babouche

Les terres de parcours se trouvent essentiellement à Zougrata 3508 ha et à Hmilet El Babouche 1756 ha.

Les aptitudes des trois régions étudiées sont présentées dans les tableaux suivants :

• Région de Zougata

Aptitude	Superficie	Aménagement
NC	79	parcours non améliorables.
C ₁	998,5	terre de bonne qualité pour la céréaliculture et les parcours moyennant des travaux de CES.
DC ₁ P ₁ /B	898,5	
DC ₂ /B	277	
DC ₂ P ₁ /B	1462,5	terre de céréaliculture marginale et convenant bien à assez bien pour le pâturage moyennant des travaux de CES.
DC ₂ P ₂ /B	343,5	
DC ₂ P ₂ /BA	1082,5	
DP ₁ /A	2188	
DP ₁ /A	132	le pâturage est la seule vocation moyennant des travaux de CES et d'amélioration biologique.
DP ₁ /AM	898,5	
DP ₂ /A	257	
DP ₂ /NM	32,5	
DP ₃ /A	2414	parcours de qualité moyenne.
PROT	154,5	
ZU	119,5	

• Région de Mezel Habib

Aptitude	Superficie	Aménagement
NC	1331,5	parcours non améliorables.
C ₁	595	terres à vocation céréalière
DC ₁ P ₁ /B	4163	
DC ₂ P ₁ /B	2013,5	terres de céréaliculture marginale.
DC ₂ P ₂ /A	901,5	assez bien à bien pour le pâturage moyennant des travaux CES et d'amélioration biologique.
DC ₂ P ₂ /BA	1086	terre convenant assez bien à bien pour le pâturage et très marginale pour la céréaliculture.
DC ₃ P ₂ /A	250	
DP ₁ /N	115	terre de parcours uniquement nécessitent un nivellement et reboisement.
ZU	25	

• Région de Ilmilet El Babouche

Aptitudes	Superficies	Aménagements
NC	742	parcours non améliorable.
DC ₁ /I	22	terre à vocation céréalière et de parcours moyennant des travaux CES.
DC ₁ P ₁ /I/B	953	
DC ₁ P ₁ /I/BA	71,5	
DC ₂ P ₁ /I/A	412,5	terre de parcours et de céréaliculture marginale moyennant des travaux de conservation et d'amélioration biologique.
DC ₂ P ₁ /I/B	118	
DC ₂ P ₁ /I/BA	528,5	
DC ₂ P ₂ /I/BA	1495	
DC ₃ P ₂ /I/A	1377,5	terre de parcours et de céréaliculture très marginale.
DP ₁ /A	813	terre assez bonne à bonne uniquement pour les parcours. amélioration biologique.
DP ₂ /A	943	
DP ₃ /A	1756,5	terre convenant moyennement à médiocrement uniquement pour les parcours amélioration biologique.
DP ₄ /A	1995,5	
ZU	32	

Il est utile de rappeler que les surfaces déjà plantées peuvent être maintenue mais devraient faire l'objet de travaux de conservation appropriés (tabias). Les extensions ne sont conseillées que sur les terres des catégories DC₁, DC₁P₁ et à la limite DC₂P₁.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Ce travail a permis d'étudier certains aspects importants du milieu écologique de la région de Menzel Habib, dont la définition des possibilités naturelles de la région pour l'activité agricole compte tenu du contexte climatique aride et des caractéristiques intrinsèques des sols.

L'aridoculture et le surpâturage des terres de parcours marquent profondément le milieu naturel de la région et expriment une tendance dégradationnelle des terres d'une façon générale malgré les tentatives de correction (actions de protection) des dégâts engendrés par ces activités.

Les surfaces labourées totalement ou partiellement (cas de parcours en association avec des cultures céréalières) pour les trois régions étudiées dépassent de loin les surfaces aptes aux cultures. Elles sont respectivement de 8704,5, de 4407,5 et de 4390 pour les régions de Menzel Habib, de Zougrata et de Hmilet El Babouche. Ces surfaces peuvent augmenter dans les années qui viennent si aucune mesure n'est entreprise.

Compte tenu de cette situation critique, il est inéluctable à ce que les planificateurs régionaux prennent les mesures suivantes:

- Sensibiliser la population à la gravité du problème de désertification
- limiter les terres cultivées
- Etablir un planning d'exploitation des terres de parcours selon la richesse énergétique de ces derniers.
- Réaliser les aménagements recommandés selon la carte d'aptitude.
- Limiter l'aridoculture et l'arboriculture sur les terres des catégories DC₁, DC₁P₁ et à la limite DC₂P_n.
- Etablir un planning des priorités d'interventions.
- Procéder à une campagne de sondage de reconnaissance pour l'exploration des ressources en eau souterraine.
- programmer des subventions pour les agriculteurs qui abandonnent l'aridoculture et mutent vers le pastoralisme contrôlé.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Ahlcrson E. - Remote Sensing combined with ancillary data for land degradation studies in central Sudan.
2. Dhabriya S. - Assessment and mapping of desertification in rajasthan (india) using satellite products.
3. Escadafal R., Mtimet A., 1981 - Apport de télédétection spatiale à la cartographie des ressources en sols. Sud tunisien, ES 189, Direction des Sols.
4. F. A. O. - projet de développement forestier et de lutte contre la désertification en Tunisie - Rome 1986.
5. Hilwig F. w., 1980 - Visual interpretation of Multitemporal Landsat data for inventories of Natural Resources.
6. I. R. A. - Séminaire National sur la lutte contre la désertification - Jerba, Décembre 1989.
7. Floyd F. Sabins, JR - Remote Sensing : Principles and interpretations
8. Floret Ch. et Hadjej M. - An attempt to combat desertification in Tunisia AMBIO 1977.
9. Floret Ch., Mtimet A., Pontanier R., 1989 - Régime hydrique et sensibilité à l'érosion de systèmes écologiques de la zone aride (Tunisie) - Cah. ORSTOM, ser. pédol., Vol. XXV, n°1-2, p.53-69.
10. Jascolla F. et Hirschelder A. - Application of Remote sensing in the field of desertification investigation, presented at the seventh thematic conference on Remote Sensing for Exploration Geology, Canada, October 1989.
11. Jacobberger P. A. - Remote Sensing and field study of drought. related changes in the inland Niger Delta of Mali presented at the twentieth International Symposium on Remote sensing of Environment, Kenya, December 1986.
12. Khattab G. Al. Hinaï and John Mc Mahon Moore - Monitoring of sand migration in Eastern arabia by Remote Sensing, presented at the twentieth International Symposium on Remote Sensing of Environment, Kenya, December 1986.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Ahlerosa E. - Remote Sensing combined with ancillary data for land degradation studies in central Sudan.
2. Dhabriya S. - Assessment and mapping of desertification in rajasthan (india) using satellite products.
3. Escadafal R., Mtimet A., 1981 - Apport de télédétection spatiale à la cartographie des ressources en sols. Sud tunisien, ES 189, Direction des Sols.
4. F. A. O. - projet de développement forestier et de lutte contre la désertification en Tunisie - Rome 1986.
5. Hilwig F. w., 1980 - Visual interpretation of Multitemporal Landsat data for inventories of Natural Resources.
6. I. R. A. - Séminaire National sur la lutte contre la désertification - Jerba, Décembre 1989.
7. Floyd F. Sabins, JR - Remote Sensing : Principles and interpretations
8. Floret Ch. et Hadje M. - An attempt to combat desertification in Tunisia AMBIO 1977.
9. Floret Ch., Mtimet A., Pontanier R., 1989 - Régime hydrique et sensibilité à l'érosion de systèmes écologiques de la zone aride (Tunisie) - Cah. ORSTOM, ser. pédol., Vol. XXV, n°1-2, p.53-69.
10. Jascolla F. et Hirschelder A. - Application of Remote sensing in the field of desertification investigation, presented at the seventh thematic conference on Remote Sensing for Exploration Geology, Canada, October 1989.
11. Jacobberger P. A. - Remote Sensing and field study of drought. related changes in the inland Niger Delta of Mali presented at the twentieth International Symposium on Remote sensing of Environment, Kenya, December 1986.
12. Khattab G. AL Hinaï and John Mc Mahon Moore - Monitoring of sand migration in Eastern arabia by Remote Sensing, presented at the twentieth International Symposium on Remote Sensing of Environment, Kenya, December 1986.

13. Gary E. Johnson, Clarence M. Sakamoto Sharon K. Leduc et Susan L. Callis - The application of Remote sensing For Drought Early warning in Africa, presented at the twenty first International Symposium on Remote Sensing of Environment, Ann Arbor, Michigan, Octobre 1987.
14. Lambin E., 1988 - Apport de la télédétection pour l'étude d'un Bassin versant Sahélien et pour l'identification de la dégradation de l'environnement.
15. Ministère de l'Agriculture : Stratégie nationale de lutte contre la désertification - Tunisie 1985.
16. Mainguet M. et El-Baz F. - Deciphering wind directions from dune orientation in space images of deserts and semiarid lands, presented at the twentieth International Symposium on Remote Sensing of Environment, Kenya, December 1986.
17. Mori A., 1968 - Etude pédologique de Bled Sidi Mehedeb (étude N° 364).
18. Mori A. et Fournet A., 1964 - Etude Pédologique de Sidi Mehedeb (étude N° 331).
19. Mtimet A., 1988 - Dynamique éolienne et télédétection des états de surface des sols du Sud tunisien - les annales de l'ENTT, Vol. 2; N°1.
20. Mtimet A., 1990 Soils and désertification problems in South Tunisia : monitoring and evaluation. 14th int. Congress Soil Science, Kyoto.
21. O. N. U. - Rapport de la conférence des Nation Unis sur la Désertification : Nairobi 29 Août, 9 Septembre 1977.
22. PNUD, 1988 - Etude d'impact des actions de développement et de lutte contre la désertification TUN 89/004. Direction des Sols
23. Projet SEM 02/212/021 A - Inventaire des ressources en sols et de leur sensibilité à la désertification en Tunisie méridionale : Acte du séminaire de Zerkine 1991.
24. Souissi A., Hentati A., Mtimet A. - Rapport de mission sur la 3ème Réunion d'experts sur l'évaluation et la cartographie de la désertification.
25. Tappan G. - Remote Sensing And mapping of the vegetation And Land Use of Senegal, presented at twentieth International Symposium on Remote sensing of Environment, Kenya, December 1986.
26. Ted A. M. et Jaccobberger F. A.- Remote Sensing observations of sand movement in the Bahriya Depression, Western Egypt, presented at the twentieth International Symposium on Remote Sensing of Environment, Kenya, December 1986.

PIECES ANNEXEES

- Cartes d'occupation des terres à l'échelle 1 : 50.000

1 Carte de Menzel Halib

1 Carte de Hamlet El Babouch

1 Carte de Zaouata

- Cartes d'aptitude des sols à l'échelle 1 : 50.000

1 Carte de Menzel Halib

1 Carte de Hamlet El Babouch

1 Carte de Zaouata

1 Légende de la carte d'occupation

1 Légende de la carte d'aptitude

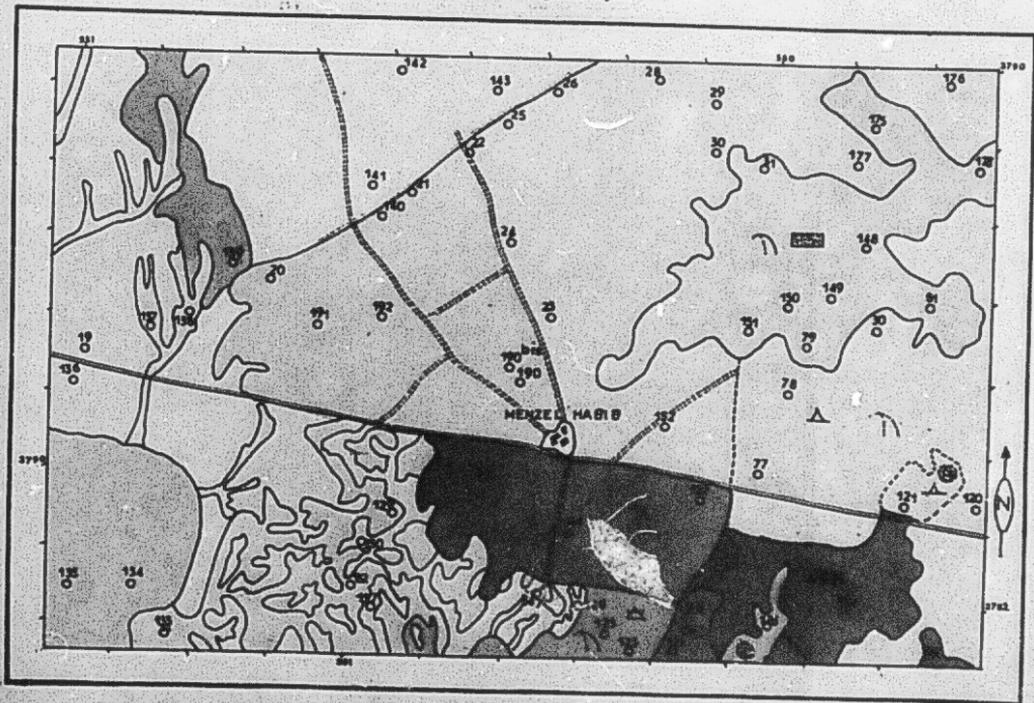
REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DES SOLS
S. S. S.

CARTE D'OCCUPATION DE LA REGION DE MENZEL HABAB

Echelle 1/50.000^e

Elaboree par :

- A. LOUKH Ingénieur Pédologue
- M. JELASSI Ingénieur Adjoint



REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTRE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DES SOLS
.. ..

CARTE D'OCCUPATION DE LA REGION DE HMILET EL BABOUCH

Echelle 1/50.000^e

Elaborée par :

- A. LOUKIL Ingénieur Pédologue

- M. JELASSI Ingénieur Adjoint



REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTRE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DES SOLS
.. ..

CARTE D'OCCUPATION DE LA REGION
DE HMILET EL BABOUCH

Echelle 1/50.000^e

Elaborée par :

- A. LOUKIL Ingénieur Pédologue

- M. JELASSI Ingénieur Adjoint





SUITE EN

F 2



MICROFICHE N°

08835

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F

2

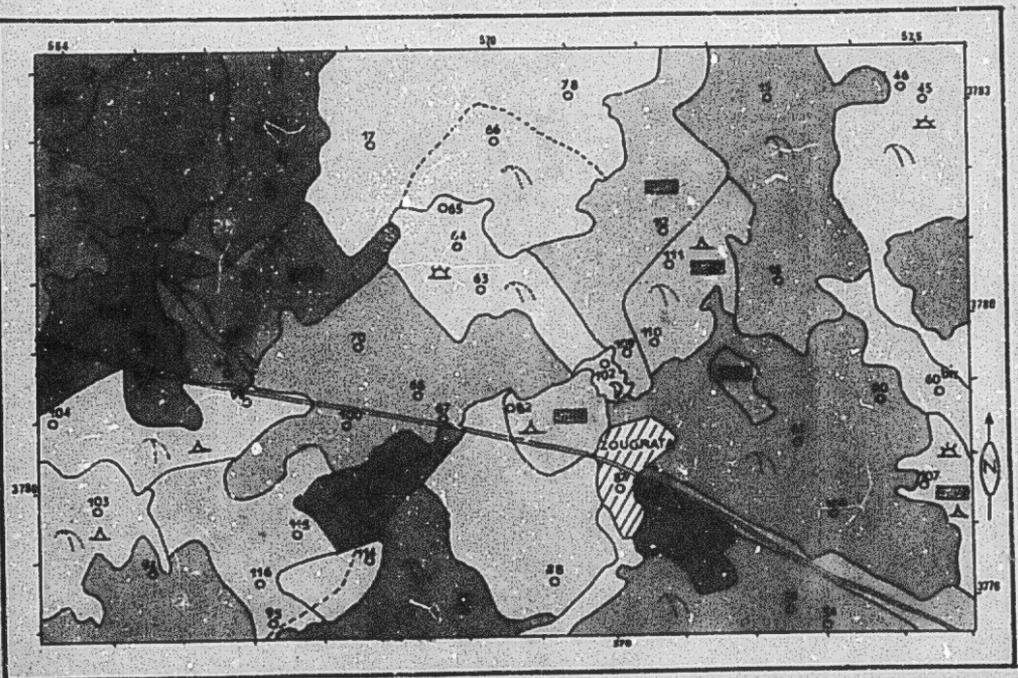
REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTRE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DES SOLS
00 00 00

CARTE D'OCCUPATION DE LA REGION DE ZOUGRATA

Echelle 1/50.000^e

Elaboree par :

- A. LOUKM Ingénieur Pédologue
- M. MELASSI Ingénieur Adjoint



REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTRE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DES SOLS

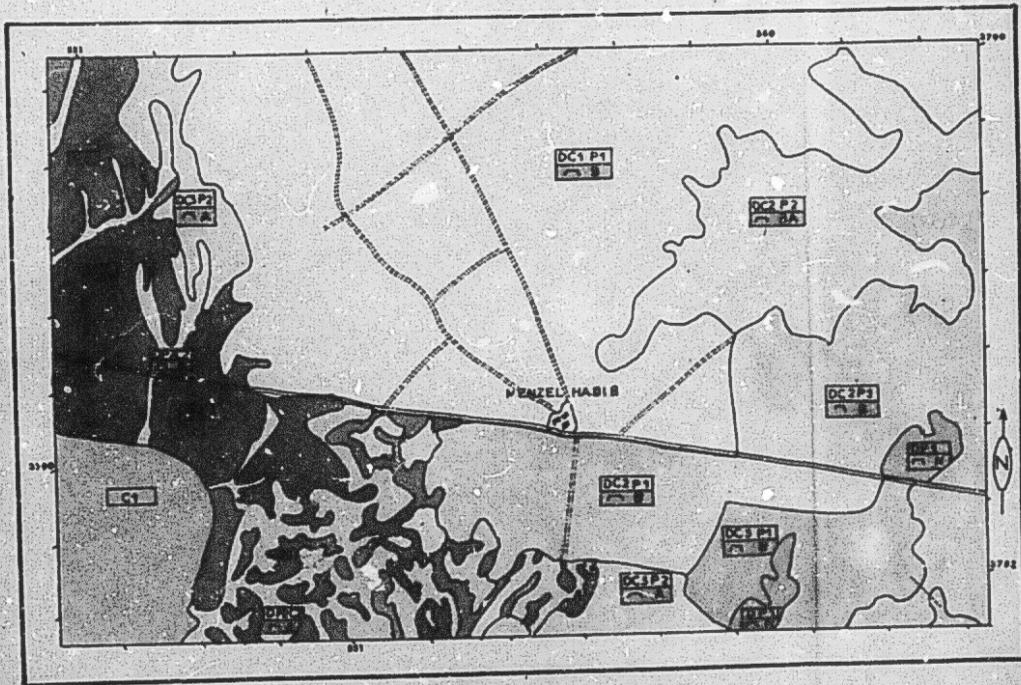
CARTE D'APTITUDE DE LA REGION
DE MENZEL HABIB

Echelle 1/50.000^e

Elaboree par :

- A. LOUN^e Ingénieur Pédologue

- M. JELASSI Ingénieur Adjoint



REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTRE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DES SOLS
66 66 66

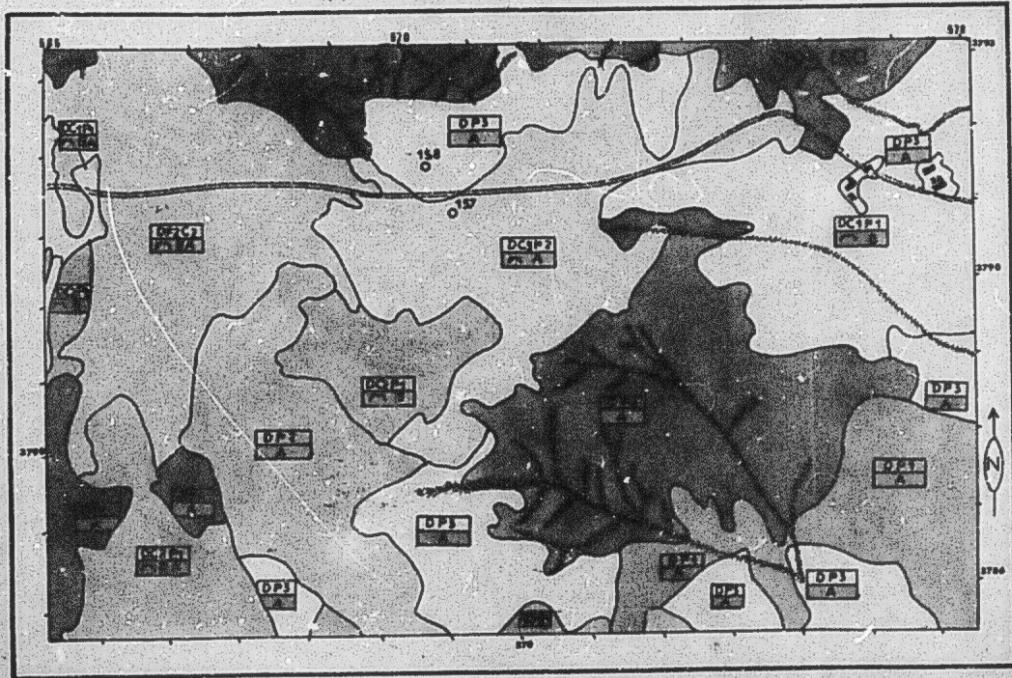
CARTE D'APTITUDE DE LA REGION DE HMILET EL BABOUCH

Echelle 1/50.000^e

Elaborée par :

- A. LOUKIL Ingénieur Pédologue

- M. JEL SSI Ingénieur Adjoint



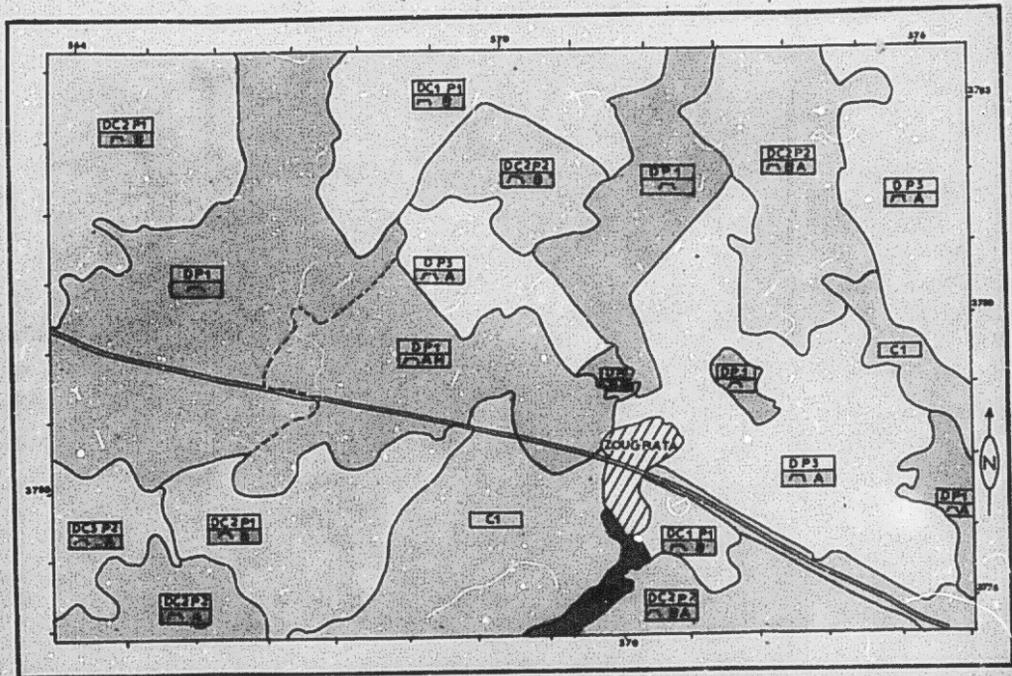
REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTRE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DES SOLS
oo oo oo

CARTE D'APTITUDE DE LA REGION DE ZOUGRATA

Echelle 1/50.000^e

Elaboré par :

- A. LOUKIL, Ingénieur Pédologue
- M. JELASSI, Ingénieur Adjoint



LEGENDE DE LA CARTE D'OCCUPATION

SYMBOLES	OCCUPATION ET TYPE DE SOL	SENSIBILITE A LA DESERTIFICATION
	Parcours protégé très recouvrant (45%) à base de <i>Rantherium Soaveles</i> . Sol brun isohumique profond à nappe sableuse en surface.	Zone très sensible
	Parcours non protégé très recouvrant (35 à 45 %) à base de <i>Rantherium Soaveles</i> , astragalus et <i>thymella hirsuta</i> . Sol brun isohumique à nappe sableuse et sol d'apport fluvial de texture grossière, renfermant parfois de petites parcelles d'oliviers et d'amandiers.	Zone très sensible
	Parcours moyennement recouvrant (20%) à base de <i>Rantherium</i> et astragalus. Nouvelle colonisation par le <i>lygum spartan</i> et <i>stipa lagascae</i> . Activité folienne récente sous forme de micro-dune et voie d'éolisation. Sol brun isohumique profond de texture sablo-limoneuse à limono-sableuse.	Zone sensible
	Parcours moyennement dégradé, couverture végétale variable de 15% à 4% (faible dans les ancêtres friches). Sol brun isohumique moyennement profond de texture limono-sableuse, riche en nodules à la surface. Activité folienne faible sous forme de voie d'éolisation et de friche.	Peu sensible
	Parcours moyennement dégradé, couverture végétale de l'ordre de 15% à base de <i>Rantherium</i> et <i>zygophillum abietis</i> associées à <i>astragalus</i> et <i>thymella hirsuta</i> association de sols gypseux peu profonds et de sol isohumique. Activité folienne moyenne sous forme de voie, Nebka et de nappe discontinue.	Peu sensible à sensible
	Parcours dégradé à couverture végétale de 5 à 6% à base d'astragalus, <i>gymnocarpus decandem</i> , <i>lygum spartan</i> et <i>Karstianum andaticum</i> . Sol brun isohumique limono-sablonneux riche en nodules, activité folienne intense sous forme de micro-dune, nappe discontinue et voie.	Zone peu sensible
	Parcours dégradé à couverture végétale de 6% à base d'astragalus, <i>stipa lagascae</i> , et <i>Rantherium soaveles andaticum</i> . Sol isohumique moyennement profond et sol gypseux à recouvrement. Activité folienne intense sous forme de Nebka, voie et micro-dune.	Peu à moyennement sensible
	Parcours très dégradé à couverture végétale de 2% à base de <i>Rantherium soaveles</i> et astragalus isohumique profond de texture sablo-limoneuse, activité folienne forte sous forme de micro-dune et voie d'éolisation. Zone traitée par des tabacs et mise en défens récemment.	Zone très sensible
	Parcours très dégradé biotopiquement à faible couverture végétale (20%) à base d'astragalus et <i>thymella hirsuta</i> . Surface battante riche en nodules (25 à 40%). Sol isohumique peu épais en association avec des sols gypseux. Pas de traces d'activité folienne.	Zone sensible
	Même type que le précédent mais avec une couverture végétale de 5 à 10% et surface moins riche en nodules.	Zone peu sensible
	Parcours très dégradé à couverture végétale faible à base d'astragalus. Sol formé par une croûte gypseuse dure. Sans activité folienne.	Zone non sensible
	Même type que le précédent mais le sol présente des inclusions de sol isohumique peu profond ou des touffes de <i>Rantherium andaticum</i> ont résisté au surpâturage. Activité folienne faible sous forme de voie d'éolisation.	Zone non sensible.
	Champ de barbaque	Très sensible
	Zone de cultures vivrières de céréales (céréales, cumis, petit pois protéique) dans les garalats. Sur un sol gypseux profond de texture limoneuse à limono-argileuse. Sans activité folienne.	Zone non sensible
	Zones de cultures céréalières perméables parsemées de petites parcelles arboricoles. Sol brun isohumique profond de texture limoneuse à limono-sableuse, faible activité folienne.	Zone peu sensible
	Même type que le précédent mais le sol est de texture sablo-limoneuse à activité folienne plus importante, sous forme de micro-dune et voie d'éolisation localisée dans les plantations.	Zone sensible
	Même type que le précédent mais activité folienne très intense sous forme de dune et micro-dune. Les vergers sont complètement envahis par un champ de dinos de 1,5 à 2,5 m de hauteur.	Zone très sensible
	Zone de culture céréalière dans les lits d'oueds et les petites vallées complexes. Sol d'apport alluvial de texture limono-sableuse en association avec des surfaces gravéliques légèrement surélevées utilisées comme parcours.	Zone peu sensible
	Zone de cultures mixtes céréalière, plantations et cultures maraichères sur sol limoneux profond, sans activité folienne.	Zone non sensible
	Zone de culture céréalière épisodique à jachère prolongée donnant l'aspect d'un parcours recouvrant sur un sol isohumique à nappe sableuse.	Très sensible
	Zone de culture céréalière parsemée de petites parcelles arboricoles. Sol isohumique moyennement profond reposant sur un encroûtement gypseux de texture limono-sableuse à faible activité folienne.	Peu sensible
	Zone de culture céréalière sur un sol brun isohumique à débris de coquille à la surface, très récemment en défens, couverture végétale de 3 à 12% à base d'artophytum scoparium et <i>zygophillum alatum</i> . Activité folienne très faible.	Zone peu sensible
	Zone de culture mixte olivier et céréale. Sol brun isohumique profond de texture limoneuse. Activité folienne faible.	Zone peu sensible
	Zone de culture mixte olivier et cultures vivrières sur sol gypseux profond des garalats et de texture limono-sableuse. Activité folienne faible à moyenne.	Zone peu à moy. sensible
	Zone de culture céréalière sur la périphérie de la dépression de vougrate sur un sol gypseux à nappe sableuse et micro-dune en surface.	Zone très sensible
	Zone sensible réservée pour les parcours dégradés sur les sols gypseux à croûte et des cultures céréalières dans les zones basses sur des sols	

LEGENDE DE LA CARTE D'OCCUPATION

SYMBOLES	OCCUPATION ET TYPE DE SOL	SENSIBILITE A LA DESERTIFICATION
	Parcours protégé très recouvrant (45%) à base de <i>Rantherium Soaveles</i> . Sol brun isohumique profond à nappe sableuse en surface.	Zone très sensible
	Parcours non protégé très recouvrant (35 à 45 %) à base de <i>Rantherium Soaveles</i> , astragalus et <i>thymella hirsuta</i> . Sol brun isohumique à nappe sableuse et sol d'apport fluvial de texture grossière, renfermant parfois de petites parcelles d'oliviers et d'amandiers.	Zone très sensible
	Parcours moyennement recouvrant (20%) à base de <i>Rantherium</i> et astragalus. Nouvelle colonisation par le <i>lygum spartan</i> et <i>stipa lagatae</i> . Activité folienne récente sous forme de micro-dune et voie d'éolisation. Sol brun isohumique profond de texture sablo-limoneuse à limono-sableuse.	Zone sensible
	Parcours moyennement dégradé, couverture végétale variable de 15% à 4% (faible dans les ancêtres friches). Sol brun isohumique moyennement profond de texture limono-sableuse, riche en nodules à la surface. Activité folienne faible sous forme de voie d'éolisation et de friche.	Peu sensible
	Parcours moyennement dégradé, couverture végétale de l'ordre de 15% à base de <i>Rantherium</i> et <i>zygophillum abietis</i> associées à <i>astragalus</i> et <i>thymella hirsuta</i> association de sols gypseux peu profonds et de sol isohumique. Activité folienne moyenne sous forme de voie, Nebka et de nappe discontinue.	Peu sensible à sensible
	Parcours dégradé à couverture végétale de 5 à 6% à base d'astragalus, <i>gymnocarpus decandem</i> , <i>lygum spartan</i> et <i>Karstianum andaticum</i> . Sol brun isohumique limono-sablonneux riche en nodules, activité folienne intense sous forme de micro-dune, nappe discontinue et voie.	Zone peu sensible
	Parcours dégradé à couverture végétale de 6% à base d'astragalus, <i>stipa lagatae</i> , et <i>Rantherium soaveles andaticum</i> . Sol isohumique moyennement profond et sol gypseux à recouvrement. Activité folienne intense sous forme de Nebka, voie et micro-dune.	Peu à moyennement sensible
	Parcours très dégradé à couverture végétale de 2% à base de <i>Rantherium soaveles</i> et astragalus isohumique profond de texture sablo-limoneuse, activité folienne forte sous forme de micro-dune et voie d'éolisation. Zone traitée par des tabacs et mise en défens récemment.	Zone très sensible
	Parcours très dégradé biotopiquement à faible couverture végétale (20%) à base d'astragalus et <i>thymella hirsuta</i> . Surface battante riche en nodules (25 à 40%). Sol isohumique peu épais en association avec des sols gypseux. Pas de traces d'activité folienne.	Zone peu sensible
	Même type que le précédent mais avec une couverture végétale de 5 à 10% et surface moins riche en nodules.	Zone peu sensible
	Parcours très dégradé à couverture végétale faible à base d'astragalus. Sol formé par une croûte gypseuse dure. Sans activité folienne.	Zone non sensible
	Même type que le précédent mais le sol présente des inclusions de sol isohumique peu profond ou des touffes de <i>Rantherium andaticum</i> ont résisté au surpâturage. Activité folienne faible sous forme de voie d'éolisation.	Zone non sensible.
	Champ de barbaque.	Très sensible
	Zone de cultures vivrières de céréales (céréales, cumis, petit pois protéique) dans les garalats. Sur un sol gypseux profond de texture limoneuse à limono-argileuse. Sans activité folienne.	Zone non sensible
	Zones de cultures céréalières perméables parsemées de petites parcelles arboricoles. Sol brun isohumique profond de texture limoneuse à limono-sableuse, faible activité folienne.	Zone peu sensible
	Même type que le précédent mais le sol est de texture sablo-limoneuse à activité folienne plus importante, sous forme de micro-dune et voie d'éolisation localisée dans les plantations.	Zone sensible
	Même type que le précédent mais activité folienne très intense sous forme de dune et micro-dune. Les vergers sont complètement envahis par un champ de dunes de 1,5 à 2,5 m de hauteur.	Zone très sensible
	Zone de culture céréalière dans les lits d'oueds et les petites vallées complexes. Sol d'apport alluvial de texture limono-sableuse en association avec des surfaces gravéliques légèrement surélevées utilisées comme parcours.	Zone peu sensible
	Zone de cultures mixtes céréalière, plantations et cultures maraichères sur sol limoneux profond, sans activité folienne.	Zone non sensible
	Zone de culture céréalière épisodique à jachère prolongée donnant l'apparence d'un parcours recouvrant sur un sol isohumique à nappe sableuse.	Très sensible
	Zone de culture céréalière parsemée de petites parcelles arboricoles. Sol isohumique moyennement profond reposant sur un encroûtement gypseux de texture limono-sableuse à faible activité folienne.	Peu sensible
	Zone de culture céréalière sur un sol brun isohumique à débris de coquille à la surface, mis récemment en défens, couverture végétale de 3 à 12% à base d'artophytum scoparium et <i>zygophillum alatum</i> . Activité folienne très faible.	Zone peu sensible
	Zone de culture mixte olivier et céréale. Sol brun isohumique profond de texture limoneuse. Activité folienne faible.	Zone peu sensible
	Zone de culture mixte olivier et cultures vivrières sur sol gypseux profond des garalats et de texture limono-sableuse. Activité folienne faible à moyenne.	Zone peu à moy. sensible
	Zone de culture céréalière sur la périphérie de la dépression de vougrate sur un sol gypseux à nappe sableuse et micro-dune en surface.	Zone très sensible
	Zone sensible réservée pour les parcours dégradés sur les sols gypseux à croûte et des cultures céréalières dans les zones basses sur des sols	

	à limono-sableux.	
	Parcours moyennement dégradé, couverture végétale variable de 15% à 4% (faible dans les enclosures friches). Sol brun isohumique moyennement profond de texture limono-sableux, riche en nodules à la surface. Activité éolienne faible sous forme de voile d'éolisation et de flèche.	Peu sensible
	Parcours moyennement dégradé, couverture végétale de l'ordre de 15% à base de Ranthérium et zygothium abium andantes d'astragalus et thymelia hirsuta. association de sols gypseux peu profonds et de sol isohumique. Activité éolienne moyenne sous forme de voile, Nebka et de nappe discontinue.	Peu sensible à sensible
	Parcours dégradé à couverture végétale de 5 à 6% à base d'astragalus, gymnocarpus decander, lygnum portum et Ranthérium andante. Sol brun isohumique limono-sableux riche en nodules, activité éolienne intense sous forme de macro-dune, nappe discontinue et voile	Zone peu sensible
☆	Parcours dégradé à couverture végétale de 6% à base d'astragalus, stipu lagascae, et ranthérium soveles andante. Sol isohumique moyennement profond et sol gypseux à recouvrement. Activité éolienne latente sous forme de Nebka, voile et micro-dune	Peu à moyennement sensible
△	Parcours très dégradé à couverture végétale de 2% à base de Ranthérium soveles et astragalus isohumique profond de texture sablo-limoneuse, activité éolienne forte sous forme de micro-dune et voile d'éolisation. Zone traitée par des tabacs et auge en dehors recouvrement.	Zone très sensible
	Parcours très dégradé biologiquement à faible couverture végétale (30%) à base d'astragalus et thymelia hirsuta. Surface battante riche en nodules (25 à 40%). Sol isohumique peu épais en association avec des sols gypseux. Pas de traces d'activité éolienne.	Zone sensible
	Même type que le précédent mais avec une couverture végétale de 5 à 10% et surface moins riche en nodules.	Zone peu sensible
	Parcours très dégradé à couverture végétale faible à base d'astragalus. Sol formé par une croûte gypseuse dure. Sans activité éolienne.	Zone non sensible
	Même type que le précédent mais le sol présente des inclusions de sol isohumique peu profond ou des touffes de Ranthérium andante qui restent au surpluantage. Activité éolienne faible sous forme de voile d'éolisation.	Zone non sensible
D	Champ de barcane	Très sensible
	Zone de cultures vivrières de décrue (céréales, cumin, petit pois panthypae) dans les garadis. Sur un sol gypseux profond de texture limoneuse à limono-argileuse. Sans activité éolienne.	Zone non sensible
	Zones de cultures céréalières permanente parcelées de petites parcelles arboricoles. Sol brun isohumique profond de texture limoneuse à limono-sableux, faible d'activité éolienne	Zone peu sensible
	Même type que le précédent mais le sol est de texture sablo-limoneuse à activité éolienne plus importante, sous forme de micro-dune et voile d'éolisation localisée dans les plantations.	Zone sensible
△	Même type que le précédent mais activité éolienne très intense sous forme de dune et micro-dune. Les vergers sont complètement envahis par un champ de dunes de 1,5 à 2,5 m de hauteur.	Zone très sensible
△	Zone de culture céréalière dans les lits d'oueds et les petites vallées complètes. Sol d'apport alluvial de texture limono-sableux en association avec des surfaces graveleuses légèrement surélevées utilisées comme parcours.	Zone peu sensible
	Zone de cultures mixtes céréalière, plantations et cultures maraichères sur sol limoneux profond, sans activité éolienne.	Zone non sensible
	Zone de culture céréalière épisodique à jachère prolongée dominant l'aspect d'un parcours recouvrant sur un sol isohumique à nappe sableuse.	Très sensible
	Zone de culture céréalière parcelée de petites parcelles d'arboricoles. Sol isohumique moyennement profond reposant sur un encroûtement gypseux de texture limono-sableuse à faible activité éolienne.	Peu sensible
	Zone de culture céréalière sur un sol brun isohumique à débris de coquille à la surface, mis recouvert en défens, couverture végétale de 3 à 12% à base d'artophyllum scoparium et zygothium abium. Activité éolienne très faible.	Zone peu sensible
	Zone de culture mixte olivier et céréale. Sol brun isohumique profond de texture limoneuse. Activité éolienne faible.	Zone peu sensible
△	Zone de culture mixte olivier et cultures vivrière sur sol gypseux profond des garadis et de texture limono-sableux. Activité éolienne faible à moyenne.	Zone peu à moy. sensible
△	Zone de culture céréalière sur la périphérie de la depression de zougata sur un sol gypseux à nappe sableuse et micro-dune en surface.	Zone très sensible
△	Zone ondulée réservée pour les parcours dégradés sur les sols gypseux à croûte et des cultures céréalières dans les zones basses sur des sols isohumiques profonds de texture limono-sableuse. Activité éolienne moyenne sous forme de nebka et de voile d'éolisation.	Zone peu sensible
	Ancien parcours dégradé sur sol gypseux à croûte par endroit labouré récemment. Activité éolienne moyenne sous forme de voile et nebka.	Zone moyennement sensible
	Zone mixte de culture céréalière et de parcours moyennement dégradé à couverture végétale de l'ordre de 15% sur un sol brun isohumique à faible activité éolienne.	Zone peu sensible
	Zone de protection physique et biologique le long des tronçons routiers menacés par l'ensablement.	Zone sensible
	Association de parcours, de culture céréalière, épisodique et olivier sur un complexe de sol gypseux peu profond et de sol isohumique moyennement profond. On note localement des sections de développement : cactus. Activité éolienne faible sous forme d'éolisation.	peu sensible
	Concretions urbaines.	

	à limono-sableux.	
	Parcours moyennement dégradé, couverture végétale variable de 15% à 4% (faible dans les anciennes friches). Sol brun isohumique moyennement profond de texture limono-sableuse, riche en nodules à la surface. Activité éolienne faible sous forme de voile d'éolisation et de fûche.	Peu sensible
	Parcours moyennement dégradé, couverture végétale de l'ordre de 15% à base de Ranthérium et zygothum album anématis d'astragal et thymelia hirsuta. association de sols gypseux peu profonds et de sol isohumique. Activité éolienne moyenne sous forme de voile, Nebka et de nappe discontinuée.	Peu sensible à sensible
	Parcours dégradé à couverture végétale de 5 à 6% à base d'astragal, gymnocarpus décandier, lygétum partan et Ranthérium anématis. Sol brun isohumique limono-sableux riche en nodules, activité éolienne intense sous forme de micro-dune, nappe discontinuée et voile.	Zone peu sensible
☆	Parcours dégradé à couverture végétale de 6% à base d'astragal, stipa lagasac, et ranthérium souvelens anématis. Sol isohumique moyennement profond et sol gypseux à recouvrement. Activité éolienne intense sous forme de Nebka, voile et micro-dune	Peu à moyennement sensible
Δ	Parcours très dégradé à couverture végétale de 2% à base de Ranthérium souvelens et astragal. isohumique profond de texture sablo-limoneuse, activité éolienne forte sous forme de micro-dune et voile d'éolisation. Zone traitée par des tabias et mise en défens récemment.	Zone très sensible
	Parcours très dégradé biologiquement à faible couverture végétale (10%) à base d'astragal et thymelia hirsuta. Surface battante riche en nodules (25 à 40%). Sol isohumique peu épais en association avec des sols gypseux. Pas de traces d'activité éolienne	Zone sensible
	Même type que le précédent mais avec une couverture végétale de 5 à 10% et surface moins riche en nodules	Zone peu sensible
	Parcours très dégradé à couverture végétale faible à base d'astragal. Sol formé par une croûte gypseuse dure. Sans activité éolienne.	Zone non sensible
	Même type que le précédent mais le sol présente des inclusions de sol isohumique peu profond ou des touffes de Ranthérium anématis ont recouvert au surpâturage. Activité éolienne faible sous forme de voile d'éolisation.	Zone non sensible.
D	Champ de barcane	Très sensible
	Zone de cultures vivrières de dérive (céréales, cumini, petit pois pastèque) dans les garaats. Sur un sol gypseux profond de texture limoneuse à limono-argileuse. Sans activité éolienne.	Zone non sensible
	Zones de cultures céréalières permanentes parsemées de petites parcelles arboricoles. Sol brun isohumique profond de texture limoneuse à limono-sableux, faible activité éolienne.	Zone peu sensible
Δ	Même type que le précédent mais le sol est de texture sablo-limoneuse à activité éolienne plus importante, sous forme de micro-dune et voile d'éolisation localisée dans les plantations.	Zone sensible
Δ	Même type que le précédent mais activité éolienne très intense sous forme de dune et micro-dune. Les vergers sont complètement envahis sur un champ de dunes de 1,5 à 2,5 m de hauteur.	Zone très sensible
	Zone de culture céréalière dans les lits d'oueds et les petites vallées complexes. Sol d'apport alluvial de texture limono-sableuse en association avec des surfaces gravellones légèrement surélevées utilisées comme parcours.	Zone peu sensible
	Zone de cultures mixtes céréalière, plantations et cultures maraichères sur sol limoneux profond sans activité éolienne.	Zone non sensible
	Zone de culture céréalière épisodique à jachère prolongée donnant l'aspect d'un parcours recouvrant sur un sol isohumique à nappe sableuse.	Très sensible
	Zone de culture céréalière parsemée de petites parcelles d'arboricoles. Sol isohumique moyennement profond reposant sur un encroûtement gypseux de texture limono-sableuse à faible activité éolienne.	Peu sensible
	Zone de culture céréalière sur un sol brun isohumique à base de coquille à la surface, mis roccement en défens, couverture végétale de 3 à 12% à base d'artrothum scoparium et zygothum album. Activité éolienne très faible.	Zone peu sensible
	Zone de culture mixte olivier et céréale. Sol brun isohumique profond de texture limoneuse. Activité éolienne faible.	Zone peu sensible
Δ	Zone de culture mixte olivier et cultures vivrière sur sol gypseux profond des garaats et de texture limono-sableuse. Activité éolienne faible à moyenne.	Zone peu à moy. sensible
Δ	Zone de culture céréalière sur la périphérie de la depression de zouggrata sur un sol gypseux à nappe sableuse et micro-dune en surface.	Zone très sensible
	Zone ondulée réservée pour les parcours dégradés sur les sols gypseux à croûte et des cultures céréalières dans les zones basses sur des isohumiques profonds de texture limono-sableuse. Activité éolienne moyenne sous forme de nebka et de voile d'éolisation.	2 ^{me} peu sensible
☆	Ancien parcours dégradé sur sol gypseux à croûte par endroit labouré récemment. Activité éolienne moyenne sous forme de voile et nebka.	Zone moyennement sensible.
	Zone mixte de culture céréalière et de parcours moyennement dégradé à couverture végétale de l'ordre de 15% sur un sol brun isohumique à faible activité éolienne.	Zone peu sensible.
	Zone de protection physique et biologique le long des tronçons routiers marqués par l'ensemencement.	Zone sensible
	Association de parcours, de culture céréalière épisodique et olivier sur un complexe de sol gypseux peu profond et de sol isohumique moyennement profond. On note localement des accents de développement : cactus. Activité éolienne faible sous forme d'éolisation.	peu sensible
	Concentration urbaine.	

LEGENDE DE LA CARTE D'APTITUDE

Les sols sont classés dans les catégories C, P, NC et D

- La catégorie C concerne les cultures annuelles
- La catégorie P concerne les pâturages
- La catégorie D indique l'exécution obligatoire de certains travaux avant toute mise en valeurs.

1) Les Sols de la catégorie C

- C1 : Sol de bonne qualité pour les cultures céréalières
- C2 : Sol de qualité moyenne pour les cultures céréalières
- C3 : Sol de qualité médiocre pour les cultures céréalières

2) Les sols de la catégorie P

- P1 : Sols de bonne qualité pour les pâturages
- P2 : Sols de qualité assez bonne pour les pâturages
- P3 : Sols de qualité moyenne pour les pâturages
- P4 : Sol de qualité médiocre pour les pâturages

3) Les sols de la catégorie D

Cette catégorie est représentée par la lettre D précédant dans la partie supérieure de la cartouche les lettres correspondant à l'aptitude envisagée après travaux qui sont mentionnés par les signes dans la partie inférieure du cartouche qui est alors verte.

4) Les terres non cultivables

Certaines terres sont non cultivables même après certains travaux et seront indiquées par la lettre NC.

Divers

- M : Mise en défens pour la reconstitution du couvert végétal
- A : Amélioration biologique du parcours par semis d'espèces de grandes valeurs nutritives ou cactus.
- B : Culture en bandes alternées avec un taux d'exploitation de 25 à 30% (voir rapport)
- : Tabias
- N : Nivellement des accumulations sableuses et reboisement pour la fixation du sable.

NC	Zone non cultivable formée par des croûtes gypse-calcaires cristallisées, milieu très dégradé non sensible à l'action du vent, utilisable comme terre de parcours.
CI	Sols de bonne qualité pour les cultures vivrières de décrue. Zone non dégradée, non sensible à l'action du vent.
DC1P1/TB	Sols de bonne qualité pour les cultures céréalières et arboricoles moyennant un traitement physique (tabias) et l'exploitation en bandes alternées, zone peu dégradée, moyennement sensible à l'action du vent.
DC1P1/TB	Sols de qualité médiocre pour les cultures céréalières, de bonne qualité pour le pâturage nécessitant un aménagement physique (tabias) très sensible. Convient bien aux cultures irriguées.
DC1P1/TB	Même type que le précédent mais nécessitant un nivellement des accumulations.
DC2P1/TBA	Sols de qualité médiocre pour les cultures céréalières, de bonne qualité pour le pâturage, nécessitant un aménagement physique ; couverture végétale dégradée, zone très sensible à l'action du vent. Convient bien aux cultures irriguées. Nécessite une mise en défens pour le rétablissement de la couverture végétale.
DC2P2/TBA	Sols de qualité moyenne pour les cultures céréalières et assez bonne pour le pâturage, nécessitant un aménagement physique et amélioration biologique des parcours, en plus de l'exploitation des terres en bandes alternées.
DC2P1/TB	Sols de qualité moyenne pour les cultures céréalières et de bonne qualité pour le pâturage nécessitant un aménagement physique et exploitation en bandes alternées, de bonne qualité pour les cultures en irriguées.
DP1/TM	Sols ne convient pas à la céréaliculture de bonne qualité pour le pâturage, nécessitant un aménagement physique et amélioration biologique.
DC2P2/TB	Sols de qualité médiocre pour les cultures céréalières et de qualité et assez bonne pour les pâturages.
DP1/T	Sols de bonne qualité pour le pâturage, ne convient pas aux cultures céréalières. Nécessitant un aménagement physique.
DP1/TAM	Même type que le précédent, mais nécessitant en plus une mise en défens et une amélioration biologique (cactus).
DP3/TB	Sols convenant moyennement au pâturage, ne conviennent pas aux cultures céréalières, nécessitant un aménagement physique et une amélioration biologique.
DC2P2/TBA	Sols de qualité moyenne pour les cultures céréalières et assez bonne pour le pâturage nécessitant un aménagement physique et amélioration biologique des parcours, en plus de l'exploitation des terres en bandes alternées.
DP1/A	convenant bien au pâturage et nécessitant une amélioration biologique.
DP2/A	convenant assez bien au pâturage et nécessitant une amélioration biologique.
DP3/A	convenant médiocrement au pâturage et nécessitant une amélioration biologique.

FIN

63

VUES