

**Contributions de Ch. FLORET, expert U.N.E.S.C.O., écologiste au C.N.R.S.
E. LE FLOC'H, écologiste au C.N.R.S.
R. PONTANIER, pédologue à l'O.R.S.T.O.M.
F. ROMANE, écologiste au C.N.R.S.**

à

L'ÉTUDE DE CAS SUR LA DÉSERTIFICATION RÉGION D'OGLAT MERTEBA_TUNISIE

**Monographie présentée par le Gouvernement Tunisien à la
Conférence des Nations Unies sur la Désertification, Nairobi (1977)**

**extrait et adapté du
document A / CONF. 74 / 12
pp.3 à 93 et 130 à 143**

L'ensemble du document A/CONF. 74/12 a été réalisé par l'Institut National de la Recherche Agronomique de la Tunisie, à travers un projet du PNUD (Projet REM/74/003/A/01/13), dont l'UNESCO a été l'agence d'exécution, et à laquelle la FAO et l'OMM ont collaboré. Ses objectifs sont de préparer une synthèse des informations sur la désertification, dans un cas d'espèce de zone représentative aride avec des précipitations de saison froide.

Les organisations suivantes ont apporté leur concours à cette étude :

- Institut des Régions Arides, Tunisie (IRAT)
- Direction des Ressources en Eau et Sol, Tunisie (DRES)
- Direction des Forêts, Tunisie
- Centre National d'Etudes Agricoles, Tunisie (CNEA)
- FAO {
- UNESCO { Projet TUN 69/001, "Projet Parcours Sud"
- Centre d'Etudes Phytosociologiques et Ecologiques
Louis Emberger, Centre National de la Recherche Scientifique,
France (CEPE, Montpellier)
- Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer,
France (ORSTOM, Paris).

Pour la partie concernée par cet extrait, les données ont été recueillies et interprétées selon les méthodes utilisées par le CEPE Louis Emberger (Montpellier) pour la végétation et ses relations avec le milieu et par la section de pédologie de l'ORSTOM (Paris) pour les sols. Les données concernant la population, les effectifs et la conduite des troupeaux sont extraites d'une étude citée en bibliographie, réalisée par le Centre National des Etudes Agricoles de Tunisie (CNEA).

TABLE DES MATIERES

<u>INTRODUCTION</u>	3
1. DONNES GENERALES SUR LA TUNISIE ARIDE ET DESERTIQUE	3
2. LA DESERTIFICATION	7
3. HISTORIQUE DES ACTIVITES HUMAINES EN TUNISIE ARIDE ET DESERTIQUE	9
4. ZONE-TEST ETUDIEE DANS CETTE MONOGRAPHIE	13
<u>ETUDE DE LA DESERTIFICATION SUR LA ZONE-TEST D'OGLAT MERTEBA</u>	15
PREAMBULE	15
1. ETAT ACTUEL. DESCRIPTION DES ECOSYSTEMES	17
1.1 Climat	17
1.2 Relief. Géomorphologie. Les sols	29
1.3 Hydrologie. Hydrogéologie	33
1.4 Végétation spontanée	34
1.5 Animaux sauvages	37
1.6 Population humaine	39
1.7 Utilisation du sol	44
2. PROCESSUS DE DEGRADATION ET DE REGNERATION DES ECOSYSTEMES	53
2.1 Dégradation et régénération. Les causes de la dégradation	53
2.2 Dégradation et régénération des sols	55
2.3 Dégradation et régénération de la végétation	63
2.4 Successions écologiques et relations entre les écosystèmes	69
3. LA DESERTIFICATION	72
3.1 Définitions	72
3.2 Critères retenus pour caractériser et suivre l'évolution de la désertification	73

4. EVOLUTION PREVISIBLE DE LA ZONE-TEST SOUS L'INFLUENCE DES DIFFERENTS NIVEAUX D'INTENSITE DE LA PRESSION HUMAINE	77
4.1 Choix des systèmes et des niveaux d'intensité d'exploitation à tester. Méthode utilisée	77
4.2 Evolution prévisible de la dégradation et de la régénération	79
4.3 Evolution prévisible de la désertification	80
5. CARTE DE LA SENSIBILITE DES ECOSYSTEMES AUX FACTEURS DE LA DESSERTIFICATION ET PROCESSUS DE DEGRADATION EN COURS	85
5.1 Sensibilité des écosystème	85
5.2 Processus de dégradation en cours	89
6. ENSEIGNEMENTS A TIRER DE L'ETUDE D'OGLAT MERTEBA	92
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	130
<u>GLOSSAIRE DES TERMES TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES UTILISES</u>	134
<u>INDEX DES ESPECES VEGETALES CITEES</u>	140
<u>INDEX DES ESPECES ANIMALES CITEES</u>	142

RESUME

Les régions du Sud tunisien recevant annuellement en moyenne de 100 à 200 mm de pluie sont celles où les processus de la désertification sont les plus accentués. Ces pluies irrégulières, concentrées pendant la période froide, permettent à une végétation steppique de se développer. Du fait de la pression humaine croissante, ces steppes sont progressivement défrichées pour une céréaliculture épisodique et pour le bois de chauffage. Les troupeaux dégradent par surpâturage les surfaces restantes. Les couches superficielles du sol sont mises en mouvement par le vent.

La population, autrefois semi-nomade, a tendance à se sédentariser mais elle ne peut trouver sa subsistance à partir des seules ressources naturelles. Aussi l'émigration est-elle importante.

Les processus de cette dégradation sont analysés dans une zone-test de 20 000 ha comprenant une bonne partie des écosystèmes de la région.

La progression de la désertification, considérée comme une dégradation irréversible, est appréciée sur la base de différents critères liés à la diminution de la productivité: diminution de la réserve en eau des sols, augmentation du ruissellement, baisse de la production des parcours naturels même en année à forte pluviométrie. La proportion de surfaces désertifiées pour le pâturage (qui n'auraient pas, par définition, récupéré une bonne partie de leur productivité au bout de 25 ans d'aménagement) est actuellement égale à 25 % de la surface totale. La proportion de surfaces désertifiées pour toutes cultures est seulement de 12 %.

Pour lutter contre cette désertification progressive il faut revenir à un aménagement de type principalement pastoral, en équilibrant la charge en animaux avec la production des parcours et en réduisant les cultures aux zones recevant un ruissellement d'appoint.

Or l'élevage à lui seul est peu consommateur d'emplois et produit actuellement un revenu brut faible au regard de la céréaliculture et de l'arboriculture. D'autre part un apport extérieur d'aliments pour le bétail est indispensable afin de combler le déficit de la ration, stabiliser les effectifs des animaux et augmenter la productivité. Ceci nécessite donc une intégration intra-région aride (exemple: intégration des productions irriguées des oasis avec les productions de la steppe), et une intégration entre régions arides et plus humides (exemple: apport de concentrés pour le bétail en provenance des zones céréalières du Nord).

La solution qui consiste à augmenter dans la région la surface et le nombre de périmètres irrigués pour la production de compléments fourragers doit être envisagée avec prudence. En effet la population, qui a toujours eu une vocation pastorale, manque de technicité pour les cultures irriguées. De plus, la création d'un point d'eau sans aménagement pastoral a pour résultat la dégradation rapide de parcours environnants par surpâturage et arrachage des ligneux.

Le remplacement des combustibles ligneux par d'autres sources d'énergie (gaz principalement) est en cours, mais occasionne une dépense supplémentaire aux familles.

Une action de lutte contre la désertification doit s'appuyer sur des études de base solides et être intégrée dans tout un programme socio-économique. L'homme de la steppe doit se sentir concerné. On doit aussi l'inciter à privilégier la production de viande par un système de prix préférentiels, par l'organisation de stocks pour les périodes de disette, par la mise en place d'un réseau de distribution de céréales et de fourrages à des prix intéressants.

Pour des aménagements de ce type en zone aride, les investissements réalisés ne sont pas tous immédiatement rentables en termes monétaires. Il faut cependant tenir compte de résultats qui ne sont pas en général considérés dans les calculs économiques: préservation ou même régénération du "capital" sol-végétation, limitation de l'émigration, etc. Le pays tout entier doit donc contribuer à la conservation du patrimoine national par un transfert de revenus.

Par ailleurs, deux annexes de cette monographie donnent un exemple pratique d'un aménagement pastoral réalisé dans la zone-test, et un exemple des techniques utilisées pour la protection des oasis contre l'ensablement.

INTRODUCTION

1. DONNEES GENERALES SUR LA TUNISIE ARIDE ET DESERTIQUE

La surface totale de la Tunisie est de 155 000 km². Les zones arides et désertiques du pays s'étendent vers le Sud à partir du piémont de la Dorsale tunisienne, c'est-à-dire approximativement au Sud d'une ligne qui joindrait Kasserine à Enfidaville (cf. Fig.1). Ces zones couvrent à peu près 120 000 km², soit les 4/5 du pays et elles correspondent à une hauteur moyenne annuelle de précipitations inférieure à 350 mm. Cette surface peut se diviser en deux zones : une zone dite "aride", avec une moyenne annuelle comprise entre 350 et 100 mm, qui couvre 55 000 km² et une zone dite "désertique" avec une moyenne annuelle inférieure à 100 mm, qui s'étend sur 65 000 km².

De nombreux auteurs, dont LE HOUEROU, auquel on empruntera beaucoup dans cette monographie, s'accordent sur la limite de 100 mm pour la zone désertique au Nord du Sahara. Elle correspond à un déficit permanent en eau (c'est-à-dire qu'en moyenne tous les mois de l'année ont une évapotranspiration potentielle supérieure aux précipitations). Elle correspond à peu près aux indices climatiques suivants :

$$\begin{array}{ll} \text{Quotient pluviothermique d'Emberger} & Q_2 < 10 \\ \text{Indice d'aridité de Thornthwaite} & I_a > 90 \\ \frac{P}{\text{ETP (Penman)}} & < 0,08 \end{array}$$

En Tunisie, au Sud de l'isohyète moyen annuel 100, s'étend le vrai désert, avec ses regs pierreux à végétation extrêmement clairsemée et avec l'erg oriental dont les dunes couvrent approximativement 25 000 km². La surface des chotts, vastes dépressions salées sans végétation, est de 5 575 km². Dans le cadre de cette monographie on abordera peu les problèmes de ces zones où le désert n'est pas seulement dû à l'influence humaine qui est faible et où les écosystèmes présents ne sont susceptibles d'évoluer que très lentement.

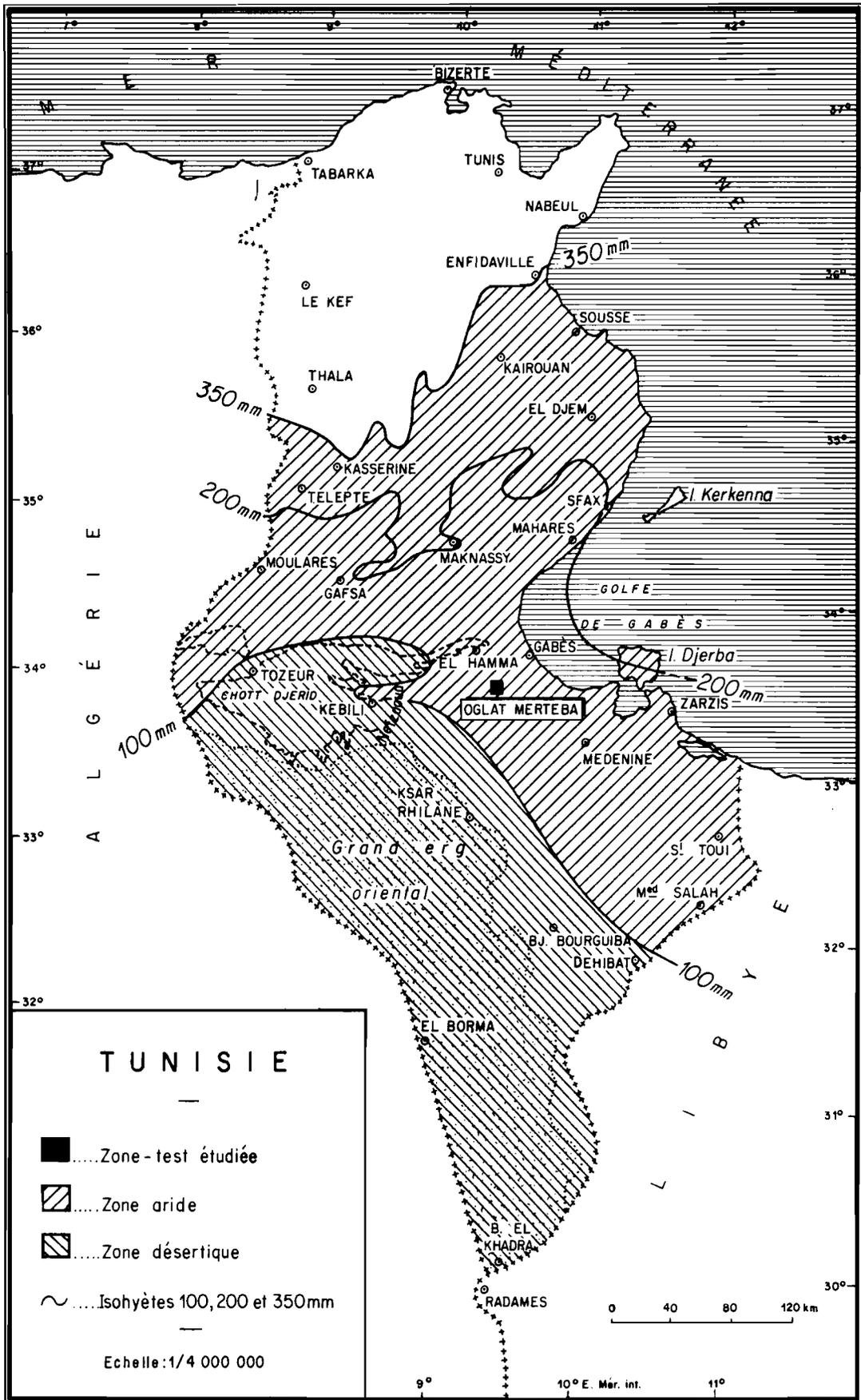


Figure 1

D'une façon générale les précipitations marquent une variabilité considérable. La variabilité est d'ailleurs inversement reliée à la quantité de pluie. Ainsi, dans la zone comprise entre 100 et 200 mm, la pluie annuelle maximale observée est d'environ 10 à 12 fois la pluie minimale observée; dans la zone comprise entre 200 et 350 mm de 4 à 8 fois seulement. Cette pluie est en général concentrée durant les mois d'hiver, mais peut également tomber à l'automne et au printemps. Il y a donc un creux estival nettement marqué, ce qui caractérise le climat méditerranéen (exclusivement localisé sous les latitudes moyennes).

Les moyennes annuelles de température varient entre 15°C au voisinage de la Dorsale et 21°C au Sahara. Le long d'une bande côtière assez large les gelées sont rares, alors que dans l'intérieur l'hiver peut être froid avec 10 à 20 jours de gelée dans l'année. La moyenne des températures minimales du mois le plus froid est de + 6°C à 7°C sur la côte, mais descend jusqu'à + 1°C vers l'intérieur.

L'évapotranspiration potentielle annuelle calculée varie de 1300 mm dans les zones à 350 mm de pluie, à 1500 mm dans la zone à 100 mm. Les moyennes journalières sont de 1 à 1,5 mm en janvier et de 7 à 8 mm en juillet-août.

Les formations géologiques sont d'origine sédimentaire et appartiennent aux ères secondaire, tertiaire ou quaternaire. Les calcaires, calcaires marneux et marnes, dominent largement en surface, mais des roches gréseuses ou gypseuses sont également présentes. Les alluvions et colluvions quaternaires sont de nature très diverse : on note des dépôts sableux sur de vastes territoires alors qu'ailleurs les vallées, le plus souvent endoréiques, sont encombrées de matériaux fins souvent salés. Les piémonts sont fréquemment recouverts d'une croûte calcaire ou gypseuse.

Il se développe sur ces roches-mères une très grande variété de sols, sols squelettiques sur les reliefs et sur les croûtes, sols "steppiques" sur les sables, sols alluviaux jeunes plus ou moins salés dans les dépressions et les vallées.

La végétation naturelle montre une physionomie de steppe, sauf sur les montagnes. Sur celles-ci, surtout dans les zones voisines de 350 mm de pluviométrie moyenne annuelle, subsistent les restes de forêts primitives, abattues par l'homme, à base de Pinus halepensis et de Juniperus phoenicea. Parmi les formations arbustives, on note encore des vestiges d'une savane arborée à Acacia raddiana dans certaines parties sèches de la zone.

En dehors de ces rares espèces reliques forestières, la physionomie des steppes change avec le gradient pluviométrique et la nature du substrat. Les grandes catégories sont les suivantes :

- la steppe de Stipa tenacissima (Alfa) sur les zones caillouteuses ou encroutées et sur la plupart des montagnes du Sud. Cette steppe, bien que très exploitée pour la fibre destinée à la pâte à papier, recouvre encore de grandes surfaces sur le plateau intérieur et rejoint les immenses étendues algériennes d'Alfa.
- la steppe d'Artemisia herba-alba qui, bien que très défrichée, couvre encore de grandes surfaces sur les substrats à texture relativement fine,
- les steppes des zones sableuses à Artemisia campestris, dans la partie la plus arrosée, à Rhantherium sueveolens ou à Aristida pungens dans les zones les plus sèches. Ces steppes ont, elles aussi, été largement défrichées, soit pour la plantation d'arbres fruitiers, soit pour la céréaliculture,
- les steppes très claires des zones désertiques, à Anthyllis henoniana sur le reg,
- les steppes des zones salées avec de nombreuses plantes halophiles, dans les dépressions; elles tendent à être défrichées au profit de céréales dans leurs parties les moins salées.

La population humaine de cette zone aride et désertique est estimée à plus de 2 800 000 habitants dont 2 200 000 ruraux. La densité de la zone désertique est faible. Celle de l'ensemble de la zone aride est estimée à 31,8 habitants/km²; celle de la zone steppique (pluviométrie comprise entre 100 et 200 mm) est certainement plus faible. Cette population est en augmentation rapide. Son taux d'accroissement a été de 2,32 % entre 1966 et 1975. C'est cette pression humaine croissante sur le milieu qui est l'une des causes principales de la désertification progressive des marges sahariennes, même si des efforts sont actuellement faits pour la diminution du taux de fécondité. Cette population rurale se divise en trois catégories principales : les cultivateurs, les gens des oasis et les pasteurs nomades. Ce clivage est beaucoup moins net que par le passé car on note une forte tendance à la sédentarisation des pasteurs.

L'accroissement de la population et cette tendance à la sédentarisation entraînent une modification dans l'utilisation du sol. A partir du défrichement de la steppe les cultures en sec se développent : arboriculture (olivier, amandier, abricotier, etc.) et céréaliculture (surtout orge et blé dur) dans les zones où la pluviométrie moyenne annuelle est supérieure à 200 mm, la céréaliculture domine, là où la pluviométrie est plus faible. Par ailleurs le Gouvernement a fait un gros effort pour la création de nouvelles zones irriguées en plus des oasis traditionnelles.

En ce qui concerne l'élevage, il est pratiqué sur un mode extensif, par les pasteurs, depuis des millénaires. A l'heure actuelle on estime que les effectifs du cheptel s'élèvent à environ 800 000 unités femelles ovines de race barbarine à queue large (500 000 dans le Centre, et 300 000 dans le Sud), 450 000 unités caprines (200 000 dans le Centre et 250 000 dans le Sud) et environ 15 000 bovins, 10 000 chevaux, 17 000 mulets, 110 000 ânes et 120 000 chameaux. Les moutons, les chèvres et les chameaux, qui sont le mieux capables de valoriser la végétation des terrains de parcours arides, sont tributaires à 80 % pour leur ration de ces parcours arides et désertiques en année moyenne. En effet la production fourragère globale, en année moyenne, de la zone aride est évaluée à environ 2,3 millions de tonnes de matière sèche dont 90 % sont composés de fourrages relativement grossiers, le reste étant couvert par des produits divers (orge, son, concentrés, etc.).

Il faut noter que ces troupeaux sont caractérisés par une forte proportion d'animaux improductifs et ont un taux de fécondité très variable. Les effectifs des troupeaux sont fortement reliés à l'état du parcours et donc aux variations climatiques (précipitations essentiellement). En effet l'irrégularité interannuelle des précipitations a pour conséquence un développement fort variable de la végétation. Une suite d'années pluvieuses entraîne une augmentation spectaculaire du nombre d'animaux, par contre une seule année sèche peut provoquer des hécatombes, avec un certain décalage dans le temps.

2. LA DESERTIFICATION

La désertification, ou plutôt la désertisation, terme préféré par de nombreux auteurs*, a été définie comme "un ensemble d'actions qui se traduisent par une réduction plus ou moins irréversible du couvert végétal
..//...

* le terme de "désertification" a souvent été utilisé dans un sens très large pour décrire la dégradation de la végétation et du sol, y compris dans des régions humides qui n'ont rien à voir avec le désert et surtout pour caractériser la diminution de la densité de la population dans certaines zones rurales, ce qui n'est pas le cas ici.

aboutissant à l'extension de paysages désertiques nouveaux à des zones qui n'en présentaient pas les caractères" (LE HOUEROU, 1968). Ces paysages sont caractérisés par la présence de regs, de hammadas et d'ensembles dunaires.

Selon HUSS (1976), trois courants de pensées différents tiennent pour responsables de la désertification :

- les changements climatiques à long terme au sens géologique
- les fluctuations cycliques du climat et les sécheresses périodiques
- les conséquences destructrices des activités de l'homme.

RAPP (1974) a fait le point des techniques utilisées par différents auteurs pour déceler les changements climatiques à long terme, au Nord et au Sud du Sahara : météorologie et hydrologie, archéologie et histoire, géomorphologie, histoire de la végétation, de la faune, dendrochronologie, palynologie. Les conclusions sont toutes plus ou moins comparables : durant les 20 000 dernières années, le climat des régions sahariennes a probablement changé plusieurs fois, passant de périodes humides appelées pluviales à des périodes sèches ou interpluviales. Aucun changement de ce type n'a été enregistré durant les deux derniers millénaires, mais de petites fluctuations semblent avoir été fréquentes. Aucun signe d'une tendance à un climat plus sec ou plus humide ne peut être décelé depuis le début du siècle.

Ce dernier point a été bien mis en lumière pour la Tunisie par LE HOUEROU (1959), FLOHN et KETTATA (1971) et par l'étude réalisée dans le cadre de la zone-test d'Oglat Merteba pour cette monographie.

Les fluctuations du climat et les sécheresses périodiques mises en lumière par ces mêmes études, mais qui ont existé de tout temps, ne peuvent pas expliquer à elles seules les progrès de la désertification. Il faut y associer l'action destructrice de l'homme. C'est l'opinion de SHERBROOKE et PAYLORE (1973) : "short term weather patterns induced by uncertain rainfall and followed by cyclic droughts from which marginal areas may not recover if subjected to continued attempts at intensive use in a dry year or succession of dry years".

Les activités de plus en plus destructrices de l'homme sur le milieu, en raison de l'augmentation de la population et grâce à des moyens techniques accrus utilisés sans discernement, sont certainement les causes principales des progrès de la désertification. "C'est l'homme qui crée le désert, le climat n'est qu'une circonstance favorable" (LE HOUEROU, 1959).

Les pratiques humaines néfastes sous ce climat aride sont la céréaliculture marginale, le surpâturage, l'éradication des espèces végétales ligneuses, pour servir de combustible, la salinisation du sol à la suite de mauvaises techniques d'irrigation. Ces causes et les processus mêmes de la désertification seront analysés dans le cadre de la zone-test étudiée. Par l'examen des phénomènes sur le terrain on a cherché à séparer ce qui n'est qu'une simple "dégradation", réversible, de ce qui est plus ou moins définitivement désertifié; la "désertification" étant définie comme une baisse irréversible du niveau de productivité de l'écosystème.

Dans un premier temps il est intéressant d'essayer de retracer l'historique des activités humaines qui ont pu conduire aux paysages que l'on découvre actuellement en Tunisie du Sud.

3. HISTORIQUE DES ACTIVITES HUMAINES EN TUNISIE ARIDE ET DESERTIQUE

On empruntera les éléments de ce chapitre principalement à DESPOIS (1961) et à LE HOUEROU (1969).

L'Antiquité

Dès le Néolithique, les Berbères cultivent le blé et l'orge et élèvent les animaux domestiques actuellement connus.

Les Phéniciens, qui ont multiplié leurs comptoirs commerciaux sur la côte africaine après la fondation de Carthage (814 av. J.C.), ont sans doute enseigné l'arboriculture aux populations locales, ainsi l'Afrique carthaginoise connaît-elle presque toutes les cultures en sec qui se pratiquent aujourd'hui. Les types d'araire alors utilisés sont encore employés de nos jours et des régions comme le Sahel tunisien, les plaines de Kairouan et les comptoirs du Golfe de Gabès, jouissent dès l'Antiquité d'une grande réputation de fertilité pour les céréales. Cependant, d'après DESPOIS, les populations sont encore essentiellement pastorales.

A l'époque romaine (entre le 2ème siècle av. J.C. et le 5ème siècle après J.C.) l'agriculture a connu sa plus grande extension. Protégée des grands nomades peu soumis par le "limes", ligne fortifiée qui marquait plus ou moins la limite de l'influence de Rome, elle a presque atteint les limites du Sahara. L'extension de la culture de l'olivier a lieu à partir du 2ème siècle. La

.. / ...

plus grande partie des terres légères, située entre la Dorsale tunisienne et les chaînes de Gafsa, ainsi que celles des régions littorales du Golfe de Gabès sont couvertes d'oliviers comme en témoignent les ruines des pressoirs à huile. Datant de cette époque, on retrouve également les vestiges de nombreux travaux d'hydraulique agricole destinés à l'irrigation ou au détournement des eaux de crue ou de ruissellement (sur la zone-test d'Oglat Merteba étudiée ci-après, on relève par exemple sur les 20 000 ha : 1 barrage d'étalement de crues, 7 sites de réservoirs et citernes, 1 puits). Et il faut aussi souligner que les travaux d'hydraulique en terre ne peuvent souvent laisser de traces.

L'élevage à l'époque romaine est assez mal connu; on sait cependant que les cultures avaient refoulé les grands nomades pasteurs au-delà du "limes", mais les vestiges de nombreux abreuvoirs montrent qu'un élevage existait à l'époque. Il semble qu'il y ait toujours eu des dromadaires au Sahara et sur les bordures nord-africaines, mais l'usage ne semble s'en être développé qu'à partir du 3ème siècle. L'élevage du cheval a été en progrès à partir du 2ème siècle.

Le défrichement de la forêt a certainement été très important à l'époque car elle constituait la source essentielle de combustible pour les foyers domestiques et les immenses thermes des villes.

Certains historiens pensent que la Tunisie pouvait avoir à la fin de l'époque romaine une densité de population sensiblement supérieure à celle que l'on connaît actuellement.

Le Moyen-Age

Les conquêtes arabes des 7ème et 8ème siècles ont introduit des changements notables dans l'économie et le mode d'exploitation des terres. Les Arabes ont apporté le blé dur à semoule, qui a peu à peu éliminé le blé tendre. Ils ont aussi introduit toute une gamme de cultures irriguées : riz, abricotiers, agrumes, henné, safran, etc. Ils ont pu favoriser un peu la reprise de la vie pastorale et l'extension de l'élevage, mais n'ont pas pour autant négligé la culture et l'irrigation.

Les invasions de nomades orientaux à partir du milieu du 11ème siècle, au contraire, ont eu des conséquences néfastes pour les campagnes cultivées et favorables pour l'extension de la vie pastorale et du nomadisme. Leur influence

..//...

a duré des siècles. Il en est résulté la disparition d'un grand nombre de villages et l'abandon de nombreux ouvrages servant à l'irrigation. L'arboriculture a profondément régressé ainsi que la culture en terrasses. Ces événements se sont sans doute accompagnés d'une sérieuse régression de la population. Les défrichements ont cessé et on a assisté à la reconquête des sols cultivés par la végétation naturelle steppique que l'on observe actuellement : l'alfa (Stipa tenacissima), l'armoïse blanche (Artemisia herba-alba), etc.

Les temps modernes et la période actuelle

Les siècles qui suivent le Moyen-Age n'ont pas vu une transformation considérable du mode d'exploitation du sol. Depuis le 16^{ème} siècle une tranquillité relative a permis des accommodements entre nomades et sédentaires. Des légumes nouveaux en irrigué ont été introduits. Le figuier de Barbarie (Opuntia ficus indica) a fait également son apparition comme réserve alimentaire d'été précieuse pour le bétail et pour les gens.

La colonisation française a relativement peu influencé le mode d'utilisation du sol dans la région des marges sahariennes et dans la Tunisie steppique, les colons s'étant surtout installés sur les terres fertiles du Nord du pays.

La région de Sfax, qui comptait déjà 350 000 oliviers en 1881, a vu l'arboriculture prendre une grande extension avec les risques que cela comporte : les sols légers, obligatoirement maintenus très propres sous ce climat, peuvent être localement érodés.

Mais le rapide accroissement de la population a provoqué une exploitation non contrôlée des ressources. L'appauvrissement de la flore et de la faune depuis 120 ans est indéniable (disparition du lion, de la panthère, de l'autruche, des antilopes; raréfaction du mouflon, de la hyène, des gazelles).

L'examen des cartes forestières du début du siècle montre que le Pin d'Alep a actuellement régressé sur les montagnes ainsi que les steppes d'Alfa en Tunisie centrale. L'Alfa, qui actuellement ne fleurit plus que rarement dans la steppe et ne dépasse guère 30 à 40 cm, pouvait former des peuplements dépassant la tête de l'observateur, ainsi qu'en témoigne le géographe MONCHICOURT en 1906.

La mécanisation des labours, qui a été introduite en 1920-1930, et qui se développe particulièrement ces dernières années dans le Sud, conduit à la régression rapide des zones steppiques.

D. SCHWAAR (1965), interprétant les séries des photographies aériennes de 1949 et de 1963, sur une zone de 1680 ha en Tunisie centrale, près de Sbeitla, trouve les résultats suivants :

- disparition des broussailles à jujubier : 442 ha (soit 30 %)
- plantation d'arbres fruitiers : 66 ha au lieu de 7,5
- haies de cactus : 54 km au lieu de 10,5
- plantation de cactus : 1 ha au lieu de 61
- maison en dur : 143 au lieu de 18
- pistes : 27 km au lieu de 5
- travaux de restauration des sols : 29 ha au lieu de 0
- érosion ravinante : 122 ha au lieu de 81 (soit une perte de 3 ha/an).

LE FLOC'H (1976), étudiant par la même méthode de comparaison de photos aériennes l'évolution de l'utilisation du sol dans une région steppique de 80 000 ha entre Gabès et Gafsa, qui reçoit une pluviométrie moyenne annuelle de 170 mm, arrive aux résultats suivants (% de la surface totale) :

Dates de prise de vues	Parcours	Cultures
1948	87 %	13 %
1963	72 %	28 %
1975	58 %	42 %

Ces deux exemples illustrent assez l'énorme transformation du paysage qui est en train de se produire.

L'époque romaine a donc sans doute vu s'opérer les premiers phénomènes de la désertification, en raison des énormes surfaces qui ont été défrichées et cultivées par des populations sédentaires. Les temps arabes ont permis la reconstitution du tapis végétal grâce à une moindre pression sur le milieu et à des civilisations surtout pastorales et nomades. Depuis le début du siècle et surtout depuis une ou deux décennies on a assisté à une accélération de la dégradation de la végétation naturelle et des sols en raison de l'accroissement démographique, de la mécanisation, du développement des cultures et de la sédentarisation des populations.

..//...

4. ZONE-TEST ETUDIEE DANS LA MONOGRAPHIE

Les raisons du choix de la zone-test sont diverses.

Plus on se rapproche de la zone désertique (précipitations annuelles moyennes < 100 mm), plus le dynamisme de reconstitution de la végétation et des sols est faible.

Au contraire dans la partie de la zone aride, qui reçoit une hauteur de précipitations supérieure à 200 mm, si la pression humaine décroît on peut s'attendre à une régénération de la végétation naturelle à peu près dans tous les types d'écosystèmes où un seuil trop critique de dénudation du sol n'a pas été atteint.

La zone intermédiaire, celle comprise entre les isohyètes moyens annuels 100 et 200 mm, est celle qui préoccupe le plus les autorités. C'est là que les phénomènes de désertification sont les plus accentués. Ces phénomènes sont réversibles dans certains des nombreux écosystèmes de la région et des aménagements spécifiques peuvent être envisagés. C'est la raison pour laquelle on s'intéressera principalement à cette région présaharienne qui couvre environ 3 000 000 ha en Tunisie.

Cette monographie est centrée sur l'étude d'une zone-test de 20 000 ha, dite "Oglat Merteba", qui représente un bon échantillonnage des écosystèmes de cette région présaharienne. La pluviométrie moyenne annuelle est d'environ 150 mm, avec de gros écarts comme le montre l'étude sur la variabilité des pluies. Le désert proprement dit n'est qu'à une trentaine de kilomètres de cette zone.

Dans cette région le Gouvernement tunisien a entrepris des aménagements sur une zone de 100 000 ha, comprenant la zone-test en question. Ces aménagements, destinés à lutter contre la désertification en cours, sont précédés par des études interdisciplinaires approfondies réalisées par de nombreux organismes nationaux et internationaux. Cette approche interdisciplinaire a semblé nécessaire devant la complexité du problème à résoudre : assurer à la population un revenu décent grâce à l'exploitation des ressources naturelles, sans entamer "le capital" sol-végétation.

Le niveau d'intensité d'exploitation de ces ressources doit être tel que les équilibres naturels soient préservés et la productivité des écosystèmes maintenue ou augmentée.

.. / ...

Actuellement en effet dans cette région, du fait de l'accroissement de la population, les agriculteurs locaux ont tendance à demander au milieu plus qu'il ne peut donner, ce qui entraîne une désertification progressive par la création de dunes et de surfaces dénudées.

Donc, dans un premier temps, après une étude sur la variabilité des pluies, on essaiera de décrire la situation de la région d'Oglat Mertebe dans son état actuel en prenant pour unités de base les écosystèmes qui y ont été mis en évidence et cartographiés. Grâce aux observations recueillies depuis maintenant cinq ans il est possible de chiffrer approximativement les principaux paramètres de ces écosystèmes : biomasse, productivité, régime hydrique des sols, etc.

Ensuite on tentera, à partir d'observations sur l'histoire de l'utilisation du sol et à l'aide de la comparaison de photographies aériennes anciennes et récentes, de mettre en lumière le dynamisme de ces écosystèmes, leurs relations, les variations de leur productivité au cours du temps. Sur la base de ces renseignements on essaiera alors de faire une prospective de l'évolution de la désertification dans la zone-test d'Oglat Mertebe pour les 25 prochaines années, dans différentes hypothèses d'intensité de pression humaine sur le milieu.

ETUDE DE LA DESERTIFICATION DANS LA ZONE-TEST
D'OGLAT MERTEBA

PREAMBULE

Ce chapitre de la monographie, consacré à l'étude d'une zone-test de 20 000 ha d'Oglat Mertebe (Tunisie méridionale, 50 km au Sud-ouest de Gabès) a pour objectif de répondre à quelques questions fondamentales concernant les limites des possibilités d'intervention humaine en milieu pastoral dans une région aride du Nord de l'Afrique. Parmi ces questions, les suivantes ont paru particulièrement importantes :

- Quels sont les facteurs dont la modification serait susceptible de bouleverser les équilibres actuels dans le territoire considéré ?
- Quels déséquilibres écologiques sont actuellement prévisibles, compte tenu des changements possibles de l'utilisation du sol ?
- Comment peut-on estimer l'importance actuelle des phénomènes de la dégradation et de la désertification et évaluer les risques encourus pour le capital végétation-sol dans le cadre de diverses hypothèses de l'utilisation du sol et quelles en sont les conséquences pour la population de cette zone ?

Sans prétendre apporter à ces questions des réponses définitives, nous nous sommes cependant efforcés d'élaborer les résultats de façon à les rendre directement utiles à l'aménageur.

Dans le but d'établir un diagnostic complet sur l'évolution du territoire-test, nous avons décrit aussi précisément que possible son état actuel (§ 1), dans la première partie de cette étude. Ceci a permis l'établissement d'une carte des systèmes écologiques, ou des écosystèmes, définis comme étant "des unités d'organisation biologiques composées de tous les organismes présents dans une aire donnée et présentant des interactions avec le milieu physique"... (ODUM, 1969).

Il aurait paru normal de situer d'abord "l'homme" dont toutes les activités ont pour cadre l'ensemble de la zone-test. C'est la population qui au fil des temps a modelé les paysages ruraux et qui, motivée par ses

caractéristiques culturelles, ainsi que par des contraintes économiques, est responsable du devenir de cette zone. Cependant, pour des raisons pratiques, l'étude de l'homme et de ses activités a été reportée après celles des autres composantes des écosystèmes.

Les éléments physiques variables ou statiques sont décrits successivement :

- le climat et la variabilité de la pluviométrie
- la géomorphologie et les sols
- l'hydrologie et l'hydrogéologie.

Parmi les éléments biologiques nous n'avons pas passé sous silence la faune sauvage sans toutefois non plus lui réserver un grand développement faute de moyens. Par contre la végétation spontanée a été ici assez longuement analysée et caractérisée à l'aide des notions de formation végétale, biomasse, production primaire. Les animaux domestiques ont été évalués en terme de biomasse et production secondaire.

La seconde partie de l'exposé (§ 2) concerne les processus de dégradation et de régénération des écosystèmes . Il existe, entre les écosystèmes décrits, des termes de passage indiqués sous le terme de "successions écologiques". Ces successions sont dues, soit à une dégradation, soit à une régénération et s'effectuent à une vitesse plus ou moins grande selon les écosystèmes et le type d'action humaine en jeu (ex. : abandon, mise en culture, surpâturage, etc.).

On a cherché ensuite (§ 3) à apprécier la désertification et son évolution en sélectionnant un certain nombre de critères témoins d'une dégradation des écosystèmes réputée irréversible (ex. : baisse de la productivité d'un écosystème).

Le paragraphe suivant (§ 4) est consacré à l'examen de l'évolution possible des écosystèmes et de l'intensité des phénomènes de dégradation et de désertification, compte tenu de changements éventuels dans l'utilisation du sol. Cette partie de l'étude s'achève sur un bilan devant orienter le choix de l'aménageur et permettre ainsi de dégager le niveau d'intensité d'utilisation du sol compatible avec la conservation des ressources naturelles.

Enfin une carte présente la "sensibilité" des écosystèmes présents dans la zone aux principaux facteurs de la désertification. C'est en quelque sorte une carte de la "désertification potentielle". Sur la même carte on a figuré les processus de dégradation actuellement en cours.

1. ETAT ACTUEL - DESCRIPTION DES ECOSYSTEMES

Les caractéristiques essentielles des écosystèmes figurent dans la légende de la carte correspondante (Fig.2 et légende). On se propose ci-dessous d'analyser plus en détail les différents composants des écosystèmes dans leur état actuel

1.1 Climat

A l'exception d'un pluviomètre d'installation récente, il n'existe pas de poste météorologique complet à El Hamma, ville la plus proche, ni à l'intérieur de la zone étudiée, aussi nous situerons la valeur des principaux paramètres climatiques de la région par rapport à ceux des postes de Matmata, Kébili et Gabès. Nous nous intéresserons essentiellement aux précipitations et à leur régime, principales variables climatiques contribuant à la désertification de ces régions présahariennes.

1.1.1 Principaux paramètres climatiques de la région

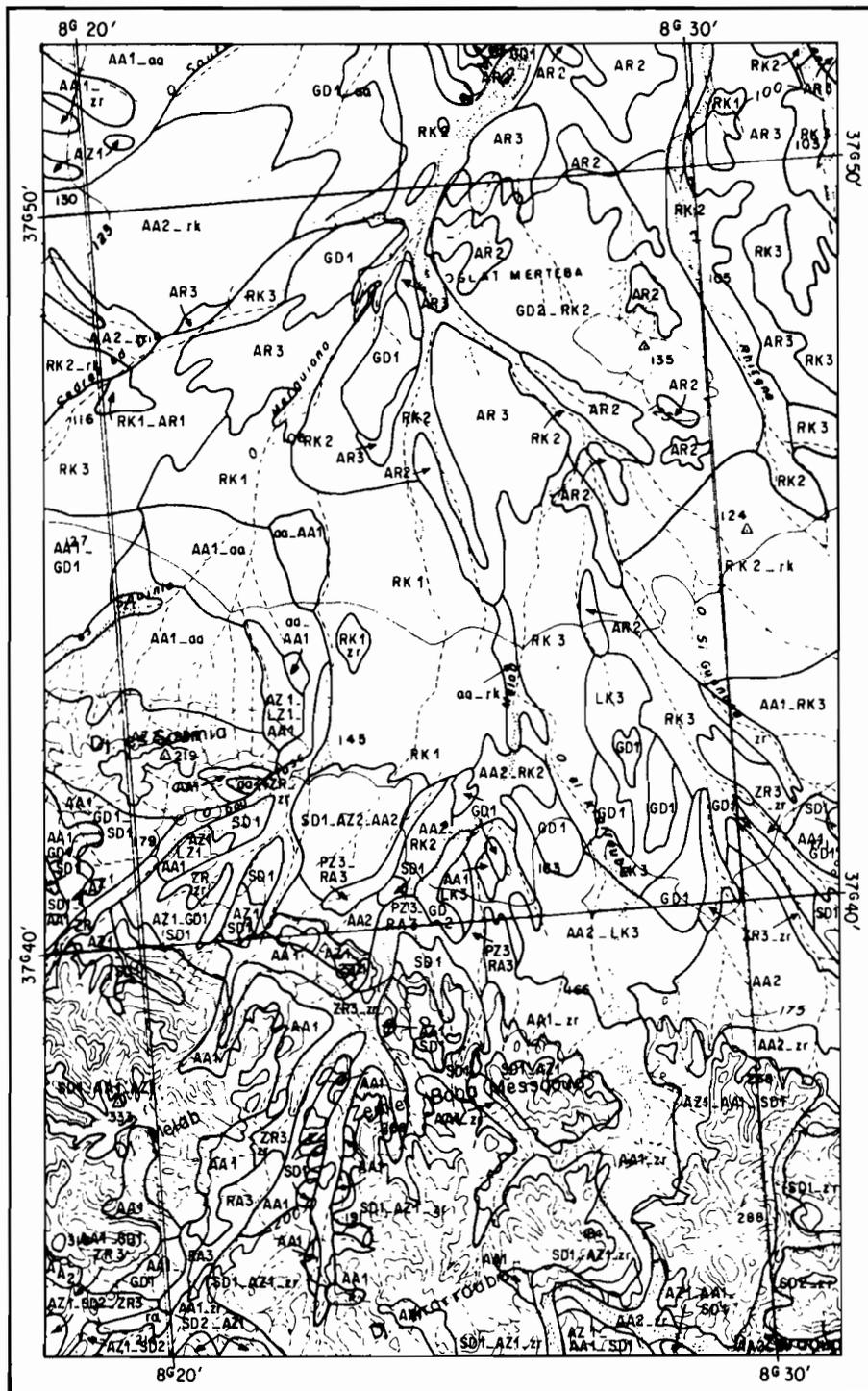
Le tableau n°1 nous donne un aperçu du climat régional de la zone d'Oglat Merteba, avec des traits de continentalité allant en s'accroissant à mesure que l'on s'éloigne de la mer vers le Sud-Ouest. La hauteur moyenne des précipitations doit se situer entre 150 et 100 mm et le quotient pluviothermique d'Emberger doit être compris entre 20 et 10.

L'aridité de ces régions est accentuée par leur régime éolien :

- de novembre à avril les vents dominants sont de secteurs W, NW et SW; les vents sont alors très violents, secs et froids, accompagnés fréquemment de tempêtes de sable qui endommagent gravement les céréales et ralentissent la pousse des annuelles sur les parcours,
- de mai à octobre les vents de secteurs marins dominant en zones côtières, mais n'ont qu'une influence très limitée dans la région d'Oglat Merteba où se trouve en général la limite du front chaud saharien. Cette période est aussi celle du sirocco, vent très chaud et sec (masses d'air sahariennes) caractérisé par une brusque montée des températures (10 à 15°C en 1 ou 2 heures) et un abaissement de l'humidité relative de l'air ($H < 10\%$ souvent) .

..//...

Zone-test d'Oglat Merteba
(Extrait)



Échelle : 1/100 000

Fig. 2 - CARTE DES ÉCOSYSTÈMES

Figure n° 2 - LÉGENDE DE LA CARTE DES ÉCOSYSTÈMES DE LA ZONE-TEST D'OGLAT MERTEBA (20 000 hectares)

SIGLES DES ECOSYSTEMES		SD 2	SD 1	GD 2	GD 1	LZ 2	AZ 2	AZ 1	AA 2	AA 1	aa	LK 3	RK 3	RK 2	RK 1	r k	AR 3	AR 2	ZR 3	z r	PZ 3	RA 3	ra																						
BIOCLIMAT		PRECIPITATIONS MOYENNES ANNUELLES P (mm) 150 mm										ETAGE BIOCLIMATIQUE MEDITERRANEE : Aride inférieur																																	
HYPOMETRIE		Altitude 200-500 m		Altitude 100-200 m		Altitude 100-200 m		Altitude 100-200 m		Altitude 100-150 m						Altitude 100-150 m		Zone d'épandage		Zone d'épandage des																									
LITHOLOGIE		Montagne calcaire à relief disséqué		Calcaire à buttes tombées		Calcaire à buttes tombées		Calcaire à buttes tombées		Plaines à accumulation saline ou pied des glaci						Relief dénudé plus ou moins fixé		des sables avec présence de dunes fixes (arabes)		Matériaux grossiers ramassés par action éolienne (fort endurcissement)																									
GEOMORPHOLOGIE																																													
VEGETATION SPONTANEE	TYPE PHYSIONOMIQUE (Formations)	HERBACES LIGNEUX BAS		LIGNEUX BAS		HERBACES LIGNEUX BAS		LIGNEUX BAS		HERBACES LIGNEUX BAS		LIGNEUX BAS		HERBACES LIGNEUX BAS		HERBACES		Ligneux Bas		HERBACES LIGNEUX BAS		LIGNEUX BAS		HERBACES LIGNEUX BAS																					
	ESPECES DOMINANTES	Sida tenacissima Artemisia herba alba Gymnocarpus decander Arthrophyllum scoparium		Gymnocarpus decander Atactylis sarrioides Halimolobos hololepis Rhanterium subvesale		Lygum spartum Zygophyllum album Lycium schlegelii Gymnocarpus decander Rhanterium subvesale		Atactylis sarrioides Halimolobos hololepis Artemisia herba alba Erodium glaucophyllum Asteriscus pygmaeus		Diploisis barre Lycium spartum Rhanterium subvesale Halimolobos hololepis Echiochloa frutescens Eriochloa frutescens		Diploisis barre Rhanterium subvesale Halimolobos hololepis Echiochloa frutescens Eriochloa frutescens		Rhanterium subvesale Salsola vermiculata var. bracteata Halimolobos hololepis var. sessiliflorum Echiochloa frutescens Plantsa g. albicans		Pitaranthos tortuosus Artemisia campestris Cutandia dichotoma Cynodon dactylon		Aristida pungens Argyrobolus uniflorus Halleria chrysocomaides Rhanterium subvesale Ptygaganon squarrosiforme		Ziziphus latifolia Artemisia campestris Cynodon dactylon Pitaranthos tortuosus Ptygaganon squarrosiforme		Lygum spartum Arthrophyllum scoparium Ziziphus latifolia Pitaranthos tortuosus Ptygaganon squarrosiforme		Arthrophyllum scoparium Arthrophyllum scoparium Pitaranthos tortuosus Pitaranthos tortuosus Pitaranthos tortuosus		Carduus galulifolius Halimolobos hololepis Artemisia campestris Cynodon dactylon Pitaranthos tortuosus																			
	Etat du couvert végétal (% recouvrement de la végétation pérenne)	peu dégradé 30%		très dégradé 15%		peu dégradé 25%		très dégradé 10%		peu dégradé 20%		très dégradé 5%		peu dégradé 25%		très dégradé 5%		non dégradé 30%		non dégradé 35%		peu dégradé 20%		très dégradé 10%		non dégradé 5%		non dégradé 45%		peu dégradé 25%		non dégradé 50%		non dégradé 10%		non dégradé 30%		non dégradé 5%							
	Biomasse pérenne (kg matière sèche/ha)	1300		700		800		200		600		800		500		30		1300		1300		700		400		40		1800		900		4000		50		2000		1800		30					
SOLS	TYPE PEDOGENETIQUE	Bruts d'érosion lithasols		Lithasols sur crête calcaire démantelée		Sols à accumulation gypseuse à crête ou encroûtement calcaire		Sols isohumiques bruns subtropicaux ou régressifs sur limons à nodules calcaires		Sierozems salins ou peu évolués d'apports stépiques, peuvent être sur un sol brun subtropical ou un encroûtement gypseux		Sierozems salins		Sierozems salins		Sols bruts d'appart éolien plus ou moins fixés		Sols peu évolués alluviaux profonds à texture sable-limoneuse ou limoneuse-saboteuse		Sols bruts d'appart éolien		Sols bruts d'appart éolien		Sols bruts d'appart éolien		Sols bruts d'appart éolien		Sols bruts d'appart éolien		Sols bruts d'appart éolien		Sols bruts d'appart éolien		Sols bruts d'appart éolien		Sols bruts d'appart éolien		Sols bruts d'appart éolien							
	RUISSellement.EROSION	Ruissellement fort Erosion hydrique forte		Ruissellement moyen à fort Erosion hydrique forte		Ruissellement moyen à fort Erosion hydrique moyenne à forte		Ruissellement faible à moyen Erosion hydrique faible à moyenne		Ruissellement nul à faible Erosion éolienne moyenne		Ruissellement nul à faible Erosion éolienne moyenne		Ruissellement nul à faible Erosion éolienne moyenne		Ruissellement nul à faible Erosion éolienne moyenne		Ruissellement nul à faible Erosion éolienne moyenne		Ruissellement nul à faible Erosion éolienne moyenne		Ruissellement nul à faible Erosion éolienne moyenne		Ruissellement nul à faible Erosion éolienne moyenne		Ruissellement nul à faible Erosion éolienne moyenne		Ruissellement nul à faible Erosion éolienne moyenne		Ruissellement nul à faible Erosion éolienne moyenne		Ruissellement nul à faible Erosion éolienne moyenne		Ruissellement nul à faible Erosion éolienne moyenne		Ruissellement nul à faible Erosion éolienne moyenne									
	Reserve d'eau utile moyenne du sol pour la végétation (en mm)	120		45		84		60		75		32		42		120		80		115		105		95		100		200		80		180		180		126		120		120					
FAUNE (Mammifères, oiseaux, reptiles, arachnides)	HABITAT	HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR		HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR		HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR		HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR		HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR		HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR		HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR		HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR		HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR		HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR		HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR		HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR		HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR		HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR		HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR		HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR		HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR		HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR		HABITAT RARE - CONSTRUCTIONS EN DUR							
	ACTIVITES	Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique							
POPULATION HUMAINE (environ 1300 hab.)	ACTIVITES	Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique							
	ACTIVITES	Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique		Cueillette de bois à usage domestique							
ECOSYSTEMES	SURFACE en ha et %	480 (2,4%)		240 (1,2%)		820 (4,1%)		1000 (5,0%)		40 (0,2%)		320 (1,6%)		1000 (5,0%)		1240 (6,2%)		2660 (13,3%)		500 (2,5%)		420 (2,1%)		1280 (6,4%)		1740 (8,7%)		1580 (7,9%)		580 (2,9%)		1640 (8,2%)		580 (2,9%)		400 (2%)		880 (4,4%)		120 (0,6%)		180 (0,9%)		20 (0,1%)	
	PRODUCTION ANNUELLE DE LA PARTIE AERIEENNE DE LA VEGETATION SPONTANEE, EN ANNEE A PLUVIOSITE MOYENNE. (kg matière sèche/ha/année)	70		60		120		55		80		35		30		100		70		90		80		100		30		20		45		120		80		300		180		80		60			
PRODUCTION DES CULTURES EN ANNEE A PLUVIOSITE MOYENNE	CEREALES-GRAINS (Quintaux/ha/an)	—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—					
	OLIVES (Quintaux/ha/an)	—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—					
ANIMAUX DOMESTIQUES	BIOMASSE (kg poids vif/ha/an)	11,1		7,9		9,2		5,5		7,9		5,1		4,2		6,9		4,2		2,7		12,5		17,1		11,1		8,3		4,6		10,2		8,3		28,6		8,2		17,1		7,8		3,2	
	PRODUCTION (kg poids vif/ha/an)	2,7		1,9		2,7		1,4		2,4		1,5		1,0		2,1		1,0		0,7		3,7		5,1		2,7		1,8		1,4		3,1		2,1		8,6		2,8		5,1		2,3		1,0	

M. MERTEBA - C. S. - 1980

Tableau n°1

DONNEES CLIMATIQUES

Poste	Pluviométrie				Températures				Q	Etage, sous-étage et variante bioclimatique	Phénomène acc. nombre de jours	
	$\bar{m}P$ (mm)	N	p (mm)	P (mm)	M	m	T	t			gelée	sirocco
Gabès	183	75	39	460	32,7	5,9	27,4	10,2	22,2	Aride inférieur à hivers doux	1	28
Matmata	231	43	38	692	35,2	5,4	29,0	9,0	27,2	Aride supérieur à hivers temp.		
Kébili	85	49	11	217	42,2	3,1	32,0	9,2	7,6	Saharien supér. à hivers temp.	25	35
El Hamma	164	9	55	401	-	-	-	-	-			

où $\bar{m}P$ = moyenne interannuelle des précipitations

N = nombre d'années d'observation

p = minimum annuel des précipitations

P = maximum annuel des précipitations

M = moyenne interannuelle des températures maxima du mois le plus chaud

m = moyenne interannuelle des températures minima du mois le plus froid

T = température moyenne du mois le plus chaud

t = température moyenne du mois le plus froid

Q = $\frac{2000 \bar{m}P}{M^2 - m^2}$ quotient pluviothermique d'Emberger

1.1.2 Les précipitations - Variabilité de la pluviosité

En l'absence d'un poste de longue durée d'observations à El Hamma, nous ferons référence au poste de la météorologie nationale de Gabès pour lequel nous disposons d'une série de 75 années complètes (entre 1885 et 1975 avec des interruptions) pour les précipitations mensuelles et d'une série de 43 années pour les précipitations journalières.

Située seulement à 35 km de la zone d'Oglat Mertebe, la station de Gabès est la plus représentative du régime pluviométrique de la région (variabilité, lois de répartition des totaux annuels, saisonniers, etc.); néanmoins l'aménageur devra tenir compte d'une continentalité plus forte qui se traduira par des quantités précipitées diminuées de 20 à 30 % environ.

Généralités sur le régime des précipitations de Gabès

Il convient de souligner l'extrême irrégularité des phénomènes pluviométriques de la zone de Gabès.

Variabilité des quantités précipitées : Avec une hauteur moyenne de 183,2 mm, le minimum observé est de 39,3 mm en 1946-47 et le maximum de 460,3 en 1959-60*. Si le rapport de variabilité annuelle est voisin de 12, il peut atteindre 20 à 30 à l'échelle de la saison, et même 50 à l'échelle du mois.

Répartition : La répartition sur l'année n'est pas bien définie, on peut difficilement dégager des saisons de pluies. Cependant il existe en moyenne une saison sèche allant de début mai à la fin août (pouvant se prolonger certaines années jusqu'en décembre); tous les autres mois se partagent les pluies annuelles avec une moyenne de 20 mm, exception faite pour le mois d'octobre nettement plus arrosé, 41,5 mm.

Le nombre moyen de jours de pluie se situe entre 30 et 40, mais les pluies journalières rendent aussi compte de la grande dispersion des phénomènes; il n'est pas rare d'observer en 24 h. 60 à 70 % des précipitations annuelles et plus de 100 % de la moyenne interannuelle.

Intensité : Les averses sont souvent marquées par leur violence pouvant atteindre 150 mm/h en cinq minutes, surtout en automne, provoquant des crues catastrophiques.

Répartition interannuelle des totaux annuels et saisonniers

Les différents totaux annuels et saisonniers des 75 années observées à Gabès ont fait l'objet d'ajustements graphiques; la loi de répartition qui semble le mieux tenir compte des écarts extrêmes caractéristiques de la région est la loi gaussio-logarithmique.

* Plus récemment du 1/9/1975 au 31/5/1976, il est tombé 518 mm.

Compte tenu de ces différents ajustements on observera à Gabès :

Pluies annuelles

Une pluie inférieure ou égale à 100 mm : 1 année sur 5
Une pluie supérieure ou égale à 250 mm : 1 année sur 5
Une pluie comprise entre 100 et 250 mm : 3 années sur 5

Pluies automnales (sept. oct. nov.)

Une pluie inférieure ou égale à 30 mm : 1 année sur 5
Une pluie supérieure ou égale à 120 mm : 1 année sur 5
Une pluie comprise entre 30 et 120 mm : 3 années sur 5

Pluies hivernales (déc. janv. fév.)

Une pluie inférieure ou égale à 20 mm : 1 année sur 5
Une pluie supérieure ou égale à 80 mm : 1 année sur 5
Une pluie comprise entre 20 et 80 mm : 3 années sur 5

Pluies printanières (mars, avril, mai)

Une pluie inférieure ou égale à 15 mm : 1 année sur 5
Une pluie supérieure ou égale à 65 mm : 1 année sur 5
Une pluie comprise entre 15 et 65 mm : 3 années sur 5

Notons pour mémoire qu'un total annuel de précipitations à Gabès ≥ 500 mm peut être considérée comme un événement cinquantenaire, de même qu'un total annuel ≤ 50 mm.

Années types à répartition saisonnière type

L'aménageur rural, s'il tient compte des hauteurs totales de pluies, est très intéressé également par la répartition des pluies au cours de l'année. Par exemple, une année moyenne donne une répartition saisonnière des plus irrégulière.

En fonction des ajustements annuels et saisonniers, nous avons défini, sur les 75 années complètes du poste de Gabès SM, des années et saisons types, en retenant la période de retour de 3 années sur 5 comme caractéristique d'une année (Y) moyenne, d'un automne (A) moyen, d'un hiver (H) moyen, d'un printemps (P) moyen. Par ailleurs on a retenu la période de l'année sur 5 pour les événements secs (s) et les événements humides (h).

Ainsi nous avons les types d'années et de saisons selon la répartition des pluies :

.. / ...

$Y_s \leq 100 \text{ mm}$	$100 < Y_m < 250 \text{ mm}$	$Y_h \geq 250 \text{ mm}$
$A_s \leq 30 \text{ mm}$	$30 < A_m < 120 \text{ mm}$	$A_h \geq 120 \text{ mm}$
$H_s \leq 20 \text{ mm}$	$20 < H_m < 80 \text{ mm}$	$H_h \geq 80 \text{ mm}$
$P_s \leq 15 \text{ mm}$	$15 < P_m < 65 \text{ mm}$	$P_h \geq 65 \text{ mm}$

A partir de ces années et saisons types, on peut définir des années types à répartition saisonnière type.

Il est pratiquement impossible sur ces combinaisons de définir une loi de répartition. Les années à répartition les plus fréquentes sont indiquées dans le tableau n°2.

Tableau n°2

Année type	Fréquence	Année type	Fréquence
Ym Am Hm Pm	0,179	Ys Am Hs Ps	0,038
Ym Am Hh Pm	0,064	Ym Am Hm Ph	0,038
Ym As Hh Pm	0,064	Ym Ah Hs Pm	0,038
Ym Am Hs Pm	0,051	Ym Ah Hm Pm	0,038
Ym Am Hm Ps	0,051	Yh Ah Hm Pm	0,038
Ys As Hm Pm	0,038	Yh Ah Hm Ph	0,038

Ainsi une fois toutes les 5,5 années on a une chance d'avoir à Gabès une pluie annuelle moyenne à répartition moyenne ($\frac{1}{0,179} = 5,5$)

Début et fin de la saison des pluies

La précocité du début de la saison des pluies est une notion très importante en zone présaharienne, elle détermine la date des labours et du départ de la végétation sur les steppes après la longue sécheresse estivale; ainsi un début tardif de saison des pluies, après le 1er novembre, provoque seulement une faible repousse des espèces spontanées en raison du froid.

De même un arrêt précoce de la saison des pluies avant le 1er avril est très préjudiciable aux pâturages et à la céréaliculture à une période où les espèces végétales sont en pleine croissance.

../...

Nous considérons comme début de la saison des pluies la première pluie* journalière ≥ 10 mm, tombée après le 1er septembre et comme fin de saison des pluies la dernière pluie journalière ≥ 10 mm tombée avant le 31 mai (il n'y a, en effet, jamais eu une pluie journalière ≥ 10 mm après le 31 mai à Gabès, sur les 43 années observées).

De l'examen des données "contribution aux totaux pluviométriques mensuels et annuels des pluies journalières du poste de Gabès" sur 43 années complètes, il ressort que :

- la fréquence observée d'apparition de la première pluie journalière ≥ 10 mm
avant le 1er décembre est de 0,790
avant le 1er novembre est de 0,628
avant le 1er octobre est de 0,326
- la fréquence observée d'apparition de la dernière pluie journalière ≥ 10 mm
après le 1er mai est de 0,214
après le 1er avril est de 0,333
après le 1er mars est de 0,571.

Une année a été considérée comme ayant un début précoce de saison des pluies, si la première pluie journalière supérieure ou égale à 10 mm est tombée avant le 1er octobre, soit environ 1 année sur 3. De même une fin de saison des pluies sera dite tardive si la dernière pluie supérieure ou égale à 10 mm tombe après le 1er avril, soit environ 1 année sur 3.

Notons pour mémoire que environ 1 année sur 5 le début de la saison des pluies peut se produire après le 1er décembre et que 1 année sur 2,3 années, la fin de la saison des pluies peut se produire avant le 1er mars.

Successions d'années humides ou sèches

L'établissement des moyennes chevauchantes avec un pas de cinq et dix ans fait apparaître des cycles d'années favorables ou défavorables, se succédant sans périodicité définie; en outre il ne semble pas que depuis 1885 il y ait eu une évolution quelconque de la pluviométrie. Les moyennes quinquennales peuvent varier du simple au double.

* Pluie journalière : pluie tombée entre 8 h. à t et 8 h = t + 24 heures

Cependant si nous définissons :

année sèche avec $h < 100$ mm

année moyennement sèche avec $100 < h < 154,5$ mm

année humide avec $h > 250$ mm

année moyennement humide avec $250 > h > 154,5$ mm

en 75 années complètes d'observations à Gabès, il y a :

4			successions d'années sèches de 2 ans			
3	"	"	moyennement sèches de 2 ans			
2	"	"	"	"	" 3 "	
1	"	"	"	"	" 4 "	
1	"	"	"	"	" 5 "	(comprenant 2 successions de 2 années sèches)
3	"	"	humides de 2 ans			
3	"	"	moyennement humides de 2 ans			
2	"	"	"	"	" 3 "	(dont 1 comprenant 1 succession de 2 années humides)
1	"	"	"	"	" 5 "	(comprenant 1 succession de 2 années humides)
1	"	"	"	"	" 7 "	(comprenant 1 succession de 2 années humides)

Pluie efficace

La pluie reçue par l'ensemble de la région n'a pas partout la même efficacité dans la recharge des réserves en eau des sols. En effet, suivant l'état de dégradation de la végétation et des sols, de la présence des croûtes et des encroûtements, des pentes, etc... de chaque écosystème, une partie importante des pluies peut, soit ruisseler, soit participer à la recharge des nappes profondes (fonds d'oued, zone de piémont ou garaet).

Aussi si l'équation du bilan hydrique s'exprime par la relation :

$$P = R + \Delta S + D + E$$

dans laquelle :

P = pluie totale

R = ruissellement

ΔS = accroissement du stock d'eau du sol

E = évapotranspiration (pendant la pluie ≈ 0)

D = drainage, apport, remontées

nous considérons comme pluie efficace (P_e) la pluie qui participe effectivement à la recharge des réserves en eau du sol.

$$P_e = \Delta S = P - (R + D + E)$$

Cette efficacité de la pluie peut être connue, soit par la mesure de l'état hydrique des sols immédiatement avant et après la pluie dans les cas où l'on contrôle la tranche du profil ne subissant aucune variation d'humidité (90 % des cas), soit par la mesure de R (parcelles de ruissellement sans infiltrations profondes) et contrôle de ΔS .

Nous constatons donc qu'à l'exception des zones d'infiltration et d'épandage (ZR3, zr, RA3, ra sur la carte des écosystèmes, voir figure 2) l'équation du bilan hydrique d'une pluie se réduit à :

$$P_e \approx P - R$$

1.1.3 Evapotranspiration potentielle et réelle - Déficit hydrique

Sur le tableau n°3 nous avons porté pour la station de Gabès :

- l'évaporation Piche mesurée sous abri
- l'évapotranspiration potentielle calculée suivant la formule de Turc

$$ETP = (50 + I_g) 0,4 \frac{t}{t + 15}$$

où t = température moyenne mensuelle

I_g = radiation globale

- l'évapotranspiration potentielle calculée suivant la formule de Penman
- l'évapotranspiration potentielle mesurée sur un bac Thornthwaite planté en Pennisetum clandestinum (Kikuyu), située en bordure de l'oasis de Gabès
- le déficit hydrique théorique calculé par différence entre l'ETP (Turc) et la pluviométrie.

Tableau n° 3

Gabès	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
Evaporation Piche(mm)	192	158	132	133	133	132	167	141	186	189	229	229	2022
ETP (Turc) (mm)	142	102	74	56	57	74	105	127	151	169	185	175	1417
ETP(Penman)	128,2	87,5	48,4	40,3	43,0	56,2	89,2	118,5	144,2	161,1	176,5	162,0	1254,9
Pluie(mm)	19,1	41,5	24,4	18,0	20,7	17,5	18,3	17,5	5,0	1,6	0,4	0,6	183,2
ETP Kikuyu (mm)	129	101	76	57	63	56	97	128	164	170	203	187	1431
Déficit	122,9	60,5	49,6	36,0	36,3	56,5	86,7	109,5	146,0	167,4	184,6	174,4	1233,8

Pour Gabès le déficit théorique annuel est de l'ordre de 1200 mm, mais ce déficit est sous-estimé car il prend en compte la pluie totale et non la pluie efficace, qui recharge effectivement les réserves en eau du sol. Nous pensons que sur la zone d'Oglat Merteba, compte tenu d'une pluviométrie efficace plus faible qu'à Gabès et d'une ETP plus élevée en raison d'une continentalité plus accentuée, ce déficit doit se situer aux alentours de 1300 mm.

En fait, d'après ce bilan très théorique, la saison sèche dans le Sud tunisien durerait toute l'année, ce n'est pas le cas puisque pendant plusieurs mois de l'année la végétation naturelle et cultivée se développe "normalement". Aussi depuis 5 ans, sur des steppes analogues à celles d'Oglat Merteba, nous mesurons l'évapotranspiration réelle du sol et de la végétation et il s'avère que, en moyenne, l'état des réserves hydriques du sol permet :

- une croissance même faible des annuelles d'octobre à avril avec des interruptions dues à de longues périodes sans pluie,
- une alimentation en eau presque normale des espèces pérennes (à enracinement plus profond) de novembre à mai, sans interruption.

A titre d'exemple, pour une steppe à Rhantherium suaveolens en bon état (RX3), nous savons maintenant que pour un état de réserve en eau disponible pour la végétation ($R_d = \int_0^z dz (H_v - H_v pF_{4,2})$) de l'ordre de 50 à 60 mm, l'ETR moyenne journalière est de :

- 1,2 à 1,5 mm en automne
- 0,8 à 1,0 mm en hiver
- 1,8 à 2,5 au printemps

1.1.4 Conclusions sur le climat "facteur de désertification"

L'examen de la série des précipitations depuis la fin du siècle dernier à Gabès, ne permet pas de déceler une diminution de la pluviosité. Avec un quotient pluviothermique d'Emberger compris entre 10 et 20 la zone d'Oglat Merteba se situe donc à la limite des étages bioclimatiques de l'aride inférieur et du Saharien supérieur du climat méditerranéen.

D'après la classification climatique utilisée dans la légende de la carte des déserts et des semi-déserts au 1/25 000 000 de l'UNESCO la zone d'Oglat Merteba est située dans le climat :

- désertique atténué (aride) $0,04 < \frac{P}{ETP} < 0,3$ ($\frac{P}{ETP}$ Gabès = 0,146)
- à été chaud (limite de l'été torride $T > 30^{\circ}\text{C}$)
- à hiver tempéré, à frais (t voisin de 10°C)
- à sécheresse de 4 à 6 mois en saison chaude (avril à septembre).

L'aridité du climat est essentiellement marquée par une pluviosité faible et des mois d'été très chauds.

Cette aridité globale, susceptible de contribuer à la désertification, est renforcée par les traits climatiques suivants :

- les pluies tombent pendant la saison froide et très souvent à la fin de l'automne et au début de l'hiver, elles sont donc peu efficaces pour la végétation qui pousse essentiellement au printemps,
- les pluies ont souvent un caractère orageux avec de fortes intensités favorisant le ruissellement et l'érosion sur des zones déjà très dégradées, accentuant ainsi le déficit hydrique général de la région,
- la variabilité des précipitations est aussi une cause qui accentue la dégradation par des successions d'années sèches, ou par des répartitions annuelles très aléatoires. Par exemple, une série d'années humides ayant permis la mise en valeur de certaines zones (céréaliculture), suivie d'une série d'années sèches aura des conséquences désastreuses sur le milieu privé alors de sa végétation naturelle.

- la variabilité du début de la saison des pluies est aussi à prendre en compte : un début tardif de saison des pluies peut accélérer les processus de désertification par surpâturage, si les animaux ne quittent pas la zone.
- enfin, aggravant encore le bilan hydrique, rappelons la prédominance des vents desséchants et violents de secteur SW, W et NW durant la saison de végétation; ces vents marquent d'ailleurs fortement le modelé des steppes sableuses par des accumulations de tout genre (voile, nebkhas, dune, erg, etc.).

1.2 Relief. Géomorphologie. Les sols

1.2.1 Géomorphologie (cf. Fig.3)

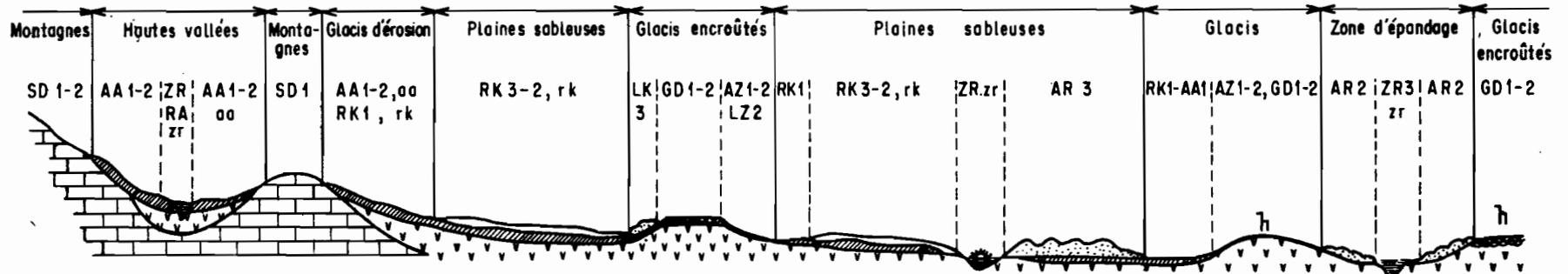
Les steppes d'Oglat Merteba reposent sur un vaste ensemble de plateaux et de plaines s'étalant entre les djebels Tebaga à l'Ouest, Hallouga au Nord-Est et les contreforts septentrionaux de la chaîne des Matmatas au Sud. Ces reliefs, constitués pour l'ensemble par les calcaires du Sénonien supérieur et inférieur, culminent entre 200 et 300 m. La plaine débouche au Nord par le Seuil d'El Hamma (entre les djebels Azziza et Hallouga) sur la cuvette du Chott Fedjadj; son altitude est comprise entre 150 et 100 m environ.

Il s'agit d'un vaste ensemble de glacis d'érosion emboîtés et d'accumulation façonnés dans les argiles sableuses gypseuses du Miopliocène, principalement à partir des djebels Tebaga et Matmata. Ces glacis convergent vers la partie basse de la région (altitude : 100 m).

La plus ancienne surface d'érosion est celle du Villafranchien; elle a été fortement démantelée; mais il subsiste encore dans toute la région des témoins constitués de collines ou de plateaux protégés sur leurs sommets par une croûte calcaire saumonée à Hélicidées, plus ou moins fracturée, elle se présente alors sous forme de reg.

A la même époque, et durant une période qui s'est vraisemblablement prolongée jusqu'au Quaternaire moyen, et même récent, mais dans des sites favorables aux piégeages des sédiments, se sont mis en place les limons des Matmatas, caractérisés aujourd'hui par de puissants épandages, dans les vallées de Chemlali, Beni Afssa, etc. Leur extension peut aller très loin dans la plaine.

ZONE TEST D'OGLAT MERTEBA



L É G E N D E

Sigle de l'écosystème	SD	Matériau limoneux à nodules calcaires	
Calcaire dur du crétacé		Recouvrement sablo-limoneux	
Mio-pliocène gypseux		Sable éolien peu fixé	
Croûte et encroûtement calcaire		Alluvions	
Croûte ou encroûtement gypseux		Nebkas à Ziziphus lotus	
h		Reg de croûte calcaire démantelée	

Fig.3 _ SCHÉMA MONTRANT LA RÉPARTITION DES ÉCOSYSTÈMES EN FONCTION DU RELIEF ET DE LA GÉOMORPHOLOGIE

Le Quaternaire moyen et récent est caractérisé par :

- le démantèlement de la surface villafranchienne
- la fossilisation par des croûtes et encroûtements calcaires récents de certains limons des Matmatas
- l'érosion de ces mêmes limons sous forme de "bad lands", et leur colluvionnement dans la plaine
- la mise à nu du substrat miopliocène, avec formation de vastes glacis à croûte et encroûtement gypseux, emboîtés dans la surface villafranchienne
- la mise en place sur les limons, ou sur les produits de colluvionnement des limons, ou sur le substrat Miopliocène, des matériaux participant à la pédogenèse actuelle.

Le faciès morphologique est marqué actuellement par :

- une forte érosion hydrique, en nappe sur les glacis, en ravines dans les bad lands, mettant à nu, soit les croûtes et encroûtements calcaires, soit le substrat géologique calcaire au pied des djebels, soit le Miopliocène gypseux avec formation de croûtes gypseuses,
- une forte action éolienne sur les matériaux superficiels, avec érosion de certaines zones et accumulation dans d'autres.

1.2.2 Les sols

Sur cet ensemble nous rencontrons les types de sols suivants (cf. légende de la carte des écosystèmes, Fig. 2) :

- sur les sommets de la chaîne des Matmatas, essentiellement des sols bruts d'érosion avec encore de minuscules poches (dans les diaclases) de sols calcimorphes (type protorendzines); des éboulis de pente caillouteux sur les versants, ainsi que des épandages de limons à nodules calcaires plus ou moins érodés (régosols) en "bad lands" et parfois encroûtés; il s'agit d'anciens sols isohumiques tronqués; la haute terrasse des vallées est souvent constituée de sols peu évolués d'apport sans cesse remaniés par les crues; le lit des oueds est très caillouteux et repose sur le substrat géologique;
- sur les djebels Tebaga et Hallouga, uniquement des lithosols sur calcaires durs plus ou moins diaclasés;

- sur les témoins de l'ancienne surface villafranchienne, des lithosols sur croûte calcaire, avec parfois un recouvrement sableux, ou bien un reg de croûte calcaire démantelée associé à des sols gypseux (croûte et encroûtement gypseux);
- sur les glacis du Quaternaire moyen et récent, des lithosols sur croûte et encroûtement calcaire, des croûtes et encroûtements gypseux, des sols peu évolués d'érosion (type régosolique) sur les surfaces limoneuses (anciens sols isohumiques tronqués);
- à la base des glacis et dans les fonds, des sols isohumiques jeunes (type sierozem) ou peu évolués d'apport colluvial et alluvial ; le faciès de ces régions est essentiellement sableux à sablo-limoneux en surface et recouvre souvent les différentes croûtes et la fin de l'extension de l'épandage des limons; le substrat est partout le Miopliocène, que l'on retrouve entre 1 et 3 mètres de profondeur;
- dans la plaine et sur la haute terrasse des oueds, des sols bruts d'apport éolien plus ou moins fixés par Aristida pungens, Ziziphus lotus et Retama raetam, pouvant recouvrir n'importe quel type de substrat.

D'une façon générale les sols de la région ont un niveau de fertilité extrêmement bas. Les meilleurs sols dépassent rarement des teneurs de 0,5 à 0,6 % en matière organique et présentent pour les moins sableux une capacité d'échange jamais supérieure à 10 meq./100 g (sols bruns tronqués). Les teneurs en azote, potassium et phosphore sont en général très faibles.

Dans les formations sableuses récentes la teneur en matière organique est généralement de l'ordre 0,1 à 0,3 % et la capacité d'échange voisine de 4 à 5 meq./100 g. le complexe absorbant étant principalement saturé par le calcium.

Les caractéristiques physico-hydriques sont très variables d'un sol à l'autre. Les réserves d'eau utile moyennes des sols pour la végétation* sont données dans la légende de la carte des écosystèmes. Elle varie de 40 mm pour les sols les plus superficiels à 200 mm pour les plus profonds.

* Réserve en eau utile pour la végétation : c'est la quantité d'eau comprise dans la couche du sol, exploitée par les racines, entre les potentiels capillaires 500 g/cm² et 16 000 g/cm².

1.3 Hydrologie et hydrogéologie

1.3.1 L'hydrologie

La zone-test d'Oglat Merteba est entièrement située sur le bassin versant de l'Oued el Hamma.

A l'amont, dans la chaîne des Matmatas et dans la zone des glaciers, le réseau hydrique est très hiérarchisé; il est principalement constitué des oueds Beni Afssa, Sidi Guenaou, Melab, Souinia, Rhirane, aux caractères torrentiels très accentués. Il en est de même pour les oueds du djebel Tébaga et de ses glaciers.

Vers l'aval, à l'exception des oueds les plus importants, on assiste à une désorganisation du réseau, tendant vers un semi-endoréisme, favorisant l'infiltration. En général il s'agit de cuvettes où se perdent les eaux et qui, exceptionnellement, débordent lors des fortes crues, avec reprise des écoulements.

Tous ces oueds, y compris les semi-endoréiques, convergent vers la cuvette des Oglat Merteba, elle-même marquée par un fort endoréisme. A partir de là prend naissance l'oued el Hamma. De par sa position sur le réseau hydrographique, le lieu-dit d'Oglat Merteba est le seul endroit du territoire où les riverains peuvent puiser de l'eau dans les puits installés dans l'inféoflux toute l'année. Les autres points d'eau de la région sont essentiellement constitués par des citernes familiales implantées sur les glaciers à croûte ou à limons, mais soumises aux aléas de la pluviosité, ainsi que par quelques grandes citernes (150 à 200 m³), construites par les autorités locales.

Il faut signaler en outre l'importance des aménagements de petite hydraulique traditionnelle "jessours" (petits barrages) sur les piémonts du Tébaga et surtout dans les Matmatas.

1.3.2 L'hydrogéologie

Elle est mal connue. On pense cependant que la région est une zone d'importante alimentation des nappes profondes, surtout au pied du massif des Matmatas, et le long des oueds. Quoi qu'il en soit il n'y a pas d'artésianisme et les seuls forages que l'on puisse exploiter avec une certaine rentabilité doivent être implantés en dessous de la cote 125 m afin de limiter les frais de pompage. Actuellement dans la zone-test ou à proximité, sur quatre implantations réalisées dans la nappe des calcaires du Sénonien inférieur, situées entre 50 et 100 m environ, une s'est avérée négative (I. Rhirhane) et les trois autres ont donné des résultats assez décevants à l'exception de celle des Oglat :

- forage des Oglat
niveau piézométrique 40,70 m - Débit : 28 l/s
résidu sec : 3,620 g/l
- forage de Beni Afssa Nord
niveau piézométrique 50,0 m - Débit : 3,5 l/s
résidu sec : 1,960 g/l
- forage de l'oued Gouraf
niveau piézométrique 43,68 m - Débit : 7 à 8 l/s
résidu sec : 2,840 g/l

Les eaux sont sulfatées et chlorurées.

1.4 La végétation spontanée

Le paysage de la zone-test surtout marqué par une végétation naturelle de ligneux bas, atteignant rarement plus de 0,50 m de hauteur. On décrira la végétation en rattachant les types physiologiques aux grandes unités géomorphologiques de la région. Pour cette description on appellera :

- steppe toute formation végétale, basse, claire et dépourvue d'arbre (steppes à ligneux bas ou chaméphytes, steppes à graminées)
- scrub les formations dominées physiologiquement par les buissons épineux denses
- pelouse les formations herbacées dont le rythme saisonnier est marqué.

Pour plus de précision, la légende de la carte des écosystèmes indique, en plus de la physiologie des formations végétales, la couverture de la végétation pérenne (exprimée en pourcentage du sol recouvert par cette végétation), l'état de dégradation de cette végétation (exprimant de fait l'absence ou la présence d'un surpâturage), les espèces dominantes physiologiquement, la biomasse aérienne des plantes pérennes et des plantes annuelles (exprimée en kilogrammes de matière végétale sèche présente à un instant donné sur une superficie d'un hectare du milieu considéré) et la production annuelle de la partie aérienne de la végétation spontanée (exprimée en kilogrammes de matière végétale sèche) produite par hectare et par année à pluviosité moyenne.

Les quelques mesures effectuées sur le terrain permettent d'affirmer que pour une steppe en bon état, la biomasse souterraine des espèces pérennes est équivalente à celle de la partie aérienne des mêmes espèces.

1.4.1 La végétation des zones montagneuses calcaires

Dans le massif des Matmatas, les parcours situés aux altitudes supérieures à 300 mètres sont encore actuellement, et malgré une pression croissante (due aux animaux et à la cueillette pour le tressage des fibres), constituée de steppes d'Alfa (Stipa tenacissima). L'alfa est présent en nappe parfois assez dense surtout sur les versants Nord (couverture générale pouvant atteindre 30 % dans les meilleurs cas : unité SD2). Signalons que les témoins de la forêt xérophile ancienne tels que : Rhus tripartitum, Periploca laevigata, Teucrium alopecurus, Rosmarinus officinalis var. troglodytarum, existent encore dans de nombreuses anfractuosités des rochers les plus inaccessibles.

L'Alfa est relayé au fur et à mesure de sa régression (exposition Sud, pression humaine trop grande) par un ligneux bas, le Gymnocarpos decander, formant des steppes homogènes quoique peu denses sur les lithosols calcaires ensablés ou non. L'ensablement de ces lithosols est la preuve d'une exploitation pastorale non excessive et permet une biomasse aérienne des espèces ligneuses importante ainsi que le développement de nombreuses annuelles (unité GD2).

1.4.2 La végétation des zones gypseuses

Du fait de la présence d'habitations, les lithosols gypseux sont le plus souvent couverts de steppes claires à ligneux bas avec des biomasses végétales peu élevées à la suite d'un surpâturage permanent dû aux troupeaux individuels des sédentaires. Nous retrouvons là, en plus de quelques espèces caractéristiques du gypse, de nombreuses espèces liées à la présence des lithosols : Atractylis serratuloides, Helianthemum lipii var. intricatum (unité AZ). Dans certaines zones moins dégradées la végétation retient encore de petits placages sableux colonisés par le sparte (Lygeum spartum) et où la couverture végétale est plus forte ainsi d'ailleurs que la production des espèces annuelles (unité LZ2).

1.4.3 La végétation des glacis limoneux

Sur les grandes épaisseurs de limon des piémonts des montagnes, la végétation pastorale a été également, depuis très longtemps, malmenée et il est presque impossible actuellement de retrouver des steppes originelles (unité AA2), formations à ligneux bas dominée par Artemisia herba-alba ayant des couverts supérieurs à 25 %. Les espèces très appréciées ont quasiment disparu et ainsi l'Armoise blanche (Artemisia herba-alba) a été progressivement remplacée par Arthrophytum scoparium, peu apprécié du bétail (unité AA1).

Sur tous ces lithosols et glacis d'érosion à végétation dégradée (unités SD1, GD1, AZ2, AZ1, AA2, AA1), le ruissellement est élevé. Cette caractéristique a été utilisée par les agriculteurs pour permettre la mise en culture sur ces limons (unité aa), avec une certaine garantie de succès, de petites parcelles situées derrière des levées de terre "tabia" favorisant la retenue du sol et des eaux. Si la culture améliore la pénétration des eaux, la texture de ces limons entraîne rapidement un glaçage de la surface, ce qui entrave la germination de la quasi-totalité des espèces annuelles dans les jachères.

1.4.4 La végétation des plaines sableuses

Dans les zones basses ces limons ont été recouverts de sable et le sierozem qui s'y est alors développé a entraîné l'installation de formations homogènes de ligneux bas, le plus souvent dominés par Rhanterium suaveolens ou, si le sable recouvre une croûte ou un encroûtement gypseux profond, par le sparte (Lygeum spartum). Ces steppes peuvent atteindre des recouvrements élevés pour la région et avoisinent pour les cas favorables 30 à 35 % (unités LK2, RK3). La biomasse aérienne des plantes pérennes est également élevée dans ces cas et atteint 1300 kg de matière sèche à l'hectare, et la végétation annuelle y est aussi abondante. Ces milieux sont souvent dégradés par le surpâturage, surtout important autour des puits de surface.

Au cours de la transhumance quelques petites parcelles sont labourées et emblavées en céréales avec souvent peu de chances de réussite.

Quand les apports de sable sont trop importants et rapides, le Rhanterium suaveolens est remplacé par une Graminée haute, Aristida pungens, qui, peu appréciée des ovins et des caprins, se développe en formations denses (45 à 60 % de couvert pour l'unité AR₃) fixant les dunes et permettant le développement très important d'une végétation d'annuelles.

1.4.5 La végétation des zones d'épandage

Dans les zones d'épandage, les milieux sont favorables (sols profonds et mieux alimentés en eau) à l'installation d'une végétation arborescente (parfois supérieure à 2 m). Ce scrub lâche se développe donc en longs filets minces dans des situations topographiques basses par rapport aux steppes avoisinantes. Cette végétation est surtout remarquable par la présence d'espèces particulières sur les buttes d'accumulation sableuse. Ainsi certains pieds de jujubier (Ziziphus lotus), qui résistent à l'ensablement "montent" et peuvent, s'ils sont protégés de la dent du bétail, devenir arborescents et atteindre

3 à 4 mètres de hauteur (unité ZR3). Entre ces buttes on retrouve une formation ligneuse basse assez semblable à celle déjà décrite et dominée par le Rhanterium suaveolens. Dans cette unité la biomasse des espèces pérennes et des annuelles est particulièrement élevée et a été estimée à 4000 kg de matière sèche par hectare pour les pérennes et à 300 kg de matière sèche par hectare pour les annuelles. Ces sols ont souvent été mis en culture depuis fort longtemps et les buttes à jujubier ("nebkhas") qui gênaient les façons culturales ont parfois été arasées. Après l'abandon de la culture une pelouse à chiendent (Cynodon dactylon) se développe rapidement (unité zr).

Certaines terrasses de lits d'oueds où ces sols profonds d'alluvions surmontent un encroûtement gypseux, sont physionomiquement dominées par le Sparte (unité PZ3) et ont une biomasse aérienne des plantes pérennes élevée (estimée à 2000 kg de matière sèche par hectare).

Dans le Sud de la zone d'Oglat Merteba de grandes épaisseurs de sable amènent à une xéricité accrue des milieux et à l'installation d'une végétation de ligneux bas apparentés aux végétations sahariennes. Dans la zone-test il s'agit de l'unité RA physionomiquement marquée par l'abondance des touffes de Retama raetam et d'Arthrophytum schmittianum var. schmittianum avec une biomasse élevée, mais une production d'annuelles défavorisée par la sécheresse du milieu. La culture de ce milieu (unité ra) laisse un petit parcours sur chaume grâce aux annuelles qui se développent dans la céréale et à la production des quelques espèces ligneuses non totalement arrachées par les façons culturales.

1.5 Animaux sauvages

Par manque de moyens un inventaire systématique de la faune de la zone-test n'a pu être établi. On est donc dans l'impossibilité de fournir des données de biomasse et de production concernant la faune sauvage.

L'exposé et la légende de la carte des écosystèmes (Fig.2) se bornent donc à établir des listes non exhaustives des vertébrés essentiellement, les aspects concernant l'entomologie et la microfaune, quoique importants, n'ayant pas été abordés ici.

Dans la légende de la carte des écosystèmes, les espèces migratrices ou accidentelles n'ont pas été signalées. Cette légende comporte une liste principale d'espèces considérées comme présentes sur l'ensemble des milieux de la zone. Les espèces spécifiques de certains milieux (montagnes, zones

d'épandage) ont été listées dans les colonnes correspondantes. Ne pouvant pas citer toutes les espèces présentes, on insiste cependant, pour les oiseaux, sur l'abondance des espèces et des individus de la famille des alouettes : Alaudidae.

Espèces des montagnes

A part le goundi (Ctenodactylus gundi) les espèces citées sont généralement des espèces en régression dont les individus ont cherché refuge dans ces milieux accidentés.

Espèces des zones d'épandage

La présence de buttes d'accumulation sableuse (nebkhas), fixées par des buissons importants de jujubier (Ziziphus lotus) dans les zones d'épandage des oueds, fournit à un grand nombre d'espèces des abris relativement frais (ombrages, terriers, perchoirs) durant toute l'année. C'est notamment dans ces zones que l'on rencontre les principaux prédateurs carnivores, rapaces ou reptiles. Occasionnellement on peut rencontrer la gazelle dorcas (Gazella dorcas) dans les zones où dominant les buissons de Retama raetam.

Espèces des plaines sableuses et des piémonts

D'une façon générale, les plaines sableuses sont relativement pauvres en espèces (rareté des abris, des points d'eau et des cultures). La majorité des espèces que l'on y rencontre sont, de ce fait, erratiques, exemple : Outarde houbara (Chlamydotis undulata), Ganga cata (Pterocles alchata), Lièvre (Lepus capensis). Des rongeurs abondants, le Mérion (Meriones shawi) et le Psammomys (Psammomys obesus) effectuent un prélèvement notable de la production primaire.

La présence de cultures (céréaliculture, arboriculture, cultures vivrières), de points d'eau (citerne de ruissellement, puits) et d'un relief accidenté (abris) dans les zones de piémonts et les vallées, favorise l'installation d'une faune sédentaire, exemple : Perdrix gabra (Alectoris barbara), Pigeon biset (Columba livia), Renard (Vulpes vulpes), Chacal (Canis aureus). Le Scorpion jaune (Androtocnus amoreuxi) et la Vipère à cornes (Cerastes cerastes) sont également souvent observés sur les regs caillouteux plus ou moins ensablés.

Espèces migratrices et espèces accidentelles

Durant la période s'étalant de novembre à fin mars, les Grives (Turdus philomenos) et les Etourneaux (Sturnus vulgaris) hivernent dans les vergers d'oliviers des zones de piémont; ils y sont remplacés au printemps et durant l'été par les Tourterelles des bois (Streptopelia turtur), qui viennent nidifier. Le Guêpier d'Europe (Merops apiaster) séjourne et nidifie dans la saison chaude dans les buissons à jujubier.

Accidentellement les Cigognes blanches (Ciconia ciconia), en cours de migration, peuvent se reposer sur la zone à la fin de l'hiver, de même que certains Canards (Anatidés) sur les mares temporaires après les fortes pluies.

Certaines années où les céréales sont denses, la Caille des blés (Coturnix coturnix) peut séjourner dans les cultures.

1.6 La population humaine

1.6.1 Densité. Répartition par âge et par sexe

La zone-test appartient à la Délégation d'El Hamma (Gouvernorat de Gabès) et est située à 20 km de l'oasis d'El Hamma, chef-lieu de la Délégation.

La population totale de la Délégation d'El Hamma (3.466 km²) s'élevait à 32.250 habitants en 1966 et à environ 41.000 en 1975. Le groupe ethnique correspondant est la tribu des Benizid, elle-même fractionnée en de nombreux sous-groupes.

La Délégation compte 58,8 % de population rurale dispersée malgré la présence d'oasis, facteur fondamental de concentration de la population rurale. La densité dans l'ensemble de la Délégation est de 11,8 habitants/km².

La densité moyenne de la population rurale n'est que de 6,6 habitants/km², ce qui donnerait dans la zone-test concernée une population totale de 1320 habitants. Cette densité est assez faible si l'on considère l'ensemble des régions présahariennes arides de la Tunisie, mais il faut noter que tous les utilisateurs de la zone en question n'habitent pas sur place.

La répartition par âge de la population de la Délégation d'El Hamma en 1966 était la suivante :

moins de 15 ans	: 46 %
de 15 à 50 ans	: 38 %
50 ans et plus	: 16 %

La population d'âge scolarisable (6 à 14 ans) représente en milieu rural 26 % de la population totale.

En ce qui concerne la distribution par sexe, on constate un déficit considérable d'hommes dans le groupe d'âge de 15 à 50 ans. Ce déficit atteint environ 18 % et traduit le phénomène migratoire des hommes d'âge actif. En revanche on note un excédent de 28 % d'hommes âgés, phénomène difficile à expliquer.

Dans la zone-test concernée, on peut considérer que 100 % des hommes actifs fixés ont des activités agricoles puisqu'il n'y a pas d'agglomération. Dans la Délégation d'El Hamma, comportant un centre urbain, le pourcentage d'hommes actifs ayant des activités agricoles est de 71,5 % (à comparer au chiffre de 50 % valable pour l'ensemble du Gouvernorat de Gabès). On peut considérer que dans la Délégation 80 % de la population dépend directement de l'agriculture pour sa subsistance.

1.6.2 Migration. Emplois

L'émigration à l'étranger, rapportée au volume total des actifs (émigrants inclus) serait de 9 % pour la Délégation, chiffre relativement bas pour le Sud tunisien (28 % dans l'ensemble du Gouvernorat de Gabès, moyenne 1964-1972).

On peut penser d'une part que ce fait est dû à certaines difficultés récentes pour l'émigration et, d'autre part, que la proximité du nouveau complexe industriel de Gabès a contribué à fixer la population en procurant des emplois. Par ailleurs, d'autres enquêtes ont montré que 30 % des hommes actifs se trouvent hors de la Délégation, soit occupés en Tunisie, soit à l'étranger.

Le phénomène migratoire dans les régions du Sud touche essentiellement l'individu travailleur lui-même, la famille restant sur place dans la plupart des cas.

Dans la Délégation d'El Hamma, 75 % des familles élargies comportant 1 ou plusieurs émigrants conservent 1 ou plusieurs hommes actifs et peuvent de ce fait cumuler des ressources de provenance locale et étrangère. On relève une proportion deux fois plus élevée de "fils" de chef de famille parmi les émigrants que de chefs de famille proprement dit.

Si l'on considère que 30 % des actifs recensés sont des ouvriers saisonniers occasionnels, ne disposant que de leur seule force de travail, on peut estimer que le surplus net actuel de force de travail mobilisable par rapport au volume de l'emploi local frise les 50 %. A noter cependant la pénurie de main-d'oeuvre à certaines périodes de l'année (récoltes), pénurie liée à des rigidités dans la mobilité et au niveau de rémunération offerte pour de tels types de travaux.

La répartition par catégories d'emploi des actifs masculins, en milieu rural, serait actuellement estimée à :

Indépendants	40 %
Ouvriers	41 %
Aides familiaux	7 %
A la fois indépen- dants et ouvriers	12 %
	<hr/>
	100 %

A noter donc que le taux de salariés reste faible.

On peut à peine parler d'un marché du travail "organisé" dans le contexte étudié. En effet, moins du quart des actifs qui échangent certains de leurs services contre une rémunération (en espèces ou en nature) se déclarent salariés à part entière. On se trouve en effet en présence d'un type dominant d'exploitation agricole de nature familiale. Mais le travail pour compte d'autrui (saisonnier ou occasionnel) est néanmoins amplement répandu. Dans ce genre de société rurale, toute tissée de liens étroits de parenté et de voisinage, le travail se présente notamment sous la forme de prestations de services à titre de réciprocité.

1.6.3 Tentative d'estimation du revenu brut des activités agricoles*

Dans la zone-test, la population tire essentiellement ses revenus de l'agriculture (élevage, céréales, arboriculture, cueillette) et d'un petit artisanat familial. Malgré l'absence de chiffres précis une tentative d'estimation du revenu brut agricole a été entreprise.

Les estimations de production animale domestique par type d'écosystème (cf. légende de la carte) conduisent à une production totale de 46 000 kg de poids vif sur les 20 000 ha, soit environ 37 000 dinars, avec les toisons.

Les estimations de production de céréales (environ 2 000 ha) donnent 5 640 qx. de céréales, soit environ 25 000 dinars/an.

* Les activités liées à l'exploitation du milieu sont développées dans le § 1.7.

On estime à 150 hectares environ la surface aménagée en vergers et jardins (oliviers, fruitiers, cultures vivrières). Le revenu brut en est estimé à 200 dinars/ha/an, soit au total pour la zone 30 000 dinars/an.

La cueillette du bois est évaluée à 750 t/an sur la zone, soit un équivalent énergétique (pétrole) de 12 600 dinars.

Les productions familiales, telles que aviculture, lait, artisanat, sont encore plus difficiles à chiffrer. On les a estimées à 100 dinars par famille/an, soit environ 16 500 dinars.

Le revenu brut moyen produit par la zone-test serait donc de 121 000 dinars, soit environ 6 dinars (14,30 \$) par hectare, ou encore de 97 dinars (230 \$) par habitant et par an.

Ce chiffre n'est évidemment qu'une grossière approximation. Il s'y ajoute les revenus provenant d'emplois à l'extérieur (émigration en particulier).

1.6.4 Type d'habitat

Les trois-quarts de la population rurale vivent dans des habitations dispersées. Chacune des fractions, composant la tribu des Benizid, possède un certain nombre de territoires collectifs d'étendue variant de quelques dizaines à quelques milliers d'hectares.

Ces territoires sont à vocations diverses, parcours, céréales dans les bas-fonds, arboriculture en piémont, etc. C'est l'exploitation agropastorale qui conditionne l'implantation de l'habitat. Le type dominant de peuplement est ici à base pluri-résidentielle et d'occupation saisonnière; la famille élargie de type agricole rurale possède de trois à cinq lieux d'habitations dont deux ou trois sont alternativement vacants.

L'habitat dispersé se localise principalement sur les piémonts où il y a possibilité de construire des citernes emmagasinant sous terre l'eau de ruissellement. On voit, lors de périodes de sécheresse prolongée, la famille entière abandonner la maison et la citerne vide pour rejoindre provisoirement le chef-lieu de Délégation.

Chaque famille agricole aisée possède au moins une pièce construite "en dur", au chef-lieu de la Délégation, qui est habitée presque en permanence par un des membres de la famille (âgé ou dédié au commerce ou à une autre activité non agricole), assurant en même temps le toit aux jeunes scolarisés de la famille.

La tente est une forme d'habitation très localisée en Tunisie (moins de 3 % de la population), surtout dans le Sud du pays. Dans la Délégation d'El Hamma, 50 % de la population rurale recensée possède une tente.

A une certaine période de l'année, comme par exemple au début du printemps, à l'époque des mise-bas et de la lactation, la tente peut abriter la famille au complet. Parfois, un peu plus tard dans la saison, une partie de la famille se déplace avec la tente dans les zones céréalières pour la moisson.

Par ordre d'importance les formes d'habitats sont le gourbi (édifié sans ciment à l'aide de matériaux divers, palmes, etc.), la maison en pierre et la tente. Dans la zone montagneuse subsiste une forme très ancienne d'habitation troglodyte.

Dans la région le Gouvernement a favorisé une sédentarisation relative depuis quelques décennies en construisant des écoles et dispensaires dans la campagne; parfois un forage fournit l'eau en permanence et permet l'installation d'un périmètre irrigué. Autour de ces centres on voit s'installer des tentes qui deviennent gourbis, puis maisons en dur. Parfois aussi un village social est construit de toute pièce en dur, par le Gouvernement, et les maisons sont cédées aux habitants sous des formes très avantageuses. Dans la zone-test ces aménagements sont seulement en cours de réalisation.

1.6.5 Mode d'alimentation

L'alimentation humaine est à base de céréales, sous forme principalement de semoule d'orge et de blé dur (galettes, couscous, gruau). A certaines périodes de l'année les femelles des animaux sont traitées pour le lait (surtout les chèvres). La volaille est la source de viande la plus fréquente, le mouton n'est consommé qu'occasionnellement. Cependant cette consommation est en augmentation. En année pluvieuse, à la fin de l'hiver et durant tout le printemps, la population peut consommer quelques légumes frais cultivés au voisinage des habitations (petits pois, pois chiches, fèves, piments, etc.). Les fruits principaux sont les raisins, les figues, les pastèques et melons, les amandes ainsi que les dattes. Figs, amandes et dattes, sont conservées tout au long de l'année. Les olives sont, soit conservées, soit pressées pour l'huile.

Actuellement, avec la proximité du chef-lieu de Délégation, marché important, l'alimentation est appelée à se diversifier de plus en plus (pâtes, conserves, thé, sucre). Malgré cela il semble y avoir encore un certain déséquilibre de la ration au profit des matières amylacées.

1.7 Utilisation du sol

1.7.1 Principales activités - Structure foncière

L'économie de la zone d'Oglat Merteba, outre les revenus extérieurs (il y aurait 30 % des hommes actifs travaillant à l'extérieur) est basée sur un élevage extensif (la surface de la zone est à 89 % constituée de parcours naturels), sur la céréaliculture épisodique (10 % de terres cultivées ou en jachères) et sur une arboriculture avec appoint d'eau (environ 1 %). Il s'y ajoute les revenus occultes liés à la cueillette des ligneux et des fibres. On peut citer également pour mémoire un petit artisanat familial (tissage de la laine et des fibres).

Les principales activités et productions sont listées et chiffrées dans la légende de la carte des écosystèmes (cf. figure 2).

La structure foncière est liée de près à l'utilisation du sol par les habitants. Dans la zone d'utilisation extensive du "type parcours", la terre est collective (au moins au niveau du groupe ou de la famille élargie). Les zones céréalnières sont depuis quelques années progressivement privatisées, les plantations étant depuis très longtemps les seules surfaces strictement privatives. Des titres de propriété ont été distribués pour la première fois en 1903. Actuellement depuis 1974 les autorités apurent le "collectif cultivé". L'Administration du collectif est confiée à un "Conseil de gestion" composé de membres élus de la fraction sociale concernée.

1.7.2 Le parcours et l'élevage

Mode d'exploitation des parcours

Les parcours sont souvent considérés à tort comme totalement "collectifs" et libres pour tous ceux qui y mènent leurs animaux. En réalité ils apparaissent en majorité privatisés (sauf les parcours de montagne) à l'échelle du groupe, du sous-groupe et parfois même au niveau de la famille élargie. Seule l'exploitation est collective. D'autre part tous les ayants-droit ne jouissent pas de leurs droits de même manière, l'importance des troupeaux étant très variable et certains ayants-droit ne possédant même aucun troupeau.

A partir de la fin du printemps et jusqu'en automne les troupeaux sont collectifs et l'exploitation des parcours est aussi collective. En effet c'est la période durant laquelle se font la plupart des travaux agricoles (moisson, récolte de fruits, labour). Les éleveurs ne peuvent s'occuper en même temps de

leurs animaux et les confient pour 6 à 7 mois à des bergers. C'est l'époque où les troupeaux vivent concentrés autour des points d'eau et provoquent le surpâturage. Les troupeaux étrangers ne peuvent s'aventurer sur la zone car ils n'auraient pas accès à l'eau. Par ailleurs, c'est aussi l'époque de la lutte : ces petits propriétaires (moins de 10 têtes) ne peuvent avoir un bœuf en propriété.

A l'intérieur du groupe, la notion de parcours individuel n'existe donc pas, sauf sur les chaumes et dans l'ensemble des zones cultivées. En effet sur les terres cultivées la conduite des troupeaux est de plus en plus privative. Les céréaliculteurs louent leur chaume pour le parcours ("Achaba") s'ils n'y font pas pâturer leur propre troupeau.

A partir de la fin de l'automne et jusqu'à la fin du printemps, on distingue deux types de conduite :

- une conduite collective sur les parcours éloignés, en général pour les grands éleveurs. Les animaux n'ayant plus besoin de s'abreuver peuvent pâturer dans ces régions éloignées. Certains éleveurs suivent alors leur troupeau pour la mise bas et la traite. Ces parcours situés à grande distance des points d'eau sont en général en assez bon état.
- une conduite individuelle sur les parcours au voisinage des habitations pour les éleveurs qui ont retiré la totalité ou une partie de leurs animaux du troupeau collectif. La période hivernale correspond en effet à la mise bas; les troupeaux individuels sont alors disséminés près des habitations et reçoivent, si nécessaire, un complément d'aliments sous forme de dattes, tailles d'oliviers, orge, foin, etc. Par ailleurs la traite, qui a lieu principalement au printemps, est ainsi facilitée. La sédentarisation favorise donc la privatisation d'une partie des parcours et un fort surpâturage autour des agglomérations, les animaux ne s'en éloignant guère de plus de 2 - 3 km.

En cas de sécheresse localisée, le groupe peut faire pâturer le troupeau sur les parcours qu'il possède là où la pluie est tombée. Chaque fraction possède généralement, en effet, plusieurs terres de parcours disséminées dans la Délégation.

Si la sécheresse est généralisée dans la région, certains troupeaux transhument, soit vers le Sud jusqu'aux frontières libyennes, soit vers le Nord. Le transport des troupeaux se fait le plus souvent en camionnettes. L'éleveur précède toujours le troupeau à la recherche de parcours à louer (Achaba). La

transhumance dans le Nord ne dure pas plus de deux mois et dès le début de l'automne les animaux redescendent vers le Sud; les pluies deviennent en effet fréquentes au Nord et les troupeaux transhumants n'ont pas d'abris. Par ailleurs, il y a aussi le fait que les agriculteurs labourent leurs jachères dès les premières pluies.

On voit donc qu'en dehors des zones avoisinant les points d'eau et les agglomérations, les parcours connaissent une certaine mise en défens temporaire et une certaine rotation des troupeaux, liées à des périodes de sécheresse et à l'éloignement des points d'eau durant l'été. C'est vraisemblablement ce qui permet de rencontrer encore dans la région des parcours naturels productifs, là où la culture n'a pas éliminé la végétation pastorale.

L'élevage

L'élevage est basé essentiellement sur les ovins et les caprins. Dans la zone-test choisie on peut estimer à 5000 têtes les animaux qui pâturent. Mais ce dénombrement est difficile car peu de troupeaux pâturent toute l'année au même endroit. La taille des troupeaux peut varier de 30 à 1100 têtes, la moyenne étant de l'ordre de 320. Les troupeaux les plus petits sont ceux qui restent au voisinage des habitations et qui sont constitués, soit de jeunes animaux ne supportant pas les conditions de parcours, soit d'animaux à commercialiser. 37 % de l'ensemble des éleveurs résident au chef-lieu de la Délégation. Ceux-ci auraient tendance à abandonner progressivement l'élevage, ayant parfois trouvé une autre source de revenus. D'autre part l'élevage demande la présence sur place de l'éleveur, au moins temporairement, pour l'agnelage, la tonte, etc.

La plupart des troupeaux sont collectifs, 30 % seulement appartiennent à des propriétaires uniques. Les éleveurs détenant plus de 20 têtes sont peu fréquents.

L'effectif ovin est sensiblement le double de celui des caprins et les deux espèces sont le plus souvent associées en troupeaux mixtes. Malgré un effectif caprin plus faible, le nombre de propriétaires de caprins est plus élevé que le nombre de propriétaires d'ovins. Ceci indique que la chèvre est plus répandue dans les foyers que la brebis, sans doute en raison essentiellement de sa production laitière. Par ailleurs, la chèvre est mieux adaptée à certains parcours dégradés ou de montagne, alors que le mouton demande des parcours en bon état relatif. Pour ces deux raisons il semble que la chèvre soit proportionnellement en augmentation.

La lutte a lieu pendant les mois d'été (en moyenne 1 bélier pour 23 brebis). La mise bas est très échelonnée. Le sevrage des mâles ne survient qu'au moment de la vente, alors que les femelles sont sevrées précocement afin de permettre à la mère de se reconstituer et de laisser un peu de lait pour la traite.

La tonte a lieu généralement en avril-mai, le plus souvent après le début de la lutte.

Les femelles sont rarement vendues et servent à l'auto-accroissement du troupeau. Il n'existe pas de plan de sélection et le taux de fertilité est médiocre. L'âge le plus fréquent de la réforme des brebis est de 8 ans.

L'abreuvement n'est nécessaire qu'en été. Pendant les autres périodes, l'eau contenue dans les végétaux est souvent suffisante aux besoins des animaux.

En été les troupeaux ne s'éloignent pas des points d'eau en moyenne de plus de 5 - 6 km, la fréquence de l'abreuvement étant d'un jour sur deux. On note alors de fortes concentrations de troupeaux et un surpâturage considérable dans ce rayon (région des Oglets, sur la zone-test).

L'eau est rare et certains en font commerce, vendant l'eau de leurs citernes de ruissellement enterrées ou faisant venir des citernes tractées du chef-lieu de la Délégation. En période de disette l'eau se vend de 1 à 2 dinars le mètre cube (2 à 4 \$), et représente alors une dépense énorme pour l'éleveur qui est souvent amené à vendre une partie de son cheptel pour garder le reste du troupeau.

Les animaux sont vendus en général au marché. Le prix moyen de vente des agneaux serait de l'ordre de 17 dinars (40 \$), mais est très variable selon le poids de l'animal, la période de l'année, l'état de sécheresse des parcours, etc. Le lait est toujours autoconsommé. Le prix de vente d'une toison de mouton varie de 1,2 à 2,5 dinars (3 à 6 \$). La laine est en partie travaillée par la famille pour faire des tapis et des couvertures, les tentes et sacs étant en laine de chèvre; le reste est commercialisé. Le fumier n'est pas commercialisé. Il est ramassé gratuitement par des commerçants qui le vendent dans les oasis.

Une complémentation est rarement donnée aux animaux, sauf en période de disette sous la forme d'orge, son, dattes, tailles et grignons d'oliviers, paille, etc. Les productions fourragères pour la complémentation ne sont pas envisagées par l'éleveur lui-même. Mais l'achat de foin de luzerne en provenance de périmètre irrigué peut avoir lieu en période de sécheresse.

Le taux de morti-natalité des jeunes atteint 20 % et dépasse 50 % en année de disette sur l'ensemble des troupeaux.

En dehors des ovins et caprins, il faut mentionner les animaux de trait pour la culture (âne, mulet, chameau) ou de parade (cheval). Le dénombrement en est difficile. Dans la zone concernée, des troupeaux de chameaux peuvent séjourner pendant une courte période de l'année sur certains types de parcours.

On peut citer également l'élevage des volailles, lapins, etc., élevage qui a son importance pour les besoins domestiques et qui représente certainement un des principaux apports en protéines dans l'alimentation des populations.

Production des parcours et charge en animaux

La production annuelle de la végétation spontanée est donnée dans la légende de la carte pour chacun des écosystèmes. Cette production primaire va de 100 - 110 kg pour les parcours qui sont les plus dégradés jusqu'à 1800 kg de matière sèche produite annuellement par hectare pour les écosystèmes recevant un appoint d'eau. Les écosystèmes de montagne peuvent produire annuellement 900 kg.

Toute cette production n'est évidemment pas consommable par les animaux (c'est le cas, en particulier, des zones alfatières). La quantité de végétation consommable a été également notée dans la légende :

- les bas-fonds inondables ont la production la plus importante (800 kg de MS/ha/an),
- les steppes sur sable, non dégradées avoisinent 500 kg, et un peu moins de la moitié (200 kg) lorsqu'elles sont en mauvais état,
- les steppes sur croûte, calcaire ou gypseuse, produisent en moyenne de 100 kg pour les dégradées à 250 kg pour celles en bon état;
- les chaumes, après la récolte, et les jachères, ont une production consommable très variable selon l'écosystème (de 50 à 250 kg).

La charge en animaux domestiques qui correspond actuellement à cette production est exprimée dans la légende de la carte des écosystèmes sous la forme d'une biomasse représentant en kilogrammes de poids vif par hectare et par an le poids des animaux que l'éleveur maintient en moyenne durant toute l'année sur un écosystème déterminé, bien que les périodes de parcours ne couvrent pas en général l'année entière. Pour avoir une idée de ce que peut être la charge instantanée, il faut donc se référer aux époques de parcours variables selon les écosystèmes.

On a considéré que les parcours dégradés étaient en général surchargés et que les parcours en bon état avaient une charge équilibrée.

Cette biomasse varie de 28,6 kg de poids vif par hectare à 4,2 kg sur les zones de parcours les plus dégradées, soit encore une charge passant de 1 mouton à l'hectare environ sur les meilleurs parcours à 1 mouton pour 7 hectares sur les plus mauvais. La charge moyenne actuelle pour l'ensemble de la zone s'établit à 1 mouton pour 4 hectares environ, alors que la charge d'équilibre est d'environ 1 mouton pour 5 hectares.

Il n'est pas possible d'évaluer facilement la charge en animaux sauvages qui vivent sur le milieu. Parmi ceux-ci il faut citer surtout les rongeurs (Mérion, Psammomys), qui, dans les milieux sableux, peuvent atteindre à certaines périodes de l'année de 3 à 9 kg de poids vif par hectare. Ces populations sont très fluctuantes et effectuent certainement un important prélèvement de la matière végétale produite. Les autres animaux sauvages sont, à l'heure actuelle, de moindre importance.

1.7.3 La culture

Les aménagements de petite hydraulique

Depuis très longtemps, vraisemblablement avant même la période romaine, une partie du territoire a été défrichée pour la culture. La présence de presses à huile romaines en témoigne.

Cette culture a presque toujours été localisée dans les zones où un appoint d'eau par ruissellement est possible. On rencontre donc surtout la céréaliculture et l'arboriculture dans les dépressions naturelles souvent inondables, où le colluvionnement a permis une accumulation de sédiments profonds et favorables à des rendements relativement réguliers sous ce climat aride.

A côté de ces zones naturelles, les habitants ont développé une petite hydraulique de surface afin de ralentir l'écoulement des eaux, de les concentrer et favoriser leur infiltration. Les surfaces propres à la culture ont ainsi pu être agrandies. Dans cette région on réalise fréquemment la "tabia", sorte de levée de terre linéaire, perpendiculaire à l'axe de la pente, et qui permet de cultiver en amont avec un équivalent pluviométrique double ou triple de celui de la pluie. Une partie du glaciais sert d'impluvium et n'est pas cultivé, l'eau étant canalisée par de petites rigoles peu profondes jusque derrière cette tabia. Cette forme d'aménagement se rencontre principalement sur les glaciais limono-sableux, au pied des montagnes. Une pellicule de battance y favorise d'ailleurs naturellement le ruissellement.

Une autre forme d'aménagement hydraulique, très ancienne et très répandue, est le "jessour", sorte de petit barrage barrant la vallée dans la zone montagneuse et sur le piémont; un exutoire est prévu qui élimine le surplus d'eau lorsque le jessour est plein. Une succession de jessours, ainsi disposés perpendiculairement à la vallée d'un oued, ralentit l'écoulement et permet aux eaux de crues de s'infiltrer en quelques jours.

L'arboriculture et la céréaliculture intensives

Les zones aménagées et les dépressions naturelles sont donc réservées à une culture relativement intensive. En particulier, l'arboriculture prend place derrière les jessours. L'olivier a sans doute été ainsi cultivé depuis les temps très anciens dans la zone montagneuse. Actuellement, derrière tabias et jessours, il est associé à des amandiers, à des figuiers et souvent à des palmiers (dattes de mauvaise qualité). Parfois la levée de terre du barrage est elle-même plantée d'arbres fruitiers. Sous ces arbres, et aux mêmes endroits, se trouvent les cultures vivrières dont les produits servent le plus souvent à l'autoconsommation familiale. Derrière ces jessours, des céréales peuvent prendre place chaque année, le barrage permettant un rendement relativement régulier, même si la pluie est déficitaire (4 à 6 quintaux d'orge/ha). L'olivier peut donner en moyenne 800 kg d'olives par ha. L'huile est également en général extraite et consommée sur place.

Il y a environ 150 ha de zones ainsi aménagées pour la culture intensive, soit 0,7 % de la surface totale.

La céréaliculture extensive

A côté de ces zones de culture, relativement intensive et proche du "jardinage", en raison souvent de l'exiguïté des ouvrages d'hydraulique, prend place, sur de vastes étendues, une céréaliculture de type extensif. Les zones aux sols les plus lourds (glacis limoneux de type "seguï") lui sont traditionnellement réservées, mais les possibilités récentes de mécanisation des labours ont permis également son extension aux zones sableuses.

Ces zones de céréaliculture sont souvent éloignées des zones d'habitation, une partie de la famille se déplaçant pour les semailles et la moisson. Le mode de culture est très simple : après un semis sur sol non travaillé, à raison d'une trentaine de kg de semences à l'ha, la charrue retourne le sol et enfouit le grain en même temps. Il y a encore peu de temps ces labours avaient

lieu avec la traction animale (chameau, mulet) et le simple araire (comme encore dans les jessours). L'araire en général contournait les plantes buissonnantes, dont une partie restait vivante, contribuant ainsi par leur présence à empêcher une érosion trop rapide du sol. Actuellement, de nombreux tracteurs tirant des charrues polydisques travaillent dans la région au moment des semis et beaucoup de familles louent ainsi quelques heures de tracteur (2,5 dinars/heure, soit 6 \$); le labour superficiel d'un hectare demande environ une heure.

L'orge est de loin la céréale la plus répandue, suivie par le blé dur (pour la transformation en semoule, base de l'alimentation), et, en très bonne année pluviométrique, par le blé tendre. Les rendements sont très aléatoires et nuls s'il ne pleut pas après les semailles. On a estimé à environ 2 qx/ha la moyenne de rendement en orge de cette céréaliculture extensive.

Le battage se fait sur place et le grain est stocké en silos pour l'auto-consommation familiale et pour faire face, si besoin est, aux années de disette provoquée par la sécheresse.

Le problème de la moisson commence à se poser lorsque l'année a été bonne. En effet la main-d'oeuvre est relativement rare (émigration) et il ne semble pas possible de mécaniser la récolte pour d'aussi faibles rendements. Une partie de cette récolte est donc parfois abandonnée sur pied aux animaux.

Il y a environ sur la zone 2 000 ha de céréaliculture extensive, soit 10 % de la surface totale.

1.7.4 Cueillette du bois de chauffage et des plantes à fibres

Une des ressources naturelles importantes pour la population consiste en l'utilisation des plantes ligneuses pour le bois de chauffage et pour la cuisson des aliments. On remarque la provision de bois à côté de chaque maison et tente dans la campagne. Les plantes sont arrachées ou coupées avec une partie de l'appareil racinaire. Ce sont surtout Rhanterium suaveolens, Anarrhinum brevifolium, qui font l'objet de cet arrachage, mais toutes les plantes ligneuses sont plus ou moins concernées. On a calculé que ce sont 750 tonnes de bois qui sont ainsi prélevées chaque année, d'une façon diffuse, sur l'ensemble du territoire des 20 000 ha.

Certaines espèces sont utilisées pour faire du charbon de bois qui peut être vendu à l'extérieur. Il s'agissait anciennement de Calligonum sp., peu abondant sur la zone, et qui a presque disparu des zones plus méridionales, au voisinage de l'erg, sous l'influence des charbonniers. Ici, il s'agit principalement de charbon fait avec le "R'tem" (Retama raetam).

Les ligneux servent encore parfois à l'approvisionnement des fours à chaux, des fours de boulangerie et des hammams. L'Alfa (Stipa tenacissima) et le sparte (Lygeum spartum), plantes des montagnes, sont ramassées pour un petit artisanat familial. Les fibres en sont tressées pour faire des paniers, des nattes, des cordes, des scourtins (utilisés dans les presses à huile). Le "sbot" (Aristida pungens) plante des zones dunaires fixées, sert à fabriquer des abris.

On peut également citer comme cueillette celle du Remeth (Arthrophytum scoparium), qui est mélangé au tabac récolté dans l'oasis pour faire du tabac à priser "nefa".

2. PROCESSUS DE DEGRADATION ET DE REGENERATION DES ECOSYSTEMES

2.1 Dégradation et régénération. Les causes de la dégradation

Lorsque la végétation de la zone aride n'est pas trop dégradée, il existe toujours, quelle que soit l'époque de l'année, une couverture végétale d'au moins 20 à 40 % de la surface du sol, due à des espèces pérennes. Ce couvert augmente même fortement pendant les périodes pluvieuses grâce au développement des plantes annuelles. Ceci est suffisant pour protéger le sol de l'érosion éolienne et même pour provoquer, au pied des espèces pérennes, le dépôt de particules de sol mises en mouvement par les vents souvent violents dans ces régions. Par ailleurs, la présence de ce couvert végétal à la surface du sol est un obstacle au ruissellement et à l'érosion qu'il ralentit, les racines favorisant aussi la résistance mécanique du substrat et l'infiltration de l'eau.

Si, pour une raison ou pour une autre, le couvert végétal est détruit, la partie supérieure du sol est soumise à l'érosion éolienne et hydrique. Les particules sableuses enlevées par le vent s'accumulent en des endroits privilégiés sous la forme de voiles sableux ou de dunes. Ce phénomène s'arrête lorsqu'une couche compacte du sol est atteinte et il reste finalement à la surface du sol les cailloux et la partie supérieure des couches les plus dures. La pénétration de l'eau dans le sol est considérablement réduite. Les espèces pérennes restantes ont du mal à survivre et, d'une façon générale, annuelles et pérennes ont du mal à germer. Sur ces surfaces "glacées" l'eau ruisselle facilement provoquant le gonflement des oueds et l'apparition des phénomènes d'érosion hydrique (formation de rigoles et de ravines).

Tels sont en Tunisie les processus physiques dominants de la dégradation des écosystèmes. On peut encore citer, à un moindre degré, les phénomènes de salinisation ou d'alcalinisation qui se produisent en quelques endroits où l'irrigation a été conduite avec des eaux trop salées ou sans un drainage suffisant.

Cette dégradation physique du milieu s'accompagne de modifications importantes pour les autres composants de l'écosystème que sont les hommes et les animaux. Les vents de sable, l'appauvrissement des terres rendent la vie désagréable et difficile et les modes de vie de la population peuvent en être désorganisés. L'émigration d'un ou plusieurs actifs de la famille traduit cette désorganisation de la société. Le terme ultime est l'abandon de la terre par l'ensemble de la famille, qui vient grossir un centre urbain.

Il est bien évident que parallèlement aux processus de dégradation il en existe d'autres qui conduisent, soit à la stabilisation du phénomène, soit même au renversement de cette tendance.

Il y a d'abord les efforts faits par la population et le gouvernement pour la création de brise-vents, le reboisement pour la régularisation des écoulements des eaux (banquettes, petits barrages, etc.).

Il y a aussi le dynamisme propre à la végétation naturelle qui, à l'occasion d'années à précipitations favorables, peut arriver à se régénérer et à provoquer à nouveau une protection du sol suffisante. Ce dynamisme, cette "vitesse de cicatrisation" de la végétation est très variable d'un écosystème à l'autre.

Actuellement dans la zone concernée les processus de dégradation sont plus rapides et plus importants que les processus de régénération et d'amélioration du couvert végétal et du sol. Il a été montré qu'il n'existe pas de variation climatique importante depuis la fin du dix-neuvième siècle au Nord du Sahara. Il faut donc rechercher les causes de l'augmentation de la dégradation dans une pression humaine croissante sur le milieu naturel, qui s'extériorise par une technologie plus agressive. Ces phénomènes sont accentués par une aridité globale du climat importante et un régime des précipitations caractérisé par une grande variabilité interannuelle. Les principales causes sont les suivantes :

- la mise en culture des steppes en est certainement la cause principale. Dans la Tunisie aride, on estime généralement à plus de 2 700 000 ha les surfaces de steppe mises en culture entre 1890 et 1975. Cet état de choses est lié au désir légitime de la population croissante d'augmenter son revenu immédiat. L'arbre ou la céréale, surtout dans les zones de pluviométrie supérieure à 200 mm, permet effectivement d'obtenir, durant les premières années et avant que la couche arable ne soit enlevée par l'érosion, un revenu monnayable supérieur à celui des parcours. Par ailleurs, durant les dernières années, la généralisation de la mécanisation sur l'ensemble du pays a permis le défrichement rapide et peu onéreux de nombreux hectares de steppes avec la charrue à disques. Grâce à cela, et suite à une succession d'années favorables du point de vue de la pluviosité, ce défrichement s'est même accéléré dans la zone comprise entre les isohyètes annuels moyens 100 et 200 mm.
- le surpâturage est une autre cause de la dégradation. En raison de la pression démographique croissante, le cheptel n'a pas diminué en moyenne,

même si progressivement les surfaces laissées au parcours ont décru du fait de la mise en culture. En plus de la raréfaction des espèces appréciées et du développement d'espèces inaliébiles, le surpâturage entraîne la réduction du couvert végétal des espèces vivaces et par là même ouvre la porte aux processus de la dégradation. Le piétinement trop important est également un facteur défavorable.

En certains endroits la création de nouveaux points d'eau pour les troupeaux, ou la création de périmètres irrigués, sans que le parcours soit réglementé, a provoqué le surpâturage et la dégradation du milieu dans un rayon d'une dizaine de kilomètres tout autour.

- L'éradication des espèces ligneuses. Le phénomène, quoique moins spectaculaire que les deux causes précédentes, est cependant très important. Il faut environ 1,5 kg de bois par personne et par jour pour les usages domestiques et c'est essentiellement la végétation de la steppe qui permet cet approvisionnement. Les espèces buissonnantes, les plus productrices en bois, ont souvent disparu et cette "cueillette" intéresse maintenant des végétaux de plus en plus petits et de plus en plus nombreux. Notons que ces végétaux sont souvent arrachés et non coupés, ce qui nuit à la régénération ultérieure.

Dans ce qui suit on analysera plus en détail les processus de dégradation et de régénération des sols et de la végétation, principaux facteurs intrinsèques de la productivité des écosystèmes.

2.2 Dégradation et régénération des sols

Sous l'effet des principales causes de la dégradation, les sols se dégradent et s'érodent rapidement; cependant les produits des différentes formes d'érosion peuvent être transportés dans d'autres zones de la région et reconstituer d'autres sols plus jeunes, et très souvent de fertilité et de propriétés physico-hydriques moins favorables que les précédents. Donc s'il y a parfois régénération des sols, elle ne fait que ralentir le processus général de dépréciation de l'ensemble du potentiel pédologique de la région.

2.2.1 Dégradation des sols. Erosion (cf. Fig.4)

La dégradation des sols est la phase qui prépare l'érosion. D'une façon générale elle est liée à la dégradation de la végétation naturelle; la disparition progressive du couvert végétal conduit :

- à un appauvrissement en matière organique se traduisant, d'une part, par une désorganisation de la structure et des propriétés physico-chimiques du sol, et d'autre part, par un abaissement de la fertilité;
- à la disparition du voile éolien, très mobile, mais qui, lors des fortes pluies, joue un rôle énorme en diminuant l'énergie cinétique des gouttes d'eau, et en limitant les phénomènes de ruissellement primaire. En l'absence du voile éolien les sols se "glacent" très vite en surface (quelques pluies y suffisent en l'espace de 2 à 3 mois), et une "pellicule" de battance" de quelques millimètres d'épaisseur se développe rapidement même sur des sols très sableux tels que les sierozems.

La généralisation de ce phénomène conduit :

- à une diminution de l'efficacité de la pluie dans la recharge des réserves en eau du sol
- à une augmentation du ruissellement qui entraîne les graines des espèces végétales loin de la zone
- à une mauvaise économie de l'eau du sol au cours de l'année (augmentation de l'évaporation, absence de "mulch")
- à favoriser et accentuer les phénomènes de l'érosion hydrique.

Il nous faut aborder ici un autre aspect de la dégradation des sols, c'est celui de la quasi-stérilisation par des apports éoliens massifs sous forme de dunes non fixées. Ce phénomène s'est beaucoup développé ces dernières années avec l'introduction de la céréaliculture mécanisée. Il consiste en une véritable fossilisation de la steppe et du sol qui la porte par quelques décimètres, voire parfois un mètre ou deux, de sable d'apport éolien, au voisinage des surfaces emblavées; dans certains cas, la végétation spontanée peut recoloniser ces formations, mais souvent elle en est incapable, le résultat en est la formation de dunes vives qui, dans les zones présahariennes, conduisent rapidement à la formation d'un erg.

Dans ces zones arides, où les sols déjà dégradés sont d'une grande sensibilité, les phénomènes d'érosion sont actuellement en voie d'accentuation.

L'érosion hydrique

Elle est surtout active dans la région d'Oglat Merteba, dans les djebels, sur les piémonts, les glacis, et le long des berges d'oueds; elle intéresse très peu les basses plaines sableuses.

- Dans les djebels elle conduit généralement à la mise à nu des structures calcaires du Crétacé (écosystème SD1).
- Sur les glacis encroûtés elle décape les croûtes calcaires et gypseuses, favorisant ainsi l'apparition de milieu très squelettique (GD1, AZ1).
- Sur les glacis d'accumulation (limons à nodules calcaires AA2 et AA1) elle se traduit par une troncature en nappe dessous (sheet erosion), ou une érosion en rigoles (gully erosion). Ce type d'érosion peut aboutir à la troncature totale des sols, souvent jusqu'aux encroûtements calcaires faisant apparaître ainsi un sol squelettique (GD1) et même jusqu'à l'assise gypseuse du Miopliocène, favorisant ainsi le développement d'une croûte gypseuse (AZ1).
- Sur les berges des oueds qui drainent ces zones de piémonts et de glacis, on assiste actuellement à une érosion régressive des hautes terrasses, constituées pour la plupart du matériau à nodules calcaires, sous forme de ravines, aboutissant à un relief de "bad lands".
- A chaque pluie importante les crues décapent le fond des lits d'oueds, et remanient sans cesse leurs zones d'épandage; seules les dépressions les plus en aval ne sont pas soumises à ce phénomène et bénéficient d'apports alluviaux relativement fins (ZR3, RA3 et PZ3).

L'érosion hydrique est favorisée par :

- la dégradation du couvert végétal
- la dégradation des propriétés physiques qui augmente le ruissellement
- des façons culturales inadaptées
- le caractère violent des pluies (intensité, durée).

Nous avons très peu de mesures directes d'érosion concernant la zone, à l'exception de deux citernes de ruissellement (citerne Trapsa I et II) aménagées.

La première, dont le bassin versant à une surface de 2,38 ha, est représentative du ruissellement et de l'érosion (en rigoles et ravines) sur le djebel Melab (SD1, GD1, AA1).

La deuxième, dont le bassin versant à une surface de 1,04 ha, est représentative des milieux sur croûte calcaire (GD1) plus ou moins recouverts (GD2).

Pour la période allant du 1.9.69 au 31.8.70 pour une pluviométrie de 137,4 mm et un coefficient moyen de ruissellement voisin de 20 %, l'érosion hydrique sur l'ensemble du bassin de la première citerne aura atteint 16,5 tonnes de terre/ha/an. Cette valeur élevée a été obtenue en année moyenne avec un seul accident pluviométrique important, celui des 25-26.9.69 où il était tombé 63,2 mm en 48 heures.

Nous pouvons supposer que, sur les glacis d'accumulation où l'érosion en nappe est plus importante que l'érosion en rigoles, la valeur de l'érosion hydrique serait de l'ordre de 2 à 4 t/ha/an.

Ces valeurs ont pu être contrôlées à la station du djebel Dissa où, sur une toposéquence de 50 m de long, comprenant croûte gypseuse à l'amont et sol steppique tronqué à l'aval (AZ1 + RK1), nous avons mesuré pour la saison 1973-1974 une érosion hydrique en nappe de 4,029 t/ha/an.

De même sur la deuxième citerne, où nous avons affaire principalement à une érosion de nappe, une valeur de 2 à 4 t/ha, en année moyenne, a pu être mesurée.

Par contre, sur un milieu AA1 mis en défens (citerne Telman), situé au Nord d'El Hamma et où l'on observe uniquement une érosion en nappe, l'érosion en année moyenne dépasse rarement 0,6 t/ha/an.

Lors d'événements pluviométriques exceptionnels, ces chiffres d'érosion moyenne annuelle n'ont plus aucune signification. Ainsi le 12.12.1973 sur un bassin versant (O.Zita) de 320 ha, situé à 15 km au Nord d'El Hamma sur des milieux SD1, AA2, GD1, mais principalement marneux, il est tombé 258,3 mm en 19 heures (avec des intensités maximales allant de 100 à 150 mm/h) provoquant un ruissellement moyen sur l'ensemble du bassin de 89 % et une érosion moyenne de 108 t/ha (en une journée)

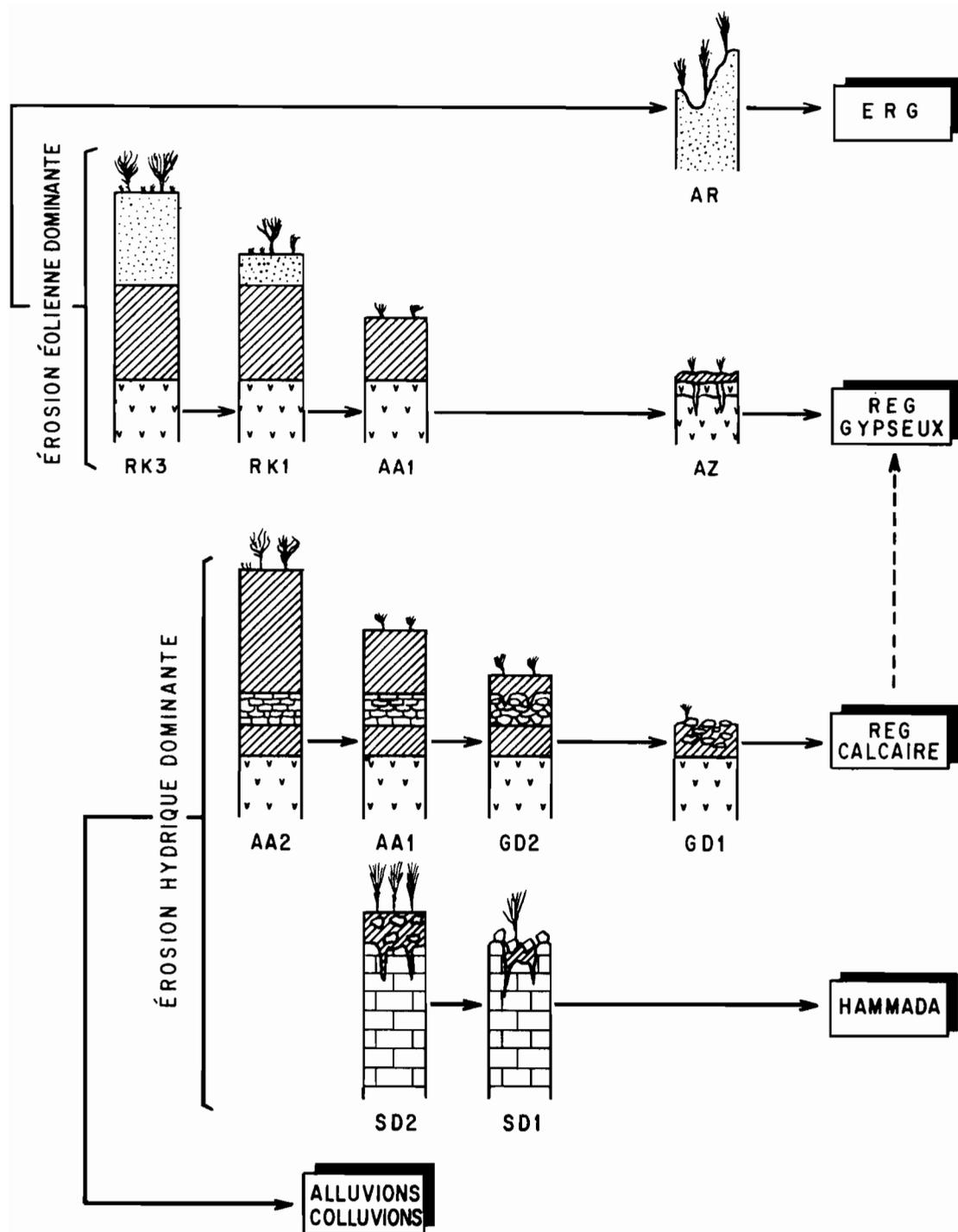
Donc il est très difficile de quantifier en moyenne l'érosion hydrique de la région, les quelques valeurs données ci-dessus montrent cependant son importance et son extrême irrégularité.

L'érosion éolienne

Elle sévit principalement dans les steppes sableuses (RK3, RK2, RK1, LK3, AR2, AR3).

Elle est liée :

- aux propriétés du sol, texture sableuse à sablo-limoneuse à sable fin à très fin, peu ou pas structuré, offrant une grande sensibilité à la déflation,



L É G E N D E

Végétation plus ou moins dense		Sigle de l'unité sur la carte ... SD2
Horizon sableux		Croûte gypseuse
Horizon limono-sableux à nodules calcaires		Mio-pliocène gypseux
Croûte ou encroûtement calcaire		Calcaire dur du Crétacé

Fig.4 _ DÉGRADATION DES SOLS ET DE LA VÉGÉTATION DES PRINCIPAUX ÉCOSYSTÈMES D'OGLAT MERTEBA

- aux couverts de la végétation plus ou moins dégradée, retenant insuffisamment le sol,
- à une grande attractivité des sols sableux pour la céréaliculture épisodique,
- au surpâturage et à l'éradication des végétaux ligneux bas qui accentuent la dégradation du couvert,
- au régime éolien très sévère auquel est soumis la zone,
- à la sécheresse prolongée.

Sur les steppes à Rhanterium, elle conduit généralement à la disparition de ce voile éolien si bénéfique (RK2) et à la troncature du sol jusqu'à l'horizon à nodules calcaires plus réfractaire à l'érosion éolienne (RK1, AA1). A ce stade, c'est l'érosion hydrique qui intervient (cf. Fig. n°4). Sur les steppes graminéennes à Sparte (LK3), le stade ultime est la mise à nu des croûtes gypseuses (AZ1).

Sur les steppes à Aristida pungens (AR3 - AR2), la dégradation de la végétation conduit à une transformation rapide des dunes fixées en un erg allant ensevelir les milieux avoisinants.

Là encore nous ne disposons pas de mesures précises sur la zone. LE HOUEROU cite sur des steppes à Rhanterium suaveolens, dans les régions de Ben Gardane, Tatahouine, Sidi-Toui, des valeurs moyennes annuelles d'érosion éolienne sur 10 ans allant de 1 à 1,5 cm. Cela représenterait une érosion d'environ 150 à 225 t/ha/an, valeur énorme ! Cependant il faut tenir compte du fait que le sable enlevé va souvent se redéposer ailleurs et, parfois, pas très loin de la zone de déflation, et sur des milieux identiques. Pour notre part, depuis 1971, nous avons entrepris une petite expérimentation dans la zone du Km 52 de la route de Gafsa-Gabès sur une steppe à Rhanterium en bon état où nous simulons, sur une placette d'érosion, le surpâturage intégral, sans éradication.

Ainsi, durant la période allant du 20.12.1972 au 23.5.1973 (5 mois), nous avons mesuré une troncature du sol équivalente à une érosion de 88,5 t de terre/ha. Compte tenu du fait que dans ces 5 mois sont inclus les mois les plus ventés (mars-avril), il semble que sur l'ensemble de l'année on puisse atteindre des valeurs avoisinant 100 t/ha/an (fig.5).

En conclusion il apparaît que sur certaines zones bien localisées, l'érosion éolienne soit plus importante que l'érosion hydrique, compte tenu du fait que le régime éolien est assez peu variable, alors que les accidents pluviométriques le sont davantage.

2.2.2 Régénération des sols

Elle est principalement liée à la régénération de la végétation et à la recolonisation par celle-ci des produits de l'érosion redéposés sur la zone. Cette régénération dans l'état actuel est pratiquement nulle sur les milieux affectés par l'érosion hydrique (AA1, SD1, GD1, AZ1); les processus de l'érosion dominant de loin les processus de pédogénèse, pratiquement inexistantes sous ces climats arides (excepté la formation de sols gypseux), tout au plus assiste-t-on à une augmentation d'épaisseur des sols jeunes alluviaux dans les fonds et les talwegs.

Par contre, dans les milieux sableux, sans équilibrer les processus de l'érosion éolienne, certaines régénérations contribuent à la ralentir, il s'agit principalement des milieux à Rhantherium suaveolens en bon état (RK3, RK2) et à Aristida pungens (AR2, AR3) qui, par la faculté de ces deux espèces à s'élever rapidement au dessus des ensablements, arrivent à fixer relativement bien les apports sableux éoliens et permettent au sol de se réorganiser un peu (sols peu évolués steppisés).

Nous citerons ici une expérience réalisée sur deux parcelles de Rhantherium en bon état, entre 1971 et 1974, où nous avons simulé :

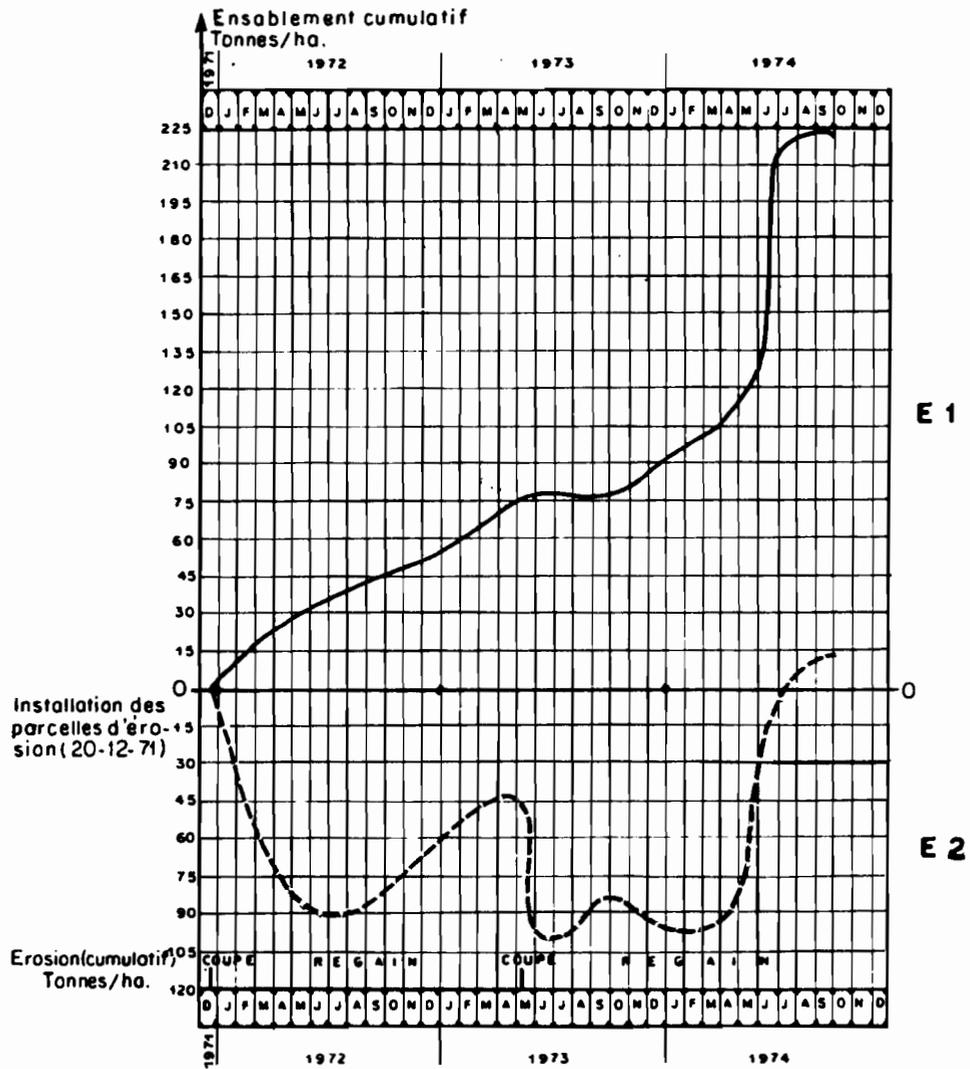
- (E1) la mise en défens
- (E2) le surpâturage alternant avec le regain.

Le graphique de la figure n°5 nous montre :

- E1 s'est ensablé régulièrement depuis la mise en défens jusqu'à la fin de l'hiver 1973-1974. A partir du 15.3.1974 ce phénomène s'est accéléré de manière spectaculaire, en raison de l'extension de la céréaliculture dans la région; au total, sur la période considérée, la parcelle a piégé l'équivalent de 220 t/ha sans que la végétation naturelle en soit affectée.
- Nous avons vu l'effet du surpâturage sur E2 (88,5 tonnes de terre érodée/ha en 5 mois), mais la pousse de regain permet de repiéger 45 t/ha entre le 23.5.72 et le 5.5.73. Après une nouvelle coupe et une pousse du regain nous sommes revenus le 1.7.74 à une reconstitution totale du sol initial, et même à dépasser en octobre 1974 le niveau de départ.

Fig. 5 — MESURE DE L'EROSION ET DE L'ACCUMULATION DU SABLE EOLIEN

Steppe sableuse à *Rhantherium suaveolens* en bon état (RK 3)
située à proximité de zones cultivées



LEGENDE

- Parcelle (E 1) mise en défens
- - - Parcelle (E 2) mise en défens ayant fait l'objet de 2 coupes de végétation au ras du sol

Donc, si dans le maintien du système actuel d'exploitation, l'érosion éolienne présente un grave danger, il ne faut pas perdre de vue que la vitesse de cicatrisation de la végétation et du sol des milieux sableux demeure importante et en ralentit les méfaits. Cependant dans tous les cas les sols régénérés sont plus sensibles et possèdent des propriétés physico-hydriques plus défavorables que celles des sols dont ils sont issus.

Un autre processus de la dégradation des sols, non présent sur la zone-test, mais très fréquent dans les oasis du Nefzaoua, du Djerid, de la région de Gabès et de celle d'El Hamma, est la stérilisation de certains sols de zones irriguées par une mauvaise conduite de l'irrigation utilisant des eaux saumâtres.

Ce phénomène est surtout lié :

- à des doses et à des fréquences d'irrigation insuffisantes en raison de la baisse générale des niveaux d'artésianisme des nappes profondes, se traduisant par un abandon de la culture dans les zones les plus éloignées de la tête du réseau (partie aval des oasis);
- à un réseau de drainage peu entretenu, manquant souvent d'un exutoire, permettant de drainer les nappes phréatiques isolées très loin à l'aval, d'où une stérilisation accrue des parties basses (alcalinisation et halomorphie) par remontée capillaire des sels de sodium principalement, et formation d'encroûtement gypseux de nappe;
- à une qualité de l'eau, qui déjà saumâtre, a tendance par une surexploitation (pompage) à se saler davantage;
- à un mauvais choix des sols à irriguer, les sols lourds à drainage intrinsèque insuffisant s'alcalinisent très facilement.

2.3 Dégradation et régénération de la végétation

2.3.1 Dégradation

Le processus de dégradation de la végétation, sous l'influence des facteurs de la désertification, ont été largement décrits par LE HOUEROU. Nous en reprendrons les traits essentiels. La notion de "sensibilité" de la végétation (cf. 5.1) est intéressante à prendre en considération.

Dégradation sous l'influence de la culture

La charrue provoque l'arrachage des espèces vivaces à enracinement profond, donc la diminution du couvert et de la biomasse végétale pérenne. En revanche le fait de remuer le sol et de briser la pellicule de battance est un

facteur favorable à la germination des plantes annuelles et à l'augmentation de l'infiltration de l'eau qui favorise leur développement. Malheureusement, beaucoup de ces plantes messicoles ne sont pas intéressantes pour le pâturage et, ayant une durée de vie courte (printemps), ne sont pas capables de retenir le sol.

Cette dégradation est variable selon la sensibilité de la végétation concernée. Le type de défrichement est aussi très important, ainsi l'araire traditionnel laisse subsister une bonne partie de plantes vivaces qui peuvent se régénérer si la culture est abandonnée ensuite. Au contraire, la charrue à disques, tirée par le tracteur, détruit presque entièrement la végétation pérenne.

Par ailleurs le nombre d'espèces végétales spontanées diminue fortement dans les terres cultivées.

Des mesures effectuées dans une steppe sableuse à Rhantherium suaveolens (RK3) initialement peu dégradée, mais pâturée, puis défrichée, illustrent ce phénomène (cf. tableau n°4).

Tableau n° 4 - Influence de la culture et du mode de défrichement

Steppe sableuse à <u>Rhantherium suaveolens</u>	Couvert végétal %	Couvert de la céréale %	Couvert de <u>Rhantherium</u> %	Nombre d'espèces spontanées
pâturée	25	0	17	39
défrichée à l'araire traditionnel (pour céréale)	11	0,7	7	25
défrichée à la charrue à disques (pour céréale)	5	0,5	2	13

Dégradation sous l'influence du surpâturage

Le surpâturage provoque la réduction du couvert végétal et de la biomasse des plantes vivaces, ce qui n'est pas très grave si les espèces conservent une bonne densité et gardent un bon potentiel de régénération. Mais si le pâturage continue, les meilleures espèces pastorales finissent par disparaître. En effet, le pâturage sans période de repos ne respecte pas la physiologie des plantes qui ont besoin d'une certaine surface photosynthétiquement active pour élaborer des réserves, lesquelles pourront migrer et provoquer ensuite des repousses; la plante s'étiole, le système racinaire s'appauvrit, elle finit par disparaître.

Il en est de même pour les plantes annuelles qui sont pâturées avant d'avoir eu la possibilité de faire des graines. Au moment des pluies des années suivantes, le stock de semences sera faible et l'eau du sol mal utilisée.

On assiste ainsi progressivement à la disparition des bonnes plantes pastorales au profit de plantes inalibiles, piquantes, à forte odeur ou trop salées pour les animaux.

Le tableau n°5 montre les proportions respectives des espèces pastorales et inalibiles sur la steppe sableuses à Rhantherium suaveolens.

Tableau n° 5

Steppe à <u>Rhantherium suaveolens</u>	Biomasse Kg MS/ha	Espèces	
		pastorales %	inalibiles %
en bon état (RK3)	1312	83	17
dégradée (RK1)	415	59	41

Dégradation sous l'influence de l'éradication des espèces ligneuses

Ce phénomène se manifeste, soit par une dégradation diffuse sur toute la surface du territoire, les plantes étant arrachées çà et là par des habitants, soit par une dégradation plus accentuée au voisinage des habitations permanentes.

Dans les deux cas ci-dessus, il est difficile de faire la part de la dégradation liée au surpâturage et celle liée à l'éradication. Elles ont en effet toutes deux pour effet la disparition des ligneux de plus en plus petits.

On a cherché à évaluer la quantité de bois disponible à partir de la végétation naturelle : dans la zone concernée (20 000 ha) la biomasse en place de la partie aérienne des plantes pérennes (partie ligneuse principalement) est de 14 000 tonnes de matière sèche. On peut considérer qu'il y a autant de racines. Si l'on admet que lors de l'éradication 50 % de racines sont extraites, il y aurait 21 000 tonnes disponibles au total pour le bois de chauffage, soit un peu plus de 1 tonne/ha.

La consommation journalière par individu est de l'ordre 1,5 kg ce qui représenterait pour la population totale des 20 000 ha une consommation d'environ 750 tonnes par an. Ce sont donc théoriquement 750 ha, soit 3,7 % de la surface qui seraient dénudés chaque année.

Bien entendu ce prélèvement de bois sur les steppes est diffus et, d'autre part, certaines plantes arrachées partiellement repoussent. Il est cependant clair que cette "cueillette" aurait une influence moins considérable si l'on se contentait de couper les plantes au ras du sol, sans arracher les parties souterraines. On a mesuré qu'une steppe sableuse à Rhantherium suaveolens (RK3) complètement coupée au ras du sol, mais dont les parties souterraines avaient été laissées en place, avait déjà reconstitué au bout de 7 mois la moitié de sa biomasse aérienne initiale.

Lors de l'examen des zones désertisées, il est parfois difficile de faire la part des trois facteurs que l'on vient d'étudier. D'une façon générale, en ce qui concerne la biomasse (partie aérienne) et la production de la végétation naturelle, l'état de dégradation où sont arrivés actuellement certains écosystèmes, entraîne une diminution considérable de la biomasse végétale aérienne, ainsi que le montre le tableau n°6.

Tableau n°6 - Diminution de la biomasse végétale aérienne et de la production primaire dans les écosystèmes dégradés, pour une année à pluviosité moyenne (kg de MS/ha)

Ecosystèmes	en bon état		dégradés	
	Biomasse	Production	Biomasse	Production
Zone sableuse (RK)	1300	800	400	500
Zone limoneuse (AA)	400	450	200	130
Zone gypseuse (AZ)	600	285	300	180
Zone de montagne (SD, GD)	1300	870	200	305

2.3.2. Régénération

Afin d'évaluer les possibilités de régénération, la vitesse de cicatrization (Godron, Poissonnet, 1972) de la végétation, on a procédé à l'examen de toutes les zones faisant l'objet de mise en défens ou d'un aménagement pastoral dans la région.

Ecosystèmes des zones sableuses

Des mises en défens pour la protection de routes contre l'ensablement ont eu des résultats spectaculaires au bout de quelques années. A titre d'exemple, le tableau n° 7 chiffre les résultats de l'une d'elles, montrant en particulier la différence entre la quantité de plantes annuelles dans la zone et hors zone mise en défens. Les mesures ont été faites après des pluies abondantes de printemps; dans la mise en défens le stock de graines était considérable et la germination n'était pas gênée par la déflation.

Tableau n°7 - Effet de la mise en défens sur la biomasse aérienne et la production primaire consommable par les animaux dans une zone sableuse (kg de MS/ha)

Ecosystèmes d'une zone sableuse (RK)	Biomasse végétale aérienne	Pousses des plantes pérennes consommables	Plantes annuelles consommables	Total consommable
mis en défens depuis 3 ans environ	966	173	207	380
pâturé	809	169	20	189

Ces écosystèmes des zones sableuses montrent d'une façon générale un bon potentiel de régénération de la végétation.

Ecosystèmes des zones limoneuses

Les parcelles voisines mises en comparaison dans notre exemple concernent l'écosystème très dégradé sur limon (type AA) avec Arthrophytum scoparium comme espèce végétale dominante. Ces zones sont toutes cultivées en alternance avec le pâturage sur jachère. L'une d'elles est interdite à la culture depuis 9 ans (il s'agit de l'impluvium d'une citerne), mais sans mise en défens totale car elle reste pâturée. Le tableau n°7 montre que dans ce type de milieu la mesure de protection, si elle augmente très légèrement le couvert végétal, n'améliore guère le pâturage. Le système d'alternance "culture-jachère morte pâturée" est plus favorable car il permet la germination des annuelles au printemps, alors que la surface "glacée" par les pluies sur ces limons dans la mise en défens est peu favorable à la germination.

Tableau n°8 - Effet de l'interdiction de la culture sur le couvert de la végétation dans une zone limoneuse (% de la surface du sol)

Ecosystèmes d'une zone limoneuse (AA)	Couvert végétal total	Couvert d' <u>Arthrophytum scoparium</u>	Couvert des espèces consommables	Nombre d'espèces spontanées
Alternance culture-jachère morte	2,6	0,5	1,0	11
Parcours exclusif	4,6	4,3	0,3	2

D'une façon générale sur ces zones limoneuses dont la végétation naturelle est déjà très dégradée par la culture épisodique, le pouvoir de régénération est très faible.

Ecosystèmes des zones gypseuses

Dans une mise en défens installée et étudiée depuis 3 ans (Dj. Dissa) sur une croûte gypseuse superficielle à végétation très dégradée (type AZ1), l'augmentation du couvert végétal a été nulle, restant voisine de 7,0 % de la surface du sol pour la végétation pérenne. Aucune végétation d'annuelles ne s'est installée.

Il s'agit là d'un cas extrême, les écosystèmes des zones gypseuses présentant souvent un voile éolien sableux plus ou moins épais au-dessus de l'encroûtement gypseux. On peut penser que le plus grand développement des plantes pérennes mises en défens, dont certaines arrivent à former de petits buissons, favorise le piégeage des éléments en suspension dans les vents de sable. La formation plus ou moins rapide de cette couche sableuse permet aux annuelles de germer dans de bonnes conditions.

Le pouvoir de régénération de la végétation dans ces zones gypseuses dépend beaucoup de l'état de dégradation initial.

Ecosystèmes des zones montagneuses

L'exemple choisi est pris dans une mise en défens totale depuis 5 ans d'un petit massif montagneux de la région (Dj. Brerhits). La végétation est à base d'Alfa (Stipa tenacissima). Comme le montre le tableau n°9, le couvert végétal a presque doublé en 5 ans; mais, surtout, le couvert des espèces consommables par les animaux a été multiplié par 6, par rapport à la zone voisine surpâturée. Le nombre d'espèces spontanées et consommables a peu varié. Ces espèces, quoique peu abondantes, existent "en puissance" dans la zone pâturée.

Tableau n°9 - Effet de la mise en défens sur le couvert des espèces végétales (totales et consommables) dans une zone montagneuse (en % de la surface du sol)

Ecosystèmes d'une zone montagneuse	Couvert végétal total	Couvert de l'Alfa	Couvert des espèces végétales consommables	Nombre d'espèces végétales consommables	Nombre d'espèces végétales spontanées
Mis en défens depuis 5 ans (SD2)	27,4	13,7	22,9	9	19
Hors mise en défens (SD1)	13,6	1,0	3,6	8	15

Le pouvoir et la vitesse de régénération de la végétation dans les écosystèmes de montagne sont en général excellents.

2.4 Successions écologiques et relations entre les écosystèmes

De l'analyse précédente concernant les processus de dégradation et de régénération, il ressort qu'actuellement l'évolution des écosystèmes est très fortement liée au mode d'utilisation des milieux par l'homme.

A partir d'un écosystème à végétation en bon état (RK3, par exemple), se succèdent sous l'influence prolongée du surpâturage une série d'écosystèmes de plus en plus dégradés (RK2, RK1, rk ...). La mise en défens peut provoquer une régénération dans un ordre de succession inverse. Les "successions écologiques" représentent les liens entre les différents écosystèmes de la zone étudiée, les possibilités de passage d'un écosystème à l'autre, soit par la dégradation, soit par régénération.

Ces relations entre les écosystèmes cartographiés sont résumées ci-dessous et illustrées par les Fig. 4 et 6.

2.4.1 Les montagnes et les glacis

Sous l'influence conjointe de la cueillette de l'Alfa et du surpâturage entraînant la réduction de la couverture végétale et des sols avec mise à nu du substrat calcaire, l'écosystème SD2 passe rapidement à SD1, puis à GD2 et peut, dans les zones les plus sèches, aboutir à la constitution d'hammadas.

Sur les glacis limoneux de piémont plus ou moins encroûtés en profondeur, la végétation spontanée est dégradée (AA1) depuis probablement longtemps (à l'exception de quelques zones encore en bon état, AA2). De ce fait, le sol est soumis à une érosion hydrique en nappe et en rigole pouvant mettre à nu les encroûtements calcaires (GD1) ou le substrat gypseux (AZ1). La disparition totale

de la végétation de ces deux derniers écosystèmes conduit à la formation de regs calcaires ou gypseux.

Les différents produits de l'érosion hydrique de ces surfaces s'accumulent dans les zones d'épandage : écosystèmes ZR3, PZ3, RA3.

2.4.2 Les plaines à accumulation sableuse

Sous l'effet du surpâturage et de l'arrachage des ligneux, la couverture végétale régresse rapidement laissant l'horizon sableux superficiel des écosystèmes RK3 et LK3 à l'emprise de la déflation éolienne. Ainsi LK3 passe très rapidement à AZ1, puis à un reg gypseux. RK3 se transforme rapidement en RK2, puis RK1, par troncature des horizons superficiels laissant à nu l'horizon limoneux sous-jacent. A partir de ce stade, et sous l'influence de la mise en culture, rk voit sa végétation spontanée se modifier par l'apparition de nouvelles espèces caractéristiques des écosystèmes aa, AA1.

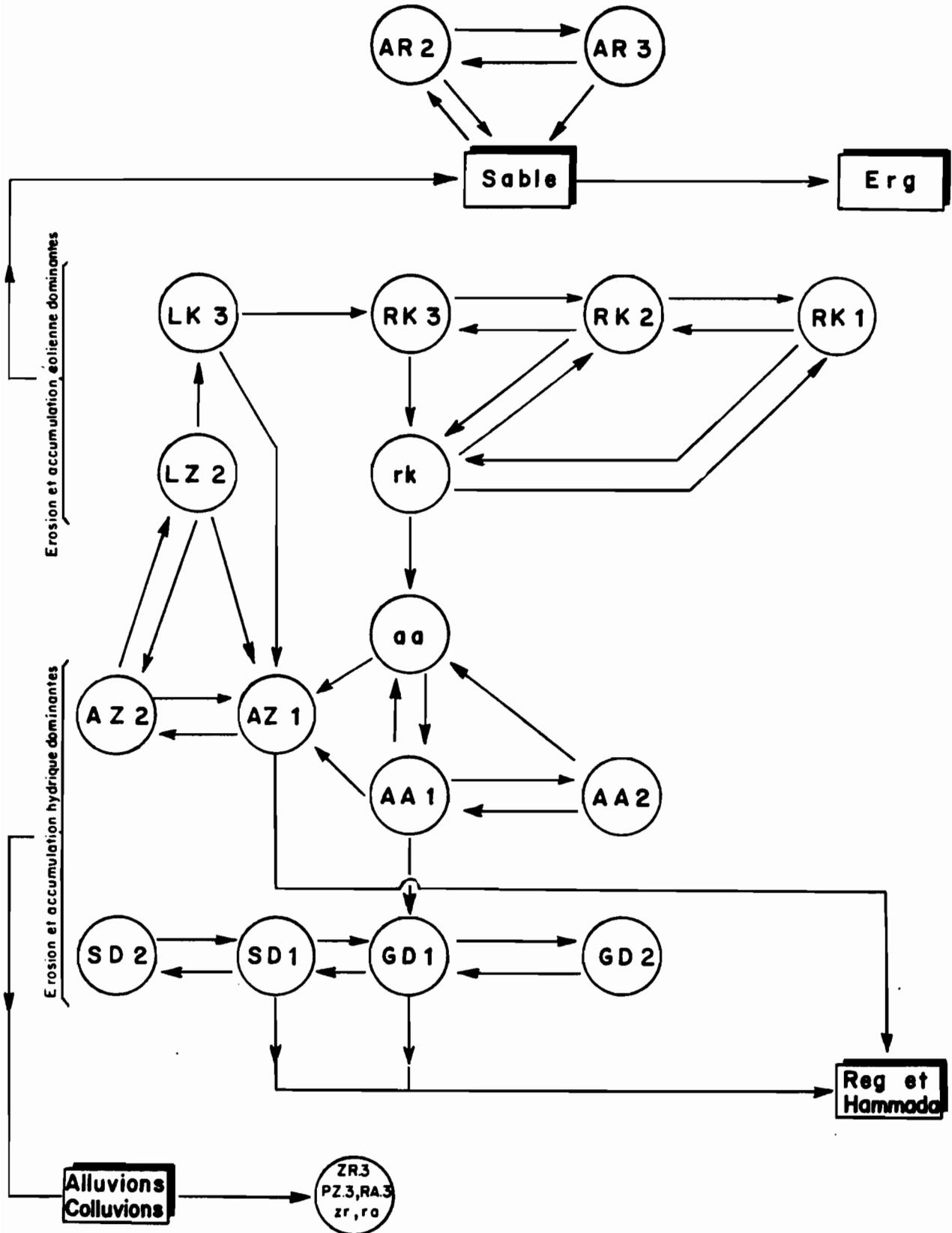
Les produits de l'érosion éolienne peuvent être, soit transportés à l'extérieur de la zone, soit redéposés sur les écosystèmes RK3, RK2, LK3, GD2, AZ2, LZ2, où le couvert végétal est susceptible de les retenir, soit enfin accumulés dans la zone sous forme de dunes colonisées par Aristida pungens (écosystèmes AR2, AR3).

L'éradication brutale de la végétation fixatrice sur ces deux derniers écosystèmes conduit en un laps de temps très court à la création d'un erg.

Fig 6 - RELATIONS ENTRE LES ECOSYSTEMES

DE LA ZONE-TEST d'OGLAT-MERTEBA

(Les flèches indiquent les possibilités de passage d'un écosystème à un autre, soit par dégradation soit par régénération du milieu)



3. LA DESERTIFICATION .

3.1 Définitions

La "désertisation" a été définie comme "un ensemble d'actions qui se traduisent par une réduction plus ou moins irréversible du couvert végétal aboutissant à l'extension de paysages désertiques nouveaux à des zones qui n'en présentaient pas les caractères. Ces paysages sont caractérisés par la présence de regs, de hammadas et d'ensembles dunaires" (LE HOUEROU, 1968).

Cette notion d'irréversibilité des processus est importante à considérer. Il faut faire nettement la distinction entre dégradation et désertification : une partie des surfaces dégradées peuvent faire l'objet d'une régénération de la végétation et des sols, elles n'ont pas définitivement perdu leur productivité potentielle. En revanche, les surfaces désertifiées le sont d'une façon irréversible, ayant perdu tout ou partie de leur potentiel productif*. La désertification se traduit donc avant tout par une perte sensible de la productivité biologique de l'écosystème.

Encore faut-il nuancer cette notion de désertification en fonction de l'utilisation du sol par l'homme. On peut en effet considérer comme "désertifiée" pour le pâturage une zone défrichée où la végétation pérenne productive ne pourra se réinstaller d'elle-même (exemple : écosystème AA). En revanche le sol, à ce stade et avant érosion, n'a pas perdu son potentiel de production pour la culture. La désertification au niveau du sol se traduit avant tout par l'érosion et par la dégradation de ses propriétés physico-chimiques. Sous ce climat, le facteur limitant de production étant surtout l'eau, c'est la diminution de l'aptitude à emmagasiner l'eau utile à la production végétale, qui peut être considérée comme le critère le plus important d'appréciation de la désertification.

Pour éclairer encore ces notions de dégradation et de désertification, il faut également faire intervenir la notion temps. En effet, il est bien évident qu'à très longue échéance, et en l'absence de pression humaine (mise en défens), tous les milieux de la zone concernée (compris entre 100 et 200 mm) peuvent se régénérer, au moins partiellement et voir leur productivité potentielle augmenter. A l'échelle de plusieurs siècles un sol steppique peut sans doute se reformer ainsi qu'une végétation pérenne se reconstituer.

* A noter qu'on a considéré arbitrairement comme "désertiques" les zones situées en dessous de l'isohyète moyen annuel 100 mm qui sont peu influencées par l'homme et qui présentent un potentiel de production et une probabilité d'évolution très faible : ergs, regs, hammadas et chotts du grand Sud tunisien. Ces zones ne sont pas concernées par cette monographie

Afin de fixer une limite dans le temps, on a considéré ici comme définitivement désertifiées, pour une utilisation du sol donnée, les surfaces des écosystèmes qui resteraient vraisemblablement à leur niveau de productivité minimale actuelle malgré 25 ans (une génération humaine) d'aménagement ou de mise en défens. Par ailleurs on a écarté des hypothèses les pratiques d'aménagement lourdes et onéreuses, telles que le décroûtage ou l'irrigation à grande échelle, grâce auxquelles il est évidemment possible d'augmenter la productivité de n'importe quel type de milieu, sauf graves erreurs dans la mise en oeuvre de ces techniques et dans la maintenance qui s'en suit.

3.2 Critères retenus pour caractériser et suivre l'évolution de la désertification

Si les processus de la désertification sont relativement faciles à décrire, l'état de désertification d'une zone à un instant donné est difficile à quantifier globalement. On se propose d'utiliser pour cela un certain nombre d'indices de désertification, dont on cherchera à suivre l'évolution dans le temps (cf. § 4).

3.2.1 Principaux critères liés à la diminution de la productivité

Il apparaît que le critère principal de désertification d'un écosystème est la diminution de sa productivité biologique. En milieu aride le facteur limitant de la production végétale est principalement l'eau du sol mise à la disposition des plantes. On s'est donc attaché à suivre dans le temps la diminution de la capacité du "réservoir sol" pour l'eau, ainsi que celle de l'aptitude du sol à absorber les pluies. On peut donc noter dès maintenant que cette appréciation de la désertification trouve sa pleine justification en année humide (année où la production est voisine de la productivité de l'écosystème) si le niveau de fertilité est suffisant. Il est évident en effet qu'en année à pluviosité moyenne ou faible, les pluies ne saturant jamais complètement le "réservoir sol", une diminution du volume du réservoir (par érosion) n'est pas déterminante pour le niveau de production.

On a donc retenu les critères suivants :

- la réserve en eau disponible maximum du sol pour la végétation = "Réserve utile"
- le coefficient de ruissellement primaire du sol
- la diminution relative de la production végétale naturelle en année "humide".

Réserve utile

Elle traduit la capacité d'absorption de l'eau dans le sol. Elle fait intervenir des notions telles que épaisseur du sol, porosité, potentiel capillaire, etc. Elle est définie comme la réserve en eau maximum disponible pour la végétation que peut emmagasiner un sol totalement exploité par les racines, entre le point de flétrissement (pF 4,2) et la capacité au champ (pF 2,7).

Pour chaque écosystème, un profil moyen a été retenu et sa réserve utile calculée. Compte tenu de la surface de chaque écosystème, on a calculé la réserve utile moyenne de l'ensemble de la zone-test. Elle est de l'ordre actuellement de 98 mm d'eau.

Sous l'influence de l'érosion actuelle, cette réserve utile diminue. Cette diminution peut être ralentie localement par les processus de régénération (apports éoliens par exemple).

Coefficients de ruissellement primaire

Ils rendent compte de l'état de la surface des sols et donc de sa réaction à la pénétration de l'eau. Ils font intervenir des notions telles que pellicule de battance, pente, micro-relief, état de la couverture végétale, intensité - durée de la pluie.

Les coefficients de ruissellement primaire pour chaque écosystème sont définis par :

$$K_r = \frac{\text{Ruissellement primaire}}{\text{Pluie}} \times 100$$

On ne le définit pas évidemment pour les zones d'épandage et les lits d'oueds.

Ces coefficients ont été évalués sur la base de mesures ou d'estimations effectuées dans la zone ou dans les régions avoisinantes pour chaque écosystème et pour deux types d'année pluviométrique :

Kr1 : en année "moyenne" (150 mm) avec au moins une pluie de 50 à 60 mm en 24 H.

Kr2 : en année "humide", type 1973-1974 (300 mm), avec une pluie de 150 mm à 200 mm en 24 h.

Compte tenu de la surface de chaque écosystème, on a calculé Kr1 et Kr2 moyens pour l'ensemble de la zone-test. Actuellement Kr1 = 8,3 % et Kr2 = 33,0%.

Diminution relative de la production végétale spontanée en année "humide"

La dégradation des différentes propriétés physico-hydrauliques du sol entraîne une baisse de productivité des milieux qui est surtout sensible pour la production en année "humide". En effet la pluie n'est alors plus le facteur limitant principal, mais la dégradation entraîne le gaspillage de l'eau qui ne peut être stockée dans les sols agricoles.

On a retenu comme critère de désertification la baisse de production en année humide (300 mm et plus) de la partie de la végétation spontanée consommable par les animaux de l'ensemble de la surface étudiée.

3.2.2 Critères liés à l'irréversibilité de la dégradation

On a déjà signalé qu'à longue échéance, si la pression humaine actuelle intense est supprimée, on arrive à voir la végétation et le sol d'une bonne partie des écosystèmes se régénérer. Un couvert végétal peut se reformer, piéger le sable mis en mouvement et des phénomènes de pédogenèse peuvent reformer un sol. A la limite, il ne serait pas possible de parler de désertification définitive du milieu puisqu'à l'échelle de plusieurs siècles la régénération de la productivité biologique de presque tous les écosystèmes est possible. Connaissant les successions écologiques possibles entre les écosystèmes, on a donc tenu pour "actuellement désertifiées" les surfaces des écosystèmes dégradés qui ne seraient pas régénérés au bout de 25 ans de mise en défens (le pas de renouvellement d'une génération humaine).

En outre, il faut examiner différemment les surfaces désertifiées dans l'optique d'une utilisation exclusivement pastorale et les surfaces désertifiées pour une utilisation basée sur la céréaliculture. En effet un écosystème peut avoir perdu toute potentialité pastorale, mais avoir conservé une partie de sa potentialité pour la céréaliculture, car si la végétation pérenne ne peut se réinstaller, il reste cependant une épaisseur de sol arable suffisante pour pratiquer certaines cultures.

C'est ainsi qu'on a considéré comme désertifiées pour le parcours les surfaces des écosystèmes dégradés SD1, GD1, AZ1, AA1, RK1, AR2, qui au bout de 25 ans ne seraient pas revenues respectivement au moins en SD2, GD2, AZ2, AA2, RK2, AR3; cette surface est actuellement de l'ordre de 4600 ha, sur les 20 000 de la zone-test.

D'autre part, on a considéré comme désertifiées pour une utilisation comportant le parcours et la céréaliculture, les surfaces des écosystèmes dégradés SD1, GD1, AZ1, AR2 qui, au bout de 25 ans de mise en défens ne seraient pas revenues respectivement au moins en SD2, GD2, AZ2, AR3; cette surface est actuellement égale à 2200 ha.

Ces quelques critères utilisés comme indices de désertification, ont surtout un intérêt pour juger du dynamisme du phénomène physique. Comme on l'a déjà souligné, les aspects humains du phénomène de désertification sont plus difficiles à aborder. Ne disposant pas des données nécessaires pour quantifier cette dégradation des modes de vie, on se bornera dans le paragraphe suivant à étudier l'évolution prévisible sur 25 ans des différents indices de désertification des écosystèmes en fonction de plusieurs niveaux d'intensité de la pression humaine sur le milieu.

4. EVOLUTION PREVISIBLE DE LA DEGRADATION ET DE LA DESERTIFICATION POUR DIFFERENTS NIVEAUX D'INTENSITE DE LA PRESSION HUMAINE SUR LE MILIEU

4.1 Choix des systèmes et des niveaux d'intensité d'exploitation à tester.

Méthode utilisée

Dans la zone d'Oglat Merteba, comme d'ailleurs dans l'ensemble des zones présahariennes, l'utilisation du sol est surtout pastorale, avec une tendance actuellement à la sédentarisation et au développement de la céréaliculture.

Les pressions humaine et animale tendent à se faire de plus en plus fortes sur le milieu par suite de l'augmentation de la charge en animaux et du développement des surfaces en céréales (cultures mécanisées plus faciles). Mais l'aménagement peut contrarier cette tendance.

Afin de mieux saisir l'évolution prévisible de la dégradation et de la désertification sur Oglat Merteba, et donc pour orienter le choix de l'aménageur, on a été amené à envisager 4 hypothèses différentes quant aux niveaux d'intensité de la pression humaine. Ces niveaux correspondent en fait à des systèmes d'exploitation plus ou moins intensifs. Les hypothèses choisies sont explicitées ci-dessous.

La pression humaine est envisagée comme croissante du niveau 1 au niveau 4. Ainsi si la pression est nulle au niveau 1 (mise en défens), elle devient plus forte au niveau 2 à cause des interventions nécessitées par l'aménagement. Le niveau 4 va dans le sens d'une augmentation du niveau d'intensité de l'utilisation du territoire par rapport à l'état actuel, ce qui ne signifie pas qu'il s'agisse d'une utilisation rationnelle.

Niveau 1 : mise en défens

Cette hypothèse implique un arrêt total à court terme de toute forme de pression humaine et animale. Les divers écosystèmes amorcent alors une évolution progressive avec des vitesses variables selon leur pouvoir de régénération. Les terres de culture abandonnées sont peu à peu reconquises par la steppe en équilibre avec les conditions écologiques présentes. Les steppes soustraites à l'action du pâturage évoluent dans le sens d'une augmentation du couvert végétal qui peut permettre des changements dans les conditions du milieu (fixation de sable en mouvement). Il est évident que cette hypothèse n'est pas réaliste du

point de vue économique et par ailleurs la mise en défens n'assure pas forcément la remontée biologique d'écosystèmes pastoraux. On l'a retenue cependant à titre de comparaison avec les autres niveaux pour une meilleure compréhension des phénomènes. Par ailleurs, la formulation de cette hypothèse peut intéresser les Services chargés de la conservation et de la protection de la nature.

Niveau 2 : aménagement régional rationnel

L'hypothèse consiste à réaliser si possible une exploitation du territoire rationnelle sur le plan de la biologie des espèces, basée sur un aménagement pastoral. Ainsi la charge animale sur le parcours sera adaptée à la production réellement consommable des espèces pastorales afin d'arrêter la dégradation par surpâturage. Pour les écosystèmes pastoraux déjà dégradés, la charge sera établie de façon à permettre une reconstitution. Les cultures seront circonscrites aux zones favorables recevant un appoint d'eau par ruissellement, soit grâce à des conditions topographiques naturelles, soit à la suite d'un aménagement hydraulique. Cela aboutira dans la zone-test à une diminution, en 25 ans, de 50 % des surfaces cultivées en céréales, ce qui n'est pas forcément une solution économiquement rentable.

Cette hypothèse d'exploitation raisonnée du "capital végétal et sol" peut se réaliser dans le cadre d'un aménagement rationnel du territoire considéré : créations de points d'eau et de réserves fourragères en irrigué permettant de fournir des emplois et de limiter l'exode rural; rotation des troupeaux; amélioration des techniques de la céréaliculture, fourniture aux habitants de sources d'énergie subventionnées. La rentabilité immédiate des investissements n'est pas forcément assurée dans un tel système : les économistes tiennent en effet rarement compte dans leurs calculs du coût et des bénéfices de la "remontée biologique" et de la lutte contre la désertification, de la limitation de l'exode rural, et du mieux-être des populations dans leur environnement.

Niveau 3 : maintien du système actuel d'exploitation

Les nouvelles possibilités de la mécanisation tendent à accélérer la mise en culture et donc à provoquer un défrichement des zones les plus attractives pour la céréaliculture. Compte tenu des prix qui sont pratiqués actuellement, la culture des céréales, malgré ses faibles rendements, est pour le paysan immédiatement plus rentable à l'hectare que l'élevage, même si le "capital sol" disparaît à moyen terme.

Corrélativement, du fait de la régression constante des surfaces utilisées pour le parcours, sans que l'éleveur ait tendance à diminuer les effectifs des troupeaux, un surpâturage permanent se développe dans des zones où le potentiel de régénération de la végétation est faible. Par ailleurs, la tendance à remplacer les combustibles ligneux par des produits pétroliers pour les usages domestiques n'est pas encore très nette.

Niveau 4 : intensification des pratiques actuelles

Dans cette hypothèse on a envisagé un accroissement de 50 % des superficies mises en céréales en 25 ans. Cet accroissement relativement faible a été prévu en raison des difficultés déjà observées pour la moisson à la main de grandes surfaces, sans que l'on imagine actuellement la possibilité de mécaniser la récolte pour d'aussi faibles rendements.

Du fait de l'augmentation prévisible de la pression humaine, cette hypothèse est la plus probable si l'on n'assiste pas à une prise de conscience des populations à un effort particulier du Gouvernement pour ces régions deshéritées. Elle se conçoit aussi dans le cas où des investissements sont réalisés pour favoriser l'exploitation pastorale (multiplication des points d'eau par exemple), sans qu'il y ait acceptation par la population d'un aménagement pastoral global (limitation de la charge, rotations, etc.).

L'analyse faite ci-dessous sur la base de ces 4 hypothèses est réalisée grâce à la technique des "matrices de succession" (Godron et Lepart, 1973), qui permet de simuler par calcul automatique l'évolution dans le temps des surfaces occupées par les différents écosystèmes de la zone. Cette analyse, bien que théorique, doit permettre à l'aménageur de mieux savoir à quel niveau limiter l'intensité d'exploitation pour que le taux de désertification reste acceptable.

La période temps testée couvre les 25 prochaines années et est analysée par "pas" successifs de 5 ans.

4.2 Evolution prévisible de la dégradation et de la régénération

Les résultats les plus significatifs concernant la dégradation et la régénération des écosystèmes apparaissent sur la fig. 7.

Les parcours dégradés RK1, AA1, SD1, GD1, AZ1, AR2 (fig. 7a) occupent actuellement presque la moitié de la superficie de la zone. Selon les niveaux d'intensité d'utilisation, les possibilités de dégradation ou de régénération sont au maximum de 50 %.

La dégradation de la végétation spontanée sur sols profonds (RK2, RK3, LK3, AA2, AR3) est plus rapide que celle des sols squelettiques, en raison de leur attractivité pour les labours. De plus la régénération de la végétation sur sols profonds cultivés est lente, le labour ayant détruit le capital végétal.

Lorsque l'on parle de désertification, la première image qui vient à l'esprit est la dune. Si l'on examine la Fig. 7d, on constate que la surface des zones à sable dunaire (AR3, AR2) (qui a ici comme origine principale les apports éoliens liés à la mise en culture) n'augmente que très lentement. En fait, il y a concentration du sable dans des zones privilégiées, le sable s'accumulant progressivement en hauteur.

L'évolution de la biomasse végétale aérienne totale (Fig. 7f) permet de quantifier la dégradation ou la régénération de la végétation. Elle est actuellement évaluée à 14 000 tonnes de matière sèche, soit 700 kg/ha en moyenne pour la zone. Les niveaux d'intensité d'exploitation envisagés la font passer au bout de 25 ans de 500 kg/ha (niveau 4) à 1100 kg (niveau 1).

4.3 Evolution prévisible de la désertification

L'ensemble des évolutions prévisibles des différents indices de la désertification de la zone-test d'Oglat Merteba est représenté sur les graphiques de la Fig. n°8 en fonction des niveaux d'intensité d'exploitation du milieu retenu. Une mise en défens ou un aménagement régional conduirait, pour tous les indices retenus, à une diminution de la désertification, alors que le système actuel, ou son intensification, contribuerait à accentuer ce phénomène.

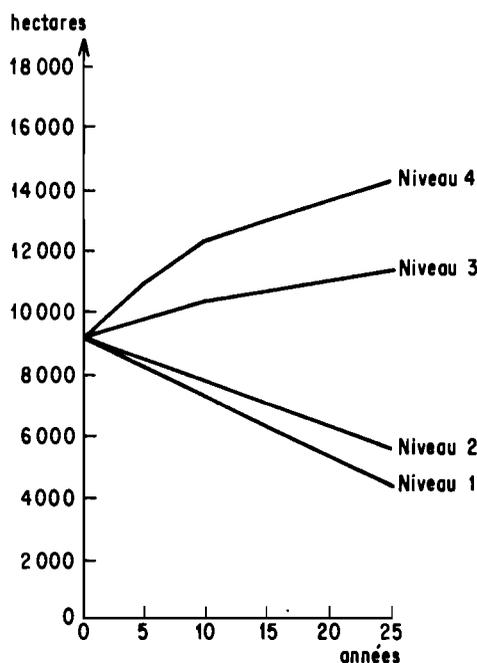
4.3.1 Réserve en eau utile moyenne (Fig. 8d)

La mise en défens et l'aménagement correspondent respectivement à une augmentation de la réserve en eau utile moyenne de la région de 7,5 mm et de 5,5 mm. Cela représente une régénération moyenne, par piégeage du sable, de 8 cm et 6 cm environ en 25 ans.

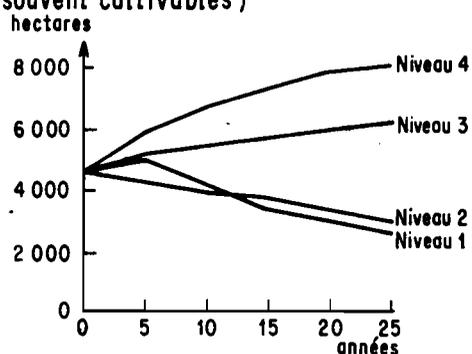
Le maintien du système actuel et l'augmentation des pratiques actuelles conduiraient respectivement en 25 ans à une diminution de la réserve utile moyenne de 5 et de 11 mm, correspondant à une troncature moyenne de 5,5 et de 12 cm pour des sols sableux, et de 4 et 10 cm pour des sols limono-sableux.

**ZONE TEST D'OGLAT MERTEBA
(20 000 hectares)**

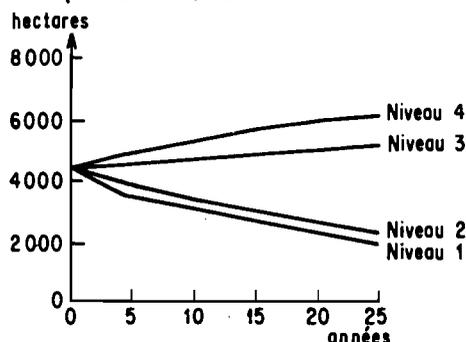
a - PARCOURS DÉGRADÉS



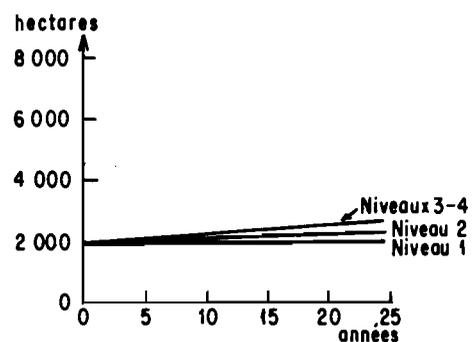
**c - PARCOURS DÉGRADÉS SUR SOLS PROFONDS
(souvent cultivables)**



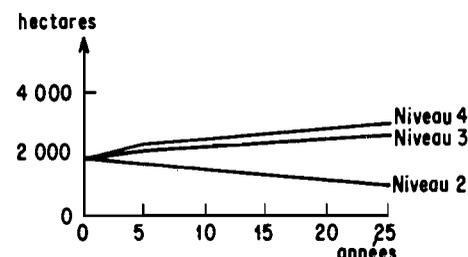
**b - PARCOURS DÉGRADÉS SUR DES SOLS
SQUELETTIQUES**



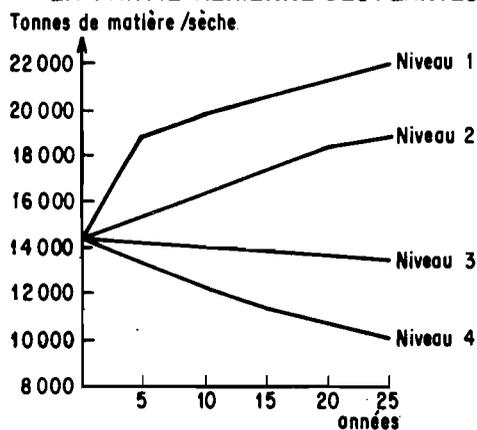
d - ZONES DE SABLES DUNAIRES



e - CULTURES



**f - ÉVOLUTION DE LA BIOMASSE EN PLACE DE
LA PARTIE AÉRIENNE DES PLANTES PERENNES**



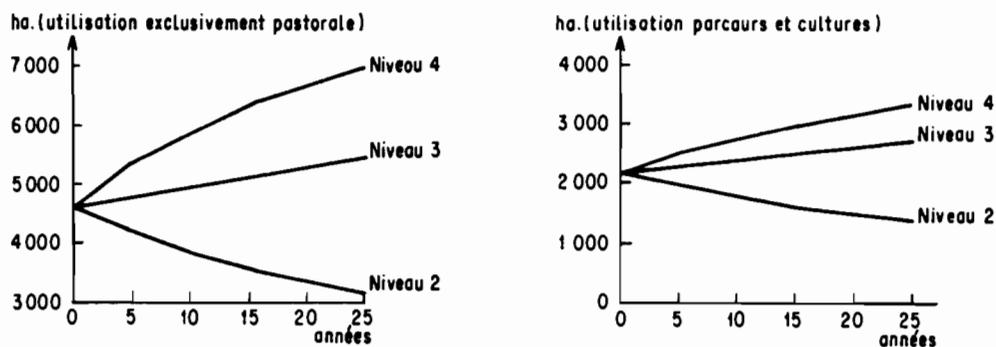
L É G E N D E

- Niveau 1 - Mise en défens
- Niveau 2 - Aménagement régional rationnel
- Niveau 3 - Maintien du système actuel d'exploitation
- Niveau 4 - Intensification des pratiques actuelles

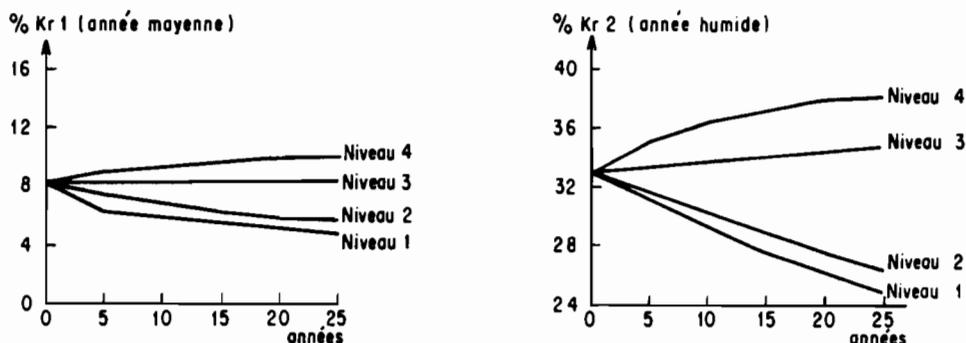
**Fig. 7 - ÉVOLUTION PRÉVISIBLE DE LA DÉGRADATION ET DE LA RÉGÉNÉRATION
EN FONCTION DE 4 NIVEAUX D'INTENSITÉ D'EXPLOITATION**

**ZONE TEST D'OGLAT MERTEBA
(20 000 hectares)**

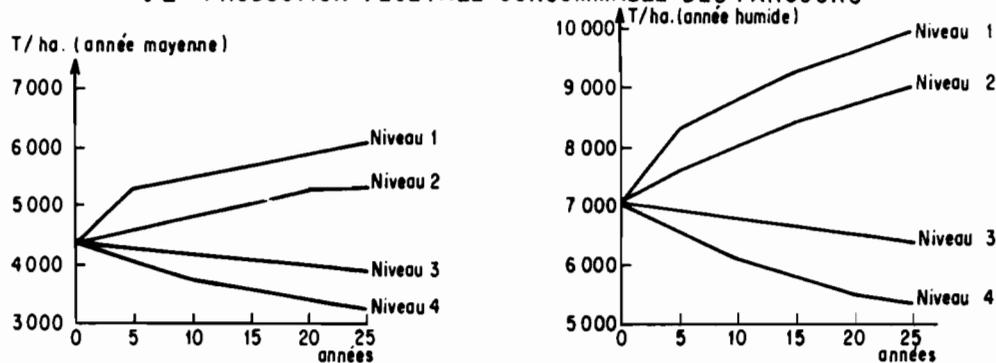
a _ SURFACES DÉSSERTIFIÉES



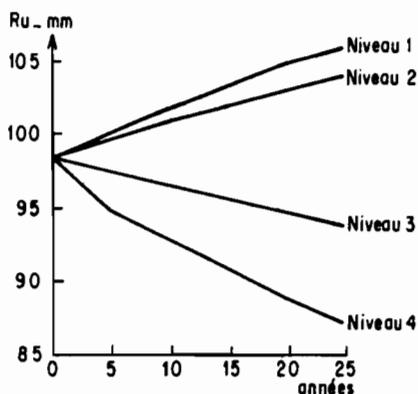
b _ COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT PRIMAIRE MOYEN POUR L'ENSEMBLE DE LA ZONE



c _ PRODUCTION VÉGÉTALE CONSOMMABLE DES PARCOURS



d _ RÉSERVE MOYENNE EN EAU DES SOLS, UTILE A LA VÉGÉTATION



L É G E N D E

- Niveau 1 _ Mise en défens
- Niveau 2 _ Aménagement régional rationnel
- Niveau 3 _ Maintien du système actuel d'exploitation
- Niveau 4 _ Intensification des pratiques actuelles

**Fig. 8 _ ÉVOLUTION PRÉVISIBLE D'INDICES DE DÉSSERTIFICATION
EN FONCTION DE 4 NIVEAUX D'INTENSITÉ D'EXPLOITATION**

Il s'agit de valeurs moyennes. Ainsi, si l'érosion était localisée sur une zone homogène, elle correspondrait à la disparition totale sur 1100 et 2400 ha d'un sol sableux de 1 mètre d'épaisseur, et sur 800 et 2000 ha d'un sol limono-sableux de 1 mètre d'épaisseur.

4.3.2 Coefficients de ruissellement primaire moyen (Fig. 8b)

L'examen de ces coefficients est significatif en année pluvieuse (300 mm). En effet en année moyenne les différences observées entre les différents niveaux sont peu significatives, encore que les niveaux 1 et 2 tendent à limiter le coefficient de ruissellement de l'ensemble de la région.

Ainsi pour 300 mm de pluie tombés en une année, au bout de 25 ans, l'eau perdue par ruissellement sur l'ensemble de la zone, à l'exception des lits d'oueds et des zones d'épandage, sera de :

14,0.10⁶ m³ dans le cas du niveau 1
14,8.10⁶ m³ dans le cas du niveau 2
19,0.10⁶ m³ dans le cas du niveau 3
21,2.10⁶ m³ dans le cas du niveau 4

Il apparaît donc que dans le maintien du système actuel et l'accélération des tendances actuelles on risquerait de perdre en plus au bout de 25 ans, respectivement 0,5.10⁶ m³ et 2,7.10⁶ m³ d'eau par rapport aux pertes actuelles. Cela correspondrait respectivement à l'apparition de 200 ha et de 933 ha de surfaces où l'infiltration serait nulle.

Le fait d'aménager rationnellement la région pourrait conduire à une diminution de 22 % du gaspillage de l'eau par rapport à l'état actuel, soit environ 230 m³ supplémentaires à l'ha.

4.3.3 Partie de la végétation naturelle consommable par les animaux (Fig.8c)

Afin de quantifier la baisse de la productivité liée à la désertification, on a représenté l'évolution de la production de la partie consommable par les animaux de la végétation spontanée en année "moyenne" (150 mm de pluie) et en année "humide" (300 mm). Les résultats sont exprimés en tonnes de matière sèche par hectare.

C'est en année "humide" que les variations de cette production sont les plus significatives pour tester l'évolution de la désertification. Ainsi, sur le tableau n°11, il apparaît que dans le cas du maintien du système actuel pendant 25 ans on assisterait à une baisse de 11 % de la production totale (voisine de la production consommable) et de la charge potentielle en animaux. Ce pourcentage passe à 26 % dans le cas probable de l'intensification des pratiques actuelles qui conduisent à la désertification.

Tableau n°11 - Valeurs prévisibles de la production pastorale et de la charge potentielle atteintes après 25 ans (année 2000)

Niveaux d'intensité d'exploitation du milieu	Variation de la production de la partie consommable de la végétation (en kg de matière sèche/ha/an)		Variation de la charge potentielle(en moutons)	
	Année "moyenne" (actuellement 220 kg MS/ha/an)	Année "humide" (actuellement 350 kg MS/ha/an)	Année "moyenne" (charge potentielle actuelle 4150 moutons)	Année "humide" (charge potentielle actuelle 6600 moutons)
1. Mise en défens	+ 80	+ 150	+ 1 508	+ 2820
2. Aménagement régional	+ 50	+ 100	+ 942	+ 1885
3. Maintien système actuel	- 25	- 40	- 471	- 754
4. Intensification des pratiques actuelles	- 50	- 90	- 942	- 1697

4.3.4 Surfaces désertifiées

L'évolution des surfaces désertifiées telles qu'elles sont définies au § 3.2.2 (surfaces des écosystèmes dégradés qui n'auraient pas récupéré une partie de leur productivité au bout de 25 ans de mise en défens) apparaît sur la Fig. 8a pour deux utilisations différentes du milieu :

- une utilisation exclusivement pastorale de l'ensemble de la zone
- une utilisation pastorale associée à la mise en culture de tous les écosystèmes désertifiés pour le parcours, mais encore cultivables.

On constate que, pour ces deux types d'utilisation, l'accroissement des surfaces désertifiées serait de 17 % au bout de 25 ans de maintien du système d'exploitation actuel et de 49 % au bout de 25 ans d'intensification des pratiques actuelles.

Ces chiffres, comme ceux donnés pour les autres indices de la désertification et de son évolution, doivent être considérés comme des ordres de grandeur destinés seulement à donner une meilleure idée de l'intensité des phénomènes.

5. CARTE DE LA SENSIBILITE DES ECOSYSTEMES AUX FACTEURS DE LA DESERTIFI-
CATION ET PROCESSUS DE DEGRADATION EN COURS (cf. fig. 9)

5.1 Sensibilité des écosystèmes aux facteurs de la désertification

Sensibilité potentielle de la végétation et des sols

Les divers types de végétation et de sols ne présentent pas pour une même utilisation par l'homme et ses animaux des résistances égales aux facteurs de la désertification. Il s'avère donc possible de classer (cf. table 12) ces types de végétation et de sols selon leur sensibilité potentielle à l'agressivité des facteurs tels que le surpâturage ou la mise en culture. Cette sensibilité potentielle dépend :

- pour la végétation : du type physiologique, de la composition botanique, de la biologie des espèces, de l'état actuel de la dégradation du couvert, de la vitesse de régénération, etc.
- pour le sol : de l'épaisseur, de la texture, de la géomorphologie, de la pente, de l'exposition, etc.

Attractivité de la végétation et des sols

Dans la nature, de fait, l'action de l'homme ne s'exerce pas uniformément, soit qu'il reconnaisse aux divers milieux des productivités différentes, soit qu'il présume les conséquences néfastes de certaines pratiques.

De plus, pour un même milieu l'attractivité varie en fonction de facilités d'utilisation liées à :

- l'accessibilité aux engins mécaniques
- la proximité des points d'eau et des voies de passage favorisant le surpâturage
- la proximité des habitations ou des lieux de stabulation des animaux

Examinons par exemple le cas des steppes à Rhantherium suaveolens dans le tableau 12 (Ecosystèmes RK3, RK2, RK1). Ces écosystèmes, s'ils sont soumis au surpâturage, ont une végétation qui reconstitue aisément son couvert si les touffes n'ont pas été arrachées et sont donc pour ce cas définis comme peu sensibles à l'action dégradante de ce facteur. Par contre dans le cas d'une mise en culture la destruction totale de la végétation laisse peu de possibilité de reconstitution de la steppe en état, même en cas d'abandon des labours, et ces

écosystèmes sont jugés sensibles à la mise en culture. Les sols sableux de ces mêmes écosystèmes sont rapidement soumis à l'érosion éolienne à la suite du simple piétinement par les animaux au parcours et de la réduction du couvert végétal. Le phénomène est encore accéléré par la mise en culture, aussi ces sols sont dits sensibles au surpâturage et très sensibles à la mise en culture.

Ces mêmes écosystèmes sont, de plus, très attractifs pour les deux types d'utilisation par l'homme (parcours - mise en culture) puisqu'ils constituent à la fois les meilleurs parcours et les zones les plus favorables à l'extension de la céréaliculture.

Classes de sensibilité

L'ensemble des notions abordées au début de ce paragraphe est synthétisé pour aboutir à un classement des écosystèmes selon leur sensibilité globale aux facteurs de la désertification*.

La sensibilité des écosystèmes résulte donc des sensibilités potentielles combinées de la végétation et des sols modulée par l'attractivité. L'échelle de sensibilité comprend 5 classes. Ainsi actuellement 38 % de la superficie de la zone-test sont considérés comme étant très sensibles (20 %) ou sensibles (18 %) aux facteurs de la désertification.

Facteur principal de la désertification

Les unités de la carte sont également renseignées par une lettre (C pour la céréaliculture, S pour le surpâturage) indiquant le facteur principal de la désertification.

Les zones à densité de population estimée supérieure à 7 habitants au km² ont été tramées sur la carte. Elles représentent pour la région les lieux à pression humaine relativement forte.

Pour la zone-test, le facteur principal de la désertification est la mise en culture puisque 30 % de la superficie ont été jugés très sensibles (19 %) ou sensibles (11 %) à ce type d'utilisation.

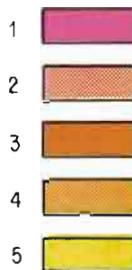
* Le terme de "vulnérabilité" au lieu de "sensibilité" a été utilisé pour définir le même concept sur les cartes de la désertification par la FAO (carte du monde au 1/25 000 000 et de l'Afrique au Nord de l'Equateur au 1/5 000 000). La carte de la sensibilité des écosystèmes aux facteurs de la désertification présentée ici est reprise d'une étude publiée précédemment sur la même zone-test (FLORET, LE FLOC'H, 1973).

CARTE SYNOPTIQUE DU RISQUE DE DESERTIFICATION de la zone test d'Oglat Meterba (TUNISIE)

Légende

CLASSE DE SENSIBILITE OU RISQUE DE DESERTIFICATION

- zone très sensible
- zone sensible
- zone moyennement sensible
- zone assez peu sensible
- zone peu sensible



VULNERABILITE DU PAYSAGE AUX PROCESSUS DE DESERTIFICATION

Les processus associés sont en lettres minuscules.

Surfaces sujettes à:

La régression du couvert végétal naturel

La proportion présumée de production végétale consommable des parcours subsistant après dégradation pendant une centaine d'années (secteur noir)

Formations éoliennes

Déflation sur les plaines sableuses

Ablation des sols par la déflation et l'érosion hydrique

Glacage de la surface du sol

Erosion par l'eau

voile sableux mobile

dunes mobiles

faible

forte

ablation moyenne

ablation forte

pellicule de battance localisée

pellicule de battance généralisée

formation de bad-lands

mise à nu de la géologie

R, r



V, v

D, d

E, e

T, t

A, a

N, n

L, l

P, p

B, b

G, g

PRESSION HUMAINE ET ANIMALE

Zone à densité de population humaine relativement forte

Culture et éradication des espèces ligneuses

Surpâturage et éradication des espèces ligneuses



C

S

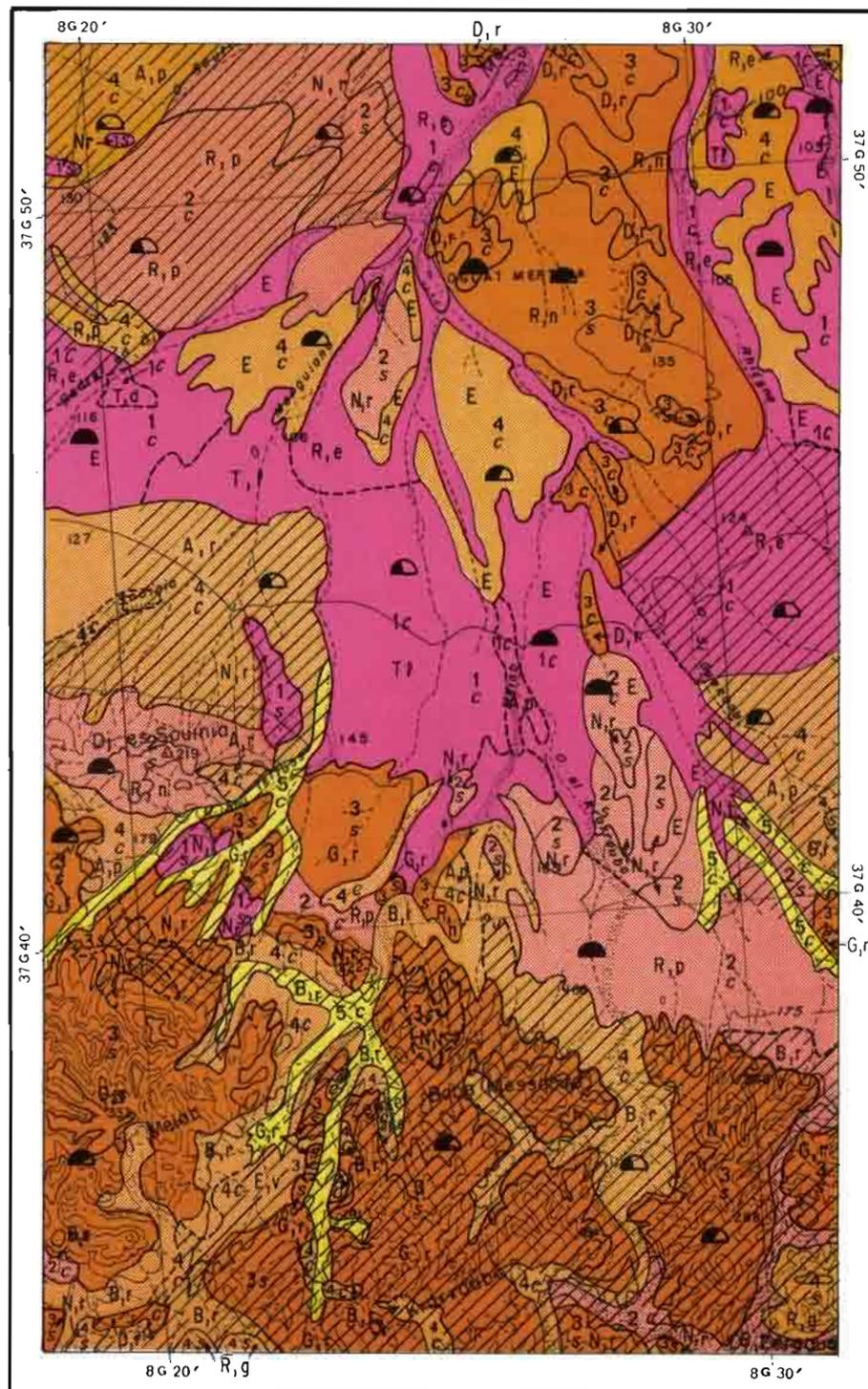


Tableau 12. SENSIBILITE*DES ECOSYSTEMES AUX FACTEURS DE LA DESERTIFICATION
PROCESSUS DE DEGRADATION EN COURS
Zone-test d'Oglat Merteba

PROCESSUS DE DEGRADATION EN COURS	SIGLES DES ECOSYSTEMES	ECOLOGIE SOMMAIRE	SENSIBILITE DE LA VEGETATION		SENSIBILITE DES SOLS		ATTRACTIVITE (utilisation par l'homme)		CLASSE DE SENSIBILITE (Risques de désertification)
			ou surpâturage et à l'éradication	à la mise en culture	ou surpâturage et à l'éradication	à la mise en culture	pour le parcours et la cueillette	pour la culture	
E	RK 3	Steppe non dégradée sur sol sableux	Peu sensible	Sensible	Sensible	Très sensible	Forte	Très forte	1 Zones très sensibles
R,e	RK 2	Steppe peu dégradée sur sol sableux							
T, f	RK 1	Steppe très dégradée sur sol sableux tronqué							
T, l	rk	Culture sur sol sableux	Peu sensible	Peu sensible	Très sensible	Très sensible	Forte	Très forte	
N,r	AZ 1	Steppe très dégradée sur sol gypseux	Très sensible	—	Sensible	—	Très forte	nulle	
E	LK 3	Steppe non dégradée sur sol sableux (présence de gypse)	Moyennement sensible	Sensible	Sensible	Très sensible	Forte	Faible	2 Zones sensibles
R,p ou R,b	LZ 2	Steppe peu dégradée sur sol gypseux							
N,r	GD 1	Steppe très dégradée sur croûte calcaire	Sensible	—	Moyennement sensible	—	Très forte	nulle	
R,n	AZ 2	Steppe peu dégradée sur sol gypseux	Très sensible	Très sensible	Assez peu sensible	Moyennement sensible	Très forte	Faible	
R,e	AA 2	Steppe peu dégradée sur sol limoneux							
D,r	AR 2	Dunes moyennes fixées par la végétation							
R,n	GD 2	Steppe peu dégradée sur croûte calcaire	Moyennement sensible	—	Moyennement sensible	—	Forte	nulle	3 Zones moyennement sensibles
G,r	SD 1	Végétation de montagne, très dégradée							
D,c	ra	Cultures sur sable (Saharien)	Peu sensible	Peu sensible	Sensible	Sensible	Moyenne	Moyenne	
E	AR 3	Dunes fixées par la végétation	Moyennement sensible	Très sensible	Sensible	Très sensible	Moyenne	Très faible	4 Zones assez peu sensibles
E v	RA 3	Steppe non dégradée sur sol sableux (Saharien)							
A,r ou B,r	AA 1	Steppe très dégradée sur sol limoneux	Peu sensible	Peu sensible	Assez peu sensible	Assez peu sensible	Moyenne	Moyenne	
R,g	SD 2	Végétation de montagne, peu dégradée	Assez peu sensible	—	Assez peu sensible	—	Moyenne	nulle	
A,p	aa	Cultures sur sol limoneux	Peu sensible	Peu sensible	Peu sensible	Peu sensible	Forte	Très forte	
E	zr	Cultures des zones d'épandage							
néant	ZR 3	Végétation non dégradée des zones d'épandage	Peu sensible	Peu sensible	Peu sensible	Peu sensible	Très forte	Faible	5 Zones peu sensibles
néant	PZ 3								

* La notion de sensibilité est voisine de la notion de vulnérabilité utilisée sur les cartes de la désertification de la FAO.

Il est évident que les modifications importantes de la densité de population ou des conditions de vie de cette population sont susceptibles d'amener des changements profonds dans l'attractivité des écosystèmes pour chaque type d'utilisation possible. De ce fait, la sensibilité globale peut évoluer au cours du temps.

5.2 Processus de la dégradation en cours

Indépendamment de la sensibilité "potentielle" à la désertification, il est possible, comme cela a été réalisé sur les documents cartographiques de la FAO, de surajouter des sigles signifiant les processus (dominants et associés) actuels de la dégradation. La zone-test, du fait de sa faible densité relative de population, comparativement à l'ensemble du Sud tunisien, n'est pas encore totalement affectée par la désertification malgré une sensibilité assez forte. Il est cependant vrai que la dégradation des écosystèmes tend à se généraliser. Les processus de la dégradation ont donc été siglés sur la carte pour toutes les unités de la zone d'étude. Dans la partie de la légende concernant ce thème, nous avons repris pour une bonne part les catégories retenues pour les cartes publiées par la FAO. Cette légende a toutefois été augmentée et détaillée afin de mieux cadrer avec notre échelle de travail (1/100 000).

Rappelons toutefois encore que ces processus en cours ne sont pas en rapport étroit avec la sensibilité. Ainsi l'écosystème RK3, jugé pourtant très sensible aux facteurs de la désertification, n'est actuellement affecté que par un faible processus de déflation au niveau de son voile éolien (processus E dans la légende). Certains écosystèmes (ZR3, PZ3) ne sont actuellement soumis à aucun processus de dégradation.

Les processus retenus sont les suivants (sur la carte un processus est siglé en majuscule s'il est dominant et en minuscule s'il est associé) :

Régression du couvert végétal naturel (R, r)

Dû au surpâturage, ce processus, qui chronologiquement apparaît toujours le premier, est considéré comme présent sur l'ensemble de la zone à l'exclusion des steppes les plus claires et des cultures où la végétation naturelle est déjà détruite.

Afin de donner une idée visuelle d'une des conséquences de la désertification sur cette zone-test, on a figuré sur la carte, par des secteurs dans un demi-cercle, la proportion présumée de production végétale consommable des parcours subsistant après dégradation depuis une centaine d'années.

On peut en effet subjectivement considérer qu'il y a une certaine d'années, la population alors surtout pastorale-nomade étant moins nombreuse, les défrichements pour la culture devaient être surtout localisés dans les zones d'épandage des oueds. Les parcours correspondant aux principales unités géomorphologiques (montagnes, glacis, plaines sableuses) pouvaient ressembler aux meilleurs parcours naturels que l'on rencontre actuellement dans ces unités en quelques endroits privilégiés.

Dans quelques grandes unités géomorphologiques représentatives, on a donc figuré sur un demi-cercle le rapport $\frac{P_1}{P_2}$ calculé sur la base des données de la Fig. 2 avec :

- P1 = Production végétale consommable moyenne actuelle (secteur noir)
- P2 = Production végétale consommable du meilleur parcours actuel (demi-cercle complet).

Pour la zone-test d'Oglat Merteba les valeurs de ce rapport s'échelonnent depuis 0,37 dans l'unité où la végétation naturelle est la plus dégradée, jusqu'à 1 dans les zones encore en bon état.

Formations éoliennes

Voile sableux éolien mobile (V, v) : L'accumulation de sable en voile sableux concerne peu d'écosystèmes et ne semble jamais être un processus dominant dans la zone. Toutefois les steppes sableuses où le voile éolien, peu mobile, est partie intégrante de l'écosystème, ne sont pas considérées comme affectées par ce processus.

Dunes mobiles (D, d) : L'accumulation du sable sous forme de dunes non fixées est peu accusée actuellement dans la zone-test. On peut toutefois noter l'augmentation d'épaisseur des dunes déjà constituées et non fixées.

Déflation éolienne (E, e) : Faible déflation affectant le voile éolien. Du fait de la réduction de leur couverture générale ce processus affecte l'ensemble des écosystèmes sur sol sableux.

Forte déflation avec troncation du sol (T, t) : Seuls les écosystèmes sur sols sableux les plus dégradés (RK1, rk) sont atteints par les manifestations de ce processus.

Ablation des sols par la déflation et l'érosion hydrique (sur piémonts et glacis)

Ablation conduisant à une troncature partielle des sols (A, a) : Ce processus affecte sur les glacis et sols limoneux les écosystèmes où la végétation spontanée est déjà très dégradée (AA1, aa).

Ablation conduisant à la mise à nu des croûtes ou de l'assise géologique (N, n) : Les sols peu épais sur croûtes et encroûtements gypseux ou calcaires sont soumis, quand la végétation devient rare, à l'action combinée néfaste des érosions éolienne et hydrique (écosystèmes GD2, GD1, AZ2, AZ1).

"Glacage" de la surface du sol

Formation d'une pellicule de battance localisée (L, l) : Ce phénomène de faible intensité affecte actuellement les zones sableuses privées de leurs premiers horizons à la suite d'une forte déflation. De faibles proportions de limon suffisent à provoquer le "glacage" superficiel de ces zones sableuses et à entraver la germination des espèces végétales annuelles.

Généralisation de la pellicule de battance (P, p) : La pellicule de battance se forme très tôt dans les horizons limoneux aussi est-elle à peu près généralisée sur les écosystèmes AA2, AA1, aa, quoique n'étant pas toujours le processus dominant.

Erosion par l'eau

Formation de bad-lands (B, b) : Le phénomène est présent sur la plupart des glacis, parties limoneuses, où la végétation a déjà été dégradée et où aucun ouvrage de petite hydraulique ne vient freiner l'effet de l'érosion hydrique en nappe, rigoles et ravines (AA1).

Mise à nu du substrat géologique (G, g) : Dans les montagnes les "poches" de sol retenues par les anfractuosités de la roche mère sont assez rapidement entraînées par l'eau surtout si aucun couvert végétal n'assure leur protection.

Les différents processus de dégradation en cours sur la zone-test d'Oglat Merteça sont listés dans le tableau n° 12.

6. ENSEIGNEMENTS A TIRER DE L'ETUDE D'OGLAT MERTEBA

De par sa localisation (150 mm de pluviométrie moyenne annuelle) sa diversité et son type d'utilisation du sol (10 % de culture, 90 % de parcours), la zone d'Oglat Mertebe peut être considérée comme représentative des régions arides et présahariennes de la Tunisie

Les zones actuellement "désertifiées" représentent de 10 à 20 % du territoire selon le critère de référence choisi. Il est hors de doute que ce processus continue actuellement. La désertification n'est pas extrêmement rapide puisque, selon les hypothèses, elle atteindrait seulement de 20 à 30 % du territoire en l'an 2000, si le système d'exploitation n'est pas trop modifié d'ici là. Elle n'est pas non plus spectaculaire (les grandes dunes n'existent pas encore), mais elle se manifeste par une décroissance continue de la productivité biologique.

Cependant il faut tenir compte de l'accroissement démographique prévisible (2,3 % actuellement en Tunisie) et du désir de la population, de plus en plus informée, de voir son niveau de vie augmenter. On aura donc tendance à demander au milieu de produire plus qu'aujourd'hui. La solution immédiate est facile : la mise en culture augmente dans un premier temps la productivité de l'écosystème; elle favorise la pénétration et le stockage de l'eau. Ainsi elle permet, compte tenu des prix actuels, un bénéfice net souvent supérieur à celui du parcours, tant que l'érosion du sol fréquemment dénudé n'a pas fait disparaître cette productivité.

Des causes et des processus décrits, il ressort en effet que la céréaliculture extensive dans cette région est le facteur principal de la désertification, car elle laisse à nu le sol pour l'érosion et élimine totalement les plantes pérennes qui ne peuvent se réinstaller facilement, même en année humide.

Il n'est évidemment pas question de demander aux populations de supprimer les céréales qui ont une place très importante dans leur alimentation, mais les aménagements doivent prévoir une meilleure localisation des productions. Les écosystèmes ayant des possibilités de régénération très variable, la localisation des céréales extensives est à orienter dans les zones où la végétation naturelle a déjà disparu et a peu de chance de se réinstaller (zones des glacis limoneux), tant que de nouvelles techniques ou de nouvelles espèces ne permettront pas de reconstituer un pâturage (annuel ou permanent). La céréaliculture est à proscrire des zones sableuses, fragiles, où la végétation a en général un bon potentiel de régénération pour le parcours. De toutes les façons, une céréaliculture vraiment rentable ne peut trouver place que dans les zones où il existe un appoint d'eau par ruissellement.

La disponibilité de la production des parcours étant variable selon l'époque de l'année et selon les années, il est évident qu'une complémentation de la ration des animaux est nécessaire pour utiliser au mieux sans la dégrader cette végétation naturelle, base de l'alimentation. La nature et la localisation des points d'eau pour l'abreuvement et l'irrigation doivent être judicieusement choisis pour éviter le surpâturage.

L'arrachage des ligneux pour le bois de chauffage doit diminuer au profit d'un autre combustible.

Si l'on veut donc tirer le maximum des ressources de la région sans réduire progressivement le capital sol-végétation, le niveau d'intensité d'exploitation optimum doit être fixé, sur des bases écologiques, dans le cadre d'un aménagement général de la zone. Les solutions techniques pour un tel aménagement sont souvent onéreuses, car elles prennent en compte, sans que cela puisse être comptabilisé financièrement, la conservation et même la régénération du milieu physique et humain. Il faut adapter ces aménagements aux habitudes des populations locales, obtenir leur accord, grâce à une "éducation écologique" et un encadrement technique suffisant.

BIBLIOGRAPHIE CITEE

BIBLIOGRAPHIE CITEE

- CNEA, 1975. Analyse technique sociologique et institutionnelle dans le cadre de l'élaboration et de l'exécution d'un modèle de développement pastoral dans le sud tunisien : le cas d'El Hamma de Gabès. Centre National d'Etudes Agricoles de Tunisie, rapport général 27 p. et annexes.
- COMBREMONT, 1973. Note sur l'utilisation de l'eau pour la production de fourrage en Tunisie centrale. Projet PNUD/FAO/TUN/70/529 CRGR Tunis.
- CRDA, 1973. Projet des actions intégrées dans le cadre de la lutte contre la désertisation. Oglat Merteba. Commissariat Régional au Développement Agricole, Gabès, Tunisie
- CRGR, 1972. Amélioration des techniques d'irrigation et de drainage. L'irrigation des cultures annuelles n°5, l'orge; n°7, le sorgho fourrage; n°9, la luzerne. Centre de Recherches du Génie Rural. Projet PNUD/FAP/TUN/70/529. Tunis.
- DESPOIS, J., 1961. Development of land use in Northern Africa : History of land use in arid regions. Arid Zone Res. pp 219-237, UNESCO, Paris
- FLOHN, H. Etude des conditions climatiques de l'avance du désert. Rapport à l'O.M.M. Traduction à l'Office de la Météorologie Nationale, Tunis, 16 p.
- FLOHN, H. et KETTATA, M., 1971. Etude des conditions climatiques de l'avance du Sahara tunisien. OMM/WMO. Note technique n°116, 20 p., Genève.
- FLORET, Ch., LE FLOC'H, E. et al., 1973. Production, sensibilité et évolution de la végétation et du milieu en Tunisie présaharienne. Conséquences pour la planification de l'aménagement régional de la zone-test d'Oglat Merteba. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie et Cent. Etudes Phyto-Ecol. Montpellier. Doc. CEPE n°71 - 45 p. 6 cartes noir, 4 cartes couleur.
- FLORET, Ch., LE FLOC'H, E., PONTANIER, R., ROMANE, F., 1975. Elaboration d'un modèle écologique régional en vue de la planification des parcours des régions arides (Elaboration of a regional ecological model for the planning and the range management of arid zones). Réunion régionale sur les pâturages des zones arides et semi-arides du Nord de l'Afrique. Tunisie 3 - 12 avril 1975. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie 41 p. ronéo. English abstract 14 p.

- GODRON, M. et LEPART, J., 1973. Sur la représentation de la dynamique de la végétation au moyen de matrices de succession. Comm. 16ème symp. de l'Association intern. de Phytosociologie Rinteln/Weiser, 9 p.
- GODRON, M. et POISSONNET, J., 1972. Quatre thèmes complémentaires pour la cartographie de la végétation et du milieu (Séquence de végétation, diversité du paysage, vitesse de cicatrization, sensibilité de la végétation). Bull. Soc. Languedocienne de Géographie, t. 6, fasc. 3, 329-356.
- GODRON, M., DAGET, Ph., LONG, G., SAUVAGE, Ch., EMBERGER, L., LE FLOC'H, E., POISSONNET, J. et WACQUANT, J.-P., 1968. Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. Principes et transcription sur cartes perforées. Editions CNRS Paris, 291 p.
- HADJEJ, M.S., 1969. Méthode de sélection appliquée à la race barbarine en Tunisie. Testage des béliers sur descendance. Doc. FAO/TUNISIE/16/6, 1969, ronéo.
- HADJEJ, M.S., 1971. Résultats préliminaires et problèmes posés par le testage des béliers sur descendance chez la race barbarine de Tunisie. Inst. Nat. Agron. Tunisie, ronéo.
- HADJEJ, M.S., 1974. Principaux acquis dans l'amélioration de l'élevage ovin en Tunisie. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie, 16 p. ronéo.
- HUSS, D.L. Some view relative to desertification (desert creep) FAO 32 p. ronéo.
- IONESCO, T., 1972. L'amélioration pastorale et fourragère en Tunisie. Problème technique, humain, politique et législatif. Projet PNUD/TUNISIE/69/001.
- IONESCO, T., (coll. M.CABEE), 1972. Démonstration d'aménagement de pâturages dans la région de Sbeitla. Consultation auprès du Projet FAO/TUN/71/525, Tunisie.
- IONESCO, T., 1975. Programme d'action pour le développement des zones pastorales arides et désertiques du Nord de l'Afrique. Options méditerranéennes, n° 28.
- IONESCO, T., (coll. HADJEJ, H. FAROUA, Ch. FLORET et E. LE FLOC'H) 1976. Améliorations pastorales à Oglat Merteba. Périmètre d'Ouled Charib el Grea et Périmètre d'Ouled Khalifa. Projet PNUD/TUNISIE/69/001, Etude technique n°10.
- LE FLOC'H, E., 1973. Etude des parcours du Sud tunisien I. Carte phytogéologique de Oglat Merteba et Mareth (1/100 000). Annales Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie Vol. 46 - fasc. 5, 92 p. cartes et tableaux.

- LE FLOC'H, E., 1974. Notice de la carte phyto-écologique et des ressources pastorales du périmètre d'Oglat Merteba Est. Projet PNUD/TUN/69/001 24 p. et 1 carte au 1/25 000.
- LE FLOC'H, E., 1976. Evolution de l'utilisation du sol et de la désertification en Tunisie méridionale. Cas de la zone-test de Zougrata (en cours de publication).
- LE HOUEROU, H.N., 1959. Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale. Univ. Alger. Institut de Recherches sahariennes. Mémoire h.s. 510 p., 54 tabl., 4 cartes, 1 pochette.
- LE HOUEROU, H.N., 1969. Principes, méthodes et techniques d'améliorations pastorales en Tunisie, FAO, Rome
- LE HOUEROU, H.N., 1969. La végétation de la Tunisie steppique (avec références au Maroc, à l'Algérie et à la Lybie) Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie, vol. 42, fasc. 5, 6. 2 cartes couleur h.t.
- LE HOUEROU, H.N., 1973. Peut-on lutter contre la désertisation ? Colloque International sur la désertification. Nouakchott, 13 p.
- LE HOUEROU, H.N., 1973. Contribution à une bibliographie des phénomènes de désertisation, de l'écologie végétale, des pâturages et du nomadisme dans les régions arides de l'Afrique et de l'Asie du Sud-Ouest, doc. FAO.
- LONG, G., 1954. Contribution à l'étude de la végétation de la Tunisie centrale. Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tun. Vol. 27, 388 p. + 1 annexe.
- LONG, G., 1975. Pour une stratégie de la recherche, dans le cadre du Projet 3 du MAB, appliquée aux zones arides au Nord du Sahara. Options méditerranéennes, 26, 39-50.
- MONCHICOURT, Ch., 1906. La steppe tunisienne chez les Fraichiches et les Madjeurs. Bull. Dir. Agr. Comm. et Col. 36-76 et 159-169, 4 fig. 6 pl.
- PONTANIER, R. et ZANTE, P. Etude pédologique de la zone d'Oglat Merteba. Ministère de l'Agriculture, DRES, Tunis, n° 507.
- RAPP, A., 1974. A review of desertisation in Africa; water, vegetation and man. SIES Swenden 77 p.
- SCHWAAR, D., 1965. L'évolution du milieu entre 1949 et 1963 dans une région-test de la Tunisie centrale. Etude détaillée réalisée par photo-interprétation. FAO - UNDP, Tun 9, 11 p. ronéo; 2 photos.

- SHERBROOKE, W.C. and PAYLORE, P., 1973. World desertification : cause and effect. University of Arizona, Office of Arid Land Studies, Tucson, Arizona.
- SKOURI, M., 1969. Amélioration de l'élevage dans le Sud tunisien. Séminaire de Gabès sur l'élevage.
- ZANTE, P., 1975. Projet d'aménagement pastoral d'Oglat Merteba. Création de périmètres irrigués à réserves fourragères. Ministère de l'Agriculture Tunis, DRES, n°499.

GLOSSAIRE DES TERMES
TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES UTILISES

Ablation : Enlèvement de matière. L'ablation s'exerce surtout sur les roches et les matériaux meubles (ex. : ablation d'un sol par l'eau ou le vent).

Agrégat : Partie élémentaire de la structure d'un sol. Il est constitué de l'arrangement des différents éléments de la texture.

Alluvions : Produits de l'érosion des sols et du matériau géologique, triés par l'eau ou le vent et redéposés dans des zones préférentielles (ex. : plaine alluviale).

Argile : Élément de la texture dont le diamètre est compris entre 0 et 2 μ .

Bad-lands : Forme résiduelle du relief d'une zone ayant subi une violente érosion en ravines.

Bassin versant : Ensemble de tous les impluviums des thalwegs, des oueds affluants contribuant à la formation d'un oued en un point donné.

Biomasse végétale : Poids de matériel végétal vivant par unité de surface à un instant donné.

Biotype : Groupe d'individus d'une même espèce et possédant la même constitution génétique totale.

Butte témoin : Relief résiduel inactuel persistant car formé de matériaux plus résistants que le voisinage, ou consolidé par une croûte (ex. : butte témoin à croûte calcaire Villafranchienne).

Capacité d'échange : Quantité maximum de cations évaluée en milliéquivalents pour 100 g de terre que le sol peut fixer dans des conditions de pH bien définies.

Chaméphytes : Herbes vivaces et sous-arbrisseaux dont les bourgeons hivernant se trouvent entre le niveau du sol et 0,25 m de hauteur.

Charge d'équilibre : Nombre de têtes de bétail qu'il est possible de nourrir sur un parcours en accord avec la potentialité réelle du milieu, sans dégrader le milieu.

Colluvions : Produits de l'érosion du matériau géologique et des sols, non triés et transportés à l'aval des reliefs.

Couvert végétal : pourcentage de la surface du sol recouvert par la projection verticale des organes aériens des végétaux de l'écosystème.

Croûte : Horizon de sol induré par des sels de calcium ou de sodium (ex. : croûtes calcaires, gypseuses ou salines).

Déflation : Forme éolienne de l'ablation.

Djebel : terme arabe pour définir les montagnes et les collines.

Ecosystème : "Une unité d'organisation biologique, composée de tous les organismes présents dans une aire donnée et présentant des interactions avec le milieu physique".. ODUM, 1969.

Endoréique - Endoréisme : se dit d'un cours d'eau qui n'a pas d'exutoire vers la mer, ou vers un cours d'eau plus important (ex. : oued endoréique - zone fortement marquée par l'endoréisme).

Epan dage (zone d') : se dit d'une zone caractérisée par une baisse des débits et une désorganisation du réseau hydrographique, permettant le dépôt des alluvions.

Eradication : action humaine consistant à extraire totalement un végétal (racines comprises) ou à couper en dessous du niveau du sol.

Erg : formation de sable non fixé, organisé en champs de dunes.

Espèce appétée : espèce végétale mangée par l'animal.

Espèce inali b ile : espèce végétale non mangée par l'animal et constituant le refus du parcours.

Evapotranspiration potentielle (ETP) : c'est la quantité d'eau perdue sous forme gazeuse par l'évaporation du sol et la transpiration d'un couvert végétal complet dans l'hypothèse où ce dernier n'est pas limité par la disponibilité de l'eau dans le sol. On l'exprime en mm par unité de temps (ex. : ETP de x mm par jour ou par an, etc.).

Evapotranspiration réelle (ETR) : c'est la perte en eau d'un sol et d'un couvert végétal pas forcément complet, sous forme gazeuse, dans les conditions naturelles. Par définition elle est inférieure ou égale à l'ETP.

Garâa : (pluriel garaet) mot arabe désignant une zone inondée temporairement par des eaux douces ou peu salées.

Glacis de dénudation (ou d'érosion) : tronque le substratum et ne comporte qu'une couche mince et généralement discontinue de matériel détritique. Peut être encroûté (ex. : glacis d'érosion sur miopliocène avec croûte gypseuse).

Glacis colluvial (ou couvert, ou d'épandage) : se raccorde éventuellement à un versant qui lui fournit son matériel de couverture. Peut être encroûté par croûte calcaire ou gypseuse.

Hammada (mot arabe) : plateau rocheux peu incliné dans les régions désertiques, sans couverture de sols ou de débris fins.

Impluvium : surface limitée recevant des précipitations et susceptible de les drainer en un point donné (ex. : impluvium d'une citerne).

Inferoflux : écoulement d'un oued au sein des alluvions, après tarissement de l'écoulement de surface.

Isohyète : ligne théorique reliant sur une carte les stations où les précipitations atteignent la même valeur (exprimée en mm).

Jachère : état de repos d'un terrain précédemment cultivé.

Jessour : se dit d'une zone comprenant un impluvium et un champ cultivé en amont d'une tabia (ex : système en jessours).

Ligneux hauts : végétaux ligneux atteignant plus de 2 m. de hauteur.

Ligneux bas : végétaux ligneux dont la hauteur est comprise entre 0,25 et 2 m.

Limon fin : élément de la texture dont le diamètre est compris entre 2 et 20 μ .

Limon grossier ou sable très fin : élément de la texture dont le diamètre est compris entre 20 et 50 μ .

Main d'eau : c'est le débit fictif continu d'une irrigation appliquée à une surface donnée (ex. : la main d'eau d'une oasis est de x litres/seconde/hectare).

Messicole : plante annuelle adventice des champs de céréales.

Mise en défens : une superficie sur laquelle toute activité humaine est interdite ou du moins contrôlée durant une certaine période.

Nebka, micronebka : accumulation et fixation de sable d'un végétal pérenne qui s'exhausse quand l'accumulation s'accroît. Les nebkas peuvent atteindre plusieurs mètres de hauteur et de 10 à 20 m de diamètre. Les micronebkas dépassent rarement 1 m. de hauteur et de diamètre.

Oued : terme arabe pour désigner un cours d'eau au débit souvent épisodique.

Pédogenèse : ensemble des transformations biologiques et physico-chimiques que subit un matériau pour former un sol (ex. : facteurs pédogénétiques d'un sol).

Pellicule de battance : pellicule durcie à la surface d'un sol meuble provoquée par l'impact des gouttes d'eau (ex. : sol battant).

Piémont : partie du paysage situé à l'aval d'un versant.

Productivité potentielle : production maximale d'un milieu dans le cas où tous les facteurs sont à leur optimum.

Production primaire : quantité de matière végétale produite sur un milieu déterminé par unité de surface et pendant un temps donné. Elle peut être par exemple exprimée en kg de matière verte ou de matière sèche par hectare et par an.

Production secondaire : quantité de matière animale produite sur un milieu déterminé par unité de surface et pour un temps donné. Ex. : kg de poids vif par hectare et par an.

Recouvrement végétal : cf. couvert végétal

Reg (mot arabe) : correspond à un pavage de déflation éolienne en régions arides.

Regain : production végétale faisant suite dans l'année (été ou automne) à une première récolte ayant été fauchée ou pâturée.

Régénération : évolution d'un milieu tendant à reconstituer son capital végétation-sol initial.

Sable fin : élément de texture dont le diamètre est compris entre 50 et 200 μ .

Sable grossier : élément de texture dont le diamètre est compris entre 200 et 2000 μ .

Segui : mot arabe désignant à l'aval d'un versant une zone bénéficiant d'un apport d'eau supplémentaire par ruissellement et d'apport d'alluvions pouvant être retenus par aménagement de petite hydraulique.

Sensibilité du milieu : caractérise la résistance plus ou moins grande d'un milieu à la dégradation par les actions humaines et animales. Elle dépend des caractères biologiques et physico-chimiques du milieu ainsi que de l'intensité des actions humaines qui s'y exercent.

Sierozem : type de sol de la classe des sols isohumiques (cf. classification française des sols, AUBERT).

Sirocco : vent chaud du sud, caractérisé par un brusque abaissement de l'humidité relative de l'air et une forte montée de la température.

Structure du sol : manière dont sont arrangés les agrégats du sol.

Surpâturage : exploitation excessive d'un parcours entraînant sa dégradation et parfois celle du sol à la suite d'une réduction trop grande du couvert végétal.

Tabia : petite digue en terre et en pierres sèches barrant un talweg, pouvant être aménagée de déversoirs, permettant la retenue des eaux de ruissellement et des produits de l'érosion hydrique.

Texture du sol : définie d'après la proportion des éléments du sol, classés par catégories de grosseurs après destruction des agrégats.

Transhumance : déplacement temporaire des troupeaux en fonction du rythme saisonnier de production dans différentes zones de parcours.

Troncature (tronqué) : se dit d'un sol qui a subi une ablation.

Versant : partie très en pente des djebels.

INDEX DES ESPECES VEGETALES CITEES

Les noms scientifiques sont ceux utilisés dans "Nouvelle Flore de l'Algérie et des Régions Désertiques Meridionales". Quezel et Santa - 1962.

Les noms vernaculaires arabes transcrits phonétiquement sont ceux les plus usités dans le Sud tunisien.

NOM SCIENTIFIQUE ET AUTEURS (liste alphabétique)	Transcription des noms vernaculaires arabes	NOM FRANCAIS
<i>Acacia raddiana</i> Savi	Thala	Acacia
<i>Anarrhinum brevifolium</i> Coss. et Kral.	Debdeba	
<i>Anthyllis sericea</i> ssp. <i>henoniana</i> (Coss.) M.	Guezzigh, Rezdir	
<i>Argyrolobium uniflorum</i> (Desc.) Jaub et Spach.		
<i>Aristida pungens</i> (Desf.)	Sboth, drinn	
<i>Artemisia campestris</i> L.	T'gouft	Armoise champêtre
<i>Artemisia herba-alba</i> (Asso)	Chih	Armoise blanche
<i>Arthrophytum schmittianum</i> (Pomel) M et W.	Beguel	
<i>Arthrophytum schmittianum</i> var. <i>schmittianum</i> (Pomel) Le Houérou	"	
<i>Arthrophytum scoparium</i> (Pomel) Iljin	R'meth	
<i>Asteriscus pygmaeus</i> Coss. et Kral.	Mousmar ardh	
<i>Atractylis serratula</i> Desf.	Serra	
<i>Calendula aegyptiaca</i> Desf.	Ellouch	Souci d'Egypte
<i>Caligonum comosum</i> L'Hérit.	Arta	
<i>Carduus getulus</i> Pomel	Bouk	
<i>Cutandia dichotoma</i> (Forsk.) Trab.	Mannjour	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Nejem	Chiendent
<i>Diploaxis harra</i> (Forsk.) Boiss.	Harra jmel	
<i>Echiochilon fruticosum</i> (Desf.)	Kourchid rouch	
<i>Enarthrocarpus clavatus</i> Del.	Lipsen	
<i>Erodium glaucophyllum</i> L'Hérit.	Toumir jmel	
<i>Gymnocarpos decander</i> Forsk.	Kourchid dahar, Jarad	
<i>Helianthemum kahiricum</i> Del.	R'guig	
<i>Helianthemum lippii</i> var. <i>sessiliflorum</i> (Desf.) Murb.	Chahal	

Heliotropium bacciferum Forsk.	Slah elouicham	
Juniperus phoenicea L.	A'raar	Genevrier de Phénécie
Launea nudicaulis L. Hook	Rhourrime	
Linaria aegyptiaca (L.) Dum. Cors.	Rottiba	Linaire d'Egypte
Lygeum spartum L.	Alfa mahboula	Sparte
Nolletia chrysocomoides (Desf.)	Affr l'arnab	
Periploca laevigata Auct.	Hellab	
Pinus halepensis L.	Snober	Pin d'Alep
Pituranthos tortuosus D.C.	Guezzah	
Plantago albicans L.	Inem	Plantain blanchâtre
Plantago psyllium L.	"	
Polygonum equisetiforme S. et Sm.	Gordham	
Retama raetam Webb.	Retem	
Rhantherium suaveolens Desf.	Arfej	
Rhus tripartitum (Ucria) DC.	Djedari	
Rosmarinus officinalis L.	Khill	Romarin
Salsola vermiculata var. brevifolia (Dref.) M et W.	Souid - Srif	
Stipa tenacissima L.	Alfa guedim	Alfa
Teucrium alopecurus DE NOE	Jâada	
Ziziphus lotus (L.) Desf.	Sedder	Jujubier
Zygophyllum album L.	Bougriba	

INDEX DES ESPECES ANIMALES CITEES

Les espèces ont été répertoriées par ordre alphabétique dans les classes du règne animal.

Les noms vernaculaires arabes transcrits phonétiquement sont ceux les plus usités dans le Sud tunisien.

NOM SCIENTIFIQUE	TRANSCRIPTION DES NOMS VERNACULAIRES ARABES	NOM FRANCAIS
<u>ARACHNIDES</u>		
Androctonus amoreuxi	Agareb	Scorpion jaune
Galeodibus olivieri	Rotela	Galeode
Hyalomma lusitanicum	Delma, grad	Tique
<u>REPTILES</u>		
Cerastes cerastes	Lefha	Vipère à cornes
Chalcides ocellatus	Oum Lahnech	Gougyle ocellé
Naja haye	Sal	Naja
Scincus scincus	Semchel	"Poisson des sables"
Stenodactylus sp.	Boubrisse	Gecko
Uromastix acanthinurus	Dob	Fouette-queue
Varanus griseus griseus	Oural	Varan du désert
Vipera libetina		Vipère Lébétine
<u>OISEAUX</u>		
Alaemon alaudipes	Mouka	Sirli du désert
Alectoris barbara	Hajel	Perdrix gabra
Athene noctua	Touirlil. Chrouficha	Chouette chevêche
Burhinus oedicephalus	Bouma-Karaouan	Oedicephale criard
Buteo rufinus	Bafma	Buse féroce
Chlamydotis undulata	Habara	Outarde houbara
Ciconia ciconia	Haj Gacem	Cigogne blanche
Columba livia	Hamam	Pigeon biset
Corvus corax	Ghraab	Grand corbeau
Coturnix coturnix	Sémèna	Caille des blés
Cursorius cursor	Sawak gabil	Courvite isabelle

Falco tinninculus	Ajab - Boujrada	Faucon crecerelle
Galerida cristata	Goubaa, Goumbra	Alouette
Hieraetus fasciatus	Nesser	Aigle de Bonelli
Lanius excubitor	Bou Béchir	Pie grièche
Merops apiaster	Bou Chragreg	Guêpier d'Europe
Oenanthe sp.	Bou jahar	Traquets
Passer domesticus	Zarzour-Bézouich	Moineau domestique
Pterocles alchata	Gata	Canga cata
Streptopelia turtur	Imam	Tourterelle des bois
Sturnus vulgaris	Asfour zitoun-zarzour	Etourneau sansonnet
Turdus philomenos	Terde ahmor	Grive musicienne
<u>MAMMIFERES</u>		
Canis aureus	Zib (Dib)	Chacal
Ctenodactylus goundi	Goundi	Goundi
Dipodillus sp.	Jerboa	Gerboise
Felis sylvestris	Gat	Chat sauvage
Fennecus zerda	Thaleb r'mel; F'nec	Fennec
Gazella dorcas	Ghazala	Gazelle dorcas
Lepus capensis	Arnab	Lièvre
Meriones shawi	Far	Merion
Paraechinus aethiopicus	Ganfout	Hérisson
Psammomys obesus	Far	Psammomys
Vulpes vulpes	Thaleb	Renard