1 Désertification dans la région d'Oglat Merteba, Tunisie

Étude de cas présentée par le gouvernement de la Tunisie

Remerciements

L'Unesco tient à remercier l'Institut national de la recherche agronomique de Tunisie, qui était responsable de la préparation de cette étude de cas, ainsi que les auteurs principaux C. Floret (CEPE-CNRS), M. Le Floc'h (CEPE-CNRS), R. Pontanier (ORSTOM) et F. Romane (CEPE-CNRS).

Le sous-chapitre concernant l'« Aménagement » ainsi que les « Conclusions et recommandations » ont été rédigés par M. S. Hadjej, directeur de l'Institut des régions arides (Tunisie). Les cartes et les illustrations ont été dessinées par M. Dupuy avec l'aide des dessinateurs du CEPE-CNRS. Des contributions au manuscrit original ont été fournies par T. Ionesco, expert FAO ; T. Jalel et N. Gaddas, de la Direction des forêts (Tunisie) et par A. Ben Salah, de la Direction des ressources en eau et sol (Tunisie). G. Long, directeur de l'Écothèque méditerranéenne, a révisé le manuscrit original.

L'Unesco souhaite également remercier les organisations suivantes pour leur concours à cette étude : Institut des régions arides de Tunisie (IRAT) ; Direction des ressources en eau et sol (DRES, Tunisie) ; Direction des forêts (Tunisie) ; Centre national d'études agricoles (CNEA, Tunisie) ; Centre d'études phytosociologiques et écologiques Louis-Emberger, Centre national de la recherche scientifique (CEPE-CNRS, France) ; Office de la recherche scientifique et technique outre-mer (ORSTOM, France).

La FAO, le PNUD et l'OMM ont également collaboré à cette étude. La plupart des informations données dans ce chapitre ont été obtenues dans le cadre du Projet FAO/Unesco TUN/69/001 « Recherche et développement des parcours du Centre et Sud tunisien ».

Introduction

Données générales sur la Tunisie aride et désertique

La superficie totale de la Tunisie est de 155 000 km^2. Zones arides et désertiques du pays s'étendent vers le sud à partir du piedmont 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 km^2, soit les quatre cinquièmes 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 km^2, et une zone dite « désertique » avec une moyenne annuelle inférieure à 100 mm, qui s'étend sur 65 000 km^2.

De nombreux auteurs, dont Le Houérou (1959, 1969*a*, 1969*b*, 1973*a*, 1973*b*), 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 :

Quotient pluviothermique d'Emberger	$Q2 < 10$
Indice d'aridité de Thornthwaite	$I_a > 90$
$\frac{P}{ETP^1 \text{ (Penman)}}$	$< 0{,}08$

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 km^2. La surface des chotts, vastes dépressions salées sans végétation, est de 5 575 km^2. 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.

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

1. ETP = Évapotranspiration potentielle.

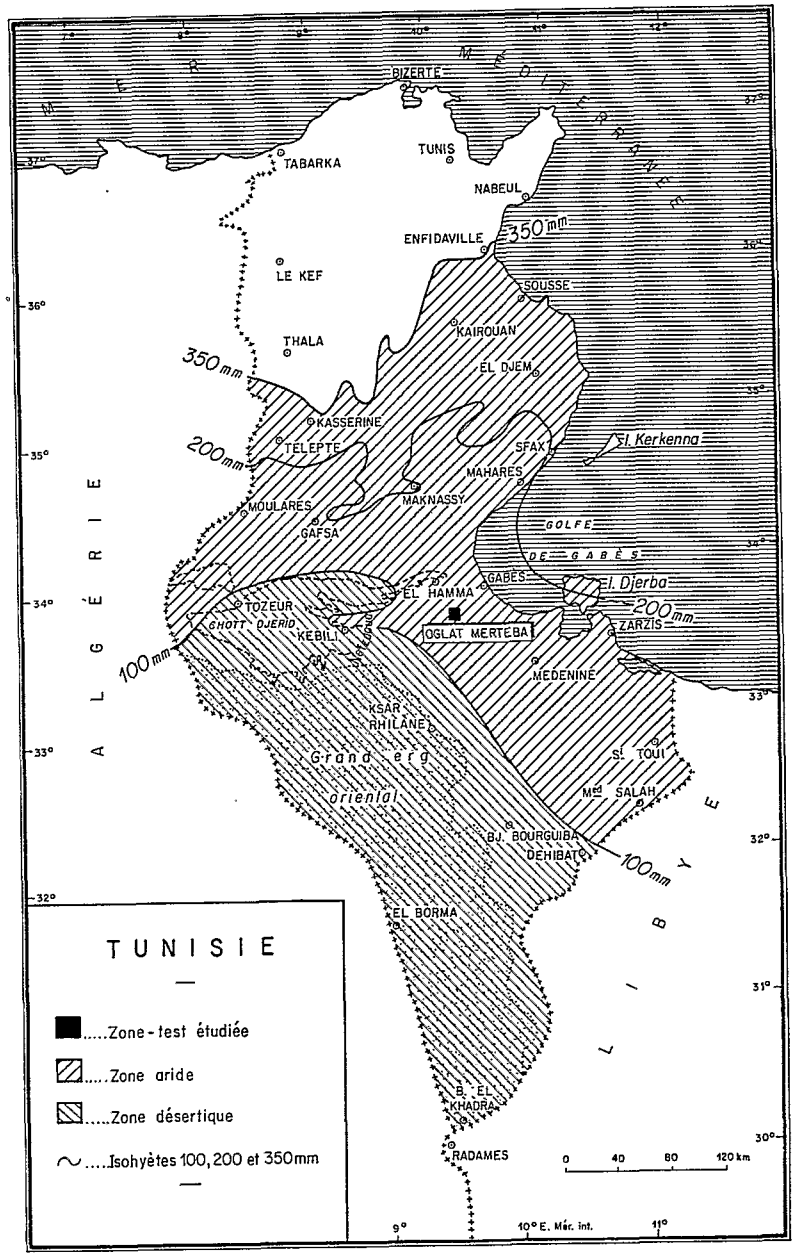


FIG. 1. Carte des zones arides en Tunisie

également tomber à l'automne et au printemps. Il y a donc un creux estival nettement marqué, ce qui caractérise le climat méditerranéen.

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'ETP annuelle calculée varie de 1 300 mm dans les zones à 350 mm de pluie, à 1 500 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 piedmonts 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 phœnicea*. 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 des *Stipa tenacissima* (alfa) sur les zones caillouteuses ou encroûtées 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 suaveolens* ou à *Aristida pungens* dans la partie la moins arrosée. 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 aride est estimée à 31,8 habitants/km^2; 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 pour cent 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 et parcours arides sont tributaires à 80 pour cent 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 pour cent 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.

La désertification

La désertification 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 » (Le Houérou, 1969*b*). Ces paysages sont caractérisés par la présence de regs, de hammadas et d'ensembles dunaires. Des 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 20000 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 Houérou (1959), Flohn et Ketata (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 Houérou, 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.

Historique des activités humaines en Tunisie aride et désertique

On empruntera les éléments de ce chapitre principalement à Despois (1961) et à Le Houérou (1969*b*).

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 IIe siècle avant J.-C. et le Ve siècle apr. 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 IIe 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 hydrauliques agricoles destinés à l'irrigation ou au détournement des eaux de crue ou de ruissellement (sur la zone test d'Oglat Merteba, on relève par exemple sur les 20 000 ha : 1 barrage d'étalement de crues, 7 sites de réservoirs et citernes, 1 puits). 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 IIIe siècle. L'élevage du cheval a été en progrès à partir du IIe 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.

Les conquêtes arabes des VIIe et VIIIe 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 XIe 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'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*).

Les siècles qui suivent le moyen âge n'ont pas vu une transformation considérable du mode d'exploitation du sol. Depuis le XVIe 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 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 350000 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 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 (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.

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 pour cent) ;
Plantation d'arbres fruitiers : 66 ha au lieu de 7,5 ;
Haies de cactus : 54 km au lieu de 61 ;
Maisons en dur : 143 au lieu de 18 ;
Pistes : 27 km au lieu de 5 ;
Travaux de restauration des sols : 29 ha au lieu de zéro ;
Érosion ravinante : 122 ha au lieu de 81 (soit une perte de 3 ha/an).

C. Floret et ses collaborateurs (1978), étudiant par la même méthode de comparaison de photos aériennes l'évolution de l'utilisation du sol dans une région steppique de 80000 ha entre Gabès et Gafsa, qui reçoit une pluviométrie moyenne annuelle de 170 mm, arrivent aux résultats suivants (pourcentage de la surface totale) :

Tableau 1. Évolution des surfaces relatives de parcours et de cultures dans une zone steppique de 80000 ha entre Gabès et Gafsa

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.

La zone d'étude

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 dynamiste 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 millions d'hectares en Tunisie.

Cette monographie est centrée sur l'étude d'une zone test de 20000 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 100000 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

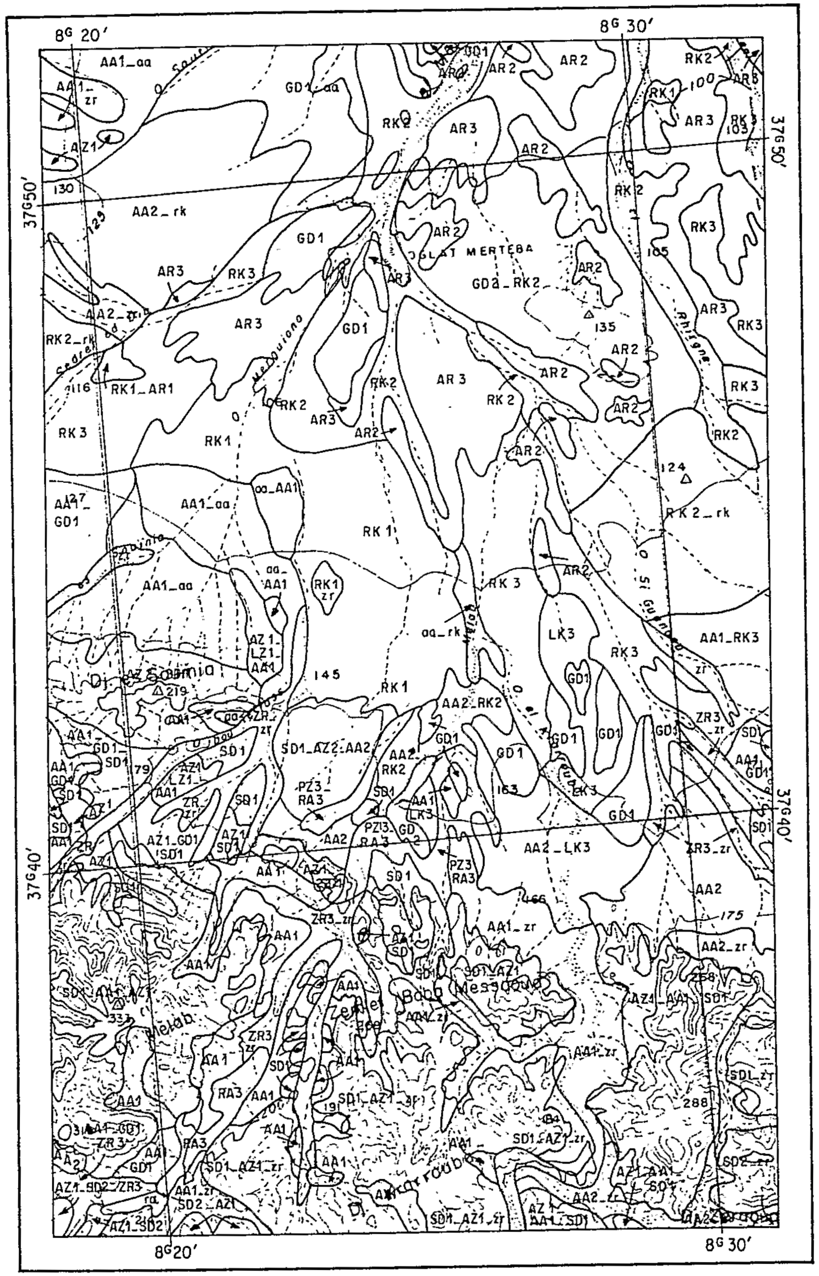


Fig. 2. Écosystèmes de la zone d'étude d'Oglat Merteba

Figure N° 2 –

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

SIGLES DES ECOSYSTEMES	SD2	SD1	GD2	GD1	LZ2	AZ2	AZ1	AA2	AA1	aa	LK3	RK3	RK2	RK1	rk	AR3	AR2	ZR3	zr	PZ3	RA3	ra
BIOCLIMAT	PRECIPITATIONS MOYENNES ANNUELLES P ≃ 150 mm TEMPERATURES " " " " T ≃ + 19°C										ETAGE BIOCLIMATIQUE MEDITERRANEEN : Aride inférieur							Q2 (Emberger) = 15 m.............. ≃ + 5°C			SAHARIEN SUPERIEUR P ≃ 100mm – Q ≃ 10 T ≃ +19°C – m ≃ +5°C	
– HYPSOMETRIE – LITHOLOGIE – GEOMORPHOLOGIE	Altitude 200-300m Montagne calcaire à relief disséqué.		Altitude 100-200m Glacis à encroûtement calcaire, et buttes témoin de l'ancienne surface villafranchienne à croûte calcaire		Altitude 100-200 m Glacis d'érosion à croûte ou encroûtement gypseux			Altitude 100-200 m Glacis d'érosion sur matériau à nodules calcaires. Relief en badlands au niveau des terrasses supérieures dans les montagnes			Altitude 100-150 m Plaines à accumulation sableuse au pied des glacis					Altitude 100-150m Relief dunaire plus ou moins fixé		Zone d'épandage des oueds avec présence de dunes fixées (nebkas)			Zone d'épandage des oueds. Matériaux grossiers remaniés par action éolienne (fort endoréisme)	
VEGETATION SPONTANEE – TYPE PHYSIONOMIQUE (Formations)	HERBACES LIGNEUX BAS		LIGNEUX BAS		HERBACES LIGNEUX BAS	LIGNEUX BAS				HERBACES (chaume-jachère)	HERBACES LIGNEUX BAS	LIGNEUX BAS			HERBACES (chaume.jachère)	HERBACES		Ligneux Hauts Ligneux Bas	HERBACES (chaume jachère)	HERBACES LIGNEUX BAS	LIGNEUX BAS	HERBACES (chaume-jachère)
VEGETATION SPONTANEE – ESPECES DOMINANTES	Stipa tenacissima Artemisia herba alba Gymnocarpos decander Arthrophytum scoparium		Gymnocarpos decander Atractylis serratuloïdes Helianthemum lipii var. sessiliflorum Rhantherium suaveolens		Lygeum spartum Zygophyllum album Linaria aegyptiaca Gymnocarpos decander	Atractylis serratuloïdes Helianthemum kahiricum Gymnocarpos decander Annarhinum brevifolium		Arthrophytum scoparium Artemisia herba alba Erodium glaucophyllum Asteriscus pygmaeus		Diplotaxis harra Launea nidicaulis Calendula aegyptiaca Enarthrocarpus clavatus	Lygeum spartum Rhantherium suaveolens Echiochilon fruticosum Arthrophytum schmittianum	Rhantherium suaveolens Salsola vermiculata var. brevifolia Heliathemum lipii var. sessiliflorum Echiochilon fruticosum Plantago albicans			Pituranthos tortuosus Artemisia campestris Cutandia dichotoma Cynodon dactylon	Aristida pungens Argyrolobium uniflorum Nolletia chrysocomoïdes Rhantherium suaveolens		Ziziphus lotus Retama raetam Rhantherium suaveolens Polygonum equisetiforme	Artemisia campestris Cynodon dactylon Pituranthos tortuosus Polygonum equisetiforme	Lygeum spartum Ziziphus lotus Plantago albicans Pituranthos tortuosus	Arthrophytum schmittianum Retama raetam Plantago psyllium Cutandia dichotoma	Carduus goetulus Helitropium bacciferum Artemisia campestris Cynodon dactylon Pituranthos 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%	peu dégradé 15%	très dégradé 5%	peu dégradé 25%	très dégradé 5%	— 5%	non dégradé 30%	non dégradé 35%	peu dégradé 20%	très dégradé 10%	— 5%	non dégradé 45%	peu-dégradé 25%	non dégradé 50%	— 10%	non dégradé 40%	non dégradé 30%	— 5%
Biomasse aérienne Plantes pérennes (kg mat.s/ha)	1300	700	800	200	600	600	300	400	200	30	1300	1300	700	400	40	1800	900	4000	50	2000	1800	30
SOLS – TYPE PEDOGENETIQUE	Bruts d'érosion – lithosols		Lithosols sur croûte calcaire démantelée		Sols à accumulation gypseuse à croûte ou encroûtement. Présence éventuelle d'un recouvrement sableux éolien.			Sols isohumiques bruns subtropicaux tronqués ou regosols sur limons à nodules calcaires. Présence éventuelle d'un encroûtement calcaire.			Sierozems sableux ou peu évolués d'apports steppisés, pouvant enterrer un sol brun subtropical ou un encroûtement gypseux.			Sierozems sableux pouvant être tronqués jusqu'au matériau à nodules calcaires. (regosols)		Sols bruts d'apport éolien plus ou moins fixés.		Sols peu évolués alluviaux profonds à texture sablo-limoneuse ou limono-sableuse.		Sols peu évolués alluviaux sur encroûtement gypseux	Sols bruts, d'apport alluvial. Texture grossière (nombreux cailloux)	
SOLS – RUISSELLEMENT–EROSION	Ruissellement fort Erosion hydrique forte		Ruissellement moyen à fort Erosion hydrique forte		Ruissellement moyen à fort Erosion hydrique et éolienne moyenne à faible			Ruissellement faible à moyen Erosion hydrique faible à moyenne			Ruissellement nul à faible Erosion éolienne moyenne			Ruissellement faible à moyen Erosion éolienne forte, et hydrique faible		Ruissellement nul Erosion éolienne faible		Inondables temporairement Zone d'infiltration et d'accumulation			Zones d'infiltration Erosion éolienne moyenne	
SOLS – Réserve d'eau utile moyenne du sol pour la végétation (en mm)	120	45	84	60	75	52	42	120	80	80	80	115	105	95	100	200	80	190	190	126	120	120
FAUNE (Mammifères, oiseaux, reptiles, arachnides)	– Hieraetus fasciatus *(aigle de Bonelli)* – Corvus corax *(grand corbeau)* – Ctenodactylon gundi *(Gundi)* – Paraechinus aethiopicus *(Hérisson)*		– Canis aureus *(chacal)* – Vulpes vulpes *(renard)* – Fennecus zerda *(fennec)* – Felis sylvestris *(chat sauvage)*		– Lepus capensis *(lièvre ibérique)* – Dipodillus sp. *(Gerbille sp.)* – Meriones shawi *(mérion)* – Psammomys obesus *(psammomys)*	– Buteo rufinus *(buse féroce)* – Falco tinnunculus *(faucon crècerelle)* – Athene noctua *(chouette chevêche)*		– Chlamydotis undulata *(Outarde houbara)* – Burhinus oedicnemus *(Oedicneme criard)* – Pterocles alchata *(Ganga cata)* – Cursorius cursor *(Courvitte isabelle)* – Alectoris barbara *(Perdrix gambra)*			– Columba livia *(Pigeon biset)* – Galerida cristata *(Cochevis huppée)* – Alcemon alaudipes *(Sirli du désert)* – Oenanthe Sp. *(Traquet sp.)* – Passer domesticus *(moineau domestique)*		– Cerastes cerastes *(vipère à cornes)* – Vipera lebetina *(vipère lébetine)* – Uromastix acanthinurus *(fouette queue)* – Varanus griseus griseus *(varan)*		– Scincus scincus *(Scinque)* – Chabeides ocellatus *(Gongyle)* – Stenodactylus sp. *(Gecko sp)*		– Androctonus amoreuxi *(scorpion jaune)* – Galeodibus olivieri *(Galeode)* – Hyalomma lusitanicum *(Tique)*	– Naja haje *(cobra)* – Lanius exubitor *(pie grièche grise)*			– Gazella dorcas *(gazelle dorcas)*	
POPULATION HUMAINE (environ 1300 hab.) – HABITAT	HABITAT RARE – CONSTRUCTIONS EN DUR					HABITAT concentré important (constructions en dur)		HABITAT DISPERSE DANS LES HAUTES VALLÉES (troglodytes)			HABITAT NOMADE – (Tentes et abris)											
POPULATION HUMAINE – Points d'eau		Citernes de ruissellement						Citernes de ruissellement										Puits de surface			Puits de surface	
POPULATION HUMAINE – ACTIVITES – animaux domestiques – cultures etc..........	Cueillette de bois à usage domestique Cueillette de fibres-alfa. (tressage) Utilisation des parcours en été par les caprins.	– Cueillette du bois à usage domestique. – Utilisation des parcours par les ovins et les caprins au printemps et en été. – Fours à chaux.			Cueillette des fibres (sparte) et de bois (tressage) Utilisation intensive des parcours par les caprins et les ovins toute l'année	– Cueillette du bois – Zone de parcage des troupeaux. – Utilisation intensive des parcours toute l'année par les ovins, caprins et animaux de trait.		– Cueillette de l'Artrophytum scoparium. (nefa) – Utilisation des parcours en hiver et au printemps par les ovins et par les caprins.		Aménagement des vallées (gassours) et des glacis (tabias) Arboriculture (oliviers, figuiers, amandiers, cactus...) Céréaliculture Cultures vivrières. Parcours sur chaume.	– Cueillette du bois à usage domestique. – Utilisation des parcours toute l'année par les ovins et les caprins, et par les camelins au printemps (jeunes) et en été (adultes).				Céréaliculture épisodique Parcours sur chaume ou sur jachères.	– Cueillette des fibres (fabrication nattes et abris) – Utilisation des parcours par les camelins toute l'année, et par les ovins et les caprins, à l'exception de l'été.		Cueillette du bois Utilisation des parcours toute l'année par les ovins, caprins et animaux de trait.	Céréaliculture Arboriculture derrière gessours. Parcours sur chaumes.	Cueillette du bois et des fibres (sparte) Utilisation des parcours toute l'année.	Cueillette du bois pour charbonnage (R'tem) Utilisation des parcours par ovins, caprins toute l'année.	Céréaliculture très épisodique Parcours sur chaume et sur jachère.

ECOSYSTEMES – SIGLES	SD2	SD1	GD2	GD1	LZ2	AZ2	AZ1	AA2	AA1	aa	LK3	RK3	RK2	RK1	rk	AR3	AR2	ZR3	zr	PZ3	RA3	ra
SURFACE en ha et %	480 (2,4%)	2420 (12,1%)	820 (4,1%)	1000 (5 %)	40 (0,2%)	320 (1,6%)	1000 (5 %)	1240 (6,2%)	2660 (13,3%)	500 (2,5%)	420 (2,1%)	1280 (6,4%)	1740 (8,7%)	1560 (7,8%)	560 (2,8%)	1640 (8,2%)	560 (2,8%)	400 (2%)	880 (4,4%)	120 (0,6%)	180 (0,9%)	20 (0,1%)
PRODUCTION ANNUELLE DE LA PARTIE AERIENNE DE LA VEGETATION SPONTANEE, EN ANNEE A PLUVIOSITE MOYENNE (kg mat. sèche/ha/année) – ANNUELLES	70	60	120	55	80	35	30	100	70	90	80	100	30	20	45	120	80	300	180	80	60	60
– PERENNES	800	500	600	250	130	250	150	350	60	20	650	700	400	300	80	1000	400	1500	250	900	300	60
– PARTIE CONSOMMABLE de la production totale	205	180	265	130	230	150	100	200	100	65	365	495	265	200	130	300	200	825	265	495	230	100
PRODUCTION DES CULTURES EN ANNEE A PLUVIOSITE MOYENNE – CEREALES-GRAINS (Quintaux/ha/an)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2	—	—	—	4	—	—	—
– OLIVES (Quintaux/ha/an)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	800	—	—	—	—	—	—	—	—	800	—	—	—
ANIMAUX DOMESTIQUES – BIOMASSE (kg poids vif/ha –)	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	9,2	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

MISSION C.N.R.S – Sols-Tunisie (04-76)

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.

Après une étude sur la variabilité des pluies, on essaiera de décrire la situation de la région d'Oglat Merteba 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 Merteba pour les 25 prochaines années, dans différentes hypothèses d'intensité de pression humaine sur le milieu. Enfin, les aménagements traditionnels réalisés par la population locale pour lutter contre les conditions climatiques des aménagements et recommandations préconisés par le gouvernement seront développés.

Par ailleurs, deux annexes techniques exposent des méthodes d'aménagement appliquées à des cas particuliers (périmètre d'amélioration pastorale, fixation des dunes à l'échelle d'une région).

État actuel des écosystèmes dans la zone d'étude

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.

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.

Pluviosité

Le tableau 2 nous donne un aperçu du climat régional et de la zone d'Oglat Merteba, avec des traits de continentalité allant en s'accentuant 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 O, NO et SO ; 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 dominent 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

Tableau 2. Données climatiques

Poste	Pluviométrie				Températures				Q^2	Étage, sous-étage et variante bioclimatique	Phénomène acc. nombre de jours	
	mP (mm)	N	p (mm)	P (mm)	M °C	m °C	T °C	t °C			gelée	sirocco
Gabès	183	75	39	460	32,7	5,9	27,4	10,9	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 tempérés		
Kébili	85	49	11	217	42,2	3,1	32,0	9,2	7,6	Saharien supérieur à hivers tempérés	25	35
El Hamma	164	9	55	401	–	–	–	–	–			

où mP = 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,
$Q^2 = \frac{20000\ mP}{M^2 - m^2}$ quotient pluviothermique d'Emberger.

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 en abaissement de l'humidité relative de l'air (H < 10% souvent).

En l'absence d'un poste de longue durée d'observation 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 Merteba, 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 pour cent.

Il convient de souligner l'extrême irrégularité des phénomènes pluviométriques de la zone de Gabès. Avec une hauteur moyenne de 183,2 mm, le minimum observé est de 39,3 mm en 1946-1947 et le maximum de 460,3 en 1959-1960[2]. 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.

La répartition sur l'année n'étant pas très bien définie, on peut difficilement dégager des saisons de pluies. Cependant, il existe en moyenne une saison sèche allant de début mai à 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 vingt-quatre heures 60 à 70 pour cent des précipitations annuelles et plus de 100 pour cent de la moyenne interannuelle. Les averses sont souvent marquées par leur violence pouvant atteindre 150 mm/h en cinq minutes, surtout en automne, provoquant des crues catastrophiques.

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 gausso-logarithmique (Tableau 3).

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 1 année sur 5 pour les événements secs (s) et les événements humides (h).

2. Plus récemment, du 1.9.1975 au 31.5.1976, il est tombé 518 mm.

Tableau 3. Répartition interannuelle des totaux annuels et saisonniers 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 (septembre, octobre, novembre)
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 (décembre, janvier, février)
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

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

Ys ⩽ 100 mm	100 < Ym < 250 mm	Yh ⩾ 250 mm
As ⩽ 30 mm	30 < Am < 120 mm	Ah ⩾ 120 mm
Hs ⩽ 20 mm	20 < Hm < 80 mm	Hh ⩾ 80 mm
Ps ⩽ 15 mm	15 < Pm < 65 mm	Ph ⩾ 65 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 4.

Ainsi, une fois toutes les 5,5 années, on a une chance d'avoir à Gabès une pluie annuelle moyenne à répartition moyenne

$(\frac{1}{0,179} = 5,5)$.

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[3] journalière ⩾ 10 mm, tombée

Tableau 4. Répartition de la pluviosité

Année type	Fréquence	Année type	Fréquence
Ym Am Hm Pm	0,179	Ys Am Hs Ps	0,038
Ym Am Hm 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

3. Pluie journalière : pluie tombée entre 8 h à t et 8 h − t + 24 heures.

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 ⩾ 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 ⩾ 10 mm tombe après le 1er avril, soit environ 1 année sur 3. Notons pour mémoire qu'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.

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.

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

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 dépression).

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 (Pe) la pluie qui participe effectivement à la recharge des réserves en eau du sol.

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

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 pour cent des cas), soit par la mesure de R (parcelle de ruissellement sans infiltration profonde) et contrôle de ΔS.

Nous constatons donc qu'à l'exception des zones d'infiltration et d'épandage (ZR_3, zr, RA_3, ra sur la carte des écosystèmes, voir figure 2) l'équation du bilan hydrique d'une pluie se réduit à :

$$Pe \simeq P - R$$

Sur le tableau 5, nous avons porté pour la station de Gabès :

L'évaporation Piche mesurée sous abri;

L'évapotranspiration potentielle calculée suivant la formule de Turc

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

où

t = température moyenne mensuelle,
Ig = radiation globale;

L'évapotranspiration potentielle calculée suivant la formule de Penman;

Tableau 5. Évapotranspiration actuelle et potentielle

Gabès	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
Évaporation Piche (mm)	192	158	132	133	133	132	167	141	186	189	229	229	2021
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	1255,1
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	184,6
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	1230,4

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.

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 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 cinq 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 *Rantherium suaveolens* en bon état (RK_3), nous savons maintenant que, pour un état de réserve en eau disponible pour la végétation $[Rd = \Sigma_0^z\, dz\ (H_r - H,\ \text{pF } 4{,}2)]$ 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 mm au printemps.

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)

$$0{,}03 < \frac{P}{ETP} < 0{,}20 \quad \left(\frac{P}{ETP}\ \text{Gabès} = 0{,}146\right);$$

A été chaud (*limite de l'été très chaud* $T > 30°C$);
A hiver tempéré, à frais (t voisin de 10° C);
A 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 SO, O et NO 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.).

Géomorphologie et sols (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 des calcaires du Sénonien supérieur et inférieur, culminent entre 200 et 300 mètres. 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 Tebega et Matmata. Ces glacis convergent vers la partie basse de la région (altitude : 100 mètres).

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 Aïssa, etc. Leur extension peut aller loin dans la plaine.

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;

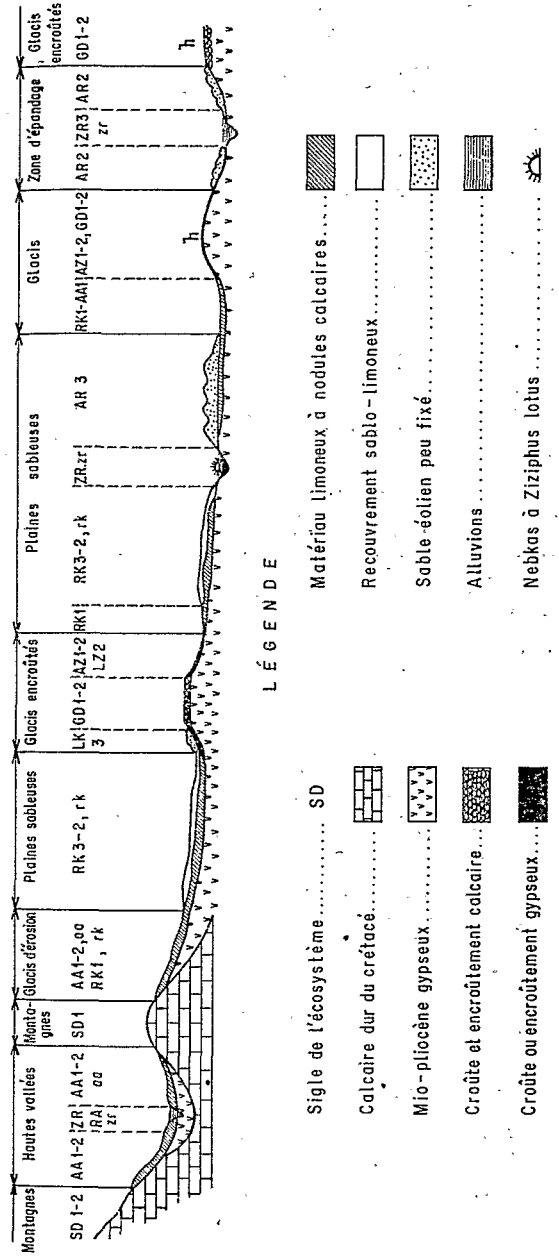


FIG. 3. Schéma montrant la répartition des écosystèmes en fonction du relief et de la géomorphologie

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 des 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.

Sur cet ensemble nous rencontrons les types de sols suivants (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 modules 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 des 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) ;
A la base des glacis et dans les fonds, des sols isohumiques jeunes (type sierozem) ou peu évolués d'apport colluvial ; 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 m 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 pour cent 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 de 0,1 à 3 pour cent 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 utiles moyennes des sols pour la végétation[4] 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.

Hydrologie et hydrogéologie

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 glacis, le réseau hydrique est très hiérarchisé ; il est principalement constitué des oueds Beni Aïssa, Sidi Guenaou, Melab, Souinia, Rhirane, aux caractères torrentiels très accentués. Il en est de même pour les oueds du djebel Tebaga et de ses glacis.

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 ou se perdent les eaux et qui, exceptionnellement, débordent lors de 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 Oglat Merteba est le seul endroit du territoire où les riverains peuvent prendre de l'eau dans les puits installés dans l'inféroflux toute l'année. Les autres points d'eau de la région sont essentiellement constitués par des citernes familiales implantées sur les glacis à croûte ou à limons, mais soumises aux aléas de la pluviosité, ainsi que par quelques grandes citernes (150 et 200 m^3) 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 Tebaga et surtout dans les Matmatas.

L'hydrogéologie 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 révélée négative 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.

4. 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/cm^2 et 16000 g/cm^2.

Forage de Beni Aïssa-Nord :
niveau piézométrique 50,0 m ; débit : 3,5 l/s ;
résidu sec : 1,960 g/l.
Forage de l'oued Gouraï :
niveau piézométrique 43,68 m ; débit : 7 à 8 l/s ;
résidu sec : 2,840 g/l.
Les eaux sont sulfatées et chlorurées.

La végétation spontanée

Le paysage de la zone test est surtout marqué par une végétation naturelle de ligneux bas, dépassant rarement 0,50 m de hauteur. On décrira la végétation en rattachant les types physionomiques 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 physionomiquement 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 (fig. 2) indique, en plus de la physionomie 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 physionomiquement, 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.

La végétation des zones montagneuses calcaires

Dans le massif des Matmatas, les parcours situés aux altitudes supérieures à 300 m 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 pour cent dans les meilleurs cas : unité SD_2). 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 importantes ainsi que le développement de nombreuses annuelles (unité GD_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 : *Atracylis serratuloïdes, Helianthemum lipii* var. *intricatum* (unité AZ). Dans certaines zones moins dégradées la végétation retient encore de petits placages sableux colonisés par la sparte (*Lygeum spartum*) et où la couverture végétale est plus forte ainsi d'ailleurs que la production des espèces annuelles (unité LZ_2).

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 AA_2), formations à ligneux bas dominée par *Artemisia herba-alba* ayant des couverts supérieurs à 25 pour cent. Les espèces très appétées ont quasiment disparu et ainsi l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) a été progressivement remplacé par *Arthrophytum scoparium*, peu apprécié du bétail (unité AA_1).

Sur tous ces lithosols et glacis d'érosion à végétation dégradée (unités SD_1, GD_1, AZ_2, AZ_1, AA_2, AA_1), 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.

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 pour cent (unités LK_2 et RK_2). 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 pour cent de couvert pour l'unité AR_3) fixant les dunes et permettant le développement très important d'une végétation d'annuelles.

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 m de hauteur (unité ZR_3). 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 4 000 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 PZ_3) et ont une biomasse aérienne des plantes pérennes élevée (estimée à 2 000 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.

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 dominent les buissons de *Retama raetam*.

Espèces des plaines sableuses et des piedmonts

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 ; exemples : 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 piedmonts et les vallées, favorise l'installation d'une faune sédentaire ; exemples : perdrix gambra (*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 étourneaux (*Sturnus vulgaris*) hivernent dans les vergers d'oliviers des zones de piedmont ; ils y sont remplacés au printemps et durant l'été par des 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.

La population humaine

Densité. Répartition par âge et par sexe

La zone test appartient à la délégation d'El Hamma (gouvernorat de Gabès) ; elle 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 (3466 km^2) 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 pour cent 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 hab./km^2. La densité moyenne de la population rurale n'est que de 6,6 hab./km^2, 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 pour cent), de 15 à 50 ans (38 pour cent), 50 ans et plus (16 pour cent).

La population d'âge scolarisable (6 à 14 ans) représente en milieu rural 26 pour cent 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 pour cent et traduit le phénomène migratoire des hommes d'âge actif. En revanche on note un excédent de 28 pour cent d'hommes âgés, phénomène difficile à expliquer.

Dans la zone test concernée, on peut considérer que 100 pour cent 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 pour cent (à comparer au chiffre de 50 pour cent valable pour l'ensemble du gouvernorat de Gabès). On peut considérer que dans la délégation, 80 pour cent de la population dépend directement de l'agriculture pour sa subsistance.

Migration et emplois

L'émigration à l'étranger, rapportée au volume total des actifs (émigrants inclus) serait de 9 pour cent pour la délégation, chiffre relativement bas pour le Sud tunisien (28 pour cent 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 pour cent 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 pour cent des familles élargies comportant un ou plusieurs émigrants conservent un 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 pour cent 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 pour cent. A noter cependant la pénurie de main-d'œuvre 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 indépendants et ouvriers	12%
	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 le 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.

Tentative d'estimation du revenu brut des activités agricoles

Dans la zone test, la population tire essentiellement des 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 tunisiens (DT)[5], avec les toisons.

Les estimations de production de céréales (environ 2000 ha) donnent 5640 quintaux de céréales, soit environ 25 000 DT/an.

On estime à 150 ha 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.

5. DT = 2,35 US$.

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).

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 vocation diverses, parcours, céréales dans les bas-fonds, arboriculture en piedmont, etc. C'est l'exploitation agro-pastorale qui conditionne l'implantation de l'habitat. Le type dominant de peuplement est ici à base plurirésidentielle et d'occupation saisonnière; la famille élargie de type agricole rurale possède de trois à cinq lieux d'habitation, dont deux ou trois sont alternativement vacants.

L'habitat dispersé se localise principalement sur les piedmonts 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 pour cent de la population), surtout dans le sud du pays. Dans la délégation d'El Hamma, 50 pour cent 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'habitat 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 toutes pièces 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.

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 traites 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. Figues, 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.

Utilisation du sol

Principales activités – structure foncière

L'économie de la zone d'Oglat Merteba, outre les revenus extérieurs (il y aurait 30 pour cent des hommes actifs travaillant à l'extérieur) est basée sur un élevage extensif (la surface de la zone est à 89 pour cent constituée de parcours naturels), sur la céréaliculture épisodique (10 pour cent de terres cultivées ou en jachères) et sur une arboriculture avec appoint d'eau (environ 1 pour cent). 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 (fig. 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 céréalières sont 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.

Le parcours et l'élevage

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 six à sept 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 bélier 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 plus de 2 à 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 défense 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 est basé essentiellement sur les ovins et les caprins. Dans la zone test choisie, on peut estimer à 5 000 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 1 100 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 pour cent 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 pour cent 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. Cela 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 huit 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 à 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 souvent est 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 les commerçants qui le vendent dans les oasis.

Un complément est rarement donné 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 le complément 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 pour cent et dépasse 50 pour cent 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.

La production annuelle de la végétation spontanée est donnée dans la légende de la carte (fig. 2) pour chacun des écosystèmes. Cette production primaire va de 100 à 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 kilogramme 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.

La culture

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 de 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 glacis 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 glacis 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 piedmont ; 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 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 (400 à 600 kg 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 pour cent de la surface totale.

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 *segui*) 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 kilos de semences à l'hectare, 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 DT/heure, soit 6 $/heure ; 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 200 kg/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'autoconsommation 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'œuvre 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 2000 ha de céréaliculture extensive, soit 10 pour cent de la surface totale.

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 20000 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 (*Anthrophytum scoparium*), qui est mélangé au tabac récolté dans l'oasis pour faire du tabac à priser *nefa*.

Processus de dégradation et de régénération des écosystèmes

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 pour cent 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. Cela 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 voile 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-vent, 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 XIX[e] 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 appétées et du développement d'espèces inalibiles, 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.

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.

Dégradation des sols

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 :

A 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;

A 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 :

A une diminution de l'efficacité de la pluie dans la recharge des réserves en eau du sol;

A une augmentation du ruissellement qui entraîne les graines des espèces végétales loin de la zone;

A une mauvaise économie de l'eau du sol au cours de l'année (augmentation de l'évaporation, absence de *mulch*);

A une érosion hydrique accrue.

Un autre aspect de la dégradation des sols 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 piedmonts, 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 SD_1).

Sur les glacis encroûtés, elle décape les croûtes calcaires et gypseuses, favorisant ainsi l'apparition de milieu très squelettique (GD_1 et AZ_1).

Sur les glacis d'accumulation (limons à nodules calcaires AA_2 et AA_1), elle se traduit par une troncature en nappe des sols (*sheet erosion*), ou une érosion en rigoles (*gully erosion*). Ce type d'érosion peut aboutir à la troncature totale des sols, souvent squelettique (GD_1) et même jusqu'à l'assise gypseuse du Miopliocène, favorisant ainsi le développement d'une croûte gypseuse (AZ_1).

Sur les berges des oueds qui drainent ces zones de piedmonts 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 (ZR_3, RA_3, et PZ_3).

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 (citernes Trapsa I et II) aménagées. La première, dont le bassin versant a une surface de 2,38 ha, est représentative du ruissellement et de l'érosion (en rigoles et ravines) sur le djebel Melab (SD_1, GD_1, AA_1). La deuxième, dont le bassin versant a une surface de 1,04 ha, est représentative des milieux sur croûte calcaire (GD_1) plus ou moins recouverts (GD_2).

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 pour cent, 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. 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 pente de 50 m de long, comprenant croûte gypseuse à l'amont et sol steppique tronqué à l'aval (AZ_1 et RK_1), 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 AA_1 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 SD_1, AA_2 et GD_1, 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 pour cent et une érosion moyenne de 108 t/ha (en une journée).

Il est donc 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 (RK_3, RK_2, RK_1, LK_3, AR_2 et AR_3).

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;

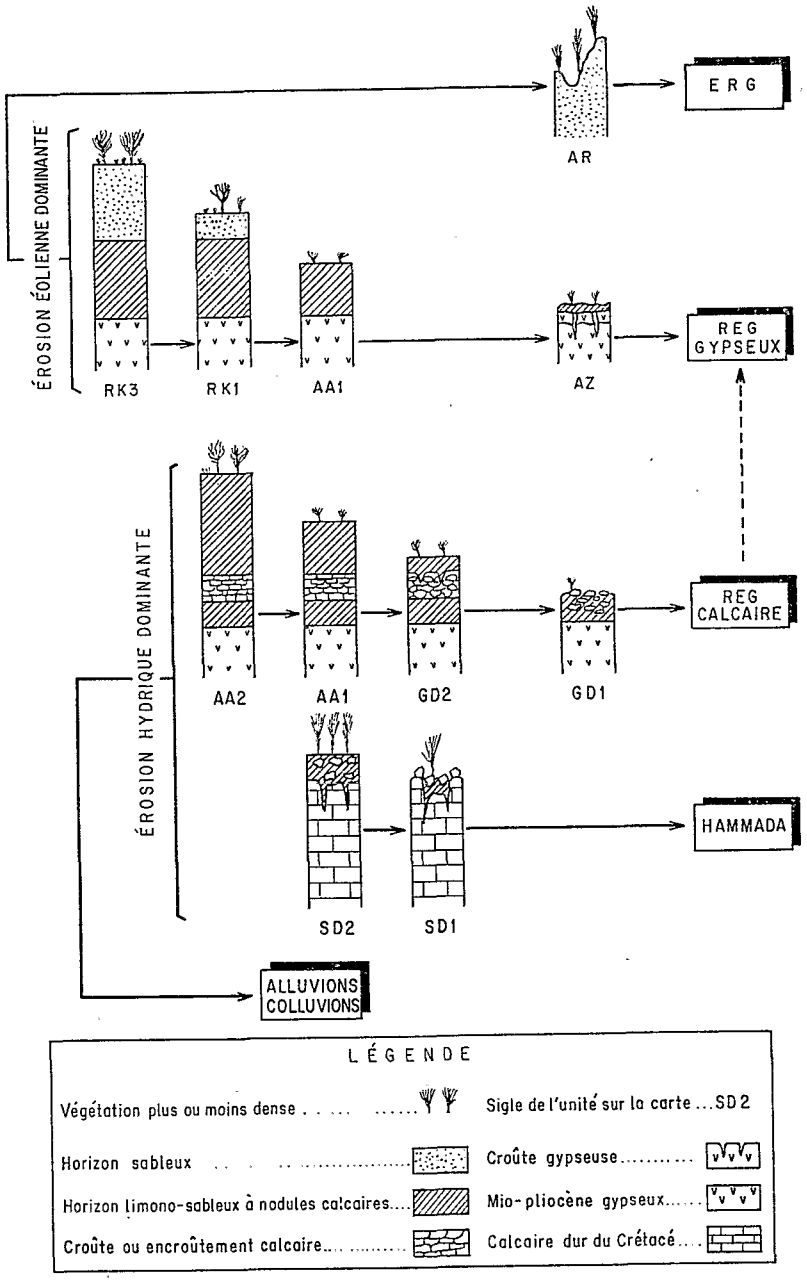


FIG. 4. Dégradation des sols et de la végétation des principaux écosystèmes d'Oglat Merteba

Aux couverts de la végétation plus ou moins dégradés, retenant insuffisamment le sol;
A 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;
A la sécheresse prolongée.

Sur les steppes à *Rhantherium*, elle conduit généralement à la disparition de ce voile éolien si bénéfique (RK_2) et à la troncature du sol jusqu'à l'horizon à nodules calcaires plus réfractaire à l'érosion éolienne (RK_1 et AA_1). A ce stade, c'est l'érosion hydrique qui intervient (fig. 4). Sur les steppes graminéennes à sparte (LK_3), le stade ultime est la mise à nu des croûtes gypseuses (AZ_1).

Sur les steppes à *Aristida pungens* (AR_3 et AR_2), 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 Houérou (1969*b*) cite sur des steppes à *Rhantherium suaveolens* dans les régions de Ben Gardane, Tataouine, 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 Gafsa-Gabès sur une steppe à *Rhantherium* 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.

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.

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 (AA_1, SD_1, GD_1 et AZ_1); les processus de l'érosion dominant de loin les processus de pédogénèse, pratiquement inexistants 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 (RK_3, RK_2) et à *Aristida pungens* (AR_2 et AR_3) 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).

Dégradation et régénération de la végétation

Le processus de dégradation de la végétation, sous l'influence des facteurs de la désertification, ont été largement décrits par Le Houérou (1973*a*, 1973*b*). Nous en reprendrons les traits essentiels. La notion de « sensibilité » de la végétation est intéressante à prendre en considération.

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* (RK_3) initialement peu dégradée, puis pâturée, puis défrichée, illustrent ce phénomène (tableau 6).

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.

Tableau 6. Influence de la culture et du mode de défrichement

Steppe sableuse à *Rhantherium suaveolens*	Couvert végétal %	Couvert de la céréale %	Couvert de *Rhantherium* %	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

Tableau 7. Proportions relatives d'espèces pastorales et inalibiles

Steppe à *Rhantherium suaveolens*	Biomasse Kg MS/ha	Espèces	
		Pastorales (%)	Inalibiles (%)
En bon état (RK_3)	1312	83	17
Dégradée (RK_1)	415	59	41

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 7 montre les proportions respectives des espèces pastorales et inalibiles sur la steppe sableuse à *Rhantherium suaveolens.*

L'éradication des espèces ligneuses provoque également la dégradation. Cela 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 (20000 ha) la biomasse en place de la partie aérienne des plantes pérennes (partie ligneuse principalement) est de 14000 tonnes de matière sèche. On peut considérer qu'il y a autant de racines. Si l'on admet que lors de l'éradication 50 pour cent de racines sont extraites, il y aurait 21000 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 de 1,5 kg, ce qui représenterait pour la population totale des 20000 ha une consommation d'environ 750 tonnes par an. Ce sont donc théoriquement 750 ha, soit 3,7 pour cent 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* (RK_3) 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.

Tableau 8. 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)

Écosystèmes	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

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 8.

Afin d'évaluer les possibilités de régénération, la vitesse de cicatrisation (Godron et 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.

Écosystèmes 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 9 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 et de printemps; dans la mise en défens, le stock de graines était considérable et la germination n'était pas gênée par la déflation.

Tableau 9. 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)

Écosystèmes 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.

Écosystèmes des zones limoneuses

Les parcelles voisines mises en comparaison dans notre exemple concernent l'écosystème très dégradé sur le 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 10 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 10. Effet de l'interdiction de la culture sur le couvert de la végétation dans une zone limoneuse (pourcentage de la surface du sol)

Écosystèmes d'une zone limoneuse (AA)	Couvert végétal total	Couvert d'*Arthrophytum scoparium*	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.

Écosystèmes des zones gypseuses

Dans une mise en défens installée et étudiée depuis 3 ans (djebel Dissa) sur une croûte gypseuse superficielle à végétation très dégradée (type AZ_1), l'augmentation du couvert végétal a été nulle, restant voisine de 7,0 pour cent 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.

Écosystèmes 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 (djebel Brerhits). La végétation est à base d'alfa (*Stipa tenacissima*). Comme le montre le tableau 11, 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 11. Effet de la mise en défens sur le couvert des espèces végétales (totales et consommables) dans une zone montagneuse (en pourcentage de la surface du sol)

Écosystèmes 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 (SD_2)	27,4	13,7	22,9	9	19
Hors mise en défens (SD_1)	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.

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 (RK_3, par exemple), se succèdent sous l'influence prolongée du surpâturage une série d'écosystèmes de plus en plus dégradés (RK_2, RK_1, 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 figures 4 et 5.

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 SD_2 passe rapidement à SD_1 puis à GD_2 et peut, dans les zones les plus sèches, aboutir à la constitution d'hammadas.

Sur les glacis limoneux de piedmont plus ou moins encroûtés en profondeur, la végétation spontanée est dégradée (AA_1) depuis probablement longtemps (à l'exception de quelques zones encore en bon état, AA_2). De ce fait, le sol est soumis à une érosion hydrique en nappe et en rigole pouvant mettre à nu les encroûtements calcaires (GD_1) ou le substrat gypseux (AZ_1). 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 : écosystème ZR_3, PZ_3, RA_3.

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 RK_3 et LK_3 à l'emprise de la déflation éolienne. Ainsi, LK_3 passe très rapidement à AZ_1, puis à un reg gypseux. RK_3 se transforme rapidement en RK_2, puis RK_1, 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, AA_1.

Les produits de l'érosion éolienne peuvent être, soit transportés à l'extérieur de la zone, soit redéposés sur les écosystèmes RK_3, RK_2, LK_3, GD_2, AZ_2, LZ_2, où le

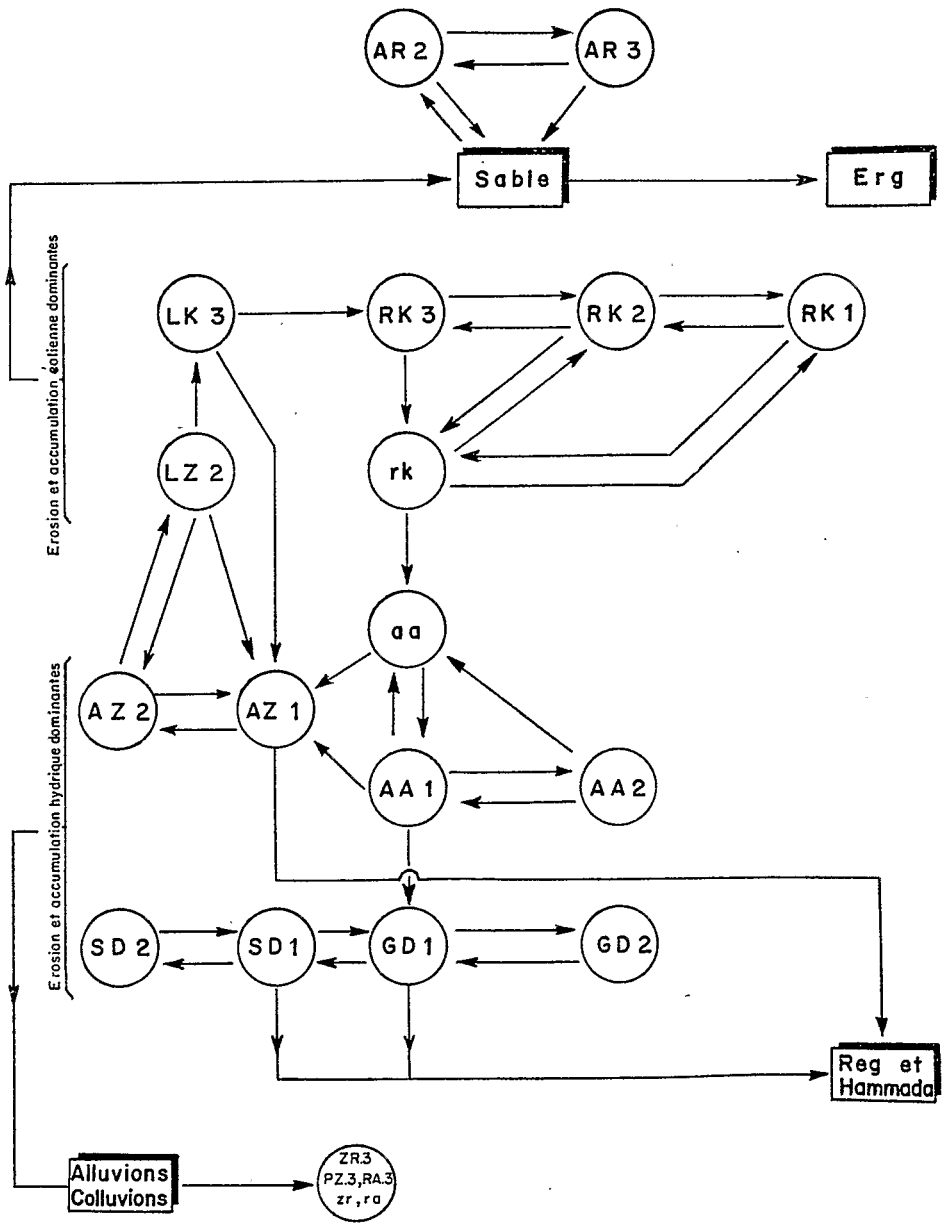


FIG. 5. Relations entre les écosystèmes de la zone test d'Oglat Merteba. (Les flèches indiquent les possibilités de passage d'un écosystème à un autre, soit par dégradation soit par régénération du milieu.)

couvert végétal est susceptible de les retenir, soit enfin accumulés dans la zone sous forme de dunes colonisées par *Aristida pungens* (écosystèmes AR_2, AR_3).

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.

La désertification

La « désertification » 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 Houérou, 1969*b*).

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[6]. 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 l'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.

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 œuvre de ces techniques et dans la maintenance qui s'ensuit..

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.

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 de 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 maximale en eau 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 actuellement de l'ordre 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

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

pénétration de l'eau. Ils font intervenir des notions telles que pellicule de battance, pente, micro-relief, état de la couverture végétale, intensité et durée de la pluie.

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

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

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 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 pour cent et Kr2 = 33,0 pour cent.

Diminution relative de la production végétale spontanée en année « humide ». La dégradation des différentes propriétés physico-hydriques 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.

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 puisque 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 par 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 SD_1, GD_1, AZ_1, AA_1, RK_1, AR_2, qui au bout de 25 ans ne seraient pas revenus respectivement au moins en SD_2, GD_2, AZ_2, AA_2, RK_2, AR_3 ; cette surface est actuellement de l'ordre de 4 600 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 SD_1, GD_1, AZ_1, AR_2, qui, au bout de 25 ans de mise en défens, ne seraient pas revenus respectivement au moins en SD_2, GD_2, AZ_2, AR_3 ; cette surface est actuellement égale à 2 200 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.

Évolution prévisible de la dégradation et de la désertification pour différents niveaux d'intensité de la pression humaine sur le milieu

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 quatre 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.

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 pour cent 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 pour cent 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 déshéritées. 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 quatre 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 de temps testée couvre les 25 prochaines années et est analysée par « pas » successifs de 5 ans.

Évolution prévisible de la dégradation et de la régénération

Les résultats les plus significatifs concernant la dégradation et la régénération des écosystèmes apparaissent sur la figure 6.

Les parcours dégradés RK_1, AA_1, SD_1, GD_1, AZ_1, AR_2 (fig. 6*a*) 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 pour cent.

La dégradation de la végétation spontanée sur sols profonds (RK_2, RK_3, LK_3, AA_2, AR_3) 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. 6*d*, on constate que la surface des zones à sable dunaire (AR_3, AR_2) (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.

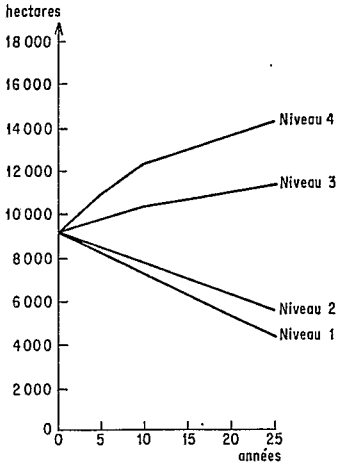
L'évolution de la biomasse végétale aérienne totale (fig. 6*f*) permet de quantifier la dégradation ou la régénération de la végétation. Elle est actuellement évaluée à 14 000 tonnes de matière sèche, soit 700 kg/ha en moyenne pour la zone. Les niveaux d'intensité d'exploitation envisagés la font passer au bout de 25 ans de 500 kg/ha (niveau 4) à 1 100 kg (niveau 1).

Évolution prévisible de la désertification

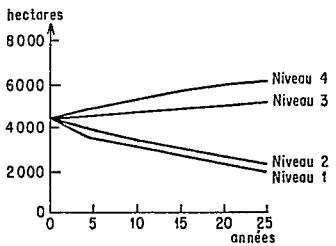
L'ensemble des évolutions prévisibles des différents indices de la désertification de la zone test d'Oglat Merteba est représenté sur les graphiques de la fig. 8 en fonction des niveaux d'intensité d'exploitation du milieu retenu. Une mise en défens ou un aménagement régional conduirait, pour tous les indices retenus, à une

ZONE TEST D'OGLAT MERTEBA
(20 000 hectares)

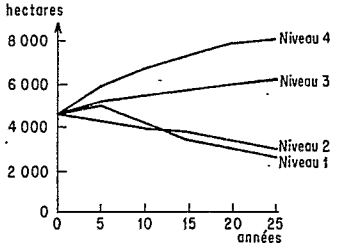
a) PARCOURS DÉGRADÉS



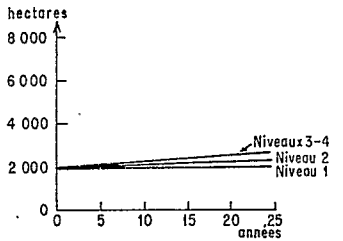
b) PARCOURS DÉGRADÉS SUR DES SOLS SQUELETTIQUES.



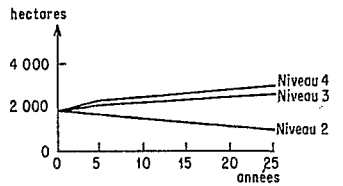
c) PARCOURS DÉGRADÉS SUR SOLS PROFONDS (souvent cultivables)



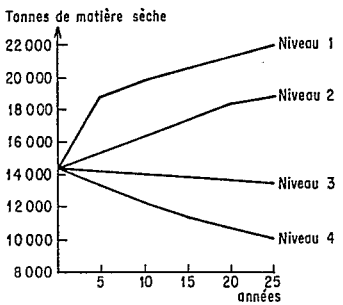
d) ZONES DE SABLES DUNAIRES



e) CULTURES



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



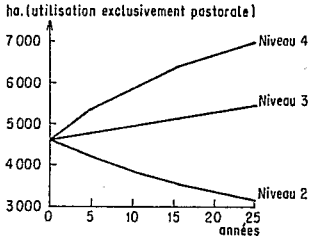
LÉGENDE

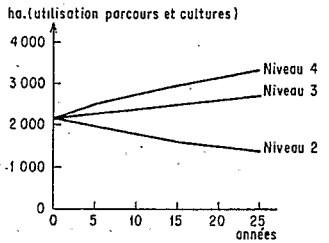
Niveau 1 — Mise en défens
Niveau 2 — Aménagement régional rationnel
Niveau 3 — Maintien du système actuel d'exploitation
Niveau 4 — Intensification des pratiques actuelles

FIG. 6. Évolution prévisible de la dégradation et de la régénération en fonction de quatre niveaux d'intensité d'exploitation

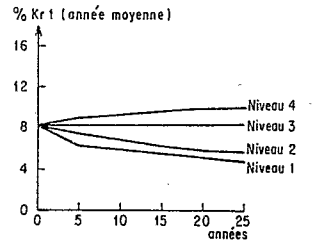
ZONE TEST D'OGLAT MERTEBA
(20 000 hectares)

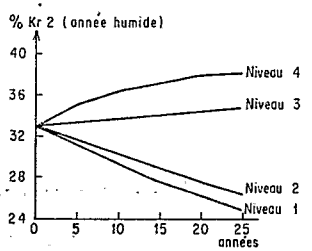
a) SURFACES DÉSERTIFIÉES



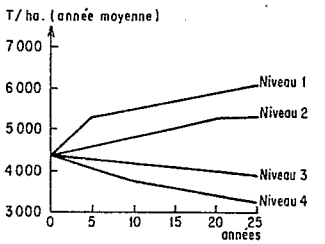


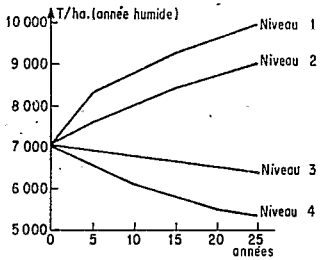
b) COEFFICIENT DE RUISSELLEMENT PRIMAIRE MOYEN POUR L'ENSEMBLE DE LA ZONE



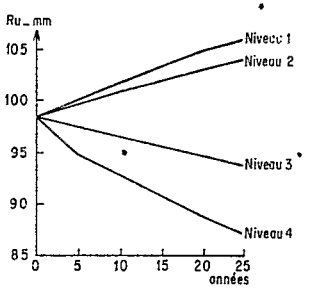


c) PRODUCTION VÉGÉTALE CONSOMMABLE DES PARCOURS





d) RÉSERVE MOYENNE EN EAU DES SOLS, UTILE À LA VÉGÉTATION



LÉGENDE

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 d'indices de désertification en fonction de quatre niveaux d'intensité d'exploitation

Tableau 12. 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	+1508	+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

diminution de la désertification, alors que le système actuel, ou son intensification, contribuerait à accentuer ce phénomène.

Réserve en eau utile moyenne (fig. 7d)

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 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.

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 m d'épaisseur, et sur 800 et 2000 ha d'un sol limono-sableux de 1 m d'épaisseur.

Coefficients de ruissellement primaire moyen (fig. 7b)

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 :

$14{,}0 \cdot 10^6$ m³ dans le cas du niveau 1;
$14{,}8 \cdot 10^6$ m³ dans le cas du niveau 2;
$19{,}0 \cdot 10^6$ m³ dans le cas du niveau 3;
$21{,}2 \cdot 10^6$ 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 $0{,}5 \cdot 10^6$ m³ et $2{,}7 \cdot 10^6$ 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 pour cent du gaspillage de l'eau par rapport à l'état actuel, soit environ 230 m³ supplémentaires à l'hectare.

Partie de la végétation naturelle consommable par les animaux

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 (fig. 7c).

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 12, il apparaît que dans le cas du maintien du système actuel pendant 25 ans on assisterait à une baisse de 11 pour cent de la production totale (voisine de la production consommable) et de la charge potentielle en animaux. Ce pourcentage passe à 26 pour cent dans le cas probable de l'intensification des pratiques actuelles qui conduisent à la désertification.

Surfaces désertifiées

L'évolution des surfaces désertifiées telles qu'elles sont définies (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. 7a 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 cultivable.

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

Carte synoptique des risques de désertification (fig.8)

Sensibilité des écosystèmes aux facteurs de la désertification

Sensibilité potentielle[7] 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 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 (tableau 13). Cette sensibilité potentielle dépend :

Pour la végétation : du type physionomique, 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 présuppose les conséquences néfastes de certaines pratiques.

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

L'accessiblité 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 13 (écosystèmes RK_3, RK_2, RK_1). 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 possibilités 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.

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

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[8].

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 pour cent de la superficie de la zone test sont considérés comme étant très sensibles (20 pour cent) ou sensibles (18 pour cent) 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 pour cent de la superficie ont été jugés très sensibles (19 pour cent) ou sensibles (11 pour cent) à ce type d'utilisation.

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.

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 (1/100000).

Rappelons toutefois encore que ces processus en cours ne sont pas en rapport étroit avec la sensibilité. Ainsi l'écosystème RK_3, 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

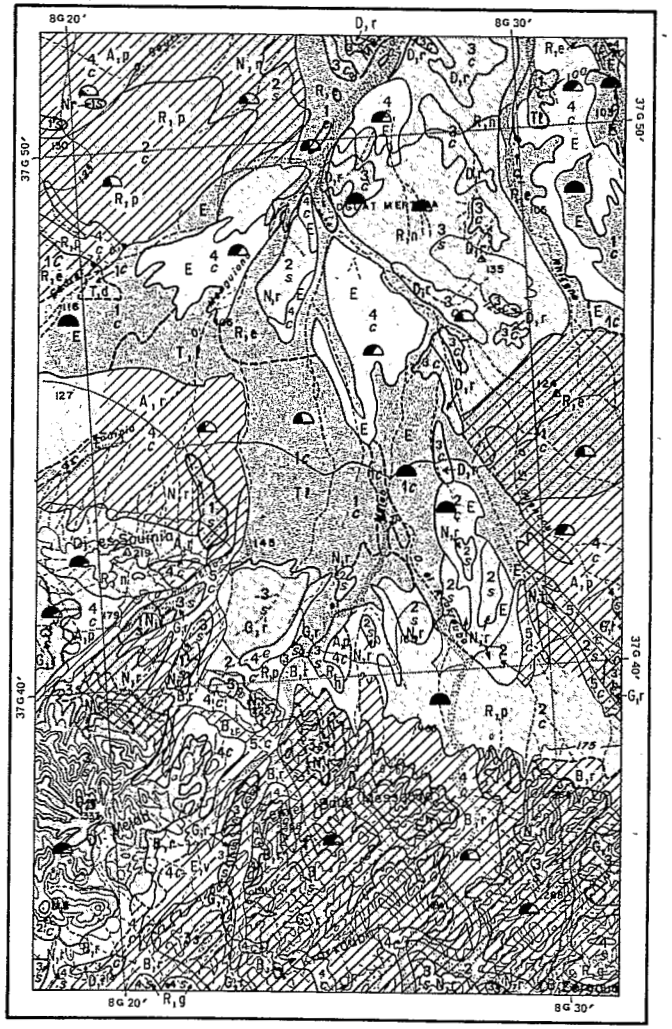
8. La carte (FAO) est basée sur une étude déjà publiée sur la même zone (Floret et Le Floc'h, 1973).

Tableau 13. Sensibilité* des écosystèmes aux facteurs de la désertification : processus de dégradation 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)
			au surpâturage et à l'éradication	à la mise en culture	au 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,ℓ	RK 1	Steppe très dégradée sur sol sableux tronqué							
T,ℓ	rk	Cultures 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							
R,e	AA 2	Steppe peu dégradée sur sol limoneux	Très sensible	Très sensible	Assez peu sensible	Moyennement sensible	Très forte	Faible	
D,r	AR 2	Dunes moyennes fixées par la végétation	Moyennement sensible	Très sensible	Très sensible	Très sensible	Moyenne	Très faible	3 Zones moyennement sensibles
R,n	GD 2	Steppe peu dégradée sur croûte calcaire	Moyennement sensible	——	Moyennement sensible	——	Forte	nulle	
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.

FIG. 8. Carte synoptique du risque de désertification de la zone test d'Oglat Merteba



Légende

CLASSE DE SENSIBILITE OU RISQUE DE DESERTIFICATION

zone très sensible	1
zone sensible	2
zone moyennement sensible	3
zone assez peu sensible	4
zone peu sensible	5

VULNERABILITE DU PAYSAGE AUX PROCESSUS DE DESERTIFICATION

Les processus associés sont en lettres minuscules.
Surfaces sujettes à:

La régression du couvert végétal naturel		R, r
La proportion présumée de production végétale consommable des parcours subsistant après dégradation pendant une centaine d'années (secteur noir)		
Formations éoliennes	voile sableux mobile	V, v
	dunes mobiles	D, d
Déflation sur les plaines sableuses	faible	E, e
	forte	T, t
Ablation des sols par la déflation et l'érosion hydrique	ablation moyenne	A, a
	ablation forte	N, n
Glaçage de la surface du sol	pellicule de battance localisée	L, l
	pellicule de battance généralisée	P, p
Erosion par l'eau	formation de bad-lands	B, b
	mise à nu de la géologie	G, g

PRESSION HUMAINE ET ANIMALE

Zone à densité de population humaine relativement forte	
Culture et éradication des espèces ligneuses	C
Surpâturage et éradication des espèces ligneuses	S

écosystèmes (ZR_3, PZ_3) 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.

On peut en effet subjectivement considérer qu'il y a une centaine 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 $\frac{P1}{P2}$ calculé sur la base des données de la figure 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 troncature du sol (*T, t*) : Seuls les écosystèmes sur sols sableux les plus dégradés (RK_1, *rk*) sont atteints par les manifestations de ce processus.

Ablation des sols par la déflation et l'érosion hydrique (sur piedmonts 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 (AA_1, *aa*).

Ablation conduisant à la mise à nu des croûtes et encroûtements gypseux ou calcaires sont soumis, quand la végétation devient rare, à l'action combinée néfaste des érosions éolienne et hydrique (écosystèmes GD_2, GD_1, AZ_2, AZ_1).

« Glaçage » 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 « glaçage » 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 AA_2, AA_1, *aa*, quoique n'étant pas toujours le processus dominant.

Érosion 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 (AA_1).

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 Merteba sont listés dans le tableau 13.

Enseignements à tirer de l'étude d'Oglat Merteba

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

Les zones actuellement « désertifiées », représentent de 10 à 20 pour cent 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 pour cent 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 pour cent 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 toute façon, 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'un complément 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 optimal 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.

Aménagement

Le mode traditionnel d'aménagement et d'utilisation du milieu en zones arides et désertiques

Rappelons brièvement quelles étaient dans la première partie de ce siècle les pratiques traditionnelles utilisées par la population pour exploiter au mieux les ressources naturelles et pour lutter contre les conditions difficiles imposées par l'aridité du climat.

La population des zones arides de Tunisie, dispersée et mobile, vivait essentiellement d'une agriculture de cueillette. On pouvait distinguer trois systèmes :

1. Le système oasis (exemple : Gabès) basé sur l'utilisation de l'eau des nappes profondes (sources) pour la culture du palmier dattier, auquel sont associés des fourrages et des légumes. La population était sédentaire.
2. Le système extensif (exemple : Medenine) basé sur l'élevage extensif des ovins, caprins et dromadaires. La population était nomade.
3. Le système mixte (exemple : El Hamma et Oglat Merteba) basé à la fois sur les cultures d'oasis et l'élevage extensif. La population était semi-nomade.

Le fonctionnement de ces trois systèmes présentait les caractéristiques suivantes :

1. Une production orientée vers l'autoconsommation dans le premier système et vers l'exportation (viande) dans les deux autres.
2. Une certaine forme d'intégration existait entre les deux premiers systèmes :
   — une association entre des agriculteurs d'oasis et des éleveurs-pasteurs de la steppe concernait l'élevage ovin et la céréaliculture. En ce qui concerne l'élevage, des troupeaux communs exploitaient les parcours naturels de la steppe et, en cas de disette, une partie du cheptel était envoyée dans les oasis où les animaux recevaient une alimentation de sauvegarde jusqu'à ce que les conditions redeviennent normales. Dans certains cas, les éleveurs-pasteurs de la steppe prenaient simplement en pension des animaux appartenant aux agriculteurs des oasis.

   Pour ce qui est de la céréaliculture, après les premières pluies, l'agriculteur des oasis labourait et emblavait une superficie déterminée mise à sa disposition par un homologue de la steppe. Dans d'autres cas, une véritable association entre les deux parties se créait. L'agriculteur de l'oasis contribuait par les moyens de traction (mule), l'éleveur-pasteur par la terre et la main-d'œuvre ;
   — la steppe fournissait des quantités non négligeables de fumier aux oasis ;
   — une grande partie du fourrage produit dans les oasis servait à l'engraissement d'agneaux nés dans la steppe.
3. Dans les systèmes extensifs mixtes, l'élevage extensif prédominait. La prédominance de l'élevage s'explique non seulement par la vocation du milieu, mais également et surtout par la pratique de l'économie de l'autosuffisance. C'est ainsi que les ovins sont élevés pour leur viande, leur laine et, secondairement, pour le lait et ses dérivés. Les caprins sont élevés principalement pour leur lait et secondairement pour leur viande et aussi pour leurs poils (tentes, cordes). Enfin, le dromadaire est élevé pour sa viande et son travail (travail du sol, transport).

   La conduite des troupeaux était déterminée non pas par l'éleveur, mais par le climat. L'importance des déplacements et l'évolution des effectifs étaient liées à la quantité de nourriture et d'eau disponible.
4. La culture du sol pour la production de céréales, d'olives et de figues était peu développée et permettait de couvrir en partie les besoins de la population en produits végétaux (grains, huile et fruits). En cas de disette en zones arides, une partie de la population active émigrait vers les zones semi-arides (nord) à la recherche de l'orge et du blé.

En conclusion, le mode traditionnel d'aménagement et d'utilisation du milieu était caractérisé par :
La pratique d'une agriculture de cueillette ;
L'utilisation à petite échelle de l'eau de ruissellement pour la culture ;
Une certaine forme d'intégration entre les oasis et la steppe, entre zones arides d'une part et entre zones semi-arides d'autre part ;
Un mode de vie plutôt semi-nomade.

Transformations socio-économiques et tendances actuelles de l'aménagement

Les transformations socio-économiques

Durant les vingt dernières années les régions arides ont subi de nombreuses transformations socio-économiques. La généralisation de la scolarisation, en plus de son effet direct sur le niveau intellectuel de la population, a eu pour conséquence la réduction progressive du nomadisme. La sédentarisation de la population ainsi amorcée s'est renforcée par la création de nombreux points d'eau et par l'installation de dispensaires.

Les actions de développement socio-économique en général et l'amélioration des moyens de communication et d'information en particulier, en plus de leur effet direct sur l'amélioration très nette du niveau de vie de la population, ont eu pour conséquences :
La création de besoins alimentaires, vestimentaires et culturels nouveaux, ce qui nécessite la recherche de nouvelles sources de revenus en plus de l'intensification du niveau d'exploitation des ressources de l'espace rural ;
Le développement de l'émigration ; ce phénomène était peu ou pas connu dans ces régions avant les années 60 ;
L'exode rural, c'est-à-dire la recherche d'un travail plus sûr et plus rémunérateur ;
L'introduction et l'utilisation de plus en plus généralisée du tracteur pour le travail du sol et des camionnettes pour le transport des produits, en remplacement de la traction animale.
Enfin, la croissance démographique a accentué le déséquilibre entre les besoins d'une population de plus en plus nombreuse et la production d'un milieu en voie de dégradation.

Les tendances actuelles d'exploitation et leurs conséquences

Suite à ces transformations socio-économiques, le mode d'aménagement et d'utilisation du milieu a subi des modifications profondes :
Tendance irréversible à la sédentarisation avec comme conséquences la multiplication de petits troupeaux ; le surpâturage et l'éradication abusive des ligneux autour des habitations et des points d'eau ;
L'extension anarchique de la céréaliculture et de l'arboriculture, le plus souvent aux dépens des meilleurs pâturages ;
Le développement de l'arboriculture, dite des *jessours*, par l'utilisation des eaux de ruissellement ;
La généralisation de la céréaliculture dans les zones d'épandage des eaux de ruissellement (*segui*) sans aménagements spéciaux, avec toutes les conséquences sur l'érosion ;
L'accélération de l'émigration et de l'exode rural ;
La diminution de l'importance de l'élevage chez les petits agriculteurs.

Ces tendances s'expliquent par des considérations d'ordre socio-économique :

1. Il est certain que, sur le plan économique, l'élevage est fortement concurrencé par la céréaliculture et l'arboriculture. En effet, d'après les résultats d'une enquête récente réalisée dans le gouvernorat de Gafsa par le Ministère de l'agriculture de Tunisie et l'Université agronomique de Wageningen (Pays-Bas), la part de l'élevage dans le revenu familial agricole est de 8, 28 et 71 pour cent, respectivement pour les petites exploitations (7,7 ha, moins de 10 têtes), les exploitations moyennes (22,1 ha, de 10 à 50 têtes) et les grandes exploitations (25 ha, plus de 50 têtes). Par ailleurs, sur les sols actuellement exploités en parcours, mais aptes à l'arboriculture sèche, la céréaliculture laisserait une marge brute de l'ordre de 10 à 18 dinars/ha contre 20 DT/ha pour le pistachier, 30 DT/ha pour l'amandier et seulement 2 à 3 DT/ha pour l'élevage ovin.
   Au niveau de l'emploi, la céréaliculture et l'arboriculture sont de loin plus créatrices d'emplois que l'élevage (respectivement 17 j/ha/an, 29 à 42,5 j/ha/an selon la taille de l'exploitation et seulement 1 à 2 j/ha/an pour l'élevage).
2. Même pour les grandes exploitations possédant plus de 50 têtes ovines et caprines, le revenu agricole familial par personne est plus bas que le revenu moyen par personne en Tunisie et est inférieur aux dépenses familiales minimales nécessaires ;
3. Le revenu par homme disponible pour l'emploi s'élève à 447 DT dans les agglomérations et seulement à 119 DT dans les campagnes. C'est là la raison fondamentale de l'exode rural.

En conséquence, l'élevage à lui seul est très peu consommateur d'emplois et procure un revenu brut très faible, sauf peut-être pour les grands éleveurs. La population active trouve compensation dans la céréaliculture et l'arboriculture d'une part, et dans l'exode rural et l'émigration d'autre part, ce qui provoque à terme la désertification du milieu et une certaine dégradation du mode de vie.

Aménagements préconisés : considérations générales et principes d'aménagement

1. Les études techniques réalisées jusqu'à aujourd'hui dans la région confirment la vocation pastorale des régions arides si l'on veut lutter contre la dégradation progressive et souvent irréversible du milieu.
2. Un aménagement pastoral doit respecter les principes suivants :
   — associer aux actions d'amélioration pastorale des actions d'amélioration zootechnique (alimentation, sélection) et sanitaires (prophylaxie essentiellement) ;
   — fixer une charge animale qui soit en équilibre avec la productivité des parcours ;
   — le mode d'exploitation des parcours doit permettre à la végétation pérenne de reconstituer ses réserves et à la végétation annuelle de reconstituer ses stocks de graines, et ce en introduisant le

système de pâturage dit en rotation, en remplacement du pâturage continu.

3. L'aménagement pastoral n'est pas une fin en soi; il doit être considéré comme un moyen permettant d'améliorer la production du milieu, tout en conservant et, si possible, en augmentant son potentiel de production.
4. Une action de lutte contre la désertification est vouée à l'échec si elle n'est pas intégrée dans tout un programme de développement socio-économique. L'homme de la steppe doit se sentir concerné et doit participer activement aux actions à entreprendre. L'expérience a montré l'échec des actions auxquelles l'homme assiste simplement en spectateur.
5. Un aménagement strictement pastoral n'est pas viable. En effet, la production des parcours est caractérisée par son irrégularité aussi bien d'une saison à l'autre que d'une année à l'autre. Un apport extérieur d'aliments est indispensable pour combler le déficit et stabiliser les effectifs. Cela nécessite une intégration intra-région aride (exemple : intégration des oasis et autres périmètres irrigués à la steppe) et une intégration entre régions arides et régions semi-arides (exemple : apport de concentré).
6. La majorité de la population des régions arides avait et a toujours une vocation pastorale : baser un développement pastoral uniquement sur la création de périmètres irrigués, c'est essuyer un échec vu le manque de technicité chez cette population pour les cultures irriguées. De plus, la création d'un point d'eau sans aménagement pastoral a pour résultat la dégradation rapide des parcours environnants par surpâturage et arrachage de ligneux.
7. La sédentarisation est un phénomène socialement irréversible, ce qui n'exclut pas la transhumance. Cette dernière, qui n'est autre chose qu'un moyen d'adaptation aux particularités climatiques des régions arides, doit pouvoir être préconisée dans les schémas d'aménagement. Elle doit être alors contrôlée.
8. L'interdiction de l'éradication des ligneux ne constitue pas une solution efficace parce que les besoins de la population en combustible existent, il faut les satisfaire. La solution qui consiste à vulgariser et distribuer un produit de remplacement, en l'occurrence le pétrole, sera dépassée dans peu de temps parce que la tendance actuelle est à l'utilisation des cuisinières à gaz. L'éradication des ligneux diminue d'elle-même au fur et à mesure que le niveau de vie de la population augmente. La construction de villages ruraux pourvus des équipements de base (écoles, dispensaires, eau potable, électricité, etc.) et les actions de vulgarisation, encouragent l'emploi du gaz en remplacement des ligneux comme combustible.
9. Le développement de la mécanisation dans les régions arides est également un phénomène irréversible. L'extension anarchique de la céréaliculture et de l'arboriculture ne peut être arrêtée ni même freinée par une simple mesure législative ou par une action de vulgarisation, seules des solutions de rechange peuvent résoudre le problème. En effet :
   — le revenu que procure un élevage extensif devient trop insuffisant. L'augmentation de la production de céréales devient une nécessité socio-économique et, sous un tel climat, seule une mécanisation permettant d'emblaver de grandes superficies résout le problème;
   — l'arbre (en particulier, l'olivier et le figuier) est pratiquement la seule plante parfaitement adaptée aux irrégularités climatiques de la région. Même faibles, les récoltes sont moins variables et le capital n'est pas en danger;
   — si la mécanisation a trouvé un climat favorable à son extension, vu la succession d'années favorables (1969-1976), il n'en est pas moins vrai qu'elle a été la forme d'investissement la plus rentable pour les émigrés.
10. En général, des actions brutales ne doivent pas être préconisées dans de telles zones, où le milieu humain est aussi sensible et fragile que le milieu physique.

Possibilités et modalités d'intervention

Pour lutter efficacement contre la désertification, un programme d'aménagement et d'utilisation du milieu doit viser :

— une amélioration sensible du revenu annuel des familles concernées;
— la création d'emplois;
— l'amélioration de la productivité du milieu par une meilleure utilisation des eaux et des sols.

Pour atteindre ces buts, les actions suivantes doivent être engagées :

1. Restaurer, en l'adaptant, l'intégration entre l'agriculture extensive de la steppe et l'agriculture intensive des oasis. Ces dernières ont en effet un très bon potentiel fourrager, surtout en hiver où l'eau d'irrigation est excédentaire. Les agriculteurs de la steppe peuvent jouer le rôle de naisseurs, ceux des oasis feraient les engraisseurs. Les informations actuellement disponibles montrent qu'il est possible de doubler le poids des agneaux destinés à l'abattage. Ce schéma de production a montré son efficacité (au niveau expérimental) en période de disette, puisqu'il permet de soulager aussi bien les mères épuisées par la lactation que les parcours généralement dégradés ou en voie de l'être.

   Les modalités d'application de ce modèle seront facilitées s'il existe des organismes étatiques, ou para-étatiques, ou mieux encore des organisations professionnelles. Ces organismes (*Office de l'élevage et des pâturages*) et organisations (*Union nationale des agriculteurs*) seraient les intermédiaires entre les « naisseurs » et les « engraisseurs ».
2. Procéder à un aménagement et à une amélioration des parcours naturels. Plusieurs modèles peuvent être préconisés :
   a) Pour les parcours sous le contrôle de l'État (établissements d'enseignement et de recherche et agro-combinats) et semi-étatiques (coopératives), on peut proposer la formule des périmètres d'amélioration pastorale, fourragère et zootechnique. Les résultats enregistrés avec les premiers périmètres pilotes sont encourageants;
   b) Pour les parcours collectifs, un aménagement du type « intensif » est très difficile à mettre en application en raison de la complexité des problèmes humains et fonciers. Il est par contre possible d'envisager un allégement du modèle précédent et de procéder à un aménagement dit « diffus » par opposition à l'aménagement « ponctuel ». Là encore, on aménagera en priorité les parcours les moins dégradés. Les zones à aménager seront concernées par les actions suivantes :
   — réduction du surpâturage en encourageant par exemple l'amélioration de la productivité d'un troupeau. Cette productivité doit être rapportée à l'unité zootechnique (kg de viande par unité femelle et par an) et non à l'unité de surface (kg de viande par ha de parcours et par an). L'instauration d'une prime à la productivité est de nature à réduire la charge des parcours puisqu'il est impossible à un éleveur de dépasser un seuil bien déterminé de productivité, pour une même superficie pastorale, s'il ne procède pas à une réduction des effectifs;
   — encouragement à la reconversion en parcours des friches à céréales par l'instauration d'une prime à la production de viande et par l'approvisionnement en céréales à des prix avantageux;
   — limitation de l'extension de la céréaliculture et de l'arboriculture en instaurant une prime à la production de viande;
   — encouragement à la plantation d'arbustes fourragers (*Atriplex, Opuntia*) adaptés aux conditions des zones arides;
   — amélioration des potentialités génétiques des troupeaux par distribution de géniteurs testés;
   — amélioration des conditions d'hygiène par des campagnes de prophylaxie sanitaire.
3. Utiliser des potentialités fourragères et en particulier les sous-produits :
   — les dattes communes et les déchets de dattes, dont la production est estimée à plus de 35000 tonnes. Les dattes communes sont de moins en moins appréciées par l'homme et leur emploi comme aliment d'appoint doit être encouragé; sur le plan nutritionnel, les dattes sont pauvres en matières azotées (4 pour cent de la matière sèche), mais très riches en matières énergétiques (283 calories/100 g de dattes); elles sont également riches en vitamines C, en Ca et en Fe;
   — les feuilles d'olivier se trouvant sur le bois de taille et les grignons ou tourteaux d'olives. On a calculé que si les feuilles provenant de la taille des oliviers du Centre et Sud tunisien étaient utilisées comme aliment pour ovins et caprins, et non comme combustible, on obtiendrait plus de 40 millions d'unités fourragères, soit de quoi couvrir les besoins énergétiques d'entretien de plus de 400000 têtes ovines et caprines. Les grignons d'olives peuvent être utilisés avantageusement à des taux de 10 à 30 pour cent dans des rations de sauvegarde des troupeaux ovins, caprins et camélins. Ce sous-produit a une bonne valeur énergétique (0,5 à 0,7 unité fourragère par kilo de matière sèche) mais, comme les feuilles d'olivier, il est pauvre en azote.
4. Engager des actions de grande envergure dans le domaine de la conservation des eaux et des sols. Ces actions ont pour objectifs non seulement la lutte contre l'érosion hydrique, mais également la création d'emplois et l'augmentation du revenu annuel. De tels travaux permettent par ailleurs la récupération de très grandes quantités d'eau (eau de ruissellement) qu'on peut utiliser dans des périmètres irrigués intensifs, cultures vivrières et fourragères.
5. La solution qui consiste à installer un « barrage vert » d'arbres contigus pour arrêter la « progression du désert » ne doit pas être envisagée. En effet la désertification est un phénomène diffus et non généralisé. Il apparaît en tout point où l'équilibre entre le milieu (sol, eau) et son exploitation par l'homme est rompu. D'autre part, comme tout brise-vent, cette ceinture verte, au cas où elle peut être techniquement et économiquement installée, ne protège que sur une distance proportionnelle à sa hauteur (10 fois la hauteur des arbres environ). Par contre, la création de boisements localisés chaque fois que les conditions du milieu permettent la croissance et le développement de l'arbre ne peut être qu'une initiative heureuse : création d'emplois et amélioration des revenus de la population, protection des sols contre l'érosion, meilleure productivité biologique globale grâce au recyclage organo-minéral plus profond et production de bois et de fourrage.
6. Mettre en place un programme de vulgarisation et de sensibilisation des masses :
   — incorporation des notions d'écologie végétale et animale dans les programmes éducatifs et culturels;
   — intensification des programmes de sensibilisation dans le cadre des activités des différents comités, organisations et associations concernés par le problème de la désertification.

Conclusions et recommandations

Il est important de souligner qu'il s'agit avant tout de définir la politique de développement socio-économique à préconiser pour les régions arides, afin de lutter contre la désertification progressive du milieu.

Deux solutions sont possibles :

Baser cette politique sur des critères technico-économiques et raisonner à court et à moyen terme; dans ce cas, les études montrent que la plupart des bons parcours occupent des terres plutôt aptes à la culture (arboriculture et céréaliculture). A long terme, les sols et la végétation se dégraderont de plus en plus vite, le milieu deviendra stérile et, par conséquent, impropre à la vie (d'où l'exode rural). Il s'agit, en fait, d'accepter la tendance actuelle.

Baser cette politique sur des critères socio-économiques, à savoir : freiner et, si possible, arrêter l'exode rural; augmenter la production de viande dans une région qui en avait la vocation (la viande est une denrée rare et son prix mondial ne fait qu'augmenter); protéger un patrimoine national constitué par les eaux, les sols et la végétation et maintenir ou, si possible, améliorer son potentiel de production.

Les investissements nécessaires seront importants et peu ou pas rentables à court terme. Pour lever cette

contrainte d'ordre financier, on peut proposer qu'une partie des ressources du sous-sol (pétrole, phosphates, minerais divers) contribue au développement et à l'amélioration du potentiel de production des ressources du sol. Une telle intégration sol/sous-sol se justifie d'autant plus que la productivité actuelle des milieux en voie de dégradation est faible. Un effort important reste donc à fournir pour augmenter le niveau de cette productivité et rendre ainsi économiquement viables des unités de production dont on se propose l'exploitation.

Cet effort se justifie par les considérations suivantes :

Les ressources du sous-sol sont épuisables.

Les ressources biologiques du sol sont renouvelables et leurs potentialités peuvent être importantes si les techniques appliquées pour les dégager sont basées sur des résultats pertinents d'une recherche scientifique appropriée.

Dans le cadre de cette deuxième solution, on peut faire les recommandations suivantes, pour la plupart formulées dans les comptes rendus des journées sur la désertification, qui ont été organisées par le Ministère de l'agriculture du gouvernement tunisien, en décembre 1972, à Gabès :

1. Approvisionnement des populations en combustibles pour mettre fin à l'éradication de la végétation. La reconversion progressive de tous les fours industriels (boulangeries, hammams, fours à chaux, etc.) utilisant des combustibles ligneux s'impose. Ces derniers seront remplacés par du gazole.
   Si l'utilisation du pétrole et du gaz comme combustibles tend à se généraliser d'elle-même dans les zones urbaines et les agglomérations rurales, il n'en est pas de même pour les populations rurales isolées et dispersées qui continuent à utiliser la végétation comme source d'énergie. Il est dans ce cas recommandé de vulgariser et d'encourager l'emploi après adaptation de réchauds à pétrole ou des cuisinières à gaz type « camping ». Les autres sources d'énergie (solaire, éolienne) sont aussi à considérer.
2. La création de boisements autour des points d'eau, des voies de communication, des oasis et des agglomérations et dans les zones où les conditions de milieu rendent possibles la croissance et le développement de l'arbre. Ces boisements, en plus de leur rôle protecteur, permettent de couvrir en partie les besoins de la population en combustible.
3. En ce qui concerne l'extension de la céréaliculture et de l'arboriculture en sec, il est recommandé de :
   — décourager les labours dans les zones à vocation pastorale et proscrire les outils qui effritent et pulvérisent le sol ;
   — encourager la culture dans les zones d'épandage des crues et le long des talwegs, après les aménagements adéquats (banquettes, petits barrages à déversoirs) ;
   — encourager la reconversion en parcours des friches à céréales chaque fois que le sol et la végétation sont à un stade de dégradation qui n'est pas encore techniquement irréversible. Entre autres solutions, on peut proposer l'instauration d'une politique de prix avantageux pour l'achat de céréales destinées à la consommation humaine et la vente d'agneaux et de chevreaux pour les agriculteurs qui acceptent une telle reconversion.
4. Création d'emplois et amélioration du revenu pour les populations rurales afin de réduire l'intensité d'exploitation du milieu. La mise en place de programme de développement agro-pastoral et une industrialisation compatible avec les particularités des zones concernées permettent d'atteindre ce but.
5. Réalisation de véritables campagnes de sauvegarde des parcours en procédant à des aménagements intégrés de la plus grande superficie possible.
6. Orientation de l'exploitation des ressources en eau avec priorité pour la production de fourrages.
7. Mise en place d'un programme de sensibilisation des masses aussi bien en milieu scolaire et universitaire qu'en milieu paysan.
8. Formation spécialisée sur place des cadres appelés à travailler dans les régions arides.
9. Renforcement de la recherche pour mieux connaître les potentialités et les possibilités d'exploitation rationnelle des milieux :
   — évaluation des potentialités en eau et en sol (eau superficielle et eau des nappes profondes) et études des modalités d'exploitation ;
   — évaluation des potentialités génétiques des biotypes végétaux et animaux et possibilités d'amélioration et d'introduction de biotypes adaptés et productifs ;
   — évaluation des potentialités fourragères sans oublier les sous-produits agricoles et étude des modalités de leur utilisation ;
   — prospection de nouvelles sources d'énergie telles que l'énergie solaire et l'énergie éolienne ;
   — études socio-économiques permettant la recherche d'une compatibilité entre les objectifs du développement socio-économique et les objectifs de protection et de conservation des ressources naturelles renouvelables.

Bibliographie

CENTRE DE RECHERCHES DU GÉNIE RURAL (CRGR). 1972. *Amélioration des techniques d'irrigation et de drainage. Irrigation des cultures annuelles :* n° 5, *l'orge*; n° 7, le *sorgho fourrage*; n° 9, la *luzerne*. Tunis, Centre de recherches du génie rural. (Projet PNUD/FAO/TUN/70.)

CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES AGRICOLES (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 et de Gabès*. Tunis, Centre national d'études agricoles. 27 p. (Rapport général).

COMBREMONT, R. 1973. *Note sur l'utilisation de l'eau pour la production de fourrage en Tunisie centrale*. Tunis, Centre de recherches du génie rural. (Projet PNUD/FAO/TUN/70/529.)

COMMISSARIAT RÉGIONAL AU DÉVELOPPEMENT AGRICOLE (CRDA). 1973. *Projet des actions intégrées dans le cadre de la lutte contre la désertisation*. Oglat Merteba. Gabès, Commissariat régional au développement agricole.

DESPOIS, J. 1961. Développement de l'utilisation des terres de l'Afrique septentrionale (avec références à l'Espagne). In : *Histoire de l'utilisation des terres des régions arides*, p. 245–262. Paris, Unesco (Recherches sur la zone aride 17).

FLOHN, H. s.d. *Étude des conditions climatiques de l'avance du désert*. Tunis, Office de la météorologie nationale (Rapport à l'OMM).

——; KETATA, M. 1971. *Étude des conditions climatiques de l'avance du Sahara tunisien*. Genève, OMM. 32 p. (Note technique n° 116.)

FLORET, C. ; LE FLOC'H, E. 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*. Montpellier, Institut national de la recherche agronomique de Tunisie (INRAT) ; Centre d'études phytosociologiques et écologiques Louis-Emberger (CEPE). 45 p. + cartes (CEPE Doc. n° 71).

——; ——; PONTANIER, R. ; ROMANE, F. 1975. *Élaboration d'un modèle écologique régional en vue de la planification des parcours des régions arides. Réunion régionale sur les pâturages des zones arides et semi-arides du nord de l'Afrique. Tunisie, 3–12 avril 1975*. Tunis, Institut national de la recherche agronomique de Tunisie (INRAT). 41 p. ronéo (English Abstract, 14 p.).

——; ——; ——; ——. 1978. *Modèle écologique régional en vue de la planification et de l'aménagement agro-pastoral des régions arides. Application à la région de Zougrata*. Medinine, Institut des régions arides; Centre d'études phytosociologiques et écologiques Louis-Emberger (CEPE). 74 p. + carte.

GORDON, M. ; DAGET, D. ; LONG, G. ; SAUVAGE, C. ; EMBERGER, L. ; LE FLOC'H, E. ; POISSONNET, J. ; WACQUANT, J. P. 1968. *Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. Principes et transcription sur cartes perforées*. Paris, CNRS. 291 p.

——; LEPART, J. 1973. Sur la représentation de la dynamique de la végétation au moyen de matrices de succession. *Communication au 16e Symposium de l'association internationale de phytosociologie*. Rinteln über Weiser. 9 p.

——; POISSONNET, J. 1972. Quatre thèmes complémentaires pour la cartographie de la végétation et du milieu (séquence de végétation, diversité du paysage, vitesse de cicatrisation, sensibilité de la végétation). *Bulletin soc. languedocienne de Géog.*, t. 6, fasc. 3, p. 329–356.

HADJEJ, M. S. 1969. *Méthode de sélection appliquée à la race barbarine en Tunisie*. Doc. FAO/TUNISIE/16/6 (ronéo).

——. 1971. *Résultats préliminaires et problèmes posés par le testage des béliers sur descendance chez la race barbarine de Tunisie*. Institut national de la recherche agronomique de Tunisie (INRAT) (ronéo).

——. 1974. *Principaux acquis dans l'amélioration de l'élevage ovin en Tunisie*. Institut national de la recherche agronomique de Tunisie (INRAT). 16 p. (ronéo).

IONESCO, T. 1972. *L'amélioration pastorale et fourragère en Tunisie. Problème technique, humain, politique et législatif*. Institut national de la recherche agronomique de Tunisie (INRAT). (Projet PNUD/TUNISIE/69/001.)

——. 1975. Suggestions pour une stratégie de développement des zones pastorales arides et désertiques du nord de l'Afrique. *Options Méditerranéennes*, n° 28, p. 82–88.

——; CABEE, M. 1972. *Démonstration d'aménagement des pâturages dans la région de Sbeitla*. Consultation auprès du Projet FAO/TUN/71/525.

——; HADJEJ, M. S. ; FAROUA, H. ; FLORET, C. ; LE FLOC'H, E. 1976. *Améliorations pastorales à Oglat Merteba. Périmètre d'Ouled Cherib el Grea et Périmètre d'Ouled Khalifa*. Projet PNUD/TUNISIE/69/001. (Étude technique n° 10.)

LE FLOC'H, E. 1973. Étude de parcours du Sud tunisien I : carte phyto-écologique d'Oglat Merteba et Mareth (1/100 000). *Ann. inst. nat. rech. agron. Tunisie*, vol. 46, fasc. 5. 92 p. + cartes.

——. 1974. *Notice de la carte phyto-écologique et des ressources pastorales du périmètre d'Oglat Merteba*. Projet PNUD/TUNISIE/69/001. 24 p. + carte (1/25 000).

LE HOUÉROU, H. N. 1959. *Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale*. Alger, Université d'Alger, Institut de recherches sahariennes. 510 p. + cartes. (Rapport spécial.)

——. 1969*a*. *Principes, méthodes et techniques d'amélioration fourragère et pastorale en Tunisie*. Rome, FAO. 261 p.

——. 1969*b*. La végétation de la Tunisie steppique (avec référence au Maroc, à l'Algérie et à la Libye). *Ann. inst. nat. rech. agron. Tunisie*, vol. 42, fasc. 5 et 6.

——. 1973*a*. *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*. Rome, FAO.

——. 1973*b*. Peut-on lutter contre la désertisation? Nouakchott, *Symposium international sur la désertisation*. 15 p. (ronéo).

LONG, G. 1954. Contribution à l'étude de la végétation de la Tunisie centrale. *Ann. serv. bot. et agron. Tunisie*, vol. 27, p. 1–388.

——. 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*, n° 26, p. 39–50.

MONCHICOURT, C. 1906. La steppe tunisienne chez les Fraichiches et les Madjeurs. *Bull. dir. agr. comm. et col.*, p. 36–76 et p. 159–169.

PONTANIER, R. ; ZANTE, P. 1976. *Étude pédologique de la zone d'Oglat Merteba*. Tunis, Ministère de l'agriculture, Direction ressources eaux et sol; ORSTOM, n° 507. 60 p. + cartes.

RAPP, A. 1974. *A review of desertization in Africa : water, vegetation and man*. Stockholm, Secretariat for International Ecology (SIES). 77 p. (SIES Report n° 1.)

SCHWAAR, D. 1965. *L'évolution du milieu entre 1949 et 1963 dans une région test de la Tunisie centrale*. Étude détaillée réalisée par photo-interprétation. Rome, FAO. 11 p. (ronéo) (FAO/PNUD/TUN/9.)

SHERBROOKE, W. C. ; PAYLORE, P. 1973. *World desertification : cause and effect. A literature review and annotated bibliography*. Tuscon, University of Arizona. 168 p. (Resource Information Paper 3.)

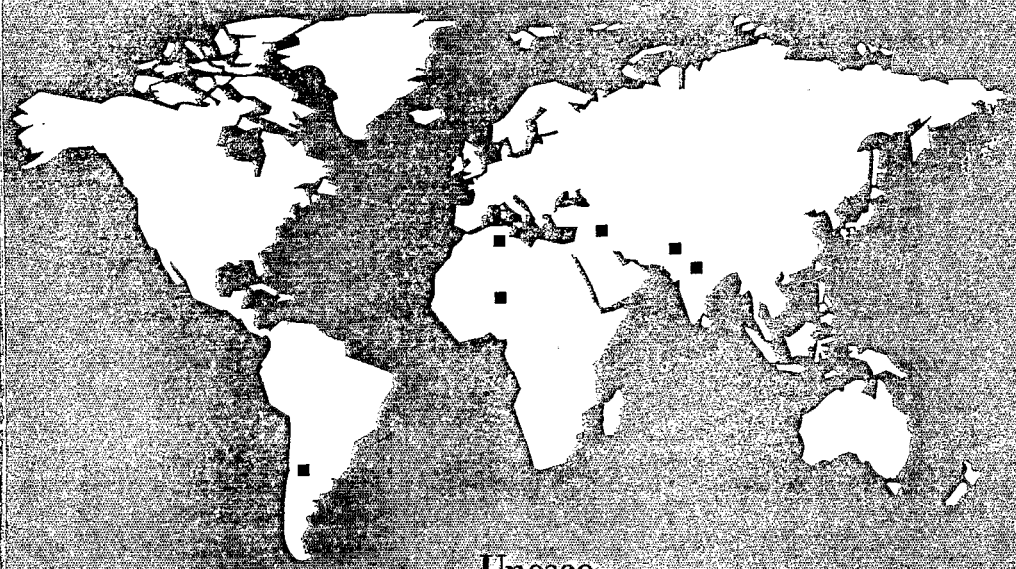
SKOURI, M. 1969. Amélioration de l'élevage dans le Sud tunisien. *Séminaire de Gabès sur l'élevage*.

ZANTE, P. 1975. *Projet d'aménagement pastoral d'Oglat Merteba. Création de périmètres irrigués à réserves fourragères*. Tunis, Ministère de l'agriculture, Direction ressources eaux et sol; ORSTOM, n° 499. 28 p. + carte.

recherches sur les ressources naturelles XVIII

études de cas sur la désertification

Documents élaborés
par l'Unesco, le PNUE et le PNUD



Unesco