

**EROSION ET TRAVAUX DE LUTTE ANTI-EROSIVE
DANS LE BASSIN VERSANT DE L'OUED EL OUARA ET DE
SES TRIBUTAIRES (REGION DE SBIBA-TUNISIE CENTRALE)**

Par : J. BONVALLOT, Géographe de l'ORSTOM
A. HAMZA, Géomorphologue Principal de la DRES

E-S 175

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU
ET EN SOL

Division des Sols

EROSION ET TRAVAUX DE LUTTE ANTI-EROSIVE DANS
LE BASSIN VERSANT DE L'OUED EL OUARA ET DE SES
TRIBUTAIRES (REGION DE SBIBA-TUNISIE CENTRALE)

par J. BONVALLOT, Géographe de l'ORSTOM
A. HAMZA, Géomorphologue Principal de la DRES

Ce rapport présente les résultats de recherches menées au Service géomorphologique de la Division des Sols dans le cadre d'accords conclus entre l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (O.R.S.T.O.M.) et la Direction des Ressources en Eau et en Sol du Ministère de l'Agriculture.

Copyright DRES-ORSTOM 1980

AVANT - PROPOS

Chacun sait combien les problèmes de dégradation des terres par l'érosion hydrique en Tunisie Centrale sont préoccupants. Les études sur le sujet ne manquent pas. J. Poncet dans un livre daté de 1962 a montré d'une façon remarquable les rapports entre les modes d'exploitation et l'érosion des sols notamment dans cette région. Il a souligné vigoureusement qu'il convenait de trouver des solutions pour la protection contre l'érosion afin d'apporter plus de bien-être à des populations vivant dans des zones caractérisées par l'incertitude climatique et dans lesquelles des précipitations catastrophiques peuvent succéder à une série d'années sèches.

A bien des égards, la petite région étudiée ici est assez significative de la situation qui prévaut en Tunisie Centrale des Hautes Steppes à la limite des massifs montagneux de la Dorsale. La vigueur du relief en bordure d'un grand fossé d'effondrement, les conditions climatiques régies par l'irrégularité, favorisent le déclenchement d'importants phénomènes d'érosion. La forte densité de la population rurale implantée en bordure d'un périmètre irrigué agrandi récemment a conduit au cours des temps, à la surexploitation d'un milieu naturel plus favorable au pastoralisme qu'à l'agriculture en sec. L'ancienneté de l'occupation des hommes, favorisée par la présence de sources au contact de la plaine et des montagnes est attestée par les nombreuses ruines romaines disséminées sur le piedmont. C'est dire que les problèmes liés à la dégradation des sols par l'érosion hydrique ne sont probablement pas récents.

Cependant, depuis quelques décennies, le déséquilibre entre les potentialités naturelles et les besoins des populations va en s'accroissant. Un effort particulier a donc été entrepris pour essayer d'enrayer une dégradation qui conduisait inéluctablement à une diminution des surfaces cultivables et une stérilisation progressive des bonnes terres de l'aval destinées à la culture irriguée.

Nous examinerons dans ce rapport les conditions physiques et humaines du bassin versant de l'Oued el Ouara et de ses tributaires, essaierons de tirer quelques conclusions en ce qui concerne le comportement des aménagements anti-érosifs qui y ont été exécutés et formulerons quelques propositions pour une protection des terres encore plus efficace.

I - LES GRANDS TRAITES PHYSIQUES DU BASSIN VERSANT

Le bassin versant de l'oued et Ouara et de ses tributaires occupe au Sud de la bourgade de Sbiba, une superficie de 2982 ha. sur la rive droite de l'oued Sbiba.

I.1. - Climat, bioclimat, végétation

La région est caractérisée par un climat à saisons contrastées : été chaud et sec, hiver frais, les pluies se répartissant de septembre à mai pour les stations de référence de Sbiba (304 mm) et de Rohia (330 mm) (1). Les maxima ont lieu au printemps et en automne, avec des hivers assez secs, mais les pluies d'été sont loin d'être négligeables et s'abattent souvent accompagnées de violents orages. La grêle est un phénomène régulier sinon fréquent.

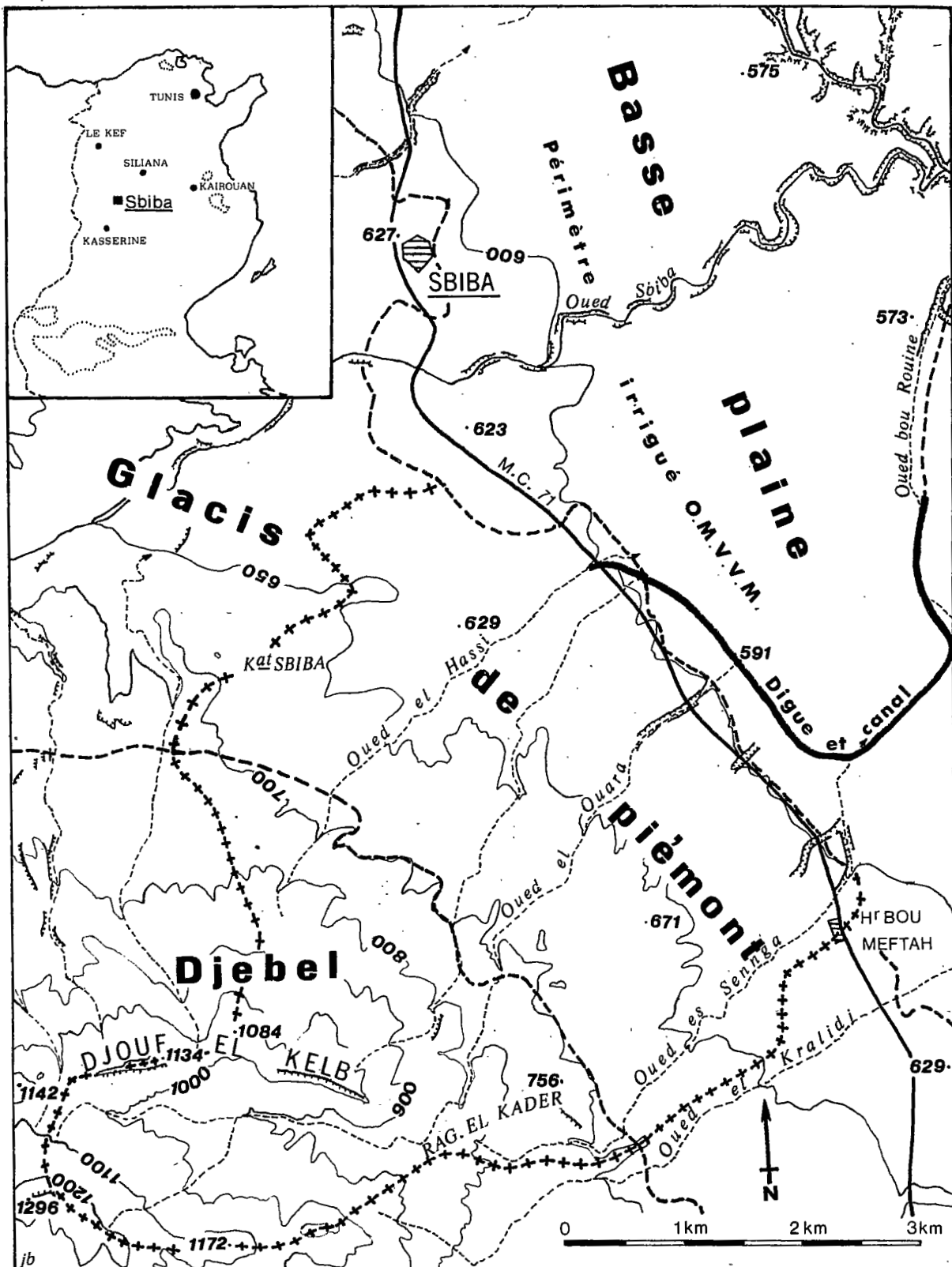
Dans la montagne, la pluviométrie doit augmenter rapidement avec l'altitude, le gradient théorique selon Baldy (1965) étant de 20 mm pour 100 m. Les précipitations, sur les sommets bien exposés, doivent donc être de l'ordre de 500 mm.

L'irrégularité interannuelle est très forte, de même que la variabilité mensuelle, tout mois de l'année pouvant être anormalement sec ou au contraire, exceptionnellement pluvieux (Kallel et Gouyet - 1975). Cette double irrégularité conditionne en grande partie l'évolution des phénomènes érosifs qui, durant plusieurs années, apparaissent comme assoupis pour évoluer de façon catastrophique au cours d'une période particulièrement pluvieuse (Poncet - 1970, UNESCO - 1970). Les chiffres font défaut pour évaluer avec précision l'intensité des pluies, mais tout porte à croire que certains épisodes pluvieux, particulièrement intenses, ont une grande importance morphogénétique.

Les autres données climatiques ont un impact moindre en ce qui concerne l'érosion, seul le vent pouvant, durant certaines périodes, et particulièrement en automne, exercer une action de déflation.

Du point de vue bioclimatique, le bassin versant appartient à l'étage méditerranéen aride supérieur à hivers frais (moyenne des minima de janvier comprise entre 0 et 3°). En montagne, dans la partie supérieure du bassin versant, on passe progressivement au semi-aride inférieur puis supérieur.

(1) - Données tirées de FAO-SIDA (1974) - KALLEL et GOUYET (1975) donnent un total de 326 mm pour la localité de Rohia.



**Figure 1: Bassins versants de Sbibia.
Localisation.**

Les formations végétales sont toutes plus ou moins dégradées par l'homme (Floret, Guillerm, Le Floc'h, Soler - 1966).

Le djebel Djouf el Kelb, partie supérieure de la zone d'étude, est occupé au sommet (sous étage semi-aride supérieur) par une forêt encore bien préservée (groupements à *Pinus halepensis*, *Quercus ilex*, *Retama sphaerocarpa* et à *Pinus halepensis* et *Juniperus oxycedrus*). Plus bas, sur les contreforts de la montagne, dans la zone rocheuse la plus dénudée, l'on rencontre une garrigue couverte à base de romarin et de diss (*Rosmarinus officinalis* et *Ampelodesma mauritanica*), dernier vestige du groupement forestier à *Pinus halepensis* et *Juniperus phoenicea* caractéristique ici du sous étage semi-aride inférieur. Le piémont et la plaine alluviale, lieux privilégiés de l'activité humaine, sont occupés par une mosaïque de terres cultivées et de végétation très dégradée représentant des groupements variés à *Artemisia herba alba* (armoïse blanche) et à *Artemisia campestris* (armoïse champêtre). Dans la zone intermédiaire comme sur les piémonts, les formations végétales ne couvrent absolument pas le sol et ne lui confèrent aucune protection contre l'érosion (2).

1.2. - Les grandes unités géomorphologiques (voir carte géomorphologique hors texte)

Le bassin versant de l'oued el Ouara et de ses tributaires peut être divisé en trois sous unités qui correspondent à trois compartiments géomorphologiques bien particuliers.

1.2.1. - Le secteur montagnard

Le secteur montagnard, Djouf el Kelb et Kef el Korath et ses retombées périclinales, est formé par un vaste anticlinal évidé en son centre par une ample combe façonnée à la faveur de nombreuses cassures par l'oued el Ouara. Le cœur de ce "mont" est formé par des marnes et des marno-calcaires du Crétacé supérieur (Archambault, Castany, Raulais et coll. - 1951). Les crêtes qui dominent la combe sont façonnées dans les dolomies du Maestrichtien (Crétacé supérieur) qui leur donnent un aspect ruiniiforme, alors que la retombée périclinale nord, est formée des mêmes

(2) Pour plus de précisions, on peut se référer à l'excellente carte d'occupation du sol du rapport PE-14 de la Direction des Forêts - Projets FAO-SIDA - 1974.

roches mais aussi d'alternances de calcaires-lumachelles, de marnes et de gypse de l'Eocène moyen où chaque différence de dureté est soulignée par un modelé particulier. Cette unité est profondément taraudée par des oueds qui n'ont pourtant que de très petits bassins versants. Il est vrai qu'ici, les pentes sont très fortes puisque les crêts sont tous au-dessus de 1000 m (1293 m étant le point culminant) alors que la combe s'échelonne entre 900 et 1000 m et que la base du secteur montagnard, à la racine des piedmonts, se trouve à une altitude d'environ 700 m. Notons une très forte dissymétrie des versants, celui du Djouf el Kelb exposé au Sud étant beaucoup plus court, donc beaucoup plus raide que celui du Kef el Korath exposé au nord.

La configuration géomorphologique du secteur montagnard traduit bien, à travers la répartition des formations superficielles, les conditions particulières de la morphogenèse qui ont régné ici pendant une bonne partie du Quaternaire. Sur le versant du Kef el Korath, sur des pentes de 20 à 25 % (carrés C-V, C-VI de la carte géomorphologique), on rencontre, sur une épaisseur de 2 à 3 m en haut et de 7 à 10 m à la base, un revêtement continu de colluvions calcaires et dolomitiques hétérométriques, ayant jusqu'à 50 cm de plus grande dimension, véritables éboulis de gélifraction remaniés par le ruissellement, enrobés parfois dans une matrice sablo-argileuse rougeâtre. Ces formations proviennent d'un démantèlement très poussé des crêts sommitaux sous l'action des processus d'alternance de gel et de dégel au cours des périodes froides du Quaternaire. Sur ce versant, tourné vers le nord, les crêts sont d'ailleurs presque complètement "gommés" du paysage (sauf au Kef el Korath où ils sont modelés par de grands éboulements), ce qui montre bien l'intensité de la morphogenèse quaternaire favorisée par l'exposition la plus froide. La roche sous-jacente, marnes et marno-calcaires du Crétacé supérieur n'apparaît qu'à la faveur de quelques griffes d'érosion (carré C-V).

L'épaisseur du revêtement caillouteux meuble permet, ici, une bonne croissance de la forêt de pins d'Alep qui couvre bien les sols et assure ainsi une bonne protection contre l'érosion. Au sommet, elle fait place à une futaie dégradée récemment (grand pare-feu et coupes sauvages fréquentes) de genévriers oxycèdres et de chênes verts. Mais l'érosion y reste relativement modeste, sauf dans le carré C-V, où les formations superficielles, aux alentours de la cote 975, sont éventrées par un profond ravin qui entaille également les marnes sous-jacentes.

Sur le versant du Djouf el Kelb, exposé au Sud, les conditions climatiques durant les périodes froides du Quaternaire, ont été beaucoup moins rigoureuses, les phénomènes de gélifraction beaucoup moins importants et le recul des corniches sommitales beaucoup moins fort, ce qui explique la faible longueur du versant et partant, sa forte pente (30 à 35 %), de même que la vigueur des corniches ruiformes, beaucoup moins oblitérées que sur le versant opposé (elles ont ici 30 m de hauteur).

Les colluvions caillouteuses hétérométriques sont moins épaisses (0,50 à 3 m maximum), plus fines, sauf à la base du versant où elles se mélangent avec celles de l'autre versant. Leur manteau en est discontinu et laisse apparaître un peu partout les formations géologiques sous-jacentes.

La végétation est ici plus clairsemée que sur le versant opposé bien qu'on y retrouve les mêmes espèces : pin d'Alep surtout et quelques genévriers au sommet (genévrier de Phénicie traduisant la sécheresse plus grande de la station). Entre les arbres, se développe une garrigue à romarin, globulaire, alfa et armoise qui n'assure qu'une très faible protection aux sols (3). Ce versant s'en trouve donc très affecté par le ruissellement en profonds ravins comme l'atteste la densité du réseau hydrographique (carré C-V). Il faut noter aussi la présence de quelques glissements en planche, masses glissées d'épaisseur constante de matériaux pierreux sur les marnes sous-jacentes, ce qui est parfaitement inhabituel sous un bioclimat semi-aride et qui traduit bien le déséquilibre du milieu de ce versant.

La retombée périclinale dans les dolomies, les calcaires, les marnes et les gypses (carré D-IV par exemple) est finement découpée en lanières et en petits chevrons - qui n'ont pu être figurés sur la carte géomorphologique - par les oueds qui y exploitent les moindres différences dans la dureté des roches. Les colluvions caillouteuses, constante du milieu montagnard de la Tunisie Centrale, sont actuellement peu importantes (épaisseur maximum 1 m) et réparties

(3) Les sols de la zone montagneuse n'ont jamais fait l'objet d'une carte véritablement détaillée puisque les préoccupations "aménagistes" ont toujours été axées sur la plaine. Cependant, la carte de Bernard (1965) mentionne sur les djebels des sols bruts d'érosion sur roche calcaire associés à des rendzines typiques et des sols bruns calcaires sans qu'il y ait de distinction dans la répartition des uns et des autres. Il n'y a en particulier aucune précision quant à leur épaisseur et aux contrastes très nets dans leur répartition d'un versant à l'autre. Le même auteur précise par ailleurs que la seule utilisation possible de la zone montagneuse est la forêt.

de façon très discontinue. La couverture végétale arborée a disparu (4) complètement et a laissé la place à une maigre garrigue à romarin, globulaire, alfa et armoise constamment pâturée et exploitée pour le bois de chauffage car la plus proche des premières habitations des piedmonts. L'érosion ici est donc très active, sur des pentes qui sont partout très fortes. La pente moyenne de l'unité est de 18 à 25 %, celle du versant des vallées de 30 à 40 % ; celle des talwegs principaux de 5 à 10 %. Mais, à vrai dire, ce sont plus les conditions de l'écoulement qui présentent un danger réel pour les basses terres que l'érosion des sols de cette zone.

En effet, les surfaces rocheuses nues, très inclinées forment une bonne proportion de la superficie totale de la retombée périclinale et vont donc collecter de façon très efficace les eaux de pluie et favoriser un écoulement rapide vers les oueds.

1.2.1. - Le piedmont

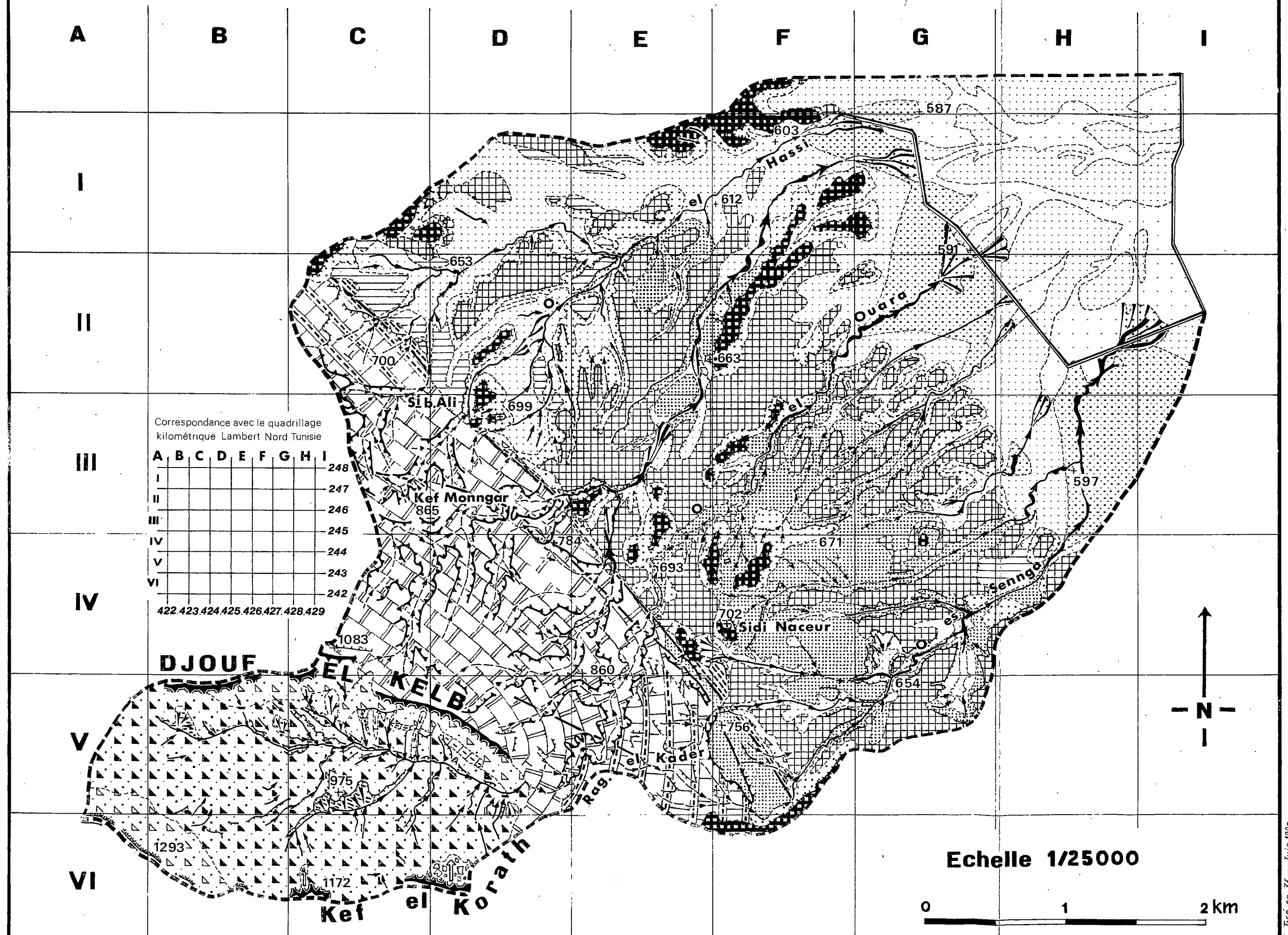
Il couvre la majeure partie de la superficie du bassin versant de l'oued el Ouara et de ses tributaires depuis la brusque rupture de pente qui limite la montagne au Sud-Ouest jusqu'à la grand'route Sbeitla-Sbibra (C.71). Les pentes moyennes y sont variables, beaucoup plus fortes au Sud-Est (4 %) qu'au Nord-Ouest où le piedmont est beaucoup plus étendu (2,7 %).

Du point de vue géomorphologique, il est formé par une série de quatre plans doucement inclinés vers la plaine, inégalement répartis, étagés à des altitudes différentes et emboîtés les uns dans les autres. Ces quatre glacis, anciens témoins des périodes pluviales du Quaternaire, sont séparés les uns des autres par des versants de raccordement à pente forte (15 à 25 %) façonnés en partie dans les formations superficielles mais surtout dans la roche en place, principalement des grès grossiers miocènes (Vindobonien) ou accessoirement des marnes gypseuses et des grès du même âge. Dans le secteur de Sidi Naceur (carré F-IV), les glacis ont complètement disparu et laissé la place aux grès grossiers qui affleurent sous forme de croupes surbaissées.

Le très haut-glacis, que nous avons supposé dater du Villafranchien, se présente sous forme de buttes-témoins bien dénivelées dans toute la partie

(4) Les informations recueillies sur place montrent que les derniers lambeaux de forêt de pins d'Alep et de genévriers ont disparu pendant la dernière guerre mondiale pour la fourniture de charbon de bois aux grandes villes côtières qui étaient privées de charbon de terre.

BASSINS_VERSANTS DE SBIBA . UNITES GEOMORPHOLOGIQUES



Correspondance avec le quadrillage kilométrique Lambert Nord Tunisie

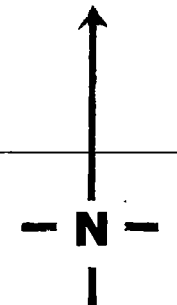
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
									248
									247
									246
									245
									244
									243
									242
									422.423.424.425.426.427.428.429

DJOUF

EL KELB

Kef el Korath

Echelle 1/25000



Interprétation des photographies aériennes 900, 901, 902, 903, 937, 938, 939 de la mission 73 TU 303/250

Agrandissement de la carte topographique au 1/50 000 : Feuilles SBIBA et KSAR TLIII (extrême Ouest)

supérieure du piedmont à des altitudes de plus de 700 m. Plus en aval, il s'étend en lanières continues et forme la ligne de partage des eaux entre les vallées des oueds (carrés F-I, F-II) à des altitudes qui s'échelonnent de 650 à 600 m. D'ailleurs très rigide, il est chapeauté par une puissante croûte calcaire de 50 cm à 1 m d'épaisseur qui consolide un matériel alluvial formé de cailloux et de blocs calcaires roulés provenant de la montagne. Le démantèlement superficiel naturel de cette très vieille croûte et les pratiques agricoles anciennes ont donné naissance à un manteau de débris peu épais (20 cm), très caillouteux, qui va en s'amincissant à l'approche des bordures du glacis soulignées par une petite corniche verticale de 1 à 2 m de dénivelée.

Le haut-glacis, supposé quaternaire ancien, est, à l'opposé du précédent, beaucoup plus étendu. Ossature principale du piedmont, il s'étend en continu environ 30 m en contre-bas du très haut-glacis. Sa surface est également formée par une croûte calcaire, cependant moins compacte que la précédente, qui consolide des épaisseurs variables d'un matériau alluvial hétérométrique. Cette croûte est plus fréquemment disloquée que celle du très haut glacis, ce qui atteste sa moins grande dureté. Comme pour le niveau supérieur, le démantèlement a donné naissance à un mince placage caillouteux sans aucune cohésion, qui est très facilement érodé. Là encore, la bordure du haut-glacis est formée par une petite corniche verticale libérant des blocs et des cailloux qui viennent tapisser le versant de raccordement.

Vers l'aval du piedmont, les deux unités précédentes se terminent brutalement au-dessus de la plaine par un escarpement d'une dizaine de mètres, témoin vraisemblable, sinon d'une tectonique cassante récente, du moins d'un plissement flexuré en bordure de la zone de subsidence du fossé de Sbiba (5).

Le moyen glacis, quaternaire moyen supposé, est paradoxalement très peu étendu dans la région, alors qu'il constitue l'ossature du relief des piedmonts du Djebel Semmama situé à quelques kilomètres de là (Hontati-1978). Il se présente en quelques petites surfaces régulières dans la région de la

(5) La carte géologique signale d'ailleurs une ou deux failles importantes qui affectent les terrains miocènes et, dans la région de Sbiba, une faille probable dans les terrains quaternaires non différenciés.

Koudiat Sbibba (carrés C-II, D-II), très difficilement différenciables topographiquement des terrains les plus récents, comme s'ils étaient ennoyés par ces derniers. A sa surface s'individualise une croûte calcaire pulvérulente, parfois en minces feuillets de 2 à 3 cm d'épaisseur, très friable, qui consolide à peine des colluvions et des alluvions de texture moyenne.

Le bas glacis-terrasse du Quaternaire récent, pénètre en doigts de gant la long des vallées des oueds et forme le niveau de base du piedmont. Inégalement réparti, il est pratiquement absent de toute la partie S-E qui, est légèrement plus haute que la partie N-O. Ses formations superficielles sont bien visibles dans les profondes entailles des oueds. Exemptes d'encroûtement calcaire, meubles, ce sont des colluvions ou des alluvions de texture moyenne peu épaisses au contact avec les versants de raccordement aux glacis supérieurs. Au centre des vallées, des alluvions de texture grossière (cailloux), avec litage bien net alternent avec de fréquentes passées sableuses rougeâtres. Là, les épaisseurs sont plus importantes et atteignent 6 à 7 m le long des oueds les plus importants comme l'oued el Hassi.

Dans la partie S-O du piedmont (carrés F-III, F-IV, F-V), s'individualise une zone presque exclusivement constituée de petites collines gréseuses où les pentes sont constamment fortes (15 à 20 %) et qui apparaît vis-à-vis du N-O comme un secteur soulevé, un véritable bombement vraisemblablement dû à des mouvements tectoniques récents qu'il est cependant difficile de mettre catégoriquement en évidence. Dans cette zone, à 1 km de la montagne, les altitudes sont encore de plus de 670 m, alors qu'au N-O, à la même distance, elles sont inférieures à 650 m. Les témoins des glacis anciens, malgré la protection de l'épaisse croûte calcaire, ont pratiquement tous disparu sauf aux alentours de Sidi Naceur où subsistent quelques buttes-témoins. Ailleurs, quelques placages de formations superficielles à encroûtement calcaire pulvérulent attestent une ancienne présence de ces niveaux sur l'ensemble des affleurements gréseux et leur ablation par l'érosion.

La faible épaisseur des sols d'érosion et des rendzines typiques (Bernard, op. cit.) comme l'absence de toute végétation couvrante (voir p. rendent bien compte de l'importance des phénomènes d'érosion qui affectent toute la zone de piedmont. Les surfaces encroûtées des très haut et haut-glacis sont la siège d'un décapage généralisé dû au ruissellement diffus (6), encore

(6) Tricart et Killian (1979) proposent (p. 104) d'abandonner l'expression ruissellement diffus, impropre puisque les filets d'eau sont bien individualisés, par le terme ruissellement instable. Sur une pente homogène, le ruissellement instable est précédé par le ruissellement discontinu et précède le ruissellement concentré.

aggravé par la formation d'une pellicule de battance sur les terres cultivées (7). Sur le moyen-glacis, l'encroûtement pulvérulent favorise l'infiltration de l'eau et diminue donc la menace de décapage superficiel. Le bas glacis-terrasse, outre les effets du ruissellement instable, est affecté par un ravinement profond de 2 à 3 m dans les alluvions avec parfois un trait de scie dans les grès grossiers. Les oueds les plus importants élargissent leur lit par sapement des berges. Parfois également, dans les zones où la pente diminue, ils épandent largement d'importants cônes caillouteux avant de s'encaisser à nouveau (carrés D-II et E-III). Sur les collines gréseuses et les versants de raccordement entre les divers glacis, les eaux ruissellent presque entièrement, l'écoulement se faisant sur la roche en place ou à travers une mince pellicule de formations superficielles, et se concentrent alors très rapidement dans les talwegs. Il s'ensuit une multitude de petites incisions linéaires et un écoulement rapide auquel ne s'oppose aucun obstacle.

1.2.3. - La basse plaine

La basse plaine, continuation vers le S-E du fossé effondré de Rohia-Sbiba, s'étend à l'est de la route Sbittla-Sbiba jusqu'à l'Oued Bou Rouïne, collecteur naturel de l'Oued el Ouara et de ses tributaires. Les altitudes sont comprises entre 600 m à l'amont et 575 à l'aval. C'est dire combien les pentes y sont faibles (entre 0,5 et 0,7 %). Du fait de la diminution brutale de la pente, les oueds débouchant du piedmont lors des crues déposent leurs alluvions caillouteuses sous forme de cônes de déjection fréquemment remaniés. Ceux-ci sont au nombre de 7 sur le bassin-versant, les plus importants étant ceux de l'Oued el Hassi (carré F-I), de l'Oued el Ouara à 591 m d'altitude (carré G-II) et de l'Oued es Sennga (carrés H-II, J-II). En réalité, les dépôts s'effectuent sur d'anciens cônes du Quaternaire récent, très caillouteux eux aussi - qu'il est aisé de repérer sur les photographies aériennes - et que nous avons indiqués sur la carte géomorphologique par leur texture. Après avoir abandonné le plus gros de leur charge sur ces cônes, les cours d'eau gagnent ensuite l'exutoire de l'Oued Bou Rouïne à l'est, en divagant dans la plaine au sein de larges vasques peu dénivelées mais faciles à localiser par la texture limono-argileuse des sols qui les constituent. Entre ces chenaux mal définis, les alluvions ont une texture sensiblement homogène sur 2 à 3 m de profondeur et surmontent d'importants lits de blocs et de cailloux roulés qui sont vraisemblablement à mettre en rapport avec les matériaux des moyens ou haut glacis de la zone du piedmont non effondrée.

(7) En fait, la pellicule de battance favorise surtout le ruissellement hydrique et protège plutôt de l'ablation les sols qui en sont pourvus.

Peu de phénomènes d'ablation notoires dans toute cette plaine, excepté le dépôt sous forme de cônes des alluvions grossières des oueds.

Au total, les caractéristiques physiques de la région ne sont ni plus ni moins favorables au déclenchement de l'érosion que dans bien des zones de la Tunisie Centrale. Le seul facteur vraiment défavorable à une bonne protection des terres est la très forte pente du bassin versant qui a son point culminant à près de 1300 m, la partie la plus basse étant, 10 km plus loin à 580 m, soit une pente moyenne de plus de 7 %. La zone montagneuse dans sa partie supérieure est encore bien couverte par la végétation, alors que la zone intermédiaire, la retombée périclinale est un véritable impluvium qui collecte les eaux. Le piedmont présente lui aussi de belles surfaces ruisselantes : glacis encroûtés et versants de raccordement. Les oueds qui le traversent sont en général encaissés entre des berges bien nettes, constamment sapées et ont des pentes toujours fortes (2,5 à 3 %). Les eaux débouchent donc avec vigueur sur la basse plaine et menacent à terme le périmètre irrigué qui y est installé.

2 - POPULATION ET OCCUPATION DU SOL

2.1. - La population

La région de Sbiba est très anciennement peuplée comme l'attestent les nombreuses ruines romaines qui parsèment toute la zone comprise entre Rohia et Sbeitla. Après une longue période de décadence dont on ignore pratiquement tout dans la région, c'est au X^e siècle, d'après Ibn Haukal, un terroir très riche où foisonnent les jardins irrigués, les vergers, les champs de céréales et de lin et où l'élevage est développé (8).

Actuellement, le bassin versant de l'Oued el Ouara est la zone la plus densément peuplée de la délégation de Sbiba. En 1974, d'après l'enquête de la Direction des Forêts, 380 familles totalisant environ 2000 habitants y vivaient. Les chiffres actuels peuvent être estimés à 3300 habitants pour 450 familles, le périmètre irrigué provoquant l'installation de familles venant des environs plus déshérités.

La densité de 120 habitants au km² sur le piedmont et dans la plaine, très élevée pour la Tunisie Centrale, s'explique facilement par le rassemblement des agriculteurs autour des zones irriguées. Les familles sont en général installées là, entre la montagne qui sert de parcours au bétail (9) et qui pourvoit au bois de chauffage et les champs irrigués, regroupées en petits hameaux de 4 à 5 maisons entourées de haies de cactus ou de branchages.

(8) Cité par J. Poncet - 1962, p. 126.

(9) Et ceci malgré les interdictions.

2.2. - L'activité agricole

Les 450 familles présentes ici tirent leurs ressources de l'agriculture et de l'élevage.

Comme nous l'avons vu précédemment, une vieille tradition d'irrigation par des moyens assez rudimentaires (sources, puits et dérivation des eaux de crue des oueds) s'est perpétuée jusqu'à nos jours et a favorisé, dès 1920, le début des travaux d'installation d'un périmètre irrigué utilisant les eaux de l'oued Sbiba. Ils se sont poursuivis avec bien des vicissitudes, par diverses extensions, jusqu'en 1957, date de la construction du seuil de dérivation moderne que l'on peut voir sur l'oued et de 7 stations de pompage disséminées sur le piedmont. Parallèlement, on procédait à l'installation définitive du réseau hydraulique.

Les surfaces régulièrement cultivées s'étendent, en dehors du périmètre irrigué sur toutes les zones du piedmont non encroûtées par le calcaire (sols du Quaternaire récent). La superficie agricole utile peut être évaluée à environ 1000 ha. La densité de la population, rapportée à cette surface est de 330 h. au km², ce qui représente pour un terroir de Tunisie Centrale, même en partie irrigué, une trop forte charge.

L'occupation des sols par les différentes spéculations agricoles est résumée dans le tableau suivant.

Secteur	Type d'occupation	Superficie (ha)	%
Périmètre irrigué	Céréaliculture	164	49,4
	Arboriculture	81	24,4
	Maraiçhage	65	19,6
	Fourrage	22	6,6
Piedmont	Céréaliculture	380	31,3
	Arboriculture	8	0,7
	Arboriculture + céréaliculture	57	4,7
	Cactus	197	16,2
	Terrains de parcours	570	47,1
Djebel	Parcours	754	52,6
	Forêt	681	47,4

La céréaliculture couvre au total 601 ha soit 61,6 % de la superficie cultivée. Dans le périmètre irrigué, elle occupe une bonne partie des terres qui pourraient être consacrées à d'autres cultures, ce qui est, à proprement parler, une véritable aberration. En fait, malgré les risques climatiques qui rendent la culture des céréales aléatoire dans le centre du pays, les paysans de la région, comme tous ceux des steppes tiennent à produire ou du moins à tenter de produire leurs propres réserves en grains quitte à semer dans le périmètre irrigué afin de s'assurer une récolte quelqu'en soit le prix. Ce fait traduit bien la méfiance du monde de la petite paysannerie vis-à-vis d'un marché qu'il juge dénué de toute sécurité. (10).

En dehors du périmètre irrigué, la céréaliculture occupe la plus grande partie des terres cultivées, les plus marginales étant même labcurées.

L'arboriculture (pommiers et amandiers), si elle a connu ces dernières années un développement sensible, surtout dans le périmètre irrigué, reste cependant très limitée. Sur le piedmont, les quelques olivettes recensées paraissent mal entretenues et peu productives.

Le maraîchage (production de piments et de tomates) semble être ici une activité en plein développement et une des plus productrices "d'argent frais" pour les petits paysans du périmètre irrigué.

2.3. - L'élevage

L'élevage est, comme dans de nombreuses zones de Tunisie centrale une ressource importante sinon la principale pour les habitants. On dénombre environ 4000 têtes de bovins, ovins et caprins, ce qui représente une charge de 3 têtes de bétail à l'ha de parcours.

En moyenne, chaque famille de la région possède 8 à 10 têtes, mais en fait, il y a de grandes inégalités entre les gros possédants et les plus pauvres. Les bescins du troupeau sont en gros estimés à 5 millions d'unités fourragères par an, le périmètre irrigué n'en fournissant actuellement que 2 millions et permettant de nourrir 1600 bêtes seulement, (11). Les rares jachères ménagées chaque année dans le contexte d'une recherche de production des céréales, permettent la nourriture temporaire de quelques centaines de brebis.

(10) Il est vrai que le paysan tunisien est un très gros consommateur de céréales puisqu'en zone rurale de Tunisie Centrale (INS-1975) on en consomme 204 kg par personne et par an.

(11) En fait, les paysans conçoivent mal la nécessité d'irriguer de "l'herbe" pour nourrir des moutons.

Même en tenant compte de ces chiffres, un hectare de parcours doit donc nourrir environ 1,5 tête de bétail, ce qui est beaucoup trop pour la maigre végétation qui s'y développe. Attia (1977) estime (p. 601) qu'un hectare est nécessaire pour la nourriture d'une brebis sur les parcours sur sol profond qui ont complètement disparu en Tunisie centrale, 2 hectares sur les parcours d'armoïse blanche ce qui est notre cas et 4 à 5 hectares sur les parcours d'armoïse blanche et d'alfa. En toute logique donc, les terrains de parcours du piedmont et du djebel ne devraient donc assurer la subsistance que de 300 ovins ou caprins s'ajoutant au 1600 bêtes qui peuvent se nourrir sur le périmètre irrigué.

Devant un tel surpâturage, on comprend alors aisément pourquoi, malgré les interdictions officielles, la forêt est sans cesse agressée par les troupeaux et les hommes qui les accompagnent. On rencontre ainsi de maigres vaches et des moutons jusqu'au sommet du djebel Djouf el Kelb, à plus de 1200 m d'altitude, constamment affamés car, redescendant chaque jour dans la plaine pour y passer la nuit, ils dépensent toute leur énergie au cours de pénibles allers et retours. En outre, de nombreux troupeaux de chèvres, s'évanouissant discrètement dans la nature lors du passage des "autorités" parcourent à longueur d'année les crêtes des djebels sous la garde de bergers patentés. Il paraît donc nécessaire d'augmenter les surfaces réservées aux cultures fourragères dans le périmètre irrigué afin de soulager les piedmonts et la montagne du surpâturage.

3 - LES INTERVENTIONS TECHNIQUES

Au cours de la décennie de 1960, de nombreux aménagements anti-érosifs ont été exécutés - avec une inégale réussite - dans toutes les régions de Tunisie. Destinés avant tout à procurer du travail aux couches les plus déshéritées de la population rurale, ils s'embarassaient généralement peu de considérations techniques, ce qui explique les échecs fréquents.

Sur le bassin versant de l'oued el Ouara et de ses tributaires, ceux qui ont été exécutés au cours de cette décennie et dont les traces sont encore visibles, ont porté sur les oueds de la retombée périclinale et sur la zone des collines gréseuses du piedmont.

En montagne, les oueds à forte pente du secteur mentionné ci-dessus ont été équipés de puissants seuils en pierres sèches, travail considérable si l'on en juge par la taille des blocs utilisés, initiative louable entreprise pour diminuer

les vitesses d'écoulement mais dont il ne reste actuellement, faute d'entretien, que quelques vestiges. Il est vrai qu'ici les effets de la crue de 1969 ont été catastrophiques, comme dans tout le bassin versant du Zéroud. Il est économiquement peu rentable d'ériger des ouvrages anti-érosifs qui puissent résister aux écoulements exceptionnels ce qui explique les brèches.

Sur le piedmont, dans la zone des collines gréseuses, a été édifié un réseau de banquettes d'infiltration, véritable hérésie si l'on considère la minceur des formations superficielles qui ne peuvent absolument pas absorber les quantités d'eau collectées, puisque reposant sur une roche imperméable. Actuellement, ces banquettes sont pratiquement toutes détruites, les multiples ruptures ayant souvent donné naissance à de petites ravines qui entaillent les grès.

Les initiatives prises au cours des années 1960-1970 n'ont donc pas été couronnées de succès, ce qui n'a pas incité - et on le comprend aisément - les paysans du bassin versant à envisager d'un bon oeil, toute nouvelle tentative "technicienne" en matière de protection contre l'érosion.

Le 21 Septembre 1970, le décret n° 70 - 327 du Journal Officiel portait création d'un périmètre public irrigué (PPI) à Sbiba et annonçait donc l'agrandissement du périmètre existant. Comme nous l'avons vu plus haut, la basse plaine était et est encore menacée de stérilisation par les dépôts des alluvions grossières reprises sur le piedmont le long des berges des oueds dont les eaux ont dévalé auparavant le versant montagneux.

Il devenait donc urgent d'entreprendre une action de grande envergure afin d'essayer de protéger les cultures et de restaurer, dans la mesure du possible, les terres du piedmont. En Mars 1973, le Professeur Raynal, Géographe de l'Université de Strasbourg visitait la région et précisait dans son rapport de mission, qu'il convenait de ne pas dissocier "le binôme géographique montagne-piedmont dans les solutions d'aménagement". Il soulignait la forte agressivité climatique qui rendait les solutions techniques difficiles à mettre en oeuvre et préconisait l'interdiction pure et simple de la montagne afin de sauver le piedmont et d'en intensifier son utilisation.

En géographe soucieux du maintien des équilibres naturels, R. Raynal pensait qu'une mise en défens stricte du djebel Djouf el Kolb serait suffisante pour la reconstitution d'un tapis végétal arbustif et herbacé à peu près continu. Notons qu'il n'envisageait absolument pas le recours à quelque reboisement que ce soit.

En ce qui concerne le piedmont, M. Raynal soulignait que, pour que la solution de la mise en défens du djebel soit acceptée par les populations, il était absolument nécessaire de leur offrir des compensations par son aménagement : périmètre irrigué à l'aval et action de vulgarisation pour l'utilisation judicieuse des compartiments morpho-pédologiques du piedmont encroûté. Pour conclure, il insistait sur l'importance des problèmes de restructuration socio-économique dont, on définitive, dépendait le succès des opérations de lutte contre l'érosion.

Quelques temps plus tard, paraissait, en Avril 1974 sous l'égide de la Direction des Forêts du Ministère de l'Agriculture et des Projets FAO-SIDA d'Assistance au Développement des Actions Forestières en Tunisie, un gros rapport de plus de 100 pages accompagné de cartes et intitulé "Projet d'exécution sur le périmètre de l'oued el Ouara (Sbiba)".

Après une étude rapide des conditions physiques du bassin-versant et de la population, cet ouvrage abordait "les travaux de reboisement" à exécuter, nouveauté de taille par rapport aux recommandations du Pr. Raynal qui préconisait plutôt une mise en défens des djebels. Mais, s'agissant d'un projet émanant de "forestiers", il était compréhensible de voir ces derniers appliquer tout l'arsenal des techniques dont ils pouvaient disposer.

En matière de reboisement donc, on conseillait "l'amélioration, la reconstitution et l'enrichissement de la forêt indépendamment des sévères mesures qui sont nécessaires pour la conserver", par la plantation de pin d'Alep en densité suffisante sur "des gradins simples ou dans des poquets travaillés sur placeaux de 1m²." Un complément de régénération devait être apporté chaque fois que l'exécutant constatait une trouée dans la forêt (sur le versant exposé au Sud surtout (?)).

Le secteur de la retombée périnclinale de la montagne, le plus gravement déboisé et le plus menaçant à notre sens pour l'aval, du fait des nombreuses plages de roche nue et des fortes pentes, était curieusement passé sous silence, aucun reboisement n'y étant prévu alors que l'édification de seuils dans les talwegs y était préconisée.

Sur le piedmont, pour le rapport, l'objectif prioritaire devait être la protection du sol, les remèdes à mettre en oeuvre étant le reboisement et la plantation de rideaux brise-vent. Les zones à reboiser en *Acacia cyanophylla* étaient cartographiées avec minutie en annexe, les berges des oueds, bien alimentées en eau devant être plantées d'*Eucalyptus gomphocephala*.

Dans le périmètre irrigué, les experts de la Direction des Forêts et de la FAO envisageaient la plantation de rideaux brise-vent, aussi bien à la périphérie qu'à l'intérieur pour "contrecarrer les effets néfastes dus à l'évapotranspiration et à l'action mécanique du vent mais aussi ..." pour fournir "... une quantité appréciable de matière ligneuse dont la région a grand besoin". Ils souhaitaient en outre pour cette action forestière dans le périmètre irrigué, mais pas ailleurs, une collaboration de la part des services intéressés : Office de l'Élevage, OMVVM, PAV.

Appliquant en cela les principes judicieusement posés par le texte du Professeur Raynal, le rapport de la Direction des Forêts s'attachait ensuite à la recherche de l'amélioration des genres de vie des habitants afin d'essayer de diminuer la charge supportée par la montagne du fait de son exploitation continue comme pâturage et comme réserve de bois. Les recommandations principales en ce domaine portaient sur l'amélioration de la production fourragère sur le piedmont par la plantation de cactus inerme et d'*Atriplex* "en essayant de convaincre les populations de limiter la céréaliculture" et la pratique d'un assolement fourrager sur le terroir irrigué.

Il était en outre proposé d'utiliser la production fourragère du périmètre irrigué pour l'élevage bovin - ce qui est discutable - et pour l'engraissement des agneaux. Afin de réduire les emblavures en céréales sur le piedmont, il était conseillé d'accroître la productivité des champs de céréales en irrigué.

Dernier souhait en forme de vœu pieux, développer dans le monde rural la complémentarité entre zones de parcours et périmètre irrigué en nommant un coordonnateur pour la production fourragère entre le piedmont et le périmètre irrigué.

Vaste programme donc, avec des objectifs ambitieux, parfaitement légitimes lorsque l'on considère l'important rôle économique joué par le périmètre irrigué de Sbiba dans cette région de Tunisie Centrale, véritable oasis dans un pays caractérisé par l'incertitude climatique et la précarité des récoltes.

Six ans après la parution du rapport de la Direction des Forêts, il est aisé de constater sur le terrain que les objectifs sont loin d'avoir été atteints dans tous les domaines, aussi bien pour le reboisement que pour la promotion des cultures fourragères. Par contre, nous avons vu naître, en 1978, sous l'égide de l'OMVVM, gestionnaire et encadreur du périmètre, une énorme digue flanquée

d'un canal, censés l'un et l'autre protéger les parcelles irriguées des divagations des oueds, comme si les responsables de la gestion de l'aval avaient perdu patience et n'avaient pas cru à l'efficacité des travaux réalisés par les responsables de l'amont, en l'occurrence la Direction des Forêts.

Il est vrai que pour des techniciens confrontés avec des problèmes de production agricole sur un périmètre irrigué, soucieux d'agir efficacement, il était difficile d'attendre les résultats de l'aménagement anti-érosif du bassin-versant. En somme, OMVVM et Forêts ne raisonnaient pas suivant les mêmes critères de temps, ce qui explique la construction de la digue de protection.

Car dans la montagne et sur le piedmont, les travaux entrepris se sont déroulés avec lenteur, bien souvent du fait de la faiblesse des crédits qui leur étaient alloués. Il a fallu parer souvent au plus pressé. Si bien que le bilan peut être considéré comme très mince.

4 - BILAN ET PERSPECTIVES

4.1. - Dans le secteur montagneux, les actions entreprises par les techniciens de la Direction des Forêts ont donné des résultats positifs.

4.1.1. - Pour la partie sommitale occupée par la forêt, la correction des ravins qui dévalent dans toute la combe, a été effectuée au moyen de seuils en pierres sèches bien ancrés dans les berges et peut être considérée comme un succès. En effet, les brèches sont très rares et les seuils ont parfaitement rempli leur rôle en piègeant en amont des quantités considérables de matériaux. Derrière chacun d'entre eux, c'est maintenant un véritable petit replat qui s'est formé, si bien que le cours des ravins est actuellement une succession de marches d'escaliers qui diminue beaucoup les vitesses d'écoulement. Moyennant la plantation de quelques pins d'Alep sur chaque replat, nous sommes persuadés que les écoulements deviendraient pratiquement inexistantes.

Reste le problème préoccupant de la formation de quelques zones de "bad-lands" et la présence sur le versant exposé au sud de glissements en planche, phénomènes qui, s'ils ne sont pas circonscrits, risquent de s'étendre de plus en plus.

En ce qui concerne les "bad-lands", il conviendrait de leur appliquer le même traitement que pour les ravins élémentaires, c'est-à-dire équiper chaque petite ravine de seuils en pierres sèches afin de limiter les

vitesse d'écoulement et l'enfoncement du lit dans les formations géologiques marneuses. Les versants devraient en outre être stabilisés par la plantation serrée d'une espèce qui assure une bonne couverture. Hadri et Tschinkel (1976) après plusieurs années d'essais en Tunisie Centrale, ont montré qu'*Atriplex halimus*, *Atriplex nummularia* et *Atriplex glauca* donnent de bons résultats et sont particulièrement bien adaptés aux conditions écologiques très rudes des terrains marneux.

Dans le cas des glissements en planches, seule la mise en défens stricte des zones affectées, possible parce qu'elles sont d'extension limitée, combinée avec la plantation d'espèces arborées bien adaptées permettrait de limiter leur emprise. Mais cela pose le délicat problème de la plantation du pin d'Alep et de sa réussite dans des zones apparemment favorables, mais qui après examen se révèlent y être peu propices. Car des efforts de reboisement ont été déployés et le sont encore, mais les résultats sont extrêmement décevants, sinon catastrophiques. Ainsi, des plantations en poquets effectuées en 1978 sur le haut versant du Djouf el Kelb dans un secteur très clair et de pente relativement forte (nord du carré C - V) n'ont donné aucun résultat. Les jeunes plants de pépinière n'ont pas supporté la chaleur et la sécheresse de l'été sur ce versant exposé au sud, si bien qu'il n'en subsiste que 1 à 2 % après deux années. La question se pose donc de savoir si le pin d'Alep est l'espèce la mieux adaptée à ce genre de conditions, lorsque les formations superficielles sont peu épaisses sur la roche en place et ne peuvent emmagasiner suffisamment d'eau pour assurer la survie des jeunes plants pourtant peu exigeants. Il est en outre frappant de noter que, sur ce versant, le pin d'Alep ne se régénère plus, comme si nous étions actuellement en présence d'une fragile forêt relique. *Pinus halepensis* ne semble donc pouvoir reprendre de façon satisfaisante que lorsque les réserves hydriques du sol sont importantes, comme c'est le cas sur le versant exposé au nord, où les formations superficielles sont très épaisses.

Si l'on veut continuer l'expérience de reboisement avec cette espèce sur le versant sec, il convient donc d'accroître les réserves hydriques du sol, non pas en piégeant l'eau derrière des banquettes d'infiltration, vouées à l'échec car reposant sur la roche en place, mais en construisant une succession de murettes en pierres, parallèles aux courbes de niveau et en amont desquelles s'accumuleront des matériaux fins apportés par le ruissellement. On construira donc ainsi un véritable sol d'apport sur lequel il sera ensuite possible d'entreprendre une reforestation avec quelque chance de succès.

Evidemment, une mise en défens permettrait de résoudre le problème et de voir progressivement se densifier le couvert végétal au sol. Mais, dans le contexte actuel, même si elle est imposée par les règlements, elle ne peut sérieusement être envisagée. On a vu plus haut les pressions que la forêt subit de la part des troupeaux et des hommes. Malgré la présence sur place de gardiens, il est quasiment impossible d'éviter les déprédations et c'est ainsi que progressivement des genévriers centenaires, des pins d'Alep de belle venue disparaissent sous la hache du bûcheron ou du charbonnier. Car comment maintenir interdite la seule forêt de la région alors que les populations du piedmont et du périmètre irrigué y trouvent le bois de chauffage et de cuisine et un complément de ressources dans la cueillette du romarin pour la distillation. On assiste même à la naissance, sur le haut piedmont de véritables "marchands de bois" qui, n'étant pas propriétaires sur le périmètre irrigué, servent d'intermédiaires entre les fellahs de la plaine et le djebel forestier. Moyennant un paiement sous forme de piments, de tomates ou de tout autre produit maraîcher, ils fournissent les paysans de l'aval en bois de chauffage ou en charbon de bois, en bénéficiant de la passivité plus ou moins complice des gardes. Il suffit de voir la grosseur des tas de branchages et de troncs empilés à proximité de leur maison pour se rendre compte de l'importance de leur activité.

Si l'on veut limiter sérieusement les dégâts subis par la forêt, il faut, nous semble-t-il, commencer par interdire purement et simplement la cueillette du romarin de façon à faire prendre conscience aux habitants que le massif forestier est soumis à des servitudes. Outre cet aspect, une telle mesure éviterait que, chaque année, les secteurs les plus accessibles de la montagne ne soient dépouillés d'une partie de leur couverture végétale au sol, mais aussi limiterait les coupes d'arbres car la cueillette s'accompagne toujours de la constitution d'une réserve de bois.

Mais d'autres mesures que nous proposerons plus loin, devront suivre, touchant à des modifications plus profondes des activités de la population si l'on veut arriver à une diminution sensible de la pression subie actuellement par l'amont.

4.1.2. - Sur le flanc de la montagne, retombée périclinale du massif (carrés C-II - III, D - III - IV - V, E - IV - V), nous avons vu que les oueds avaient été équipés, au cours de la décennie 60, de puissants seuils en pierres sèches dont il ne reste actuellement, faute d'entretien, que quelques vestiges. Tout ici est donc à reprendre.

La région est considérée par le rapport FAO - SIDA de 1974 comme impropre à toute action forestière du fait "de la pente très forte et du caractère squelettique des sols". Rappelons que cette zone domine directement le piedmont et, du fait de

sa nudité, collecte efficacement les eaux pluviales et constitue donc une menace pour le périmètre irrigué géré par l'OMVVM. Il paraît donc indispensable d'y tenter quelques actions anti-érosives étayées au besoin par une étude préalable à grande échelle (1/5.000 par exemple).

Il conviendrait en particulier de réédifier tous les seuils détruits au cours de la crue de 1969 afin de diminuer les vitesses d'écoulement dans les oueds.

La plantation d'espèces arborées peut être également envisagée partout où les formations superficielles sont encore présentes, - d'où l'utilité d'une carte à grande échelle pour les localiser - le long des versants ou sur les quelques lambeaux de terrasses qui subsistent dans les talwegs. Après avoir localisé les différents placages de cailloutis des formations de pente et les affleurements marneux, on pourrait favoriser la formation d'un sol d'apport par la construction de murettes en pierres sèches dont le matériau ne manque pas, et derrière lesquelles seraient plantées des espèces appropriées : pin d'Alep qui ne peut réussir que dans ces conditions ou Acacia sp. dans le fond des vallées.

Etant donné la nudité du secteur et l'état de dégradation très poussé du couvert végétal, rien de sérieux ne pourra être entrepris sans une mise en défens stricte.

4.2. - Sur le piedmont, peu de travaux ont été réalisés par la Direction des Forêts, malgré le programme ambitieux proposé en 1974. Rappelons que les objectifs poursuivis étaient une diminution des superficies cultivées en céréales, la plantation de vergers d'amandiers ou d'oliviers, la constitution de plantations de cactus, le reboisement en acacias et en eucalyptus et la plantation de brise-vents afin de fournir du bois à la population. Il faut bien reconnaître qu'actuellement, aucun de ces objectifs n'a été atteint. Mais il faut aussi admettre que les difficultés n'ont pas manqué, les principales résidant dans un statut foncier assez mal défini, mais aussi, dans un manque de vulgarisation et de "dialogue" qui entraînent une inertie sinon une hostilité de la population à l'égard des aménagements proposés.

Rappelons que la céréaliculture couvre 31,3 % de la superficie du piedmont et que cette activité s'étend régulièrement pour satisfaire à l'auto-consommation d'une population de plus en plus nombreuse. L'utilisation du tracteur permet au paysan d'augmenter à bon compte - du moins lui semble-t-il - les superficies cultivées et de grignoter peu à peu les terrains de parcours collectifs. Il peut se targuer ensuite, suivant le vieil adage selon lequel la terre est à celui qui la cultive, de posséder des terres pour lesquelles il serait bien incapable de produire des titres de propriété. Dans ce contexte de course à l'appropriation, il devient donc de plus en plus difficile de mettre en oeuvre tout aménagement anti-érosif, qu'il

soit mécanique ou biologique. Les paysans considèrent même que les interventions techniques pratiquées sur les terres collectives, de plus en plus réduites et donc de plus en plus sollicitées, constituent pour eux des servitudes intolérables parce qu'à leur avis, elles peuvent préparer une mise en défens ultérieure.

Il est donc parfaitement compréhensible que les interventions techniques aient été ici fort discrètes. Nous avons vu plus haut que l'action des services concernés s'était portée avant tout sur la construction de banquettes d'infiltration dans le secteur de Sidi Naceur, sur des formations superficielles très minces et qu'elle avait, de ce fait, abouti à un échec. Ultérieurement, dans la même zone, des seuils en pierres sèches avaient été édifiés dans les ravins. Malheureusement, construits en grès friable, ils ont littéralement fondu sous l'action de l'humidité et ont cédé en série, si bien que tout est à reprendre le long des petits oueds. Il conviendrait d'utiliser, pour la réfection, des matériaux calcaires qui ne manquent pas à proximité, à la surface des divers glacis.

Dans la partie aval du piedmont, quelques plantations de cactus ont effectivement vu le jour mais demandent actuellement une régénération efficace. Mais, pour que toute action sur le piedmont ait quelques chances de réussite, il faut qu'au préalable le problème de l'opposition plus ou moins latente des paysans aux aménagements soit résolu et seule une mutation profonde des mentalités à travers une réorganisation des activités agricoles peut y aboutir. Sur les glacis encroûtés du Quaternaire ancien et moyen, les cultures de céréales sur des sols squelettiques reposant sur la croûte calcaire ont des rendements très faibles pour ne pas dire inexistantes. On peut donc considérer que ces unités ne sont pas cultivables. Ce sont d'ailleurs d'anciens terrains collectifs traditionnellement réservés au pacage, il convient donc de leur redonner leur vocation première en les améliorant par la plantation de cactus en lignes qui diminueront les effets du ruissellement instable.

Les bas glacis du Quaternaire récent sont, aux yeux des paysans, les meilleures terres à blé du piedmont, et celles qui permettent les plus belles récoltes d'amandes. Seule la clôture des parcelles par des haies de cactus pourrait être envisagée pour limiter un peu les effets du ruissellement diffus sur des pentes qui ne sont pas négligeables.

Les collines gréseuses de la région de Sidi Naceur ne portent pratiquement plus de tapis végétal et sont pourtant constamment pâturées par les troupeaux.

L'épaisseur des formations superficielles n'est pas suffisante pour envisager la réalisation de plantations, de quelque type que ce soit. Une mise en défens sévère semble donc inévitable si l'on veut que la végétation se densifie progressivement et puisse offrir, après quelques années, des possibilités fourragères sérieuses.

Les versants de raccordement entre les différents niveaux de glacis sont parfois cultivés en céréales lorsque les pentes sont faibles, mais plus fréquemment réservés au bétail. Ils ont été partiellement aménagés en banquettes sans que l'opération ait été couronnée de succès, car l'épaisseur des formations superficielles grossières est trop faible pour pouvoir emmagasiner un excès d'eau. Vers l'aval du piedmont, c'est sur cette unité qu'ont été réalisées de belles plantations de cactus qui, ayant vieilli, ont besoin d'être régénérées. Tous les versants de raccordement pourraient être également plantés afin de diminuer le ruissellement et apporter un complément fourrager non négligeable pour les périodes de sécheresse.

Mais le périmètre irrigué restera constamment menacé par les crues tant que ne sera pas ralenti l'écoulement dans les oueds qui traversent le piedmont. Ce sont de gros ouvrages qu'il faut édifier ici si l'on veut qu'ils puissent supporter les crues car les pentes longitudinales sont fortes (5 à 6 %) et les lits ont une dizaine de mètres de large. Seuls des seuils gabionnés nous semblent pouvoir être efficaces. Encore faut-il qu'ils soient solidement implantés dans les berges et qu'ils reposent sur le substrat rocheux et non pas sur des formations meubles. Une prospection pas à pas permettra de localiser les sites favorables. Sur l'Oued el Hassi, nous avons ainsi recensé 20 sites possibles sur 4 km de cours entre la montagne et la basse plaine. Il conviendrait dans le même temps de planter des espèces fixatrices le long des berges : cactus, acacias et eucalyptus par exemple.

4.3. - La basse plaine, domaine d'intervention de l'OMVVM est formée par un ensemble de cônes de déjection caillouteux anciens, situés hors périmètre irrigué, précédant une zone d'épandage des eaux de crue, à granulométrie fine, sur laquelle sont installées les cultures irriguées.

C'est en bordure de la plaine que l'intervention technique a le plus fortement marqué le paysage. Les oueds qui traversent le piedmont déposant, comme nous l'avons mentionné p. 10, d'importantes quantités d'alluvions stériles sur les champs irrigués, l'OMVVM a entrepris le creusement d'un canal de dérivation des eaux et d'une digue bordière de protection afin de les acheminer, après un trajet complexe (voir carte géomorphologique), jusqu'à l'Oued Bou Rouine, affluent de l'Oued el Hattab. Ce canal, débutant à l'altitude de 598 m. à l'Oued El Hassi, collecte les eaux de plusieurs oueds qui descendent du djebel dont l'Oued Etfal, l'Oued el Ouara et l'Oued es Senaga pour aboutir au radier de la piste Sbiba - Hadjel el Aïoun à l'altitude de 573 m. D'une largeur de 3 à 4 m. et d'une profondeur de 2, il a une pente moyenne de 0,47 %. Pour la diminuer encore, 7 chutes, totalisant une hauteur de environ 7 m. sont actuellement réalisées ou en voie d'achèvement,

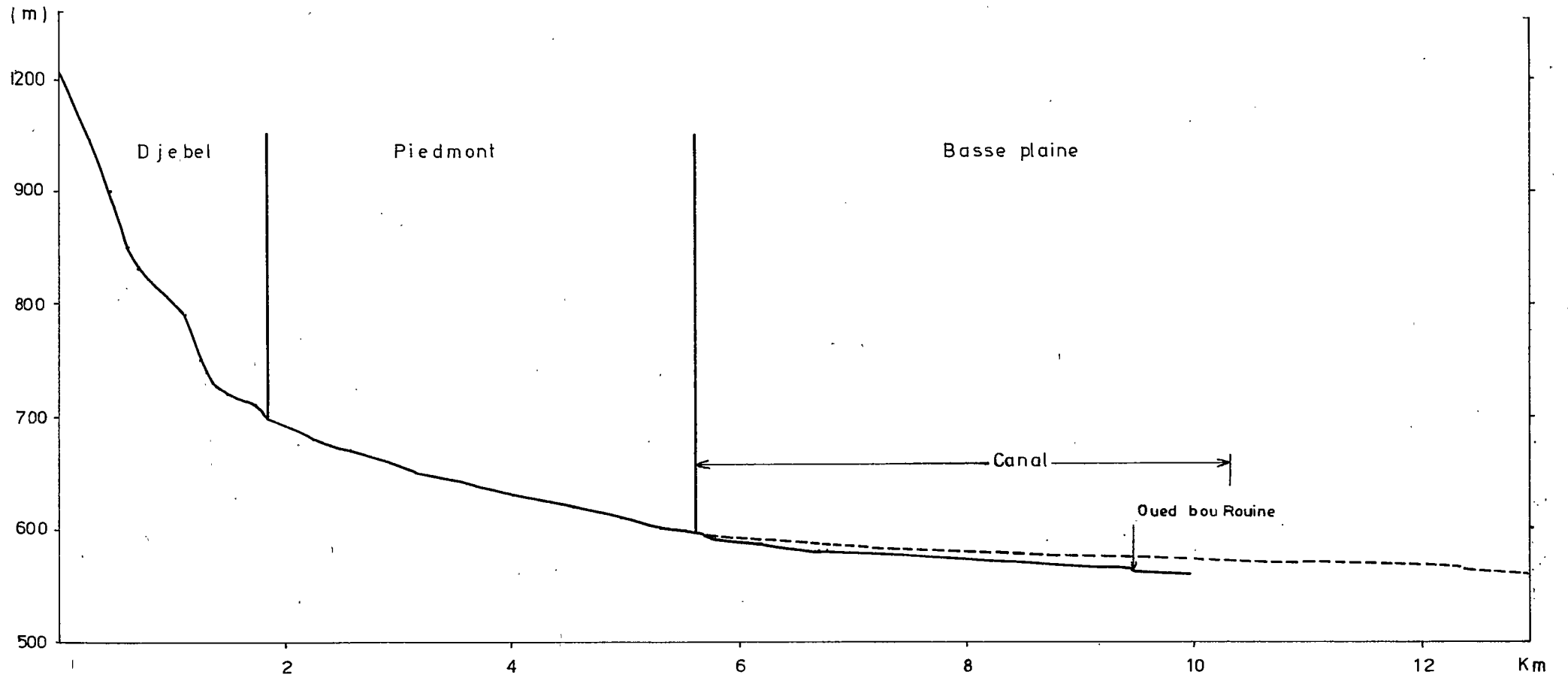


Fig: 2 Profil en long de l'Oued el Ouara avant et après le creusement du canal

si bien que la pente réelle du lit du canal entre les chutes est peu différente de 0,34 %. Rappelons que la pente moyenne des oueds qui traversaient auparavant isolément le périmètre irrigué était de 0,8 %. Pour éviter que les oueds el Hassi et Etfal ne débouchent perpendiculairement à l'ouvrage et ne causent des dégâts par sapement de la base de la digue, l'OMVVM a fait creuser un canal de raccordement oblique dont la pente pour l'oued Etfal est de 3,42 % alors que la pente naturelle du cône sur lequel divaguait l'oued est de 2,3 %.

On a donc rassemblé en un seul cours des oueds qui coulaient séparément auparavant et donc favorisé la concentration, lors des crues, d'importants débits. Mais de ce fait également, on a considérablement diminué la pente par allongement des distances à parcourir jusqu'à l'exutoire et augmenté les risques de dépôt dans le canal des alluvions qui s'épandaient jusque là, à la surface des cônes. En outre, l'accroissement de la pente dans les canaux de raccordement de l'Oued el Hassi et de l'Oued Etfal nous semble introduire un dangereux facteur de déséquilibre pour ceux-ci.

Il paraît en effet inéluctable qu'il y ait, à ce niveau une vigoureuse reprise d'érosion et un épandage d'alluvions accru dans le canal. Le cône de l'Oued el Ouara, creusé par le canal qui le recoupe, subira lui aussi à court terme des remaniements qui entraîneront progressivement un comblement du bief du canal situé immédiatement en aval. Un exhaussement général du lit du canal est donc à craindre à bref délai. Seules de très grandes crues provoqueraient une chasse efficace des alluvions mais risqueraient également de déborder par dessus la digue du fait de l'exhaussement. Il est alors possible que la digue cède et que le flot ainsi libéré endommage gravement le périmètre irrigué.

Il semble donc absolument impératif de prévoir un curage régulier du canal et ceci ne peut évidemment se faire qu'avec des engins mécaniques du type pelleteuse.

5 - CONCLUSION

On le voit, les différentes actions à entreprendre n'ont de chance de réussir que si l'on supprime les charges insupportables en bétail que subissent la montagne et le piedmont et qui seront responsables à plus ou moins long terme de l'éclaircissement irréversible de la végétation et de sa disparition. Cela pose le délicat problème d'une intervention qui consisterait à diminuer l'effectif des ovins et des caprins, auprès de fellahs qui sont sentimentalement très attachés à leur troupeau.

Plusieurs alternatives peuvent être envisagées en la matière, toutes plus ou moins réalistes.

La première consisterait à mettre en défens une bonne partie du djebel et à interdire purement et simplement le pacage dans les zones actuellement les plus dégradées (dans la partie intermédiaire par exemple). Mais une telle mesure ne peut être mise en oeuvre que patiemment préparée et ne peut être rentable qu'à long terme. Pour qu'elle ait des chances d'être admise par la population, il convient de procéder par étape et d'installer d'abord une ou plusieurs parcelles de démonstration, de quelques hectares, soigneusement clôturées et gardées qui auraient ainsi valeur d'exemple (12).

Mais une mise en défens ne peut réussir que si elle est considérée comme temporaire, aussi bien par ceux qui la mettent en oeuvre que par ceux qui en subissent d'abord les inconvénients. La privation de jouissance d'un espace collectif et le manque à gagner qui en résulte doivent être atténués par l'octroi aux fellahs de compensations en nature ou en espèces relayées peu à peu par l'ouverture progressive et programmée des zones mises en défens.

Cela suppose donc une rotation pastorale bien définie qui ne peut être sérieusement envisagée que sur un espace beaucoup plus vaste que le petit bassin versant de l'Oued el Ouara et donc, l'élaboration, au niveau régional, d'une politique concertée de l'élevage. Soulignons dans cette optique, la complémentarité exemplaire entre les zones montagneuses qui bénéficient de précipitations assez abondantes et le fossé de Rohia-Sbiba qui jouit de bonnes possibilités d'irrigation.

La seconde alternative, qui rejoint en partie les objectifs poursuivis par la première, consisterait à entreprendre en effort intensif pour le développement des cultures fourragères dans le périmètre irrigué.

Actuellement, l'OMVVM tente de développer ce genre de spéculation, mais il faut bien avouer que les résultats restent médiocres car d'autres cultures (notamment le maraîchage), apparaissent comme beaucoup plus rentables à court terme aux yeux des paysans. Il y a donc un véritable effort de vulgarisation à entreprendre dans ce domaine en ne perdant pas de vue que la promotion des cultures fourragères doit avoir pour but, non pas d'introduire, comme c'est actuellement le cas, de nouvelles races bovines, mais de fournir une nourriture suffisante aux ovins du bassin versant.

Mais, comme le précise Poncet (1962), "il est vain de reboiser les pentes, d'équiper des terrasses, de tracer des canaux, de construire des barrages, de prévoir des irrigations, des rotations de cultures, de calculer des budgets, de répartir des investissements... sans faire intervenir l'élément décisif, qui est la collectivité humaine" et c'est bien là le plus difficile.

(12) Dans d'autres régions du pays, il est vrai plus arrosées, de telles parcelles ont donné de bons résultats comme à Aïn Draham (vallée des Atatfa) ou dans la région de Béja.

En ce qui concerne les services techniques, un certain nombre de barrières doivent être levées car elles provoquent l'incompréhension mutuelle. Dans le cas de l'Oued el Ouara, il semble absolument nécessaire que l'organisme de gestion du périmètre irrigué travaille en liaison étroite avec l'organisme chargé de la défense du bassin versant contre l'érosion. Il faut en outre que chaque technicien, à quelque service qu'il appartienne, soit parfaitement conscient que l'exploitation du terroir par les paysans répond à une logique héritée de pratiques ancestrales, qui n'est pas forcément conforme à la logique "technicienne" (13). Il est donc parfaitement compréhensible que les interventions se heurtent à une certaine hostilité de la part du monde paysan et qu'il soit parfois bien difficile, même par le dialogue sur le terrain, de faire disparaître la méfiance vis-à-vis de techniques apportées de l'extérieur.

Mais rien de durable ne pourra être mis en oeuvre également sans un changement profond des mentalités paysannes et c'est bien là la tâche la plus ardue à réaliser. Car comment modifier les attitudes et les comportements vis-à-vis du troupeau, vis-à-vis du périmètre irrigué, vis-à-vis de la céréaliculture, vis-à-vis des interventions des services techniques ? Ces questions, que nous laisserons sans réponses, ne peuvent être résolues - nous semble-t-il - sans une mutation en profondeur des systèmes socio-économiques de la région.

(13) Voir à ce sujet et à titre d'exemple, MARCHAL (J.Y.) - 1978 - L'espace des techniciens et celui des paysans. Histoire d'un périmètre antiérosif en Haute-Volta.

Actes du Colloque de Ouagadougou (4-8 Déc. 1978). Maîtrise de l'espace agraire et développement en Afrique tropicale. Logique paysanne et rationalité technique. Mémoires ORSTOM, n° 89, pp. 245-256.

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

- ARCHAMBAULT (J.), CASTANY (G.), RAULAIS (M.) et coll. - 1951 - Carte géologique de la Tunisie. Echelle 1/50 000. Feuille n° 69 : Sbiba. Service Géologique, Tunis.
- ATTIA (H.) - 1977 - Les Hautes Steppes tunisiennes ... de la société pastorale à la société paysanne.
Thèse de Doctorat es Lettres. Université de Paris VII. CNRS-Univ. de Tunis. 3 vol., 722 p. multigr., Cartes h.t.
- BALDY (C.) - 1965 - Climatologie et bioclimatologie de la Tunisie Centrale.
Rapport définitif abrégé.
Projet de Planification Rurale Intégrée de la Tunisie Centrale.
FAO. 40 p. multigr.
- BANNOUR (H.), BOUALLAGUI (H.) - 1979 - Le Djebel Chambi et ses piémonts (Tunisie Centrale). Aspects du milieu naturel : géomorphologie, morphodynamique, végétation.
Thèse 3° cycle, Université Louis Pasteur Strasbourg, Centre de Géographie Appliquée. DRES - DF, Tunis, 259 p. multigr., cartes h.t.
- BERNARD (J.) - 1966 - Sbiba. Carte Pédologique.
Sbiba. Carte des aptitudes des sols aux cultures en sec.
H.E.R., section de Pédologie - Projet de Planification Rurale Intégrée de la Tunisie Centrale. Tunis.
- BONVALLOT (J.), HAMZA (A.) - 1977 - Causes et modalités de l'érosion dans le bassin versant de l'Oued el Hadjel (Tunisie Centrale).
Comm. Symp. Erosion et Transport solide dans les eaux continentales (UNESCO - AISH). Paris 4-8 Juillet 1977. AISH - IAHS, Public. n° 122, p. 260 - 268.
- CASTANY (G.), DEGALLIER (R.) - 1956 - Notice explicative. Carte géologique de la Tunisie. Echelle 1/50 000. Feuille Sbiba, n° 69.
Service des Mines, de l'Industrie et de l'Energie. Tunis. 24 p.
- DRE - ORSTOM - 1975 - Etude hydrologique préliminaire des oueds Zéroud et Merguellil. Chapitre II : La pluviométrie par R. KALLEL et R. GOUYET.
DRES - ORSTOM. 29 p. multigr.

EL BEKRI - XI^e siècle - Description de l'Afrique septentrionale.

Trad. Fagnan. Paris 1859.

FLORET (C.), GUILLERM (J.L.), LE FLOC'H (E.) et coll. - 1966 - Carte phytocéologique de la Tunisie septentrionale. Feuille IV : Maktar - Kairouan. CEPE-CNRS, Montpellier.

GALLALI (T.), CHABBI (A.), EL AMAMI (S.) - 1976 - L'agriculture intensive dans le fossé d'effondrement de l'oued el Hattob en Tunisie Centrale.

Comm. au IV^e Colloque de Géographie Maghrébine, Tunis 15-20 Novembre 1976. ASDEAR - CRGR Tunis. 9 p. multigr.

HADRI (H.), TSCHINKEL (H.) - 1976 - Choix des espèces pour la stabilisation des terrains marneux.

INRF, Note de recherche, n^o 17, 13 p.

HAMZA (A.) - 1977 - Typologie des érosions à partir d'une détermination à grande échelle des compartiments morphopédologiques du bassin versant de l'oued el Hadjel.

Thèse 3^e cycle, Université Louis Pasteur Strasbourg, Centre de Géographie Appliquée.

DRES Tunis. 265 p. multigr. cartes h.t.

HENTATI (A.) - 1977 - Conditions d'équilibre ou de déséquilibre des divers types de milieux dans le Jbel Semmama et sur son piedmont.

Thèse 3^e cycle Université Louis Pasteur Strasbourg, Centre de Géographie Appliquée.

DRES Tunis, 226 p. multigr., cartes h.t.

IBN HAUKAL - X^e siècle - Description de l'Afrique.

Traduction de Slane In "Jl. Asiatique", février - mars 1842.

INS - 1975 - Enquête nationale sur le budget et la consommation des ménages.

Ministère du Plan, I.N.S. Tunis. 506 p. multigr.

LE HOUEROU (H.N.) - 1969 - La végétation de la Tunisie steppique (avec références au Maroc, à l'Algérie et à la Libye).

Ann. Inst. Nat. Rech. Agron., vol. 42, fasc. 5 - 6. 2 cartes coul. h.t.

MENSCHING (H.), FOUAD IBRAHIM - 1976 - Desertification im Zentraltunesischen Steppengebiet.

Nachr. Akad. Wissesch. Göttingen, Math. Phys., n^o 8, p. 1-20.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE - DIRECTION DES FORETS - PROJETS FAO-SIDA - 1974 -

Projet d'exécution sur le périmètre de l'Oued el Ouara (Sbiba).

Direction des Forêts. Tunis. 103 p. multigr. cartes h.t.

- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE - DIRECTION DES FORÊTS - PROJETS FAO-SIDA - 1978 -
Etude qualitative et quantitative de l'érosion dans le Nord et le Centre
de la Tunisie.
Direction des Forêts. Tunis. 72 p. multigr., cartes h.t.
- PELLETIER (J.) - 1952 - Sur les grandes pluies d'Octobre 1951 en Sardaigne centrale
et leurs effets morphologiques.
Rev. Géogr. de Lyon, n° 4, p. 450 - 459.
- PERSON (J.) - 1978 - Irrigation et drainage en Tunisie. Problèmes posés par la
salinité des sols et des eaux.
Bull. du BRGM (2° série), section III, n° 2, p. 143 - 151.
- PONCET (J.) - 1962 - Les rapports entre les modes d'exploitation et l'érosion des
sols en Tunisie.
Etudes et Mémoires, n° 2. Tunis.
- PONCET (J.) - 1970 - La "catastrophe" climatique de l'automne 1969 en Tunisie.
Ann. de Géogr., p. 581 - 595.
- RAYNAL (R.) - 1977 - Milieux forestiers réels, potentiels et illusoire dans le
domaine méditerranéen.
Recherches géographiques à Strasbourg, n° 3, p. 49-62.
- SABATHE (R.) - 1960 - Périmètre de Sbiba. Carte Pédologique.
H.A.R., Section spéciale d'études de Pédologie et d'Hydrologie. Tunis.
- SARI (D.) 1975 - L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis (Algérie).
Thèse de Doctorat d'Etat. Université d'Alger, Université de Paris VII.
696 p. multigr.
- SCHWAAR (D.) - 1965 - L'évolution du milieu entre 1949 et 1963 dans une région-test
de la Tunisie Centrale. Etude détaillée par photo-interprétation.
FAO - UNDP - Tun 9. 11 p. multigr.
- UNESCO - 1970 - Les inondations de septembre - octobre 1969 en Tunisie.
Partie I : Etude pédologique par J. PIAS. Partie II : Effets morphologiques
par G. STUCKMANN.
UNESCO Paris. 45 p. multigr., 5 pl. phot.

	UNITES MORPHOPEDOLOGIQUES				EROSION ET CONSERVATION				LOCALISATION		
	FORME	ROCHE	PENTE	FORMATION SUPERFICIELLE	SOL	VEGETATION	PROCESSUS	ACTION EFFECTUEE		RESULTAT	PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT
MONTAGNE		Masses et masses-calcaires du Crétacé supérieur	30 à 25% sur le versant sud. 30 à 35% sur le versant nord beaucoup plus court.	Colluvions calcaireuses hétérométriques héritées des dernières périodes pluviales froides du Quaternaire, en rochers et blocs sur une épaisseur de plusieurs mètres (2 à 3 m. au haut de versant, 7 à 10 m. à la base du versant).	Sols calcinophiles typiques - rochers typiques au sol brun calcaire. Horizontaux bien développés sous les forêts non dégradées. Présence de concrétions d'encroûtement calcaire vers 50 cm. de profondeur.	Forêt de pin d'Alp à toujours pluvieuse dans la zone d'altitude. Quelques résurgences d'eau froide.	Régénération profonde, ramons très courts (1-2 m) dans les formations superficielles et dans la roche en place massive.	Educatrice systématique de souches en pierres sèches de long des ravins.	Plein succès		A.V. A.VI B.V. A.VI C.V. C.VI D.V. D.VI
		Masses et masses-calcaires du Crétacé supérieur	30 à 40%	Colluvions calcaireuses hétérométriques héritées des dernières périodes pluviales froides du Quaternaire, en rochers et blocs sur une épaisseur de plusieurs mètres (2 à 3 m. au haut de versant, 7 à 10 m. à la base du versant).	Sols bruns calcaires généralement argiles et surtout sol peu évolués (Lithologiques ou réologiques) d'origine. Encroûtement calcaire fréquent.	Forêt claire de pin d'Alp à toujours pluvieuse, mais très dégradée (recouvrement partiel inférieur à 50%).	Régénération profonde, ramons très courts (1-2 m) dans les formations superficielles et dans la roche en place massive.	Educatrice systématique de souches en pierres sèches de long des ravins.	Néant.	Educatrice de petits ruisseaux en pierres sèches de long des ravins. Les petits ruisseaux d'été sont à planter après avoir enlevé les végétaux herbacés comme <i>Thymus sp.</i> (Rochet et Tachet, 1974).	C.V
		Masses et masses-calcaires du Crétacé supérieur	Variable. Parfois très fortes.	Masses de tout type allant du bloc de plusieurs dizaines de tonnes avec cailloutis.	Sols lithologiques	Forêt de pin d'Alp à toujours pluvieuse, mais avec, par endroits, des blocs et caillots.	Même forme d'incision que dans l'unité précédente.	Même traitement, mêmes résultats et mêmes proportions d'amélioration de l'efficacité.	Néant.	Mise en défens exclusive et reboisement des talus.	
INTERMEDIAIRE		Calcaire, dolomique et dolomites du Crétacé supérieur.	Pentes moyennes du versant: 18 à 25%. Pente du versant de l'ouest: 30 à 40%. Ouest: 5 à 10%.	Colluvions calcaireuses hétérométriques en masses placées irrégulièrement d'une épaisseur maximum de 1 mètre. La roche et la faible surface de ces formations n'ont pas permis de les représenter à l'échelle de 1/25000. La roche en place apparaît en larges plages.	Sols bruns calcaires pluviaux mais toujours sur les plages de colluvions. Sols squelettiques en majeure partie.	Garrigue à romarin, <i>Stipa</i> , <i>Helianthus</i> , <i>Agrostis</i> et <i>Artemisia</i> en haut des versants.	Incision linéaire dans la roche en place. Aucun obstacle à l'incision. Pentes très fortes.	Educatrice systématique de souches en pierres sèches de long des ravins dans les années précédant 1963.	Echec total de 1963 (encroûtement exceptionnel) - au manque d'entretien.	Régénération des souches en pierres sèches de long des ravins.	C.D.E H.V.Y
		Altéranes de calcaires lamellaires et de marne de l'Éocène moyen.	Pentes du versant: 18 à 22%	Même formation superficielle que dans l'unité ci-dessus.	Même sols que dans l'unité ci-dessus.	Même végétation que dans l'unité ci-dessus.	Même forme d'incision que dans l'unité précédente, mêmes résultats et mêmes proportions d'amélioration de l'efficacité.	Néant.	Localisation sur le terrain de tous les placages de colluvions encore existants. Planter sur ces-ci de pins d'Alp. Educatrice de murs en pierres sèches parallèles aux courbes de niveau afin de diminuer le ruissellement et accroître la rétention en eau. Planter de pins d'Alp en amont des murs avec carex. Arrage soigné à la plantation.		C.VII B.VII
		Altéranes de calcaires lamellaires et de marne de l'Éocène moyen.	Pentes du versant: 18 à 22%	Même formation superficielle que dans l'unité ci-dessus.	Même sols que dans l'unité ci-dessus.	Même végétation que dans l'unité ci-dessus.	Même forme d'incision que dans l'unité précédente, mêmes résultats et mêmes proportions d'amélioration de l'efficacité.	Néant.	Localisation sur le terrain de tous les placages de colluvions encore existants. Planter sur ces-ci de pins d'Alp. Educatrice de murs en pierres sèches parallèles aux courbes de niveau afin de diminuer le ruissellement et accroître la rétention en eau. Planter de pins d'Alp en amont des murs avec carex. Arrage soigné à la plantation.	LA MISE EN DEFENS TOTALE DE CES UNITES SENSIBLE S'IMPOSE.	
PIEDMONT		Masses rouges gypseuses de l'Éocène moyen. Qui avec parfois marneuses de l'Oligocène.	Pentes très faibles: 2 à 3%	Altéranes gypseuses à très grossiers allant jusqu'à la taille des blocs, pressés en masse dans une croûte calcaire très compacte de 50 cm à 1 m. d'épaisseur. Le démantèlement superficiel de la croûte a donné naissance à un manteau de débris peu épais (au maximum 20 cm), très caillouteux.	Sols squelettiques à texture grossière, surtout à une époque de l'après. Sols redéformés.	Steppe maigre à <i>Helianthus</i> , <i>Stipa</i> , <i>Agrostis</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Helianthus</i> , <i>Agrostis</i> et <i>Artemisia</i> en haut des versants.	Régénération diffuse, ramons courts (1-2 m) dans les formations superficielles et dans la roche en place massive.	Néant.	Cette unité n'est absolument pas cultivable / des rendements en céréales y ont été obtenus en années pluvieuses, mais en années sèches il est impossible de cultiver. La plantation de cactus sur les placages de formations superficielles peut être envisagée.		F.I F.II F.III F.IV F.V F.VI F.VII F.VIII F.IX F.X F.XI F.XII
		Masses rouges gypseuses de l'Éocène moyen. Qui avec parfois marneuses de l'Oligocène.	Pentes très faibles: 2 à 3%	Altéranes gypseuses pressés en masse dans une croûte calcaire moins compacte que la précédente, assez souvent démantelée.	Sols squelettiques à texture grossière. Sols peu évolués. L'érosion d'épaisseur moyenne (10-20 cm) d'effacement de croûte calcaire.	Steppe maigre à <i>Helianthus</i> , <i>Stipa</i> , <i>Agrostis</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Helianthus</i> , <i>Agrostis</i> et <i>Artemisia</i> en haut des versants.	Régénération diffuse, ramons courts (1-2 m) dans les formations superficielles et dans la roche en place massive.	Néant.	Cette unité n'est absolument pas cultivable / les rendements en céréales y ont été obtenus en années pluvieuses, mais en années sèches il est impossible de cultiver. La plantation de cactus sur les placages de formations superficielles peut être envisagée.		D.II D.III D.IV D.V D.VI D.VII D.VIII D.IX D.X D.XI D.XII
		Masses rouges gypseuses de l'Éocène moyen. Qui avec parfois marneuses de l'Oligocène.	Pentes très faibles: 2 à 3%	Colluvions et altéranes de texture moyenne, encroûtées par le calcaire sous forme en général d'une croûte de 3 à 5 cm.	Sols squelettiques à texture grossière. Sols peu évolués. L'érosion d'épaisseur moyenne (10-20 cm) d'effacement de croûte calcaire.	Steppe maigre à <i>Helianthus</i> , <i>Stipa</i> , <i>Agrostis</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Helianthus</i> , <i>Agrostis</i> et <i>Artemisia</i> en haut des versants.	Régénération diffuse, ramons courts (1-2 m) dans les formations superficielles et dans la roche en place massive.	Néant.	Dans cette unité, les rendements des céréales, même en années pluvieuses, restent faibles. La meilleure utilisation pour la lutte anti-érosion et pour le fourrage serait la plantation de cactus.		C.III D.III
		Masses rouges gypseuses de l'Éocène moyen. Qui avec parfois marneuses de l'Oligocène.	Pentes très faibles: 1 à 2%	Ce contact avec les versants, colluvions ou colluvions de texture moyenne peu épaisses (10 à 40 cm). Altéranes de texture moyenne avec importante charge calcaire. Ces altéranes de texture diverse ou contactés calcaires altéranes / plusieurs mètres d'épaisseur à l'ouest et à l'est. Pas d'encroûtement calcaire.	Pas de versants, seulement de sols bruns calcaires ou parfois coques de calcaire. Dans les altéranes profondes, sols à tendance volcaniques de textures variées.	La végétation naturelle a complètement disparu. Au cas où elle réapparaîtrait, elle serait constituée de plantes basses et d'arbustes.	Régénération profonde. Ramons courts de 2 à 3 m dans les altéranes et coulant avec prépondérance sur la roche en place.	Néant.	Educatrice systématique de souches en pierres sèches de long des ravins en fonction des affaissements de roche en place. Combattre des têtes de ravins au moyen de pierres sèches.		C.III D.III E.III F.III G.III H.III I.III J.III
		Masses rouges gypseuses de l'Éocène moyen. Qui avec parfois marneuses de l'Oligocène.	Pentes très faibles: 1 à 2%	Ce contact avec les versants, colluvions ou colluvions de texture moyenne peu épaisses (10 à 40 cm). Altéranes de texture moyenne avec importante charge calcaire. Ces altéranes de texture diverse ou contactés calcaires altéranes / plusieurs mètres d'épaisseur à l'ouest et à l'est. Pas d'encroûtement calcaire.	Pas de versants, seulement de sols bruns calcaires ou parfois coques de calcaire. Dans les altéranes profondes, sols à tendance volcaniques de textures variées.	La végétation naturelle a complètement disparu. Au cas où elle réapparaîtrait, elle serait constituée de plantes basses et d'arbustes.	Régénération profonde. Ramons courts de 2 à 3 m dans les altéranes et coulant avec prépondérance sur la roche en place.	Néant.	Educatrice systématique de souches en pierres sèches de long des ravins en fonction des affaissements de roche en place. Combattre des têtes de ravins au moyen de pierres sèches.		C.III D.III E.III F.III G.III H.III I.III J.III
		Masses rouges gypseuses de l'Éocène moyen. Qui avec parfois marneuses de l'Oligocène.	Pentes très faibles: 1 à 2%	Ce contact avec les versants, colluvions ou colluvions de texture moyenne peu épaisses (10 à 40 cm). Altéranes de texture moyenne avec importante charge calcaire. Ces altéranes de texture diverse ou contactés calcaires altéranes / plusieurs mètres d'épaisseur à l'ouest et à l'est. Pas d'encroûtement calcaire.	Pas de versants, seulement de sols bruns calcaires ou parfois coques de calcaire. Dans les altéranes profondes, sols à tendance volcaniques de textures variées.	La végétation naturelle a complètement disparu. Au cas où elle réapparaîtrait, elle serait constituée de plantes basses et d'arbustes.	Régénération profonde. Ramons courts de 2 à 3 m dans les altéranes et coulant avec prépondérance sur la roche en place.	Néant.	Educatrice systématique de souches en pierres sèches de long des ravins en fonction des affaissements de roche en place. Combattre des têtes de ravins au moyen de pierres sèches.		C.III D.III E.III F.III G.III H.III I.III J.III
		Masses rouges gypseuses de l'Éocène moyen. Qui avec parfois marneuses de l'Oligocène.	Pentes très faibles: 1 à 2%	Ce contact avec les versants, colluvions ou colluvions de texture moyenne peu épaisses (10 à 40 cm). Altéranes de texture moyenne avec importante charge calcaire. Ces altéranes de texture diverse ou contactés calcaires altéranes / plusieurs mètres d'épaisseur à l'ouest et à l'est. Pas d'encroûtement calcaire.	Pas de versants, seulement de sols bruns calcaires ou parfois coques de calcaire. Dans les altéranes profondes, sols à tendance volcaniques de textures variées.	La végétation naturelle a complètement disparu. Au cas où elle réapparaîtrait, elle serait constituée de plantes basses et d'arbustes.	Régénération profonde. Ramons courts de 2 à 3 m dans les altéranes et coulant avec prépondérance sur la roche en place.	Néant.	Educatrice systématique de souches en pierres sèches de long des ravins en fonction des affaissements de roche en place. Combattre des têtes de ravins au moyen de pierres sèches.		C.III D.III E.III F.III G.III H.III I.III J.III
		Masses rouges gypseuses de l'Éocène moyen. Qui avec parfois marneuses de l'Oligocène.	Pentes très faibles: 1 à 2%	Ce contact avec les versants, colluvions ou colluvions de texture moyenne peu épaisses (10 à 40 cm). Altéranes de texture moyenne avec importante charge calcaire. Ces altéranes de texture diverse ou contactés calcaires altéranes / plusieurs mètres d'épaisseur à l'ouest et à l'est. Pas d'encroûtement calcaire.	Pas de versants, seulement de sols bruns calcaires ou parfois coques de calcaire. Dans les altéranes profondes, sols à tendance volcaniques de textures variées.	La végétation naturelle a complètement disparu. Au cas où elle réapparaîtrait, elle serait constituée de plantes basses et d'arbustes.	Régénération profonde. Ramons courts de 2 à 3 m dans les altéranes et coulant avec prépondérance sur la roche en place.	Néant.	Educatrice systématique de souches en pierres sèches de long des ravins en fonction des affaissements de roche en place. Combattre des têtes de ravins au moyen de pierres sèches.		C.III D.III E.III F.III G.III H.III I.III J.III
BASSE PLAINE		Altéranes de degrés et de marne de l'Éocène moyen visible dans les cours d'eau.	Pentes très faibles: 1 à 3%	Altéranes de texture sableuse avec une faible charge calcaire. Ces altéranes de texture diverse ou contactés calcaires altéranes / plusieurs mètres d'épaisseur à l'ouest et à l'est. Pas d'encroûtement calcaire.	Sols d'apport alluvial.	Steppe maigre à <i>Helianthus</i> , <i>Stipa</i> , <i>Agrostis</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Helianthus</i> , <i>Agrostis</i> et <i>Artemisia</i> en haut des versants.	Régénération profonde. Ramons courts de 2 à 3 m dans les altéranes et coulant avec prépondérance sur la roche en place.	Néant.	Educatrice systématique de souches en pierres sèches de long des ravins en fonction des affaissements de roche en place. Combattre des têtes de ravins au moyen de pierres sèches.		F.II G.II H.II I.II J.II
		Altéranes de degrés et de marne de l'Éocène moyen visible dans les cours d'eau.	Pentes très faibles: 1 à 3%	Altéranes de texture sableuse avec une faible charge calcaire. Ces altéranes de texture diverse ou contactés calcaires altéranes / plusieurs mètres d'épaisseur à l'ouest et à l'est. Pas d'encroûtement calcaire.	Sols d'apport alluvial.	Steppe maigre à <i>Helianthus</i> , <i>Stipa</i> , <i>Agrostis</i> , <i>Artemisia</i> , <i>Helianthus</i> , <i>Agrostis</i> et <i>Artemisia</i> en haut des versants.	Régénération profonde. Ramons courts de 2 à 3 m dans les altéranes et coulant avec prépondérance sur la roche en place.	Néant.	Educatrice systématique de souches en pierres sèches de long des ravins en fonction des affaissements de roche en place. Combattre des têtes de ravins au moyen de pierres sèches.		F.II G.II H.II I.II J.II

Corneille régulière majeure (10m), Corneille régulière mineure (10m), Corneille majeure (10m), Corneille mineure (10m)