

01565

MICROFICHE N°

République Tunisienne
MINISTRE DE L'AGRICULTURE
CENTRE NATIONAL DE
DOCUMENTATION AGRICOLE
TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة
المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F 1

EN DA 01565

1977

REPUBLIQUE TUNISIENNE

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

Direction des Ressources en Eau et en Sol

DIVISION DES SOLS

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

CENTRE DE DOCUMENTATION AGRICOLE

03 F^e 1978

ETUDE PEDOLOGIQUE ET DE L'EROSION DU BASSIN VERSANT DE L'OUED HADJEL (TUNISIE CENTRALE)

Par : DELHOUME Jean-Pierre, Pédologue ORSTOM. HAMZA Ali, Géomorphologue, Division des Sols. HENTATI Adel, Géomorphologue à la Division des Sols MOHDI Mohamed Ingénieur-Adjoint, Division des Sols (Mai 1976)

N° 502

ETUDE PEDOLOGIQUE ET DE L'EROSION DU BASSIN VERSANT
DE L'OUED HADJEL (TUNISIE CENTRALE)

P a r

DELHOUME Jean-Pierre, Pédologue O.R.S.T.O.M.

HANZA Ali, Géomorphologue, Division des Sols

HENTATI Adel, Géomorphologue, Division des Sols

MOHDI Mohamed, Ingénieur-Adjoint, Division des Sols

Etude N° 502

Mai 1976

SOMMAIRE

Pages

INTRODUCTION

1ère PARTIE : LE MILIEU

I	- <u>LE MILIEU PHYSIQUE</u>	1
	I.1. - <u>Géologie</u>	
	I.2. - <u>Climatologie</u>	
	I.3. - <u>Géomorphologie</u>	
	I.4. - <u>Végétation</u>	
II	- <u>LE MILIEU HUMAIN</u>	5
	II.1. - <u>Population</u>	
	II.2. - <u>Activités agricoles</u>	
	II.3. - <u>Elevage</u>	

2ème PARTIE : LA DYNAMIQUE EROSIVE DANS LE BASSIN VERSANT DE L'OUED EL HJEL.

par : HAMZA ALI et HENTATI ADEL

I	- <u>L'ACTION DES EAUX COURANTES</u>	7
	1) <u>Le ruissellement diffus</u>	
	2) <u>Le ruissellement concentré</u>	
II	- <u>LES PROCESSUS LIES A L'ACTION MECANIQUE DES VENTS</u>	13
III	- <u>TECHNIQUE DE LA REPRESENTATION CARTOGRAPHIE</u>	15

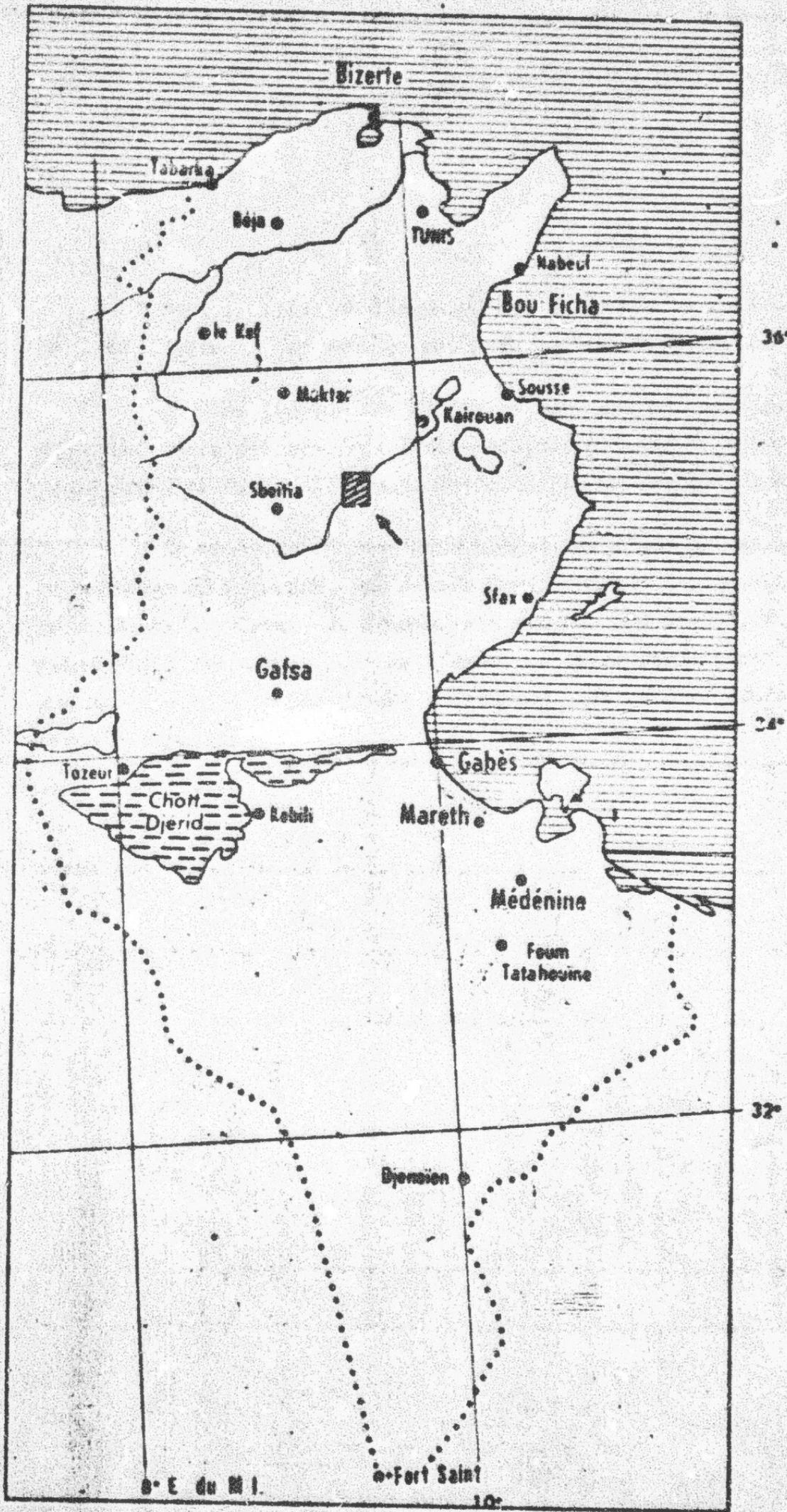
.../...

3ème PARTIE : ETUDE PEDOLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'OUED HAJEL

Par : DELHOUM J.P et MOHDI MOHAMED

I - <u>CLASSE DES SOLS MINERAUX BRUTS</u>	21
II - <u>CLASSE DES SOLS PEU EVOLUES</u>	23
III - <u>CLASSE DES SOLS CALCIMAGNESIQUES</u>	33
IV - <u>CLASSE DES SOLS ISOHUMIQUES</u>	37
<u>CONCLUSION GENERALE</u>	44
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	45

CARTE DE SITUATION



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

Dans le cadre de l'aménagement du bassin versant de l'Oued Zéroud (850.000 hectares), un barrage est prévu à Sidi Saïd, en Tunisie Centrale.

Afin de limiter les dépôts de matières solides dans ce futur barrage, des zones prioritaires (sous-bassins) ont été définies par les Services forestiers, en vue de l'aménagement et de la protection du bassin versant.

Le sous-bassin de l'Oued Hadjel est l'une de ces zones à aménager et protéger en priorité, car située immédiatement à l'amont du site du barrage. Jusqu'à présent, ce sous-bassin n'a pas été étudié, tant sur le plan pédologique que sur le plan de l'érosion. Cette étude vient donc combler cette lacune et compléter les études existantes, afin d'être utilisée par les services intéressés.

.../...

ère PARTIE

LE MILIEU

Les limites du secteur étudié sont les suivantes :

- au Nord, l'Oued Zéroud (rive droite)
- à l'Est, la ligne de crêtes de Djebels Et Touati, Bou Gobrins et Nara.
- au Nord-Ouest, la ligne de crêtes des Djebels El Henndi et Es-Zaoufa .
- au Sud-Ouest, l'Oued El Abafed, passant au Sud, après l'Oued Hadjel, à l'Oued El Magren, la Garast Zaouah et Bled Felta Rhourga.

Ainsi délimité, le secteur occupe une superficie d'environ 25.000 hectares.

I - LE MILIEU PHYSIQUE

I.1. - Géologie

Le bassin versant de l'Oued Hadjel se rattache au système structural classique de la Tunisie Centrale. Deux anticlinaux, faillés et dissymétriques, correspondent aux Djebels = à l'Est, Djebels Bou Gobrins et Nara (orientation Nord-Sud); au Sud-Ouest, Djebels El Henndi et Es Zaoufa (orientation Nord-Est - Sud-Ouest). L'espace situé entre ces deux massifs est occupé par une cuvette synclinale devenant de plus en plus large vers le Sud-Ouest, où coule l'Oued Hadjel.

Les affleurements de roches des djebels ont des âges variés : du Crétacé jusqu'à la fin du Tertiaire. On trouve principalement :

- calcaires durs et dolomies, avec alternances marneuses du Crétacé.
- calcaires durs et marnes plus ou moins gypseuses de l'éocène supérieur.
- conglomérat pontien.

La dépression synclinale est constituée d'un ensemble de matériaux quaternaires, de nature variée :

.../...

- croûtes calcaires fossilisant les buttes-témoins de différents glacis étagés.
- alluvions anciennes et récentes des différentes terrasses.
- éboulis de pente, dunes, cailloutis plus ou moins grossiers.

Il est à noter l'importance des matériaux sableux dans cette cuvette synclinaïe, qui représente une superficie importante de l'ensemble du bassin de l'Oued Hadjel.

I.2. - Climatologie.

Les principales caractéristiques climatiques de la région de l'Oued Hadjel peuvent être résumées comme suit :

- pluviométrie annuelle faible (300 à 350 mm)
- température élevée (moyenne annuelle de l'ordre de 18 à 19°C)
- forte évapotranspiration (E.T.P. moyenne annuelle = 950 mm)
- vents du Nord et Nord-Ouest dominants.

Le secteur étudié se range dans la zone bio-climatique méditerranéenne aride supérieur, avec les variantes à hivers frais, tempérés et doux. (LE ROUEROU - 1969).

Les variations intra-annuelles sont assez accusées, comme le montrent les deux tableaux ci-dessous.

Station	Période des	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Hadjeb	1964/72	9,5	13,5	15,0	17,7	20,4	25,0	28,8	27,3	23,3	18,7	14,2	12,0	18,7
El-Aïoun														
Sidi Saad	1955/65	10,7	11,8	13,9	16,1	20,8	23,3	27,5	28,6	22,8	18,2	14,0	11,0	18,3

Températures moyennes mensuelles en °C (sources = Services Météorologiques)

.../...

L'amplitude thermique annuelle est relativement élevée : 19°C, caractéristique d'une continentalité accusée. L'été est très chaud, alors que l'hiver est frais à tempéré.

Station	Période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Hadjeb El Aïoun	1911/82	33,2	30,7	27,4	27,5	23,1	17,2	4,0	12,7	42,1	40,3	38,4	14,5	311,4
Sidi Saïd	1923/82	32,0	29,1	25,5	23,5	18,5	12,3	5,4	9,7	18,5	15,4	13,3	12,2	301,3
Observation : Les années 1918/1928 et 1943/1958 pour Hadjeb El Aïoun														

Pluviométries moyennes mensuelles en mm (sources et sources LE ROUEROU 1969)

La répartition des pluies montre un automne et un printemps pluvieux, un hiver un peu moins humide et un été très sec.

Les pluies sont le plus souvent orageuses et brutales, surtout en septembre.

A côté de ces variations intra-annuelles, on note de très fortes variations interannuelles. C'est ainsi qu'à Sidi Saïd, on a enregistré par exemple :

- moyenne de la température de janvier 1967 = 8,6 °C et 14,7 °C en janvier 1955.
- pluviométrie du mois de septembre 1969 = 416 mm et 43 mm en septembre 1972.
- maximum de pluviométrie annuelle enregistrée à Hadjeb El Aïoun = 642,1 mm et à Sidi Saïd = 201,1 mm.
- minimum de pluviométrie annuelle enregistrée à Hadjeb El Aïoun = 122,0 mm et à Sidi Saïd = 88,8 mm.

Il faut donc retenir la grande variabilité du climat de cette région, ce qui est tout à fait caractéristique de la Tunisie Centrale.

.../...

I.3. - Géomorphologie

Le bassin versant de l'Oued Hadjel peut être subdivisé en deux zones.

- une zone subsidente, située à l'amont du bassin (au Sud d'une ligne Oued Majeur - Oued Grabaa). Dans cette partie, le djebel, constitué de calcaire dur, forme une ligne de crêtes tournée vers l'Est. Le flanc Ouest du djebel forme une surface substructurale, que le ruissellement concentré a démantelé en chevrons bien distincts.

Le djebel domine un piedmont homogène, formé par des glacis superposés. Les plus anciens d'entre eux portent une croûte conglomératique très dure (moulouyen), souvent démantelée et dont il ne reste qu'un lambeau accroché au djebel (amont de l'oued Graquib).

- une zone non subsidente, à l'aval du bassin versant. Les djebels, calcaires, sont du même style que ci-dessus. Leur piedmont est formé en glacis étagés caractéristiques. Les glacis les plus récents (soltanien et rharbien), passent vers l'Oued Hadjel à des terrasses alluviales du même âge.

I.4. - Végétation

La végétation climacique des djebels au-dessous de 1.000 mètres, définie par G. LONG, devrait être un groupement forestier composé de pin d'Alay et de genévrier de Phénicie. Cette forêt (1) a pratiquement entièrement disparu aujourd'hui dans la zone, remplacée par une steppe d'alfa avec des reliques forestières comme le romarin.

Cette steppe s'étend jusqu'à la zone des glacis, avec différents groupements où apparaît l'Armaies.

Les zones sableuses, lorsqu'elles ne sont pas défrichées, sont occupées par des touffes de jujubiers en nebkhas. Une fois défrichées, ces milieux sont alors occupés par des cultures et l'arboriculture.

(1) plusieurs indices indiquent l'existence de cette ancienne forêt : toponymie de certains oueds (Amar, Drou...); Ibn Abd El Hakam en parle dans son histoire de l'Ifriqiya.

II - LE MILIEU HUMAIN

Le bassin versant de l'Oued Madjel est caractérisé par un déséquilibre entre les potentialités du milieu et les exigences de la population actuelle. Les origines de ce déséquilibre ont plusieurs causes :

- accroissement rapide de la population
- pratiques culturelles non adaptées au milieu, défrichement...
- pastoralisme excessif.

II.1. - Population

Très anciennement habité comme en témoignent les nombreux vestiges et ruines romaines, le secteur est occupé actuellement par une population nombreuse qui a connu une augmentation rapide de 1946 à 1966, avec un taux d'accroissement annuel de 3,56 % (moyenne pour la Tunisie Steppique = 2,06 %).

Cette surpopulation entraîne une intensification des activités agricoles, dans un secteur déjà très pauvre du point de vue ressources et possibilités agricoles. A ceci s'ajoute des difficultés d'accès (absence de routes, pistes non entretenues...), qui maintiennent le secteur isolé.

II.3. - Activités agricoles

L'augmentation de la population a donc provoqué l'extension de l'Agriculture, ce qui a entraîné plusieurs conséquences néfastes :

- défrichement de plus en plus important, allant jusqu'à la disparition presque complète de la forêt originelle.
- extension des zones de céréaliculture et d'arboriculture dans des milieux souvent peu propices, et au détriment des zones réservées aux parcours des troupeaux. Ceci a été favorisé par le développement de la mécanisation, mal utilisée par la population.
- des pratiques culturelles peu adaptées au milieu, en particulier le labour dans le sens de la pente et juste en bordure des oueds.

.../...

II.3. - Elevage

La vocation principale des steppes du Centre tunisien est l'élevage ovin et caprin. Du fait du développement des zones réservées aux cultures, l'élevage s'est trouvé fortement réduit dans l'espace.

Il en résulte un surpâturage intense, qui accélère les processus de dégradation du couvert végétal.

Comme nous le constatons, tous les facteurs ci-dessus sont interdépendants. L'équilibre du milieu bien que précaire qui s'était maintenu pendant des siècles, a été rompu de façon pratiquement irréversible, par l'intervention excessive de l'homme. Le résultat est une érosion catastrophique qui fait de ce bassin un des paysages les plus désolés de la Tunisie centrale.

.../...

2ème PARTIE

LA DYNAMIQUE EROSIVE DANS LE BASSIN
VERSANT DE L'OUED EL HJEL

Par

HANZA ALI

HENTATI ADEL

L'érosion est le phénomène naturel caractéristique des écosystèmes de la Tunisie Centrale. Ceci résulte du fait que cette région se situe dans des milieux bioclimatiques de transition à l'intérieur de la zone méditerranéenne. Celle-ci étant elle-même une zone de transition. Il se trouve qu'actuellement ces milieux subissent une véritable rupture d'équilibre, se traduisant par une ablation de plus en plus forte. (1) La Tunisie n'échappe pas à ce phénomène et la déperdition du patrimoine pédologique est très grave compte tenu des ressources limitées du pays. Le bassin versant de l'Oued El Hjel est un exemple typique montrant la gravité de l'érosion qui affecte la Tunisie Centrale.

Il est vrai que dans ce bassin versant, l'érosion liée à l'action mécanique de l'eau est prépondérante; mais elle n'est pas la seule. En effet, l'érosion éolienne est parfois importante dans des secteurs bien localisés. A côté des processus physiques, il y a tout un cortège de processus d'érosion chimique. On peut évoquer par exemple l'hydrolise et l'hydratation, la migration du calcaire et du gypse qui favorise les encroûtements, etc...

Nous nous sommes intéressés aux actions érosives les plus nuisibles :

- l'action des eaux courantes
- l'action des vents dominants

I - L'ACTION DES EAUX COURANTES :

Cette action est polyvalente et prend des formes et des degrés de gravités différents, depuis le ruissellement diffus localisé sur certains versants, jusqu'au ruissellement concentré généralisé et hiérarchisé. Nous allons passer en revue chacune de ces modalités d'érosion en insistant sur leur action et partant sur leur gravité.

1) Le ruissellement diffus.

Lors des averses, une pellicule d'eau s'étale à la surface du sol et véhicule en suspension des éléments limoneux (limons, sables, argiles) et des brindilles. Cette pellicule est incapable d'un gros transport. Le ruissellement est cependant intéressant à localiser sur le terrain qu'il

(1) Q (Sidi Sâd) = 32,2

déclenche un processus d'érosion généralisé affectant l'ensemble des versants. En effet, partout dans le bassin versant d'Oued El Hjel et notamment sur les versants à pente moyenne et forte (les 3 dernières classes de pente), on remarque une concentration superficielle d'éléments grossiers sous la forme de pavage plus ou moins continu. Entre les éléments de ce pavage, des traces de ruissellements sont nettes. C'est un processus d'érosion modeste en apparence, qui peut devenir important quand il trouve des conditions favorables telles que :

- des pluies torrentielles (de front froid)
- un couvert végétal dégradé, avec un taux de couverture inférieur à 10 %.
- un sol labouré et nu.
- un sol aux vertigues instables.
- un pas de temps très long.

Or toutes ces conditions sont réunies dans le bassin versant de l'Oued El Hjel, ce qui fait que les processus d'érosion liés au ruissellement diffus revêtent un fort caractère de gravité. En effet, dans des secteurs bien localisés, sur la rive droite et gauche de l'Oued, au pied des crêtes et barres pontiennes, les pavages pierreux sont étendus. Ils résultent, en partie, d'une alimentation en matériel grossier venant de la corniche conglomératique des barres et crêtes mais, fait plus important, ce matériel a subi un "lavage" intense et perdu toute la matrice fine et moyenne qui emballait les éléments grossiers. En outre, dans les secteurs colonisés par des plantes ligneuses, tels le jujubier ou les plantes herbacées, on remarque un déchaussement accentué de ces plantes, prouvant l'ancienneté et la pérennité de ces processus.

Devant cet état de chose, une action limitatrice des dégâts causés par ces processus, d'ailleurs facile et peu coûteuse, est obligatoire. Cependant, pour permettre un aménagement valable, nous allons détailler les mécanismes de ce type d'érosion.

Les processus de décapage superficiel généralisés résultent, comme nous l'avons indiqué dans la légende, de la combinaison de plusieurs processus

.../...

secondaires d'érosion. Le premier est lié à l'érosion qui favorise la désagrégation de la structure du sol dans les secteurs gypseux . Si la pente est suffisante, la désagrégation des mottes par l'impact des gouttes de pluie, entraîne une migration des éléments fins et moyens vers le bas. Ce mécanisme est accéléré lorsque les pluies sont torrentielles et le couvert végétal dégradé. Ces conditions se trouvent réunies pendant la saison des premières pluies. Il faudrait donc trouver un type de végétal qui puisse coloniser les secteurs à formations meubles pendant l'automne, ce qui permettrait de diminuer la gravité des processus de l'érosion pluviale. L'action érosive superficielle des ruisselets, pendant les précipitations, en sera d'autant limitée. En effet, vers l'aval, cette érosion prend le relai de l'érosion pluviale. Les filets d'eau, par déplacement latéral, finissent par exercer une ablation superficielle sur une pellicule de sol peu épaisse (quelques centimètres).

Les processus d'érosion liés au ruissellement diffus sont très nettement développés sur les interfluvés, à pente faible ou nulle, du bas et moyen Hjel, et sur ceux qui se trouvent derrière les barres pontiennes et burdigaliennes, sur la rive droite de l'oved. Ces processus affectent, aussi, tous les secteurs à pente forte et moyenne, et donc tous les versants y compris ceux apparemment couverts par la végétation.

2) Le ruissellement concentré.

L'érosion qui découle de ce type de ruissellement est la plus grave et c'est elle qui caractérise le déséquilibre dynamique de la région.

Plusieurs processus d'érosion découlent de ce type de ruissellement.

a - Le ravinement simple incipient.

Il s'agit de ravineaux ayant moins d'un mètre de profondeur qui peuvent affecter des interfluvés à pente très faible. Ce sont des ouvrages⁽¹⁾ débutants. Ils se trouvent généralement en amont des formes de ravinement très développées.

(1) Ouvrage : terme russe pour désigner une petite ravine sur pente faible ou nulle.

Ce ravinement est représenté dans la légende sous le nom de ruisselement concentric : ()

La gravité de ce processus provient de la densité des ravineaux dans un secteur bien localisé : on les rencontre sur la majorité des types de parcelles cultivées. Ils remplacent parfois les traces des ruisselets qui se trouvent entre les pavages du matériel grossier résultant du décapage généralisé. La lutte contre ce type de ravinement consiste à empêcher la concentration de l'eau sur les interfluviaux. Ceci demande de la part des paysans l'abandon de la pratique des labours dans le sens de la pente, la construction de murettes ou de tabias minuscules pour limiter la vitesse de l'eau et fragmenter son énergie. Ceci n'est valable que dans les secteurs sableux, notamment dans le moyen et le haut Ejel.

b - Le ravinement débutant.

C'est une forme de ravinement provenant de l'amplification de la forme précédente. Il s'agit en fait de ravins individuels bien incisés qui affectent, sans exception, les berges de tous les oueds du bassin versant. Le recul de ces berges dépend de l'évolution de ces ravins. Ce sont eux qui sont responsables des phénomènes de sapement des berges et de l'élargissement des lits mineurs, et même parfois des lits majeurs pour certains oueds affluents.

Le recul de la tête de ces ravins est accéléré : d'après l'interprétation des photographies aériennes de 1963 et 1974, ces ravins ont reculé de plus de 25 mètres et certains d'entre eux ont évolué en ravinement généralisé et hiérarchisé.

En outre, lors des premières pluies d'automne, certains des ravins débutants, que nous avons pu observer, ont progressé vers l'amont d'environ 1 m. en endommageant certaines portions des sentiers et des pistes du bassin versant.

.../...

Il convient donc pour diminuer la gravité de ce type de ravinement, de ralentir le recul de la tête des ravins en empierrant leur terminaison et en faisant des murettes à une distance à calculer suivant les cas, en amont des ravins afin de fragmenter l'énergie du ruissellement. (cf. schéma ci-contre).

Ces ravins deviennent encore plus dangereux lorsqu'ils se hiérarchisent et que leur réseau se généralise sur les interfluves tout en augmentant de longueur.

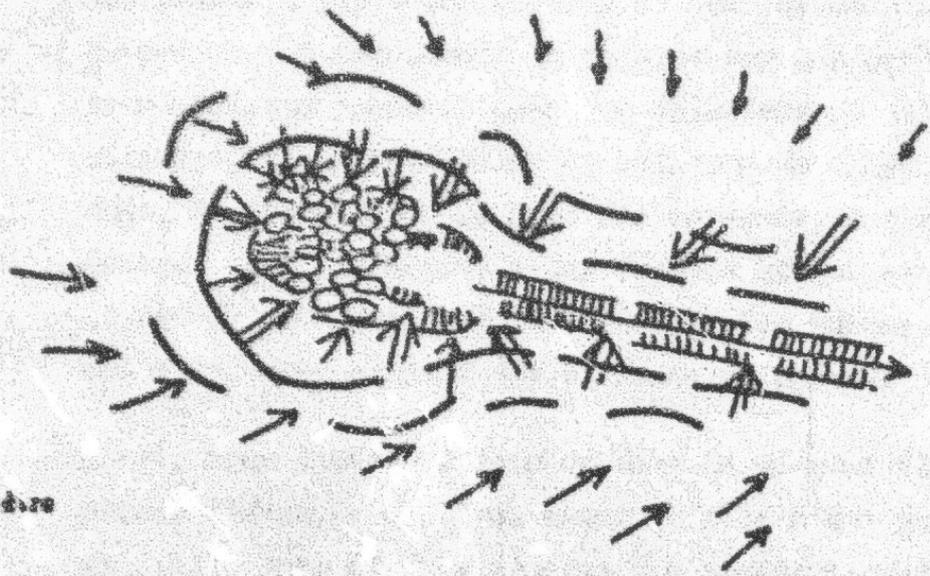
a - Le ravinement généralisé.

Il engendre des ravins profonds et longs qui découpent l'interfluve sans devenir coalescents. On les rencontre dans le bas Hjel sur les deux rives. Les interfluves plats sont encore conservés et portent parfois des cultures. La dynamique érosive qui donne ce type de formes se fait sur les interfluves et dans les talwegs. En effet, on a un élargissement des berges ce qui tend à "manger" les interfluves. En outre, ces dernières sont très échancrées par les bras de ces ravins, qui reculent vite au dépend de la surface de l'interfluve couverte parfois par un tapis d'alfa. Les ravineaux qui sont adjacents aux ravins ne sont pas encore très profonds, et n'ont généralement que 1,5 à 2 mètres de profondeur.

Pour lutter contre ce ravinement profond généralisé il faut :

- traiter les ravineaux, (bras des ravins, avec empierrement de la terminaison amont).
- traiter le bassin de réception des ravins par un couvert végétal, empierrement et murettes.
- limiter les actions favorisant le recul des berges (sape-ment des berges). Ceci se fait par le traitement des ravineaux (bras) et par la limitation de la vitesse de l'eau au fond du ravin : diguettes au fond des ravineaux et empierrement des secteurs fragiles des berges par un matériel dépassant la compétence du courant. Ce type de ravinement

.../...



Echelle des longueurs : 1 mètre

- | | | |
|---|---|---|
|  | Encaissement du ravin : de 2 à 3 mètres | |
|  | Flux diffus | } Les flux énergétiques liés au ruissellement |
|  | Flux plus concentré | |
|  | Empierrement | } Traitement du ravin |
|  | Murettes | |

occupe la majeure partie des interfluvies des glacis-terrasses du Hjel (moyen et bas), ainsi que tout le versant Ouest de la chaîne Hara - Bou Gobrins. Ici la pente est très forte et le versant très long, l'eau coulant alors dans le fond des ravins à une vitesse forte et donc ayant une grande compétence. L'écoulement se faisant sur une surface structurale mais façonnée dans des calcaires et calcaires dolomitiques, il ne peut charrier beaucoup de matériel. Cependant, en aboutissant au pied des versants, cette eau concentrée dans les ravins a une énergie mécanique très forte et exerce donc une forte érosion sur les marnes gypseuses qui s'étendent au pied des versants calcaires.

Ainsi, pour limiter l'érosion dans le piedmont il faut disperser l'énergie de l'eau avant qu'elle n'atteigne le pied du Jebel. Donc il faut traiter les secteurs montagneux.

d - Le ravinement profond généralisé et hiérarchisé.

C'est ce que les anglo-saxons appellent "bad-lands" typiques : Il s'agit du ravinement généralisé. Il y a dans ce phénomène, coalescence des ravins voisins. Les interfluvies étant limitées à des arêtes de quelques dizaines de mètres carré. On se trouve en présence de formes de "Chebka" typique.

Ici on a :

- approfondissement du lit
- élargissement du lit avec sapement des berges.
- démantèlement de l'interfluvie.

La plus grande quantité de matériel déversé dans le Hjel vient de ces secteurs. Ces derniers se localisent :

sur la rive droite :

- dans le bas Hjel

.../...

- entre les premières barres pontiennes conglomératiques et les barres burdigaliennes gréseuses.
- au pied des reverses substructives des crêtes.

sur la rive gauche :

- dans le bas Hjel
- dans le secteur de Ragoubet El Afn.

Le traitement de ce type de ravinement très grave consiste en :

- une mise en défense de ces secteurs et du secteur jbel.
- un traitement des ravins des jbel pour la rive droite.
- un empierrement des têtes de ravins, ravinsaux et rigoles qui s'entremêlent dans les zones ravonnées.
- une limitation du sapement des berges par diminution de la vitesse de l'eau au fond des ravins. Dans les secteurs compris entre les barres pontiennes et les barres burdigaliennes, ceci peut se faire facilement car le tracé est accidenté de plusieurs gorges où l'affleurement des bancs de grès redressés à la verticale. Ces derniers pourraient asséoir des diguettes au fond des ravins, diguettes qui, multipliées le long du cours, diminueraient l'énergie de l'eau.

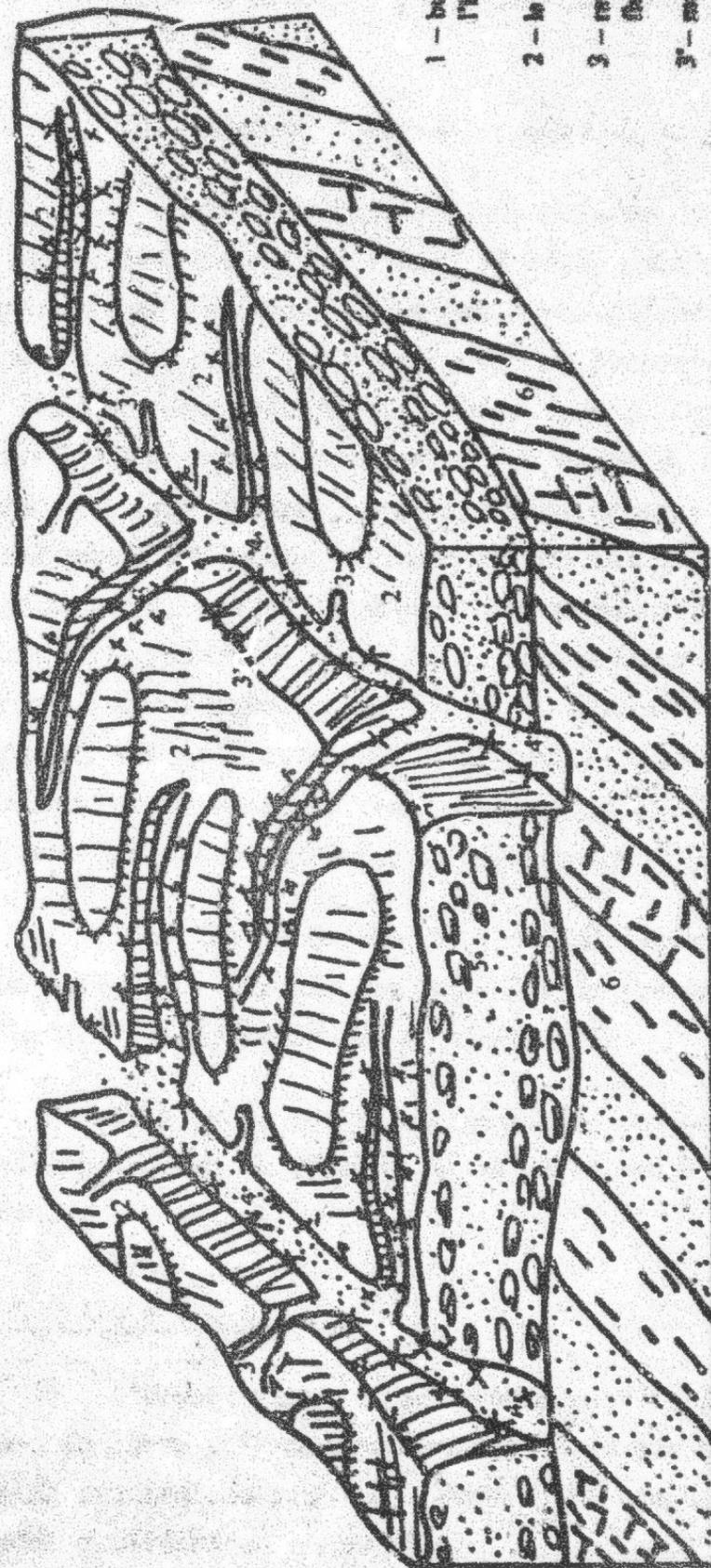
Généralement, la couverture alfatière ne peut pas limiter l'extension et le développement de ce ravinement. En effet, il n'est pas rare de rencontrer au fond des ravins des paquets de terre provenant de l'interfluve et sur les quels sont encore fixées les touffes d'alfa.

II - LES PROCESSUS LIES A L'ACTION MECANIQUE DES VENTS.

Le vent est un agent d'érosion dont les traces sont nettes sur le terrain quoiqu'il ne revête pas un caractère grave.

.../...

BLOC DIAGRAMME INTERPRÉTANT LE RAVINEMENT GÉNÉRALISÉ



- 1 -- buttes témoignent de l'ancien niveau de l'interfluve
- 2 -- le niveau actuel de l'interfluve
- 3 -- ravins profonds qui incoupent l'interfluve
- 4 -- manifestation du ravinement débattant
- 5 -- vallées affluentes d'Oued El Hjal
- 6 -- dépôt alluvial du glacis-terrasse d'Oued El Hjal
- 6 -- les facies sablo-argilo-marneux du vado-lonain.

100 m 200 m 300 m

///

Cultures

XX

Manifestation agressive de l'érosion

200
150
100
50
0

La vent cause des actions de déflation et d'accumulation éolienne ou de empouillage éolien. Ces processus affectent un vaste secteur de la rive droite de l'Oued El Hjel au Sud de son affluent oued Ahmed. Là, de véritables champs de dunes manquent des formations sableuses pédogénésées. Ces dunes sont généralement vives et seulement quelques secteurs sont fixés par le jujubier.

La dynamique éolienne s'opère de la façon suivante :

Les vents dominants du Nord-Ouest, canalisés par les vallées affluentes de la rive gauche de l'Oued El Hjel, acquièrent une vitesse et une forte compétence et exercent alors une forte déflation dans les tabliers des affluents et de l'Oued El Hjel, riches en sables fluviaux. Ces sables sont projetés sur les premiers reliefs de la rive droite. Ces derniers se comportent comme de véritables champs éoliens où les vents du Nord-Ouest passant par El Hjel, accentuent leur vitesse, une déflation intense affecte alors les fonds sableux de ces oueds affluents. Cependant, sur les premiers interfluviaux jouant le rôle d'obstacle, les vents diminuent brusquement de force et les sables s'y accumulent sous forme de dunes et de empouillage éolien. Ce dernier type est important à noter parce qu'il est à la disposition du ruissellement, sur l'interfluvial, une pellicule de sables meubles particulières parfois de 15 cm. d'épaisseur. Ce matériel revient donc sous l'action du ruissellement; son transfert sur les pentes entraînant une érosion d'autant plus forte.

Tous les processus éoliens (déflation-accumulation) affectent les mêmes secteurs : car sur les secteurs de fortes accumulations de sables éoliens, une action de déflation est notable.

Nous avons relié les processus éoliens au modèle : c'est ce que nous avons appelé dans la légende de la carte, modèle bosselé de déflation-accumulation.

CONCLUSION

L'érosion dans le bassin-versant de l'Oued El Hjel est donc importante. La carte que nous présentons n'est que qualitative. En effet, les degrés de gravité des processus érosifs distingués dans la carte proviennent de données qualitatives : exemple :

.../...

Les processus les plus graves sont ceux qui affectent un secteur :

- à fort ruissellement concentré, lié à :
 - la proximité des Jbels qui jouent le rôle de vastes impluviums.
 - des pentes fortes ($> 25 \%$) et longues.
- où le couvert végétal est peu protecteur (taux de couverture inférieur à 10 % maximum).
- où les formations superficielles ou géologiques sont meubles ou assouplies :
 - alluvions non encroûtées
 - marnes et argiles
 - marnes gypseuses
 - sables éoliens remaniés.

Ces secteurs apparaissent très ravinés (ravinement profond généralisé et hiérarchisé).

III - TECHNIQUE DE LA REPRESENTATION CARTOGRAPHIE.

1) Principe.

Nous avons essayé de présenter un document le plus net possible facilement compréhensible par les utilisateurs.

Nous avons opté volontairement pour ne représenter que les phénomènes les plus importants pour aboutir à un document synthétique.

On était obligé dans ce sens de séparer la carte des pentes de celles des processus d'érosion.

2) La cartographie.

L'échelle la plus grande dont on disposait était le 1/35.000. C'est

.../...

celle qu'on a utilisée. Nous estimons qu'elle est valable à ce premier stade d'avant projet et qu'elle ne le serait plus au stade du projet. La raison en est la suivante : Le bassin-versant de l'Oued El Hjal est l'objet d'un déséquilibre qui se manifeste par une dynamique érosive très poussée dont les modalités sont très variées qualitativement et quantitativement. L'adoption d'une échelle toujours grande permettra aussi d'éviter une grave erreur de la synthèse : la minimisation des processus élémentaires qui sont le début d'une évolution et par quoi la lutte contre l'érosion doit commencer.

- La représentation.

*cartes des valeurs et des longueurs des pentes

- . On l'a faite sur calque pour qu'elle soit superposable à la carte de la dynamique.
- . Le choix des classes de pentes était commandé par les utilisations. Il s'agit de 5 classes :
 - 0 - 4%
 - 4 - 8%
 - 8 - 15%
 - 15 - 25%
 - 25 et plus %

L'estimation de la valeur des pentes était faite par :

- . Observation sur terrain de stations déterminées.
- . Par calcul à partir de la carte topographique au 1/50.000.
- . 5 classes de hachures obliques (en pointillet simple, renforcées entre-croisées) ont été choisies.

3 couleurs différentes en plages ont été aussi choisies pour les 3 classes des longueurs de pente à savoir :

- moins de 100 m.
- 100m à 300 m.
- 300m et plus.

.../...

Cette dernière indication trouve sa valeur en la combinant avec la valeur des pentes. La situation est la plus grave lorsque la pente est très forte et très longue. L'eau, alors, accumule une énergie potentielle de destruction illimitée qu'elle mettra en action dans le piedmont. On pourrait de cette façon là, chercher des combinaisons entre des longueurs et des valeurs de pentes d'un côté, et des processus d'érosion de l'autre et aboutir aussi à des corrélations qu'on utilisera dans l'étude d'autres bassins-versants.

Carte de la dynamique.

C'est le document essentiel. Comme il a été dit on classera.

- Les processus d'érosion suivant deux paramètres : la modularité, la gravité. Nous avons représenté par quatre couleurs différentes l'importance de l'érosion. La couleur rouge indique l'érosion très grave.

Vert foncé	grave
Vert clair	mojen
Jaune	faible

Les processus sont représentés par des signes ponctuels dans la couleur correspondante à l'importance du processus.

- Le cadre structural et morphologique.

Il a été représenté en noir par des signes différents relatifs à la lithologie - tectonique et les formes de terrain.

Nous n'avons retenu de ces trois données que ce qui intéresse d'une manière ou d'une autre les utilisateurs. D'ailleurs la lithologie est loin d'être celle de la carte géologique et un classement nouveau suivant la plus ou moins grande résistance des roches a été fait.

Ex. : C^5-4 (Cenomanien supérieur) et C_I-III (Lutétien inférieur) sont représentés par le même signe car il s'agit du

.../...

même faciès de calcaire dur mais appartenant à deux étages géologiques différents.

On indique le sens du pendage des couches car, là où le pendage se fait dans le même sens que l'écoulement, on trouve dans les ravins des seuils naturels qui pourraient guider les conservateurs dans l'établissement des travaux de fonds de ravins.

En conclusion, nous voulons rappeler que la délimitation des différents secteurs à dynamique érosive plus ou moins grave est faite selon l'importance spatiale des processus qui affectent les interfluves et les fonds de vallées. Exemple,

Nous avons mis une couleur rouge en place pour tous les secteurs où l'on a :

- des processus d'érosion active sur les interfluves (signes rouges)
- une dynamique alarmante s'effectuant dans le fond des ravins et sur les berges.

Ainsi la gravité de l'érosion dans un secteur doit être conçue comme une synthèse des différentes actions érosives sur les interfluves, sur les berges des vallons et ravins et dans leurs fonds.

Au terme de cette étude, on ne peut que confirmer le choix de ce bassin versant comme prioritaire vu la gravité de l'érosion qui s'y manifeste, et la vocation de sa partie Nord de devenir le lac du Barrage. Le document de l'érosion qu'on vient de préparer ne fait que donner des indications sur les formes de déséquilibre du bassin. Il ne doit être utilisé que comme un document d'avant projet. Pour l'exécution un travail plus détaillé et à plus grande échelle reste à faire.

.../...

3^{ème} PARTIE

ETUDE PEDOLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DE L'OUED HAJEL

P a r

DELHOUME J.P

NOUDI MOHAMMED

Pour l'étude pédologique, le secteur délimité au début de ce rapport a été comploté de la partie Sud, celle-ci ayant été cartographiée antérieurement. La zone étudiée ici, qui représente environ 13.000 hectares, vient donc s'imbriquer au milieu des études déjà réalisées : BELKHODJA (1971) - BERNARD et all. (1986).

Nous avons réalisé ce travail avec les méthodes classiques :

- interprétation des photos aériennes (échelle approximative 1/25.000) de la Mission TUNISIE 1973, et comparaison avec celles de la Mission TUNISIE 1962.
- prospection de terrain avec profils pédologiques (environ 160) et observations diverses (coupes...)
- réalisation de la carte pédologique et report sur fond topographique au 1/50.000, la plus grande échelle existante. Nous n'avons pas jugé utile de reporter les limites sur un fond topographique agrandi au 1/25.000, cette méthode étant sujette à de trop nombreuses erreurs et interprétations erronées.
- quelques échantillons seulement de sols ont été analysés au Laboratoire de la Division des Sols, dans le but de préciser certains processus de pédogénèse, en particulier l'isohumisme.

La classification des sols utilisée est celle de G. AUBERT, présentée par T. CHETTAOUI (1975).

L'examen de la carte montre la grande extension des sols peu évolués dans le secteur. Pour les différencier, nous avons particulièrement insisté sur les matériaux en précisant leur nature, leur épaisseur, leur profondeur d'apparition, les tendances pédogénétiques d'évolution apparaissant au niveau du faciès (calcimorphie, isohumisme).

.../...

I - CLASSE DES SOLS MINÉRAUX BRUTS

I.1 - Sous-classes des sols minéraux bruts d'origine non-climatique

I.1.1 - Groupe des sols minéraux bruts d'érosion

I.1.1.1. - Lithosols (unité I.1. de la carte pédologique)

Ils correspondent aux affleurements de roches dures, non pénétrable aux racines. L'existence de ces "sols" est l'aboutissement de deux processus distincts :

- L'altération physico-chimique de la roche est peu intense et beaucoup moins rapide que le processus d'ablation, ce qui ne permet pas le développement d'horizons pédologiques : cas du calcaire, du grès.
- L'érosion découpe des horizons meubles situés au-dessus d'un matériau dur: cas de la croûte calcaire.

Les différentes familles de cette unité sont localisées sur les djebels et dans leur piedmont et sur la partie amont des glacis encroûtés. Dans les djebels de la rive gauche, il n'a pas été possible de séparer cette unité, aussi nous l'avons regroupée avec des sols peu évolués.

Ces "sols" sont très sujets au ruissellement, d'autant plus que la pente est forte et longue. Tel est le cas du versant Ouest du Djebel Nara, surface structurale de calcaire dur, presque totalement découpée. Le traitement de telles zones doit viser à fragmenter l'énergie du ruissellement.

I.1.1.2. - Régosols (unité I.2)

La roche-mère, constituée de roches tendres (marnes, argiles) est plus favorable à l'altération physico-chimique et à la pénétration des racines. Cette unité est située au pied des djebels, dans des dépressions, et entre des affleurements de roches dures (barres calcaires et gréseuses). Nous l'avons distinguée des sols ci-dessus, l'aménagement et le traitement étant différents pour ces matériaux favorables aux mouvements de masse.

.../...

Une unité particulière a été cartographiée, celle où le facteur dominant est une érosion intense qui annihile toute évolution pédogénétique actuelle. Ces sols correspondent en général aux pourtoirs des oueds, là où les griffes d'érosion, badlands... sont très développées. Le matériau est de texture grossière et évolué anciennement, avec des sols de type isohumique le plus souvent. Leur destin dans l'avenir immédiat étant leur disparition, par effondrement des berges et départ dans les oueds. Nous avons utilisé cette unité particulière, pour situer les zones à traiter rapidement, chaque nouvelle pluie provoquant le recul des berges et l'extension du phénomène.

I.1.3 - Groupe des sols minéraux bruts d'apport alluvial (unité I.3)

I.1.3.1. - Modal

Ils comprennent tous les dépôts récents dans les lits d'oueds. Leur texture est très hétérogène et variable d'un point à un autre : limons, sables, éléments grossiers (gravière, cailloux et blocs). Nous n'avons cartographié cette unité que pour le lit de l'Oued Hadjel, les autres oueds, trop étroits, n'étant pas représentables à notre échelle.

I.1.3 - Groupe des sols minéraux bruts d'apport éolien (unité I.4)

Ils forment de petites dunes ponctuelles, plus ou moins mouvantes, localisées principalement sur la rive droite de l'Hadjel. L'épaisseur de ces formations sableuses est peu importante, et ne dépasse pas quelques mètres. La fixation de ces matériaux est pratiquement nulle, et doit être entreprise pour briser le cycle apport-départ.

II - CLASSE DES SOLS PEU EVOLUES

II. 1. - Sous-classe des sols peu évolués d'origine non climatique

II. 1.1. - Groupe des sols peu évolués d'érosion

II.1.1.1. - Sols lithiques (unité II.1)

Le processus d'ablation des horizons a été moindre que pour les lithosols, ce qui permet le maintien d'un ancien horizon A1 sur le matériau dur (calcaire, grès...)

D'épaisseur faible (une dizaine de centimètres en général), cet horizon contient de nombreuses graviers et cailloux, noyés dans une matrice de texture moyenne, très peu structurée et pauvre en matière organique.

La localisation de cette unité est identique à celle des lithosols. Nous avons souvent représenté ces sols lithiques en unités complexes.

Leur propension au ruissellement est importante, et l'érosion en nappe forte, comme le montre l'abondant pavage d'éléments grossiers en surface du sol.

II.1.1.2. - Sols régosoliques.

II.1.1.2.1. - sur marnes (unité II.2)

Profil 140 :

dépression - pente 8 % - céréaliculture - érosion en nappe et petites ravines.

0 à 15/20 cm : sec - brun jaunâtre - teneur très faible en matière organique - effarvescence - texture limoneuse - structure fragmentaire, polyédrique sub-anguleuse, moyenne - poreux - activité faible - quelques racines fines - chevelu - transition distincte et régulière.

.../...

15/30 à 30/40 cm : horizon d'altération avec nombreuses plaquettes de marnes - forts effervescences - transition graduelle et régulière.

au-delà de 30/40 cm : même géologique à débit en plaquettes et caux, de plus en plus grossier vers la base.

On note l'apparition d'un horizon A1 assez net, reposant sur le niveau d'altération des marnes. Ce matériau est favorable à la pénétration des racines.

Cette unité est généralement occupée par la céréaliculture, ce qui aggrave les risques d'érosion.

Principalement sur la rive droite de l'Oued Hadjel, les marnes contiennent du gypse sous forme de cristaux plus ou moins grossiers, en plaquettes, à la surface et dans le profil du sol.

Les caractères verticaux (fentes de retrait, faces de glissement, structure large) n'ont pratiquement pas été observés, dans ce type de sol. Tout au plus peut-on noter une structure moyenne.

II.1.1.3.2. - Sur matériau sableux alternant avec des bancs de grès
(unité II.2)

Cette unité, très localisée, est constituée par une alternance fréquente de barres gréseuses en relief, et de sable entre celle-ci. Dans ce cas, le profil observé est constitué d'un horizon A1, particulier, peu calcaire, sableux, peu organique, passant progressivement à un sable grossier très peu évolué.

II.1.1.3.3. - Sur crête calcaire dure, apparaissant entre 10 et 40cm de profondeur avec recouvrement d'un matériau à texture grossière (unité II.3)

Profil 106 : glacis - pente 3/4 % - steppe d'alfa à recouvrement de l'ordre de 80 % - éléments grossiers en surface, 10/15 % - érosion en nappes, forte et généralisée.

.../...

0 à 15/30 cm : Sacs - briens - teneur faible en matière organique - éléments grossiers, graviers et cailloux calcaires, - 20/25 % - effervescences - texture sable-limonsuse - structure fragmentaire, polyédrique sub-angulaire, fine - poreux - quelques racines, fines - chapeau - activité faible - transition nette et caduée.

au-delà de 15/30 cm : Croûte calcaire solide, dure, - continue, de quelques dizaines de centimètres d'épaisseur - passant progressivement à un encroûtement calcaire blanchâtre, devenant de plus en plus friable et poreux vers la base.

Un faciès calcaire a été différencié, se traduisant par :

- une très forte effervescence sur l'ensemble du profil
- une structure devenant plus arrondie, surtout en surface
- une couleur plus claire dans l'ensemble
- un léger approfondissement du profil parfois

Cette unité II.3. se rencontre sur les différents niveaux de glaces quaternaires. Le ruissellement en surface est très fort. Les touffes d'alfa sont en effet très en relief sur le sol, surélevées de quelques dizaines de centimètres. A côté de la présence de nombreux éléments grossiers (graviers et cailloux), la surface du sol forme une pellicule de battance, peu perméable aux premières pluies.

II.I.1.2.4. - Sur encroûtement calcaire apparaissant entre 10 et 40 cm de profondeur, avec recouvrement d'un matériau à texture grossière (unité II.4.)

Pour cette unité, l'horizon A1 est semblable à celui du type de sol ci-dessus. Mais ici, cet horizon repose sur un matériau moins dur que la croûte. C'est un encroûtement calcaire, de 30 jusqu'à 100 cm d'épaisseur, emballant des matériaux très grossiers (graviers, cailloux et blocs calcaires généralement) ou des fragments de croûtes démantelées. Ce milieu est donc plus favorable

à la pénétration des racines et à la percolation des solutions de sol.

Li aussi, un faciès calcicole a été distingué, avec les mêmes caractéristiques que ci-dessus.

En ce qui concerne la situation et le comportement de ces sols vis-à-vis du ruisseau et de l'érosion, ils sont comparables à ceux de l'unité précédente.

II.1.2. - Groupe des sols peu évolués d'apport complexe (alluvial-colluvial)

II.1.2.1. - Modal

II.1.2.1.1. - Sur matériaux à texture grossière, reposant sur une croûte calcaire dure, apparaissant entre 50 et 80 cm de profondeur (unité II.5.)

Profil 104 : Glacia - pente 2/3 % - anciennes cultures - avec touffes de jujubiers - érosion en nappes - éléments grossiers en surface, 20/25 %.

0 à 30 cm : Sac - brun jaunâtre - éléments grossiers, graviers et cailloux calcaires, 15/20 % - effervescence - teneur faible en matière organique - texture sablo-limoneuse - structure fragmentaire, polyédrique sub-anguleuse, fine - poreux - activité faible - très friable - quelques racines, fines - transition distincte et régulière.

30 à 60 cm : Sac - jaunâtre - éléments grossiers, graviers et cailloux calcaires, 30/35 % - effervescence - teneur très faible en matière organique - texture limono-sableuse - structure très peu nette à tendance massive - poreux - activité faible - très peu de racines, fines - transition très nette et régulière.

au-delà de 60 cm : croûte calcaire dure - continue, à feuillets superposés.

Par rapport à l'unité II.3. on observe un profil plus épais, avec la présence d'un horizon intermédiaire plus clair, à texture légèrement plus fine et structure massive, reposant sur une croûte calcaire épaisse.

.../...

Le faciès calcaire a été différencié, dans la mesure du possible. Cette unité, localisée sur les glaciaires quaternaires, est aussi très favorable au recouvrement.

II.1.2.1.2. - sur matériau à texture grossière à faciès calcaire, reposant sur un encroûtement calcaire, plus ou moins caillouteux, apparaissant entre 40 et 80 cm de profondeur (unité II.6)

Profil 136 : Glaciaire - pente 3/4 % - céréalière - érosion en nappe, faibles éléments grossiers en surface, 7/8 %.

0 - 40 cm : Sec - brun - teneur faible en matière organique - éléments grossiers, graviers, 3/5 % - effervescence - texture sableuse à sablo-limoneuse - structure fragmentaire, grumeleuse fine, peu nette, en surface, passant à polyédrique sub-anguleuse fine vers la base - poreux - activité faible - quelques racines, fines - transition distincte et régulière.

40 - 60 cm : Horizon très riche en éléments grossiers, graviers et cailloux, 50/60 % - matrice jaunâtre, à forte effervescence, limono-sableuse, non structurée, emballant les éléments grossiers - ensemble très poreux, avec quelques racines, fines - transition nette et régulière.

au-delà de 60 cm : encroûtement calcaire gris blanchâtre, devenant de plus en plus friable et poreux vers la profondeur (observé jusqu'à 120 cm). Localement l'encroûtement emballe des matériaux grossiers de nature diverses ou des éléments de croûte calcaire démantelée.

II.1.2.1.3. - Sur matériau à texture grossière, reposant sur un encroûtement calcaire apparaissant entre 80 et 120 cm de profondeur (unité II.7)

Profil 100 bis : Glaciaire - pente 5/6 % - érosion en nappe - éléments grossiers en surface, 7/8 % - touffes de jujubiers.

0 à 30 cm : Sec - brun-ocre - teneur faible en matière organique - éléments grossiers, graviers, 3/5 % - texture sableuse - structure particulaire - faible effervescence - très poreux - quelques racines,

.../...

finas - activité faible - transition distincte et régulière.

30 à 70 cm : Sca - brier-beige clair - teneur très faible en matière organique - éléments grossiers, graniers, 1/2 % - faible afférescence - texture sablaue - structure particulière - très poreux - quelques racines très fines - transition distincte et régulière.

70 à 90 cm : Horizon très riche en éléments grossiers - graviers et cailloux calcaires, 80/70 % - matrices beige claire de texture sablo-limoneuse à limono-sablaue, non structurée - ensemble poreux - transition nette et régulière.

90 à 130 cm : (obscuré) - encroûtement calcaire, cimentant de nombreux graviers et cailloux calcaires - ensemble poreux - devient friable à la base.

Le profil du sol est plus épais, au-dessus de l'encroûtement calcaire. Cette unité représente le terme le plus profond, d'une séquence allant du sol d'érosion sur croûte (unité II.3) ou encroûtement calcaire (unité II.4) à l'unité présente, en passant au sol d'apport sur matériaux à texture grossière avec différentes profondeurs d'apparition de la croûte ou de l'encroûtement calcaire (unités II.5. et II.8).

II.1.2.1.4. - Sur matériaux à texture grossière (unités II.8 et II.12)

Le profil du sol est constitué par un matériau à texture grossière, où l'on distingue un horizon A1 de 20 à 30 cm. d'épaisseur, à très faible teneur en matière organique, peu structuré, sableux, passant progressivement à un sable particulière, très friable, poreux.

Ce matériau est parfois constitué de sable et d'éléments grossiers de nature variée (calcaire, grès...)

Le faciès isohumique a été différencié lorsque les caractères d'évolution suivants sont discernables :

- couleur plus foncée en surface, avec dégradé très progressif avec la profondeur. Ceci est lié à la teneur en matière organique, qui, bien que faible, décroît très graduellement vers la base du profil.

.../...

- très légère décarbonatation en surface.

Le faciès calcaire, peu développé dans ce type de matériau, a été noté lorsque les caractères suivants s'individualisent :

- forte teneur en calcaire total, en liaison, en général, avec une richesse en éléments grossiers calcaires (graviers et cailloux).
- texture moyenne.
- structure à tendance arrondie en surface, passant à polyédrique sub-anguleuse avec la profondeur.

Une famille particulière a été cartographiée, localisée en rive gauche de l'Oued Hadjel, au Sud-Ouest du secteur : sous le matériau à texture grossière apparaît, à plus de 80 cm de profondeur, un encroûtement gypseux.

Profil 10 : Plaine - pente 2 % - érosion en nappes et petites ravines - céréaliculture.

0 à 30 cm : Sec - brun - pas d'éléments grossiers - teneur faible en matière organique - faible effervescence - très poreux - texture limono-sableuse - structure polyédrique fine - friable - quelques racines, fines - transition distincte et régulière.

30 à 85 cm : Sec - brun - pas d'éléments grossiers - pas de matière organique - faible effervescence - texture sablo-limoneuse - structure massive, à éclats anguleux - très poreux - friable - transition très nette et régulière.

85 à 115 cm : Frais - grisâtre clair - faible effervescence - encroûtement gypseux, légèrement calcaire - texture sablo-limoneuse - structure très massive - poreux - très peu friable - transition nette et régulière.

115 à 140cm : Frais - brun clair - faible effervescence - texture limono-sableuse - structure massive, à éclats anguleux - pseudo-mycélium blanchâtre, peu abondant - poreux - peu friable.

.../...

Cette unité est à mettre en liaison avec les sols à croûte gypseuse (unité III.2), situés dans la même zone et proches de l'Oued Badjel.

II.1.3. - Groupe des sols peu évolués d'apport colluvial

II.1.3.1. - Modal

II.1.3.1.1. - Sur matériau à texture grossière
(unité II.9)

Dans ce cas, le sol se développe dans un matériau riche en éléments grossiers, d'origine colluviale nette (en général graviers et cailloux).

Un horizon A1, peu riche en matière organique, s'est individualisé à la partie supérieure. Lorsque cet horizon a une structure grumeleuse nette, nous avons fait apparaître le faciès calcimorphe, en liaison avec une teneur plus élevée en calcaire total.

Cette famille est située dans le piedmont des djebels, là où la pente devient faible.

II.1.3.1.2. - Sur colluvions très grossières et hétérogènes (unité II.9.a)

Cette unité est située au bas des versants à pente forte des djebels, ce qui explique la grossièreté et l'hétérogénéité du matériau : terre fine, graviers, cailloux et blocs, calcaires généralement.

Le profil de sol est peu différent de celui de l'unité précédente, avec individualisation d'un horizon A1 peu organique, au-dessus d'un matériau très grossier.

A mesure que l'on s'éloigne du piedmont du djebel, on passe progressivement à un matériau moins grossier et moins hétérogène, correspondant aux sols de l'unité ci-dessus.

.../...

II.1.4 - Groupes des sols peu évolués d'apport éolien

II.1.4.1 - Nodal

II.1.4.1.1 - Sur matériel à texture grossière
(unité II.10)

Profil 118

- : Versant à faible pente, 5 %, parsemé de buttes sableuses -
sans fixés par un réseau de cactus et en surface, tapis
de plantes herbacées, peu dense - érosion en nappe et pe-
tites ravines, faible - érosion éolienne, faible.
- 0 à 25/30 cm : Sec - brun - pas d'éléments grossiers - faible efferves-
cence - teneur moyenne en matière organique, mal liée au
squelette minéral - texture sableuse - structure particu-
laire avec, localement, structure arrondie, très fine -
très poreux - friable - quelques racines, fines - cheve-
lu - activité faible - transition distincte et légèrement
ondulée.
- 25/30 à 60/70 cm : Sec - beige - pas d'éléments grossiers - faible efferves-
cence - pas de matière organique - texture sableuse - struc-
ture particulière - très poreux - très friable - quelques
racines - fines - chevelu - peu dense - transition graduel-
le et régulière.
- 60/70 à 140 cm observé : sec - beige jaunâtre clair - faible efferves-
cence - texture sableuse - structure particulière - très poreux -
très friable - pas de racines.

L'apport sableux éolien, plus ou moins ancien, a été fixé par la vé-
gétation, ce qui a permis l'individualisation d'un horizon organominéral net,
passant assez rapidement en profondeur au sable brut.

Cette unité, très localisée (rive droite de l'Oued Hadjel essentiel-
lement), et bien que fixée par la végétation, subit encore actuellement une

.../...

ablation éolienne notable. Une fixation plus efficace de ces zones, permettrait de réduire le processus.

II.1.5 - Groupe des sols peu évolués d'apport alluvial.

II.1.5.1 - Modal

II.1.5.1.1 - Sur matériau à texture variable (unité II.11)

Les sols de cette unité sont situés en bordure de l'Oued Hadjel et des oueds principales, forment une terrasse alluviale plus ou moins récente, dominant le lit actuel des oueds jusqu'à une dizaine de mètres.

Le mode d'apport, alluvial, explique les variations texturales observées. Cependant, la texture grossière est largement dominante, le matériau, dans ce cas étant constitué de sable et d'éléments grossiers (gravière et cailloux). Une faible colonisation de la végétation a permis le développement d'un horizon A1, peu humifère, d'une vingtaine de centimètres d'épaisseur, sur le matériau brut alluvial.

Localement, la texture devient moyenne (argilo-sableuse à équilibrés) ou fine (argilo-limoneuse) plus rarement. Dans ces deux cas, on note très souvent, en profondeur, la présence de petits lits d'éléments grossiers (gravière) roulés.

La comparaison des photos aériennes des missions 1962 et 1973, met en évidence la disparition de ces terrasses alluviales, en bordure de l'Oued Hadjel. Alors qu'en 1962, certaines de ces terrasses existaient encore, cultivées généralement, actuellement il n'en reste rien, le lit de l'Oued Hadjel s'étant élargi à leur dépens, probablement lors des crues de 1969. Il est probable que c'est le sort futur des terrasses récentes encore existantes le long de l'oued, qui dominant le lit actuel de quelques mètres.

.../...

III - CLASSE DES SOLS CALCIMAGNESIQUES

III.1. - Sous-classe des sols carbonatés

III.1.1. - Groupe des sols bruns calcaires

III.1.1.1. - Modal

III.1.1.1.1. - Sur colluvions (unité III.1c)

Profil 157 : Versant à forte pente, 30 % - végétation à base d'alfa, faible recouvrement, 15 % - nombreux éléments grossiers en surface, graviers, cailloux et blocs calcaires - érosion en nappe, moyenne.

0 à 25 cm : Sec - brun grisâtre - éléments grossiers, graviers et cailloux calcaires, abondants, à arêtes émoussées - teneur moyenne en matière organique, bien liée au squelette minéral, de type mull calcaire - forte effervescence - texture limoneuse - structure fragmentaire, nette, granuleuse, fine et moyenne - friable - poreux - racines, fines et moyennes - chevelu dense - activité moyenne - transition distincte et régulière.

25 à 70 cm : Frais - brun grisâtre clair - éléments grossiers, graviers calcaires abondants, cailloux calcaires peu abondants, à arêtes émoussées - teneur faible en matière organique - forte effervescence - texture limoneuse - structure fragmentaire, nette, polyédrique fine et moyenne - poreux - friable - très peu de racines, fines - activité faible.

au-delà de 70 cm : Marnes géologiques jaunes-verdâtres, formant le substrat du versant du djebel, à débit en plaquettes.

A côté du profil ci-dessus, on trouve plus rarement, un horizon de moyenne profondeur enrichi par le calcaire :

.../...

Profil 145 : Versant de colline pontienne, pente 15 % - végétation à faible recouvrement, alfa, 10 % - riche en éléments grossiers calcaires, en surface (gravière et cailloux) - érosion en nappe, faible.

0 à 30 cm : Sca - brun foncé - éléments grossiers abondants, gravière et cailloux calcaires - teneur moyenne en matière organique, type mull calcaire - effervescence - texture limono-sableuse - structure fragmentaire, nette, grumeleuse, fine - friable - poreux - activité moyenne - nombreuses racines, fines et moyennes - chevelu - transition nette et régulière.

30 à 60 cm : Sca - beige clair - éléments grossiers abondants - teneur faible en matière organique - effervescence - texture limoneuse - structure fragmentaire, nette, polyédrique sub-anguleuse, fine - poreux - friable - activité faible - quelques racines, fines - transition distincte et régulière.

60 à 90 cm : Horizon riche en éléments grossiers, gravière, cailloux et blocs calcaires, à arêtes émoussées, cimentés par une matrice limono-sableuse blanchâtre, à très forte effervescence, formant un encroûtement calcaire tuffeux - non organique - peu poreux - très peu friable - quelques racines fines - transition nette et régulière.

au-delà de 90 cm : Horizon semblable au précédent - mais beaucoup plus riche en éléments grossiers (blocs plus abondants), l'ensemble étant très compact.

Ces sols bruns calcaires ne se rencontrent que très localement sur les versants des massifs, généralement à la moitié inférieure de ceux-ci. Ils se développent dans des colluvions qui ont recouvertes le matériau géologique du versant.

Ce sont des sols évolués qui devaient avoir une extension beaucoup plus grande autrefois dans les zones montagneuses. Formés alors sous une végétation forestière (Pin d'Alep), la destruction progressive de celle-ci a provoqué une érosion intense de ces sols, allant jusqu'à leur disparition complète. Ceux subsistant aujourd'hui ne sont plus que des témoins, que nous n'avons pas pu cartographier en unités simples, du fait de leur faible étendue à notre échelle. Nous les avons regroupés en unités complexes, avec des sols minéraux bruts et des sols peu évolués.

L'érosion en nappe est par là importante, provoquant un appauvrissement des horizons supérieurs. Il en résulte des sols bruns calcaires dégradés, moins profonds en général que les profils décrits ci-dessus.

Sauf dans les secteurs à forte pente, cette unité peut être utilisable pour le reboisement de protection. Dans ce cas, une cartographie à grande échelle est indispensable pour situer ces sols avec précision dans le paysage.

III.2. - Sous-classe des sols gypseux

III.2.1. - Groupe des sols à fort encroûtement gypseux de surface

III.2.1.1. - Encroûtement gypseux (ou croûte) apparaissant entre 0 et 40 cm de profondeur, avec recouvrement d'un matériel à texture grossière (unité II.2.V)

Profil 9 : Glacis-terrasse, dominant de plusieurs mètres le lit actuel de l'Oued Hadjel - pente 2 % - pas d'éléments grossiers en surface - érosion en nappes et petites ravines, faible - végétation à faible recouvrement, 10 %.

0 à 25 cm : Sec - brun clair - teneur faible en matière organique - faible effervescence - texture sableuse - structure particulière - très poreux - friable - quelques racines, fines - activité faible - transition très nette et régulière.

.../...

35 à 65 cm : Fraie - blanc-grisâtre clair - non organique - faible effervescence - encroûtement gypseux - texture limono-sableuse - structure massive, à éclats émoussés - peu poreux - très peu friable - cohérent - quelques racines très fines - activité très faible - transition graduelle et régulière.

au-delà de 65 cm : Fraie - blanc-grisâtre - non organique - faible effervescence - pseudo-myosilium blancâtre, calcaire-gypseux, encroûtement gypseux - texture limono-sableuse - structure massive, à éclats émoussés - peu friable - pas de racines - activité nulle.

Sous l'horizon sableux de surface, d'épaisseur variable, apparaît l'encroûtement gypseux, peu friable, relativement massif et légèrement calcaire. Localement, c'est une croûte gypseuse qui apparaît, très massive, se débitant en gros éclats sub-anguleux au piochon. Dans ce cas, on note une polygonation de la surface du sol.

Cette unité est située uniquement en rive gauche de l'Oued Hadjel, au Sud-Ouest du secteur étudié.

Le toit de l'encroûtement forme une surface sub-horizontale. En effet le long de l'oued, l'encroûtement domine régulièrement, le lit actuel d'une dizaine de mètres et lorsqu'on s'éloigne de l'oued, l'encroûtement est de plus en plus profond, disparaissant sous le matériau sableux du versant, qui vient se terminer en biseau sur l'encroûtement.

Ceci laisse supposer une origine hydromorphe (nappe) pour cet encroûtement gypseux, qui prend une plus grande extension au Sud-Ouest du secteur, de part et d'autre de l'Oued Hadjel.

IV - CLASSE DES SOLS ISOHUMIQUES

IV.1. - Sous-classe des sols isohumiques à complexe saturé

IV.1.1. - Groupe des sols bruns isohumiques

IV.1.1.1. - Médal

IV.1.1.1.1. - Sur matériau à texture grossière (unité IV.1)

Profil 141 : Versant de glacié - pente 5/8 % - érosion en nappe, faible - sans de cultures (labours) - érosion éolienne, faible.

0 à 30 cm : Frais - brun, très légèrement rougeâtre - pas d'éléments grossiers - teneur faible en matière organique, bien liée à la matière minérale - faible effervescence - texture sableuse - structure particulière - très poreux - racines, fines - chevelu - friable - transition distincte et régulière.

30 à 65 cm : Frais - brun jaunâtre - pas d'éléments grossiers - teneur faible en matière organique - effervescence - léger pseudo-mycélium calcaire blanc à partir de 40 cm, augmentant vers la base de l'horizon - texture sablo-limoneuse à limono-sableuse - structure massive à éclats sub-anguleux - poreux - friable - quelques racines, fines - transition distincte à nette et régulière.

65 à 90 cm : Frais - brun clair - pas d'éléments grossiers - teneur faible en matière organique - effervescence - texture sablo-argileuse - structure fragmentaire, nette, polyédrique, fine et moyenne - léger pseudo-mycélium calcaire - nodules calcaires, peu abondants - peu friable - horizon cimenté par le calcaire - poreux - pas de racines - transition nette et régulière.

90 à 120 cm : Frais - brun jaunâtre clair - teneur très faible en matière organique - forte effervescence - éléments grossiers, 12/15 %, graviers et cailloux, calcaires - texture limono-argileuse -

.../...

structure fragmentaire nette, polyédrique, fine et moyenne - peu friable - horizon cimenté par le calcaire - poreux - pas de racines - transition distincte à nette et régulière.

130 à 135 obscuré : horizon semblable au précédent, sauf : texture limono-sableuse - éléments grossiers, 40/50 %, graviers et cailloux, calcaires, et éléments de croûte calcaire fragmentés - très compact - cimenté par le calcaire.

Profil 141

PROFONDEUR (cm)	0 - 10	35 - 60	65 - 80	95-110
<u>Terre fine (%)</u>				
Argile	9,0	13,0	14,0	20,0
Limon fin	4,0	5,5	5,5	19,0
Limon grossier	4,5	6,0	7,0	13,5
Sable fin	70,0	56,0	49,0	29,5
Sable grossier	10,5	10,0	21,5	10,0
<u>Calcaire total (%)</u>	1,7	12,5	14,9	25,1
<u>Calcaire actif (%)</u>	-	7,0	7,5	17,9
<u>Matières organiques totales (%)</u>	0,94	0,94	0,77	0,86
<u>Carbone organique (%)</u>	0,55	0,55	0,45	0,50
<u>pH eau (1/2,5)</u>	8,7	8,7	8,3	8,7
<u>Conductivité (micro/cm-25°C)</u>	0,4	0,4	0,3	0,5
<u>Fe total (°/...)</u>	15,0	18,0	25,0	17,0
<u>Fe libre (°/...)</u>	11,5	13,0	13,5	25,0
<u>Fe libre/Fe total (%)</u>	76,7	81,3	54,0	68,0

.../...

Le profil ci-dessus est un sol polyphasé, constitué par la superposition de deux matériaux d'âge et d'aspect différents :

- de 0 à 90 cm, matériau à texture grossière, dans lequel se développe le sol brun isohumique.
- au-delà de 90 cm, matériau plus ancien, hétérogène, riche en éléments grossiers.

La teneur en matière organique décroît légèrement avec la profondeur, en liaison avec un dégradé progressif de la couleur. L'horizon de surface est pratiquement décarbonaté, le calcaire s'accumulant en profondeur de façon diffuse dans la masse (horizon cimenté), et sous forme de pseudo-mycélium pénétrant jusque dans le substrat sous-jacent. De texture grossière, le sol est moyennement structuré, avec une bonne perméabilité.

Ce profil-type est caractéristique des sols bruns isohumiques que l'on rencontre dans le secteur étudié, situés généralement sur des glacis d'ancien à pente faible (1 à 4 %).

Il faut noter la faible teneur en matière organique de l'horizon de surface, comparativement à celle des horizons semblables de sols bruns isohumiques d'autres régions de Tunisie Centrale. Dans ces dernières, cette teneur se situe en effet entre 2 et 3 %.

Cette relative pauvreté en matière organique des sols bruns isohumiques de la région de l'Oued Hadjel, est la conséquence de plusieurs processus de dégradation des sols :

défrichement, mise en culture et érosion. La disparition du couvert végétal, ne permet plus alors le renouvellement du stock de matière organique, en surface et dans le sol.

On arrive ainsi à des sols ayant de très faibles teneurs en matière organique, comme le montre le profil 112, qui possède pourtant les caractères morphologiques d'un sol brun isohumique typique.

.../...

Profil 112 : Glacis, pente 7/8 % - cultures (labours) - érosion en nappes et petites ravines, moyenne - pellicule de battances.

0 à 30 cm : Sec - brun clair - teneur très faible en matière organique .. éléments grossiers, ; graviers, 3/3 % - faible effervescence - texture sableuse - structure particulière, passant progressivement à massive à éclats sub-anguleux - très poreux - friable - quelques racines, fines et moyennes - chevelu - activité faible - transition distincte et régulière.

30 à 35 cm : Sec - brun clair - teneur très faible en matière organique - pas d'éléments grossiers - faible effervescence - texture sableuse - structure massive, à éclats sub-anguleux - poreux - peu friable - légèrement cimenté - chevelu - pas de racines - transition distincte à nette et régulière.

35 à 145 cm observé : sec - beige clair - non organique - pas d'éléments grossiers - effervescence - cimenté par le calcaire, s'accumulant de la façon diffuse, dans la masse - texture limone-sableuse - structure fragmentaire, très peu nette, polyédrique sub-anguleuse, fine et moyennes - peu friable - poreux - pas de racines.

.../...

Profil 112

PROFONDEUR (cm)	0 - 10	25 - 45	65 - 80	100 - 110
<u>Terre fine (%)</u>				
Argile	6,5	8,5	7,5	22,0
Limons fin	1,5	2,0	1,5	12,0
Limons grossier	2,5	1,5	2,0	20,0
Sable fin	36,5	36,5	35,5	15,0
Sable grossier	51,5	49,0	50,0	16,5
<u>Calcaire total (%)</u>	0,4	1,7	0,7	5,3
<u>Matière organiques totales (%)</u>	0,60	0,43	0,25	0,43
Carbone organique (%)	0,35	0,25	0,15	0,25
Azote organique (%)	0,07	0,06	0,03	0,03
C/N	5,0	4,2	5,0	8,3
<u>Conductivité mmhos/cm-25°C</u>	0,4	0,3	0,6	0,7
<u>Fer total (‰)</u>	17,0	19,0	16,0	10,0
<u>Fer libre (‰)</u>	11,0	13,5	8,5	8,5
<u>Fer libre , fer total (%)</u>	64,7	71,1	53,1	85,0

Cette famille représente la majorité des sols bruns isohumiques du secteur cartographié et occupe d'assez grandes surfaces. Profonds, meubles, légers et perméables, ces sols conviennent bien à l'arboriculture, à condition que des protections contre l'érosion (éolienne surtout) soient réalisées (brise-vents par exemple). Ils peuvent constituer aussi d'excellents parcours, en améliorant le couvert naturel, ce qui serait la meilleure protection contre l'érosion.

.../...

IV.1.1.1.3 - Sur matériau à texture grossière, reposant sur une croûte calcaire dure, ou un encroûtement calcaire, apparaissant à plus de 40 cm de profondeur, unité (IV.3).

Profil 105 : Glacis - pente 2/3 % - cultures (labours) - érosion en nappe, faible, érosion dolienne, faible.

0 à 10 cm : Séc - brun - teneur faible en matière organique - éléments grossiers, graviers, 1/2 % - très faible effervescence - texture sableuse - structure particulière - très poreux - très friable - quelques racines, fines - chevelu - transition nette et régulière.

10 à 40 cm : Séc - brun clair - teneur faible en matière organique - éléments grossiers, 1 % - faible effervescence - texture sableuse - structure particulière - poreux - friable - quelques racines, fines - chevelu - transition distincte et régulière.

40 - 60 cm : Séc - brun clair - teneur très faible en matière organique - éléments grossiers, graviers, 1 % - effervescence - texture sablo-limoneuse - structure massive, à éclats sub-anguleux - poreux - légèrement cimenté par le calcaire, s'accumulant de façon diffuse, dans la masse - rares racines, fines - transition nette et régulière.

60 - 65 cm : Lit d'éléments grossiers, graviers calcaires, cimentés entre eux.

au-delà de 65 cm : Croûte calcaire dure, de quelques centimètres d'épaisseur, passant à un encroûtement calcaire blanchâtre, pulvérulent.

.../...

Profil 105

Profondeur (cm)	0-10	15-30	35-45	50-60	Croûte calcaire
<u>Terre fine (%)</u>					
Argile	5,0	5,5	10,0	15,5	
Limon fin	1,0	0,5	1,0	3,0	
Limon grossier	2,0	1,5	2,0	3,0	
Sable fin	52,8	60,0	61,0	55,0	
Sable grossier	38,0	31,0	23,5	20,5	
<u>Calcaire total (%)</u>	0,8	0,8	4,5	3,5	64,0
<u>Matières organiques totales (%)</u>	0,86	0,34	0,60	0,94	
Carbone organique (%)	0,50	0,20	0,35	0,55	
Azote organique (%)	-	0,02	-	-	
C/N	-	10,0	-	-	
Mat. Humiques (AF+AH) (‰)	0,40	0,20	0,40	0,60	
Taux d'humification (%)	8,0	10,0	11,1	10,9	
<u>pH eau (1/2,5)</u>	8,9	9,0	8,6	8,6	
<u>Conductivité (mmhos/cm-25°C)</u>	0,4	0,4	0,4	0,6	
<u>Fer total (‰)</u>	10,5	10,5	17,0	19,0	
<u>Fer libre (‰)</u>	7,5	7,5	10,0	15,0	
<u>Fer libre/fer total (%)</u>	71,4	71,4	58,8	78,9	

Les sols de cette famille n'occupent qu'une faible étendue. La présence d'une croûte calcaire dure, à faible profondeur, est un obstacle, en particulier pour les arbres. Leur utilisation comme parcours leur donnerait une protection efficace contre l'érosion.

CONCLUSION GENERALE

L'étude des sols et de l'érosion menée dans le bassin versant de l'Oued El-Hadjel (branche méridionale du Zéroud) met l'accent sur 4 points importants.

- La grande étendue des sols peu évolués (d'érosion ou d'apport) avec localement la persistance de sols assez évolués (les sols isohumiques).
- La gravité des processus d'ablation qui se traduisent par l'érosion très forte et très variée des sols du bassin versant (griffure - ravinement - badlands)
- Le document de l'érosion présenté dans cette note ne fait que donner des indications générales. Un document d'exécution devrait être levé à plus grande échelle.
- La nécessité des travaux antiérosifs afin de sauvegarder le barrage de Sidi Saad d'un colmatage prématuré. Ces travaux doivent s'intégrer dans un plan de développement économique et social de la région. C'est le seul moyen, d'ailleurs, d'intéresser les populations locales.

BIBLIOGRAPHIE

1ère et 2ème Partie

- AVENARD (J.M.) 1965 : L'érosion actuelle dans le Bassin du Sebou - Ministère de l'Agriculture - RABAT -
- BELAID (R) 1967 : Carte et notice explicative de l'érosion en TUNISIE au 1/500.000^e - Division des Sols - TUNIS -
- BONVALLOT (J) - HAMZA (A) - HENTATI (A) 1976 : Les études géomorphologiques pour la conservation des terres : Les apports d'une science nouvelle, communication au séminaire sur les "relations sol-atmosphère" Institut de Génie-Rural de Medjaz El-Bab - 8 Juin 1976 - Doc inédit - Division des Sols.
- COTE (M) 1964 : Conservation des sols et des eaux en TUNISIE - Revue méditerranéenne N° 3.
- CASTANY (G) 1947 : Carte Géologique et notice explicative de Hajeb El-Afouj au 1/50.000^e - Service Géologique - TUNIS -
- HAMZA (A) 1975 : La Géomorphologie dans la conservation des terres et des eaux - mémoire de recherche - Faculté des Sciences - STRASBOURG -
- HAMZA (A) 1976 : Les photographies par Satellite de la TUNISIE : un nouveau document de travail - doc - tech inédit Division des Sols - TUNIS -
- POUQUET (J) 1970 : L'érosion des Sols - QS - N° 491 - PARIS -
- PLOEY (J) 1973 : Ruissellement diffus ravinement et badlands dans le bassin de Kasserine (TUNISIE Steppique) livre jubilaire. Marcel Solignac - Service Géologique.

.../...

- RAYNAL (R) 1957 : "Boden érosion in Marokko" L'érosion des sols au MAROC. Annales Scientifiques de l'Université de HALLES.
- SCHUELLER (H.M) 1939 : Carte hydrogéologique de la TUNISIE - feuille d'Hadjeb El-Afoua - notice explicative - Service Hydraulique - TUNIS -
- TRICART (J) 1971 : Cartographie Géomorphologique et classement des terres pour la conservation. Mémoire et documents du C.N.R.S. Nouvelle série Vol 12.
-

3ème Partie

- BELEHODJA (K) 1971 : Etude Pédologique du périmètre de l'Office de Garmouda - Sidi Bou Zid (2ème tranche et compléments). Division des Sols, TUNIS, Etude 345, 1 vol. 24 p.
- BERNARD (J) - CADDAS (R) - LE FLOCH (J) et LE GALL (A) - 1968 -
Etude Pédologique de la zone focale N°II - Sbeitla - Djilma - Hadjeb El Afoua.
Division des Sols, Tunis, Etude 296, vol. 1, rapport, 100 p. Vol. 2, carte et résultats d'analyses.
- CASTAGNY (G) 1947 : Carte géologique de la TUNISIE - feuille N° 78 Hadjeb El-Afoua sciences géologiques - TUNIS -
- CHETTAOUI (T) 1975 : Classification des sols. Tirés du cours de Pédologie par G. AUBERT (1972).
Division des Sols - TUNIS - Etude spéciale 92, 1 vol. 22 p.
- LE NOUEROU (R.N) 1969 : La végétation de la TUNISIE Steppique.
Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. TUNISIE, vol. 42, fasc. 5, 1 vol., 624 p., 1 vol. annexes.
- LONG (G) 1954 : Contribution à l'étude de la végétation de la TUNISIE Centrale. - Ann. Service Bot. et Agron. de TUNISIE, vol. 27, 1 vol. 388 p., 1 vol. carte et tableaux.

PIECES ANNEXEES

- 1) Carte Pédologique au 1 : 50.000
- 2) Carte de la dynamique érosive au 1 : 25.000
- 3) Carte de l'énergie du relief au 1 : 25.000

SUITE EN

F

2



01565

MICROFICHE N°

République Tunisienne
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE
CENTRE NATIONAL DE
DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة
المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F 2

LEGENDE

Classe - Sous-classe - Groupe - Sous-groupe - Faciès - Famille

SOLS MINÉRAUX BRUTS

Sols Minéraux Bruts d'origine non climatique

Sols Minéraux Bruts d'Erosion

Lithosols

- I₁^A** Sur calcaire dur
- I₁^φ** Sur grés
- I₁^A ≡** Sur calcaire dur ou croûte calcaire
- I₁^C ≡** Sur colluvions caillouteuses ou croûte calcaire
- I₁^A** Sur grés calcaire

Régosols

- I₂[~]** Sur marnes
- Sur matériau à texture grossière en général. (ces sols correspondent aux zones où le facteur dominant est une érosion très forte, empêchant toute évolution pédologique).

Sols Minéraux Bruts d'Apport Alluvial

Modal

- I₃^A** Sur alluvions hétérogènes

Sols Minéraux Bruts d'Apport Eolien

- I₄^S** Sur sable (texture grossière)

SOLS PEU ÉVOLUÉS

Sols Peu Évolués d'origine non climatique

Sols Peu Évolués d'Erosion

Sols Littiques

- II₁^A** Sur calcaire dur
- II₁^φ** Sur grés
- II₁^A** Sur grés calcaire
- II₁^C** Sur colluvions hétérogènes ou fragments de croûte calcaire

Sols Régosoliques

Sols peu Évolués d'Apport Colluvial

Modal

- II₉^{...}** Sur matériau à texture grossière, avec localement fragments de croûte calcaire démantelée
- II₉^{...} O** idem - à faciès calcimorphe
- II₉^C** Sur colluvions très grossières et hétérogènes

Sols Peu Évolués d'Apport Eolien

Modal

- II₁₀^{...}** Sur matériau à texture grossière

Sols Peu Évolués d'Apport Alluvial

Modal

- II₁₁^{...}** Sur matériau à texture grossière
- II₁₁^{...} -** Sur matériau à texture moyenne
- II₁₁^{...} +** Sur matériau à texture fine

Sols Peu Évolués d'Apport Alluvial Colluvial

Modal

- II₁₂^{...}** Sur matériau à texture grossière, riche en éléments grossiers
- II₁₂^{...} O** idem - à faciès isohumique

SOLS CALCIMAGNÉSIQUES

Sols Carbonatés

Sols Bruns Calcaires

Modal

- III₁^C** Sur colluvions caillouteuses et matériau à texture moyenne localement, encroûté, le calcaire à moyenne profondeur.

Sols gypseux

Sols à croûte

- III₂^Y** Encroûtement gypseux apparaissant entre 0 et 40 cm de profondeur, avec recouvrement d'un matériau à texture grossière.

SOLS ISOHUMIQUES



Sols Minéraux Bruts d'Apport Alluvial

Modal

I 3 A Sur alluvions hétérogènes

Sols Minéraux Bruts d'Apport Eolien

I 4 S Sur sable (texture grossière)

SOLS PEU EVOLUÉS

Sols Peu Evolués d'origine non climatique

Sols Peu Evolués d'Erosion

Sols Littiques

- II 1 A** Sur calcaire dur
- II 1 B** Sur grés
- II 1 A** Sur grés calcaire
- II 1 C** Sur colluvions hétérogènes ou fragments de croûte calcaire

Sols Régosoliques

- II 2 ~** Sur marnes
- II 2 V** Sur marnes à gypse
- II 2 S** Sur matériau sableux alternant avec des barres de grés
- II 3 E** Sur croûte calcaire dure apparaissant entre 10 et 40 cm de profondeur, avec recouvrement d'un matériau à texture grossière, riche en éléments grossiers
- II 3 O** - idem - à faciès calcimorphe
- II 4 E** Sur encroûtement calcaire caillouteux ou fragments de croûte calcaire dure apparaissant entre 10 et 40 cm de profondeur, avec recouvrement d'un matériau à texture grossière, riche en éléments grossiers
- II 4 O** - idem - à faciès calcimorphe

Sols Peu Evolués d'Apport complexe (alluvial - colluvial)

Modal

- II 5 =** Sur matériau à texture grossière reposant sur une croûte calcaire dure apparaissant entre 40 et 80 cm de profondeur
- II 5 O** - idem - à faciès calcimorphe
- II 6 = C** Sur matériau à texture grossière reposant sur un encroûtement calcaire caillouteux (ou croûte localement) apparaissant entre 40 et 80 cm de profondeur, faciès calcimorphe
- II 7 =** Sur matériau à texture grossière reposant sur un encroûtement calcaire, caillouteux localement, ou sur des fragments de croûte calcaire démantelée, apparaissant à plus de 80 cm de profondeur
- II 8 =** Sur matériau à texture grossière
- II 9 =** Faciès isohumique; sur matériau à texture grossière
- II 10 =** Faciès isohumique; sur matériau à texture moyenne
- II 11 =** Faciès calcimorphe; sur matériau à texture moyenne
- II 12 =** Sur matériau à texture grossière, reposant sur un encroûtement gypseux apparaissant à plus de 80 cm de profondeur

Sols Peu Evolués d'Apport Alluvial Colluvial

Modal

- II 12 =** Sur matériau à texture grossière, riche en éléments grossiers
- II 12 O** - idem - à faciès isohumique

SOLS CALCIMAGNÉSIQUES

Sols Carbonatés

Sols Bruns Calcaires

Modal

- III 1 C** Sur colluvions caillouteuses et matériau à texture moyenne localement, encroûté par le calcaire à moyenne profondeur.

Sols gypseux

Sols à croûte

- III 2 V** Encroûtement gypseux apparaissant entre 0 et 40 cm de profondeur, avec recouvrement d'un matériau à texture grossière.

SOLS ISOHUMIQUES

Sols Isohumiques à Complexe Structure

Sols Bruns Isohumiques

Modal

- III 3 =** Sur matériau à texture grossière
- III 3 O** Sur matériau à texture grossière, reposant sur une croûte calcaire dure ou un encroûtement calcaire, apparaissant à plus de 40 cm de profondeur.

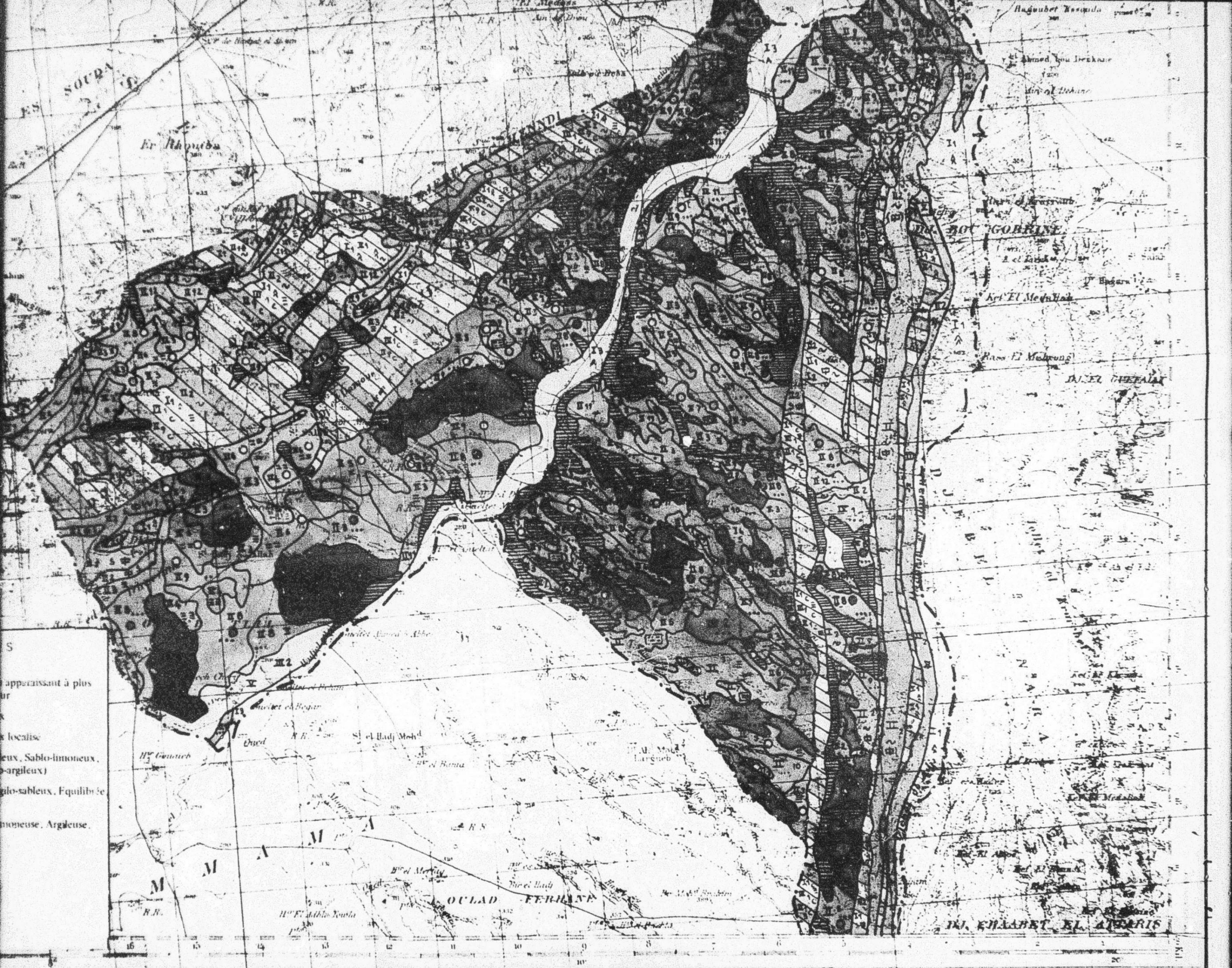
UNITÉS COMPLEXES

Elles sont constituées par la juxtaposition d'au moins deux des unités simples définies ci-dessus.

SIGNES COMPLÉMENTAIRES

- ▲** Calcaire dur
- △** Grés calcaire
- ▽** Grés
- ~** Marne
- C** Colluvions
- A** Alluvions
- V** Marne à gypse
- ≡** Croûte calcaire dure apparaissant entre 10 et 40 cm de profondeur
- ≡≡** Encroûtement calcaire apparaissant entre 10 et 40 cm de profondeur
- =** Croûte calcaire dure apparaissant entre 40 et 80 cm de profondeur
- ==** Encroûtement calcaire apparaissant entre 40 et 80 cm de profondeur
- ≡≡** Encroûtement calcaire apparaissant à plus de 80 cm de profondeur
- ≡** Encroûtement gypseux
- ≡** Encroûtement gypseux localisé
- ...** Texture grossière (sableux, Sablo-limoneux, Limono-sableux, Sablo-argileux)
- Texture moyenne (Argilo-sableux, Equilibrée limoneuse)
- Texture fine (Argilo-limoneuse, Argileuse, Limono-argileuse)
- Faciès calcimorphe
- Faciès isohumique
- ≡≡** Erosion très forte
- ()** Localisé





ES SOUBA

Er Rhoubba

EL ENDI

EL KHARABT EL GORRINE

EL KHARABT EL ATARIK

S
 appaissant à plus
 ur
 localise
 eux, Sablo-limoneux,
 argileux)
 lo-sableux, Equilibre
 limoneuse, Argileuse.

M² Gouch

Oued

St el Hadj Mohd

Al. Ma
Largueb

M

M

M

R. S

Bird Merdy

OUCLAD FERIANE

M² El Abba Toula

EL KHARABT EL ATARIK



Révisée par : HANZA Ali, Ingénieur Géomorphologue
 HENTATI Adel, Ingénieur Géomorphologue

A. Structure et Géomorphologie.

1 - Lithologie.

-  Calcaire et dolomie calcaire
-  croutte calcaire affleurante
-  croutte calcaire fossilisée
-  calcaire et grès en intercalation
-  calcaire et marnes en intercalation
-  marnes ou argiles parfois gypseuses
-  grès
-  conglomérat
-  grès et marnes en petites intercalations
-  alluvions (sables - cailloutis - et argiles)
-  sable dunaire

2 - Tectonique.

-  Sens du pendage
-  axe anticlinal
-  axe synclinal

3 - Formes de terrain et données complémentaires

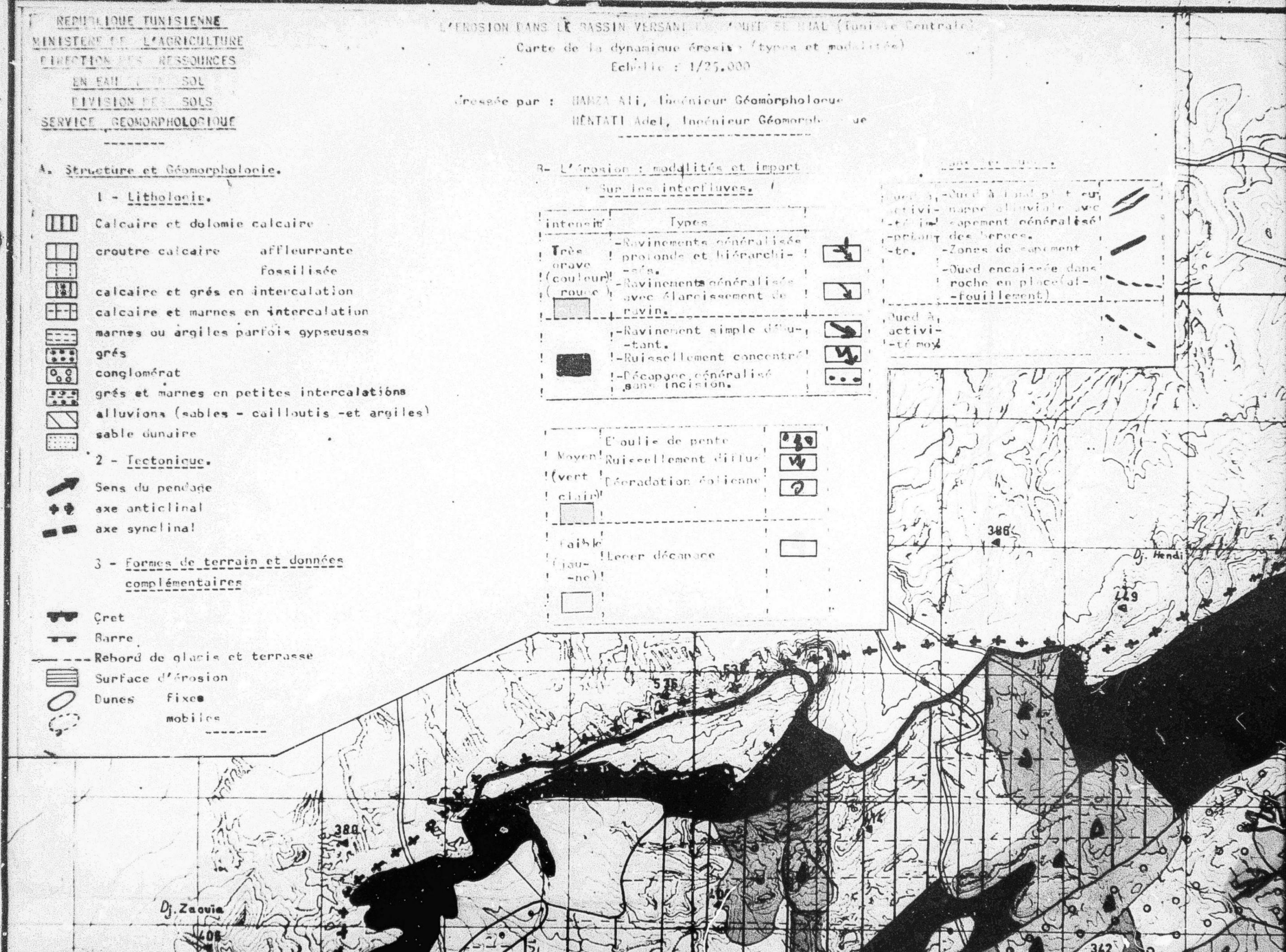
-  Crêt
-  Barre
-  Rebord de glacis et terrasse
-  Surface d'érosion
-  Dunes fixes
-  Dunes mobiles

B- L'érosion : modalités et importance
 Sur les interfluviaux.

intensité	Types	
Très grave (couleur rouge)	-Ravinements généralisés profonds et hiérarchisés.	
	-Ravinements généralisés avec élargissement de ravin.	
	-Ravinement simple d'éboulement.	
	-Ruissellement concentré.	
	-Décapage généralisé sans incision.	

	Erosion de pente Moyenne	
	Ruissellement diffus	
	Dégradation foliacée	
	faible	
	Leger décapage	

-  -Dued à l'aval plus actif - nappe alluviale avec élargissement généralisé - présence des herbes.
-  -Zones de capement
-  -Dued encaissée dans roche en place (at-fouillement)
-  -Dued à activité moyenne





contour lines
roads
streams

283

Koudia
ed douzi

249

302

294 Ragoub
El Aine

Bou. Golerine

267

Dj. Zaouia

408

357

342

281

Oued. Najeuk 285

Oued Hjet

Oued. Ain Sghika

306

303

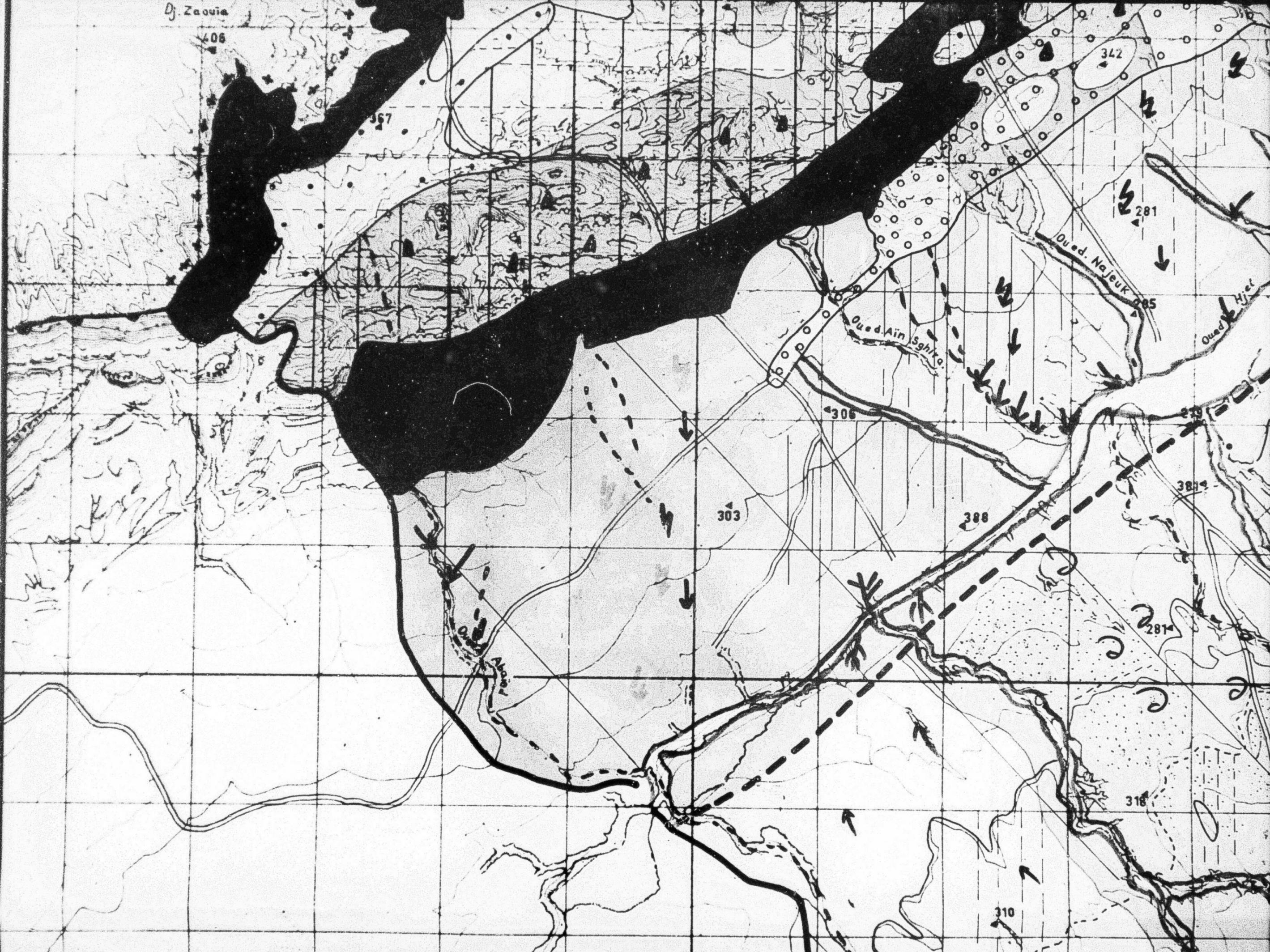
388

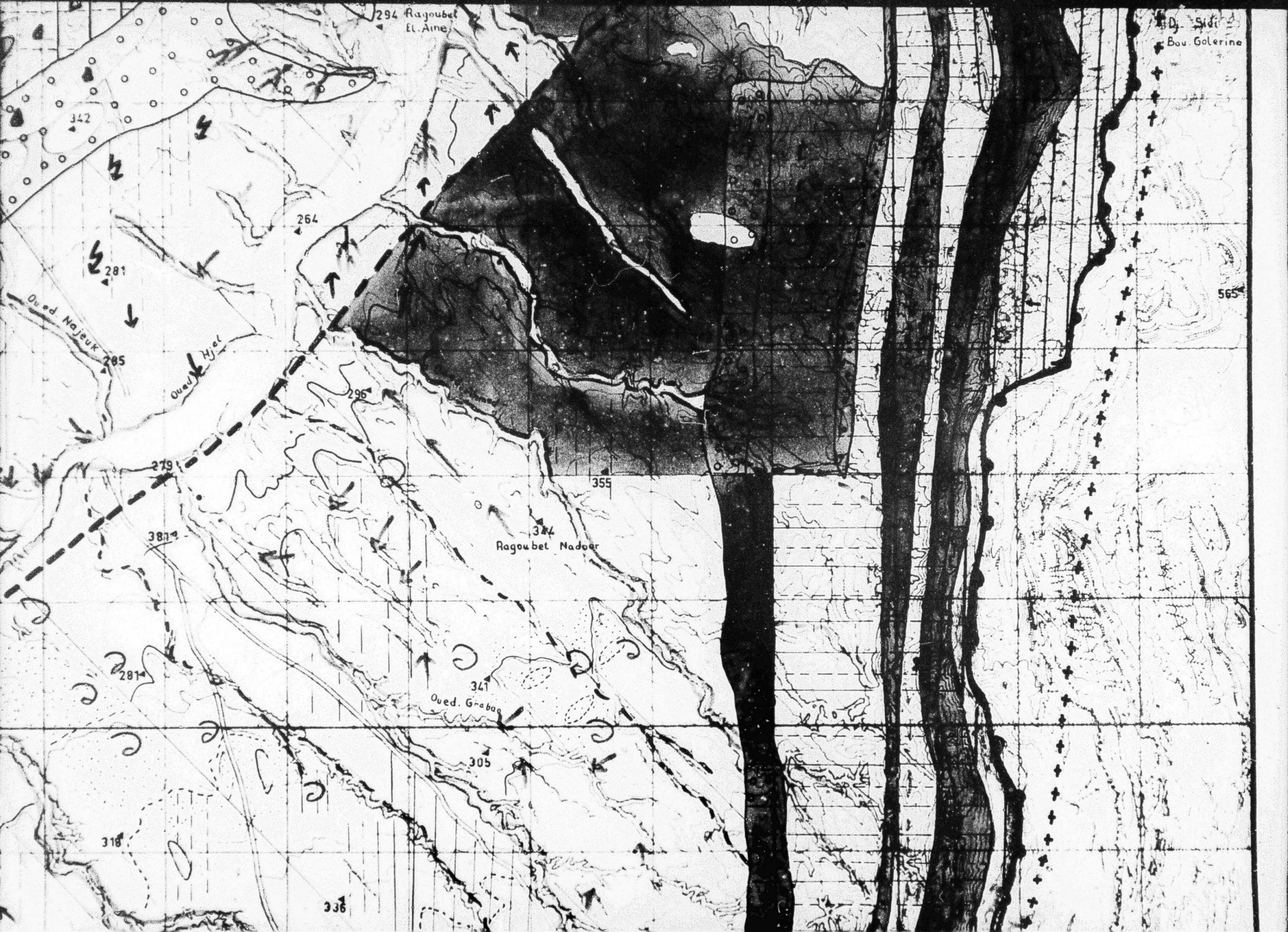
387

281

318

310





294 Ragoubet
El. Aine

Dj. Sidi
Bou. Golerine

342

264

565

281

Oued. Najeux 285

Oued. Hjel

296

279

355

387

344
Ragoubet Nadoer

281

341

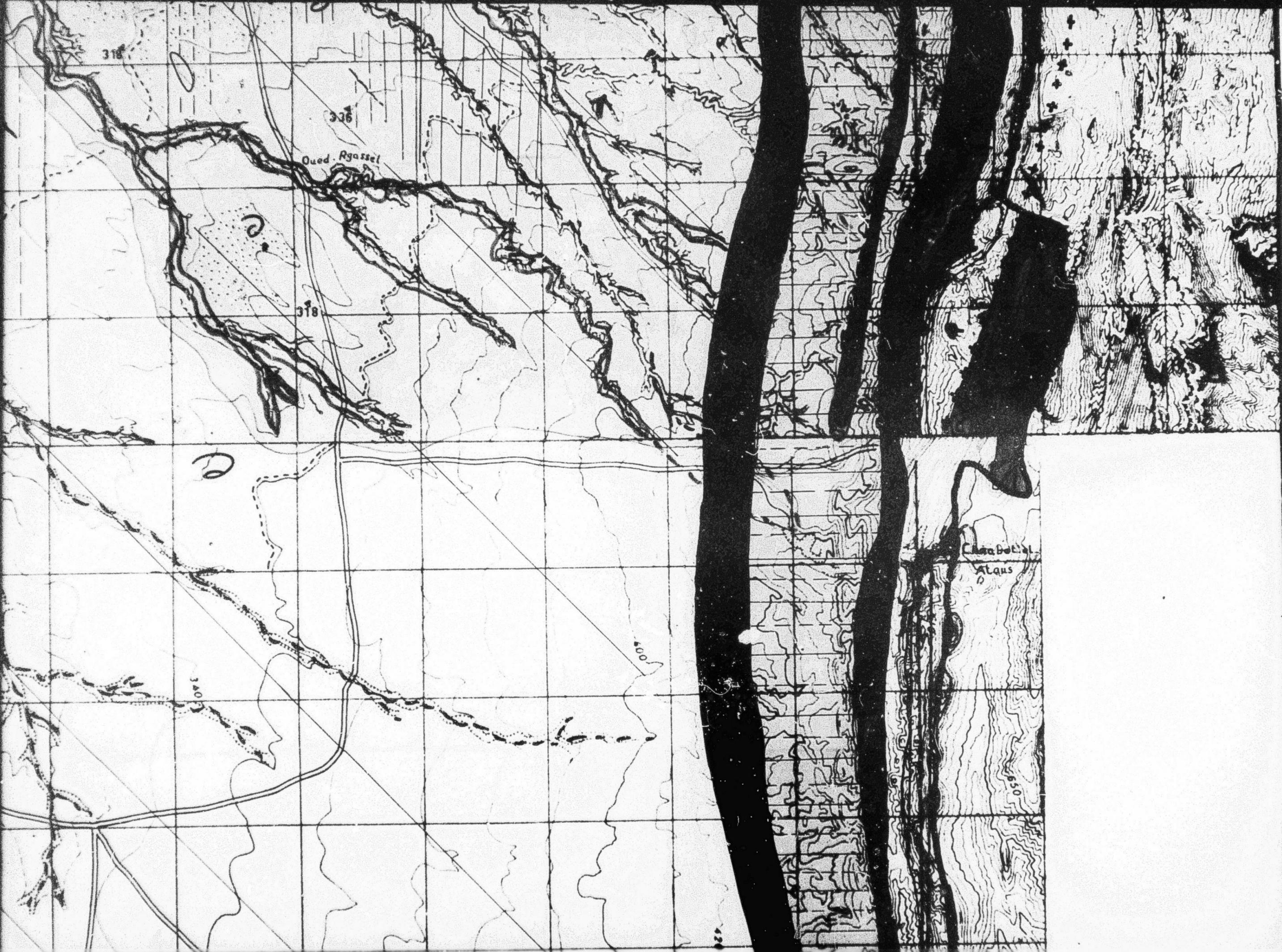
Oued. Grabaa

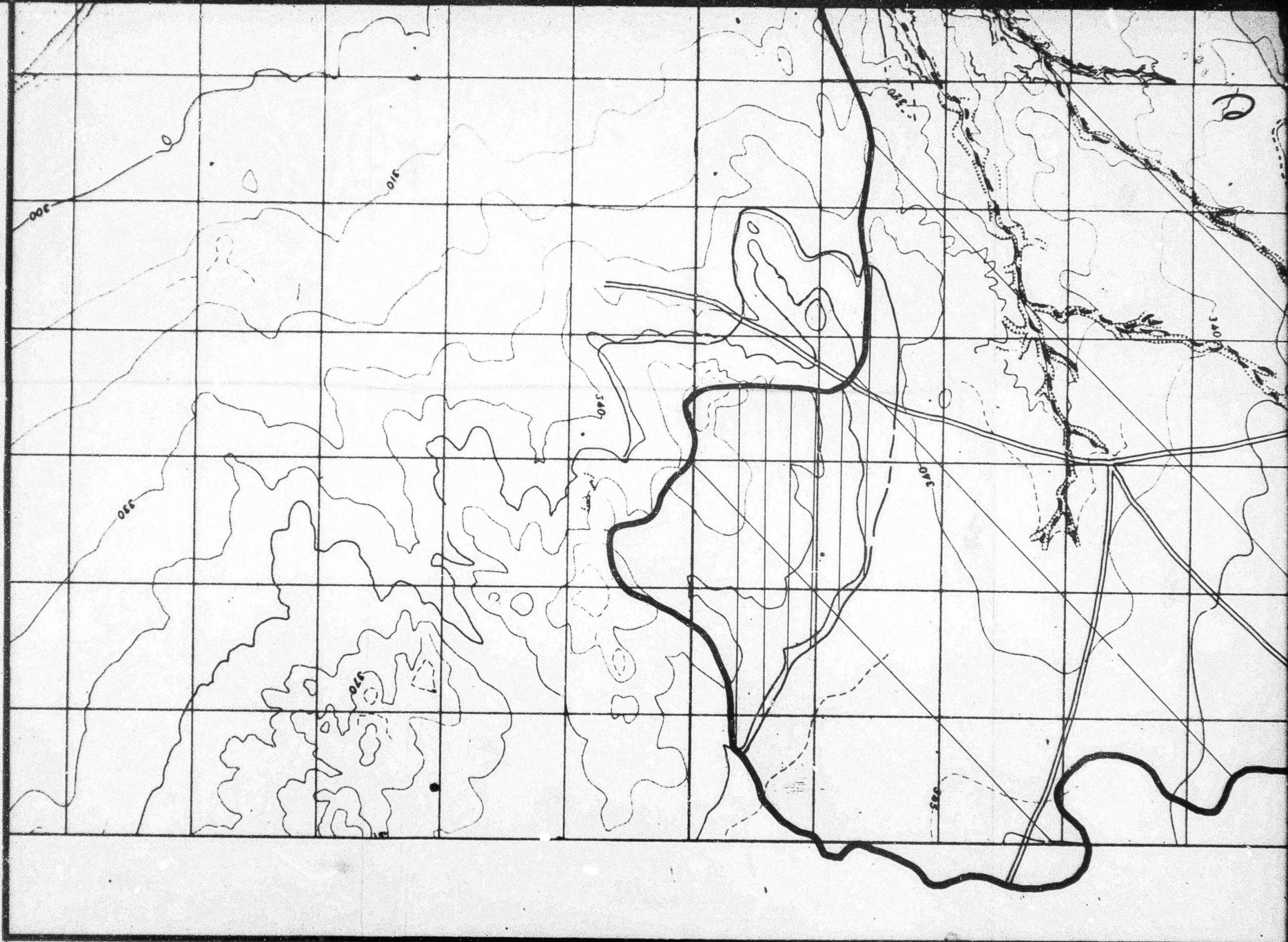
305

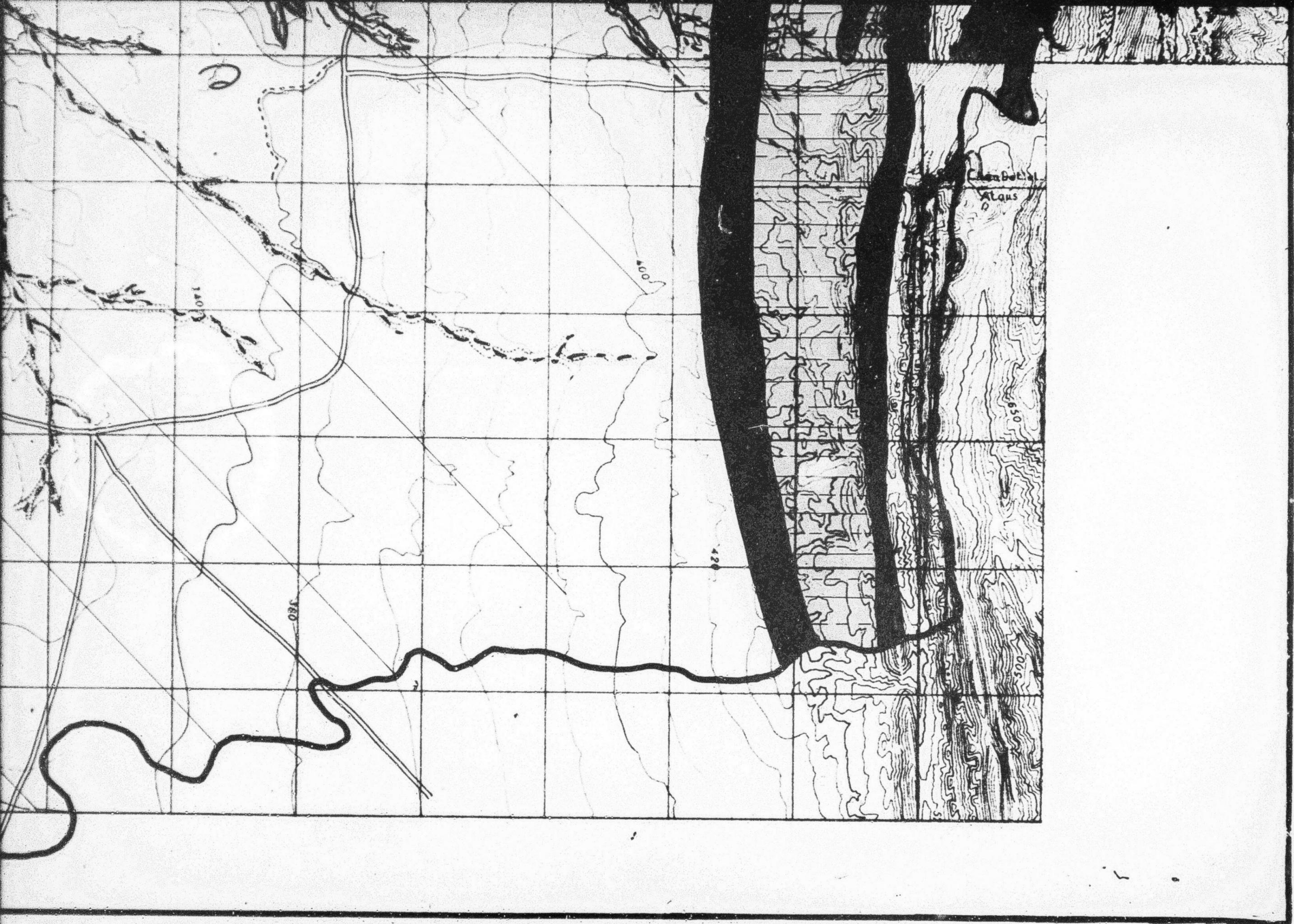
318

336









L'EROSION DANS LE BASSIN VERSANT DE L'OUED EL H.A.L.
 (TUNISIE CENTRALE)

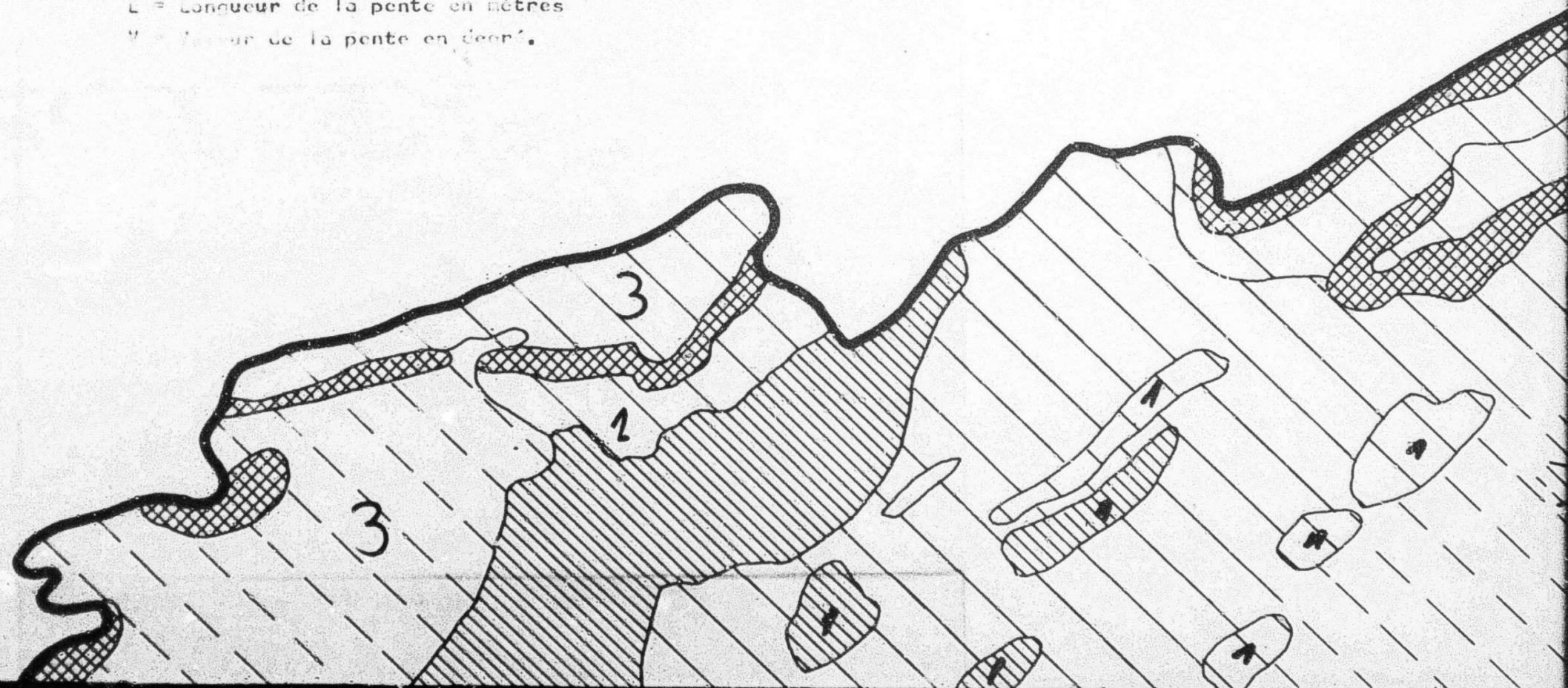
Carte de l'énergie du relief. Echelle : 1/25.000

dressée par : HAMZA Ali
 Ingénieur Géomorphologue
 HENTATI Adel
 Ingénieur Géomorphologue

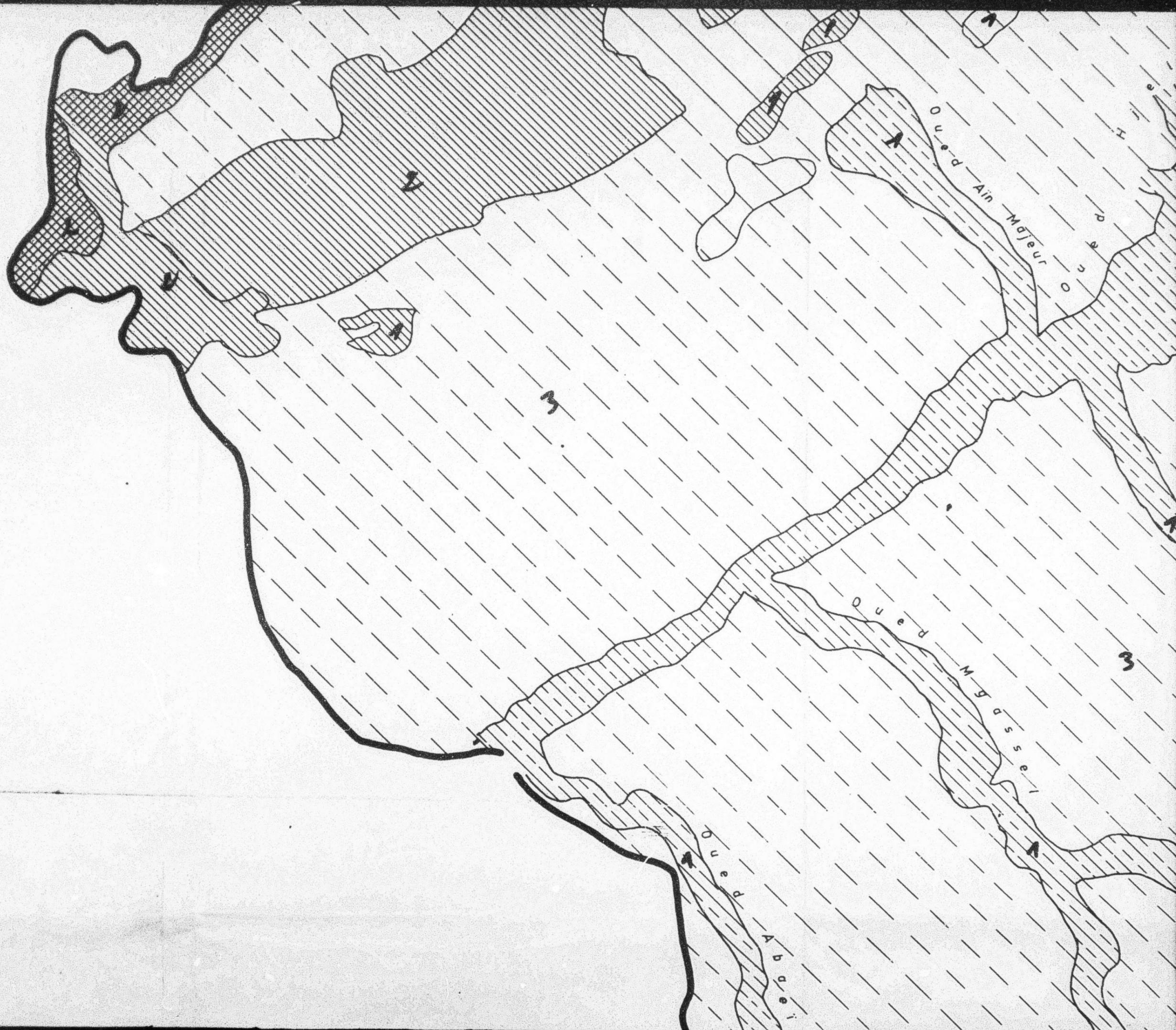
Légende

	V	4 - 8	0 - 4	8 - 15	15 à 25	25 et plus
L						
moins de 100		1	1	1	2	2
100 à 300		2	2	2	2	2
300 et plus.		3	3	3	3	3

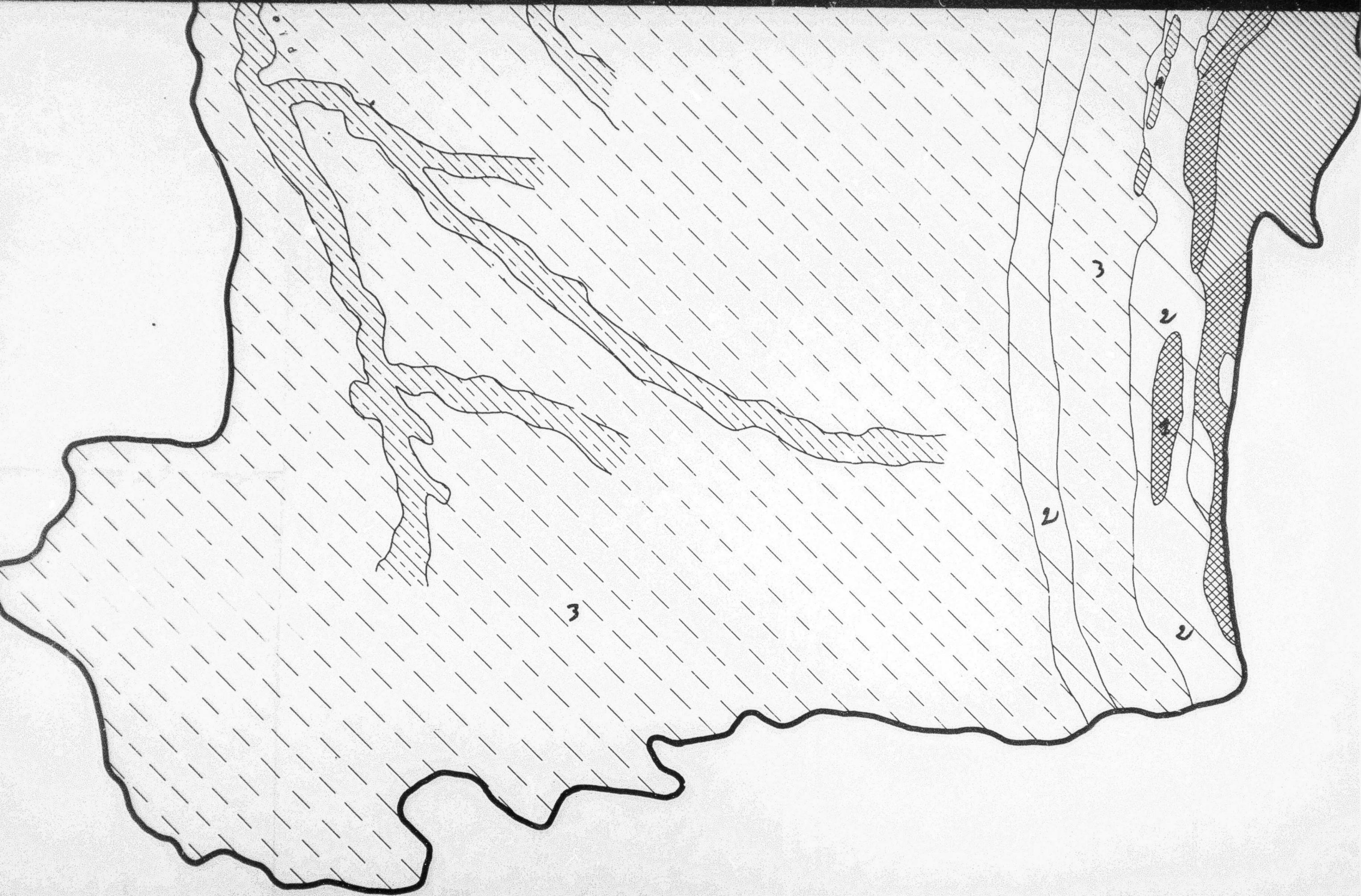
L = Longueur de la pente en mètres
 V = Valeur de la pente en degré.

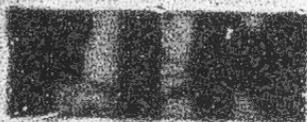












74

