

MICROFICHE N°

50675

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الزراعي
تونس

F 1

15
DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU ET EN SOL

QUELQUES DONNEES SUR LES CRUES, LES MODIFICATIONS
MORPHOLOGIQUES, ET L'EVOLUTION DES EAUX ET DES
ALLUVIONS DU BASSIN LEBEN - CUADRANE APRES LES
PLUIES DE L'AUTOMNE 1969

15
FEVRIER 1971

JACQUES CLAUDE

ROGER PONTANIER

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTRE DE L'AGRICULTURE
DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU ET EN SOL
DIVISION DES RESSOURCES EN EAU

Service Hydrologique

QUELQUES DONNEES SUR LES CRUES LES MODIFICATIONS
MORPHOLOGIQUES, ET L'EVOLUTION DES EAUX ET DES
ALLUVIONS DU BASSIN LEBEN - QUADRANE APRES LES
PLUIES DE L'AUTOMNE 1969.

Par :

Jacques CLAUDE et Roger PONTANIER
Ingénieurs O.R.S.T.C.M.

- S O M M A I R E -
-♦-♦-♦-♦-♦-♦-♦-♦-♦-

INTRODUCTION

I.- CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT

- 1.- Caractéristiques physiques du bassin total
- 2.- Description de quatre sous-bassins.
- 3.- Résumé des caractéristiques.

II.- DONNEES HYDROCLIMATOLOGIQUES

- 1.- Pluviométrie normale
- 2.- Pluviométrie automne 1969
- 3.- Les intensités.

III.- LES CRUES ET LES INONDATIONS DE L'AUTOMNE 69

- 1.- Historique
- 2.- Estimation des débits maximums
- 3.- Estimation des Coefficients de ruissellement
- 4.- Zones inondées - alluvionnement.

IV.- EVOLUTION DU MILIEU APRES LES INONDATIONS

- 1.- Fin des écoulements
- 2.- Evolution des débits
- 3.- Evolution des salinités (eau et alluvions)
- 4.- Modification des lits.

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

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

Il était d'usage de dire que l'Oued Leben ne rejoignait jamais la mer, que ses eaux se perdaient généralement dans cette vaste cuvette ouverte sur le golfe de Gabès nommée Ouadrane et que le delta en partie sous marin en face d'Hachichina n'était plus fonctionnel; en vertu de ce dicton il n'avait pas retenu l'attention des différents services; le Leben, en comparaison des oueds du Kairouanais, était peu craint. Les pluies exceptionnelles de l'automne 1969 se sont chargées de nous détromper.

SITUATION DE LA ZONE (cf. carte 1/1000.000°)

Situé entre les parallèles 34°20 et 35°00, le méridien 9°15 et la mer, le bassin de l'Oued Leben d'une superficie de 3580km², occupe une partie des " basses steppes " et la presque totalité des basses plaines méridionales orientales (cf. carte des régions naturelles de la Tunisie dressée par H.N. LE HOUEROU). Dans la zone littorale l'Ouadrane fixe la limite, entre le Sahel de Sfax et la plaine de la Djefara; dans le paysage il marque de façon très nette le passage au Sud Tunisien.

IMPORTANCE DE LA ZONE DANS LA VIE ECONOMIQUE DU PAYS

L'intérêt subit porté au Leben durant l'automne 1969 est dû à la série de catastrophes occasionnées par les crues de cet Oued. Sa basse vallée est en effet un noeud important dans le système des communications ferrovières et routières, la zone d'Hachichina-Graïba en étant la clef. Voici d'ailleurs les principaux dégâts :

- Route GP₁ coupée pendant 2 mois et détruite sur 2 km environ à Hachichina.
- Voie ferrée Gafsa-Sfax enlevée sur plusieurs km en différents points (principalement entre Graïba et Mezzouna)
- Voie ferrée Sfax-Gabès coupée entre Graïba et Hachichina.
- Route Mezzouna Bir Ali enlevée sur la traversée de l'Ouadrane.
- Pont de Maknassy sur piste^{la} Gamouda détruit.
- Inondation de Maknassy durant six jours, due aux affluents du Leben provenant de la chaîne du Bou Hedma (habitations, usine électrique, et plantations gravement endommagées).

- Barrage d'épandage de crues sur l'Oued Nadour (Ouled Bouaziz) partiellement détruit.
- Nombreuses plantations et habitations détruites dans la zone des crues etc...
- Barrage d'Henchir El Boua, situé à la limite du Bassin versant du Leben, sur le versant Est du Bou-Hedma, complètement détruit.

Cette liste loin d'être complète, justifie cependant, avec l'intérêt exceptionnel du phénomène, l'étude qui va suivre.

METHODES

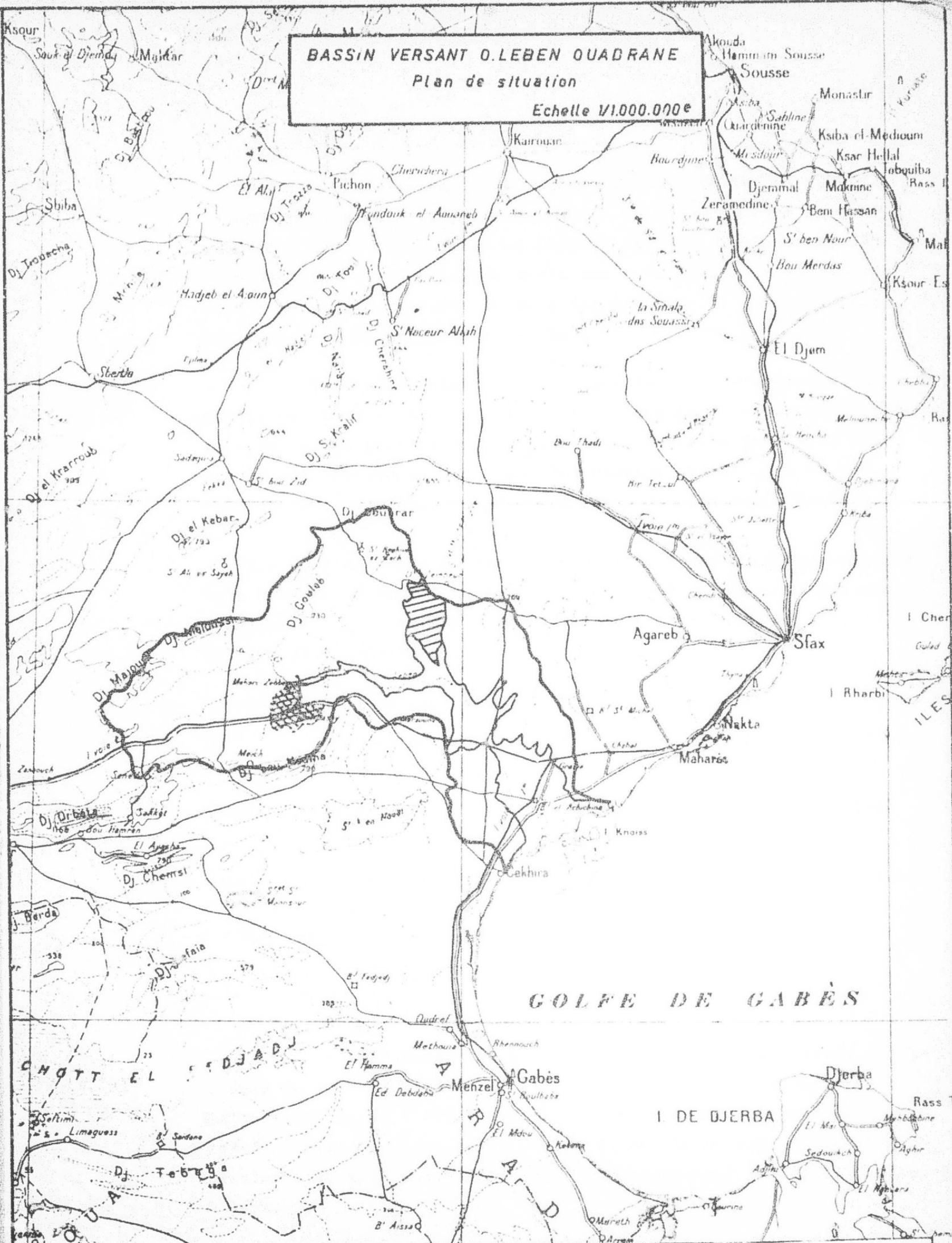
Il s'agissait de connaître les débits, les hauteurs d'eau l'extension maximale des crues, l'alluvionnement, d'apprécier l'érosion et la modification des anciens lits, et de suivre l'évolution de la salure des eaux et des alluvions sur les zones inondées.

Dès la première crue les stations limnimétriques ont été emportées; durant près d'un mois l'accès de ces sites a été interdit; c'est pourquoi les seules méthodes consistant en des enquêtes et en l'observation sur le terrain des alluvions, des délaissés de crue, des seuils, des terrasses etc...^{Ces observations} nous ont permis avec les données de la pluviométrie d'avoir une idée aproximativement exacte de l'historique de ces crues.

De même en l'absence d'une couverture immédiatement utilisable de photo-aériennes des zones inondées, nous nous sommes contentés d'étudier l'alluvionnement en quelques points sur lesquels nous avons suivi l'évolution des salures.

BASSIN VERSANT O. LEBEN QUADRANE
 Plan de situation

Echelle 1/1.000.000^e



Extention maximale des crues de l'oued leben-QUADRANE (Automne 59)

Zone inondée des gueltas et des garaets de REGUEB (Automne 69)

Zone inondée de MAKNASSY (Automne)

I.- CARACTERISTIQUES DU BASSIN-VERSANT

I.- 1.- La délimitation du Bassin-Versant de l'Oued Leben demande un examen minutieux des cartes au 1/100.000° et au 1/50.000° ainsi que des photos aériennes disponibles. (1/12.500 et 1/25.000°). Cependant en certains points, seule une reconnaissance sur le terrain a permis de préciser le sens des écoulements (zone du Bled Hachanah, Bled Regueb, Rhédir Rebaïa).

Il faut préciser que le tracé du Bassin-Versant, donné sur la carte en annexe, correspond aux crues de l'automne 1969; auparavant certaines parties englobées aujourd'hui dans le bassin fonctionnaient indépendamment comme des bassins endoréiques ou semi-endoréiques (dépression d'Hachanah, zone des Ogllets du Regueb).

I.- 2.- L'ensemble du Bassin-Versant du Leben ainsi délimité est très hétérogène tant dans sa morphologie que dans son comportement hydrologique; aussi avons nous divisé le bassin total en 4 sous bassins plus homogènes? :

Bassin 1.- Haut bassin du Leben -Nadour jusqu'au seuil d'Ed Douira.

Bassin 2.- Steppes du Regueb et de Mezzouna jusqu'au confluent de l'Oued Chéritt.

Bassin 3.- Zone de Bir Ali Ben Khalifa et plaine d'épandage jusqu'au seuil de la Maison Cantonnière.

Bassin 4.- Plateau de Graïba, plateau de la Skhira et delta d'Hachichina.

I.- 2.- Description des 4 sous-bassins

I.2.A.- Sous bassin n°1

a)- Relief et Réseau hydrologique.

Ce haut bassin se présente comme une vaste cuvette elliptique de 1060km² limitée au Nord par les Djebels Méloussi et Majoura culminant à 874 m d'altitude, séparés par le seuil de Sexed (425m) de l'arc de la chaîne du Bou Hedma qui limite le Bassin-Versant au Sud et Sud-Est. Point culminant au Djebel Timdonine à 898m.

A l'Est les Djebels Couleb et Zebbeus, axés Nord-Sud, brouillent par le seuil d'Ed Douira ce premier sous-bassin.

Au Nord-Est, nous signalerons qu'en automne 1969, la dépression d'Hachanah limitée par les Djebels Méloussi, El Bagra et Goules habituellement endoréique, s'est déversée sur le Leben par l'intermédiaire de l'Oued Serrak El Merga après débordement par le seuil de Bir Koula.

Le Sous-bassin n°1 est drainé principalement par les Oueds Nadour, Foufi, Rabta, Zouamel et Sellam; l'ensemble de ces Oueds conflue au niveau de la piste Maknassy - Gammouda (ancienne station G 7), pour former l'Oued Leben. De nombreux petits affluents de ces Oueds ont un lit très dégradé en raison des aménagements de petite hydraulique agricole (contemporains et romains).

b) -- Les types de sols et la végétation

Les principaux types de sols rencontrés sur ce sous bassin 1 sont les suivants :

- Sols bruts d'érosion des massifs calcaires crétacés, favorables à un fort ruissellement sur les reliefs. La végétation y est maigre et caractérisée par l'Alfa.

- Sols bruts d'érosion sur croûtes et encroûtements calcaires continus ou démantelés. Lorsque la nappe alfatière a été profondément dégradée ces zones constituent des terrains à fort ruissellement, malgré leur faible pente.

- Sols calcomagnésimorphes à encroûtement gypseux se développent sur argiles sableuses gypseuses du miopliocène et sur des calcaires marneux éocènes. Ces encroûtements moins compacts que les précédents présentent encore en position de pente un fort ruissellement.

- Sols sableux présentant différents degrés de steppisation et de dégradation (sols peu évolués modaux ou steppiques, sols bruns steppiques jeunes tronqués ou non), reposant souvent sur un horizon sablo-argileux à nodules calcaires, pouvant constituer une bonne surface de ruissellement si l'horizon sableux sus-jacent a été érodé. La végétation originale de ces steppes est caractérisée par les associations à *Rhanthérium Suaveolens* et à *Artémisia Herba Alba*, dégradées par le surpâturage, les labours et les plantations (oliviers, amandiers).

- Sols halomorphes à texture sablo-argileuse à argilo-sableuse présentant souvent à moyenne profondeur un encroûtement gypseux de nappe. Ces sols peu perméables situés en position de bas-fond s'engorgent et se submergent temporairement, à la suite de fortes pluies (cuvette d'Hachana, Oglet Etsemad).

I.2.B.- Scus bassin n°2

a)- Relief et réseau hydrologique.

Limité à l'Ouest et au Nord-Ouest par l'arc montagneux. (Djebels Zebbeus, Gouleb, Boudinar, Goutrar) au Sud par les Djebels Bou Douaou, Djebels, il se présente comme un trapèze de 1190 km² dont le côté Nord est constitué par une ligne de partage des eaux assez incertaine passant à travers les steppes du Regueb, et la petite base à l'Est s'appuie sur un front de cuestas peu élevées (Bir Ali Ben Khalifa).

L'Oued Leben constitue le collecteur principal des plaines qu'il borde au Sud. Il reçoit en rive gauche l'Oued Azzedine entaillant l'ancienne surface villafranchienne au niveau du Kef El Hadjar (cf. Etude Régueb-Sud). Le complexe de l'Oued Cheritt drainant la majeure partie de ce bassin constitue un réseau hydrographique semi endoréique, très compliqué, aux lits très peu marqués, passant par des zones de ruissellement diffus. En général, les eaux s'accumulent dans un système de dépressions fermées (Oglats, Garacts) ayant rarement accès sur l'"Oued" Cheritt et l'Oglet Goudja qui ne véhiculent jusqu'au Leben qu'une faible partie des volumes ruisselés.

b)- Les types de sol et la végétation

Les massifs montagneux calcaires constituent comme précédemment des sols bruts d'érosion à fort ruissellement. Ils se raccordent aux steppes sablonneuses perméables par l'intermédiaire des glacis d'érosion souvent recouverts de croûtes et encroûtements calcaires ou gypseux. Les sols de la basse plaine sont caractérisés par la présence d'un ancien encroûtement gypseux de nappe parfois encore fonctionnel et très souvent salé. Nous signalerons en outre la présence de la dalle calcaire saumonée à hélicidés sous forme de témoins tabulaires dans la haute plaine et à l'Est des Gueltas.

La végétation de la plaine comporte une steppe dégradée caractérisée par le "scrubb" à jujubiers (cf. LE HOUEROU). Les cultures céréalières et oléicoles y sont bien développées. Sur les montagnes et les glacis à croûtes calcaires la nappe alfatière se trouve dans un état satisfaisant.

I.2.C.- Sous bassin n°3

a)- Relief et réseau hydrographique.

Ce sous-bassin limité à l'aval par le seuil de la maison cantonnière, forme une bande allongée en direction Nord-Sud, relevée au Nord sur le plateau de Bir Ali Ben Khalifa. Au Sud une vaste zone d'alluvionnement à ruissellement diffus nommée Ouadrane constituait, jusqu'à l'automne 1969, la limite extrême des écoulements des faibles crues de l'Oued Leben (1).

Le réseau hydrographique est constitué de petits oueds violents collectant les forts ruissellements du plateau souvent encroûté de Bir Ali Ben Khalifa et s'épendant dès qu'ils abordent la zone d'alluvionnements située au Sud. Signalons qu'en automne 1969 une forte reprise d'érosion a eu lieu au seuil du Rhédir Rebaia mais qui n'a pas permis une capture vers la Sebket En Noual.

b)- Les sols et la végétation

Nous distinguerons deux zones dans ce sous bassin n°3 :

- une zone haute dominée par la croûte calcaire villafranchienne et caractérisée par des sols sableux peu évolués ou bruns steppiques perméables reposant sur des limons à nodules calcaires ou des croûtes calcaires mis à nus par l'érosion en de nombreux sites et favorisant le ruissellement.

(1) - Terminologie = Nous appelons habituellement Leben, l'Oued qui arrive jusqu'au seuil de Mayara (confluent Oued Chéritt) et Ouadrane la partie de son "cours" qui rejoint la mer.

- une zone basse d'alluvionnement à sols de texture sablo-argileuse à argilo-sableuse à caractères d'halomorphie et d'hydromorphie plus ou moins marqués avec éventuellement présence d'un encroûtement gypso-salin de nappe.

La végétation originelle totalement dégradée est remplacée aujourd'hui par des vergers d'amandiers et des olivettes. Les terrains de parcours salés de l'Ouadrane (basse zone) produisent d'excellents moutons.

I.2.D. - Sous-bassin n°4

A partir du seuil de la maison cantonnière, l'Ouadrane s'étale largement entre le plateau de Graïba situé au Nord et le plateau de la Skhira au Sud-Ouest, jusqu'à son delta d'Hachichina.

a) - Relief et réseau hydrologique.

Le plateau de Graïba culminant à 200m et pendant légèrement vers l'Ouadrane est entaillé par une série d'Oueds parallèles violents collectant cet impluvium à fort ruissellement (Oueda Be Souinia, El Hamma, El Keroua et El Hadjeb).

Du plateau de la Skhira descendent une série de petits oueds dont le principal est l'Oued Merhadia. Dans la plaine l'écoulement se fait difficilement entre des alignements de cordons dunaires. A une quinzaine de kilomètres de la mer les "hauteurs" d'Hachichina provoquant une séparation en deux branches : l'Ouadrane au Nord et l'Oued " Chérit et Kelba - Melah " au Sud.

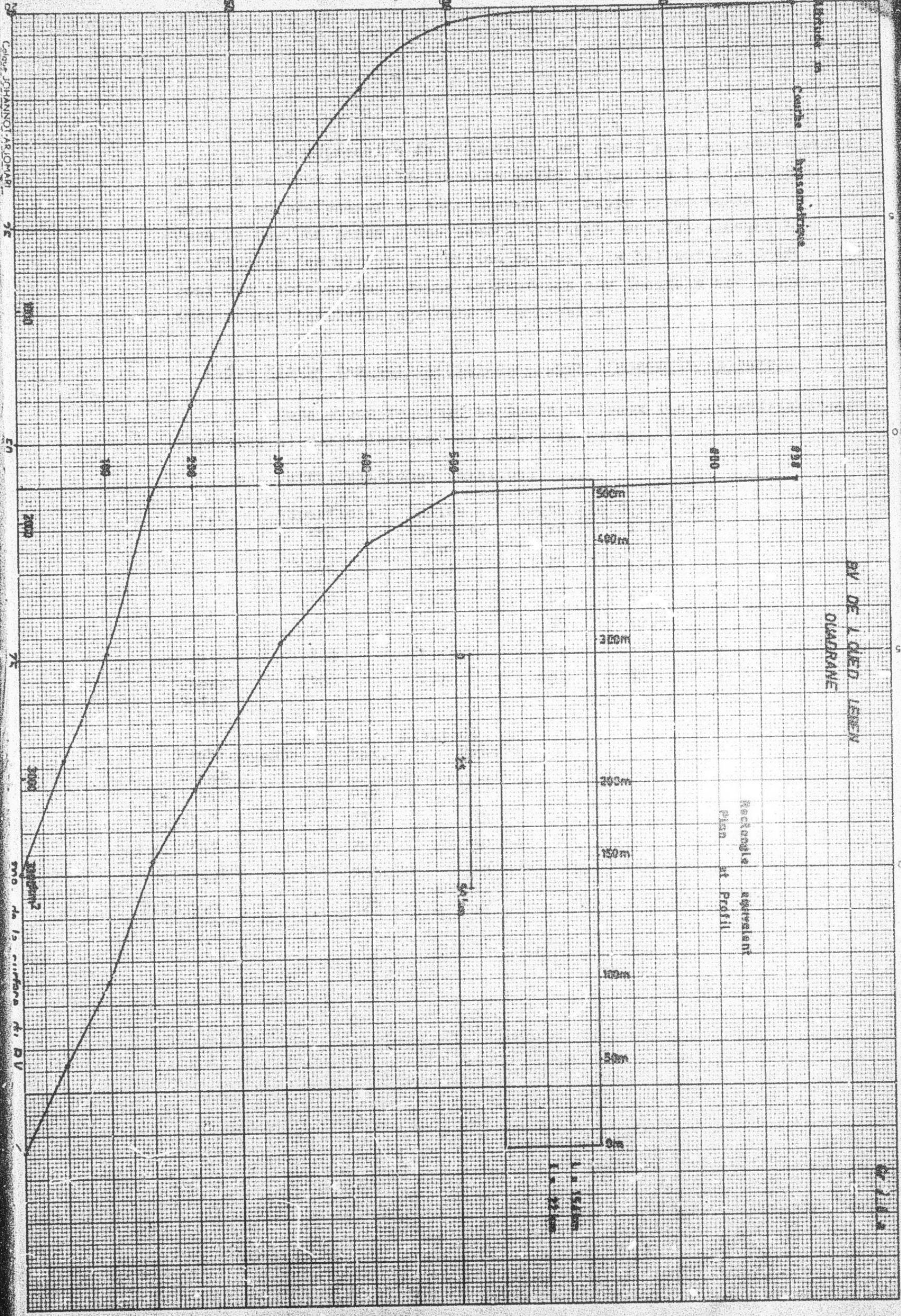
b) - Les sols et la végétation

Le plateau de Graïba est constitué essentiellement de croûtes calcaires, d'encroûtements gypseux de limons à nodules calcaires compacts recouverts localement d'apports sableux plus ou moins steppisés. Ces sols moyennement cultivés constituent une bonne surface de ruissellement. La pédologie du plateau de la Skhira est sensiblement la même à la seule différence que les sols gypseux y sont plus abondamment représentés. Ces deux plateaux présentent quelques petits systèmes annexes endoréiques (Garzet El Graab, Es Smara).

BY DE LIEDE LIEVEN
QUADRANTE

Rectangle
plan at Profil

1 : 5000
1 : 2500



Colours: JOHANNOT, ARLOMAR

La dépression de l'Ouadrane est constituée essentiellement de sols sableux à argilo-limoneux salés et parfois à alcalis présentant en profondeur un encroûtement de nappe gypso-salin. Vers la mer, on passe à une Sebka littorale soumise souvent à l'influence des marées. Au milieu de ces sols halomorphes émergent des îlots sableux sains et profonds sur lesquels est concentrée toute l'activité agricole d'Hachichina.

I.3.- Résumé des caractéristiques pour l'ensemble du bassin

Nous avons regroupé en trois tableaux les caractéristiques physiques et morphologiques du bassin du Leben.

a)- Caractéristiques physiques

B.V.	Superficie km ²	Indice Compacité Kc	Rectangle équivalent	
			L km	l km
1	1060	1,41	65	16,5
2	1190	1,27	58	20
3	426	1,28	35	12,5
4	704	1,43	54	13
Bassin total	3380	1,70	154	22

Pente moyenne m / km	Altitude	
	max.	Exnt
1- 10,7	898	200
2- 12,7	736	85
3- 6,7	269	50
4- 3,7	200	0
B.T. 5,8	898	0

Surfaces occupées par les différents types de sols en % de la surface du B.V. total

TYPES de SOLS	1	2	3	4	Total
Sous Bassin					
A- Sols à très fort ruissellement (massifs calcaires -croûtes calcaires)	8,89	6,33	1,23	0,30	16,75
B- Sols à fort ruissellement (sol d'ablation sur nodules calcaires -encroûtement gypseux)	2,78	3,13	1,17	4,40	11,48
C- Sols à ruissellement moyen (sol sableux associés aux croûtes et limons à nodules)	6,06	1,96	5,86	5,28	19,60
D- Sols à faible ruissellement (sols sableux peu évolués ou steppiques)	12,75	17,37	0,50	4,09	34,71
E- Sols alluviaux à ruissellement fort à faible suivant pente et texture	1,5	2,06	3,19	2,60	8,85
F- Sols halomorphes des zones dépressionnaires	1,04	0,55	0,58	4,08	6,25
G- Sols à ruissellement moyen (association sols sableux et sols gypseux à encroûtement)		2,59			2,59
H- Sols hydromorphes des dépressions (Oglets)		0,21			0,21
TOTAL	31,52	35,20	12,53	20,75	100,00

Nous remarquons que près de 50% des sols sont à fort et bon ruissellement et que 35% environ sont à bonne perméabilité.

b)- Hypsométrie du Bassin total (G.I.6-a).

Altitude	Surface en %	Surfaces ^{ou} mulées en %
↘ 500 m	1,6	1,6
de 400 à 500 m	7,6	9,2
de 300 à 400 m	14,7	23,9
de 200 à 300 m	21,9	45,8
de 150 à 200 m	10,9	56,7
de 100 à 150 m	18,0	74,7
de 50 à 100 m	12,2	86,9
de 0 à 50 m	13,1	100

Notons que plus de la moitié du Bassin Versant se trouve situé à une altitude inférieure à 200 m, alors que les chaînes montagneuses qui le bordent culminent à 898m, ce qui favorise un fort ruissellement dans les parties amont des bassins et une grande extension des zones inondables. (voir courbe hypsométrique). Ceci est encore visible sur le profil en long de l'Oued Leben et de ses affluents (Cr I-6-b) dont le lit est très pentu à l'amont et s'amortit très vite en plaine en passant par des seuils bien marqués.

Les pentes moyennes des différents sous-bassins sont assez élevées du fait de l'altitude des chaînes de montagnes mais elles ne tiennent pas compte de l'hypsométrie. Nous avons calculé l'indice de pente de ROCHE (cf.) pour le bassin total.

$$I_p = \frac{1}{\sqrt{L}} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{\beta_i (a_i - a_{i-1})}}$$

où =

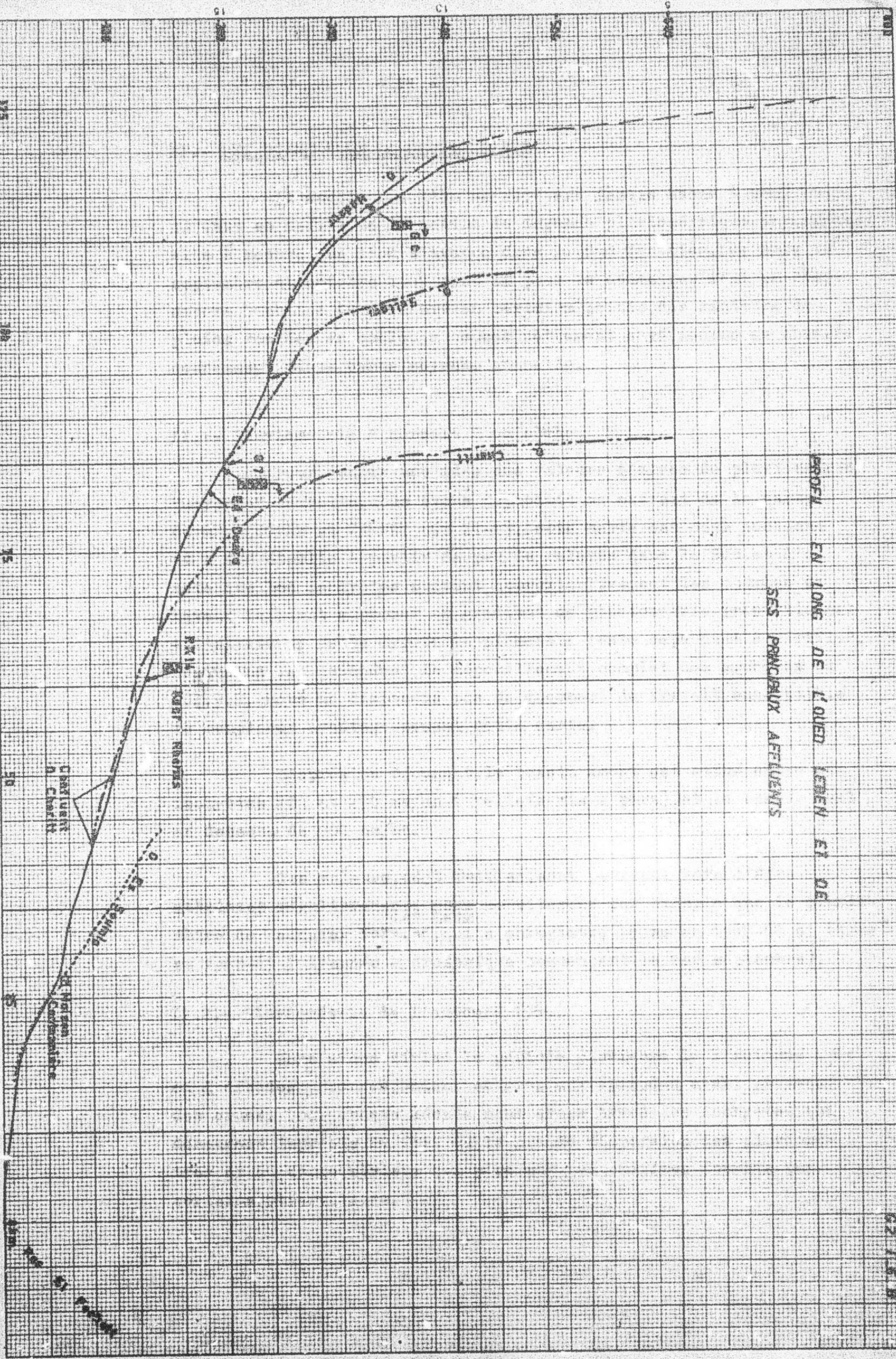
L = longueur du rectangle équivalent = 15 h k

β_i = fraction de la surface du bassin comprise entre les courbes de niveau a_i et a_{i-1} .

Avec le découpage hypsométrique adopté, nous avons : $I_p = 0,033$.

Ce qui est une valeur relativement modérée.

PROFIL EN LONG DE L'OUED LEBEN ET DE SES PRINCIPAUX AFFLUENTS



II.- LES DONNEES DE LA PLUVIOMETRIE

Il semble que l'on ne répètera jamais assez à quel point il faut se méfier de la notion de moyenne pluviométrique interannuelle à mesure que l'on s'avance dans le Sud Tunisien. Les mois de septembre et octobre 1969 sont là pour le démontrer s'il en était encore besoin : On a relevé en certains points des hauteurs de pluies tombées en quelques heures nettement supérieures au chiffre couramment admis comme moyenne annuelle.

II.1- Pluviométrie " normale " ou sèche

Pour donner une idée des valeurs admises de pluviométrie "moyenne" annuelle, nous avons reproduit un extrait de la carte de M. GAUSSEN et VERNET (Gr II-1). Cette carte est déjà ancienne et a été établie à partir de peu de relevés dans le Sud, et l'on note que les isohyètes suivent approximativement les courbes de niveau laissant supposer un gradient de pluviométrie proportionnel à l'altitude; cette hypothèse plausible reste cependant à vérifier. Néanmoins, en attendant le dépouillement complet des archives du B.I.R.H., nous ne disposons pas de document de travail susceptible de remplacer avantageusement cette carte.

D'après ce document, le bassin amont est situé entre les isohyètes 200 et 250 mm/an (reliefs mis à part), et le bassin aval en dessous de 200 mm/an.

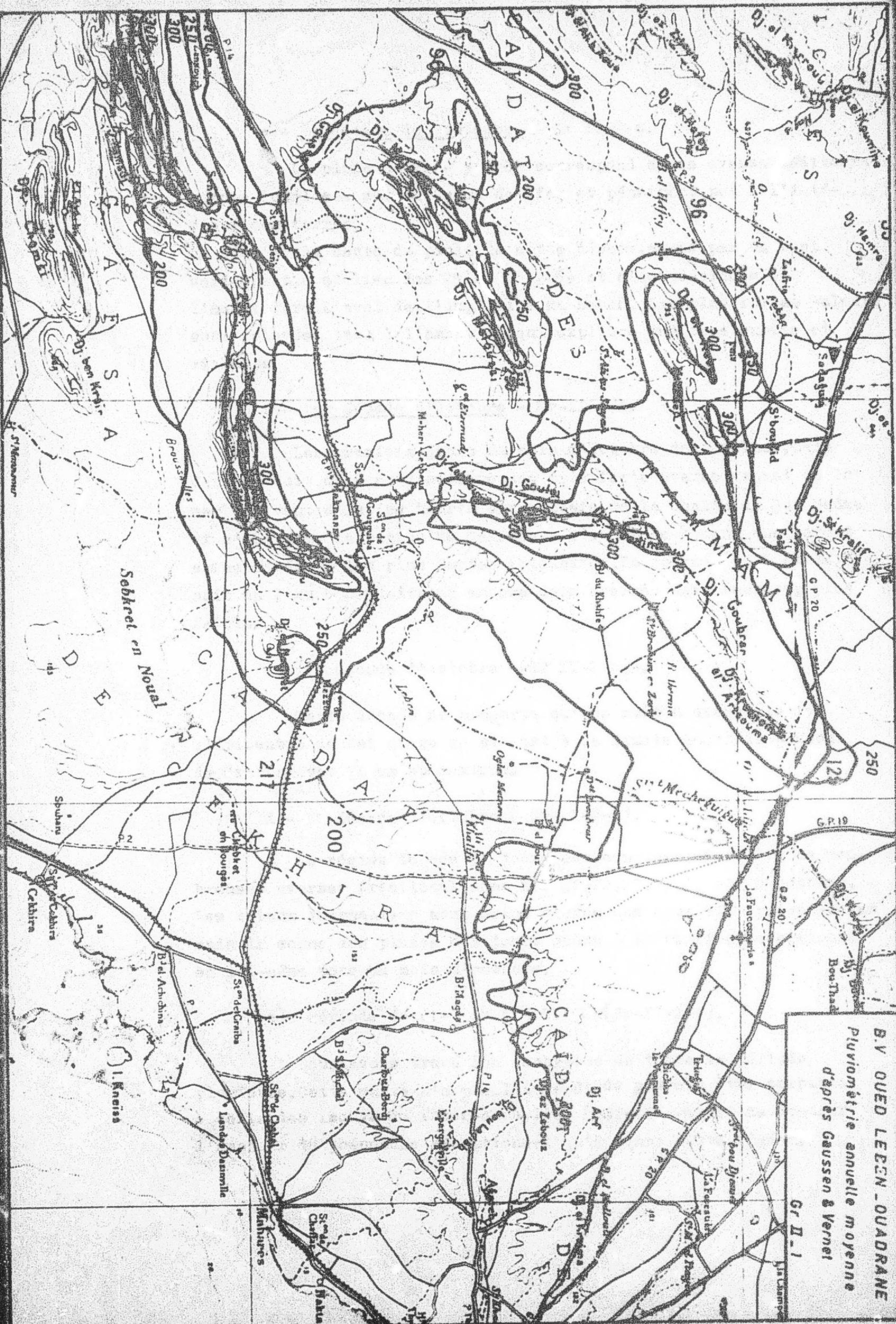
Ces valeurs, déjà faibles, sont pourtant loin d'être atteintes régulièrement; nous ne citerons par exemple que le pluviomètre de Maknassy ^{des Eaux} Serv. ^W, qui a enregistré 162mm en 1967-68 et 132mm en 1968-69 (l'année hydrologique commençant le 1er septembre).

II.2.- Pluviométrie de l'automne 1969.

Nous avons divisé la période pluvieuse de l'automne 1969 en 4 décades correspondant en gros aux épisodes ayant provoqué des crues. Pour chaque décade nous avons tracé des isohyètes qui demeurent imprécis du fait de la grande dispersion des pluviomètres et du doute sérieux qui pèse sur les chiffres fournis par certains observateurs.

B.V. QUED LEEEN-QUADRANE
Pluviométrie annuelle moyenne
d'après Gausson & Vernet

Gr II-1



a)- 3^e décade de Septembre - Gr II-2-a.

La pluie du 22 - 9 - 69 correspond à une averse méditerranéenne localisée sur le Sahel de Sfax et pénétrant peu à l'intérieur des terres.

La plus grosse chute de pluie de cette décade, amené par un vent Nord-Ouest, a eu lieu les 25 et 26-9-69 et s'est déplacée de l'amont vers l'aval de l'impluvium du Leben. Les plus fortes valeurs sont relevées très à l'amont ce qui explique une crue subite et violente.

b)- 1^{er} décade d'Octobre - Gr-II-2-b.

Les premiers jours du mois d'octobre sont calmes, mais dans la nuit du 6 au 7 octobre une très forte averse venant de la mer par vent d'Est, se heurte aux reliefs de la chaîne du Bou Hedma et s'abat sur la région de Maknassy. C'est à ce moment que seront enregistrées les plus fortes intensités. La journée du 7 et la nuit du 7 au 8 connaîtront encore deux averses mais beaucoup plus faibles.

c)- 2^e décade d'octobre -(Gr II-2-c)-.

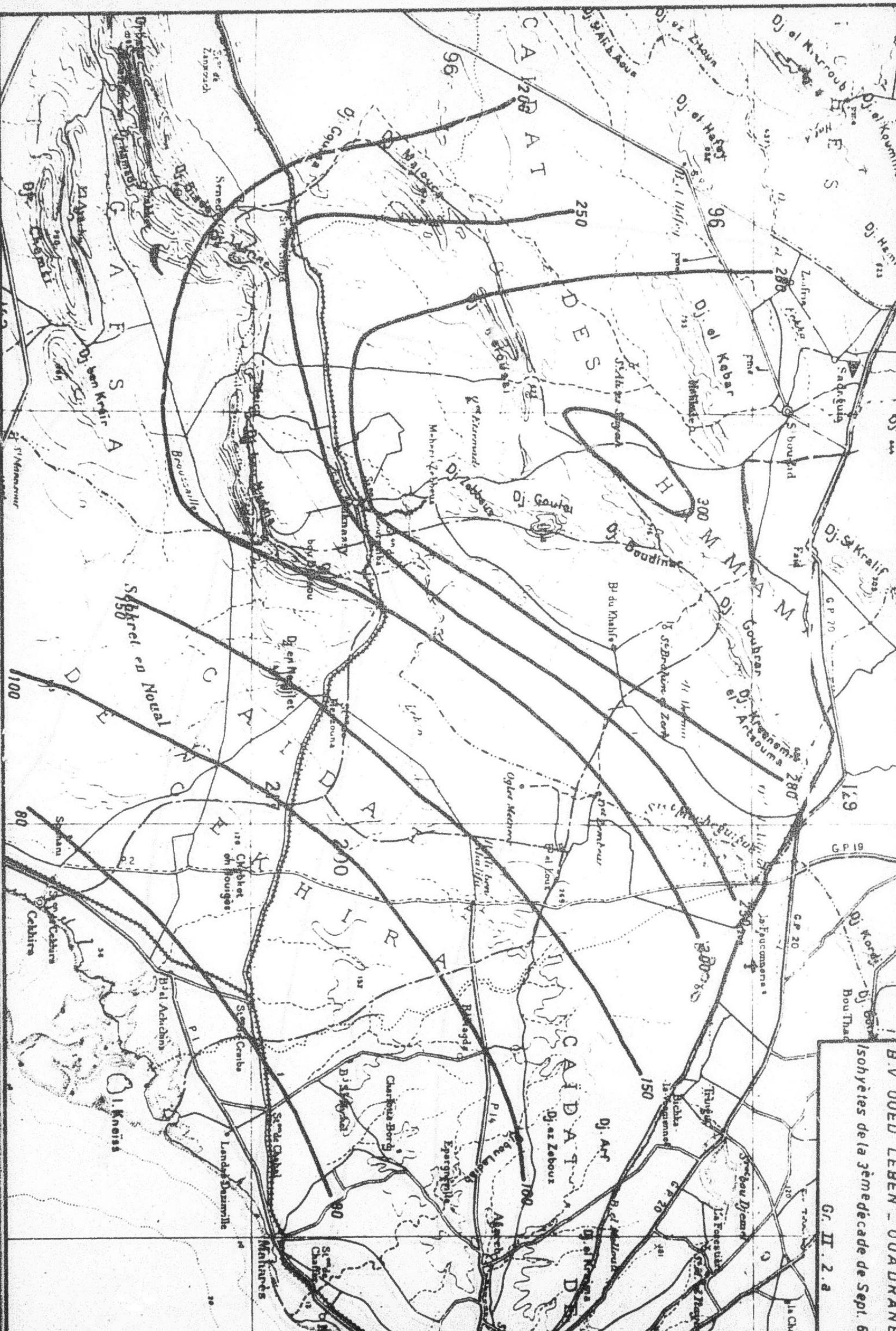
Cette décade ne comporte qu'une nuit d'orage (le 15) l'épicentre de cet orage se situant à la limite amont du plateau de Grafla avec 75 mm au maximum.

d)- 3^e décade d'octobre (Gr-II-2-d).

Le régime de ces 11 jours est complexe; on relève de nombreuses averses très localisées les 21, 22, 23, 25, 27 et 28 octobre. Les totaux journaliers sont moins élevés que ceux vus précédemment mais la somme des pluies des jours amène à un chiffre exceptionnel en lui-même pour un mois d'octobre.

e)- Période du 21-9 au 31-10-1969(Gr-II-2-e).

Nous avons tracé les isohyètes de toute la période pluvieuse. Cette carte n'a que l'intérêt de pouvoir être comparée à celle des isohyètes inter-annuelles (Gr-II-2-a) et de montrer l'ampleur du phénomène exceptionnel qu'a connu cette région.



B. V. UED LEBEN - QUADRANG
 Isohyètes de la 3^{ème} décade de Sept. 69

Gr. II. 2. a

CAÏDA T
 HIRAZ
 MIMAM
 CAÏDA T
 CAÏDA T

96
 250
 96

300
 MIMAM
 280

100
 80

200
 HIRAZ

150

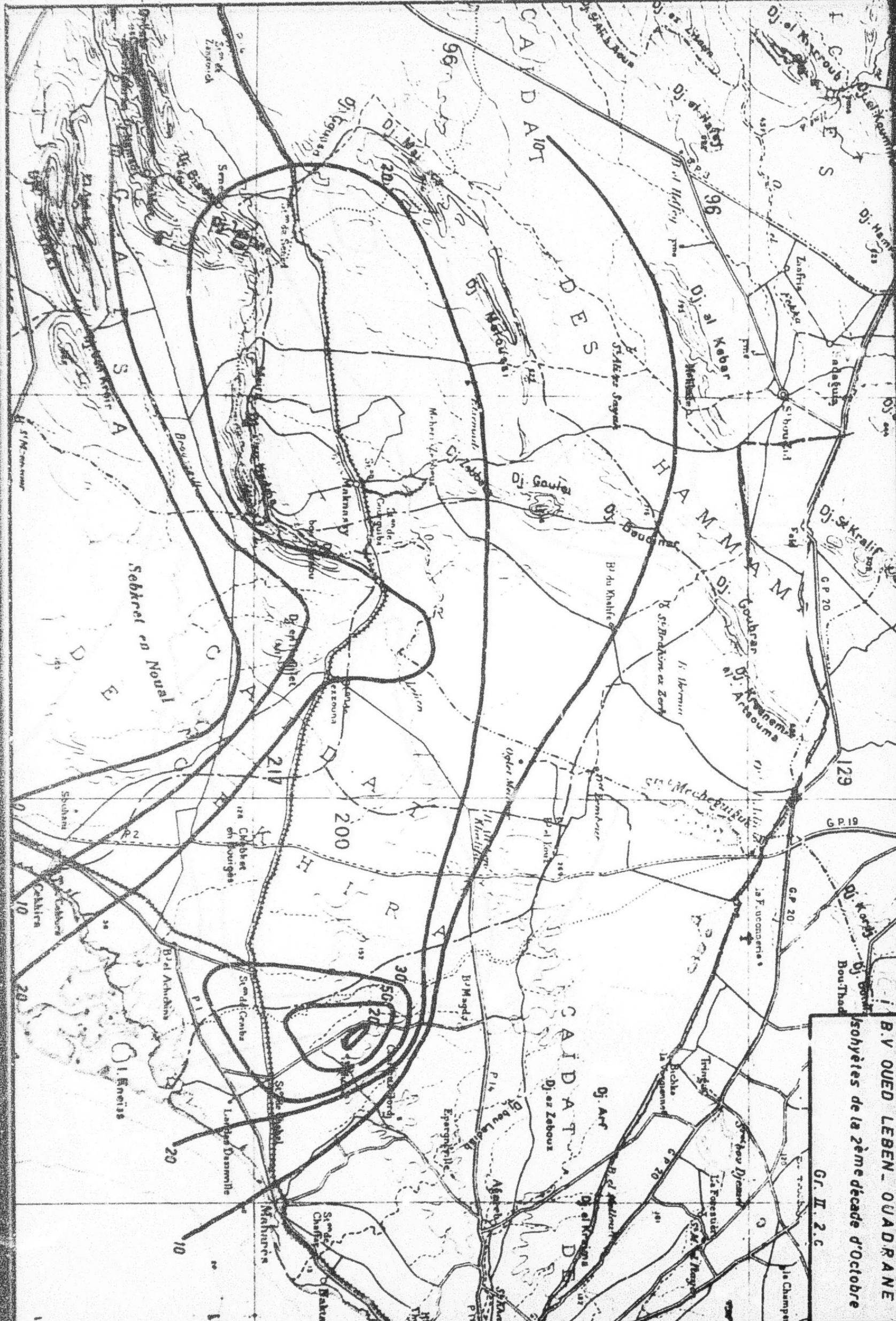
90

100

120

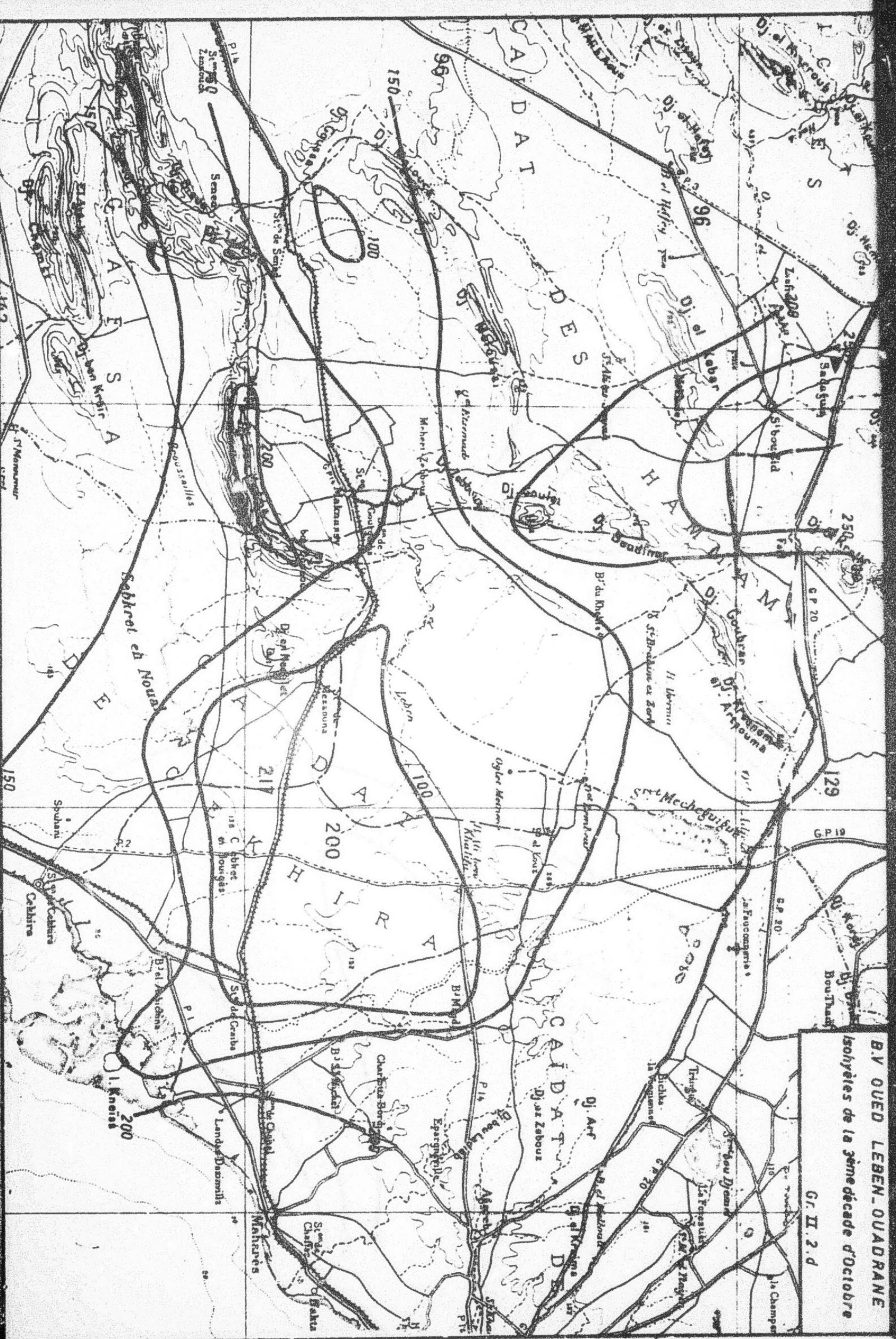
130

140



B.V. UED LEBEN. QUADRANE
 Isohyètes de la 2ème décade d'Octobre

Gr. II. 2.c



B.V UED LEBEN-QUADRANE
 Isothermes de la 10^{ème} décennie d'Octobre

Gr. II. 2. d

II.- 3.- Les intensités

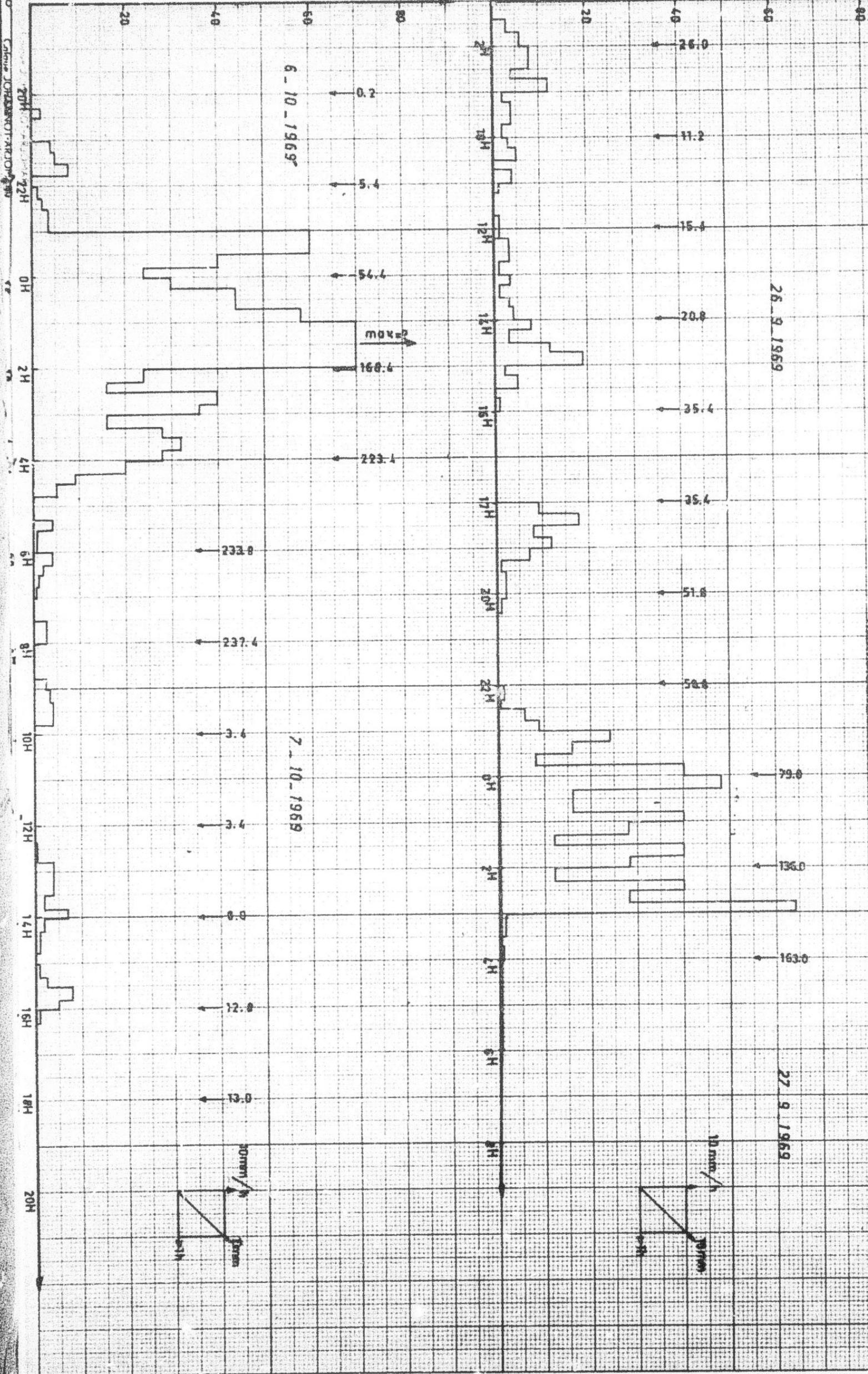
Il est ici presque plus important de connaître les intensités des aversees que les hauteurs journalières de pluie. Pour de telles aversees et sur les types de sols constituant l'impluvium de l'Oued Leben; l'intensité de la pluie est sûrement ^{le} facteur principal qui conditionne le ruissellement. Malheureusement ces chiffres sont difficiles à obtenir, un pluviographe étant un appareil plus délicat et plus coûteux qu'un pluviomètre. Ainsi dans notre cas, nous avons pu recueillir les enregistrements d'un seul pluviographe pour toute la période intéressante = c'est le pluviographe installé au Service des Eaux à Maknassy. (Appareil SIAP à angets basoulants et enregistrement hebdomadaire sur tambour).

Nous donnons en annexe les hyétogrammes des principales aversees enregistrées à cette station. (Gr-II-3-a et b). La plus remarquable est celle de la nuit du 6 au 7 octobre. Pour dépouiller le pluviogramme de cette averse nous avons été obligés d'allonger notre intervalle de temps de 15' car les traits de l'enregistrement^s étaient presque indiscernables tant ils étaient serrés; ceci nous a conduit à compter 70 mm tombé entre 1^h00 et 2^h00. C'est cette intensité moyenne sur 1 heure qui est portée sur le graphique II 3 a. mais il n'est pas exagéré de supposer que l'intensité maximale pendant cette heure a atteint une valeur double ou du moins a nettement dépassé les 100 mm/h. Notons enfin qu'au cours de cette nuit du 6 au 7 octobre le pluviographe Maknassy Serv. ^{Eaux} des a enregistré 220 mm de pluie en 5 heures et 15 minutes ce qui explique que l'agglomération de Maknassy se soit trouvée envahie par les eaux au matin du 7.

Remarque : Il n'est pas question ici d'aborder une étude statistique ou d'interpréter ce phénomène, à cause de la maigreur de nos données. Bornons-nous à dire que ce phénomène est exceptionnel mais ne lui attribuons pas une période de retour estimée de crainte d'être contredits par les faits à venir.

HYETOGRAFES DES PRINCIPALES MARCHES ENNEIGÉS AU PLUMOGRAFIE

NARRASSI, SE



Station JOZSÉFVÁROSI-ARJON-89

Station JOZSÉFVÁROSI-ARJON-89

PLUVIOGRAPHIC WINDASSY, S. E.

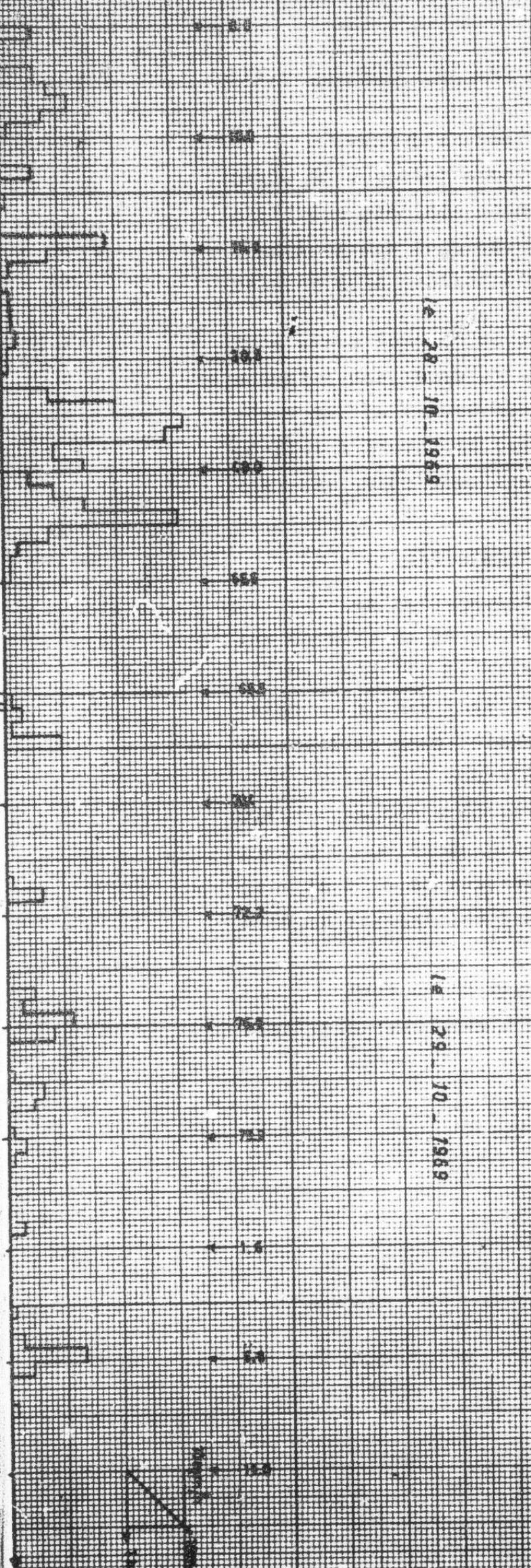
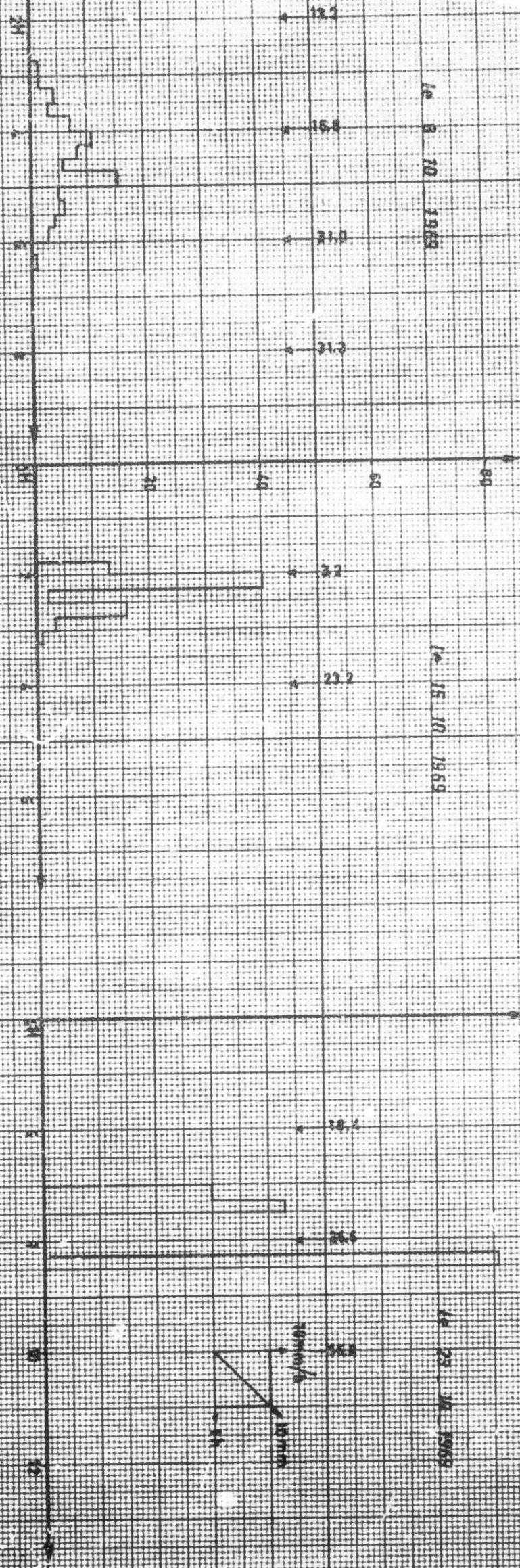
LA 8 10 1969

LA 15 10 1969

LA 29 10 1969

LA 23 11 1969

LA 20 11 1969



III.- LES CRUES ET LES INONDATIONS DE L'AUTOMNE 1969

Avant d'aborder cet important chapitre nous croyons utile de rappeler encore que nous avons manqué d'informations chiffrées précises concernant le nombre, les dates, les durées et l'ampleur des écoulements pendant toute cette période pour les raisons déjà mentionnées.

Nous avons donc dû nous limiter à une description chronologique sommaire des crues et une estimation très grossière des débits maximums. Le relevé des zones inondées peut être considéré comme complet à l'aval du bassin mais ne comporte pas la région de Maknassy et du bas-Regueb.

III.1.- Historique des crues

Les recoupements entre les enquêtes auprès des habitants, les données de la pluviométrie et l'observation minutieuse des alluvions à Bir El Hassane (cf. profil BH₁ annexé) sur l'oued Melah et à Ksar Rhériiss, donnent à penser qu'il y a eu 4 crues successives mais l'importance des crues n'a pas été la même tout au long du cours de l'oued Leben, d'une part à cause de la différence des précipitations sur l'ensemble du bassin, d'autre part à cause du fait que les zones inondées de la partie aval ont joué le rôle de réservoir tampon écrétant les débits maximums mais allongeant les temps d'écoulement.

Nous avons rassemblé l'ensemble des observations et résultats dont nous disposons dans le tableau ci-dessous :

Dates	Points d'observations			
	Oued Nadour	P.R. Maknassy Station 67	Oued El Ouaar G9 BV-5km ²	Hachichina
26-27/9 1969	Forte pluies le 25 Maximum de la crue le 26 à 4h Station détruite dès la 1er crue	Fortes pluies le 26 Maximum le 26 à 17h-15 Pont et station détruits le 26 entre 14 et 15 h.	Hmax=315 27 à 4h00	Route GP1 coupée à Hachichina la 27 dans la soirée
6-7-8/10 1969	Aucun renseignement	Probablement la plus forte crue de la période. Destruction de la guérite du limnigraphe à pression située en R.G. Ruissellement en nappe venant de Maknassy.	H max=?	Ecoulement en nappe sur plusieurs km de large pendant plusieurs jours.
23/10/ 1969	Aucun renseignement	Pluies de forte intensité mais de courte durée. Crue violente amortie en aval.	Hmax=242	Vidange des zones inondées, étalement des crues.
28-29/ 10/1969	Aucun renseignement	Crue longue mais sans débits excessifs	Pas de renseignements	Vidange des nouveaux apports Route GP1 praticable à Hachichina le 8-11-69.

Ce tableau met assez en évidence la maigreur de nos observations chiffrées. Nous pouvons faire cependant les commentaires suivants :

- 1°)- Les crues ont eu des allures très différentes aux différents endroits. Ainsi à l'oued Nadour (G8) il semble que la crue du 26 ait été la plus forte et est allée en s'amplifiant vers l'aval à mesure que les pluies se déplaçaient aussi vers l'aval. Mais on ne peut affirmer que cette crue soit arrivée jusqu'à la mer et ait coupé la route GP1, après avoir recreusé un lit au seuil de la maison cantonnière.
- 2°)- Les grandes zones inondées ne l'ont été que début octobre (pluies des 6 et 7). C'est à ce moment que s'est formé une immense réserve à l'amont de la maison cantonnière, ^{réserve} qui s'est vidée par le seuil, recreusé et élargi, pendant le mois d'octobre. Cette réserve a été réalimentée par les crues du 23 et 28-29 octobre gonflant ainsi les écoulements observés à Hachichina.

- 3°)- La route GP 1 coupée à Hachichina le 27 Septembre a été praticable par des véhicules tout terrain au début d'octobre. Elle a de nouveau été submergée le 7 octobre ce qui confirmerait ce qui est dit plus haut. Dans cette partie, c'est la dernière crue qui a été la plus importante et a laissé le plus de traces (profil observé à Bir El Hassane BH 1).
- 4°)- Près de Maknassy, au pont de la piste de Gammouda, c'est sûrement la crue du 7 octobre qui fut la plus violente. Les traces de crues visibles à cette station sont difficiles à interpréter du fait qu'un fort volume d'eau est venu de Maknassy, en partie canalisé par la piste en partie par écoulement en nappe; les berges ayant été submergées il est hasardeux de dire si ces traces sont dues à l'écoulement dans le lit de l'oued (profond d'une quinzaine de mètres à cet endroit) ou au ruissellement latéral.
- 5°)- Nous n'avons récupéré aucun prélèvement d'eau fait pendant les crues; nous ne donnons donc pas d'indications pour le transport solide, mais au vu des alluvions laissées en aval, le chiffre de 10 % en volume de transport solide avancé pour l'oued Zéroud, peut être considéré comme une estimation valable ici aussi.
- 6°)- A défaut de mesures réelles, on peut se faire une idée de la participation de chaque sous bassin à l'écoulement total, d'après l'importance de la surface occupée par chaque type de sol.
- Pour une précipitation supposée homogène sur l'ensemble du bassin, les volumes ruisselés dépendent de l'aptitude du sol au ruissellement. Pour cela nous avons affecté à chaque type de sol défini au paragraphe 1-3 un coefficient d'aptitude au ruissellement. Ces coefficients viennent pondérer les surfaces occupées et permettent d'établir le tableau ci-dessous :

Tableau de la participation de chaque sous-bassin à l'écoulement total -(en % de l'écoulement total)

Type de sol et aptitude au ruissellement	1	2	3	4	Total
A. Très fort ruissellement Coef. 5	18.50	13.10	2.58	0.62	34.80
B. Fort ruissellement Coef. 4	4.65	5.28	1.95	7.25	19.13
C. Bon ruissellement Coef. 3	7.56	2.45	7.31	6.61	23.93
G. Ruissellement moyen Coef. 2	0	2.16	0	0	2.16
E. Ruissellement variable suivant pente et texture Coef. 1,5	0.93	1.28	1.89	1.52	5.62
D. Faible ruissellement Coef. 1	5.22	7.23	0.21	1.70	14.36
F. et H. Pas de ruissellement, Coef. 0	0	0	0	0	0
TOTAUX	36.86	31.50	13.94	17.70	100.00

A partir de ce tableau il conviendrait de pondérer ces pourcentages par la pluie moyenne sur chaque sous bassin pour chaque averse, mais ce genre de raisonnement risque de nous entraîner trop loin de la réalité, vu les conditions très spéciales d'écoulement mentionnées plus haut.

III.2.- Estimation des débits maximums.

Malgré de pouvoir reconstituer des hydrogrammes nous avons tenté d'évaluer les débits maximums en deux points, où la section du cours d'eau nous était connue et où il était possible de déterminer assez exactement la hauteur d'eau maximum d'après les traces, c'est à dire :

- Oued Leben au pont de la piste Maknassy-Gammouda-Station G7.
- Oued Ouadrane au seuil de la maison cantonnière - Station G 10.

Nous avons calculé la vitesse moyenne, supposée uniforme pour toute la section, par la formule de Manning - Strickler =

$$V = k \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

où V = vitesse moyenne en m/s.

R = rayon hydraulique à la section

i = pente moyenne à la section

k = coefficient empirique dépendant de la nature et de la forme du lit (ici k = 30).

a)- Oued Leben - Station G 7 (Gr-III 2 - a)

Nous avons calculé le débit correspondant à deux hauteurs d'eau maximales possibles.

1°)- L'eau arrive au niveau du parapet du pont, le pont étant déjà détruit, ce que nous supposons être le maximum de la crue du 27 Septembre. Nous arrivons alors aux résultats suivants :

Section mouillée S = 600 m².

Vitesse = V_m = 3,54 m/s

Débit = Q_{max} = 2100 m³/s.

Débit spécifique q_s = 2040 l/s/km².

2°)- L'eau arrive au niveau de la guérite du limnigraphe à pression qui a été emportée, soit environ 2,50m au dessus du niveau précédent. Ceci correspondrait au maximum de la crue du 7 octobre. La section mouillée étant ici imprécise nous donnons une "fourchette" de valeurs.

Section mouillée S = 850 - 900 m²

Vitesse V_m = 4,1 - 4,4 m/s

Débit = Q_m = 3.500 - 3900 m³/s.

Débit spécifique q_s = 3400 - 3.800 l/s/km².

Ce débit considéré comme exceptionnel peut être placé sur le diagramme de Francou-Rodier avec un coefficient k compris entre 5,08 et 5,15.

b)- Oued Ouadrane au seuil de la maison cantonnière G 10
(Gr III-2-b)

Les traces de crue sont ici beaucoup plus nettes et semblent correspondre au dernier écoulement en date. Le profil en travers est mieux connu et nous obtenons comme résultats :

Section mouillée $S = 1230 \text{ m}^2$

Vitesse = $V \text{ m} = 3,18 \text{ m/s}$

Débit = $Q \text{ max.} = 3910 \text{ m}^3/\text{s.}$

Débit spécifique = $q_s = 1460 \text{ l/s/km}^2.$

Valeur du coefficient k sur le diagramme de Francou-Rodier - $k = 4,73.$

Rappelons que ces valeurs tiennent compte de l'étalement des crues à cette section et de l'effet tampon des zones inondées situées à l'amont ce qui explique les valeurs relativement modérées du débit spécifique et du coefficient $k.$

Enfin ne perdons pas de vue que ces chiffres sont des estimations obtenues par des formules théoriques et n'ont pas la valeur d'un débit jaugé ou de mesures de vitesses faites aux flotteurs au moment même de la crue.

III.-3.- Estimation de Coefficients de ruissellement

Nous pouvons tenter d'estimer les coefficients de ruissellement en nous basant sur les mesures faites sur d'autres bassins versants de Tunisie ayant connu un phénomène semblable et pour lesquels les mesures ont pu être complètes.

Si nous comparons les crues de l'oued Zéroud à Sidi Saâd et les crues de l'oued Merguellil au niveau de Haffouz nous constatons que les débits spécifiques maximums sont d'autant plus forts que la surface du bassin versant est faible.

QUELLE QUADRANTE MAISON CANCENNIERE 6 10

Profil en traverses etabli le 18.1.10

PROFIL EN TRAVERSES DU PIGNON 3

5.1225 m²

15m

Profil en Long
1mètre 1/2000

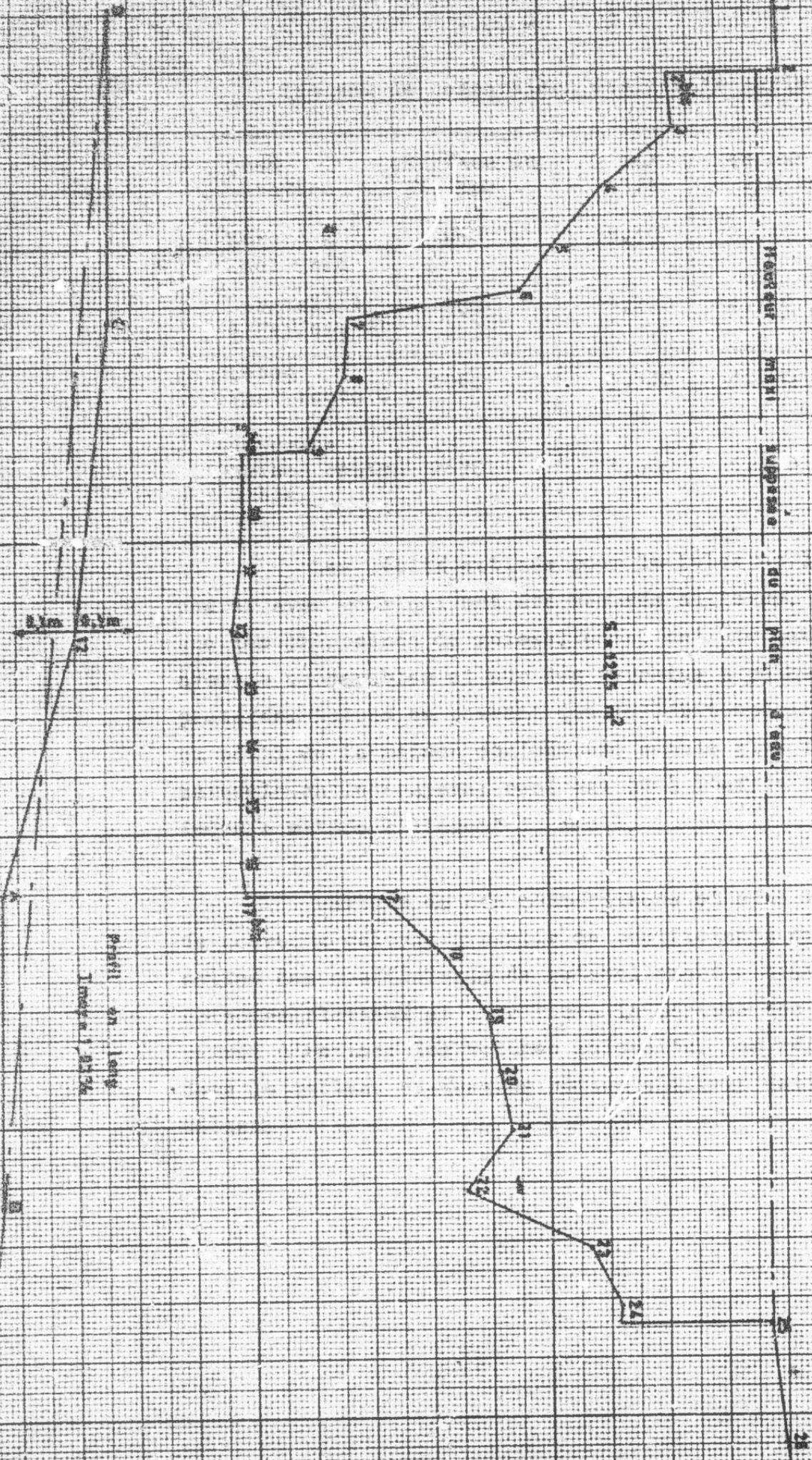


Tableau de comparaison des débits maximums

Oued Station	Surface du BV. Km ²	Q max m ³ /s	qs.max l/s/km ²	Coeff. de Francou Rodier k
Zéroud à Sidi Saâd	8.950	18.300	2.040	5,69
Merguellil à Haffouz B3	680	3.200	4.710	4,85
Leben Pont route G 7	1060	3.500	3.400	5,10
Ouadrane Maison canton nière	2670	3.900	1.460	4,73

Les débits estimés pour le Leben et l'Ouadrane semblent cadrer avec ceux qui ont été mesurés ailleurs. On peut donc estimer que les phénomènes de ruissellement ont été semblables pour des averse comparables et sur des terrains à peine mieux couverts et protégés. Notons en passant que le débit spécifique maximum estimé au seuil de la maison cantonnière semble plus faible que ceux auxquels on le compare; ceci est dû à l'effet tampon de la zone inondée située à l'amont du seuil.

Partant de ces comparaisons et sans vouloir introduire de nouveaux calculs à partir de coefficients empiriques nous avons estimé des coefficients de ruissellement globaux pour différents épisodes pluvieux et pour toute la période des inondations. Ceci nous permet d'estimer les volumes ruisselés. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous où les chiffres estimés sont entre parenthèses.

Estimation des Coefficients de ruissellement par comparaison

Oued et Station	3° décade de Septembre			1° décade d'Octobre			3° décade d'Octobre			Période du 21-9 au 31-10						
	Pm mm	Kr %	br mm	Vr 10 ⁶ m ³	Pm mm	kr %	lr mm	Vr 10 ⁶ m ³	Pm mm	Kr %	lr mm	Vr 10 ⁶ m ³				
Zérouâ à Sidi Saâd	230	58,3	134	1200	-	-	-	-	-	-	-	-	678	44	298	2672
Herguellll à Haffouz B3	264	61,8	163	111	174	36,4	63	43	224	23,2	52	36	799	38,8	310	210
Leben, Pont route G 7	266	(60)	(159)	(168)	222	(40)	(89)	(94)	138	(25)	(36)	(38)	638	(45)	(288)	(306)
Ouadrane Maison Cantonnière	226	(50)	(113)	(302)	(214)	(35)	(75)	(200)	154	(39)	(39)	(104)	574	(40)	(230)	(614)

Sans perdre de vue qu'il ne s'agit ici que d'estimations nous pouvons noter que nous restons dans des limites de valeurs vraisemblables; en particulier le volume total ruisselé de $614 \times 10^6 \text{ m}^3$ peut être considéré comme assez proche de la réalité.

III.-4.- Zones inondées - Alluvionement

Si le profil PH₁ à Bir El Hassane nous permet d'affirmer qu'il y'a eu certainement 4 crues, un examen des traces en de nombreux endroits nous permet de supposer que la plus récente fut la plus importante (en hauteur d'eau); en effet nous avons rencontré, dans tous les sites reconnus, un seul niveau de dépôts des crues, les précédents, topographiquement plus bas, ayant été emportés lors du dernier maximum des eaux.

Nous avons dressé au 1/50.000° une carte de l'extension maximale des inondations par un parcours systématique des rives du Leben et de l'Ouadrane. De ce document il ressort cinq zones correspondant en partie aux sous bassins-déjà cités.

A.- Zone amont jusqu'au seuil d'Ed-Douira.

a)- Tout le bassin amont à fortement ruisselé, mais l'Oued Leben et ses principaux affluents (Sellam, Smed, et Nadour), bien qu'ayant eu de fortes crues n'ont pas inondé les paysages avoisinants: ils ont principalement " nettoyé " surcreusé et élargit leur lits. En effet si Maknassy et ses alentours furent submergés pendant cinq à six jours la faute en incombe principalement à toute une série de petits Oueds dévalant le versant Nord de la chaîne du Djebel Bou Hedma (O.Er Roni, Aaraaia etc...).

En année à pluviométrie normale, ces petits cours d'eau, privés de lits bien marqués (en raison de la mise en valeur de la plaine de Maknassy) s'étalent et se perdent dans les olivettes situées au Sud de la Ville. Avec les précipitations exceptionnellement abondantes et violentes de l'automne 1969 les terrains aménagés (labourés et tabiatés) situés en amont de Maknassy n'ont pu jouer leur rôle de " tampon ", si bien que rapidement les olivettes et l'agglomération furent inondées; signalons que ces oueds ne furent pas les seuls responsables de ce sinistre : une série de piste (transformées en collecteurs d'eau) convergeant vers la ville depuis les piemonts, et la voie ferrée posée sur un remblai insuffisamment équipé en ouvrages hydrauliques (fonctionnant comme un barrage de retenue), en ont aggravé les effets; heureusement, la piste Maknassy-Gamouda a assuré en partie " la vidange de la Ville " jusqu'au Leben. Par ailleurs la zone inondée d'Hachichina longtemps alimenté le Leben par l'Oued Sarak-El-Merga.

III.-4.- Zones inondées - Alluvionement

Si le profil PH₁ à Bir El Hassane nous permet d'affirmer qu'il y'a eu certainement 4 crues, un examen des traces en de nombreux endroits nous permet de supposer que la plus récente fut la plus importante (en hauteur d'eau); en effet nous avons rencontré, dans tous les sites reconnus, un seul niveau de dépôts des crues, les précédents, topographiquement plus bas, ayant été emportés lors du dernier maximum des eaux.

Nous avons dressé au 1/50.000° une carte de l'extension maximale des inondations par un parcours systématique des rives du Leben et de l'Ouadrane. De ce document il ressort cinq zones correspondant en partie aux sous bassins-déjà cités.

A.- Zone amont jusqu'au seuil d'Ed-Douira.

a)- Tout le bassin amont à fortement ruisselé, mais l'Oued Leben et ses principaux affluents (Sellam, Smed, et Nadour), bien qu'ayant eu de fortes crues n'ont pas inondé les paysages avoisinants: ils ont principalement " nettoyé " surcreusé et élargit leur lits. En effet si Maknassy et ses alentours furent submergés pendant cinq à six jours la faute en incombe principalement à toute une série de petits Oueds dévalant le versant Nord de la chaîne du Djebel Bou Hedma (O.Er Roni, Aaraaia etc...).

En année à pluviométrie normale, ces petits cours d'eau, privés de lits bien marqués (en raison de la mise en valeur de la plaine de Maknassy) s'étalent et se perdent dans les olivettes situées au Sud de la Ville. Avec les précipitations exceptionnellement abondantes et violentes de l'automne 1969 les terrains aménagés (labourés et tabiatés) situés en amont de Maknassy n'ont pu jouer leur rôle de " tampon ", si bien que rapidement les olivettes et l'agglomération furent inondées; signalons que ces oueds ne furent pas les seuls responsables de ce sinistre : une série de piste (transformées en collecteurs d'eau) convergeant vers la ville depuis les piemonts, et la voie ferrée posée sur un remblai insuffisamment équipé en ouvrages hydrauliques (fonctionnant comme un barrage de retenue), en ont aggravé les effets; heureusement, la piste Maknassy-Gamouda a assuré en partie " la vidange de la Ville " jusqu'au Leben. Par ailleurs la zone inondée d'Hachichina longtemps alimenté le Leben par l'Oued Sarak-El-Merga.

b)- L'alluvionement

Il est peu important dans ce haut bassin, où l'érosion et le transport dominant. Le fond des grands lits s'est rempli après les crues de galets de graviers et d'alluvions grossières à faible % d'argile et de limon.

en
Nous avons analysé quelques uns :

Alluvions du Leben Pont de (w) Maknas- ay	G r a n u l o m é t r i e					Grv.	Ca CO ₃ %	Gyp- se %
	Argile	Limon	STF	SF	SG			
	0,5	2,0	1,0	10,0	86,0	15,0	4,0	tr.

Notons dans cette partie du Leben la présence de "galets d'argile", indiquant l'importance de l'érosion sur les couches affleurantes des argiles du miopliocène. Il semble que les eaux sur ces dernières, au lieu d'avoir eu un effet érosif régulier et lent, aient arraché des éléments de structure de dimensions variables. Ces polyèdres ou lambeaux d'argile, roulés sur le fond de l'Oued, tout en s'amalgamant aux sables, graviers (uniquement sur leur surface), sont à l'origine de ces fameux "galets". On en distingue principalement deux formes :

- des boules pseudo-sphériques (3 cm ϕ <math>< 30</math> cm)
- des boudins pseudo-cylindriques (2 cm ϕ <math>< 8</math> cm) et 5 cm ϕ <math>< 20</math> cm).

Galets d'argile, Pont de Maknas, (w)

GRANULOMETRIE										
L	STF	SF	SG	Grv.	Ca CO ₃ %	Gyp. %	M.O. %	Satur. %	Cond. mmhos/cm	
28,0	23,0	25,0	18,0	8,0	8,95	17,2	2,65	0,10	54,4	10,8

Sels solubles en meq/l ext. sat.					pH
Cl	HCO ₃	Ca	Mg	Na	
53,0	1,1	18,5	58,5	65,4	7,95

Nous avons constaté que le % de graviers décroît avec l'augmentation du diamètre des galets ; ceci confirme d'ailleurs le fait que les graviers et sables grossiers sont situés uniquement à la périphérie (les volumes diminuant les surfaces augmentent). Les résultats donnés ci-dessus concernent une série de $6 < \phi < 10$ cm.

Ces galets d'argile très abondants après les dernières crues, se sont très vite altérés et dégradés dans le fond humide de l'oued. Lors d'une tournée effectuée en Avril 70, nous n'avons pratiquement plus, au Pont de Maknassy, que des boules désagrégées en amas informes. Par contre à Ksar Rhériss, dans un milieu très sec, nous avons retrouvé, scellés sous une couche d'alluvions très récentes (Automne 69), de telles boules d'argile (apportées par l'Oued Ksar Rhériss affluent du Leben), en parfait état de conservation. Au laboratoire certaines ont très bien séché et conservé leur aspect initial ; par contre d'autres ont vu leur surface devenir poudreuse et s'effriter (le phénomène semble proche de la formation des structures poudreuses sur les sols de Sebchas en période estivale), ceci étant du sans doute à une forte teneur en Sodium des sels solubles ; enfin quelques unes en séchant se sont désagrégées par fentes de retrait.

De toute façon nous retiendrons que sur le terrain, ces formes disparaissent en quelques mois, si elles ne sont pas enterrées en milieu sain (à ce propos il faudra s'assurer du devenir de celles de Ksar Rhériss).

B.- Zone de large écoulement et d'alluvionnement grossier (de Ed-Douara, au confluent de l'Oued Chéritt).

a)-Après la traversée des barres de l'Eocène et du Miopliocène, le Leben jusqu'à Ksar Rhériss a coulé, au niveau de sa 2ème terrasse (cf. les terrasses du Leben étude pédo. de la plaine du Regueb. Bibliographie), qu'il a rajeuni faisant disparaître la première par la même occasion dans de nombreux sites. Sur cette portion de l'écoulement la largeur de la crue maximale varie de 150m (Ras El-Kef) à 1200 m (carrefour de Rhériss). ^{Autrefois} à partir de ce point le Leben s'établait ou se perdait dans des alluvions de texture moyenne légèrement

salées, durant l'automne il a " déblayé " cette zone , s'est taillé un lit et a inondé les terres riveraines sur un maximum de 2500m, endommageant quelques plantations et habitations.

b)- Alluvionnement :

représente encore ici la fin de la dernière crue, le boued étant nettoyé à chaque passage des eaux. Les dépôts de l'automne 69 sont donc peu épais de texture sableuse et recouvrent à partir de Ksar Rhériss les anciennes alluvions argilo-sableuses, salées et fortement érodées.

Sur cette partie du lit la granulométrie tout en restant encore très grossière présente déjà plus de sables fins; il n'y a plus de galets et de graviers à partir de Ksar Rhériss. Les " boules " d'argile imputées au seul Leben disparaissent à partir du Kef El-Hadjar.

Site et date	Granulométrie					pH	Ca CO ₃	Gypse %	Sat. de la pâte	Conductivité mmhos/cm
	A	L	STF	SF	SG					
K Leben- pipe line (v) 23/12/60	6,5	2,5	8,0	60,0	22,0	7,8	4,5	3,17	25,6	6,8
Ksar Rhé- riss (u) 8/12/69	3,0	2,0	15,0	78,0	1,0	7,7	6,9	0,66	29,6	3,3
Ksar Rhé- riss (t) 8/12/69	2,5	1,0	2,0	48,0	46,0	7,65	4,0	1,25	23,2	2,5
El Maasa- ria (s) 8/12/69	5,5	5,0	19,0	57,0	13,0	7,6	9,0	12,28	30,8	3,55
Cassis Mezzouna Bir Ali (r) 8/12/69	4,5	3,0	28,0	63,0	trc.	7,8	11,0	0,59	32,4	5,65

Sels solubles en meq/l d'ext. sat.				
Cl	H CO ₃	Ca	Mg	Na
42,5	1,5	35,0	14,5	27,8
7,5	1,7	20,0	11,5	6,2
3,5	1,5	24,5	3,5	9,0
10,5	1,9	22,0	13,5	5,4
27,5	1,9	29,0	12,5	23,4

Si la salure des alluvions est encore marquée à (v), au niveau de Ksar Rhériss elle diminue consécutivement à une perte des eaux en profondeur; au casis de la route Mezzouna-Bir Ali Ben Khalifa elle remonte avec la réapparition d'un filet d'eau.

C.- 3ème Zone (Du Confluent du Chéritt au seuil de Ouled Mayara)

a)- C'est à partir de ce confluent que les crues ont pris une ampleur catastrophique ; les apports d'eau en provenance de la plaine du Regueb furent cette année exceptionnels. En temps normal les Oueds de cette région s'étalent largement dans les steppes et remplissent sporadiquement les gueltas et gaerats (ou oglets) alignées à l'Est sur une ligne NE-SW, créant dans la zone une tache de sols salés à encroûtement gypseux, sous l'influence d'une nappe phréatique dont le drainage s'effectue difficilement vers l'Ouadrane par l'Oglat Goudja et l'Oued Chéritt au lit mal défini et plutôt matérialisé par une série de Rhédirs et de Gueltas. Malheureusement au cours du mois d'Octobre 69 les dépressions fermées du bas-Regueb se sont remplies et ont communiqué entre elles; une reconnaissance aérienne (11-12-69) nous a permis de définir le comportement des plus importantes dont le débordement à largement inondé les zones riveraines :

- l'Oglat Zembour s'est deversée dans la Sekbka Méchéguig; elle n'intéresse donc pas l'Ouadrane, mais permet de définir le seuil dans la limitation très délicate du bassin versant.
- les Garaets Sidi Madeb, el Hamra et l'Oglat Methnane ont communiqué entre elles et la vidange de leurs trop-pleins s'est effectuée par l'Oued Chéritt et l'Oglat Goudja.

Les eaux se sont alors étalées sur un complexe de sols salés et de Garaets à l'amont du seuil de Mayara; à partir de là il y'a eu une première concentration des écoulements au moyen d'un lit qui s'est dégagé et recreusé.

b)- l'Alluvionnement

Il est encore très hétérogène, quantitativement et spécifiquement. Les épaisseurs des matériaux déposés hors des lits sur les sols riverains ne dépassent jamais 40cm (en x), et sont le plus souvent de l'ordre de quelques centimètres. Par contre il est plus intéressant de remarquer que le Leben a alluvionné plus

grossièrement que le Chériff, en effet l'écoulement déjà plus lent du second a en sus été généré par les hautes eaux du premier, qui ont créé des zones de remous, au confluent au niveau de Ouled El-Bacher et de Ouled Mansour.

Site et date	Granulométrie					pH	CaCO ₃ %	Gypse %	Sat. de la pâte %	Cond. mmhos/cm
	A	L	STF	SF	SG					
(q) 8-12-69	8,0	7,0	40,0	44,0	trac	7,65	17,6	1,03	35,2	2,75
(x) 18-3-70	22,5	5,0	16,0	39,0	16,0	7,6	12,4	16,4	41,2	3,15

Sels solubles en meq/l d'ext. de Sat.

Cl-	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻	Ca	Mg	Na
4,0	1,5	37,2	26,0	6,5	3,1
5,0	1,3	42,9	27,5	11,0	6,6

D.- 4ème Zone : 1ère Cuvette d'étalement des eaux et d'alluvionnement jusqu'au seuil de la maison contonnière.

a)- Au débouché du seuil de Mayara l'Ouadrane pénètre dans une large plaine d'alluvionnement à travers laquelle les eaux s'écoulent de façon très diffuse, l'automne 69 a vu l'étalement des eaux sur un quadrilatère d'environ 6.700ha, avec cependant une concentration des débits sur la diagonale NW-SE qui détruisirent la voie ferrée Sfax-Gafsa sur 6 Km, ainsi que la piste de Bir Ali Ben Khalifa -La Skhira. L'extension impressionnante de ces inondations a été favorisée par la présence du " seuil de la maison contonnière" (collines à croûtes gypseuses) qui a généré les écoulements.

b)- L'Alluvionnement

Avec la diminution des courants, il a été plus important de granulométrie moyenne, mais toujours aussi irrégulier; à défaut de pouvoir produire une carte d'épaisseur des alluvions impossible à établir avec précision, nous signalerons que en amont de la voie ferrée on a pu mesurer des couches d'alluvions allant jusqu'à 110cm et qu'à l'inverse nous n'avons trouvé au voisinage de Bir Bou Saha que quelques millimètres. La granulométrie n'est pas homogène sur l'ensemble de la zone : c'est ainsi que dans la partie Nord-Est les alluvions en provenance de la zone de Bir Ali sont nettement plus grossières, alors qu'ailleurs les éléments fins dominent avec encore des sables grossiers quartzes (en provenance des horizons sableux des sols steppiques).

Site et date	Granulométrie					pH	CaCO ₃ %	Gypse %	Sat. de la pâte	Cond. mmhos/cm
	A	L	STF	SF	SG					
(n)Chefer 18-12-69	12,5	9,0	33,0	43,5	1,0	7,65	16,0	2,43	36,0	8,0

Sels solubles en meq/l d'ext. Sat.				
Cl	CO ₃ H	Ca	Mg	.Na
48,5	1,8	33,0	16,5	90,6

E.- 5ème Zône : De la maison cantonnière à la mer - Le Delta

a)- A la sortie du seuil l'Ouadrane a inondé largement toute sa plaine avale; ce phénomène a été amplifié par les nombreux Oueds descendus du plateau de Graiba détruisant voie ferrée et olivettes (Michaille). Les différents lits mal définis qui assuraient l'écoulement vers la cote ont rapidement été modifiés et ont débordé, si bien que lors de la crue maximale, l'évacuation vers la mer s'est faite sous forme d'une lame d'eau qui a atteint parfois plus de 10 km de large. Au niveau de la zone d'Hachichina transformée en un chapelet d'flots, cette lame s'est divisée en deux courants principaux :

- au Nord-Est l'Ouadrane proprement dit
- au Sud l'Oued Melah qui a laissé passer les débits les plus importants.

Ces deux branches ont longtemps coupé les communications vers le Sud, tant leur vidange est été longue à s'effectuer en raison du manque de pente, et de l'alluvionnement de tout le delta.

La surface inondée a été ici de 20.000 ha environ.

b)- L'Alluvionnement

C'est naturellement dans la zone du delta qu'il a été le plus important; nous avons pu mesurer le 25-11-69 au fond du cassis GP1-Oued Melah une épaisseur de 165cm; cependant il ne faut pas perdre de vue que l'alluvionnement est toujours très localisé et très irrégulier, c'est ainsi que dans la zone A (amont du cassis précité) nous avons relevé 10 profils donnant les épaisseurs d'alluvions suivantes: 2cm, 48cm, 36cm, 49cm, 19cm, 0cm, 2cm, 25cm, 0cm, 18cm, . A Bir el Hassane sans l'abri du puits nous n'aurions jamais pu avoir 75cm à PH1, alors qu'à PH2 la couche est de 26cm et de 39cm à PH 3.

La granulométrie varie de même d'un point de prélèvement à l'autre; nous passons des textures sablo-limoneuses dans les "lits" aux textures limoneuses dans les interfludes.

Site et dates	GRANULOMETRIE					pH	CaCO ₃ %	Gypse %	Sat. pate %	Cond. mmhos/cm	Sels solubles en meq/l. ext. sat.				
	A	L	STP	SE	SG						CO ₃ H	Ca	MG	Na	
(a) Cassis GP 1 O. Melah 24/11/69	6,0	21,5	34,0	36,0	2,0	8,1	15,6	2,87	32,0	7,0	42,0	39,0	16,0	40,0	
(b) 24/11/69	10,0	15,5	46,0	26	trac.	8,2	18,0	2,43	36,4	6,8	40,0	40,5	14	40,8	
(c) Oued Melah Pont de VF 24/11/69	7,0	3,0	17,0	72,0	1,0	8,35	6,8	4,28	29,6	3,3	6,0	35,0	8,0	40,8	
(d) x piste terr. Avlat. et VF 24/11/69	6,5	0,5	3,0	62	28,0	8,5	3,6	1,33	24,8	6,4	34,0	29,0	17,5	41,7	
(f) Coude GP 1 Hachichina 24/11/69 (M.S.S.)	7,5	1,0	12,0	79,0	trac.	8,25	6,4	2,58	31,6	6,6	38,0	34,0	12,0	43,8	
(h) Route Gracibe 25/11/69	9,0	6,0	35,0	47,0	2,0	8,1	10,4	3,24	32,0	7,1	43,0	39,5	14,5	40,0	
(i) F Gracibe Mezz. Michaille 25/11/69	12,5	5,0	10,0	55,0	17,0	8,5	6,8	trac.	28,6	1,7	4,0	12,5	3,5	4,8	
(j) sur GP 1 Ergel-Gior 29/11/69	6,5	4,0	12,0	76,0	1,0	7,6	8,6	3,61	29,6	6,0	30,0	30,5	12,5	65,4	

La salure des alluvions dans cette dernière zone est nettement plus élevée, ceci en relation avec des eaux plus chargées et le substrat pédologique, lui-même déjà salé (cf. analyse des eaux et carte pédologique).

F.- En résumé

Sans tenir compte des inondations des zones de Maknassy, d'Hachichina, et du Bas Regueb, les terres submergées par les eaux du Leben-Ouadrane représentent environ 34.000 ha dont les 2/3 dans la partie aval du bassin. L'alluvionnement a surtout été important :

- dans la cuvette en amont de la maison cantonnière
- dans les zones de Graïba-Hachichina et du Delta.

Les matériaux transportés présentent les caractéristiques suivantes :

- texture sablo-limoneuse à limoneuse, avec quelques éléments grossiers en amont.
- calcaire et souvent légèrement gypseux.
- salure qui augmente vers les zones avales.

Dans ces alluvions nous retrouvons souvent quelques éléments indiquant leur origine (boules d'argiles du Miopliocène, grains de quartz dont l'éroussé est caractéristique des sols steppiques du Regueb, éclats d'anhydrite en aval du seuil de Ed-Donara etc...).

Sur les alluvions moins lourdes, dès le ressuyage effectué, le vent a rapidement séché et remanié les couches superficielles, créant ainsi à Ksar-Rhéris, au Sud et à l'Ouest de Graïba des champs de dunes et des voiles d'éolisation, stérilisant ainsi d'anciens terrains à pâturage et à céréaliculture en même temps que quelques plantations.

IV.- EVOLUTION DU MILIEU APRES LES INONDATIONS

Après la période des inondations, il a été possible de reprendre les campagnes de mesures et de prélèvements sur les anciennes stations ainsi que sur de nouvelles. Nous disposons d'une suite de jaugeages depuis janvier 1970 et d'une série de prélèvements des alluvions depuis décembre 1969.

IV.1.- Fin des écoulements

A la suite des fortes crues de l'automne, les écoulements pérennes ont été modifiés.

Le débit qui était jaugé régulièrement sur l'Oued Leben au pont de la piste Maknassy-Gammouda, disparaissait à environ 8 Km à l'aval. Le 11 Décembre 1969, cet écoulement arrivait jusqu'à 1km environ à l'amont du P.K 14 où il disparaissait dans les alluvions sableuses pour resurgir 4 km à l'aval; de là un débit continu arrivant jusqu'à la mer s'est maintenu jusqu'au début février (entre le 6 et 9/2/70).

Nous supposons que ce débit est dû à un ressuyage des terrains riverains et des alluvions.

En Mai 1970, une tournée nous perm^{ut} de constater que :

- Le Leben coule de l'Aïn el Guettar (2km en amont de la station G 7) jusqu'à 2 Km en amont du PK 14.
- au confluent avec l'Oued Chérirt, le mince filet d'eau résurgent à l'aval de Ksar Rhériss est grossi par les apports du Chérirt (environ 40 l/s).
- au seuil de la Maison cantonnière (G 10) les débits sont nettement accrus, le lit de l'Ouadrane constituant à ce seuil l'exutoire du drainage de la première cuvette d'épandage.
- quelques kilomètres à l'aval l'écoulement disparaît à nouveau complètement.

IV.-2.- Evolution des débits

En quelques points cités ci-dessus, des jaugeages d'étiage ont été effectués depuis le mois de janvier, dont les résultats sont rassemblés ci-dessous :

EVOLUTION DES DEBITS PERENNES SUR LE COURS DE L'OUED LEBEN

Points de mesures	Dates	10-1-70	20-1-70	5-2-70	26-2-70	6-3-70	18-3-70	14-4-70	20-4-70	7-5-70	20-5-70	6-6-70	16-6-70
Oued Leben Amont confluent G 71	Q l/s	260	256	164	164	143	131	106	90	93	144	78	77
	RS g/l	-	-	8,00	-	-	8,40	-	8,22	-	-	-	-
Oued Sellam Amont confluent G 72	Q l/s	121	95	96	95	99	97	100	85	95	86	84	83
	RS g/l	-	-	3,00	-	-	3,18	-	3,12	-	-	-	-
Oued Leben G 71 vcl confluent Pont Route	Q l/s	382	305	27,2	251	230	272	185	193	216	234	179	160
	RS g/l	-	-	6,48	-	-	5,76	-	-	-	-	-	-
Oued Leben PK-1,5 G 73	Q l/s	-	426	-	270	-	282	-	201	-	291	244	175
	RS g/l	-	-	-	-	-	5,90	-	-	-	-	-	-
Oued Leben piste Pipe line G 11	Q l/s	-	-	-	-	-	-	-	-	-	270	257	-
	RS g/l	-	-	-	-	-	6,48	-	6,53	-	-	-	-
Quadrane Meison Cantonnière G 10	Q l/s	29-12-69	-	-	-	-	-	38	-	40	-	31	29
	RS g/l	32,52	-	-	-	-	38,18	35,68	-	-	-	51,18	50,62

Ce tableau fait apparaître une nette augmentation des débits de base après les crues, qui sont allés en diminuant assez lentement puisqu'en Juin 1970, le débit mesuré au P.R. de Maknassy (G 7) est encore légèrement supérieur au débit d'étiage des années précédentes qui était remarquablement constant (Résurgence de nappes profondes ?). Parallèlement la salinité de l'eau est plus forte qu'auparavant. On suppose donc que les débits d'étiage ont été gonflés par la vidange de nappes phréatiques rechargées à l'automne. Les terrains alluviaux recouvrant les nappes phréatiques ont été lessivés jusqu'à une profondeur que n'atteignait pas l'infiltration des pluies habituelles, d'où l'augmentation des sels dissous.

IV.3-Evolution des salinités

Sur la carte pédologique il apparaît que le milieu à travers lequel s'écoule le Leben-Ouadrane change considérablement d'amont vers l'aval, en effet après avoir drainé les steppes de Maknassy, Regueb, Mezzouna, il s'étale dans deux plaines alluviales salées. Nous avons donc cherché à préciser ce phénomène en contrôlant :

- la salure des eaux après les crues.
- le salage des alluvions de l'automne 1969 en certains sites.

A.- Les Eaux

A partir de décembre nous avons effectué une campagne de prélèvements d'eau sur le Leben et l'Ouadrane, dans certains puits de son "underflow" et pour information dans la garaet Oum el Mekhali (système endoréique sur le plateau de Grafa près GP₁).

a)- Variation dans l'espace

Le graphique (Gr IV 3 Aa), nous montre la façon dont se chargent les eaux à partir du pont de Maknassy(w), jusqu'en amont du cassis de la GP₁ sur l'oued Melah à Hachichina.

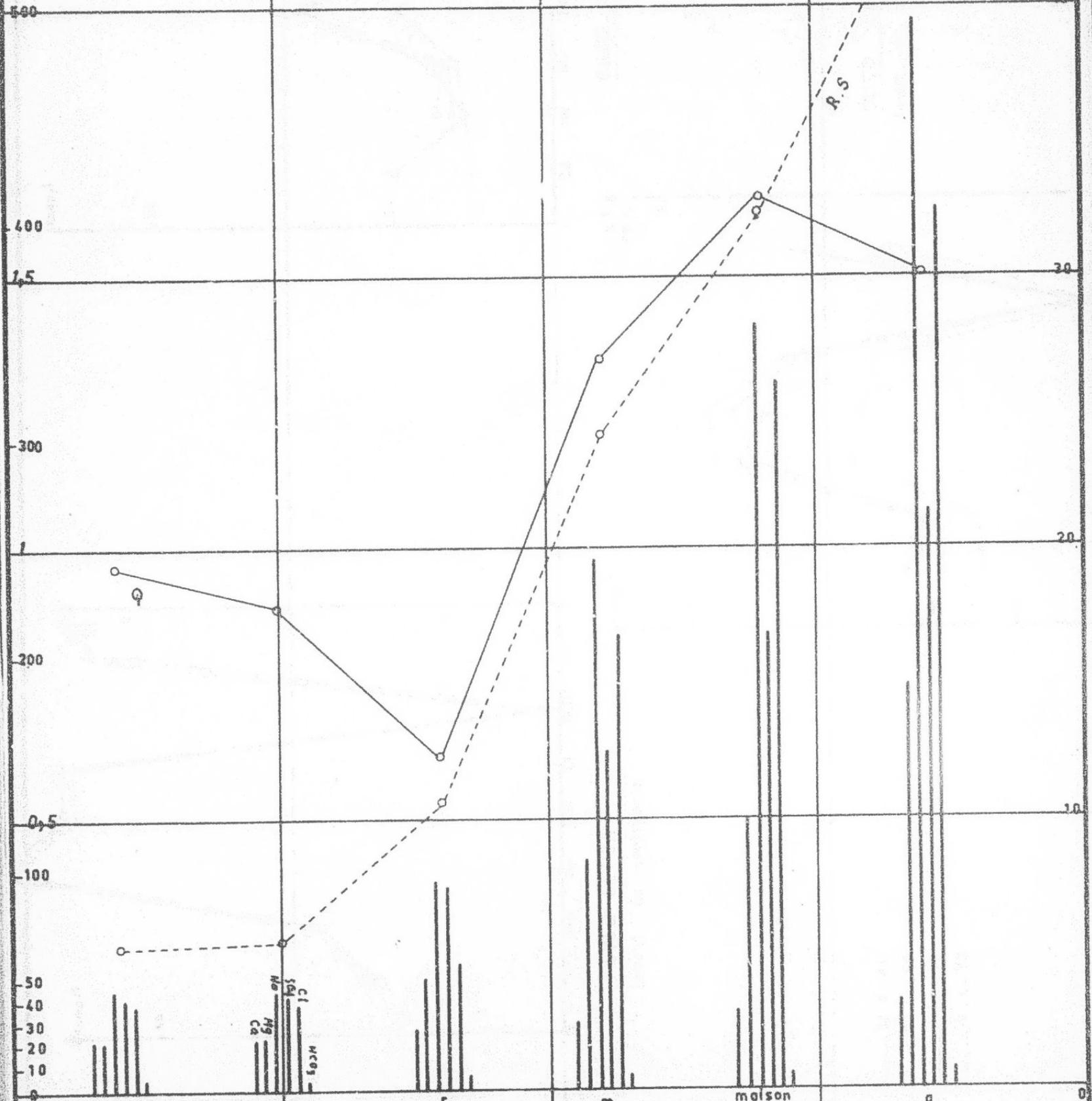
En amont de son confluent avec le Sellan, le Leben titre plus de 8 g/l et est fortement chargé en chlorure, ce déséquilibre est compensé par les eaux de son affluent titrant moins de 4 g/l avec un fort pourcentage de sulfates, si bien qu'en aval les eaux sont relativement équilibrées (Cl/SO₄ voisin de 1) (cf. Gr IV 3Ab(1)).

meq/l
Cl/SO4 = 9

Gr IV3 Aa
PONTANIER RS
g/l

LEBEN QUADRANE
(23-28-29/12/69)

- Composition chimique des eaux libres
(entre piste Maknassy - Gamouda et GP1 Hachichina)



Pont Route MAKNASSY
G 7

Piste tu
Pipe line

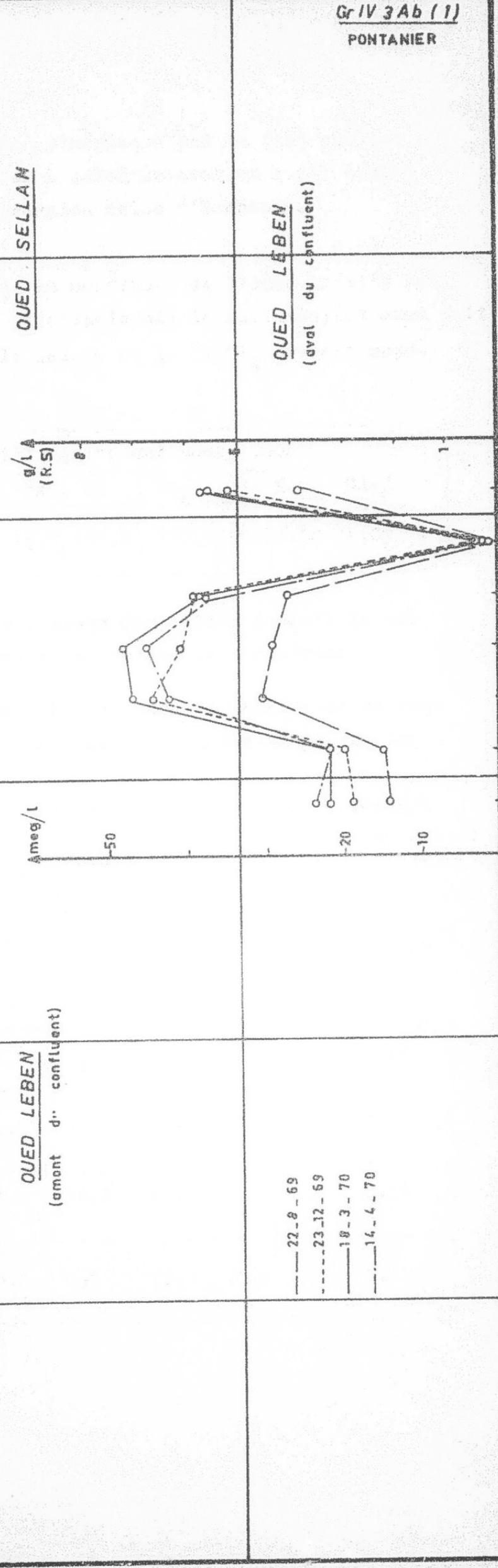
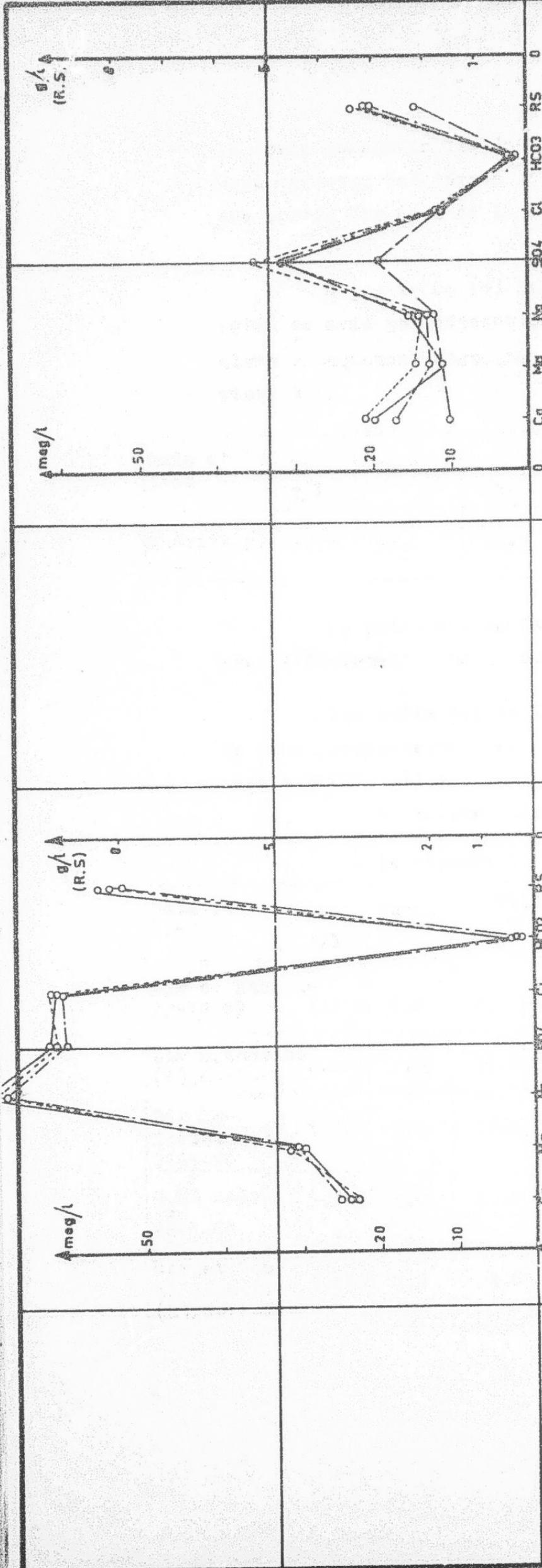
Piste de
Bir Ali

Piste de
GraTba

maison
conton.
G 10

Hachichina

Ca
Mg
Na
K
Cl
SO4
HCO3
HCO2



- 22-8-69
- - - 23-12-69
- ___ 18-3-70
- 14-4-70

La forte teneur en Cl⁻ du Leben s'explique par le fait que cet oued traverse des terres salées à Ouled Embarek, et qu'il draine une partie des eaux de la dépression salée d'Hachanah.

A partir de (w) jusqu'au confluent de l'oued Chérirt le Leben se sale par adjonction principalement de sulfates; cet oued fait alors brusquement augmenter la salure et le Cl/SO₄ devient supérieur à 1.

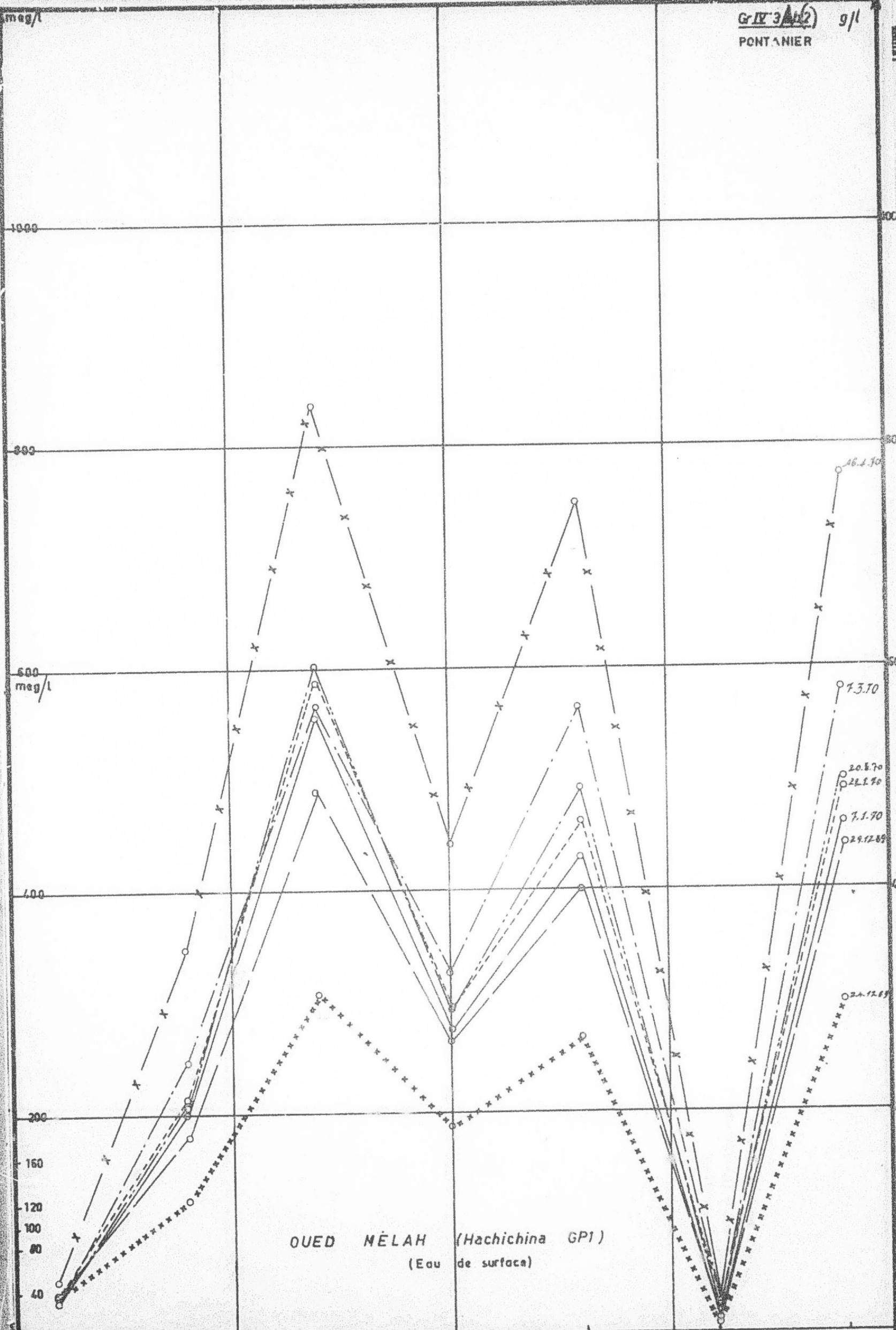
Date et lieu	RS g/l	Cond.	Milliéquivalent pour 1.000						Cl-/SO ₄ --
			Ca	Mg	Na	SO ₄	Cl	HCO ₃	
Chérirt(p) 29-1-70	37,4	38,0	24,0	18,0	397,0	270,9	291,0	6,04	1,09

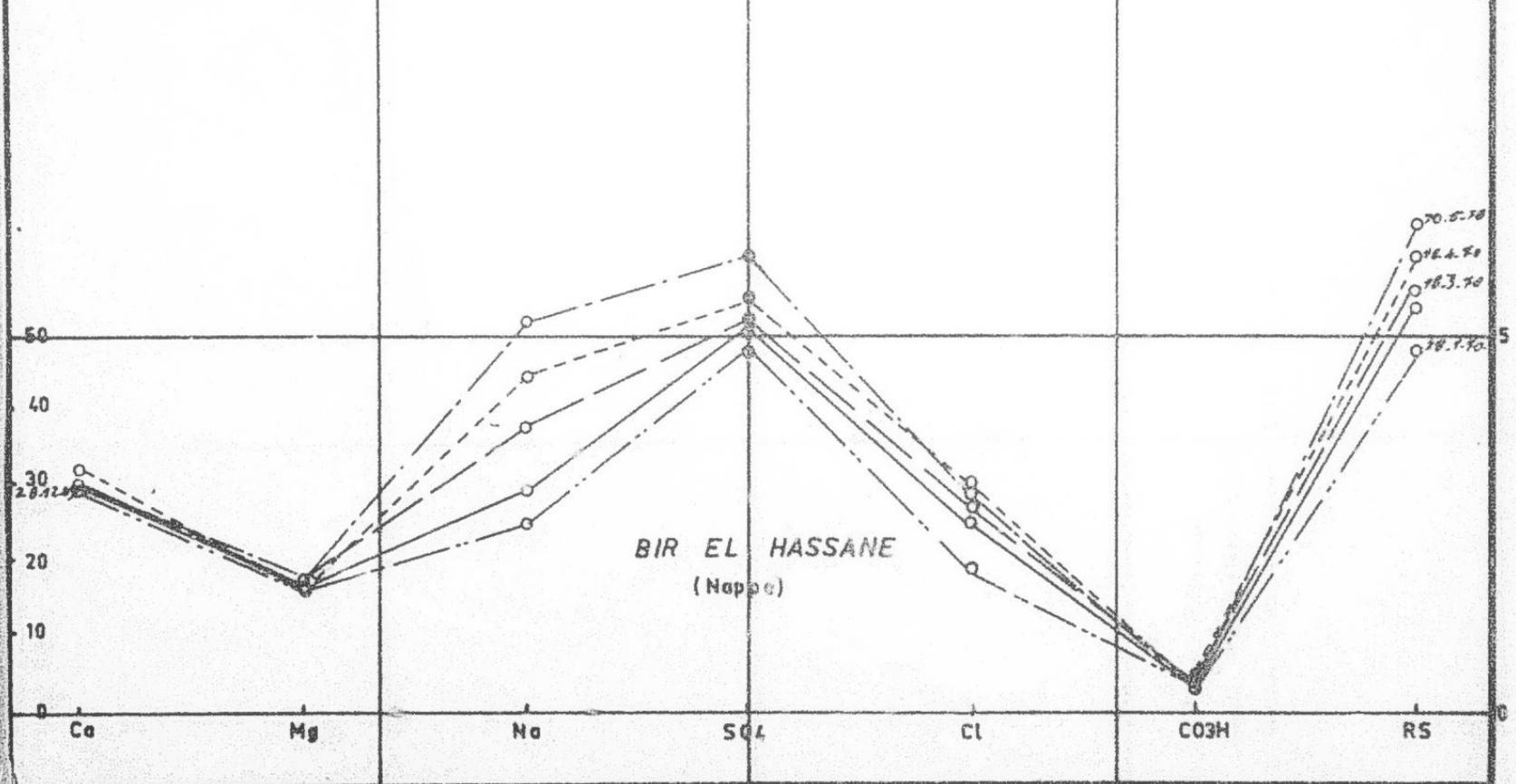
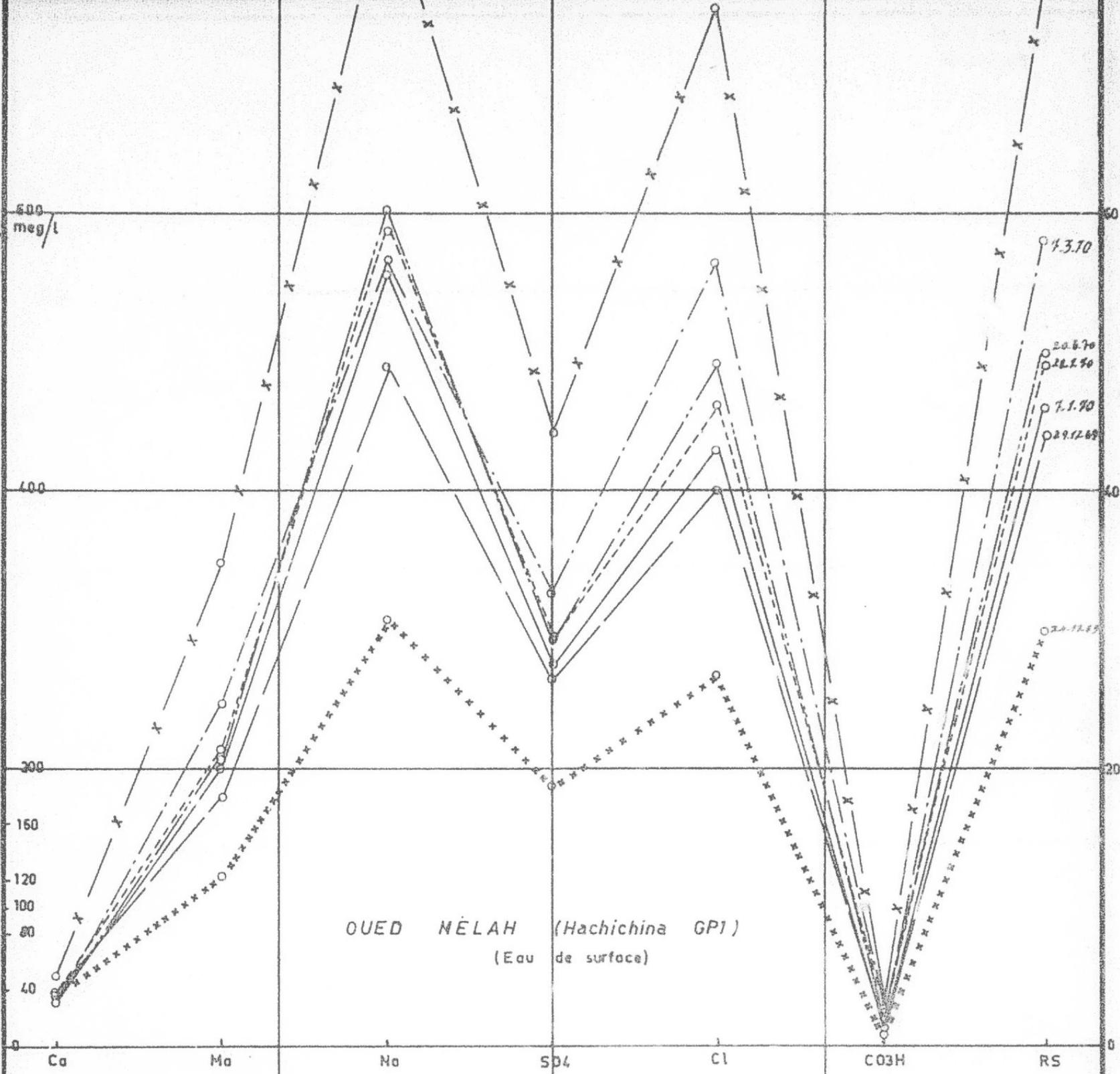
Ce phénomène ne fait alors que s'amplifier jusqu'à la mer avec l'étalement dans la cuvette halomorphe de l'Ouadrane.

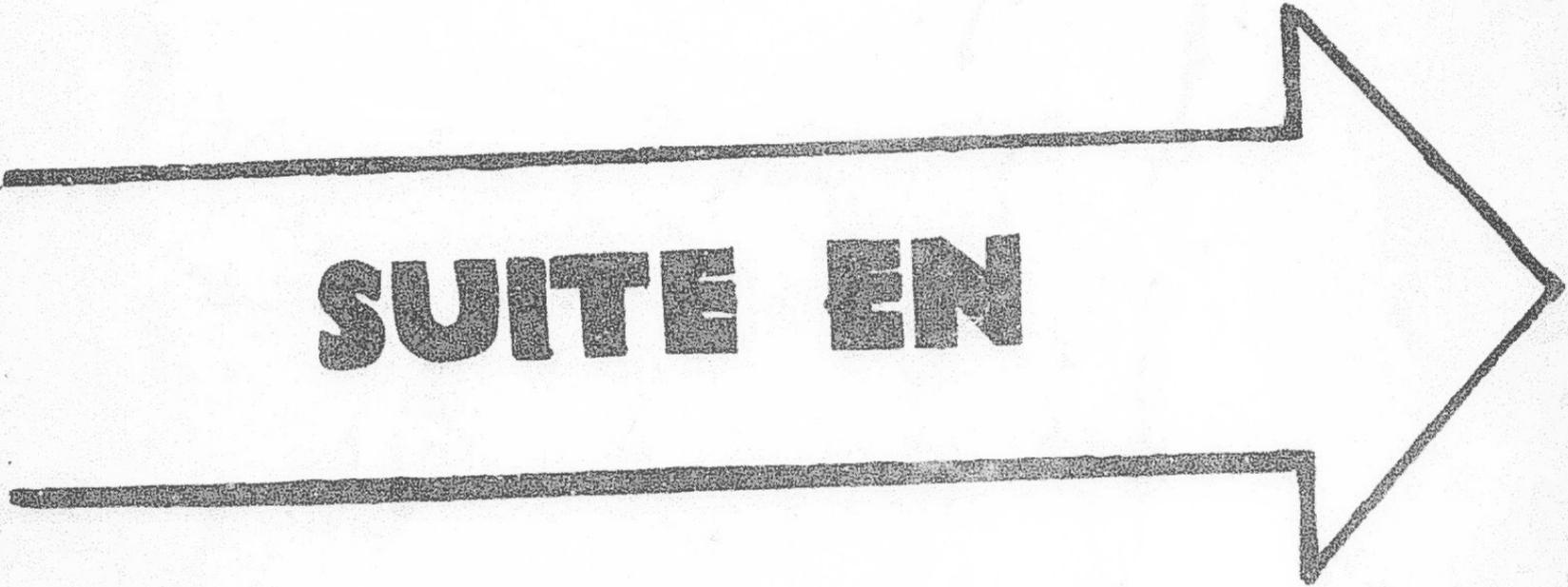
Les puits depuis Ksar Rhériss jusqu'à Hachichina suivent le même processus, tout en restant nettement moins salés que les eaux superficielles :

- la salure augmente de l'amont vers l'aval (27660g/l
- le rapport Cl/SO₄ augmente " " (0,12 --- 0,56) ^{5.220g/l}

Date et lieu	RS g/l	Cond.	Milliéquivalents/1000						Cl-/SO ₄ --
			Ca	Mg	Na	SO ₄	Cl	HCO ₃	
Bir el Hassane 29-12-69	4.760	6,2	29	16	24,4	48,6	18,0	2,3	0,37
Bir K. Rhériss (t) 30-12-69	2.660	2,85	27,6	2,4	7,9	33,1	4,0	1,2	0,12
Bir Es-Souinia(x) 29-1-70	3.360	3,4	30,0	8,0	12,2	40,7	7,0	2,5	0,17
B. El Melah (z) 28-1-70	5.220	7,0	30,0	14,0	38,2	48,1	27,0	2,9	0,56
Garaet Oum el Mekhali (k) 29-11-69	0.460	0,7	4,6	0,2	0,6	3,2	1,0	1,5	0,31



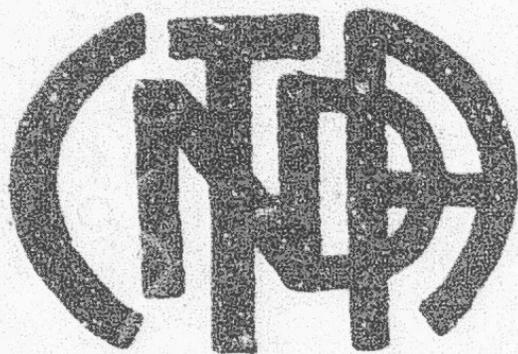




SUITE EN

F

2



50675

MICROFICHE N°

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

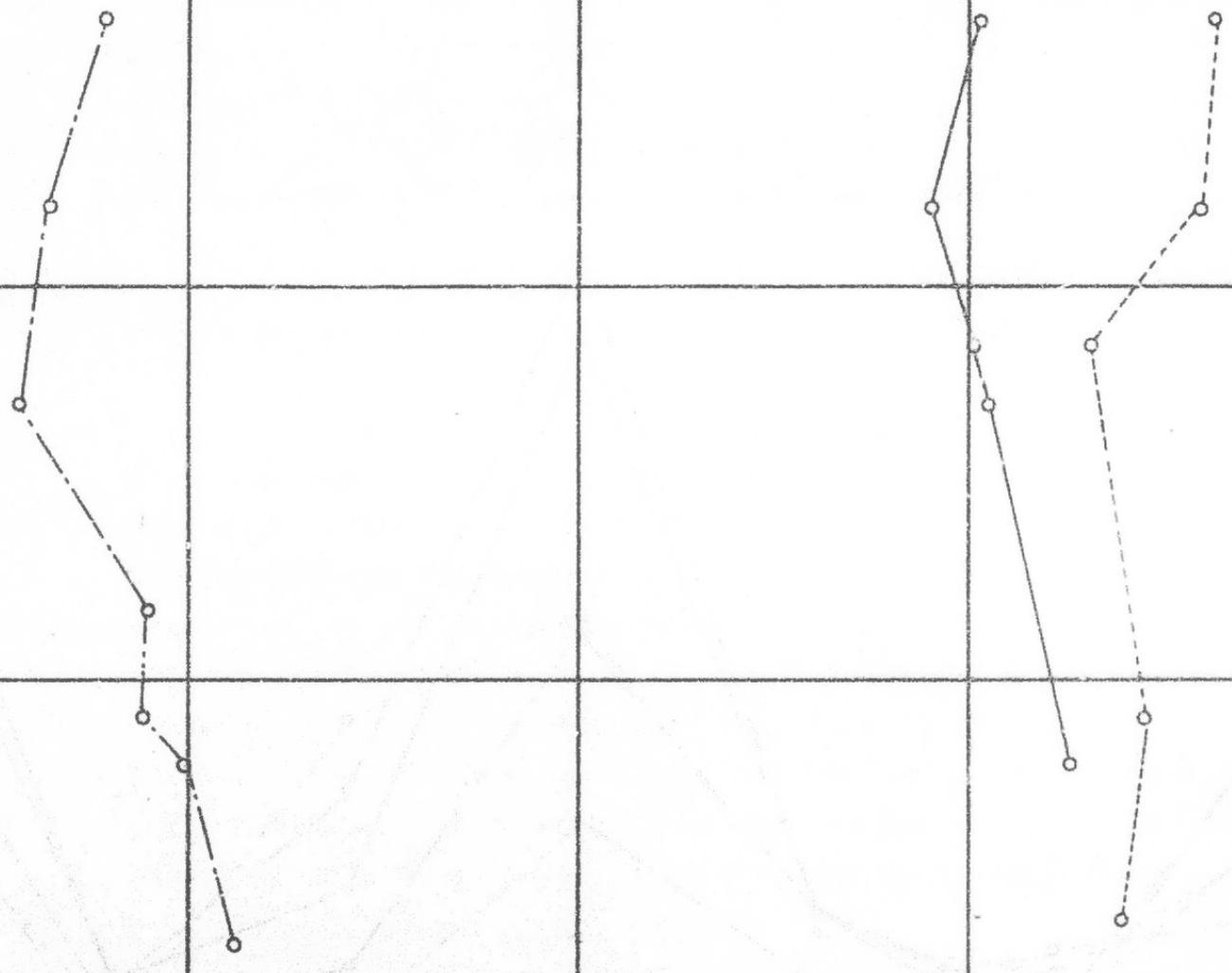
المركز القومي
للتوثيق الزراعي
تونس

F 2

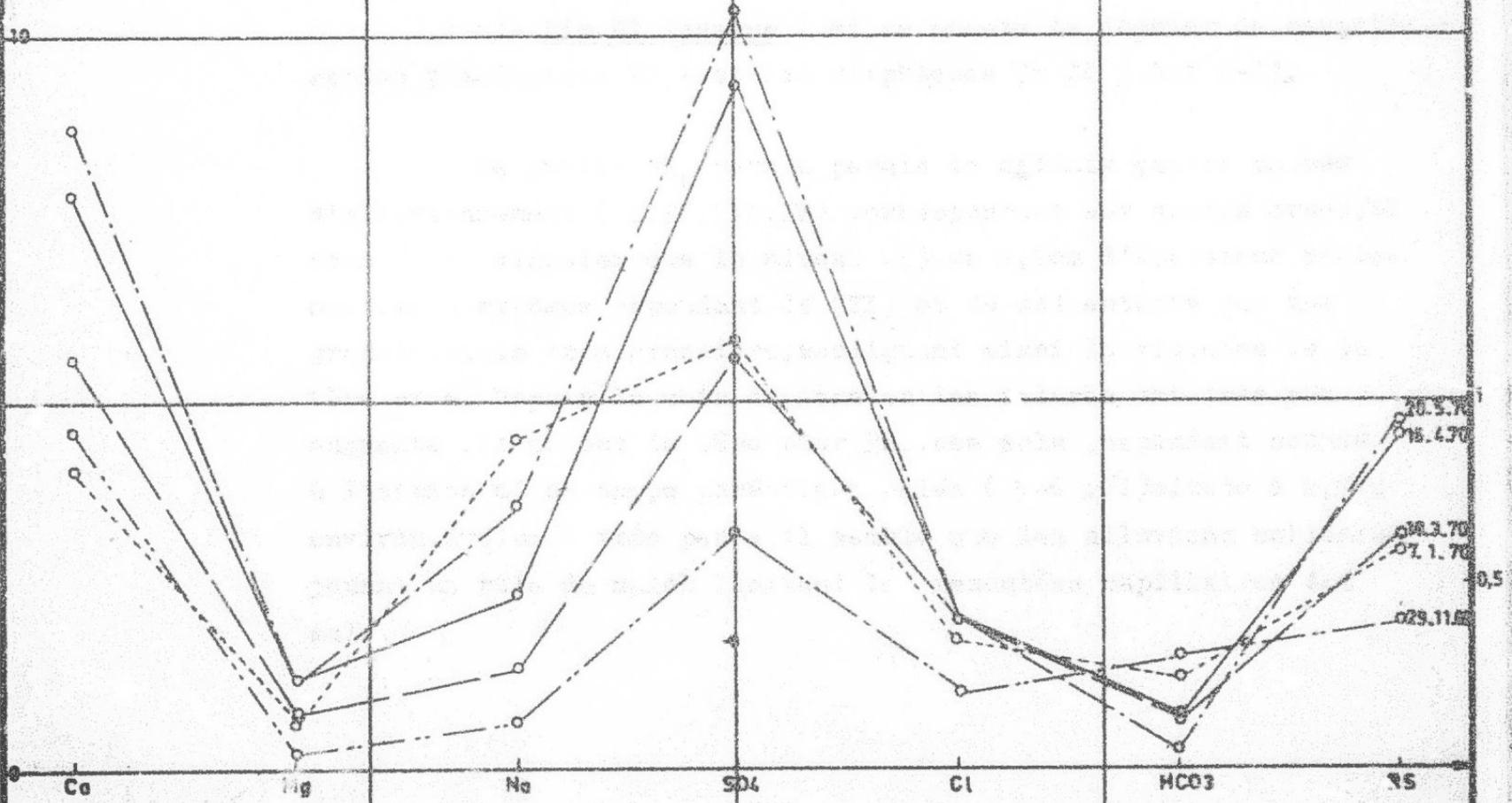
Tempe
1/11
1/10
1/9
1/8
1/7
1/6
1/5
1/4
1/3
1/2
1/1
70
69

Cl/SO₄ (ceuz)

— Bir el Hassane
- - - Qued Melch (Hochichina)
- - - - - Garaet Oum el Mekhal (CP1)



GARAET OUM el NEKHALI
(K près G.P.1)



b)- Evolution dans le temps (cf. les graphiques Gr IV 3Ab (1,2,3,4)).

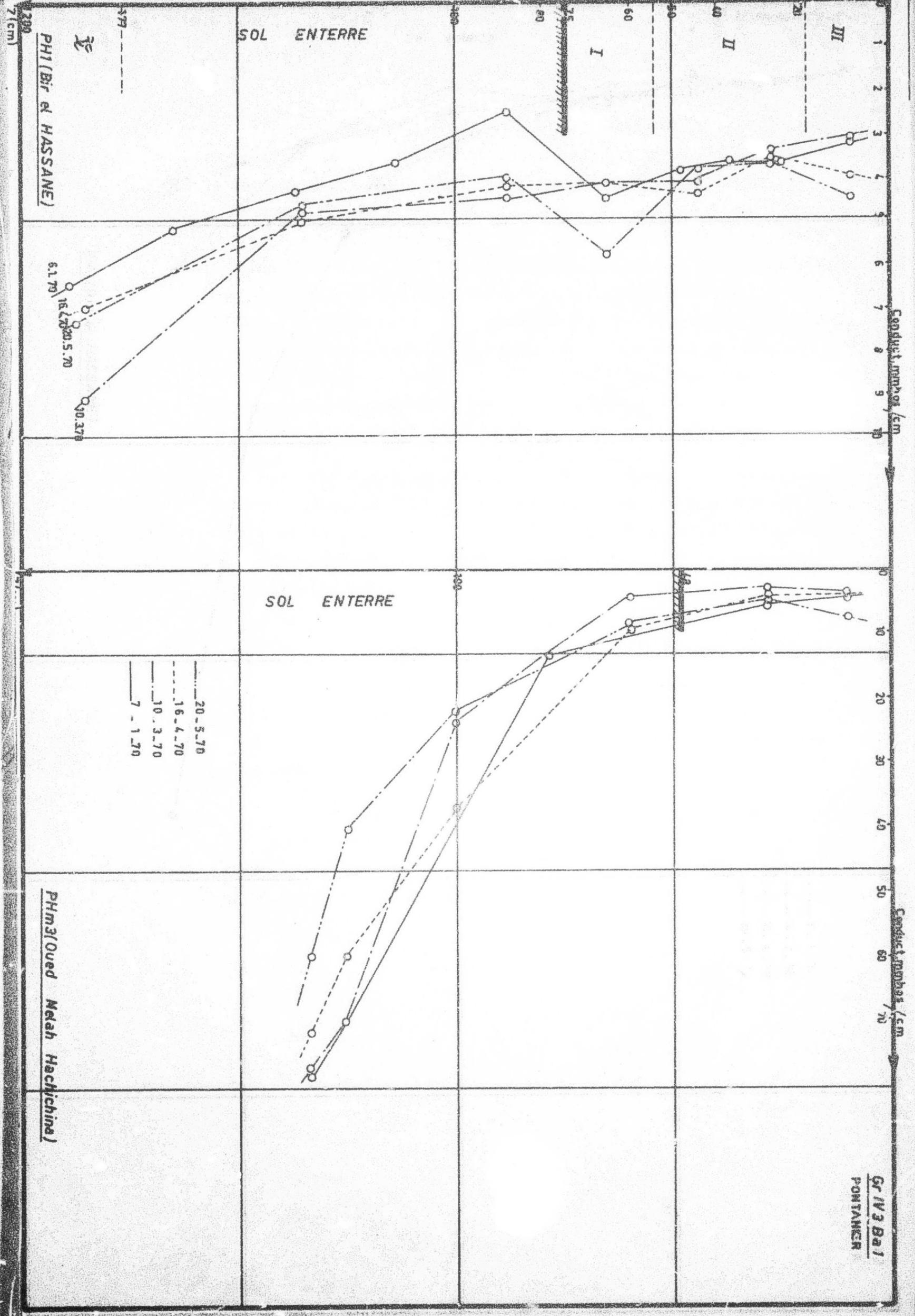
Sauf au pont de Maknassy où la salure se maintient à un certain niveau, les eaux libres et souterraines de l'Oued Leben-Ouadrane sont en train de se saler régulièrement; par adjonction de sulfates et de chlorures. Notons par contre que la Garaet Oum el Mekhali avec l'augmentation de la concentration des solutions par évaporation et les températures estivales voit son taux de sulfates dissous augmenter de façon très sensible, d'autant plus qu'elle est bordée et tapissée au fond d'encroûtement gypseux.

B.- Les Alluvions

En janvier le ressuyage des zones inondées étant pratiquement terminé il nous a été possible d'ouvrir quelques tranchées permettant l'observation des profils pédologiques; nous avons ainsi pu avoir des données sur l'épaisseur des alluvions, leur nature, leur relation avec le sol en place. Ensuite nous avons jugé utile de suivre la salinité sur quelques uns de ces sols.

a)- Bir El Hassane (cf. en annexe le dossier de caractérisation pédologique PH₁ - et les graphiques Gr IV 3 B a 1-2).

Le profil PH₁ nous a permis de définir quatre phases d'alluvionnement (I, II, III, IV) correspondant aux quatre crues; il nous faut signaler que le niveau (I) de 0,5cm d'épaisseur seulement, se distingue cependant de (II) et du sol enterré par une granulométrie très grossière, soulignant ainsi la violence de la 1ère crue. Depuis le mois de janvier les salures ont très peu augmenté. Il en est de même pour PH₃, ces sols, cependant soumis à l'action d'une nappe phréatique salée (5-6 g/l) située à 2,50m environ, évoluent très peu : il semble que les alluvions sableuses jouant un rôle de mulch limitent les remontées capillaires des sels.



PH1 (Bir el HASSANE)

SOL ENTERRE

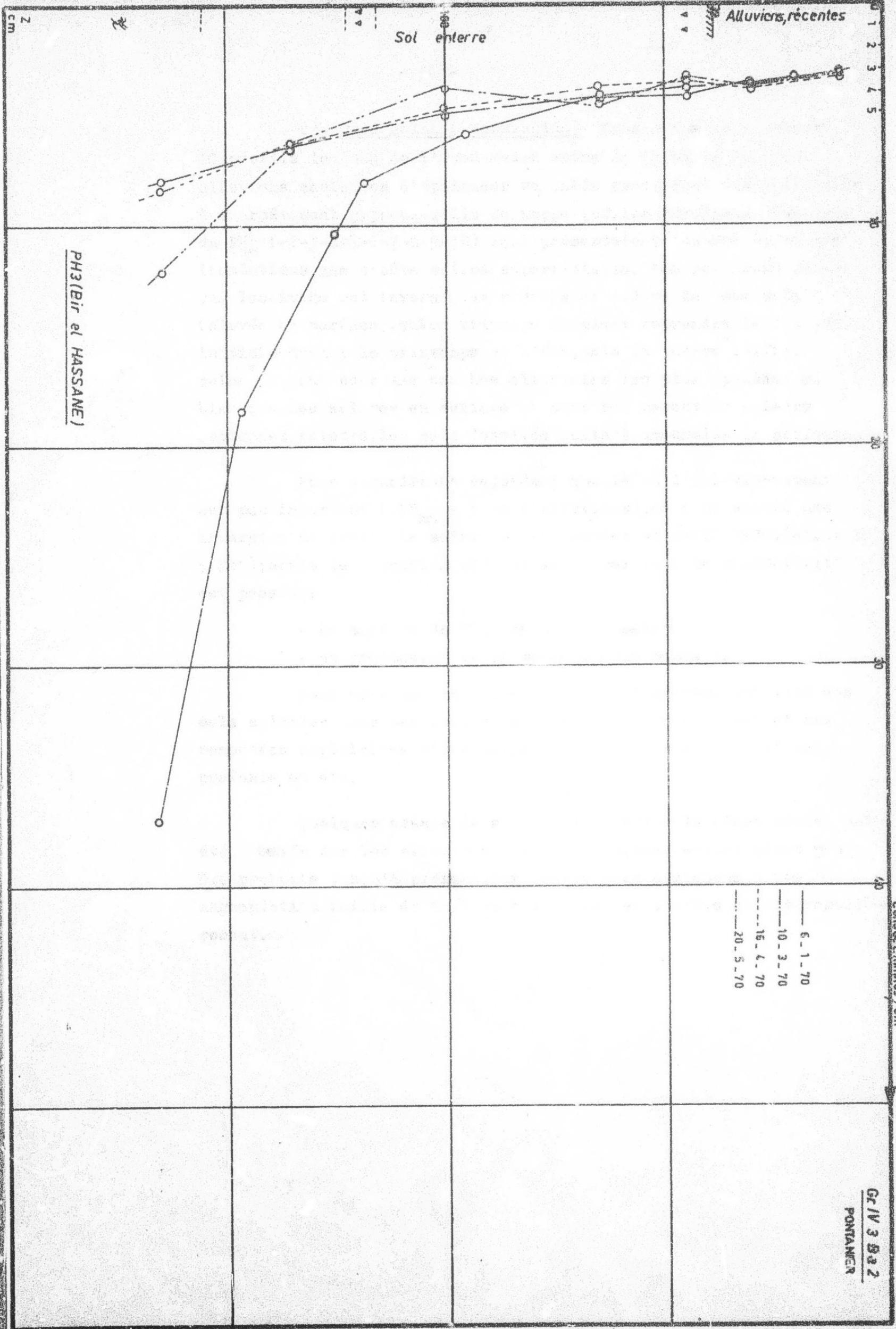
6.1.70
16.2.70
20.5.70
10.3.70

SOL ENTERRE

20-5-70
16-4-70
10-3-70
7-1-70

PHm3 (Oued Melah Hachichine)

Gr IV 3 Ba 1
PONTANER



b)- Oued Melah (Hachichina)- Nous avons fait creuser 10 profils le long de l'Oued Melah entre la VF et la GP₁; les alluvions sableuses d'épaisseur variable recouvrent des sols salés à encroûtement gypseux-salin de nappe (cf. les résultats d'analyse de PH_m 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10), qui présentaient souvent avant les inondations une croûte saline superficielle. Les premières pluies par lessivage ont inversé les profils de salure de ces sols (élevée en surface), qui en principe devaient reprendre leur allure initiale durant le printemps et l'été, mais là encore "l'effet mulch" a joué pour les couches alluviales les plus épaisses si bien que les salures en surface ne sont pas remontées à leurs anciennes valeurs, les sels lessivés restant accumulés en profondeur.

Nous signalons cependant que là où l'alluvionnement est peu important (PH_{m9} - 5 cm d'alluvions), on a pu suivre une inversion du profil de salure entre janvier et avril 1970, (cf. Gr IV 3 Bb1); entre le 7 janvier 1970 et le 20 mai 1970 la conductivité est passée :

- en surface de 12,5 mmhos à 92 mmhos
- en profondeur de 66 mmhos à 24,3 mmhos !.

Ceci nous montre encore une fois l'extrême mobilité des sols solubles dans ces sols soumis au lessivage en hiver et aux remontées capillaires d'une nappe phréatique très salée et peu profonde en été.

Quelques essais de stabilité structurale (Test Hénin) ont été tenés sur les alluvions les plus lourdes; ceux-ci n'ont pas été probants jusqu'à présent. Par contre nous assistons à une augmentation faible du Na/T calculé dans les profils suivis régulièrement.

IV.- 4.- Modifications des lits

Jusqu'à l'automne 1969, le lit de l'Oued Leben était bien marqué jusqu'aux abords de Ksar Rhériss, au delà il était menacé de semi-endoréisme (1^o cuvette en amont de la maison cantonnière).

L'effet le plus important de ces inondations aura été de rajeunir le réseau hydrographique.

A l'amont de Ksar Rhériss, les lits ont été élargis, nettoyés et les anciennes terrasses ont reculé (en particulier eu de nombreux points la terrasse n°1 a disparu). Les confluent des Oueds Sellam et Azzedine avec le Leben ont été modifiés consécutivement au recul des terrasses.

De Ksar Rhériss au seuil d'Es Mayara, le Leben a élaboré une terrasse de 5m environ encadrant un lit de 200 à 400m. (cf. Gr IV 4). Dans la première cuvette d'épandage, la terrasse disparaît du fait d'un écoulement divergent et l'on remarque une forte reprise de l'érosion régressive sur les pourtours due à la décrue.

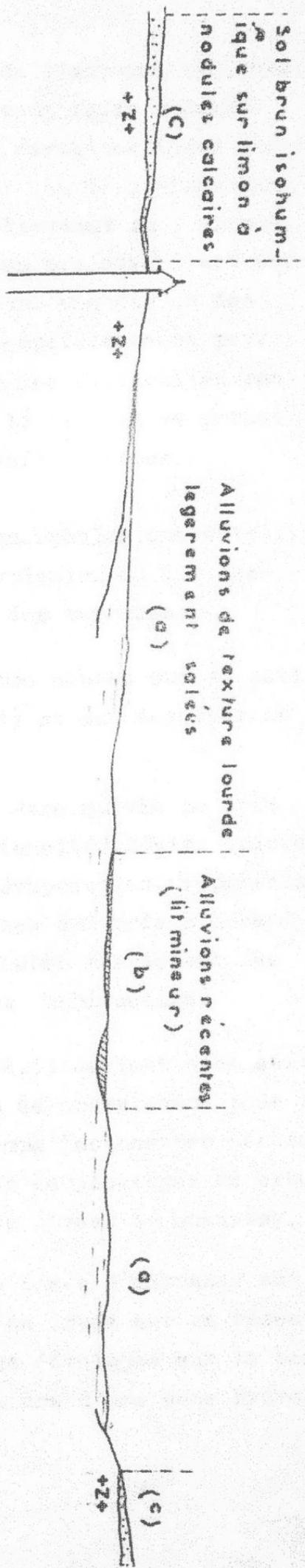
Le seuil de la Maison cantonnière a été fortement abaissé avec l'élaboration de 3 terrasses dans des niveaux à encroûtement gypseux.

Dans la zone du delta, les lits ont complètement changé d'apparence et l'Oued Melah, constituant l'exutoire principal s'est déplacé de 500m à 1km vers le sud.

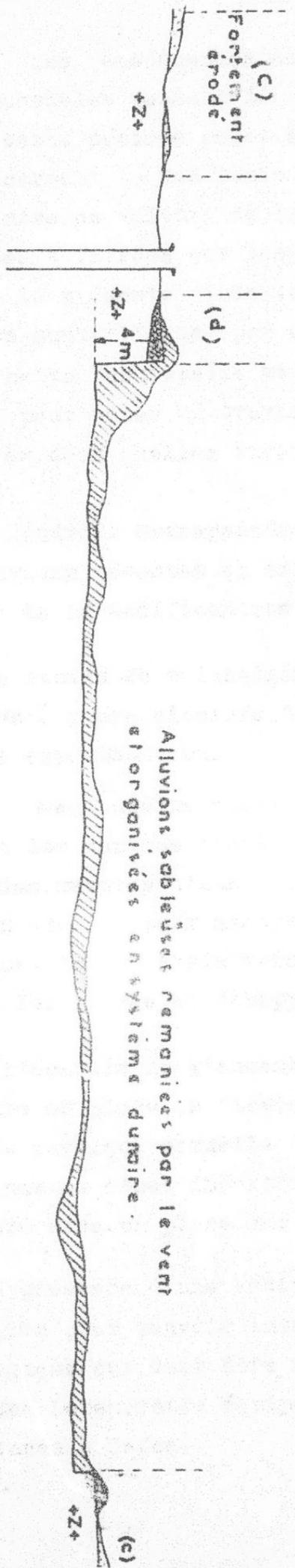
Cependant ce rajeunissement général est déjà fort compromis par les actions éoliennes; les dunes envoient déjà en de nombreux endroits les nouvelles terrasses.

ELABORATION D'UNE TERRASSE A KSAR RHEIRISS

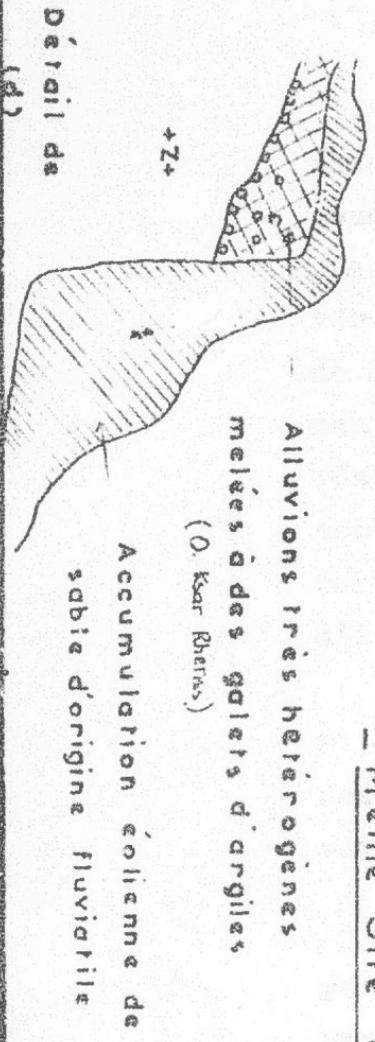
GR. 1



- Lit du Lèba. à la hauteur de Ksar Rheriss en Juin 1969 -

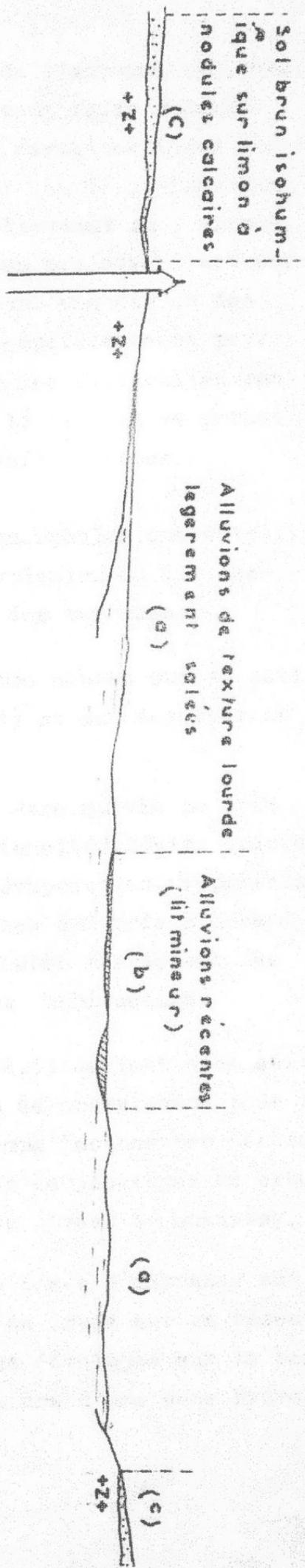


- Même Site en Février 1970 -

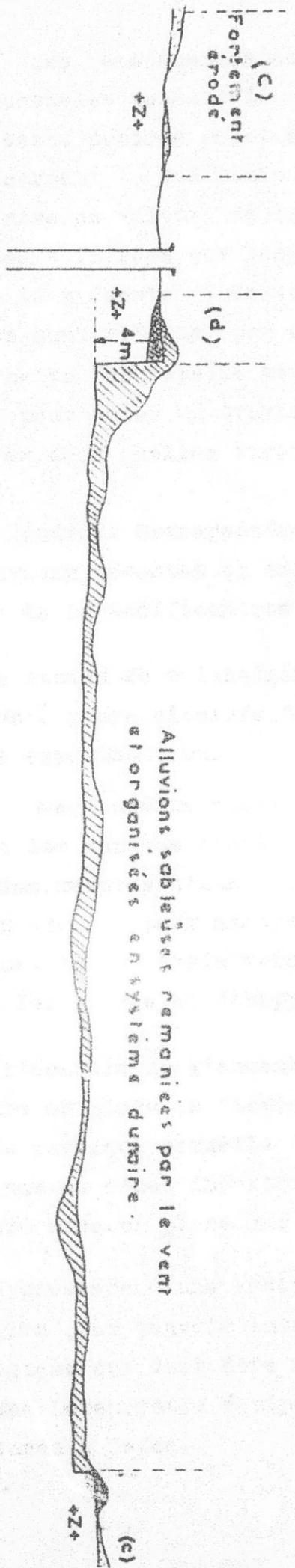


ELABORATION D'UNE TERRASSE A KSAR RHEIRISS

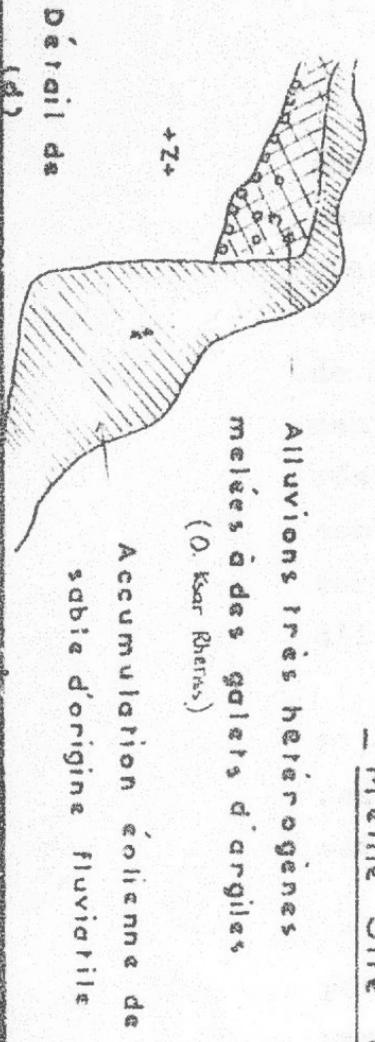
GR. 1



- Lit du Lèba. à la hauteur de Ksar Rheriss en Juin 1969 -



- Même Site en Février 1970 -



Alluvions très hétérogènes
mêlées à des galets d'argiles
(O. Ksar Rheriss)

Accumulation éolienne de
sable d'origine fluviale

Détail de (d)

V.- CONCLUSIONS

Les conséquences des inondations de l'automne 1969 seront encore sensibles pendant longtemps. De nombreux faits observés pendant cette période remettent en question certaines idées préconçues concernant le Sud Tunisien. Il apparaît que de nombreux travaux de mise en valeur de cette région se heurtent au manque de données chiffrées sur lesquelles baser les projets. Il est évident que la présente étude, qui est plutôt une enquête où des résultats sont obtenus par déductions ou comparaisons, ne peut combler cette lacune; elle met plutôt à jour les difficultés rencontrées pour mener un travail de fond sur le terrain et permet d'indiquer dans quelles directions on pourrait¹ orienter.

1°)- Il faudrait entreprendre une étude géomorphologique détaillée des alluvions récentes et anciennes, de l'évolution du lit des oueds et de la modifications des seuils et des terrasses.

2°)- Les études de ruissellement doivent être menées sur de petites parcelles (genre citernes de ruissellement) ou sur des bassins versants expérimentaux.

Ces bassins versants demandent à être suivis de très près et des mesures complètes (pluies, intensités, débits liquides et solides, mesures d'humidité dans le sol, évaporation, évapotranspiration etc...), pour analyser des phénomènes qui pris à l'échelle de l'ensemble du bassin versant de l'oued Leben réagissent les uns sur les autres et échappent aux mesures habituelles.

3°)- A l'échelle de l'ensemble de la région, il devient nécessaire de mettre en place un dispositif d'annonce de crues, comme pour le reste du pays, qui permette de prendre à temps les mesures nécessaires en cas de crues importantes. Une station de jaugeages de crues doit être mise en place sur l'oued Leben au niveau de Maknassy.

4°)- La présence d'une équipe hydrologique basée à Maknassy est nécessaire pour pouvoir intervenir en cas de crues sur un réseau hydrologique qui doit être remis en état et développé sur le bassin de l'oued Leben. Cette équipe pourrait dépendre d'une zone hydrologique basée à Gafsa.

DOSSIER DE CARACTERISATION PEDOLOGIQUE

CLASSE	SOLS NON EVOLUES (Minéraux bruts)
SOUS-CLASSE	NON CRYSTALLINES
GROUPE	D'APPORT
SOUS-GROUPE	PLUVIATILE
Famille	
Série	Sur sol hydromorphe salé à renise en mouvement du gypse

PROFIL μ_1

Mission/Dossier : Lobos-Quadrans
Inondations-69-70
Observateur : FOUZILIER Roger
Date d'observation : 6 Janvier 1970

LOCALISATION

Lieu : Dir el Hassoana	Document carto. : Feuille Hachichina 1/50.000^o
Coordonnées : 34°22' de Latitude	Mission I.G.N. :
10°12' de Longitude	Photo aérienne :
12 m d'Altitude	Photographie :

CLIMAT

Type : Climat méditerranéen aride inférieur à hivers doux	Station : Grafba
Pluviométrie moyenne annuelle : 177mm	Période de référence :
Température moyenne annuelle :	
Saison lors de l'observation : Hiver	

SITE

Géomorphologie : Zone d'épandage de l'Oued Quadrans, dépressionnaire ouverte sur la mer
Topographique : Plains
Drainage : Très moyen
Erosion : Faible en années normales
zone foliée
Pente en % : < 1%

MATERIAU ORIGINEL

Nature lithologique : Alluvions d'Oued d'origine calcaire, et un peu gypseuse.
Type et degré d'altération :
Etage stratigraphique :
Impuretés ou remaniements :

VEGETATION

Aspect physiognomique : Terrain venant d'être inondé. Aucune végétation. Par la suite une
Composition floristique par strate : végétation de type gypso-halophile doit se développer.

UTILISATION

Modes d'utilisation : Parcours à mouton + orge	Jachère, durée, périodicité : Suivant les pluies
Techniques culturales :	Successions culturales :
Modalité du champ :	
Densité de plantation :	
Rendement ou aspect végétatif :	

ASPECT DE LA SURFACE DU TERRAIN

Microrelief : Langues sableuses d'origine alluviale.
Effèces biologiques :
Dépôts ou résidus grossiers :
Affleurements rocheux :

EXTENSION ET RELATION AVEC LES SOLS VOISINS

- Vers l'aval, **sebkha littorale**
- Vers l'amont **idem**
- Sur les berges, **soils sableux steppiques, croûtes calcaires et gypseuses, limons à nodules calcaires.**

FICHE ANALYTIQUE

PROFIL pH

	Horizon	9									HRZ			
	Groupe	13									GR			
	Sous-groupe	17									SO			
	(Familie)	21									FIJ			
	(Serie)	25									ER			
	(Region)	29									RC			
	Numero du sac	33									SAC			
	Profondeur minimale en cm	37	0-19	19-30	30-45	45-54	54-75	75-100	130-150	>177	PNI			
	Profondeur maximale	41						100-130	150-177		PMA			
Granulométrie en 10 ⁻²	Calcaire actif	45	2.5	4.0	2.25	3.25	4.75	3.0	4.25	5.0	REF			
	Carbonate de calcium	49	9.6	13.4	11.7	11.7	15.3	7.9	12.6	8.4	5.4	6.7	CDC	
	Argille	53	5.5	8.0	7.0	9.5	12.0	8.5		12.0	14.5	ARG		
	Limon fin 2 à 20 µ	57	2.0	5.5	4.0	4.5	9.0	3.0		2.0	9.5	LMF		
	Limon grossier 20 à 50 µ	61	23.0	36.0	26.0	23.0	48.0	15.0		12.0	14.0	LMG		
	Sable fin 50 à 200 µ	65	67.0	50.0	61.0	62.0	31.0	66.0		49.0	50.0	SEF		
	Sable grossier	69	traces	0	0	0	traces	7.0		20.0	7.0	SBG		
		73	1	1	1	1	1	1	1	1	1	CAETE		
Matières organiques en 10 ⁻⁵	Carbone	15										C		
	Azote	17										N		
	Acides humiques	21										AH		
	Acides humiques bruns	25										AHB		
	Acides humiques gris	29										ANG		
	Acides fulviques	33										AF		
Acidité	pH eau 1/2,5	37	7.7	7.65	7.6	7.6	7.6	7.6	7.5	7.5	7.6	7.65	PHE	
	pH chlorure de potassium	41											PHK	
Cations échangeables en mé	Calcium Ca ++	45											CAE	
	Magnésium Mg ++	49											MGE	
	Potassium K +	53											KE	
	Sodium Na +	57											NAE	
Acide phosphorique en 10 ⁻⁵	Capacité d'échange	61											T	
	Phosphore total	65											PT	
	Phosphore assim. Truog	69											PAT	
		73	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	CAETE	
Éléments totaux (triacid) en 10 ⁻²	Phosphore assim. Olsen	13											PAO	
	Gypse	17	2.43	2.43	2.36	2.36	2.51	tr.92	2.68	2.57	27.66		PAC	
	Perte au feu	21											PRT	
	Résidu	25											RSD	
	Silice Si O ₂	29											SI	
	Alumine Al ₂ O ₃	33											AL	
	Fer Fe ₂ O ₃	37											FE	
	Titane Ti O ₂	41											TI	
	Manganèse Mn O ₂	45											MN	
	Fer libre Fe ₂ O ₃	49											FEL	
	en mé	Calcium Ca ++	53											CA
		Magnésium Mg ++	57											MG
Potassium K +		61											K	
Sodium Na +		65											NA	
Structure et caractéristiques hydriques	Porosité en 10 ⁻²	69											PRS	
		73	3	3	3	3	3	3	3	3	3		CAETE	
	pF 2,5	13	8.8	12.5	13.4	12.4	19.7	9.6		9.5	9.8		PF2	
pF 3	17											PF3		
pF 4,2	21											PF4		
Sels solubles, extrait pâte saturée en mé	Instabilité structurale	25											IS	
	Perméabilité	29											PRB	
	Conductivité L en m-mho/cm	33	3.25	3.65	3.60	3.85	4.50	2.50	3.60	3.05	3.15	6.42	L	
	Chlorures Cl ⁻	37	6.5	8.0	8.5	9.0	15.0	7.0	6.5	12.5	7.0	8.5	CL	
	Sulfates SO ₄ --	41											SO4	
	Carbonates CO ₃ --	45											CO3	
	Bicarbonates HCO ₃ ⁻	49											HCO	
	Calcium Ca ++	53	23.5										CAS	
	Magnésium Mg ++	57											MOS	
	Potassium K +	61											KS	
Sodium Na +		65											NAS	
	Conductivité L 1/10 en m-mho/cm	69	35.6	35.6	35.6	32.2	43.2	36.0	42.8	37.2	32.4	39.2	L10	
		73	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	CAETE	

DESCRIPTION DU PROFIL

GROUPE
SOUS-GROUPE
Famille
Série

PROFIL PH₁

Croquis du profil	Prélèvements numéro du sec.	Profondeur en cm et nomenclature des horizons	Description
0		0	- Frais - 10YR 7/4 humide - beige clair - moins de 1% de m.o. effervescence généralisée-calcaire diffus. Texture sablo-limoneuse. Structure particulière (matériau lité). Poreux-meuble. Aucun enracinement. Transition régulière très nette.
19	TN 623	IV	3 sous-épave
30	TN 435	III	
45	TN 509	III	- Humide-10YR 7/6-Humide-brun très clair, moins de 1% de matière organique. effervescence généralisée. Calcaire diffus. Matériau de crues dans lequel on suit un gradient de texture en fonction de la durée: Texture limono-sableuse de 19 à 30cm, devient sablo-limoneuse au delà de 45cm, structure particulière, avec un litage très nette. Poreux bonne. Bouillant. Aucuns racine. Transition régulière très nette.
54	TN 434	III	- Très humide-5Y 6/1 humide-gris clair, avec taches en traçées horizontales 5 Y 3/1 humide gris très sombre (40%) de sulfures. Effervescence généralisée et mal odorante. Calcaire diffus. Texture limoneuse. Structure particulière avec surstructure en plaquette. Peu poreux-meuble. Aucune racine. Transition régulière. Très nette.
75	TN 726	II	- Sable quartzeux grossier-d'origine fluviatile. Transition régulière et nette.
75.5		75.5	- Nombreux vertiges de végétation, et détritiques de toute origine coincés sous ces matériaux de crues en contact direct avec le sol enterré.
75.5	TN 704	(II)	- Très humide-10YR 7/6 humide brun très clair, moins de 1% de m.o., légère effervescence -calcaire diffus. Texture sablo-limoneuse. Structure polyédrique fine écaillée-meuble - Poreux Bon enracinement des cales lactées. Présence à partir de 130cm d'un pseudomycélium gypseux " " de 150cm d'amas farineux gypseux.
100	TN 607		Transition graduelle ondulée
130	TN 736	177	- Hové - 10YR 8/4 humide -beige très clair-non organique faible effervescence. Eléments gypseux en enroulement (gypse sous forme diffuse, cristalline et farineux). Présence de quelques traçées rouillées. Texture limono-sableuse. Structure continue. Compact. Peu poreux. Pas de racines.
150	TN 408		
177	TN 681		
495	Eau		

Appartient des aux in-solubles

craque sol sab. à l'eau en m² 50, ca. 30%

Mat. Org. 0.2 0.26 0.31 0.46 1.41 0.17

CARTE DE L'EXTENSION MAXIMALE DES ZONES INONDEES DU BASSIN VERSANT DE LEBEN - OADRANE

(D'après relevés des dénivelés de terrain)

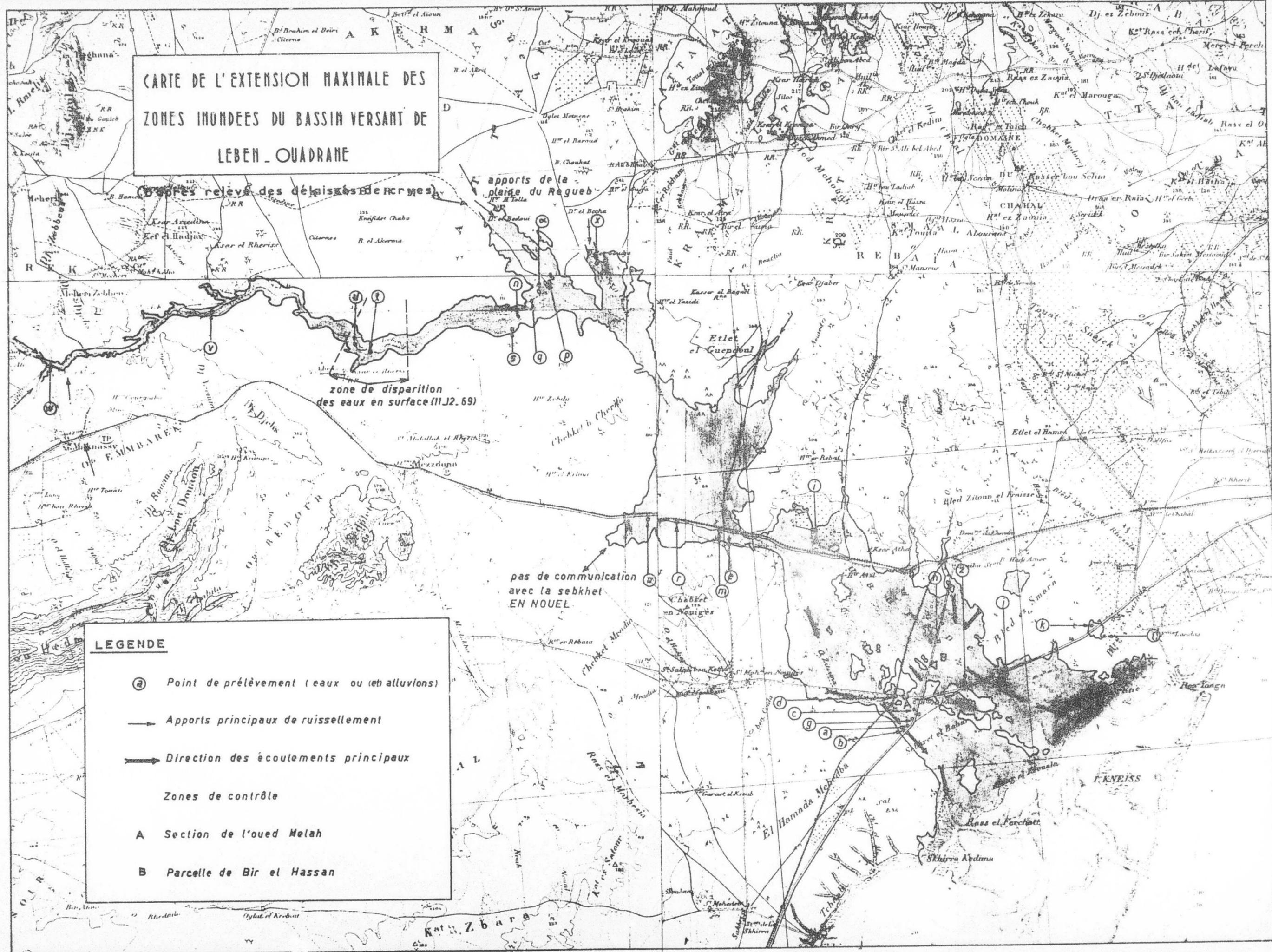
apports de la plaine du Regueb

zone de disparition des eaux en surface (11.12.69)

pas de communication avec la sebkhet EN NOUËL

LEGENDE

- ⊙ Point de prélèvement (eaux ou (et) alluvions)
- Apports principaux de ruissellement
- ➔ Direction des écoulements principaux
- Zones de contrôle
- A Section de l'oued Melah
- B Parcelle de Bir el Hassan

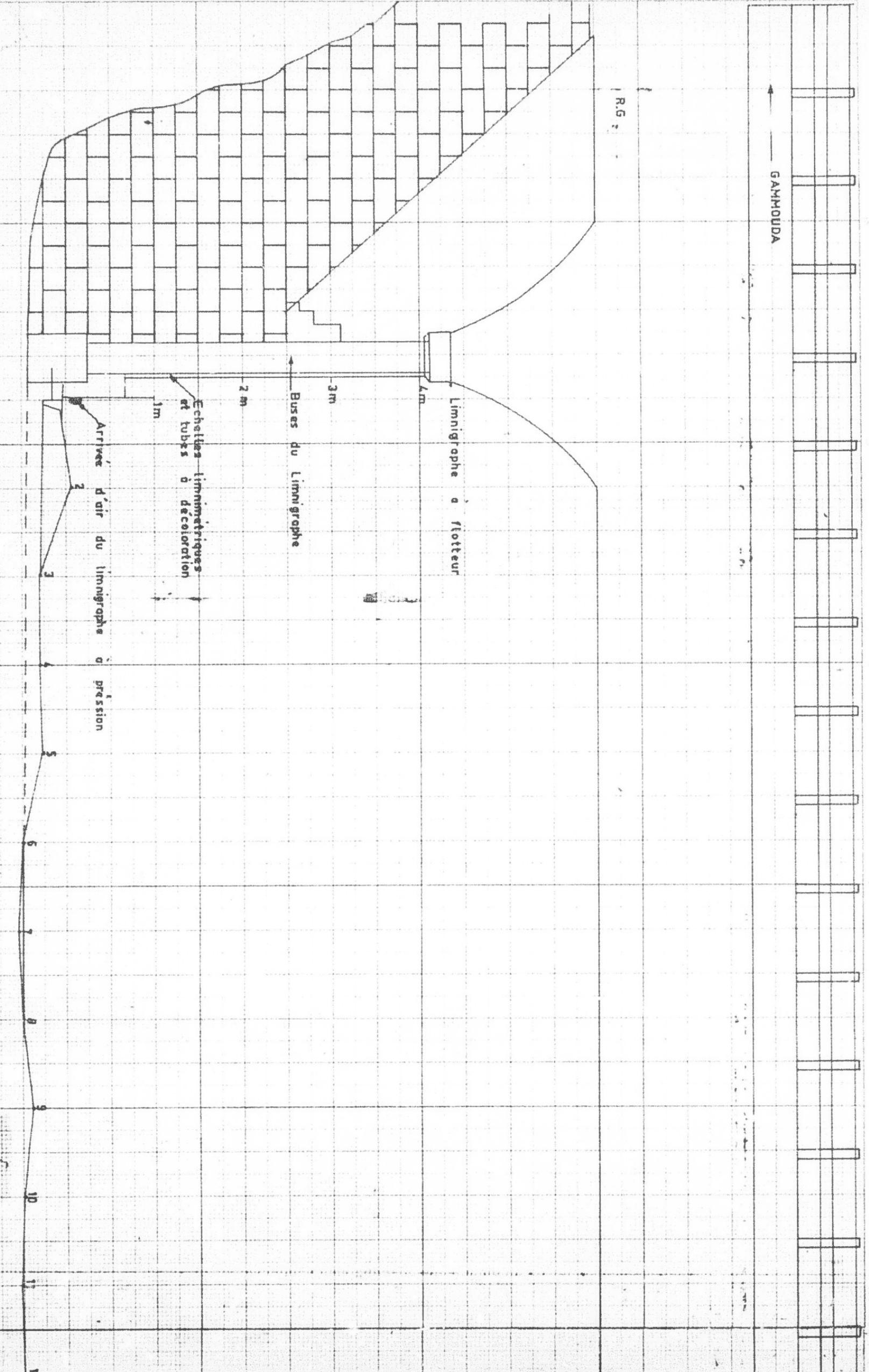


BIBLIOGRAPHIE

- CRUETTE J. : Oued Zéroud à Sidi Saâd - Crues de l'automne 1969
Rapport D.R.E. - Tunis - Mai 1970.-
- LAFFORGUE A. /
EOCHE DUVAL : Observations des crues de Septembre et Octobre 1969 sur
le Merguellil au niveau de Haffouz -
Rapport D.R.E. - Tunis - Mai 1970.-
- LE HOUEROU H.N.: Recherches écologiques et floristiques sur la végétation
de la Tunisie méridionale - Montpellier 1959.-
- PONTANIER R. : Etude pédologique de Regueb Sud D.R.E.S. - Tunis - 1969.-
- ROCHE M. : Hydrologique de Surface - O.R.S.T.O.M. 1964 - Paris.-

GAMHOUDA

R.G.



MAKNASSY

OUED LEBEN

STATION G7 (détruite)

Pont de la piste

MAKNASSY — GANNBOUDA

Profil en travers établi le 15.5.69

Pont détruit le 25.9.1965

R.D

Magonerie très
affectuée

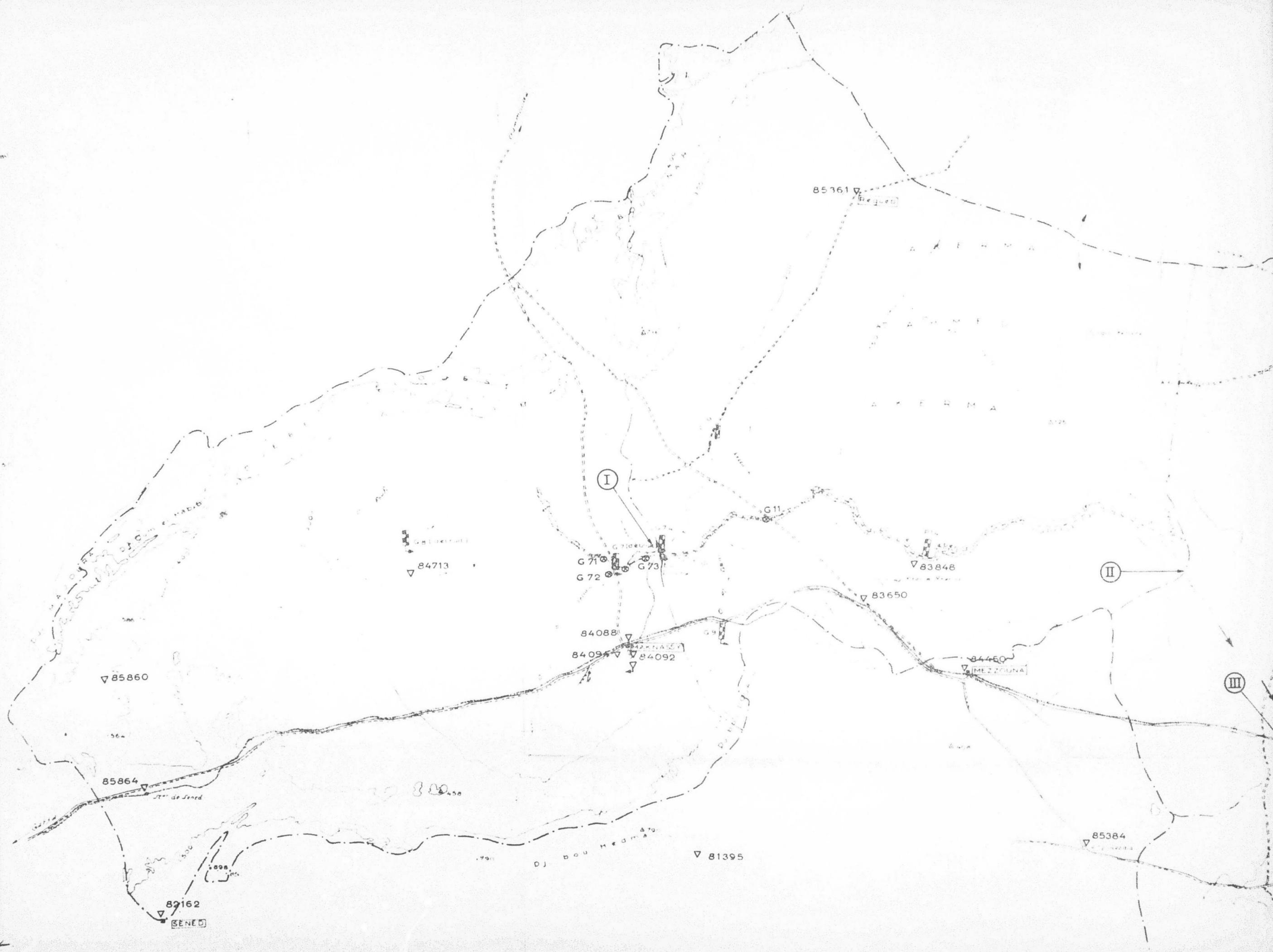
0,50 m
0,5 m²
1,00 m

15

13

12

11



BASSIN VERSANT DE L'OUED LEBEN

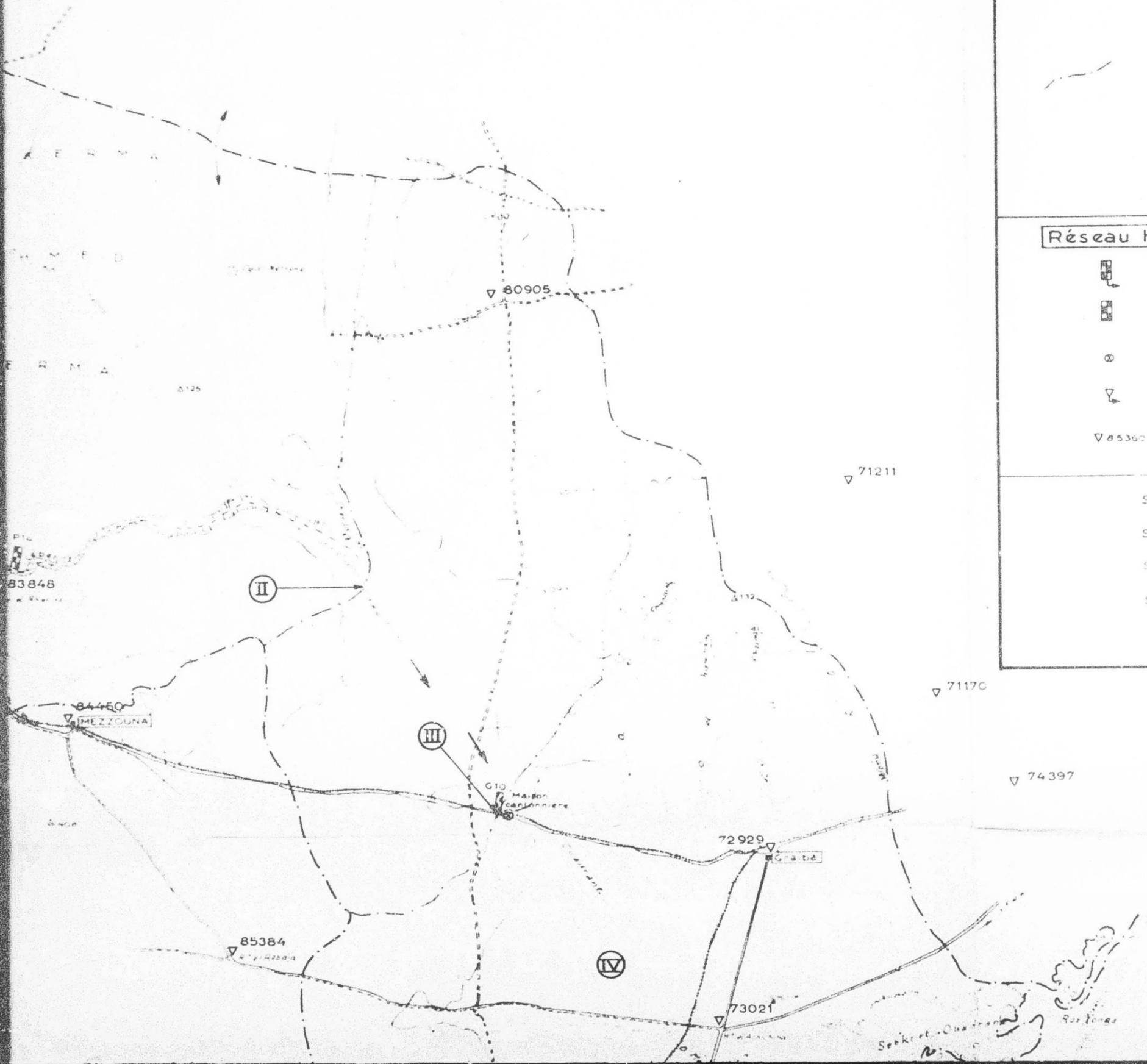
LIMITE DU BASSIN VERSANT
LIMITE DES SOUS-BASSINS

ECHELLE 1:200 000

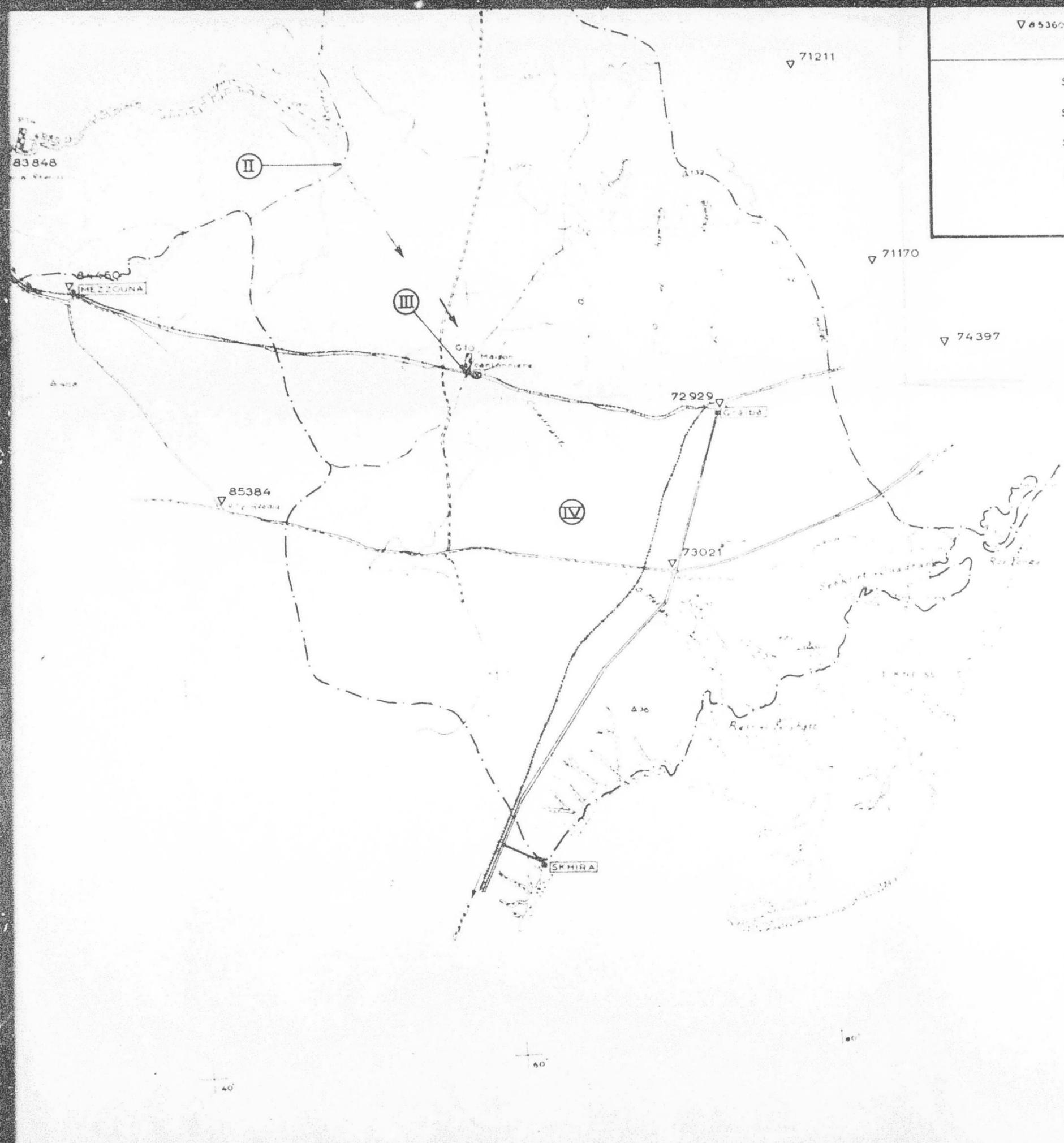
Réseau Hydrologique et Pluviométrique

-  Station Limnigraphique -
-  Echelles Limnimétriques -
-  Point de jaugeage d'étiage -
-  Pluviographe -
-  Pluviomètre et N° de Code -

Sous Bassin	I	1 060 km ²
Sous Bassin	II	1 190 km ²
Sous Bassin	III	426 km ²
Sous Bassin	IV	704 km ²
Total		= 3 380 km²



71170	Bordj Safsafa
71211	Bordj Zitouna
72929	Graïba

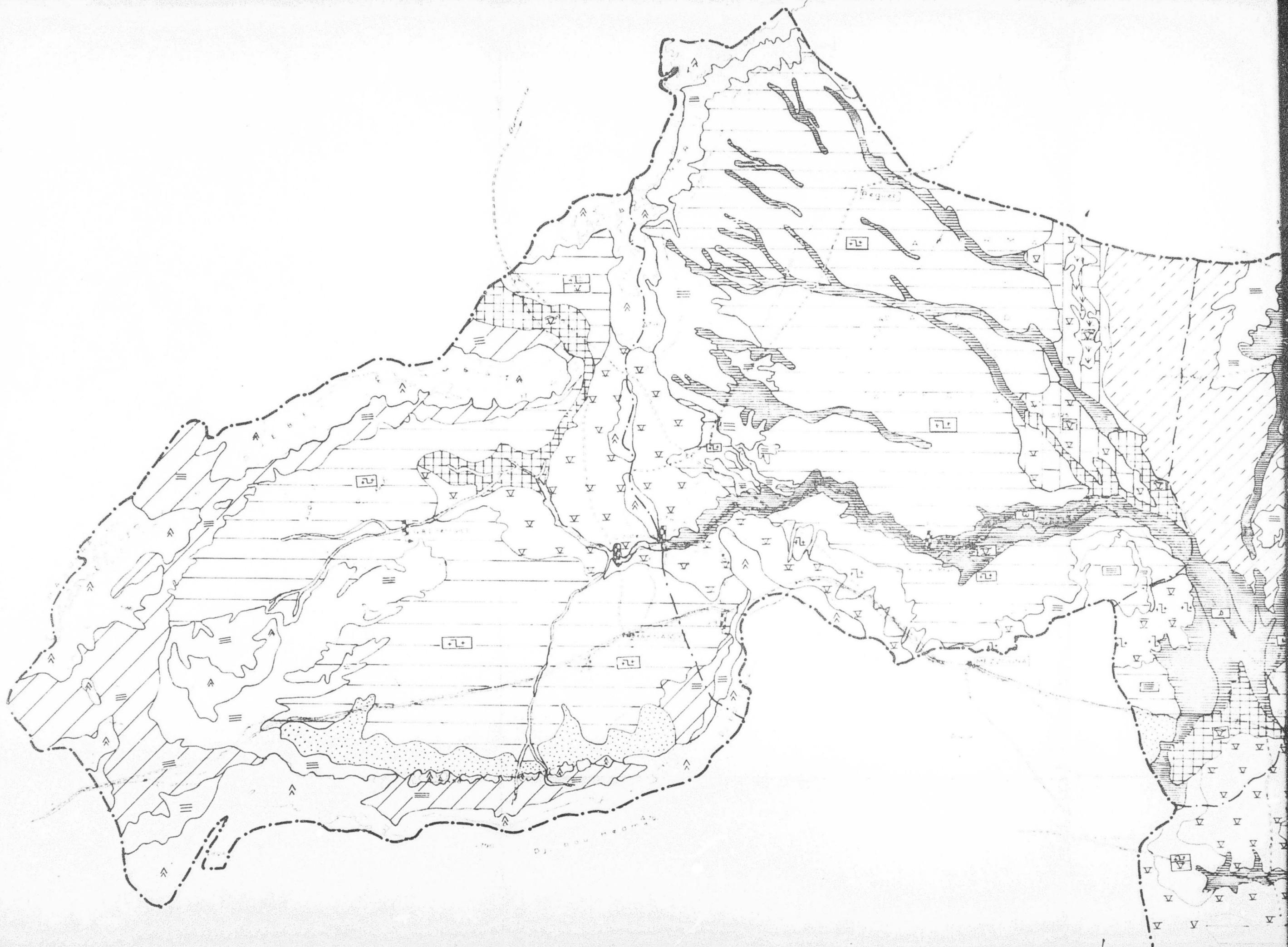


▽ 85360 Pluviomètre et N° de Code -

Sous Bassin	I	1 060	Km ²
Sous Bassin	II	1 190	Km ²
Sous Bassin	III	426	Km ²
Sous Bassin	IV	704	Km ²
<u>Total</u>		<u>3 380</u>	Km ²

LISTE DES PLUVIOMETRES DU BASSIN

71170	Bordj Safsafa
71211	Bordj Zitouna
72929	Graïba
73021	Hachichina T.P.
74397	Merkez Chahal S.M.
80905	Bir Ali Ben Khalifa
81395	Bou Hedma (Maison Forestière)
83650	El Kerma Réservoir
83848	Ksar Rheniss
84088	Maknassy Gare
84091	Maknassy S.E.
84094	Maknassy Forêt
84450	Mezzouna Dispensaire
84713	Ouled Bou - Aziz
85361	Regueb Délégation
85384	Rhêdir Rebaïa
82162	Djebel Sened
85860	Sened Majoura Ecole
85864	Sened Pompage



BASSIN VERSANT DE

L'OUED LEBEN

Limite du Bassin Versant

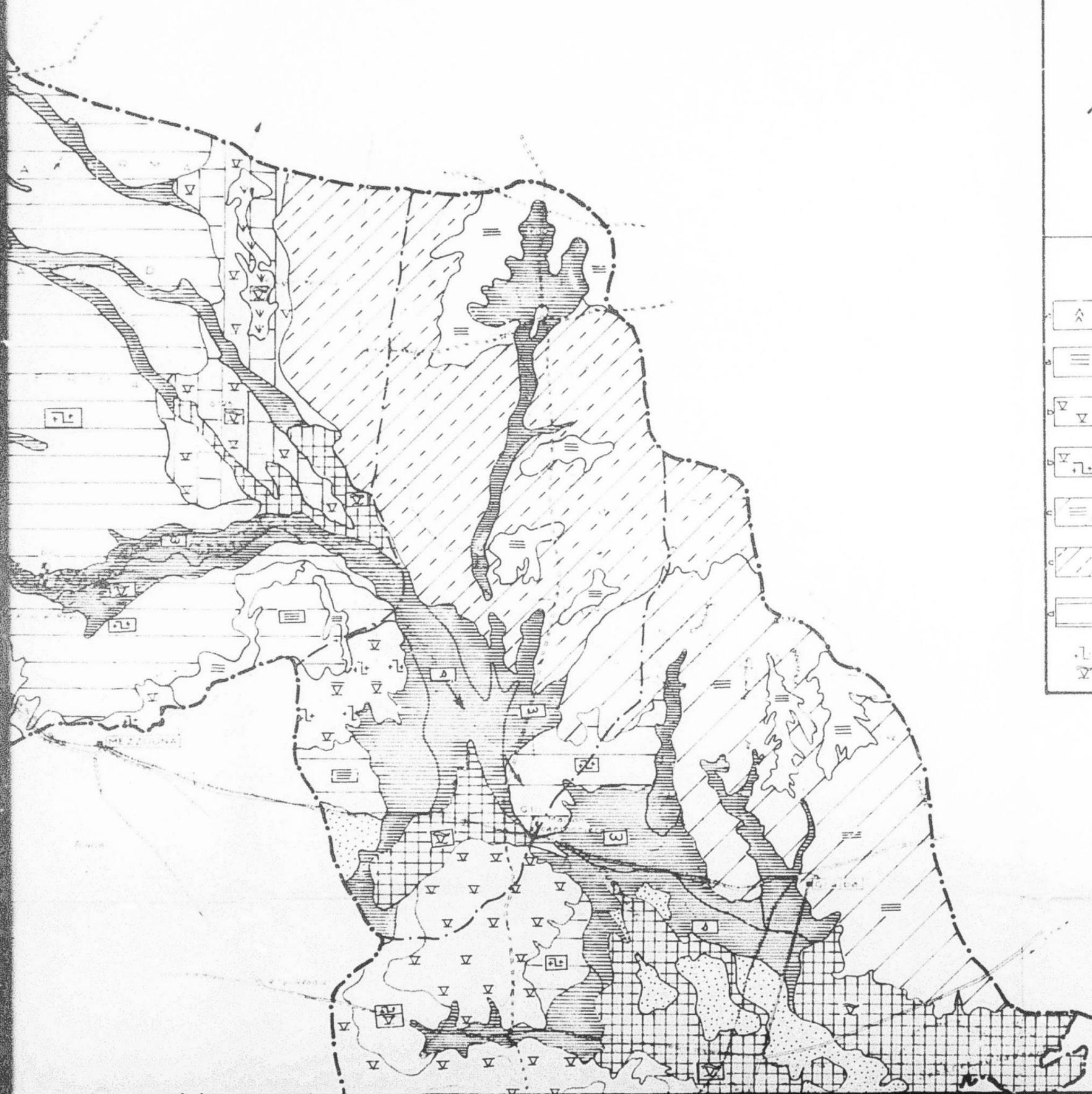
Limite des sous bassins

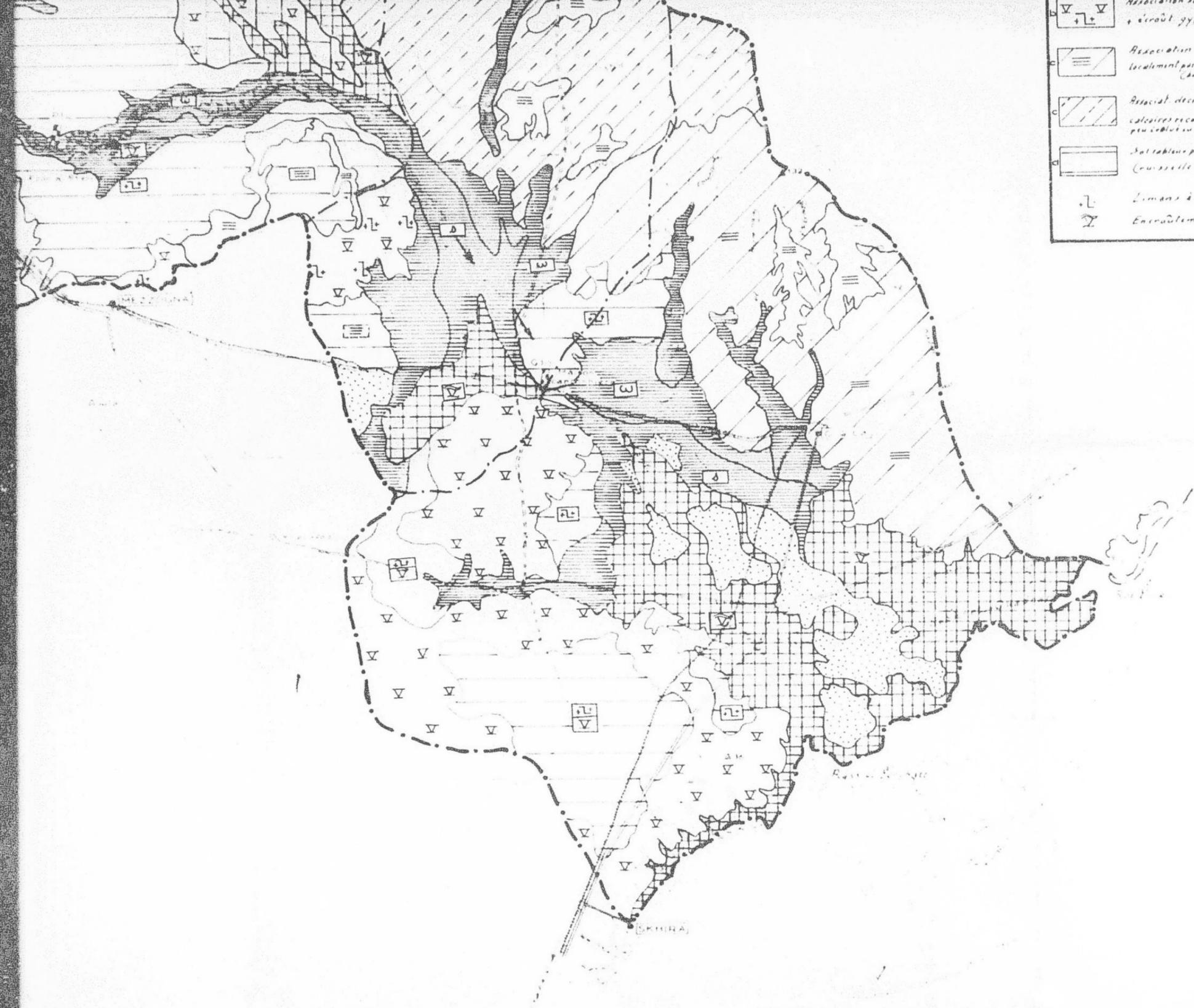
ETHELLE 1/2 0000

ESQUISSE PEDOLOGIQUE

D'après M.M. Bernard, Fournet, Gaddas, Loyer, Pontanier, Sabane

	Sols bruts d'érosion sur maïls calcaires (fort ruissellement)		Sol sableux (ordons, du désert) très profond (ruissellement très faible)
	Sols bruts d'érosion sur craie calcaire (fort ruissellement)		Sol peu églut alluvial modelé à (ruissellement moyen)
	Sol calcomagmésimorphe à encroûtement gypseux (sans ruissellement)		Sol alluvial à éle à (ruissellement moyen)
	Association sol d'ablaten à nodules calcaires à encroûtement gypseux (sans ruissellement)		Sol alluvial à hydromorphie de profondeur (ruissellement moyen)
	Association craie calcaire recouverte localement par sol sableux peu églut au steppe (sans ruissellement)		Sols néomorphes (à élin et structure de gradie) (faible ruissellement)
	Association encroûte calcaire des Soudes calcaires recouverte localement par sol sableux peu églut au steppe (ruissellement moyen)		Association de la zone des guettes (sol sableux avec sol calcaire sur encroûtement gypseux) (ruissellement moyen)
	Sol sableux peu églut au steppe (ruissellement faible)		Sol hydromorphe des Soudes à suimerion temporaire (dépresseion)
	Limons à nodules calcaires		Craie calcaire
	Encroûtement gypseux de nappe		Encroûtement gypseux





	Association sal. et alcaline à sables fins et argiles, et crâtes gypseux (en crassement)		de profonds (crassement moyen)
	Association crâtes calcaire recouverte localement par sables fins et argiles (en crassement)		Sols halomorphes (pâles et structure dégradée) (faible crassement)
	Association de crâtes calcaire, de sables fins et argiles recouverte localement par sables fins et argiles (en crassement moyen)		Association de la zone des gâtes (sables fins avec sal. calcaire, sur crâtes gypseux) (crassement moyen)
	Sables fins et argiles (en crassement faible)		Sal hydromorphe des Oglets à submersion temporaire (dépression)
	Limons à nodules calcaires		Crâtes calcaire
	Encroûtement gypseux de nappe		Encroûtement gypseux

MAHREZ

FIN

76

VUES