



01493

MICROFICHE N°

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F

1

0-1493
DIVISION DES RESSOURCES EN EAU

Premières observations sur le Micro-Bassin
Hydrologique de Bou Faroua-Soumami.

(Septembre 76 - Avril 77)

—000—

Juillet 1977

M. ADJILI

01493

REPUBLIQUE TUNISIENNE

MINISTRE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU ET EN SOLS

Division des Ressources en Eau

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
OUTRE-MER

Mission en Tunisie

Service Hydrologie

PRESENTATION DES RESULTATS DES OBSERVATIONS
SUR LE MICRO-BASSIN HYDROLOGIQUE - PLAINE DE BOU FAROUA
- Djebel SEMAMA -

(Septembre 1976 à Avril 1977)

par

M. ADJILI
Elève Chercheur ORSTOM
2ème Année hydrologie

TUNIS - JUILLET 1977

SOMMAIRE

- I - INTRODUCTION
 - I.1. - Géologie
- II - FACTEURS CLIMATIQUES
 - II.1. - Les vents
 - II.2. - La température
 - II.3. - L'évaporation
 - II.4. - L'humidité
- III - EQUIPEMENT ET MESURES
 - III.1. - Equipement - Qualité des mesures
- IV - COMPLEXE PHYSIQUE ET SOL
 - IV.1. - Complexe physique
 - IV.2. - Sol
 - IV.3. - Mesures et données
 - IV.3.1. - Température - Evaporation
 - IV.3.2. - Perméabilité du sol
 - IV.3.3. - Précipitations
- V - CONCLUSION

AVANT - PROPOS

La Tunisie Centrale est formée par une série de plateaux limités vers le Nord et l'Ouest par la chaîne des grandes montagnes de la Dorsale sud comme le Sennana 1400 m. et le Châmbi 1544 m. A l'Est et au Sud, elle est limitée respectivement par la Méditerranée et le Sahara. Les plaines sont presque horizontales avec une légère déclivité vers le Sud. Ce relief avec sa situation géographique nous laisse prévoir un bioclimat méditerranéen caractéristique des régions sahariennes, prolongé par un climat saharien aride. Ce fait explique la fluctuation de la pluviométrie annuelle et son irrégularité dans l'espace et dans le temps.

Comme nous pouvons le remarquer, ces facteurs justifient le but des études sur des micro-bassins et des parcelles pour pouvoir donner des chiffres significatifs exploitables surtout dans le domaine agricole où la richesse en eau est limitée dans cette région. Nous récapitulons dans ce rapport les premiers résultats d'observation sur un micro-bassin hydrologique du Sennana. Espérons que ces mesures se poursuivent afin d'avoir des données plus précises et plus significatives.

I - INTRODUCTION

La région de Sbeitla - Kasserina est un plateau limité vers le Nord et l'Ouest, par des montagnes se dressant du côté de la plaine en gardant dans leur topographie générale presque tous les caractères de leur surface structurale. Ces monts, parmi lesquels nous citons les Djebels Châmbi, Mrhila et Semmana, sont parcourus par un grand nombre d'oueds torrentiels. Les plaines, presque plates, supportant quelques collines et très peu de ravines, arrivent jusqu'aux pieds des djebels.

Tous ces faits - le peu de ravinement de la plaine, le fonctionnement exceptionnel des oueds - indiquent une très grande perméabilité du sous-sol, ce qui concorde parfaitement avec la nature gréseuse de ce dernier.

Notre micro-bassin appartient à la plaine de Ben Farous au piedmont sud du Djebel Semmana. Elle se trouve à 15 km à vol d'oiseau au Nord Ouest de Sbeitla. On y accède par 15 km de route et 5 km de piste.

Ses coordonnées sont :

- Latitude 7639 E origine Paris
- Longitude 396 21 "
- Altitude moyenne : 680 m.

I.1. - Géologie

Le Semmana ainsi que le Châmbi et le Selloun sont formés de calcaires, de dolomies et de grès. Le plateau gréseux est d'âge méocène et à la base de ces grès se trouvent des argiles rouges aquitaniennes. La plaine elle-même est formée d'alluvions.

Les affleurements du Sénonien correspondant aux zones d'alimentation de la nappe, n'existent qu'au Mrhila et au Semmana.

II - FACTEURS CLIMATIQUES

Le Centre Tunisien est soumis à un climat semi-aride qui devient aride vers l'extrême Sud et à l'Ouest, méditerranéen vers les régions sahariennes de l'Est. Le coefficient d'Emberger pris couramment comme indice climatique en zone méditerranéenne est de $Q = 28$ pour Sbaïtla ce qui classe le climat dans l'aride supérieur. Ce climat ne nous permet pas d'avoir une distinction nette des saisons. Seulement nous remarquons que les jours pluvieux sont ^{au} nombre de 50 au cours d'une année. En effet vu l'irrégularité de la précipitation, les saisons ne peuvent être localisées ni dans l'espace ni dans le temps.

II.1. - Les vents

Le vent prépondérant est celui du NW, il représente 56 % des observations et s'étale surtout de la période de Janvier à Septembre. Comme vent dominant secondaire, nous trouvons celui du SW qui ne représente que les 19 % des observations et qui s'oppose au précédent durant toute la période de Janvier à Juillet. Le reste de l'année nous trouvons les vents du NE avec 6 % des observations, du SE 5 % et S 7 %. La fréquence du calme ne dépasse pas 3 % des observations.

II.2. - La température

La seule station météorologique que nous avons pu avoir est celle de Kasserine observée depuis 1940, se trouvant à l'altitude 685 m au-dessus de la mer.

Les résultats d'observation sont classés dans les tableaux II.1. et II.2.

Tableau II.1. : Températures mensuelles

mois phénom.	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
T_H	28,5	22,9	16,9	11,9	12,2	14,4	16,6	20,9	25,9	29,3	34,3	33,5
T_m	15,7	11,2	6,5	2,7	1,8	2,9	5,3	8,5	11,4	13,2	17,6	17,8
$\frac{T_H + T_m}{2}$	22,1	17,1	11,7	7,4	7,0	8,7	11,0	14,7	18,7	22,4	26,0	25,6
$T_H - T_m$	12,8	11,7	10,4	9,2	10,4	11,5	11,3	12,4	14,5	7,1	16,7	15,7

Tableau II.2. : Valeurs interannuelles

T_M	T_m	$\frac{T_M + T_m}{2}$	T_M obser.	T_m obser.	Calée (jrs)	Neige (jrs)	Siroco (jrs)
22,3	9,7	16,0	43	- 5	25	4	44

avec T_M = moyenne des maximums du mois

T_m = moyenne des minimums du mois

Les plus basses et les plus fortes températures sont observées respectivement aux mois de Janvier et Juillet.

II.3. - L'évaporation

De la même station nous tirons les résultats du tableau II.3. Ceux-ci correspondent à une évaporation Piche.

Tableau II.3. : Evaporation Piche en mm

S	O	P	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
188,5	147,9	108,0	75,8	92,4	105,8	131,6	147,6	204,9	246,3	326,9	253,7	2069,4

II.4. - L'humidité

Cette même station nous a fourni également les résultats d'humidité relative en 1 classe dans le tableau II.4.

Tableau II.4. - Humidité relative moyenne mensuelle

S	O	P	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
73,9	77,6	80,4	82,0	74,4	72,2	70,5	74,2	66,0	66,1	66,5	69,9	72,8

II.5. - La pléviométrie

Notre micro-bassin appartient à la zone limitée par les isohyètes interannuelles 300 et 400 mm, plus proche de la première. Les stations que nous avons pu sélectionner comme points de références sont :

- Dras Znoul observée depuis Juin 1957 jusqu'à nos jours. Elle se trouve à l'altitude 664 m.
- Shaitla observée de Février 1928 jusqu'en Juin 1957 se trouvant à l'altitude 630 m.
- Kasserine observée de Novembre 1914 jusqu'en Juin 1957 et se trouvant à l'altitude 600 m.

Les résultats d'observation sont classés dans le tableau II.5.

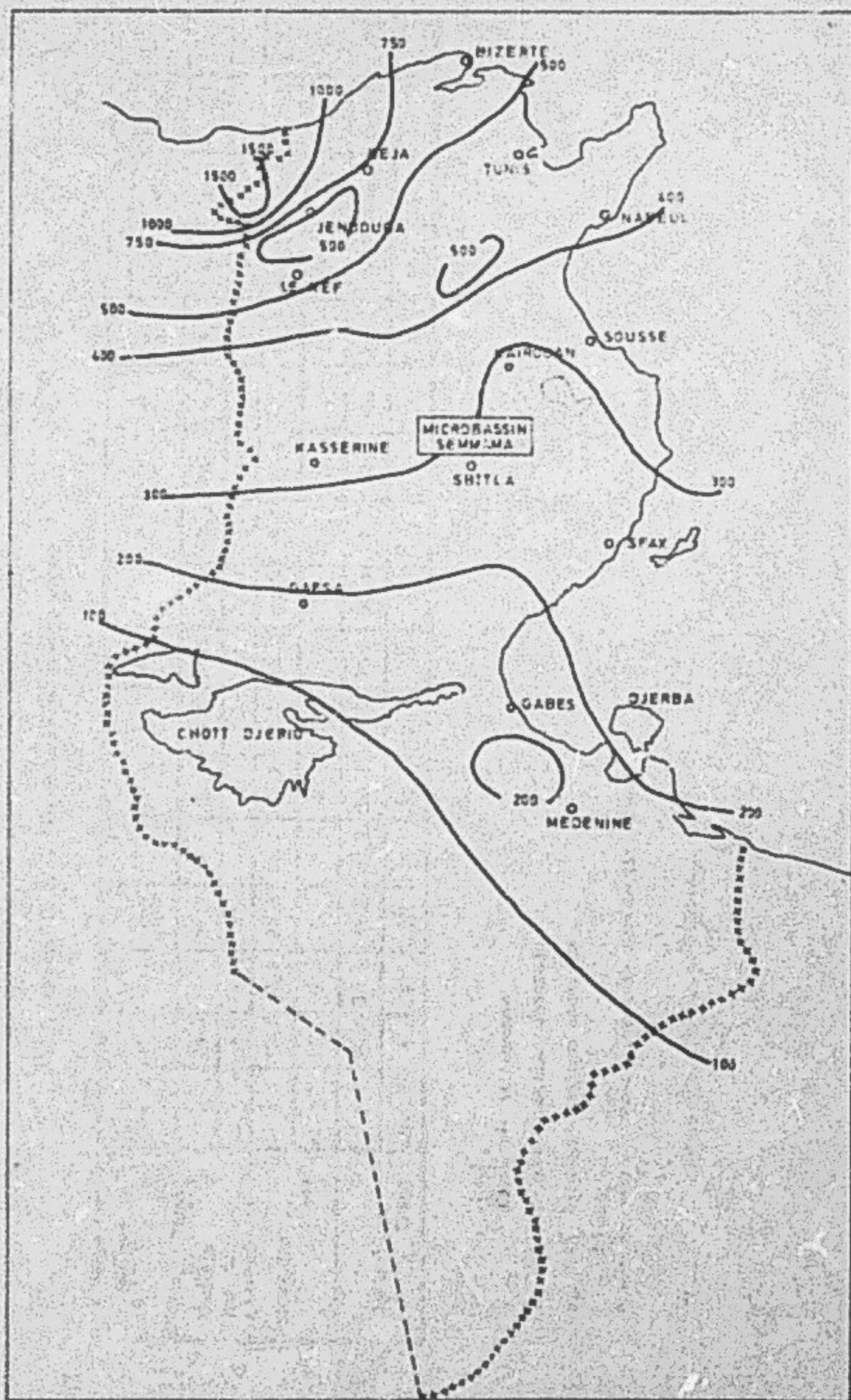


Tableau II.5. : les valeurs de $\bar{p}$ sont en mm

Stations	Para- mètres	S	O	H	D	J	P	M	A	H	J	J	A	A U L U E E			C
														Total	P_m obs	P_M obs	
Sbeitla Hir. touille 29ans	$\bar{p}$	31,7	41,5	27,6	17,0	19,5	20,3	35,0	28,1	30,4	22,2	9,6	25,5	300,7	127,7	497,7	3,50
	nb.j.	5	5	3	4	3	3	5	5	5	4	3	4	49	-	-	-
Draa Zaval 12ans	$\bar{p}$	23,0	47,5	24,8	20,7	15,2	17,1	24,5	21,5	32,3	26,4	8,3	17,5	289,1	150,0	441,2	2,75
	nb.j.	3	3	3	3	2	2	3	3	4	3	1	3	33	-	-	-
Kasserine 29ans	$\bar{p}$	36,0	33,4	23,9	20,3	22,2	22,0	35,5	30,4	26,7	22,3	10,7	24,9	305,1	142,7	606,2	4,25
	nb.j.	4	4	2	3	2	2	4	4	4	3	2	3	37	-	-	-

avec

$\bar{p}$: pluviométrie moyenne

P_m obs. : pluie minimum observée

P_M obs. : pluie maximum observée

$C = \frac{P_M \text{ obs.}}{P_m \text{ obs.}}$

: Coefficient de variabilité annuel

nb. j. : nombre moyen de jours pluvieux

III - EQUIPEMENT ET MESURES

Les travaux d'installation de ce micro-bassin ont commencé au mois de Mai 1976 : par le choix de la zone, son interdiction au pâturage et au labour. Au début du mois de Septembre nous avons participé aux travaux de maçonnerie : construction des deux fosses, du puits du limnigraphe, du tuyau d'envasement, du site du V, et mise des tôles limitatrices du côté aval du micro-bassin. Le 22 de ce mois le bassin était prêt à fonctionner.

III.1. - Equipement et qualité des mesures

III.1.1. - Fosse d'entrée

De fond dallé, elle est prévue pour récupérer le charriage de fond et limiter le taux des matériaux d'érosion qui passent dans la fosse principale. Ses dimensions sont :

- longueur L = 260 cm
- largeur l = 90 cm
- profondeur h = 100 cm

Elle est équipée d'un élément d'échelle de 1 m (de 7,00 m à 8,00 m) plaquée contre la rive droite.

III.1.2. - Citerne principale

Liée à la fosse précédente et de fond également dallé, elle est prévue pour la récupération des eaux de ruissellement. Ses dimensions sont :

- longueur L = 1142 cm
- largeur l = 390 cm
- profondeur = 320 cm

Elle est équipée vers l'aval d'un déversoir triangulaire isocèle rectangle de 118 cm d'hypothénuse, d'une batterie d'échelle de 3,20 m (de 0 à 3,20 m) à côté du puits du limnigraphe (rive gauche) et d'un tuyau de dévasement à 195 cm du fond. Le point le plus bas du V se trouve à la côte H = 233 cm. Les travaux dans ces 2 fosses commencent le 1.9.1976 jusqu'au 15.9.1976 date de mise du V.

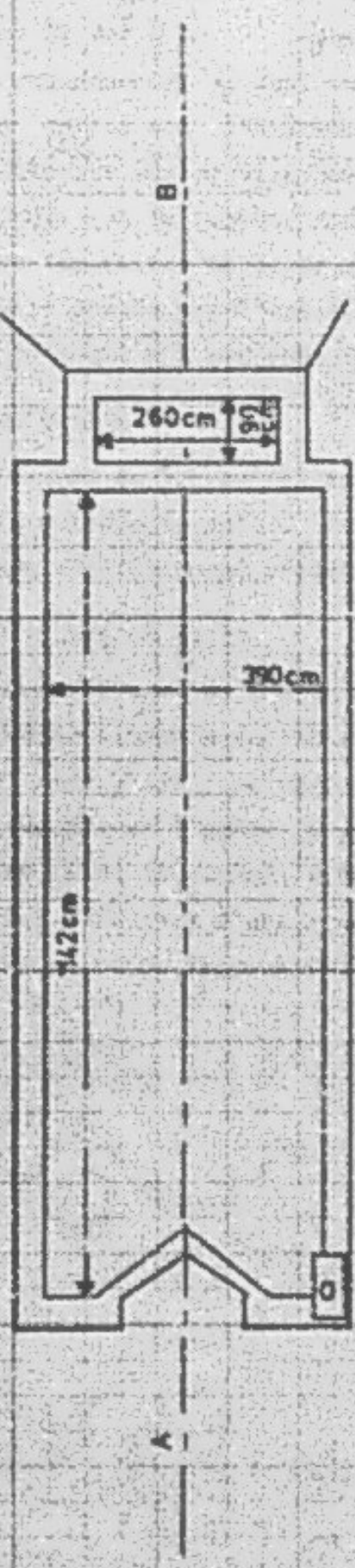
III.1.3. - Le limnigraphe

C'est un appareil de type OTTX installé le 17.9.1976. Son mouvement d'horlogerie de type B (un tour en 192 minutes), sa réduction est de 1/5. Sa guérite de protection se trouve à 15 cm du bord de la citerne principale. Au point de vue fonctionnement, il est

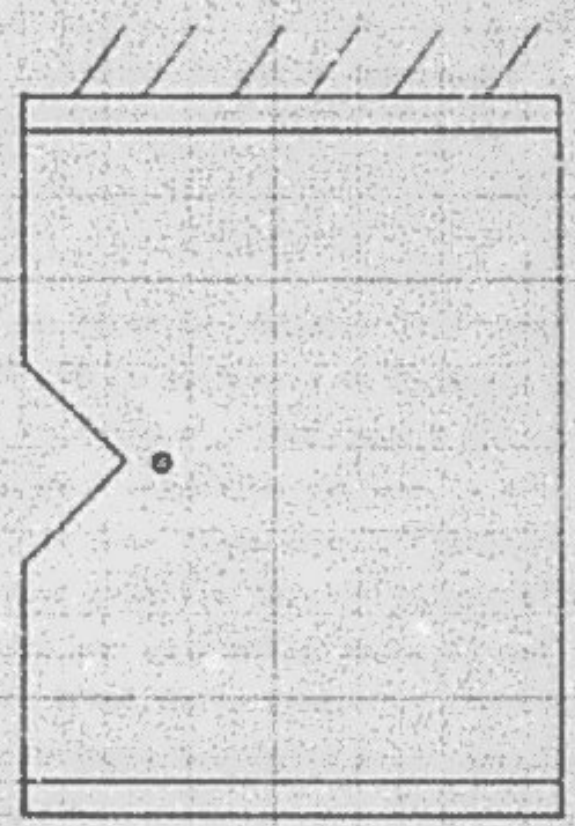
Echelle 1/100

CITERNE DU MICRO BASSIN HYDROLOGIE DE SEMMAHA BOUFAROUA

Vue de plan



2x face du V



Coupe A - B



satisfaisant et le seul incident rencontré est celui de la seule importante crue du 23.9.1976 de cette année : le mouvement d'horlogerie était en panne et le tambour était mal mis en place.

III.1.4. - Pluviographe

C'est un appareil électrique monté, au début 4e Décembre 1976, sur le limnigraphe. Sa bague de 400 cm² se trouve à 113 cm au-dessus de la guérite du limnigraphe. Il est à ailettes basculantes. Un basculement correspond à 0,5 mm de pluie. L'enregistrement se fait sur la bande du limnigraphe. Vu que le mouvement d'horlogerie est relativement rapide, il nous cause des difficultés dans le dépouillement des pluviogrammes et surtout pour les faibles intensités. En effet, une fois que le tambour fait 3004 tours sur un pluviogramme, il est difficile sinon impossible de repérer l'heure de début de la pluie. Ce problème est partiellement résolu par l'existence d'un pluviographe témoin à la parcelle d'érosion située à 250 m à peu près du micro-bassin.

III.1.5. - Pluviomètre

Au nombre de 5, ceux-ci sont installés le 16.9.1976, à 1,50 m au-dessus de la surface du sol. Ce sont des pluviomètres à Association de 400 cm². Ils sont presque régulièrement répartis sur le bassin.

III.1.6. - Assistance et accès

La surveillance du bassin est assurée par la présence permanente d'un observateur de niveau acceptable. Pour ce qui est accès, il est facile en temps normal sans pluie ; en période de forte pluie (22 mm), les pistes deviennent glissantes et l'accès en voiture ou à pied devient difficile. En cas d'inondation celui-ci devient très difficile sinon impossible. Ce cas est rencontré le 23.9.1976 lors d'une crue entraînant le fort ruissellement des ondes et surtout celui de Mayroun (El Hissiana aval).

IV - COMPLEXE PHYSIQUE ET SOL

IV.1. - Complexe physique

IV.1.1. - Caractéristiques de forme

- La surface $A = 2,59$ ha
- Le périmètre $P = 620$ m
- Indice de compacité de Gravelius $C = \frac{P}{2\sqrt{A}} = 1,08$: cette valeur nous renseigne sur la forme ramassée de ce micro-bassin, fait qui favorise le drainage et diminue le temps de concentration

- Les dimensions du rectangle équivalent

$$L = l = \sqrt{A} = 161 \text{ m.}$$

- Indice de pente de Roche

$$I_p = L^{-1/2} \sum_{i=1}^{i=n} \sqrt{a_i d_i} = 0,278$$

a_i = fraction de la surface totale du bassin correspondant à une différence de côté d_i .

- Indice de pente global :

$$I_g = \frac{H_5 - H_{95}}{L} = \frac{D}{L} = 63 \text{ m/km}$$

où H_5 = côté limitant les 5 % de superficie les plus élevés

H_{95} = côté limitant les 5 % de superficie les plus bas

D = dénivellée, est prise égale à $H_5 - H_{95}$

- Dénivellée spécifique : D_g est la produit de la dénivellée D par un coefficient ne dépendant que de la compacité C du bassin.

$$D_g = I_g \times A^{1/2} = D \times L^{-1/2} = D = 10,1 \text{ m}$$

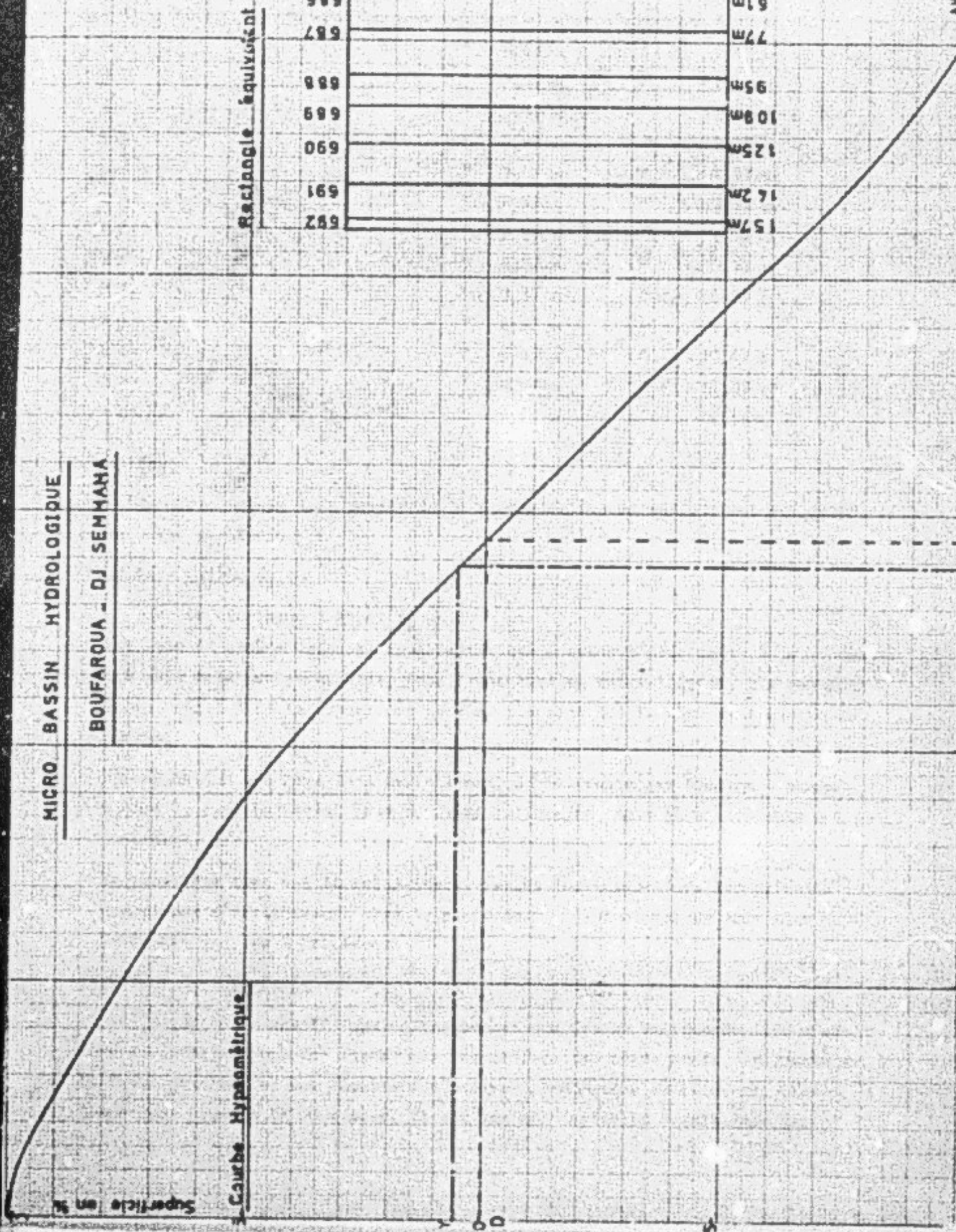
valeur caractéristique d'un relief très faible à faible.

IV.1.2. - Répartition hypsométrique

La courbe hypsométrique nous montre une forte pente à l'origine traduisant ainsi une zone de plaine, ce qui est confirmé par la dénivellée spécifique. L'altitude médiane à 50 % de la superficie est de 7,20 m par rapport au point milieu de la fosse d'entrée ; tandis que par rapport au même point, l'altitude moyenne est de 6,93 m.

Le point milieu de la fosse d'entrée est pris comme origine des altitudes.

MICRO BASSIN HYDROLOGIQUE
BOUFAROUA - DJ SEMMAHA



Courbe Hypsométrique

Rectangle équivalent

682	15.7m
691	16.2m
690	17.5m
689	10.8m
688	9.5m
687	7.7m
686	6.1m
685	4.6m
684	2.2m
683	1.0m
682	
681	
680	

Nous avons :

1 %	de la superficie	est compris	entre l'origine	et l'altitude	0,47 m
2 %	de la superficie	sont compris	entre 0,47 m	et l'altitude	0,97 m
3 %	"	"	"	0,97 m	" 1,47 m
2 %	"	"	"	1,47 m	" 1,97 m
6 %	"	"	"	1,97 m	" 2,97 m
8 %	"	"	"	2,97 m	" 3,97 m
7 %	"	"	"	3,97 m	" 4,97 m
9 %	"	"	"	4,97 m	" 5,97 m
10 %	"	"	"	5,97 m	" 6,97 m
12 %	"	"	"	6,97 m	" 7,97 m
8 %	"	"	"	7,97 m	" 8,97 m
10 %	"	"	"	8,97 m	" 9,97 m
11 %	"	"	"	9,97 m	" 10,97 m
8 %	"	"	"	10,97 m	" 11,97 m
3 %	"	"	"	11,97 m	" 12,54 m

IV.2. - Sol

Ce micro-bassin fait partie de la plaine de Bou Farous qui est topographiquement assez régulière.

IV.2.1. - Unités de sol

On distingue 3 types de sols.

- les sols de croûte calcaire coaglomératique contenant plus de 70 % de calcaire. Ils sont très peu perméables, donc favorables au ruissellement, ils occupent à peu près 8 % de la superficie totale, ils sont sur le côté aval gauche du bassin.
- les colluvions qui sont le démantèlement de la croûte par érosion donnent un sol de type colluvial plus ou moins colinorphe mais plus perméable que le précédent.
- le troisième type est le sol alluvial facile isohumique dont les produits organiques s'enrichissent vers la profondeur. Celui-ci est de loin plus perméable que les 2 précédents.

IV.2.2. - Granulométrie

Au cours des travaux de creusement des fosses de récupération d'eau, deux échantillons ont été tirés vers les milieux des côtés droit et gauche de la fosse principale. Les résultats d'analyse pédologique se trouvent joints. Comme nous pouvons le constater, il y a une hétérogénéité totale dans les

ETUDE

AUTUR

CLASSIFICATION

An./n° et./n° pr./coord.

n° ETUDE

n° PROFIL

PROFONDEUR cm.

MOYENNE

P.V.C. Microanalyse hydrologique, Daman

REPUBLIQUE TUNISIENNE

ADJILI, N° 10000

D.R.E.S.

N° Division des Sols

Rive droite de la Oued

n° etude

n° profil

coordonnées

Humidité %

Argile %

Argone fine %

Argone grossière %

Sables fins %

Sables grossiers %

Refus 2 mm %

Matière organique %

Carbone %

Acide total %

C/N

Acides fulviques %

Acides humiques %

Mat. hum. (AP+AH) %

Electro All ions

Phos. All ions

Phos. All ions

CaCO₃ Total %

CaCO₃ Actif %

P₂O₅ Total %

P₂O₅ Assim. (ppm)

K₂O %

Cuivre %

Ca ++ m.d./100 g

Mg ++ m.d./100 g

K + m.d./100 g

Na + m.d./100 g

S m.d./100 g

T m.d./100 g

Mg/T %

S Saturation

pH 1/2.5

Conductiv. mmho/cm

Extrait sec mg/l

CO₃ - m.d./l

CO₃H - m.d./l

SO₄ - m.d./l

Cl - m.d./l

NO₃ - m.d./l

Ca ++ m.d./l

Mg ++ m.d./l

Na + m.d./l

K + m.d./l

Per total P₂O₅ %

Per libre P₂O₅ %

Densité réelle

Densité apparente

p_r 0.5

p_r 1.5

p_r 2.5

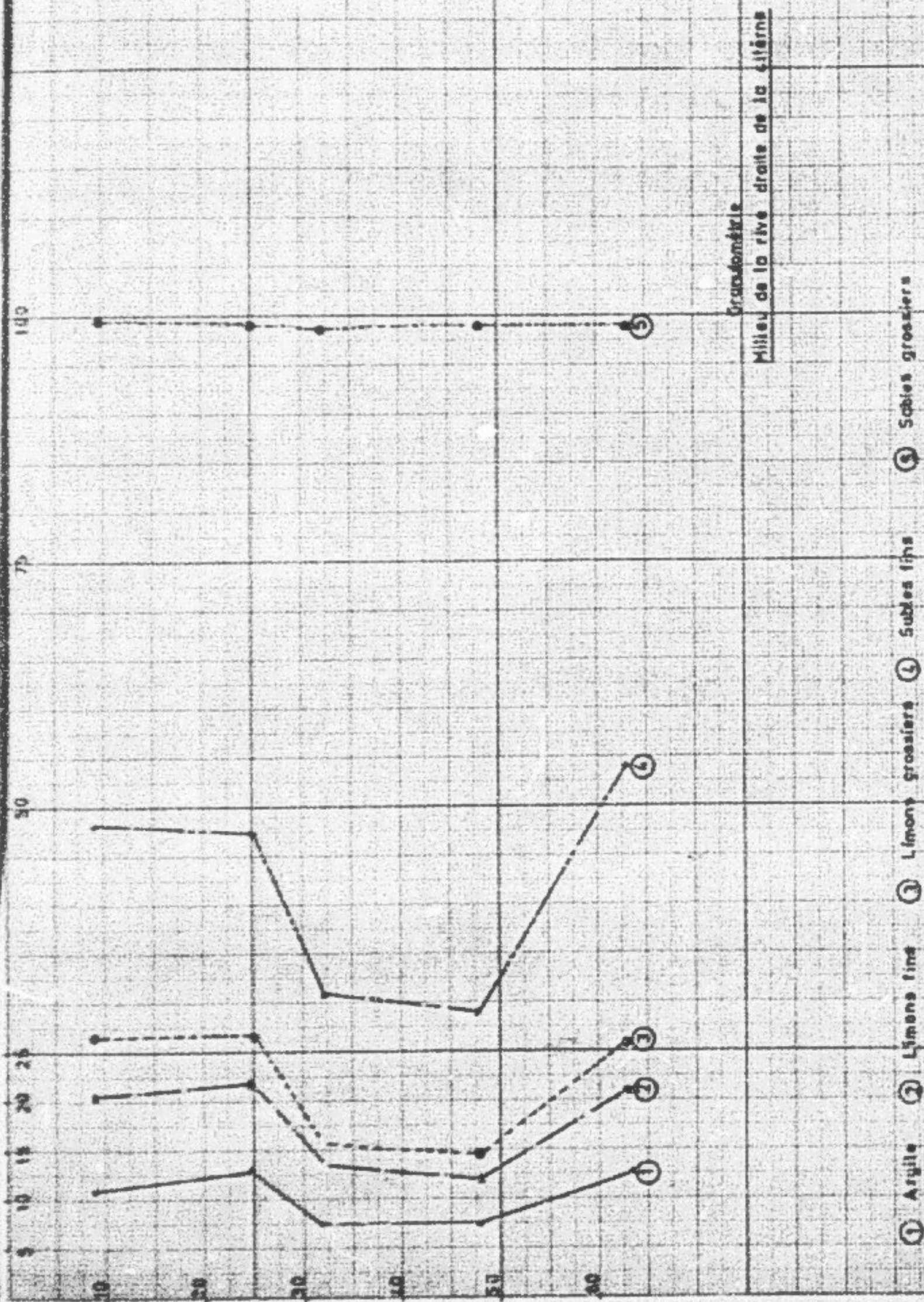
p_r 3.5

p_r 4.5

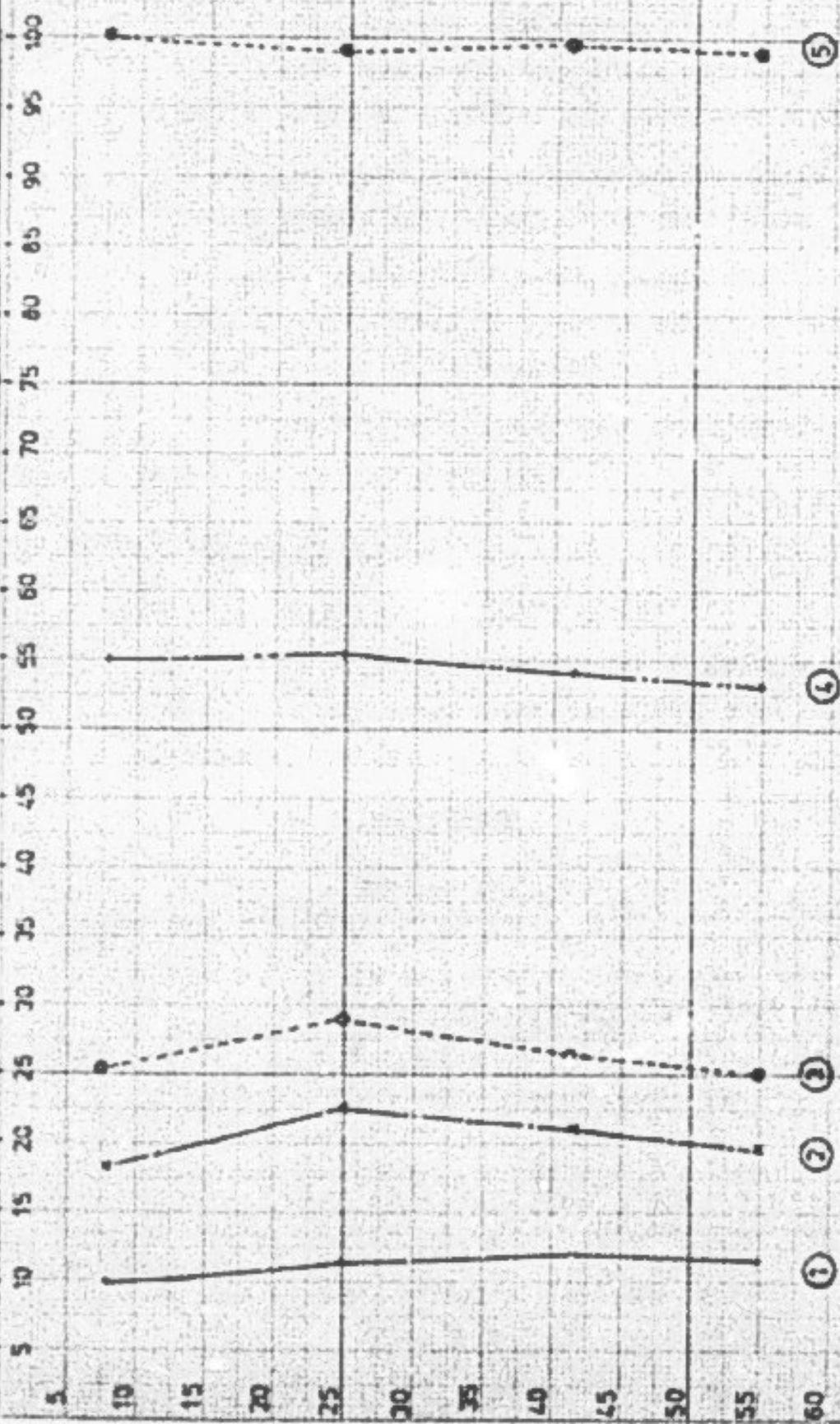
p_r 5.5

p_r 6.5

p_r 7.5



Granulométrie
Milieu de la rive gauche de la citerne



① Argile ② Limons fins ③ Limons grossiers ④ Sables fins ⑤ Sables grossiers

proportions des composants de la texture superficielle. En effet, l'analyse de l'échantillon droit nous montre que pour un profil allant de 8 à 33 cm les proportions relatives à chaque matière sont à peu près constantes avec un taux plus élevé (45 %) qui est celui des sables grossiers. Tandis que celle du gauche et pour un profil allant de 20 à 60 cm nous montre que les proportions varient parallèlement au profit de celle des sables grossiers qui dépasse 70 %.

Enfin les taux plus forts des sables grossiers nous traduisent une perméabilité bonne à moyenne de ce sol.

IV.2.3. - Couche végétale

Pratiquement nous pouvons distinguer 3 couches végétales différentes :

- une première couche formée par des touffes d'Alfa qui se trouvent étalées sur les bords du bassin et qui engendrent à peu près les 20 % de la superficie
- la seconde couche est une toute petite partie de quelques dizaines de m². Elle se trouve vers le milieu du côté gauche.
- le reste fait partie d'un sol remanié dont la surface est couverte par un tapis d'herbes naissant après le labour. C'est la partie principale du bassin qui est la plus perméable.

Vers le milieu de l'aval droit se trouve un jujubier occupant une superficie de 4 m² à peu près.

IV.3. - Mesures et données

IV.3.1. - Température - Evaporation

La station météorologique d'altitude 680 m, placée dans les parcelles d'érosion et installée depuis deux ans, nous fournit les résultats des tableaux IV.1. et IV.2.

IV.3.1.1. - Température

Tableau IV.1.

Année		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1975 - 1976	T _H	31,0	22,8	16,9	13,1	11,9	12,3	14,6	18,9	21,5	28,1	30,6	34,2
	T _N	12,0*	5,9	6,5	6,3	2,0*	2,6	3,2	5,8	10,6	13,3	17,3	16,7
	$\frac{T_H + T_N}{2}$	21,5	14,4	11,7	9,7	7,0	7,5	8,9	12,4	16,1	20,7	24	26,5
	T _H - T _N	19,0	16,9	10,4	6,8	9,9	9,7	11,4	13,1	10,9	14,8	13,3	17,5

- * mois avec 2 décades d'observations manquantes
- mois avec 1 décade d'observation manquante

Tableau IV.1. (suite)

Année		S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
1976 - 1977 incomplète	T_H	27,0	25,4	15,9	15,9	14,5	18,8	21,0	21,5				
	T_m	13,1	10,0	4,0	2,5	2,9	3,4	4,4	6,1				
	$\frac{T_H - T_m}{2}$	20,0	17,7	10,0	9,2	8,7	11,1	12,7	13,8				
	$T_H - T_m$	13,9	15,4	11,9	13,4	11,6	15,4	16,6	15,1				

Le premier maximum observé dans l'année 1975-76 est celui du 8.9.1975 où $T = 39,7^\circ\text{C}$ tandis que le second est observé le 11.7.1976 où $T = 38,1^\circ\text{C}$. La valeur minimale observée est celle de Janvier 1976 où $T = -3^\circ\text{C}$. Cette même valeur est atteinte au cours de l'année 1976-77 au mois de Décembre 1976. En comparant les résultats de ces deux années entre eux, nous constatons que cette année est relativement plus chaude et cela se voit clairement à partir du mois de janvier. Cependant, ces résultats comparés à ceux de la région nous montrent que cette année n'a rien d'exceptionnel.

IV.3.1.2. - Evaporation

Les valeurs que nous trouvons dans le tableau IV.2. sont les valeurs brutes observées de l'évaporation Piche.

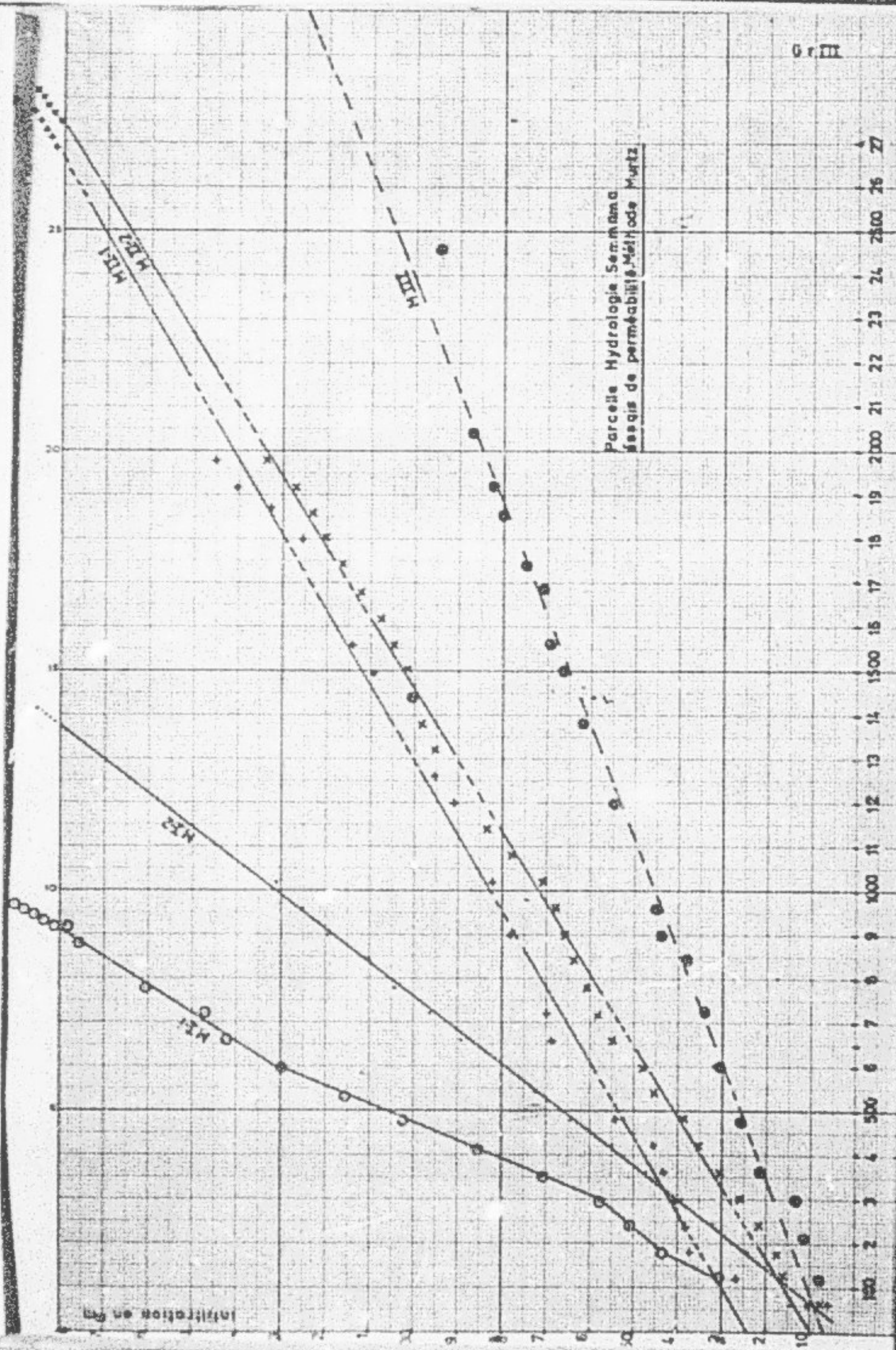
Tableau IV.2. - Années 1975-76 et 1976-77 (incomplète)

S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	total
179,5	166,2	104,0	82,1	111,9	81,3	99,0	122,3	123,0	174,3	210,0	216,9	1670,9
124,0	126,3	56,5	116,8	97,2	168,0	126,5	129,8					

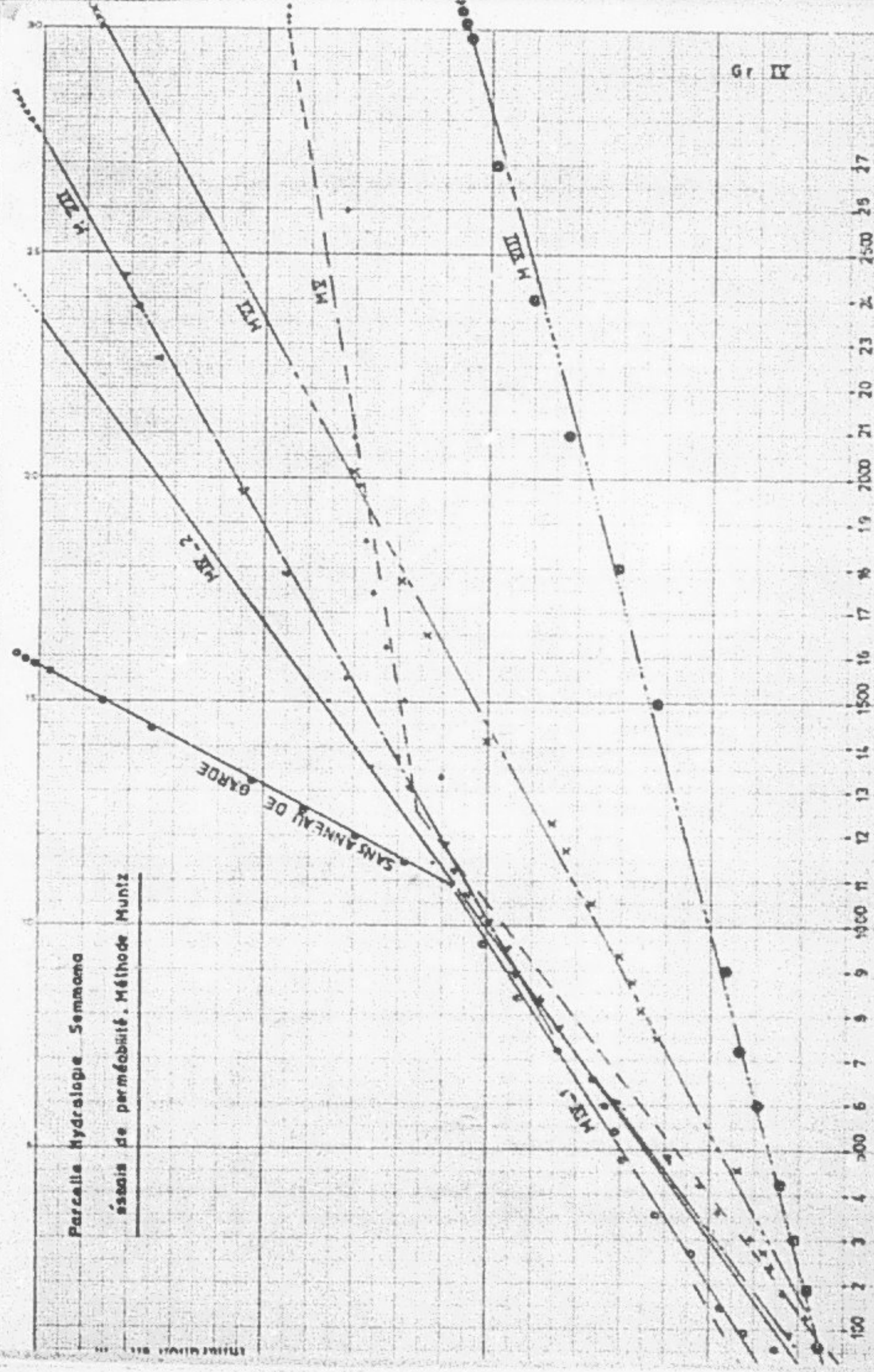
Nous constatons que l'évaporation confirme bien l'hypothèse que, à partir de fin janvier, cette année est plus sèche que la précédente, mais normale par rapport à la moyenne régionale.

IV.3.2. - Perméabilité du sol

Dans la but d'avoir des résultats significatifs sur l'infiltration, nous avons employé l'infiltromètre MUNTZ qui donne, en réalité, une perméabilité verticale maximum. Les mesures sont faites sur 8 points répartis en fonction des facteurs morphologiques et géologiques du sol.



Gr IV



Parcelle Hydrologique Semmama
Essais de perméabilité. Méthode Muntz

Ces mesures accompagnées de quelques observations sont rassemblées dans le tableau IV.3.

Date de mesure 23.3.1977.

Les valeurs de la vitesse d'infiltration K sont données à partir de la formule de régression mathématique suivante :

$$K = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

dans laquelle on a :

- n : nombre de couples (x,y)
- y : lame infiltrée
- x : durée relative à cette lame

Tableau IV.3.

N° de la mesure	Durée de la mesure (mn)	$K \cdot 10^{-6}$ m/s	Observations
N I	15	161	sol remanié, assez ancien, herbes, pente très faible, point de convergence de tout le ruissellement
	17	131	
N II	33	57,9	sol remanié assez ancien, couvert végétal assez intense (herbe), pente moyenne, au milieu du bassin
	33	62,2	
N III	34	39,4	sol remanié assez ancien, couvert végétal assez intense, pente assez forte, côté amont d'un jujubier.
N IV	16	64,3	point limite entre sol naturel et sol remanié avec couvert végétal assez intense, pente assez forte
	30,5	74,1	
N V	43	17,7	sol naturel dur, sans couvert végétal, pente forte, côté amont du bassin
N VI	13,5	55,7	sol remanié assez ancien avec couvert végétal intense sur le sol , point de confluence de l'arroy NE, pente assez forte
N VII	41	57,7	sol naturel avec faible couvert végétal, pente assez forte
N VIII	33	27,3	sol naturel avec faible couvert végétal, croûte, trop de cailloux, pente très forte.

Nous constatons que la bande de fluctuation de cette perméabilité est assez large : elle part de la classe de très faible perméabilité pour arriver à celle de perméabilité moyenne à grande. Cependant nous pouvons dire que mises à part les crêtes de cette amplitude, le sol peut être considéré comme faisant partie de ceux de perméabilité faible à moyenne. Faute de temps nous n'avons pas pu faire des profils pédologiques pour donner une interprétation plus complète des phénomènes.

Remarque : Pour les points MI, MII et MIV, nous avons fait deux essais pour chaque point, c'est-à-dire deux mesures successives en deux points situés à 1 m l'un de l'autre.

IV.3.3. - Précipitations

IV.3.3.1. - Pluviométrie

Cette année est relativement sèche par rapport à la précédente, mais normale par rapport à la moyenne régionale. Entre le 22.9.1976 et le 1.5.1977 nous avons enregistré 32 jours de pluie avec une médiane de 3,2 mm, un maximum journalier de 32,3 mm observé le 30.3.1977 sur le pluviomètre C4 le mieux exposé au vent SW que les autres. Le maximum mensuel est observé au cours du mois de Novembre 1976 avec une hauteur de 61,4 mm.

La pluviométrie moyenne est calculée d'après la méthode de Thiessen.

Dans le tableau IV.4. on dresse les pluies journalières sur les 5 pluviomètres, la moyenne de Thiessen, la durée, l'intensité maximum, avec quelques observations sur le ruissellement.

Tableau IV.4. : Relevé pluviométrique en mm

Date	Durée (h, mm)	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	P _{moy} Thies- sen	P _M (mm/h)	Observations
16.9.76	1,44	4,0	3,8	3,8	4,0	4,5	4	20	pas de ruissellement
19.9.76	2,0	2,7	2,9	2,9	3,0	2,9	2,9	-	pas de ruissellement
23.9.76	,26	20,1	21,2	21,7	23,0	22,1	21,7	84	fort ruissellement
Total du mois		26,8	27,9	28,4	30,0	29,5	28,6		

Tableau IV.4. (suite)

Date	Durée (h, mn)	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	Proy Thiessen	L_H (mm/h)	Observations
3.10.76	,33	3,5	3,4	3,6	3,3	3,7	3,5	7,5	pas de ruissellement
8.10.76		11,4	7,9	10,1	10,2	10,1	10,1	24	ruissellement partiel
11.10.76	,25	3,2	3,1	3,2	3,7	3,3	3,3	15	pas de ruissellement
23.10.76	,48	3,2	3,5	3,6	3,3	3,2	3,4	10	pas de ruissellement
Total du mois		21,3	17,9	20,5	20,5	20,3	20,3		
4.11.76		3,0	2,5	2,7	3,2	3,1	2,9	-	pas de ruissellement
16.11.76		26,5	23,4	23,9	24,1	25,0	24,8	7,5	pas de ruissellement
17.11.76		28,1	26,6	27,2	29,7	28,6	28,1	30	ruissellement partiel
18.11.76	4,39	1,9	2,0	2,1	2,3	2,3	2,1		pas de ruissellement
22.11.76	1,37	3,3	3,3	3,6	3,7	3,4	3,5		pas de ruissellement
Total du mois		62,8	57,8	59,5	63,0	63,2	61,4		
12.12.76	1,48	1,4	1,1	1,4	1,5	1,5	1,4		pas de ruissellement
21.12.76		2,5	2,6	2,6	2,6	2,5	2,6		pas de ruissellement
23.12.76	8,56	6,4	7,9	7,8	8,2	7,1	7,5	8	pas de ruissellement
26.12.76		5,7	5,3	5,7	5,6	5,7	5,6		pas de ruissellement
Total du mois		16,0	16,9	17,5	17,9	16,0	17,1		
2.1.77	,12	1,8	1,3	1,5	1,4	1,6	1,5	20	pas de ruissellement
7.1.77		15,9	16,3	17,1	15,7	16,7	16,3	4	pas de ruissellement
8.1.77		15,6	13,8	14,9	15,0	15,5	15,0		ruissellement partiel
23.1.77	1,0	1,2	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3		pas de ruissellement
24.1.77		,5	,4	,5	,6	,5	,5		pas de ruissellement
Total du mois		33,2	31,9	33,9	32,7	34,0	33,1		
13.2.77	8,49	8,6	6,8	8,0	8,2	9,0	8,2	8,5	pas de ruissellement
15.2.77	1	,5	,6	,5	,5	,5	,5		pas de ruissellement
Total du mois		9,1	7,4	8,5	8,7	9,5	8,7		

Tableau IV.4. (suite et fin)

Date	Durée (h, mn)	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	Pny Thiessen	L _H (mm/h)	Observations
28.3.77	11,25	11,2	11,7	12,3	11,0	11,4	11,5	45	pas de ruissellement
30.3.77	13,33	30,5	23,4	27,5	32,3	30,6	29,2	10	pas de ruissellement
31.3.77		,2	,1	,1	,3	,2	,2		pas de ruissellement
Total du mois		41,9	35,2	39,9	43,6	42,4	40,9		
10.4.77		1,5	1,5	2,0	1,9	2,5	1,9		pas de ruissellement
13.4.77		,7	,4	,7	,6	,6	,7		pas de ruissellement
17.4.77		,4	,3	,4	,4	,5	,4		pas de ruissellement
18.4.77		3,2	3,4	3,4	3,3	3,2	3,3		pas de ruissellement
19.4.77		2,4	2,7	2,4	2,6	2,5	2,5		pas de ruissellement
20.4.77		2,5	2,4	2,6	2,5	2,5	2,5		pas de ruissellement
Total du mois		10,7	10,7	11,5	11,5	11,0	11,3		

Le tableau IV.5. nous permet de voir que la pluviométrie est normale sur la période observée. Seulement nous pouvons remarquer que le mois de Novembre est excédentaire par rapport à la moyenne régionale et le mois de Février est déficitaire.

Tableau IV.5. Comparaison moyenne Sbeitla - Moyenne sur la période

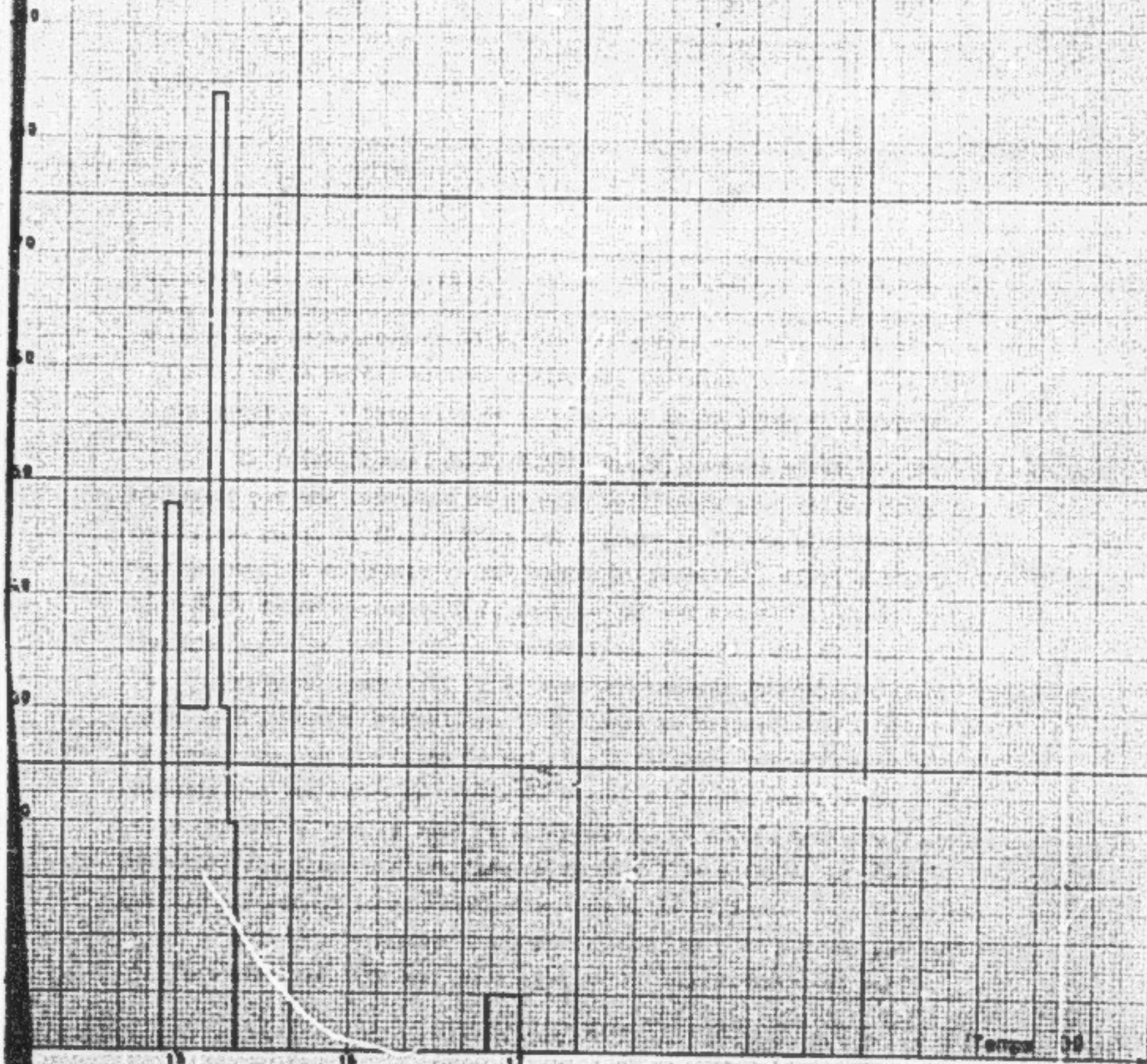
	Période								
Moyenne SBEITLA	221,0	31,7	41,8	27,6	17,0	19,5	20,3	35,0	28,1
Moyenne observée 1976-77	221,4	28,6	20,3	61,4	17,1	33,1	8,7	40,9	11,3

IV.3.3.2. - Intensité ruissellement

La seule pluie qui a engendré un ruissellement général est celle de l'orage du 23.9.1976 qui était intense mais brève. Elle a commencé à 14h55 pour finir à 15h21. L'intensité maximum est de 84 mm/h durant 5 mn précédée d'une autre importante de 48 mm/h avec la même durée. A la suite de quoi il y a eu ruissellement avec débordement du déversoir en V. Les traces du maximum était à la cote 2,85 m. Cette crue ne fut pas enregistrée par le limnigraphe et nous sommes arrivés un peu en retard pour pouvoir éviter l'incident de fonctionnement de l'appareil.

Cree du 23-9-76

Gr V



Nous avons eu également 3 autres petits ruissellements d'orage qui n'ont été recueillis que dans la fosse d'entrée. Le premier est celui du 8.10.1976 dû à une pluviométrie de 4,5 mm. Le second, celui du 18.11.1976 provient de la pluie de 12,5 mm du même jour. Pour ce qui est du dernier, il vient le 8.1.1977, à la suite d'une pluie de 7,3 mm.

Le tableau IV.6. contient les paramètres caractéristiques de ces ruissellements accompagnés de quelques observations.

Tableau IV.6.

Date	Intensité Maximum I_H (mm/h)	Durée de I_H (mm)	Pluie totale du ruissellement (mm) P_c	Durée totale de P_c (h, mm)	Volumen ruisselé (m3)	Observations
23.9.76	84	5	22	0,26	400*	volumen estimé
8.10.76	24	5	5,5	2,31	0,410	ala pluie de toute la journée du 8 au 5 est 8,5cm
18.11.76	30	(2)	25	16,10	1,67	durée de I_H à partir du pluviogramme 1 jour/jour
8.1.1977	6	15	15,5	15,47	0,410	I_H au début de la pluie

* Le volume de la crue du 23.9.1976 est estimé à partir de la cote maximum notée, de la durée, estimée également, du ruissellement, de la formule du déversoir, de l'intensité de la pluie et de la forme du micro-bassin.

Le ruissellement du 8.10.1976 vient 5 heures après une pluie de 3,5 mm finissant par une intensité de 24 mm/h suffisante pour faire couler ces 410 l. Tandis que celui du 18.11.1976 vient 2 jours après une pluviométrie calme de 24,8 mm capable de garder le sol humide et permettant ainsi à l'intensité de 30 mm/h de faire couler 1670 l. Pour ce qui est des 410 l. du 8.1.1977, ils viennent après un long temps de saturation. Celui-ci est dû à une pluie de très faible intensité commençant le 7 (avec une hauteur journalière de 16,3 mm) pour finir le 8 (hauteur journalière 15 mm) avec ce ruissellement. Nous devons remarquer que, vu les types de sol, les 3 derniers ruissellements ne peuvent provenir que des zones de croûte de l'aval du bassin car ces dernières sont moins perméables que la zone de sol remanié. En effet, nous avons observé le 30.3.1977 des flaques d'eau dans ce dernier à la suite de la pluie de 29,2 mm qui est précédée 2 jours avant, d'une autre de 11,5 mm.

Enfin vu le nombre des observations, nous ne pouvons pas donner des chiffres significatifs sur les pluies utile, excédentaire et nette.

Pour récapituler nous pouvons donner un bilan hydrologique caractérisé par un coefficient de ruissellement estimé sur la période d'observation :

- la lame d'eau tombée est de $p_c = 221,4 \text{ mm}$
- les 4 précipitations avec ruissellement, donnent un volume écoulé estimé à 403 m^3 correspondant à une lame écoulée

$$p_a = \frac{V}{S} = \frac{403}{25,55} = 15,6 \text{ mm}$$

d'où le coefficient de ruissellement estimé :

$$Cr = \frac{p_a}{p_c} = \frac{15,6}{221,6} \Rightarrow Cr = 7 \%$$

IV.3.3.3. - Chimie de l'eau de la parcelle hydrologie du B.V.C.

À titre d'information nous pouvons donner dans le tableau IV.7, les résultats des prélèvements faits sur la parcelle : seuls les deux premiers sont prélevés dans la citerne principale et traduisent la chimie des eaux d'un ruissellement global celui du 23.9.1976 sur tout le bassin. Le reste des échantillons proviennent de ruissellements partiels si on peut l'exprimer ainsi : ils sont tirés de la fosse d'entrée.

Nous constatons une conductivité assez faible mais relativement variable avec un pH à peu près constant (aux alentours de $\text{pH} = 8$). On remarque aussi que le résidu sec est pratiquement composé du mon carbonate (HCO_3^-), fait qui nous amène à avoir une idée sur la richesse du sol en corps organiques. Il ne faut pas oublier que seuls les 2 premiers échantillons proviennent d'un ruissellement global sur la parcelle, le reste des échantillons proviennent de ruissellements partiels comme il a été expliqué plus haut.

DATE DE CRUE	P. de la P. de la P. de la	CONDUCVITE 25° 100 (mho)	C ₁ mg/l	H ₂ mg/l	H ₃ mg/l	X mg/l	SO ₄ mg/l	Cl mg/l	HCO ₃ mg/l	CO ₂ mg/l	Ca mg/l	PH	MINERA- LISATION	OBSERVATION
23.9.76	6.10.76	22	40	-	5	5	1	2	134	-	167	7,9	154	Début de vi- dange - Poi- et Citerne
23.9.76	6.10.76	22	38	1	3	4	1	2	134	-	185	7,8	154	Fin de vidan- ge Ponce et Citerne.
20.10.76	20.10.76	20	26	-	9	12	3	5	104	-	158	7,9	140	Fin de crue
18.11.76	18.11.76	28	17	10	14	11	6	9	126	-	195	7,5	195	Fin de crue partie a1fa
18.11.76	18.11.76	14	22	-	4	3	1	2	79	-	110	8,0	98	Fin de crue partie a1fa
18.11.76	18.11.76	13	17	4	4	3	1	2	79	-	93	7,9	91	Fin de crue partie a1fa

V - CONCLUSION

Le but de l'étude du ruissellement sur le bassin versant d'une citerne est d'avoir une précision meilleure sur celui-ci. Cela suppose évidemment un équipement complet avec un meilleur fonctionnement possible du matériel installé, ce qui n'est pas tout à fait le cas cette année.

En plus des problèmes évoqués dans l'historique, il y a ceux des mesures accessoires ; c'est-à-dire que le matériel de mesure - comme tarières, infiltromètres de MONTZ, stuves, balance - est assez limité et il faut attendre pour arriver à faire une mesure.

Cependant, nous pouvons dire que la présence permanente d'un observateur de niveau est le plus grand avantage que nous avons sur ce bassin.

Pour ce qui est interprétation, nous pouvons dire que vu le faible nombre d'épisodes pluvieux les chiffres donnés ne peuvent pas être très significatifs.

Nous espérons donc que les observations se poursuivent et les mesures se multiplient afin d'avoir des résultats meilleurs et plus significatifs.

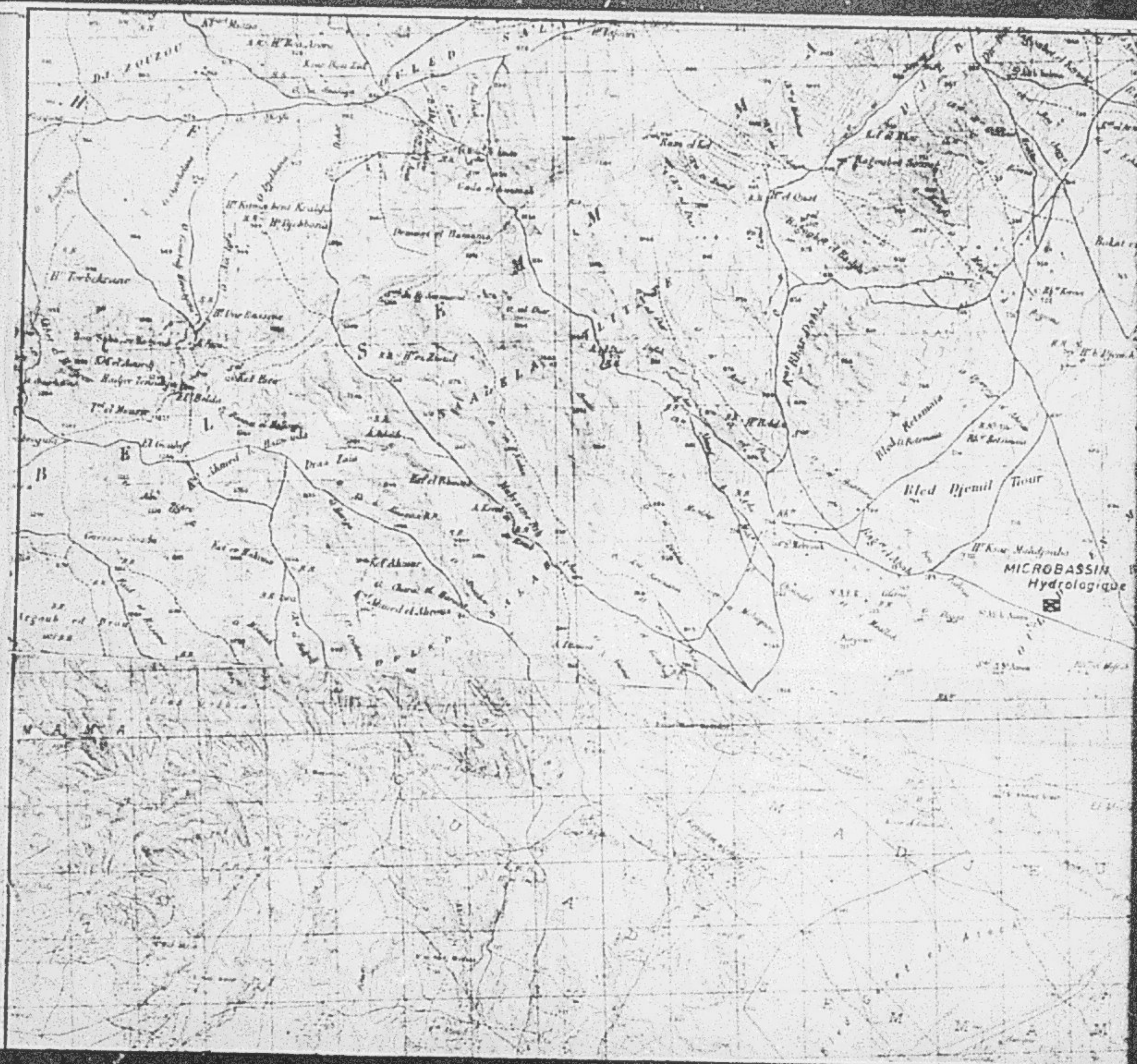
Enfin je remercie Monsieur DELBOUME J.P. le pédologue CRSTON qui m'a aidé dans la partie sol.

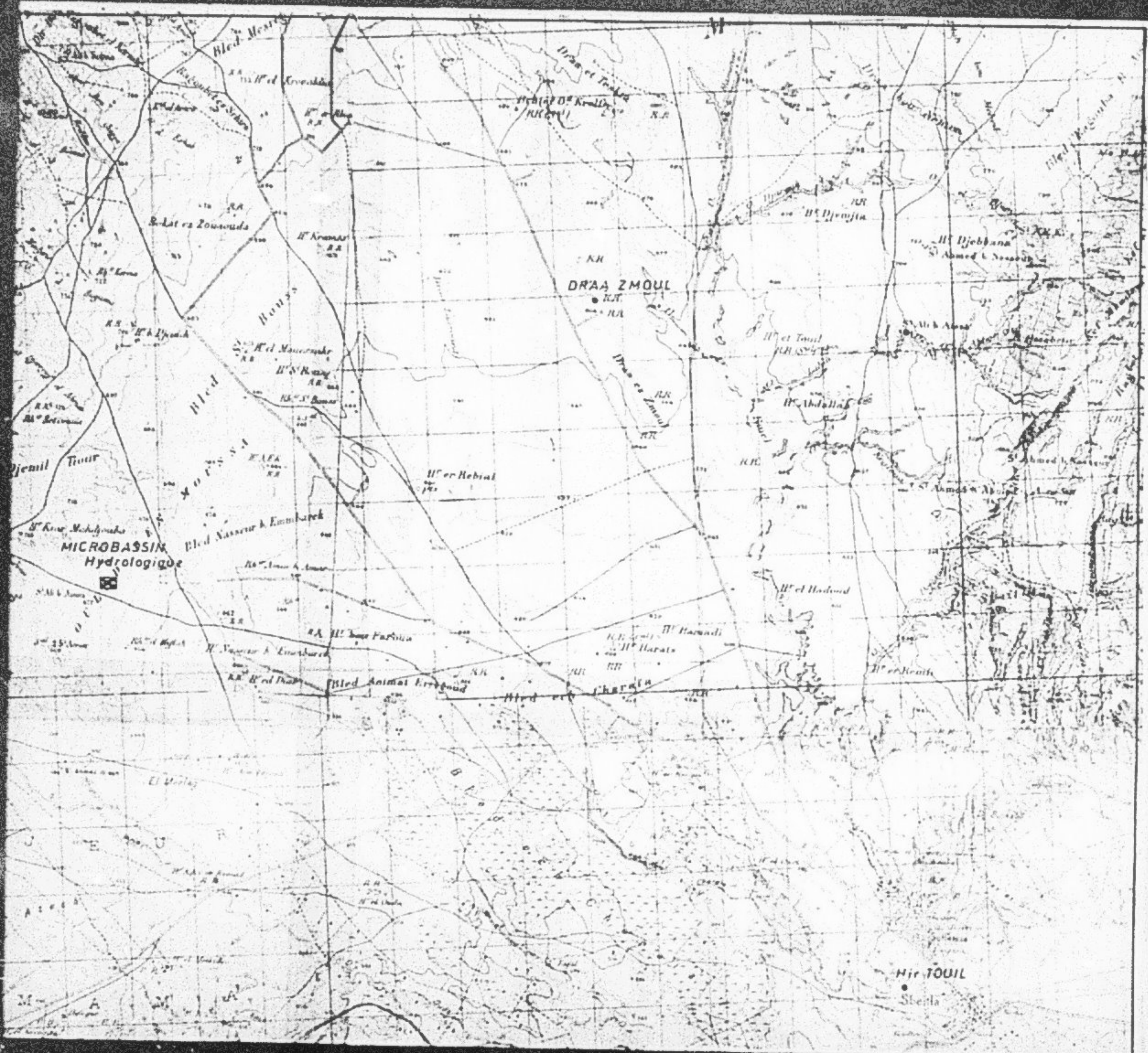
BIBLIOGRAPHIE

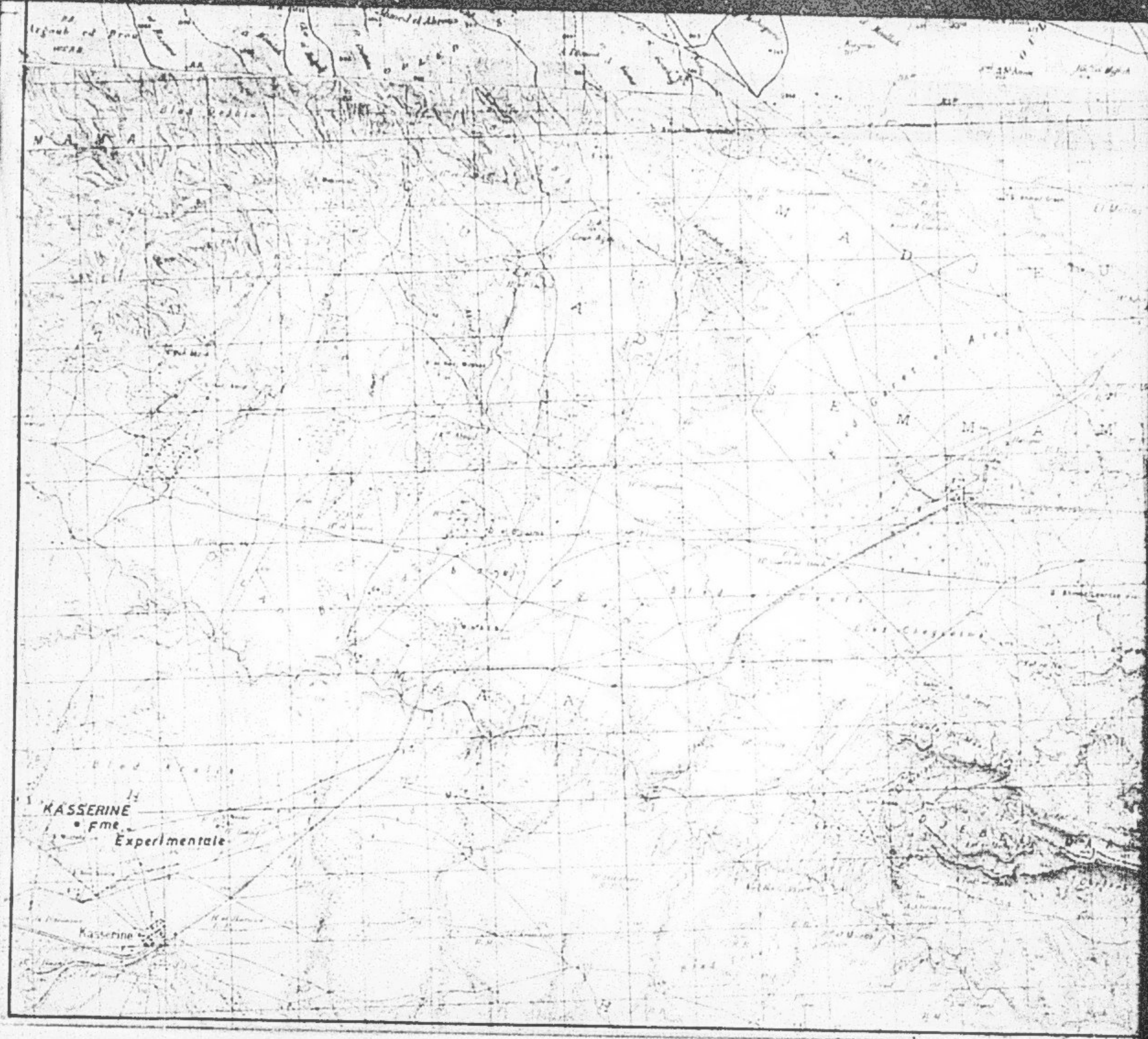
- M. ROCHE - Hydrologie de Surface.
- M. SOLIGNAC - Note sur le régime hydrologique de la région de Sbeitla.
Tunis Service des Mines.
- R. SABATHE - Etude pédologique du périmètre de Sbeitla.
Tunis Service Pédologique.
- ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE -
Projet de planification rurale intégré de la Tunisie Centrale.
Zone focale de Hadjeb El Aïoun, Djilma, Sbeitla.
Etude bioclimatique d'ensemble.
Tunis F.A.O., 1964.
- J. PODLER, C. AUVRAY - Premiers essais d'études générales des ruissellements
sur les bassins expérimentaux et représentatifs d'Afrique Tropicale.
ORSTOM - Colloque AIHS de Budapest, Octobre 1965.
- Y. CORMARY - ABEN AJALA - Les pluies en Tunisie lois, intensité, fréquence, durée
J. COLATTANI
Cahiers Hydrologie ORSTOM - Volume II - 1972.

ERRATA

Page	ligne	au lieu de	lire
3	4	les plaines...	les plaines...
8	14	plagés...	plagés ...
12	13	Il manque après gauche : forment la partie de terre pratiquement nue.	
17	tableau IV-5 : dans la première ligne il manque les mois : S, O, N, D, J, F, M.		
22	15	: Volume II - 1972 - Volume III - 1972	







MICRO BASSIN HYDROLOGIQUE BOUFAROUA-SEMMAMA

Echelle $\frac{1}{500}$

LEGENDE

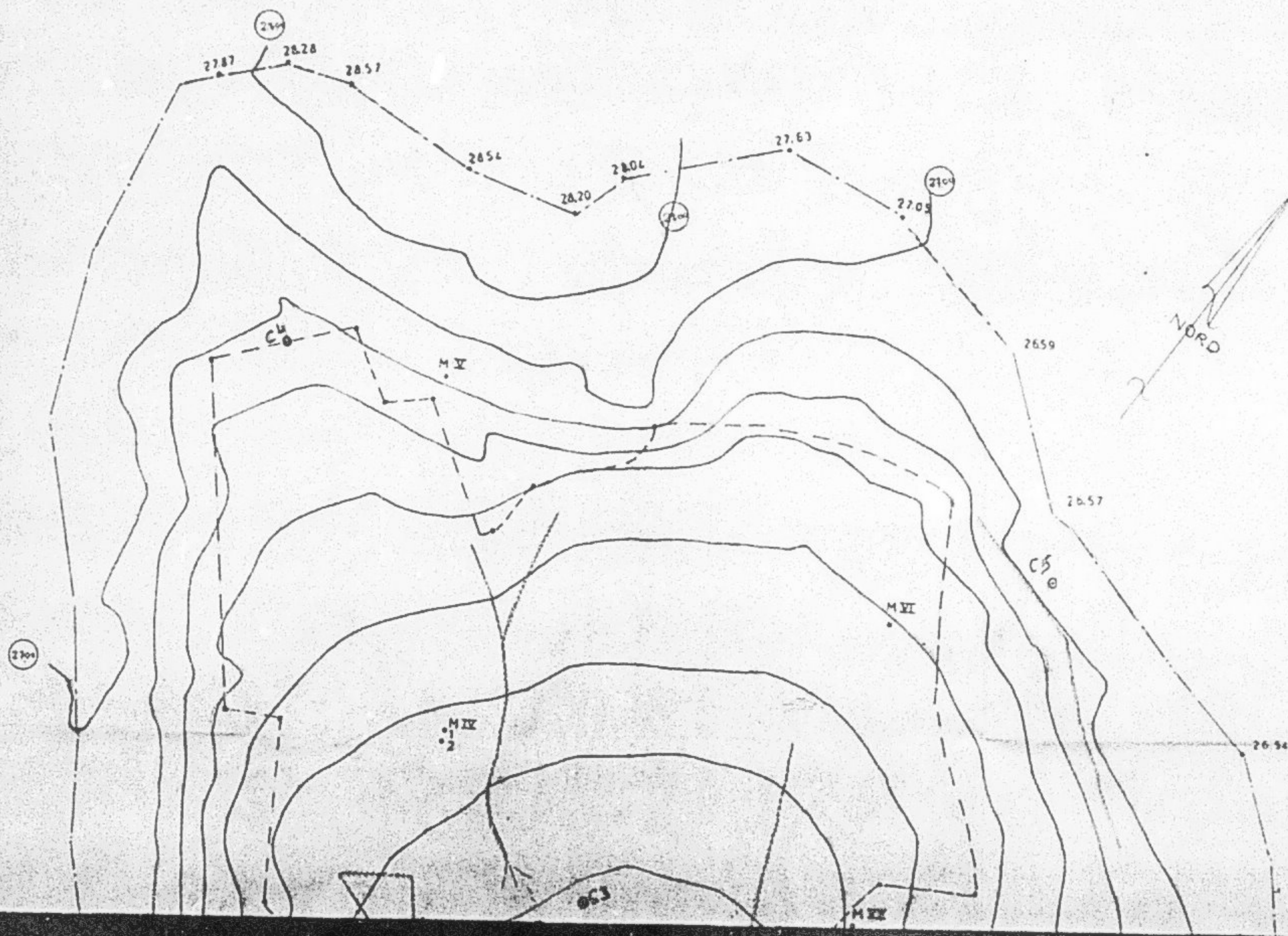
Cl : Pluviometre

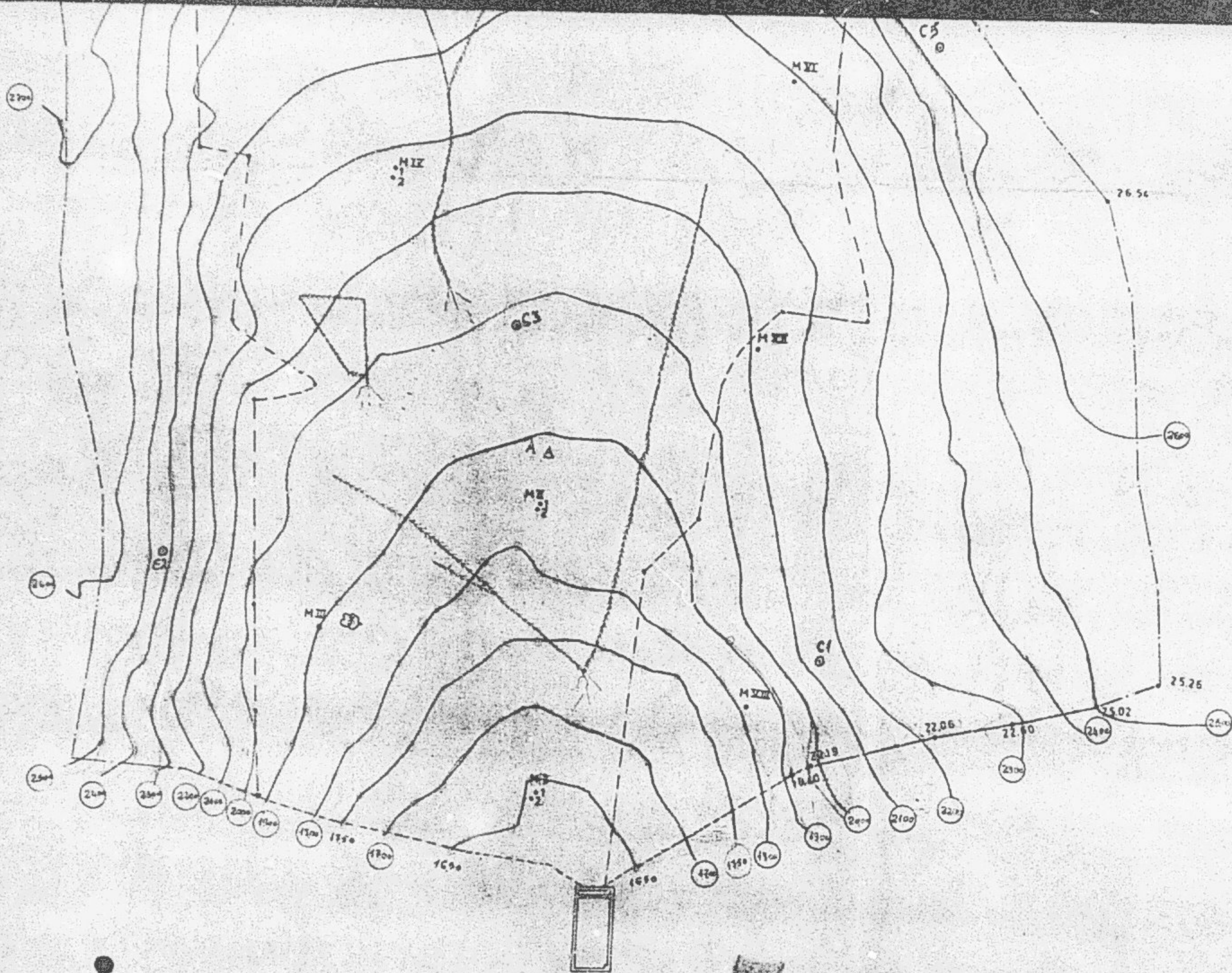
/ : Ravine

Mi : Point Montz

J : Jujubier

○ : Limite du champ





FIN

40

VUES