



MICROFICHE N°

05169

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الفلاحي
تونس

F 1

DIVISION DES RESSOURCES EN EAU

GENESE DE LA CRUE DES 29 ET 30 DECEMBRE 60

REP. L'OURS BOU JARINE - KASSER

Janvier 62

M. AGUILI
Ingénieur Principal
M. BALY
Ingénieur Adjoint

Reproduction interdite sans autorisation
de la Direction I.S.T.
200 Rue Louis Pasteur - 10000

*Ver
do
e f
the fur*

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTERE DE L'AGRICULTURE

--101--

D. R. E. S.

D. R. E.

SERVICE HYDROLOGIQUE

GENESE DE LA CRUE DES 29 ET 30 DECEMBRE 1960

SUR L'OUED BOU JARINE - KASSER -

JUIN 1967

M. ADJILI
Ingénieur Principal

M. BALTI
Ingénieur Adjoint

ont collaboré à cette étude

les agents :

- T. ZITOUNI
- A. DIAZOUANI
- M. FOUZAI
- D. GATRI

Introduction

La ville de Boussalem qui se trouve à cheval sur le bassin versant de l'oued Hadjerda et de l'oued Boujarine était constamment menacée par les inondations de ce dernier. Pour la protéger contre ces inondations l'oued Boujarine fut divisé en amont de la ville par un canal vers l'oued Kaesab, le point de confluence se trouvant à deux Km en amont du pont route Béja - Boussalem.

La composition lithologique du sol de ces deux bassins. Toutefois les précipitations intenses des 27, 28, 29 et 30 décembre 1960 ont saturé le sol et provoqué un ruissellement important (23 74) avec inondation de la partie NE de la ville de Boussalem.

Caractéristiques physiques du bassin versant de l'oued Bou Jarine (Fig. 1)

- Superficie du bassin versant	A = 57,5 km ²
- Périmètre	P = 34 Km
- Indice de compacité K _c	= 1,25 (forme ramassée du B.V.)
- Rectangle équivalent	
. Longueur L	= 12,34 km
. Largeur l	= 4,65 km
- Dénivelée spécifique D	= 288 m
- Relief type R ₆ : relief fort	
- Indice de pente de roche I _r	= 0,199
- Indice de pente global I _p	= 37,64/R ₆ = 37,6
- Altitude maximum	= 780 m
- Altitude médiane	= 220 m
- Altitude moyenne	= 276 m
- Altitude minimum	= 128 m

1) Analyse qualitative de la physique du B.V.

de cette morphologie du bassin versant nous en déduisons que vu la forme ramassée du bassin versant (voir la carte de Cravillat) et vu son relief fort surtout à l'amont et les valeurs des indices de pente ce bassin est caractérisé par une pente assez forte paraître influent sur la vitesse de ruissellement.

Nous constatons d'autre part que l'aval du bassin est caractérisé par un relief de plaine c'est-à-dire zone de diminution de vitesse ou zone d'inondation. Cette baisse de vitesse de ruissellement d'u du relief commence à partir de la cote 200 m.

2) Caractéristiques hydrologiques du B.V. de Boujarine

2.1. Pluie moyenne annuelle

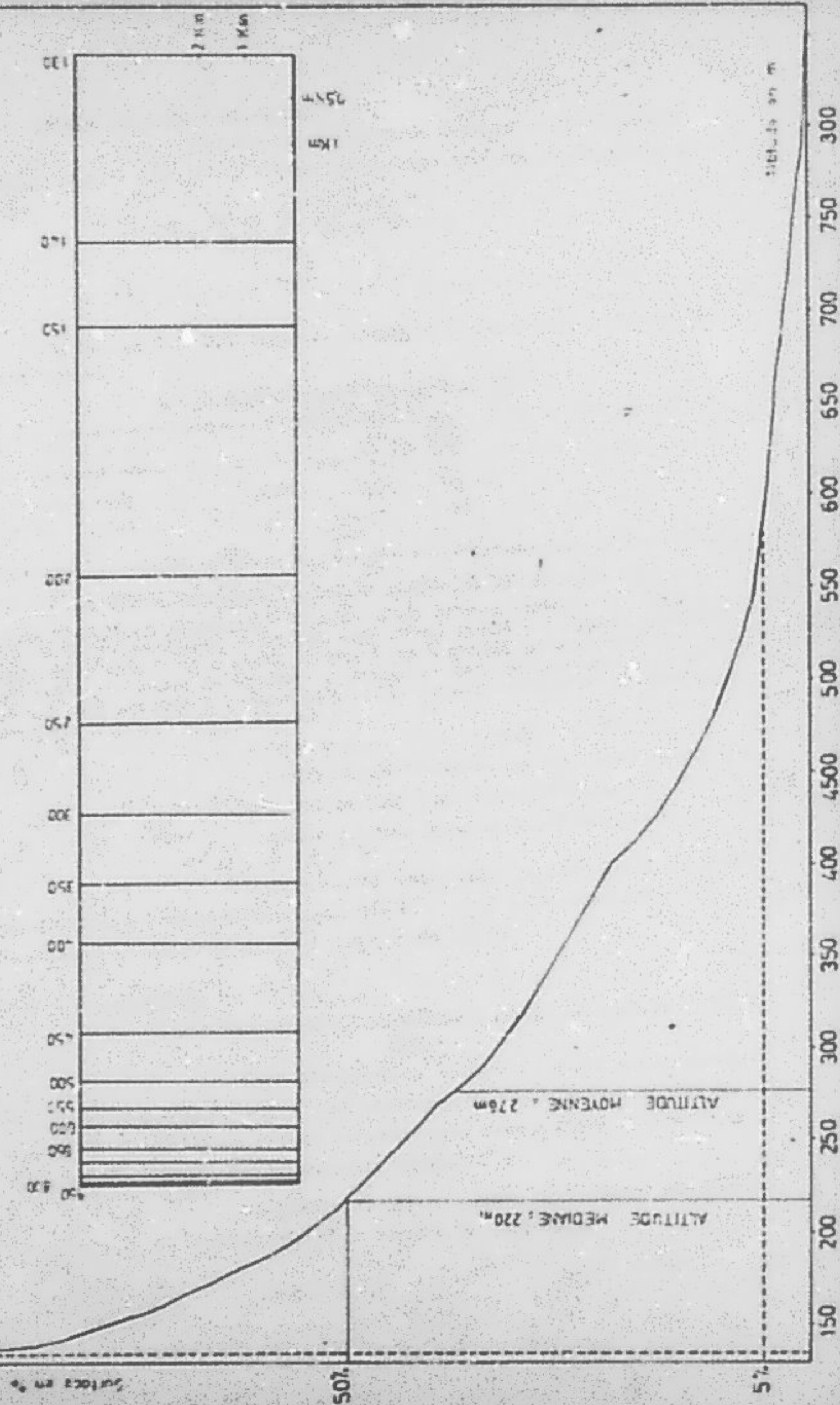
Cette région est traversée par l'isohyète 500 m. pour calculer la pluie moyenne annuelle sur le bassin, nous nous sommes référés à la station de Jendouba qui a 50 années d'observations et avec une pluie moyenne de p = 451 mm.

Quad	Boujaqrine	Canal de deviation
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9
10	10	10
11	11	11
12	12	12
13	13	13
14	14	14
15	15	15
16	16	16
17	17	17
18	18	18
19	19	19
20	20	20
21	21	21
22	22	22
23	23	23
24	24	24
25	25	25
26	26	26
27	27	27
28	28	28
29	29	29
30	30	30
31	31	31
32	32	32
33	33	33
34	34	34
35	35	35
36	36	36
37	37	37
38	38	38
39	39	39
40	40	40
41	41	41
42	42	42
43	43	43
44	44	44
45	45	45
46	46	46
47	47	47
48	48	48
49	49	49
50	50	50
51	51	51
52	52	52
53	53	53
54	54	54
55	55	55
56	56	56
57	57	57
58	58	58
59	59	59
60	60	60
61	61	61
62	62	62
63	63	63
64	64	64
65	65	65
66	66	66
67	67	67
68	68	68
69	69	69
70	70	70
71	71	71
72	72	72
73	73	73
74	74	74
75	75	75
76	76	76
77	77	77
78	78	78
79	79	79
80	80	80
81	81	81
82	82	82
83	83	83
84	84	84
85	85	85
86	86	86
87	87	87
88	88	88
89	89	89
90	90	90
91	91	91
92	92	92
93	93	93
94	94	94
95	95	95
96	96	96
97	97	97
98	98	98
99	99	99
100	100	100

COURSE HYPSONETRIQUE

RECTANGLE EQUIVALENT

RECTANGLE EQUIVALENT



2.2. - Débits spécifiques de pointe :

Ces débits sont calculés à partir de la formule de R. KALINEZ déduite d'un calcul statistique sur des stations réparties sur tout le pays.

$$Q_p = Q_0 \cdot \gamma \cdot \frac{T^{0,41}}{T_0}$$

$$Q_0 = 6,5 \text{ m}^3/\text{s} \quad \gamma = 1 \text{ et } S = 57,5 \text{ Km}^2 \quad T : \text{période de retour}$$

Le tableau T II 2.2. donne les débits de pointe pour une période de retour donnée.

T.2.2. - Débits spécifiques de pointe :

T (ans)	5	10	20	50	100
Q (m ³ /s Km ²)	1,658	2,203	2,928	4,262	5,663
Q Km (m ³ /s)	95,3	125,7	168,3	245,1	325,6

III/ - Caractéristiques Hydrologiques de la crue de fin Décembre 1980 :

1 - Le cours d'eau principal : Ce cours d'eau naturel traverse la zone H.S. de la ville de Bou-Salem et conflue avec l'Oued Kasseb à l'aval du pont route Bou-Salem - B. J. (2 Km à l'aval du pont). Sa déviation actuelle qui commence tout juste à l'entrée de la zone inondable, le fait confluer avec l'Oued Kasseb à 1 Km à peu près à l'amont du pont. Le canal de déviation présente les caractéristiques physiques suivantes :

- Pente moyenne I = 2,83 ‰ (fig. 2)
- Section amillée moyenne de débordement S = 25,5m²
- Profil en long : droit et rectiligne
- Longeur totale jusqu'au point de confluence L = 4,72 Km
- Deux chutes remarquables de dénivellée : une franche à 0,6 Km à l'amont du canal, l'autre moins aigue se trouvant entre les distances 1 et 0,8 Km à l'aval du canal (voir fig.3).

III/ - 2 Pluviométrie :

2 - 1 - Pluviométrie moyenne sur le bassin pendant le mois de Décembre 1980 :

Pour calculer la pluviométrie moyenne sur le bassin nous avons choisi les stations pluviométriques de Bou-Salem D.S.G., Barrage Kasseb, Schira Bou-Salem et Forj Handouza. Nous avons utilisé la méthode de Thiessen pour l'établissement de cette moyenne.

Le tableau T. III 2.1. donne les valeurs observées au cours du mois de Décembre 1980 et la moyenne sur le bassin.

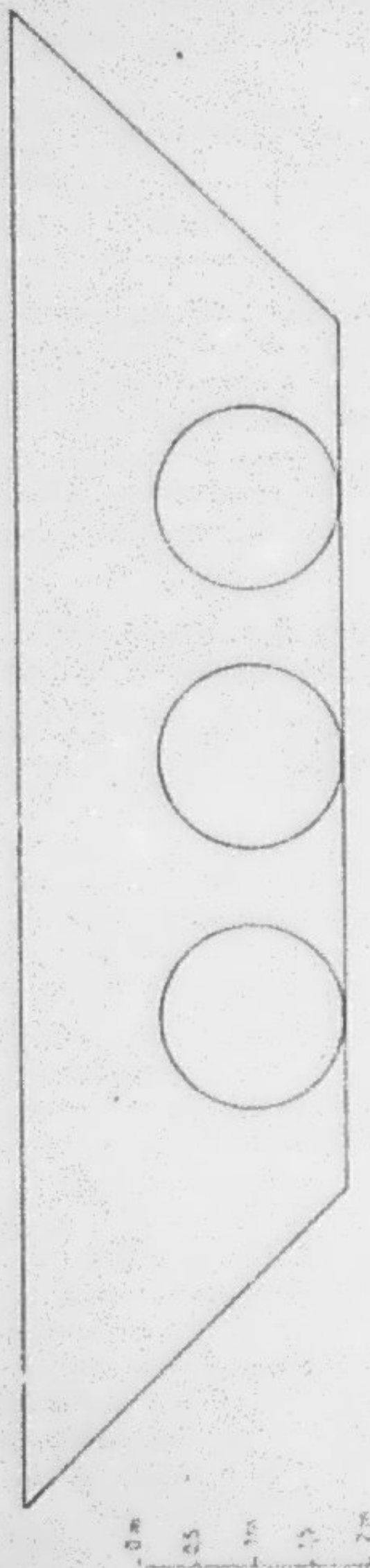
.../...

FIG:2

PROFIL EN LONG DU CANAL DE DEVIATION DE LOUED BOUJAARINE



CANAL DE DEVIATION DE LOUED BOUJAARINE
AU NIVEAU DU PONT ROUTE MINE DIESEL HALLOUF BOUSALEM
SCHEMA DU PONT



T.III 2.1. Pluie du mois de Décembre 1960 Bassin versant de
Boujarine (en mm)

Bou-Salen D.R.T.	Barrage Kassab	Schira Bou Salen	Bordj Hadjouda	Moyenne sur le bassin
114,6	230,7	192,5	200,8	178,0

2.2. - Pluie moyenne sur le bassin provoquant la crue des 29 et 30 Décembre 1960

Sur le bassin versant de l'Oued Kassab il n'y a pas de pluviographe qui nous permet de sélectionner les pluies utiles qui ont causé le ruissellement. Nous avons supposé alors que les derniers jours pluvieux sont responsables de cette crue et la pluie moyenne du bassin provoquant la crue est la moyenne de la somme des pluies des journées des 27 - 28 - 29 - 30 Décembre des stations mentionnées ci-dessus. Le tableau T. III 2.2. donne le résultat de ces calculs.

T.III. 2.2. Pluie moyenne sur le bassin de Oued
Boujarine Provoquant la crue du 30/12/60 en mm)

Date	Station	Bou-Salen D.R.T.	Barrage Kassab	Schira B-Salen	Bordj Hadjouda	Moyenne du Bassin
27/12/60		1,2	0	0	0	0,3
28/12/60		1,0	0	0,5	0	0,6
29/12/60		18,5	27,5	20,0	0	20,5
30/12/60		35,1	84,0	49,5	86,3	50,0
<u>Total :...</u>		56,8	111,5	70,0	86,8	71,4

III - 3 Débit existant du canal avant débordement :

Ce débit est défini à partir des paramètres physiques du bassin versant (pente et section ouillée du canal de déviation) introduits dans la formule de Manning-Strickler :

$$U = K_s R^{2/3} I^{1/2} \quad (1) \text{ et } Q = 3.U. \quad (2)$$

U = Vitesse moyenne de ruissellement

Q = débit correspondant à U

S = Sect. ouillée traversée par U

R = rayon hydraulique de S

I = Pente du ruissellement

K_s = Coefficient de Strickler

Avec

Pour déterminer ce dernier paramètre (K_s) nous nous sommes basés sur les trois jaugeages faits le 7/1/81 (décrue) : deux dans le canal de déviation et un sur Oued Kasseb pont route Bou-Salem - Béja (de ponts semblable à celle du canal). Les résultats de ce jaugeage sont donnés au tableau T.III.3

Le rayon hydraulique, nous l'avons confondu avec la profondeur moyenne (section mouillée très large par rapport à la lame d'eau.)

Le débit maximum au droit de la section pont route Bou-Salem mine Djebel Hallouf est calculé à partir des formules (1) et (2). Ce pont est monté sur 3 canaux circulaires évacuateurs d'eau de 1,55m de diamètre chacun (fig.3).

T.III.3 Résultats des 3 jaugeages du 7/1/1981

Paramètres	Q (m ³ /s)	S (m ²)	V (m/s)	Largeur L (m)	H (m)	$K_s = \frac{4}{R^{2/3} S^{1/2}}$
Stations						
Kasseb Pt Rte 2	5,49	0,45	0,851	16,5	0,42	28,6
Khoulane amont						
Boujarine (1)	0,143	0,450	0,316	6,00	0,07	35,3
Boujarine amont	0,591	0,673	0,878	2,90	0,23	44,1
Khoulane (1)						

1) Voir les sites de ces stations de jaugeage sur la Carte des B.V. de Kasseb et Boujarine.

En prenant comme coefficient de Strickler la moyenne des valeurs ci-dessus, nous en déduisons alors une valeur seuil du débit maximum du canal avant débordement. Cette valeur du débit ne peut être qu'une limite inférieure vu que la valeur de K_s est calculée pour les moyennes eaux.

Nous avons donc

$$K_s = \frac{4}{R^{2/3} S^{1/2}}$$

Le débit maximum d'évacuation au niveau du pont route Bou-Salem mine Djebel Hallouf est :

$$Q_{\text{pt}} = K_s S_{\text{pt}} H_{\text{pt}}^{3/2} \times 3$$

$$\text{pour } K_s = 36 \text{ m}^{1/3}/\text{s} ; H_{\text{pt}} = 0,775 \text{ m} ; S_{\text{pt}} = (p_1) H_{\text{pt}}^2 \text{ et } I = 0,053$$

Nous aurons

$$Q = 9,11 \text{ m}^3/\text{s}$$

à laquelle correspond un débit spécifique maximum :

$$q_{\text{pt}} = 0,158 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cette valeur comparée à celles du tableau T.II 2.2. ne constitue même par la valeur décennale du débit de pointe qui peut être observé sur le bassin versant au niveau du pont route Bou-Salem, mine Djebel Hallouf.

III. 4 Débit maximum du canal avant débordement pour une section mouillée moyenne des maxima à l'aval du pont route Bou-Salem - Mine Dielal Hailouf sur la ligne de crête séparant le B.V. de Boujarine de celui de Kasseb (Fig.4).

Cette section mouillée est prise sur la ligne de crête séparant le B.V. de oued boujarine de celui du Kasseb, elle a une superficie $A = 25,54 \text{ m}^2$ et pour $K_s = 36 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ $I = 0,055$ et $R = 1,087 \text{ m}$, nous aurons un débit maximum avant débordement de

$$Q_{\text{max}} = 51,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

qui lui correspond débit spécifique

$$q_{\text{max}} = 0,895 \text{ m}^3/\text{s Ks}^2$$

Cette valeur comparée à celles du tableau T.II. 2.2. ne constitue pas, non plus la valeur décennale du débit de pointe du bassin versant.

Pour la plus grande valeur (50) que peut avoir K_s pour ce genre canal et de sol, correspondent les débits maxima suivants :

$$\begin{array}{l} Q'_{\text{mpt}} = 12,6 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ----- } q' = 0,220 \text{ m}^3/\text{s Ks}^2 \\ Q'_{\text{max}} = 71,5 \text{ m}^3/\text{s} \text{ ----- } q' = 1,24 \text{ m}^3/\text{s Ks}^2 \end{array}$$

Ces valeurs, comparées à celles, du tableau T.II 2, restent encore loin de la valeur décennale du débit de pointe qu'on peut observer sur le bassin versant.

III - 5 - Débit de pointe de l'Oued Kasseb au pont route Bou-Salem-Béla (Fig.5)

La trace de la crue du 22.12.1960 au droit de la section du pont correspond à une section mouillée de :

- * superficie $S = 170 \text{ m}^2$
- * largeur mouillée $l = 45,5 \text{ m}$
- * profondeur moyenne $F_m = 3,74 \text{ m}$

La pente au droit de la station est $I = 5,45 \text{ ‰}$ d'où le débit de pointe de cette crue au niveau du pont est :

$$\text{pour } K_s = 36 \text{ m}^{1/3}/\text{s} \quad Q_{\text{max Kasseb}} = 866 \text{ m}^3/\text{s}$$

La superficie du bassin versant de l'Oued Kasseb à cette station est de $A = 255 \text{ Km}^2$ seulement la partie ruisselante est le bassin intermédiaire complémentaire à celui du barrage c'est à dire un bassin de superficie $A_r = 255,10 \text{ Km}^2$ d'où le débit spécifique de pointe est de :

$$q_{\text{max}} = 5,70 \text{ m}^3/\text{s Ks}^2$$

cette valeur comparée à celle du tableau T.II 2.2. nous montre que la crue est centenaire - crue d'inondation pour le bassin boujarine.

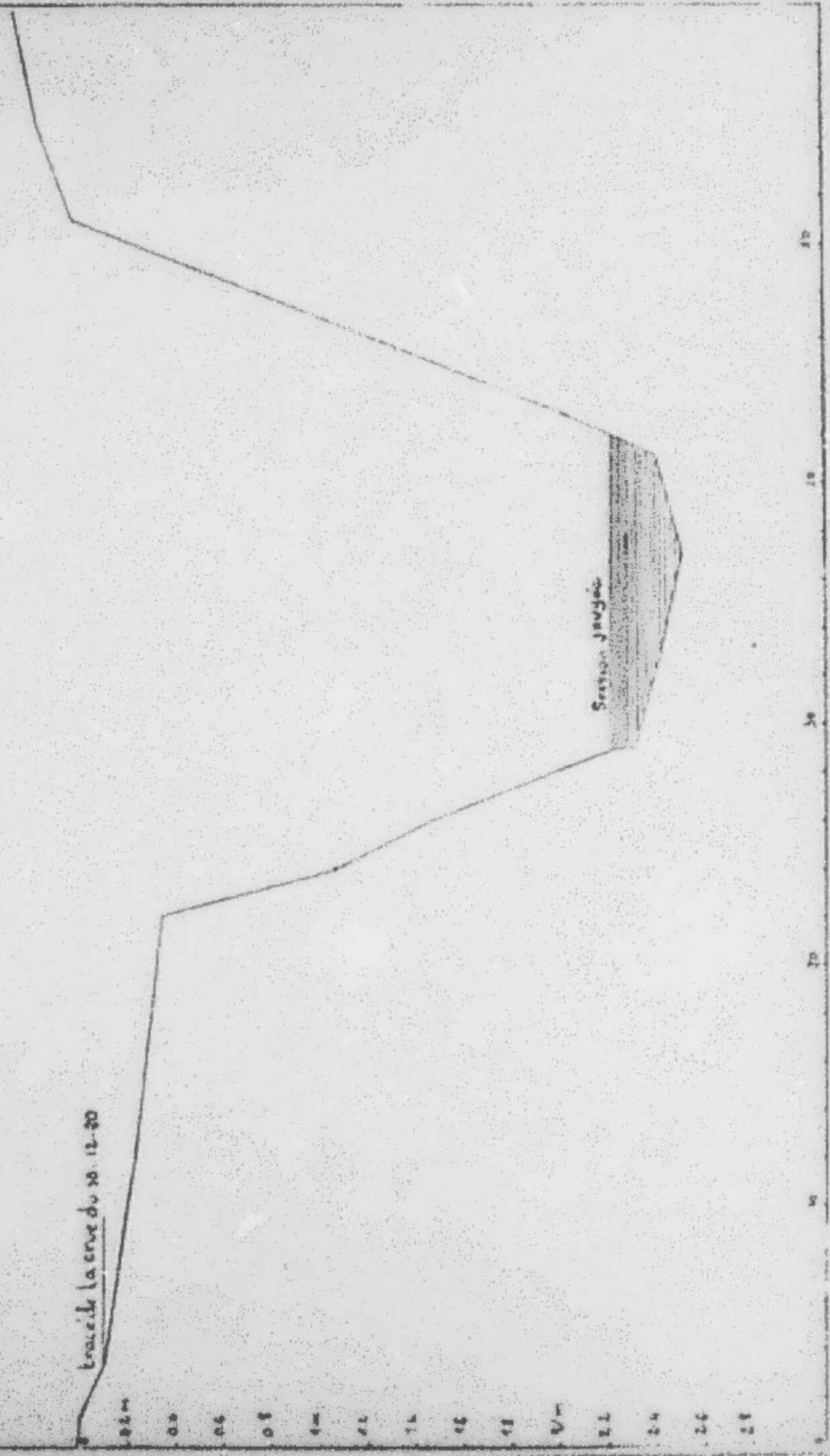
III - 6 Apport de la crue s' coefficient de ruissellement :

Ces deux valeurs sont calculées sur le bassin versant du barrage Kasseb à partir des informations qui nous ont été fournies par le Chef de l'équipe (SONEDE) du Barrage. Celles du bassin versant de l'Oued Boujarine, sont estimées à partir de ces valeurs, la pluviométrie moyenne sur le bassin de la nature du relief et du sol.

Dans le tableau T.II 6 nous donnons le résultat des informations recueillies.

Profil en travers du canal de dérivation de oued Boujaouane
 aval du Pont route BouSalem - Dj. Ait-el

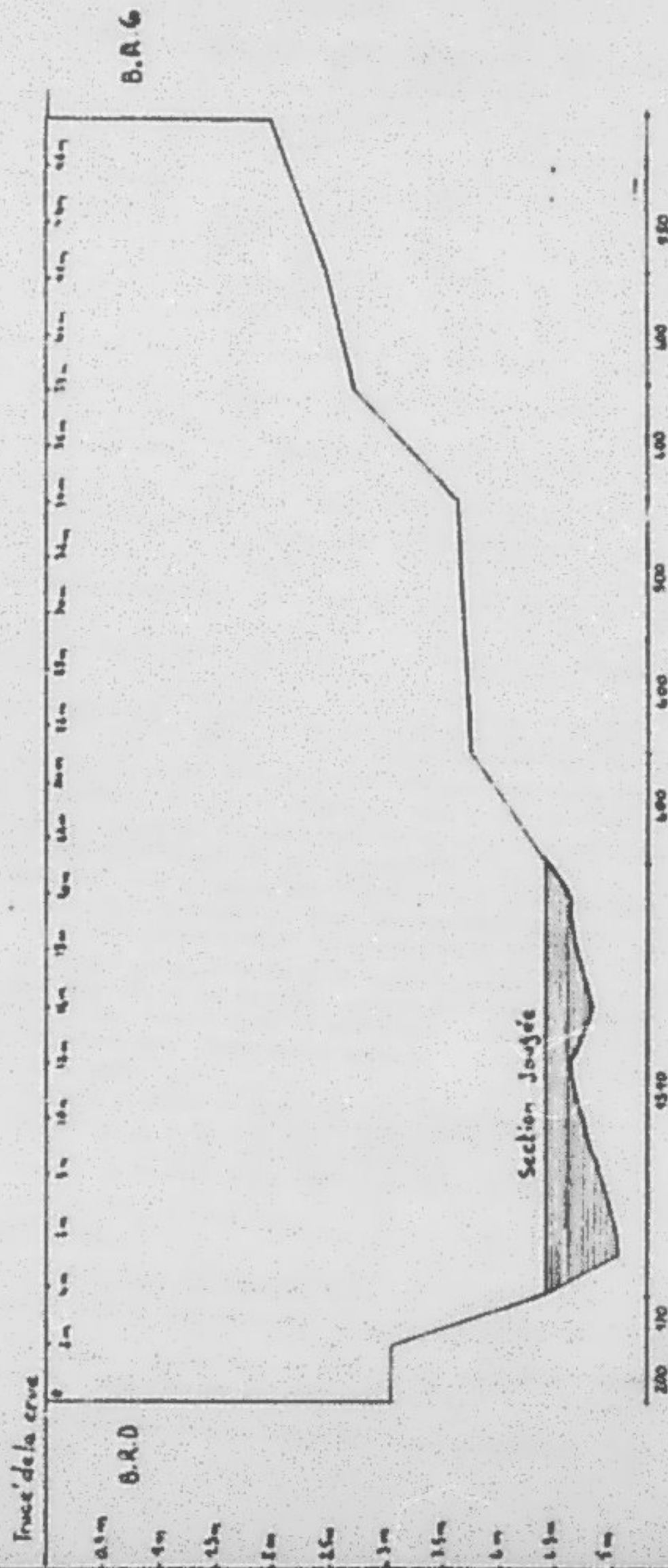
Fig: 4



23.1.81

Profil entravers de l'oued Kasseb au droit du Pont Route Bou Solem Beja (côte oval)

FIG. 5



T.III.6 volume apporté au barrage Kasseb lors de la crue de Décembre 1950

Date	volume stocké m ³	Pluie mm	Observations
27/12/50	46062200	0	
28	46094100	0	
29	46126000	27,5	Pluie utile
30	48424000	84,0	
31	55530000	5,0	

Donc la pluie qui a provoqué le ruissellement est :

$$P = 27,5 + 84 = 111,5 \text{ mm}$$

Le volume ruisselé est : $V = 55530000 - 46126000 + (2 \times 86400)$

$$V = 9376800 \text{ m}^3$$

Les 86400 m³ représentent le volume journalier lâché pour l'alimentation en eau de la ville de Tunis.

A ce volume total correspond une lame ruisselée LR Kasseb = $V \times \frac{1}{103 \text{ km}^2}$ LR Kasseb = 91 mm

Et à cette lame ruisselée correspond un coefficient de ruissellement maximum de crue

$$CR \text{ Kasseb} = \frac{LR}{P} = \frac{91}{111,5} \quad \text{---} \quad CR \text{ Kasseb} = 81,6 \%$$

Ce coefficient CR Kasseb est maximum car nous avons pris comme pluie moyenne sur le bassin versant du barrage, celle de la station de barrage qui se trouve évidemment au point le plus bas du bassin ; c'est à dire dans la zone la plus basse et par conséquent la moins arrosée.

Mais vu que le gradient d'altitude n'est pas trop grand cette variation de la précipitation reste faible. Et par conséquent on peut supposer que le coefficient de ruissellement calculé n'est pas loin de la réalité.

Seulement ce coefficient de ruissellement appliqué au reste du bassin versant de Oued Kasseb ou au bassin versant de Oued Boujarine, nous paraît un peu trop fort vu la composition du sol d'une part et la nature du relief (le relief de la partie aval étant moins accidenté d'autre part. Ce qui nous amène à prendre C.R.B. = 50%.

A ce coefficient correspond une lame ruisselée sur le bassin boujarine

$$L.R.B. = p \times CRB = 178 \times 0,5 \quad \text{---} \quad L.R.B. = 89 \text{ mm}$$

qui lui correspond un volume ruisselé $V.R.B. = L.R.B. \times AB$

$$V.R.B. = 5,12 \text{ M m}^3$$

III.7 - Points de débordement : (voir carte des B.V.) :

Les points de débordement de Oued Boujarine (canal de dérivation)

sont :

- Le premier point est au niveau du pont route Bou-Salem - Mine Jebel Hallouf où le débit maximum qu'il peut évacuer est $Q = 9,11 \text{ m}^3/\text{s}$.

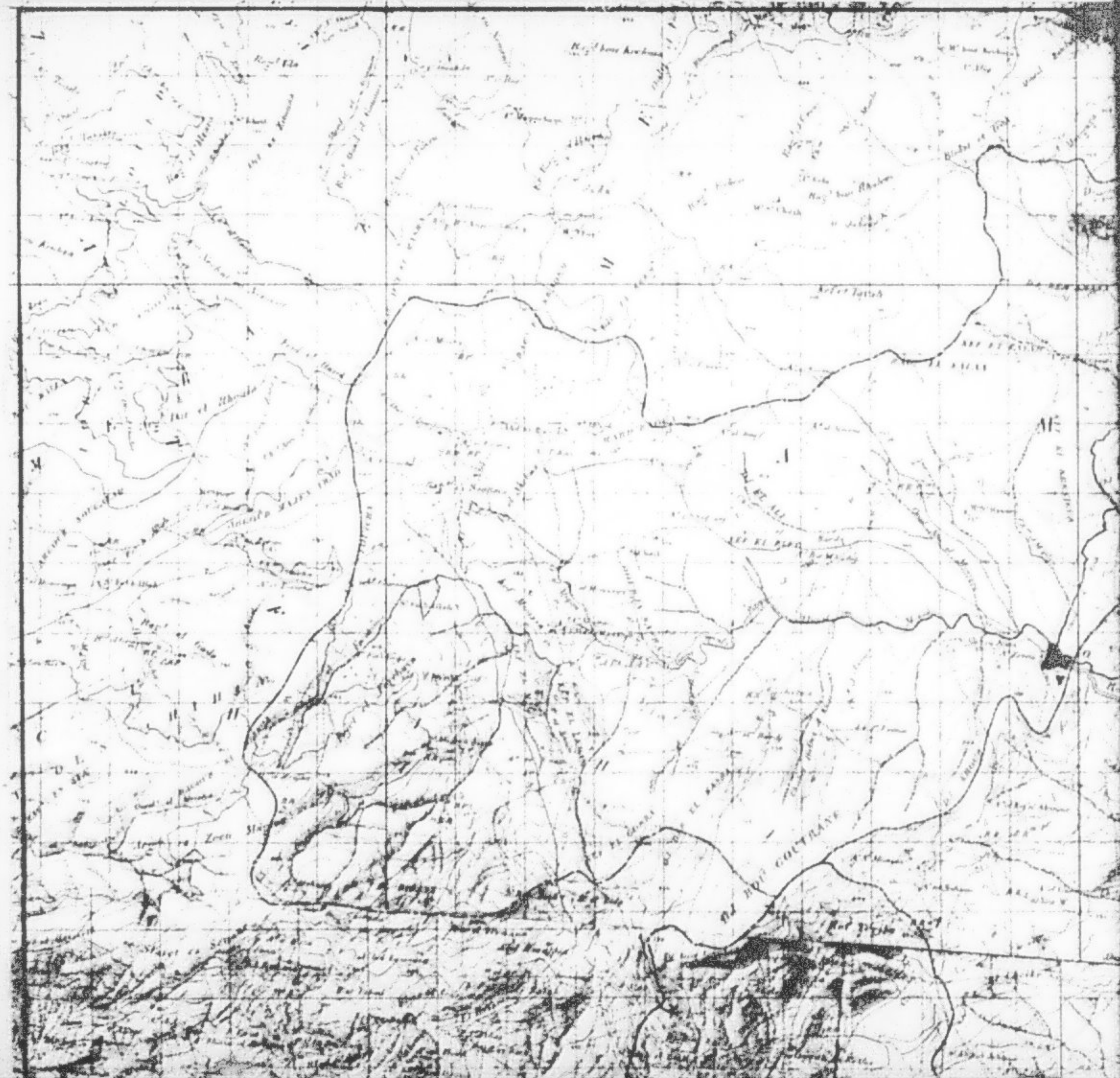
Le débordement inonde toute la route amenant à la zone M.E. de la ville de Bou-Salem.

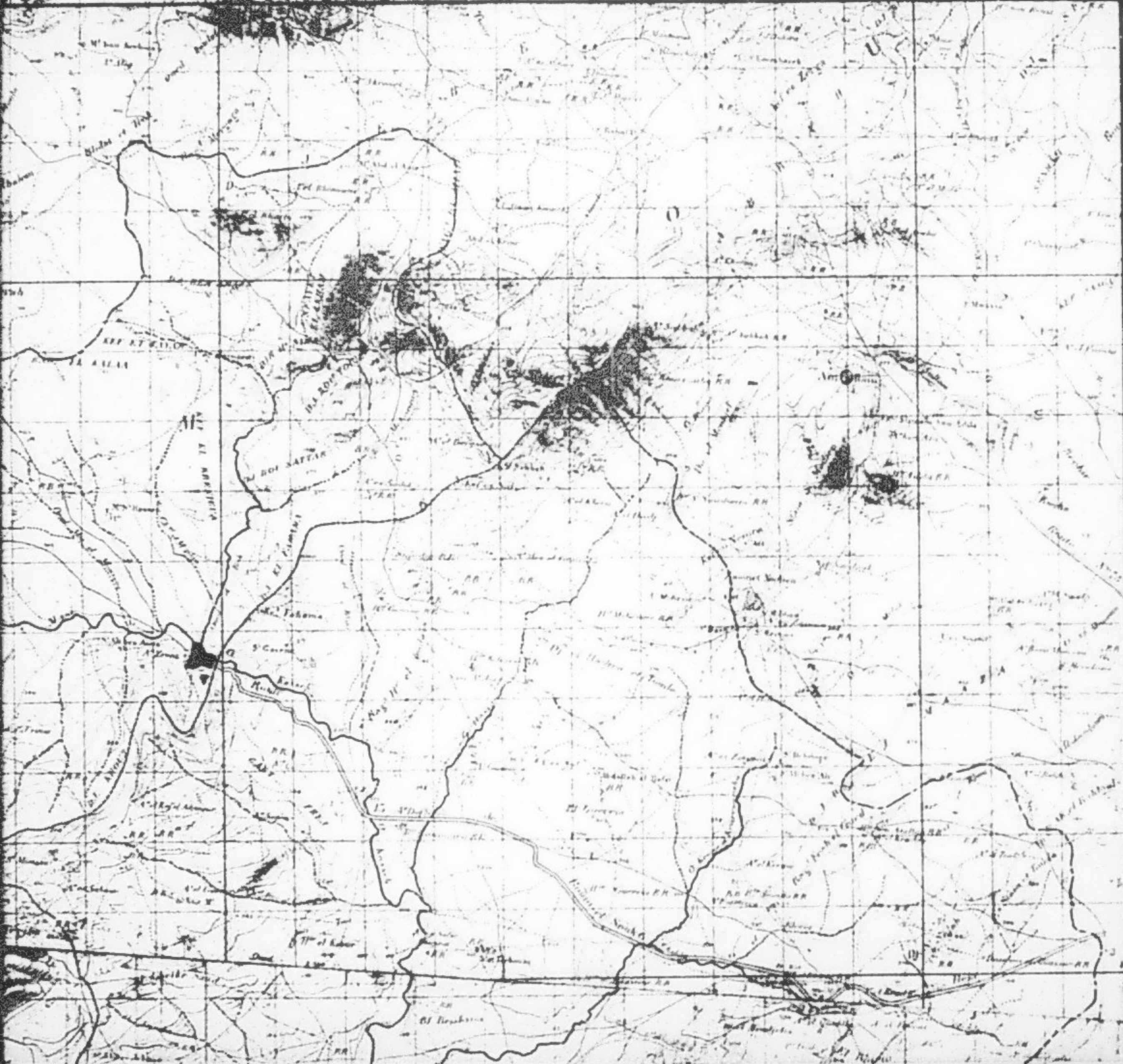
- Le second point est au niveau de la confluence avec l'Oued Kasseb qui en période de crue et par le fait de son important débit, fait barrage aux eaux de ce dernier qui finit par les évacuer dans la plaine dont la pente est de direction N.E. - S.W. c'est à dire dirigée vers le N.E. de Bou-Salem.

IV) Conclusion :

Cette crue qui a inondé toute la partie N.E. de la ville de Bou-Salem est une crue centennale au point de vu débit de pointe. La cause principale de cette inondation est la forte intensité pluviométrique d'une part et les faibles pentes et section mouillée du canal d'évacuation d'autre part.

Pour protéger la ville de Bou-Salem contre de telles inondations, il faut soit une canalisation de pente assez forte et de section assez grande ; comme par exemple : $B : 80 \text{ m}^2$ $I = 6\%$; soit de multiplier la canalisation avant de faciliter l'écoulement des crues de récurrence en mois vingtenale.--





BASSIN VERSANT DE LOUED KASSEB

LEGENDE

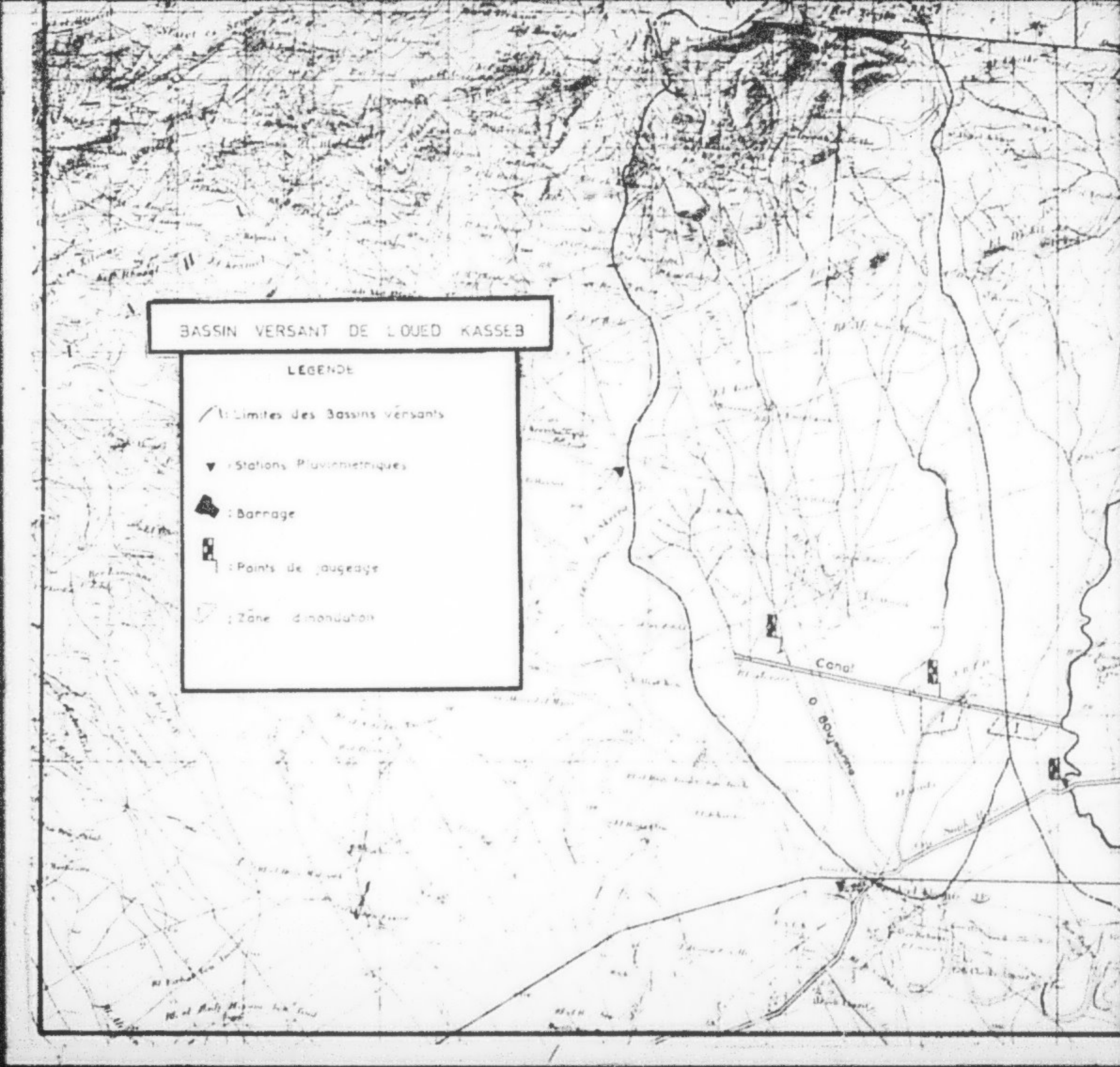
— : Limites des Bassins versants

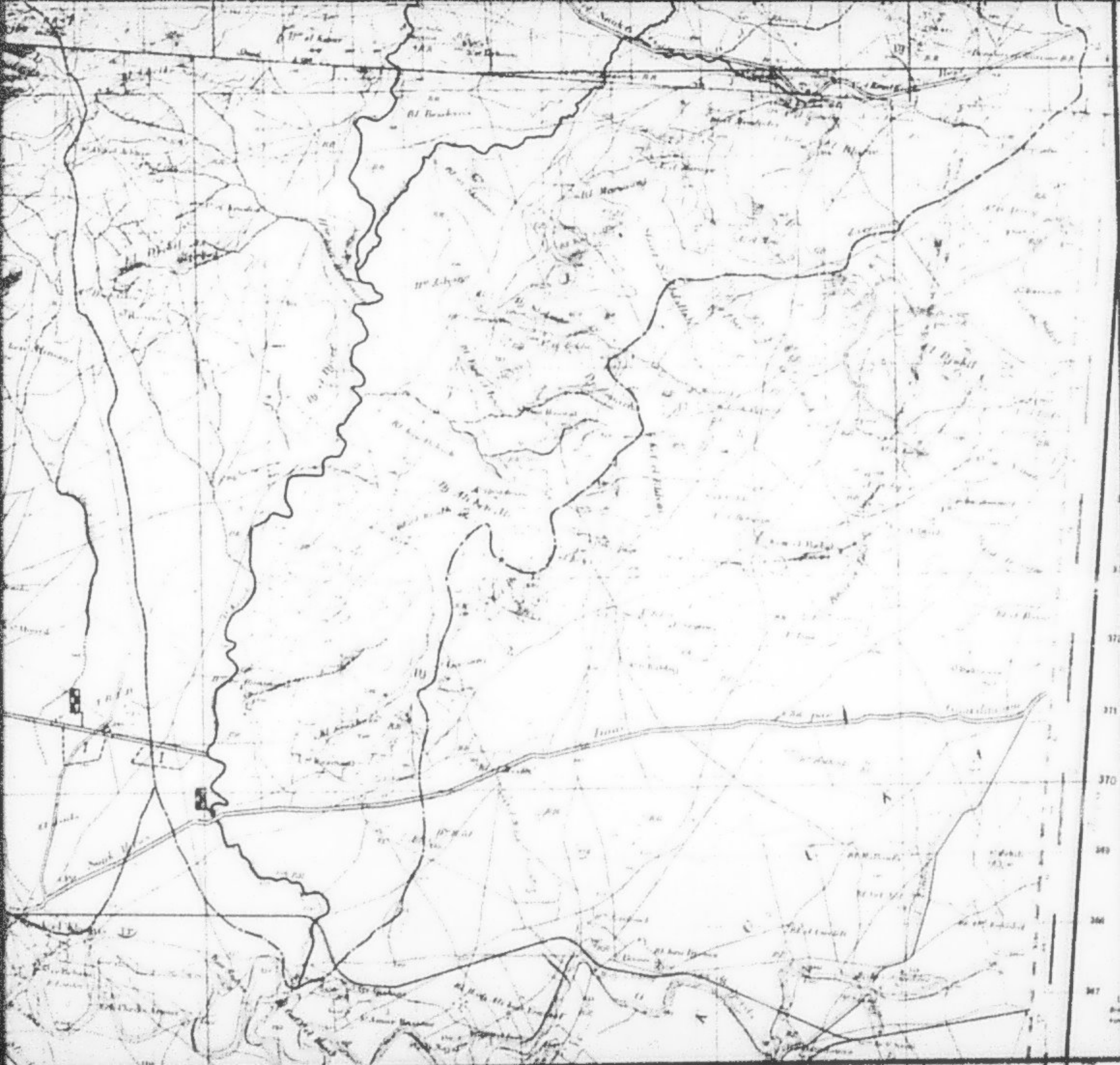
▼ : Stations Pluviométriques

■ : Barrage

□ : Points de jaugeage

□ : Zone d'inondation





FIN

18

VUES