

BUREAU DE L'INVENTAIRE ET DES RECHERCHES HYDRAULIQUES

-//-

/// NONDATION DE /// ARZIS

-//-

Par J. CRUETTE.

Mai 1965.

FONDATION DE ARZIS

==:88:==

LES MESURES SUR LE TERRAIN ONT ETE FAITES PAR
BEL: HAMIDA ADJOINT TECHNIQUE A MEDNINE SOUS LA DIRECTION
DE Mr. SMAALLIA; ING2NIEUR T.P.E A GABES

CALCULS FAIT PAR Mr. FEKI B.I.R.H.

1 PRECIPITATION

1-1 HAUTEUR DE PRECIPITATION

1-2 FREQUENCE DU PHENOMENE

1-2-1 Relation Hauteur-Fréquence pour les pluies journalières à Zarzis

1-2-1-1 Précipitations journalières - Zarzis (56 ans)

1-2-1-2 Détermination des précipitations journalières pour divers fréquence à Zarzis

1-2-2 Précipitations exceptionnelles en 24 heures

1-3 INTENSITES DES PRECIPITATIONS

1-3-1 Intensités à Sidi Chemmakh

1-3-2 Intensités à Zarzis le 1/1/65

1-4 CONCLUSIONS

2 RUISSELLEMENT-ECOULEMENT

2-1 LA VILLE DE ZARZIS

2-1-1 Zone inondée - Volume d'eau

2-1-2 Transports solides - Volume de sable

2-1-3 Conclusions

2-2 LE RUISSELLEMENT AUTOUR DE LA VILLE

2-2-1 Débits maximums

2-2-2 Bassins versants

2-3 COEFFICIENTS D'ECOULEMENT ET DEBITS SPECIFIQUES

3 CONCLUSIONS

1 P R E C I P I T A T I O N

1-1 HAUTEUR DE PRECIPITATION

Le seul élément que l'on possède sur la précipitation qui a provoqué l'inondation de Zarzis est la lecture du pluviomètre du Service des Eaux de la ville.

Le 31/12/64 le lecteur mesure 11 mm à 8 heures du matin.

Le 1/1/65 toujours à 8 heures du matin il mesure 108 mm.

Le pluviomètre de la P A V A donne 139 mm mais il n'a été lu que le 5/1/65 et donne en fait le total des pluies entre le 30/12/64 et le 5/1/65. Dans les mêmes conditions nous trouvons 102 mm à Sidi Chemmakh.

D'après le tableau 1-1 nous voyons que l'isohyète 50 mm englobe une zone comprise entre Gabés, Tataouine, Ben Gardhane et Djerba. Seule la presqu'île de Zarzis a reçu plus de 100 mm.

Nous allons chercher à préciser les caractéristiques de cette précipitation.

Pour cela nous considérons en premier lieu la hauteur d'eau que nous admettons être de 119 mm en 24 heures. Puis nous essayons de préciser son intensité en utilisant au mieux les renseignements du pluviographe de Sidi Chemmakh et les indications données par les habitants.

TOTAL PLUVIOMETRIQUE DES 30 ET 31/12/1964

GABES	47,8 mm
DJERBA T.P	50,0 mm
TATAOUINE	34,0 mm
MEDNINE	80,5 mm
BENGARDANE	54,0 mm
RHOMRASSEN	91,0 mm
KSAR RHILANE	40,0 mm
DJERBA Aéro	25,7 mm
ZARZIS Eaux	119,0 mm
ZARZIS PAVA	139,1 mm
SIDI CHEMMAKH	102,0 mm

-:-:-:-

1-2 FREQUENCE DU PHENOMENE1-2-1 Relation Hauteur-Fréquence pour les pluies journalières à Zarzis

Grace aux renseignements fournis par le pluviomètre de Zarzis il est possible d'établir une loi hauteur-fréquence pour les pluies journalières. Le pluviomètre a été presque sans interruption de Janvier 1907 à Juin 1963. En tenant compte des quelques mois qui nous manquent nous avons un échantillon de mesures réparties sur 56 ans. Cet échantillon est classé dans le tableau 1-2-1.

La colonne P donne la hauteur de pluie.

La colonne N donne le nombre de jours où la pluviométrie supérieure ou égale à la hauteur donnée par la colonne P. Il s'agit donc d'une fréquence de dépassement observée sur un échantillon total de $56 \times 365 = 20440$ jours.

La colonne F_I donne la fréquence de dépassement pour un échantillon ramené à l'unité. Nous avons donc $F_I = N/20440$. La liste des fréquences ainsi obtenue n'est pas directement utilisable pour l'analyse statistique car elle comprend $20440 - 1436 = 1877$ jours sans pluie à l'intérieur desquels il n'est pas possible de distribuer des classes. Il nous faut former un échantillon en éliminant ces jours sans pluies et y ajuster une loi statistique tronquée. Soit G_I fréquence F_I de ce nouvel échantillon. Théoriquement nous devrions adopter la relation $G_I = \frac{F_I}{F_0}$ avec $F_0 =$ (valeur de F_I pour $P > 0$).

Mais l'expérience montre que la valeur la moins sûre des échantillons de ce type est précisément le nombre total de jours de pluie ($P > 0$). Ce nombre dépend de l'appréciation que fait chaque observateur sur les plus faibles précipitations.

Nous avons donc utilisé une valeur de F_0 fictive qui par ajustement graphique a été égale à $F_0 = 0,05$.

La colonne G_I donne ces nouvelles fréquences qui correspondent à $F_I / 0,05$.

A partir de ces fréquences nous avons cherché à ajuster une loi gaussienne logarithmique.

Une table de l'intégrale de gaussie permet de passer des fréquences G_I à la variable normale réduite donnée dans la colonne U.

La dernière colonne donne le logarithme décimal de la précipitation : $\log P$.

Le graphique suivant 1-2 permet de vérifier que l'ajustement ainsi opéré est correct ; il nous permet d'admettre que l'hypothèse gaussio-logarithmique d'une part et la valeur 0,05 pour F_0 d'autre part sont valables.

Les paramètres sont établis d'après le graphique et nous obtenons la loi suivante:

$$F_P = 0,95 + \frac{0,05}{\frac{\sqrt{2}}{2} \pi} \int_{-\infty}^U e^{-\frac{1}{2} U^2} dU$$

$$\text{Avec } U = \frac{\log P - 0,795}{0,461}$$

Nous disposons maintenant d'un modèle mathématique nous permettant de calculer les fréquences que nous désirons pour les précipitations journalières à Zarzis.

Le tableau 1-2-1-2 montre comment nous l'utilisons pour calculer les pluies correspondant à une fréquence donnée.

La colonne n donne la période de retour en années.

La colonne F_I donne la fréquence de dépassement correspondante :
soit $F_I = \frac{1}{365n}$.

La colonne G_I donne la fréquence de dépassement de la loi tronquée d'après la relation utilisée $G_I = \frac{F_I}{0,05}$

La colonne U donne les valeurs de la variable normale réduite fournie par une table de l'intégrale de Gauss à partir des valeurs de G_I .

La colonne $\log P$ est obtenue d'après la relation $U = \frac{\log P - 0,795}{0,461}$

Il en résulte les précipitations données par la dernière colonne que nous résumons dans les deux lignes suivantes.

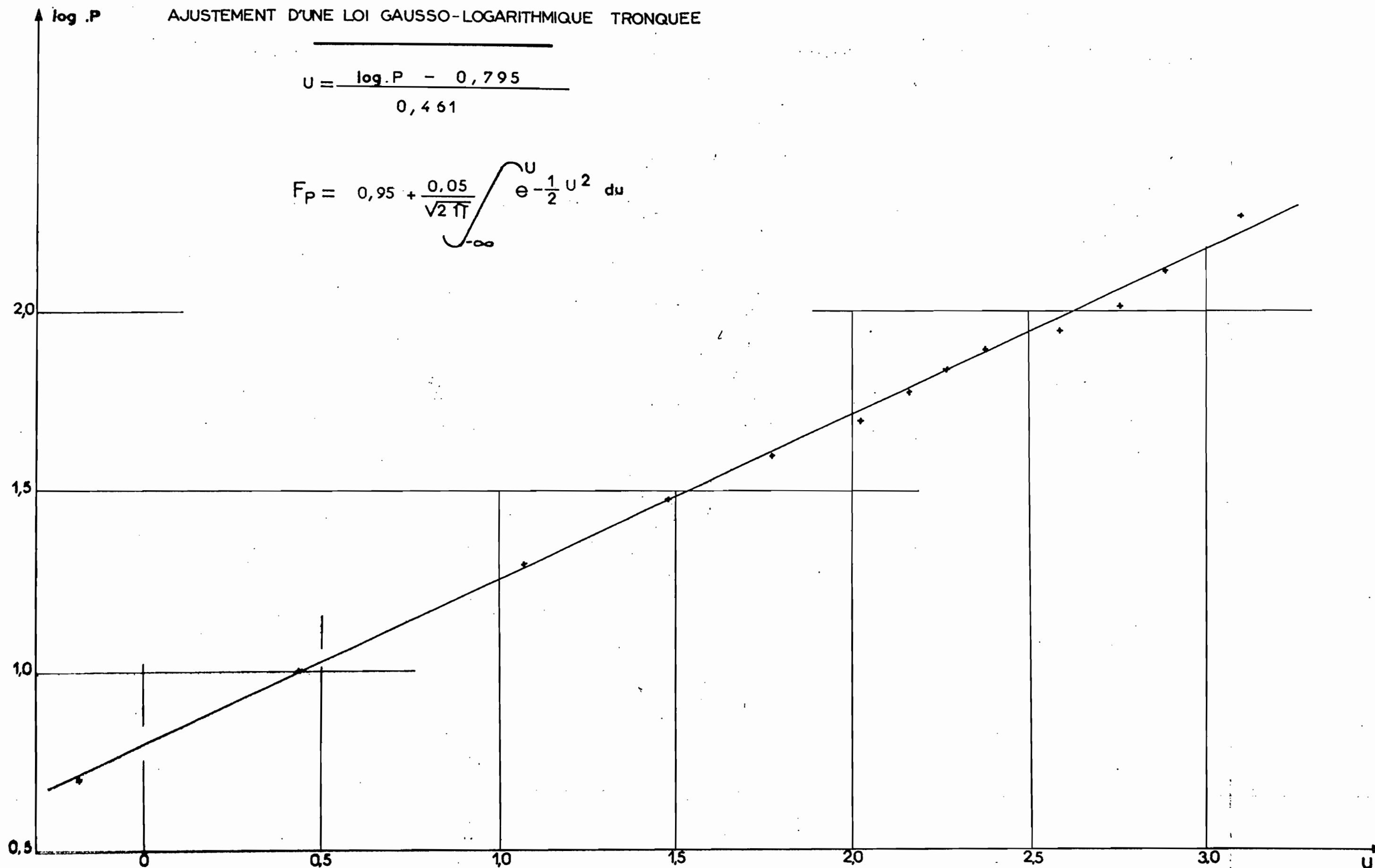
Période de retour en années	1	2	5	10	20	50	100	500
Précipitation journalière	34	48	71	92	117	150	200	316

PLUIES JOURNALIERES A ZARZIS

AJUSTEMENT D'UNE LOI GAUSSO-LOGARITHMIQUE TRONQUEE

$$U = \frac{\log .P - 0,795}{0,461}$$

$$F_P = 0,95 + \frac{0,05}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^U e^{-\frac{1}{2} u^2} du$$



1-2-2 Précipitations exceptionnelles en 24 heures

Avant d'utiliser les précipitations des diverses fréquences ainsi déterminées, il faut rappeler les conditions de mesure qui en limitent un peu la valeur.

L'exploitation du pluviomètre a cessé au mois de Juin 1963 et en particulier la pluie du 1/1/1965 n'est pas comprise dans l'échantillon. Les fréquences seraient un peu modifiées si on introduisait cette valeur qui se place en troisième position en rangeant les pluies exceptionnelles par ordre décroissant.

Les hauteurs de pluies journalières servant de base à notre calcul correspondant à des lectures faites à 8 heures tous les matins. D'une part ces valeurs ne nous donnent pas une idée de l'intensité et d'autre part il peut en résulter des découpages artificiels. Aussi nous trouvons le 16 Septembre 1951 une pluie de 187,0 mm et le 17 Septembre une pluie de 85,0 mm. Il s'agit donc d'une précipitation de 172,0 mm entre deux lectures espacées de 48 heures.

Le tableau 1-2-2 suivant donne toutes les pluies classées supérieures à 30 mm. Il permet de nuancer les valeurs avancées au précédent chapitre.

Il résulte de tous ceci que la pluie mesurée le 1/1/65 avec 119 mm a, du seul point de vue la hauteur de précipitation, une période de retour de l'ordre de 20 ans et qu'elle se place en troisième position dans le classement décroissant des pluies exceptionnelles.

Tableau 1-2-2

Précipitations exceptionnelles en 24 heuresZarzis (56 ans)

R	P	Date	R	P	Date
1	187,0	16 Sept. 51	33	40,0	25 Nov. 62
2	130,0	22. Nov. 22	34	40,0	12 Nov. 11
4	105,0	5 Févr. 39	35	40,0	6 Déc. 22
5	97,5	2 Nov. 51	36	40,0	12 Nov. 43
6	90,0	23 Nov. 46	37	40,0	30 Nov. 60
7	87,5	13 Nov. 28	38	39,8	19 Nov. 38
8	86,0	12 Oct. 45	39	38,7	22 Déc. 36
9	85,0	17 Sept. 51	40	38,0	13 Janv. 31
10	78,0	2 Nov. 25	41	38,0	9 Nov. 48
11	73,0	19 Févr. 52	42	38,0	28 Nov. 57
12	72,4	28 Oct. 18	43	37,0	3 Janv. 23
13	68,4	15 Nov. 38	44	37,0	24 Déc. 38
14	68,0	29 Sept. 12	45	37,0	17 Oct. 32
15	60,0	3 Nov. 11	46	37,0	11 Oct. 35
16	60,0	3 Oct. 50	47	36,6	29 Oct. 18
17	56,0	5 Mars 61	48	36,5	21 Déc. 42
18	55,0	15 Nov. 11	49	36,4	8 Oct. 15
19	55,0	8 Déc. 47	50	36,0	11 Oct. 51
20	51,5	28 Janv. 49	51	35,5	24 Nov. 53
21	51,0	1er Sept. 40	52	35,0	2 Janv. 12
22	50,0	23 Déc. 24	53	35,0	3 Févr. 20
23	48,0	22 Oct. 57	54	35,0	18 Sept. 46
24	46,5	11 Nov. 20	55	34,0	2 Janv. 31
25	46,2	22 Déc. 42	56	33,7	22 Avril 57
26	44,0	29 Nov. 34	57	33,6	18 Oct. 25
27	43,0	15 Déc. 17	58	32,8	19 Nov. 20
28	42,0	25 Nov. 22	59	32,0	13 Nov. 29
29	41,2	19 Sept. 56	60	32,0	28 Déc. 40
30	41,0	20 Janv. 15	61	32,0	21 Févr. 61
31	41,0	6 Oct. 50	62	31,5	11 Mai 19
32	41,0	22 Oct. 61	63	31,0	27 Avril 55

Tableau 1-2-1-1

Précipitation journalières - Zarzis (56 ans)

Ajustement d'une loi Gausso-Logarithmique Troncquée

F	N	F _I	G _I	U	Log P
0	1463	0,071575			
1	585	0,0286203	0,57240	0,1825	0,69897
10	339	0,0165851	0,33170	0,43578	1,00000
20	146	0,071428	0,142856	1,06757	1,30103
30	71	0,0347358	0,0694716	1,47899	1,47712
40	39	0,00190802	0,0381604	1,77247	1,60206
50	22	0,00107632	0,0215264	2,02316	1,69897
60	16	0,00078277	0,0156552	2,15314	1,77815
70	12	0,00058708	0,0117412	2,26553	1,84510
80	9	0,00040313	0,0088062	2,37369	1,90309
90	5	0,000244618	0,0048923	2,58339	1,95424
105	3	0,000146771	0,00293542	2,75384	2,02119
103	2	0,000097847	0,00195694	2,88506	2,11394
107	1	0,000048923	0,00097846	3,09673	2,27184

DETERMINATION DES PRECIPITATIONSJOURNALIERES POUR DIVERSES FREQUENCES A ZARZIS

n	F_I	G_I	U	log. P	P
1	0,00274	0,0548	1,60	1,532	34
2	0,00137	0,0274	1,92	1,680	48
5	0,000548	0,01096	2,29	1,850	71
10	0,000274	0,00548	2,54	1,965	92
20	0,000137	0,00274	2,78	2,067	117
50	0,0000548	0,001096	3,06	2,205	160
100	0,0000274	0,000548	3,26	2,300	200
500	0,00000548	0,0001096	3,70	2,500	316

1-3 INTENSITES DES PRECIPITATIONS

1-3-1 Intensités à Sidi Chemmakh

La ville de Zarzis ne disposant pas d'un pluviographe nous utilisons pour connaître les intensités des précipitations la station de Sidi Chemmakh située à environ 15 km de Zarzis. Un pluviographe a fonctionné à cette station de Janvier 1955 à Mai 1964 soit 9 ans et 3 mois.

Cet appareil étant à rotation hebdomadaire, nous l'avons dépouillé par intervalles de temps de 30 minutes. Dans ces conditions la précision sur les faibles intensités est très satisfaisante.

Malheureusement ce type d'appareil devient peu précis dès que les intensités dépassent 20 mm/h; et nous devons considérer ces valeurs comme valables à $\pm 10\%$ environ.

Les hyétogrammes des averses ayant présenté les plus fortes intensités sont données sur les graphiques 1-3-1. Nous pouvons directement constater que'il n'existe aucune relation entre la hauteur d'eau apportée par l'averse et l'intensité de la précipitation, du moins au vu de l'échantillon que nous possédons.

Par contre l'intensité de 60 mm/h a été atteinte une fois pendant 30 minutes.

L'intensité de 40 mm/h a été atteinte quatre fois pendant un temps de 120 minutes au total. L'intensité de 33 mm a été atteinte une fois pendant un temps de 30 minutes. Les intensités entre 24 et 20 mm sont par contre très nombreuses puisque nous les rencontrons 15 fois pendant une demi-heure soit pendant 50 minutes par an.

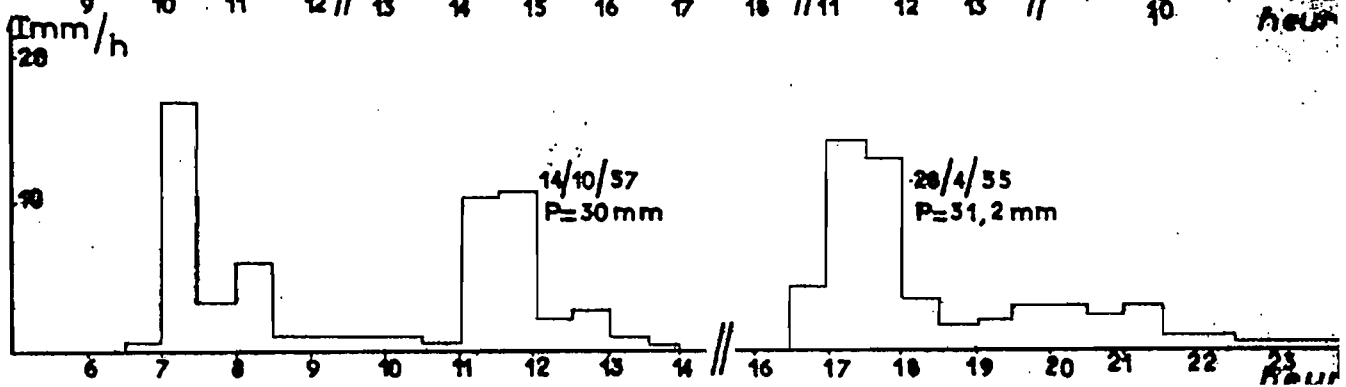
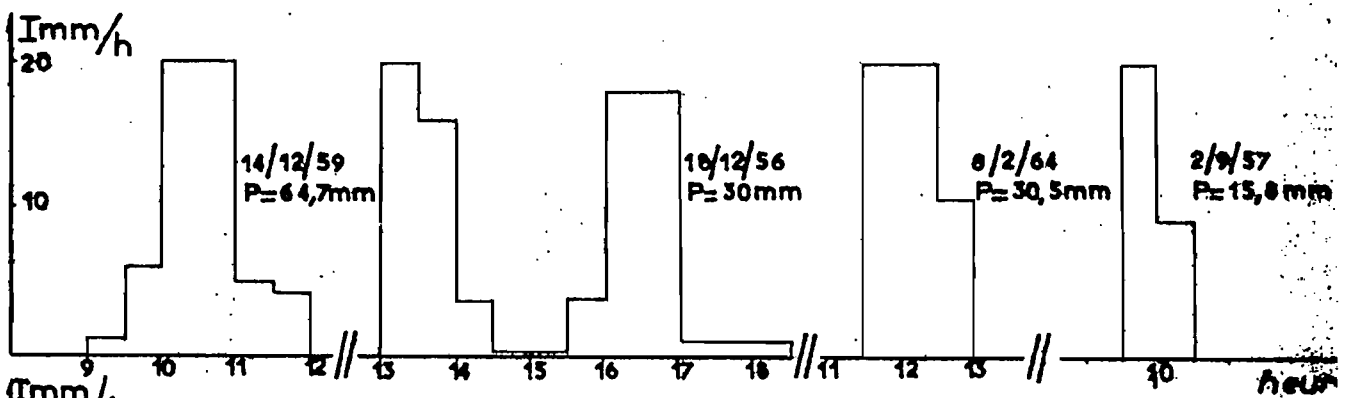
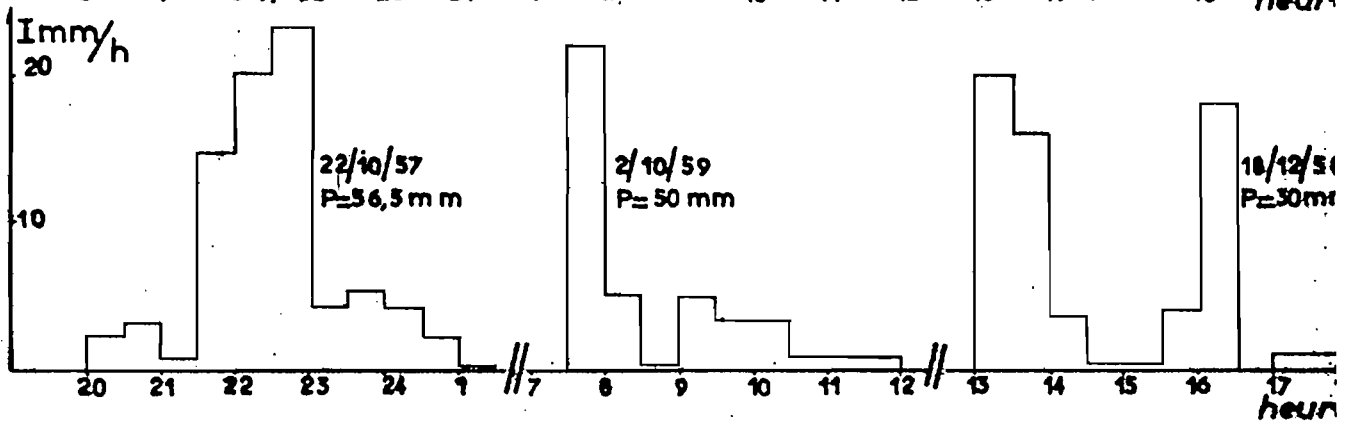
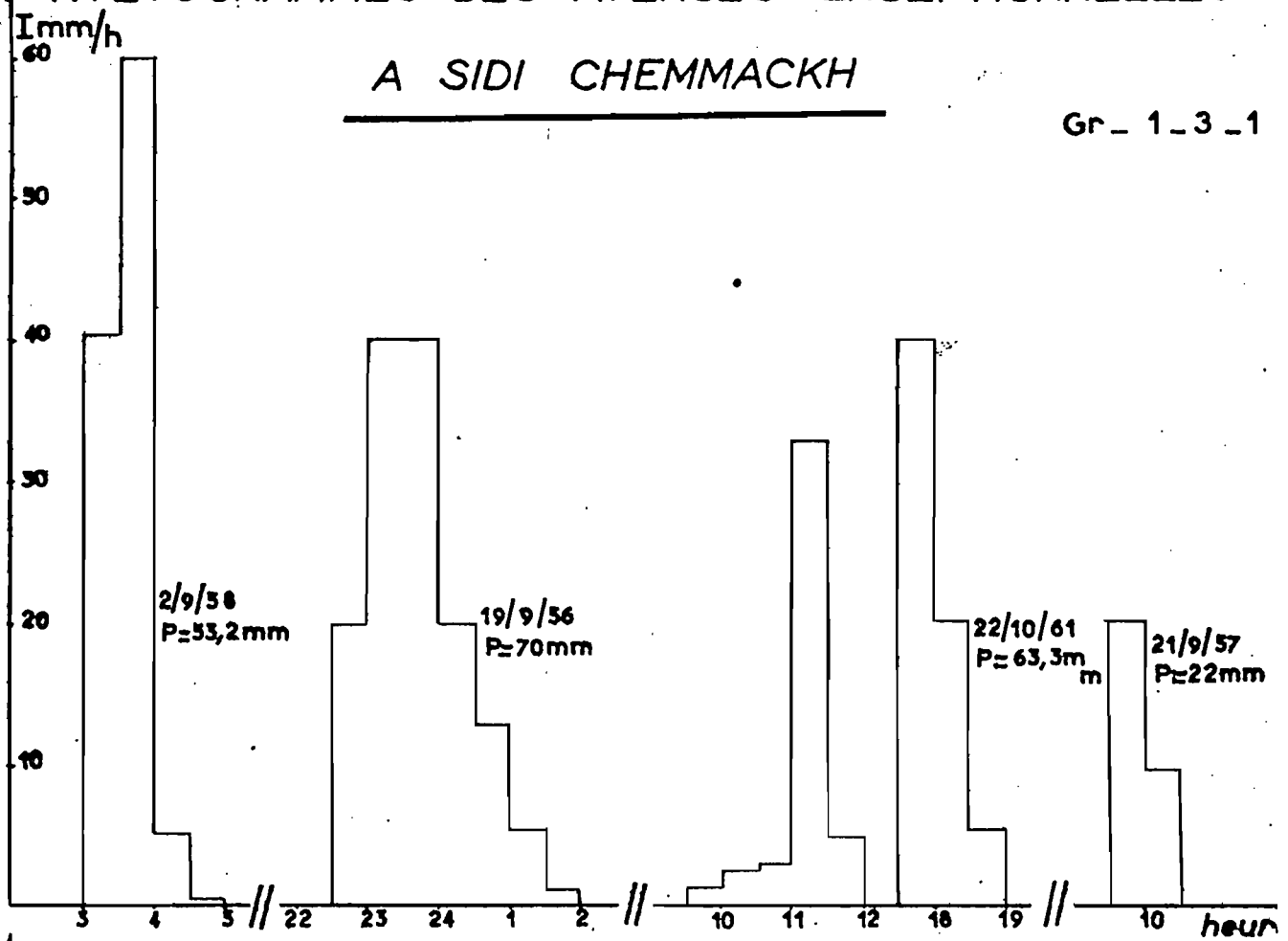
Etant donné l'imprécision sur les intensités et le nombre réduit d'échantillons (21 demi-heures pour les intensités supérieures à 20 mm/h) il ne nous paraît pas utile d'essayer de déterminer les fréquences et d'extrapoler ces valeurs comme nous l'avons fait pour les pluies journalières.

Nous admettons qu'une intensité de 20 mm/h se rencontre pendant une demi-heure une fois tous les ans (intensité annuelle), une intensité de 40 mm/h une fois tous les 3 ans (intensité triennale) et une intensité de 50 mm/h une fois tous les dix ans (intensité décennale).

HYETOGRAMMES DES AVERSES EXCEPTIONNELLES

A SIDI CHEMMACKH

Gr - 1 - 3 - 1



1-3-2 Intensités à Zarzis le 1/1/65

Le 1er Janvier 1965 le pluviographe de Sidi Chemmakh n'était pas en état de fonctionner et nous n'avons aucune indication sérieuse sur l'intensité de la précipitation.

Nous savons seulement que 11 mm sont tombés dans la nuit du 30 au 31/12/64. et 108 mm sont tombés entre le 31 à 8 heures et le 1/1/65 à 8 heures.

Selon les habitants le "gros de la pluie" a eu bien en une dizaine d'heure entre 23 h. le 31 et 7 h. le 1/1/65. Avec un arrêt d'environ une heure vers 4 heures du matin. Dans ces conditions il semble difficile d'admettre que les intensités aient dépassé 60 mm/h pendant une demi-heure. Il semble donc que la fréquence décennale (sur 30 minutes) établie à Sidi Chemmakh n'a pas été dépassée à Zarzis.

1 - 4 C O N C L U S I O N S

Nous admettons les caractéristiques suivantes pour la précipitation.

- Hauteur d'eau 119 mm.
durée de retour 20 ans.
- Intensité inférieure à 60 mm/h sur 30 minutes.
durée de retour moins de 10 ans.

2 - 1 LA VILLE DE ZARZIS2-1-1 Zone inondée volume d'eau

Par sa position au fond d'une cuvette, où les eaux viennent s'accumuler, la ville de Zarzis est très sensible aux inondations.

L'inondation du 1/1/65 a été particulièrement importante. La carte suivante donne le contour de la zone inondée ainsi que les courbes de niveau à l'intérieur de cette zone. La surface inondée a été de $0,57 \text{ Km}^2$ et le volume d'eau accumulé a été de $440\ 000 \text{ m}^3$.

Le volume d'eau que nous obtenons ainsi n'est pas très rigoureux car il existait depuis quelques mois une conduite enterrée capable d'évacuer vers la mer environ $1 \text{ m}^3/\text{s}$ cette conduite a fonctionné du Jeudi 31/12/64 à 21 h 30 au Lundi 4/1/65 à 6h soit pendant environ 61 heures. Si le débit était réellement de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ le volume écoulé serait de $220\ 000 \text{ m}^3$. En fait au moment la cuvette contenait le volume maximum (inondation à la cote 6,20) la prise d'eau de la conduite qui est à la cote 3,20 était sous une pression de 3 m d'eau et il est probable que le débit était supérieur à $1 \text{ m}^3/\text{s}$. D'autre part cette conduite ne peut évacuer la totalité de la zone inondée de nombreux bas fonds restant encore sous l'eau le Lundi 4/1/65.

2-1-2 Transport solides-volume de sable

La carte suivante donne les courbes d'égale épaisseur du sable déposé au fond de la cuvette inondée.

Le volume que l'on obtient ainsi est $31\ 000 \text{ m}^3$. Chaque litre d'eau a donc apporté 74 cm^3 de sable.

2-1-3 Conclusion

La zone inondée de la ville de Zarzis a donc reçu

($440\ 000 \text{ m}^3$ d'eau
) $31\ 000 \text{ m}^3$ de sable
 soit 74 cm^3 de sable par litre d'eau.

2 - 2 LE RUISSELLEMENT AUTOUR DE LA VILLE2-2-1 Débit maximum

L'inondation de la cuvette de Zarzis est un phénomène plus spectaculaire que dangereux pour les habitants ; il en va autrement des écoulements qui se produisent dans les quartiers périphériques et qui ont provoqués plusieurs morts. A partir des mesures de sections mouillées et de pentes de lignes d'eau nous avons cherché à évaluer les débits sur deux biefs en utilisant la formule d'écoulement.

$$U = K R^{2/3} I^{1/2}$$

(U = vitesse en m/s

) K = 40

(R = rayon hydraulique en m

) I = pente

L'emplacement de la première mesure figure sur la carte 2/1/2. Il s'agit de l'oued Smaalia qui a emporté à cet endroit deux personnes.

Le débit maximum y est estimé à $10,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

Une deuxième mesure a été faite sur l'oued Bou Fnina (voir carte 2-2-2). Le maximum du débit est de $9,6 \text{ m}^3/\text{s}$.

2-2-2 Bassins versants

La délimitation des bassins versants correspondant aux différents exutoires est une opération délicate. Le plus souvent les routes et les pistes ont servi de guides aux écoulements et se sont transformées en torrents. Mais dès que l'on s'éloigne de l'agglomération le ruissellement devient totalement inorganisé en grande partie à cause des travaux de tabias, et de banquettes.

Sur la carte 2-2-2 nous distinguons trois zones.

La zone I d'une superficie de $27,8 \text{ Km}^2$ comprenant les chaabets Bou-sila, Hamia, Mtimat, Kessouk et Bou-Fnina rejoint la mer au Sud de Zarzis, en aval de la butte de tir. C'est au centre de cette zone que nous avons estimé un débit de $9,6 \text{ m}^3/\text{s}$ sur le Bou-Fnina. Les débits étaient plus importants entre Ksar Mounsa et El Houche.

La zone II a une superficie de $7,2 \text{ Km}^2$ son exutoire normal est aux environs de Ksar Ezaouia mais le ruissellement a été dirigé vers la ville de Zarzis par la route Zarzis, Sidi Chemmakh et nous estimons que les $\frac{3}{4}$ des débits ont rejoint la mer par l'oued Smaalia (voir carte 2-1-2 : $10,6 \text{ m}^3/\text{s}$) et $\frac{1}{4}$ a rejoint la cuvette de Zarzis.

La zone III a une superficie de $4,4 \text{ Km}^2$ et a alimenté la cuvette de Zarzis.

Nous admettons donc que la superficie totale qui a alimenté la cuvette de Zarzis est de $\frac{7,2}{4} + 4,4 = 6,2 \text{ Km}^2$.

2 - 3 COEFFICIENT D'ÉCOULEMENT ET DÉBITS SPÉCIFIQUES

Le volume de $440\,000 \text{ m}^3$ provenant de $6,2 \text{ Km}^2$, la lame d'eau écoulée pour l'ensemble du bassin est de 71 mm.

Le coefficient d'écoulement est donc de 60 %.

D'après l'estimation du débit maximum de l'oued Smaalia et le découpage par quarts que nous avons fait nous pouvons admettre que la zone II, a eu à son exutoire un débit maximum de $\frac{10,6 \times 4}{3} = 14,1 \text{ m}^3/\text{s}$ soit $2280 \text{ l/s} \cdot \text{Km}^2$.

3 CONCLUSIONS

Toutes ces considérations de hauteur de précipitation de volume et de débits nous permettent de porter un jugement sur l'importance du phénomène.

La période de retour pour la hauteur d'eau est de 20 ans, pour l'intensité elle serait de moins de 10 ans. Cette précipitation peut donc difficilement être considérée comme très exceptionnelle.

Le coefficient d'écoulement ou de ruissellement avec 60 % est très fort ce qui doit s'expliquer par le fait que sur l'ensemble du bassin versant une couche calcaire très peu profonde (30 à 40 cm environ) limite l'infiltration.

Par contre le débit spécifique de $22801/s.Km^2$ est plutôt faible ce qui semble bien confirmer que les intensités de précipitations n'étaient pas très exceptionnelles.

Il est cependant une autre méthode pour juger le phénomène qui consiste à essayer de faire l'histoire des inondations de la ville en interrogeant les habitants.

Cette méthode est moins objective que les considérations chiffrées que nous venons de faire. Il est pourtant plusieurs points importants pour lesquels toutes les réponses concordent.

- dans l'ensemble tous les oueds, toutes les chabets coulent tous les ans au moins une fois (coefficient de ruissellement fort).

- de l'eau s'accumule tous les ans dans la cuvette de la ville en général sur une faible épaisseur.

- après la pluie des 16 et 17 Septembre 1951 (273 mm en 48 heures) les habitants ont fait du bateau dans la ville pendant 6 ou 8 jours;

- de mémoire d'homme les inondations de la ville n'avaient jamais fait de victimes ce qui semble confirmer que les débits maximums spécifiques sont effectivement toujours faibles.

- jamais les inondations n'avaient comme cette année déposé du sable dans la ville.

Si dans l'ensemble ces informations confirment les estimations que nous avons faites il faut bien reconnaître que les deux derniers points indiquent que quelque chose a changé dans les conditions de ruissellement sur les bassins versants. Il faudrait pouvoir expliquer l'accumulation du sable dans la cuvette de la ville et le fait que pour la première fois l'inondation a fait des victimes.

Une visite du bassin versant montre que celui-ci est presque entièrement aménagé de tabias et de petits barrages destinés à empêcher le ruissellement. Or tous ces obstacles dotés ou non de déversoirs ont été détruits.

La rupture d'une tabia provoque un flot instantané sur la parcelle située immédiatement en aval. Ce flot détruit alors la tabia de la parcelle et il est fort probable que en quelques instants toute une succession de tabias a ainsi été détruite.

Le phénomène a été général sur tout le bassin versant et nous n'avons pas trouvé une seule tabia en bon état et un seul déversoir ayant rempli correctement son rôle.

Ceci explique à notre avis que malgré des débits assez faibles l'inondation a fait des victimes. Le ruissellement est apparu brutalement au moment de la rupture de tabias et quelques personnes (enfants et vieillards) ont été emportés par surprise. Ce phénomène a marqué le début des inondations et s'est produit un peu après 21 heures le 31/12/64.

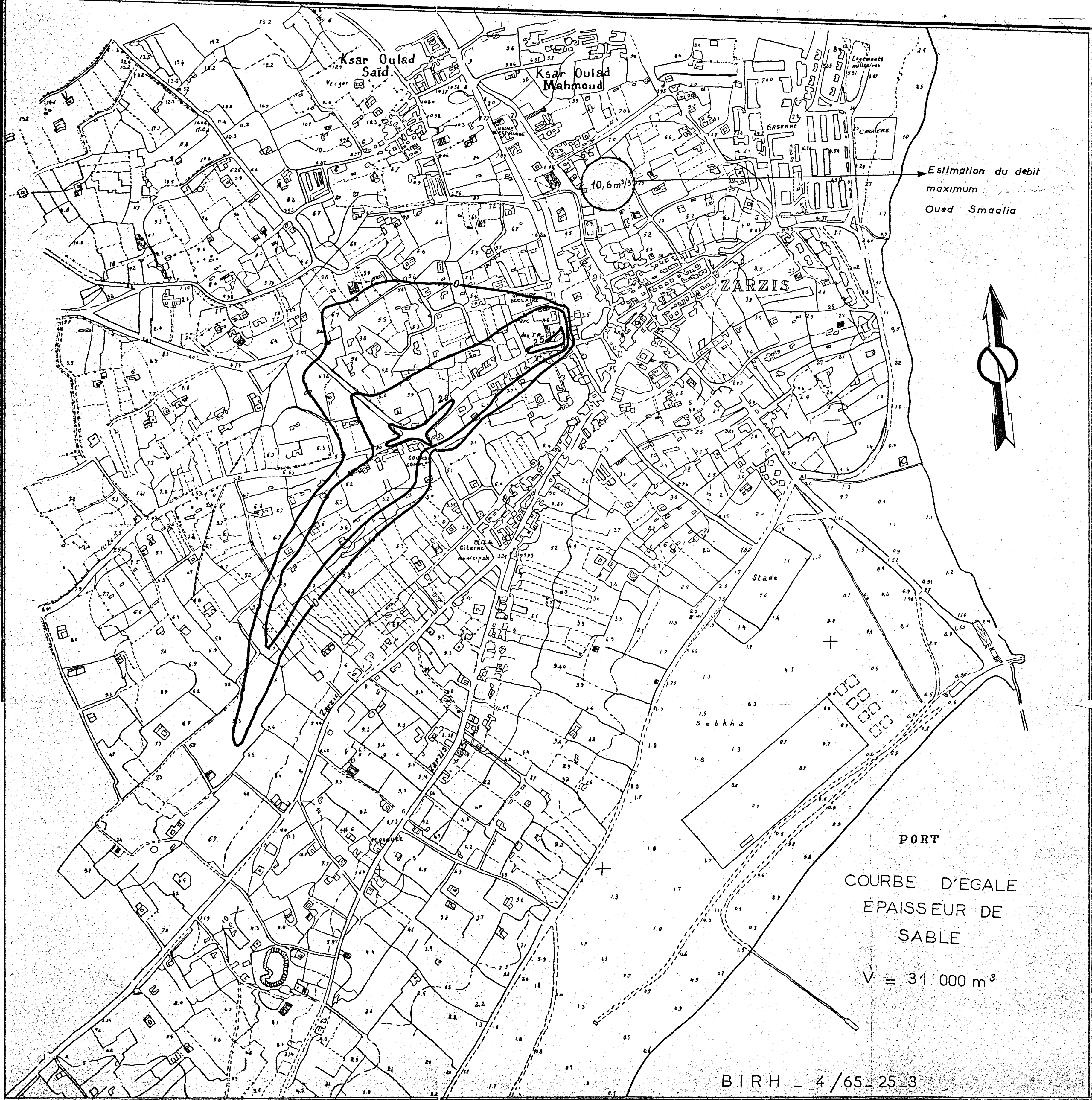
Ceci explique également la grande quantité de sable transportée ; la rupture des tabias a provoqué la reprise d'une érosion très intense comme en témoigne les photos suivantes.

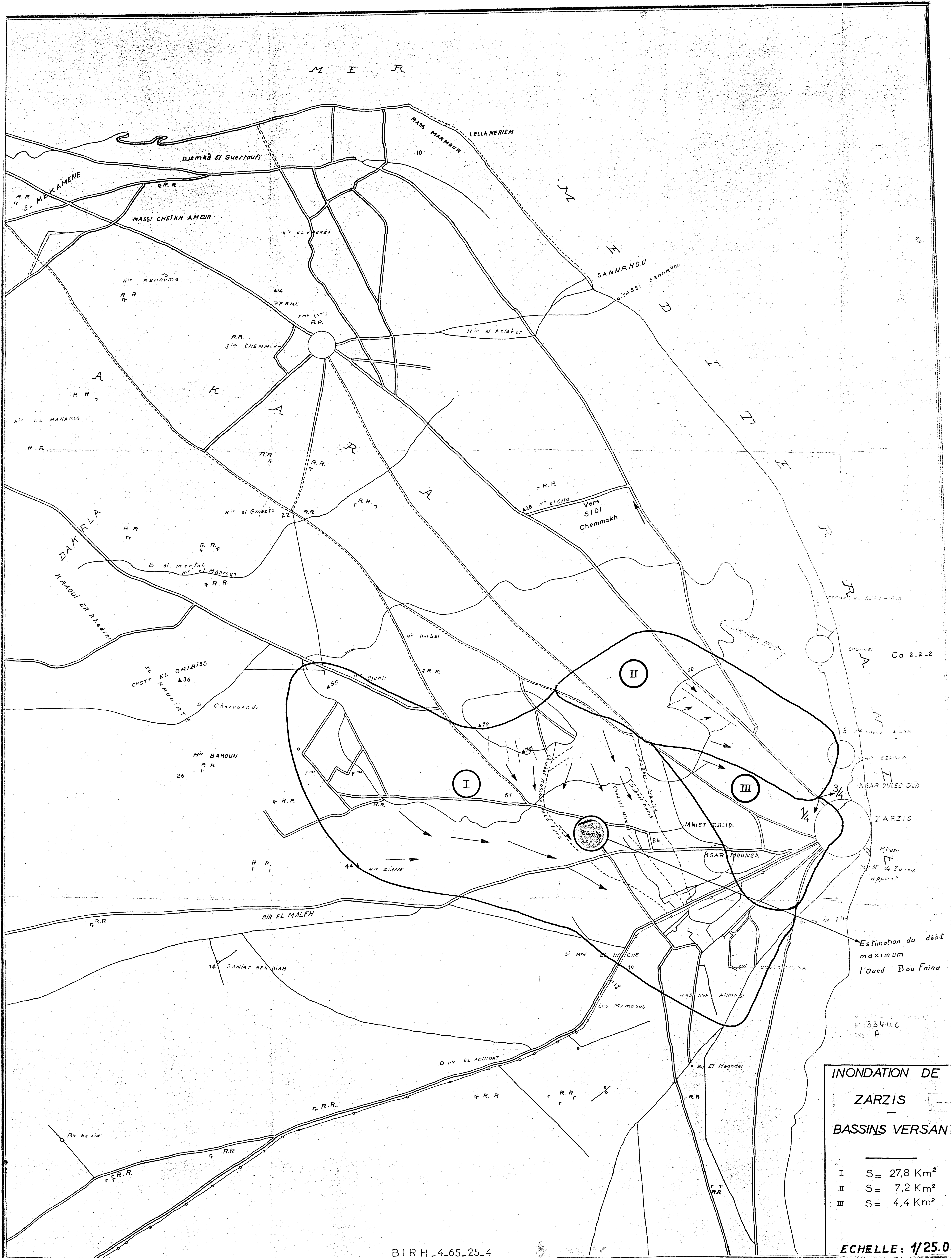
Les travaux n'ont fait qu'aggraver les dégâts.

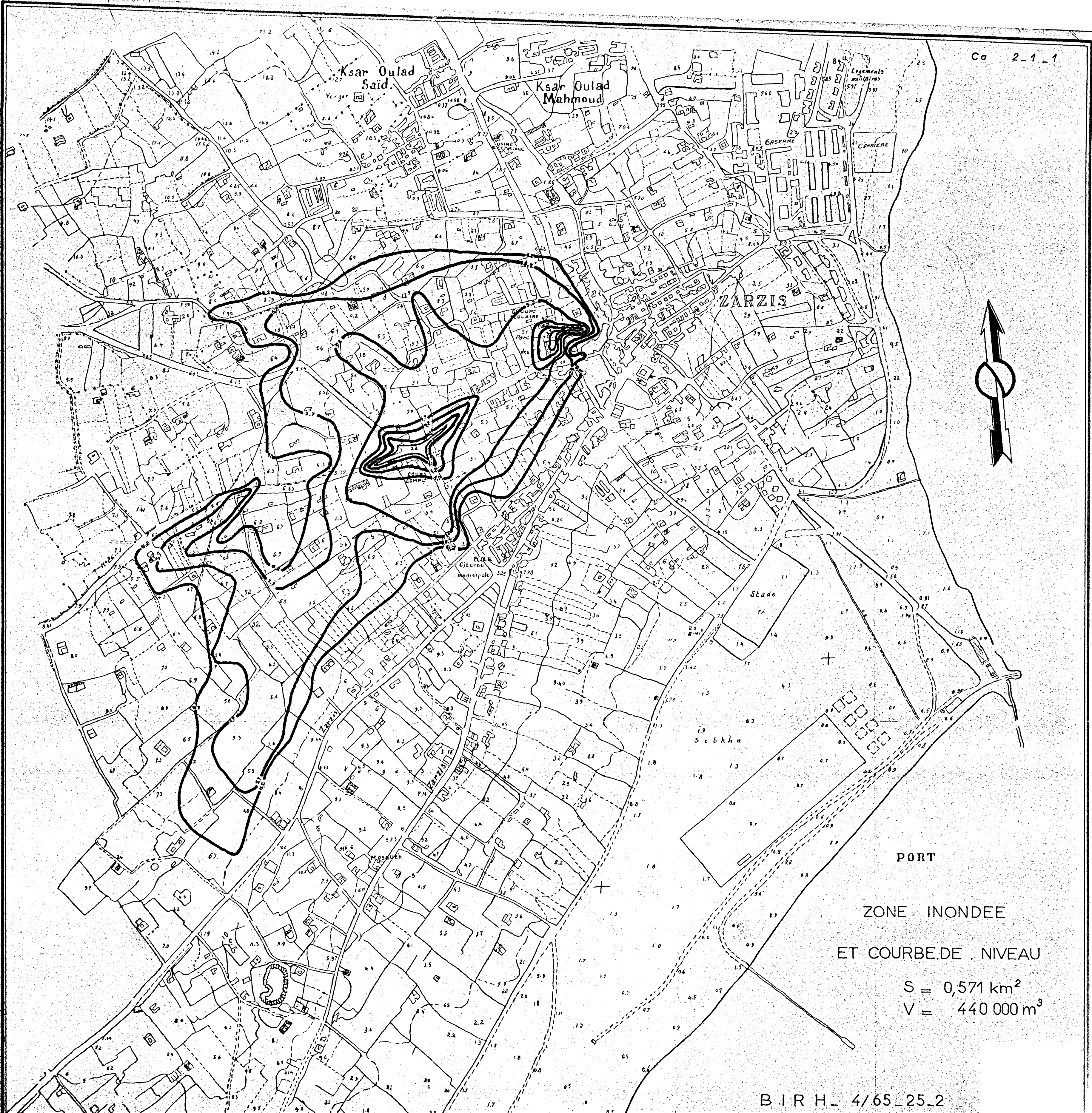
Ces aménagements s'étant généralisés sur l'ensemble du bassin versant ces dernières années il n'est donc pas étonnant d'observer cette année de nouvelles conditions de ruissellement.

J. CRUETTE.-

Chargé de recherche à L'ORSTOM
Ingénieur Hydrologue
au B.I.R.H.







Cruette Jacques

Inondation de Zarzis

Tunis : BIRH, 1965, 17 p. multigr.