ROYAUME DU MAROC

MINISTERE des TRAVAUX PUBLICS et des COMMUNICATIONS

DIRECTION de L'HYDRAULIQUE

DIVISION des RESSOURCES en EAU

SERVICE DE L'HYDROLOGIE

NOTE HYDROLOGIQUE SUR L'OUED NEKOR

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA CRUE DE PROJET DE L'OUED NEKOR

JANVIER 1976

ROYAUME DU MAROC

-=-

MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS
ET DES COMMUNICATIONS

-=-

DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE

-=-

DIVISION DES RESSOURCES EN EAU

-=-

NOTE HYDROLOGIQUE SUR L'OUED NEKOR

-=-=-=-

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA CRUE DE PROJET SUR L'OUED NEKOR

- R E S U M E -

L'objet de cette note est la détermination du débit maximum de la crue de projet au site du futur barrage de l'Oued Nekor en essayant d'utiliser au mieux le peu de données disponibles c'est-à-dire :

- 9 années de mesures des débits
- 20 années de mesures pluviométriques à quelques postes peu représentatifs du bassin versant.

Pour ce faire il a été procédé :

- à l'inventaire et à la critique sommaire des données pluviométriques.
- à la détermination d'une pluie ponctuelle journalière et bijournalière de fréquence millénaire et décamillénaire.
- à l'étude des crues et aux choix d'un hydrogramme type des fortes crues.
- à l'estimation d'un coefficient d'abattement et d'un coefficient de ruissellement.

L'application de l'hydrogramme choisi à un volume de crue généré par une averse généralisée de fréquence décamillénaire conduit à un débit maximum de 6800 m3/s à la station de Tamellaht.

Compte tenu de l'orientation du bassin et de sa forme cette valeur peut être adoptée comme débit maximum de la crue de projet au site du barrage.

S O M M A I R E

P A G E S

I ETUDE CRITIQUE DES RELEVES PLUVIOMETRIQUES

I.1 Application de la méthode des double -cumuls

I.1.1 Choix des postes pluviométriques 1

Tableaux I 1 2 a et I 1 2 a bis

I.1.2 Application de la méthode des double-cumuls 2

Tableau I 1 2

I 1 3 Conclusions ..... 2 à 5

Graphe I 17

I.2 Critique des maximums pluviométriques journaliers et bijournaliers annuels 5

Tableaux I 2 1 et I 2 2

II ETUDE STATISTIQUE DES MAXIMUMS PLUVIOMETRIQUES ANNUELS 6 à 7

Tableau II.1

Graphes II.5, II.6, II.7, II.8, II.9
II.10, II.13 et II.14

III ETUDE DES CRUES SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OUED NEKOR A LA STATION DE TAMELLAHT.

III.1 Etude des formes des hydrogrammes 7

III.2 Estimation des coefficients de ruissellement sur le bassin versant de l'Oued Nekor.

III.2.1 Estimation des volumes précipités 8

III.2.2 Estimation des volumes écoulés ..... 8 et 9

III.2.3 Estimation des coefficients de ruissellement sur le bassin versant de l'Oued Nekor 9 et10

Tableaux III.1, III.2, III.3

Graphes III.1, III.2, III.3, III.4
III.5, III.6, III.7,

.../...

IV ESTIMATION DU DÉBIT MAXIMAL DE LA CRUE DE PROJET DE L'OUED NÉKOR A TAMELLAHT.

IV.1 Pluies annuelles journalière et bijournalière de fréquence millénaire 10et11

IV.2 Estimation des coefficients d'abattement..... 11à13

Tableau IV 2

Graphe IV 2

IV.3 Estimation des coefficients de ruisellement 13

IV.4 Estimation du débit maximum de la crue de projet sur le bassin versant de l'Oued Nekor à la station de Tamellaht 13à15

IV.5 Conclusions 15

I.- ETUDE CRITIQUE DES RELEVES PLUVIOMETRIQUES :

En vue d'une étude des maximums journaliers annuels, 32 postes pluviométriques ont été inventoriés sur le bassin de l'Oued Nekor et sur sa périphérie. Parmi ces 32 postes, 3 se situent à l'intérieur des contours du bassin versant de l'Oued Nekor à la station hydrologique de Tamellaht et 6 à l'intérieur des contours du bassin versant de l'Oued Nekor à son embouchure.

Seuls les postes suivants ont été selectionnés pour la présente étude :

Al Hoceima Ville	Azib de Midar
Eïnzoren	Aknoul
Imenoud	Tizi Ouzli
Tamassint	

Ces postes possèdent des périodes d'observations suffisamment longues et complètes permettant d'esperer une certaine consistance à l'étude statistique des maximums annuels. L'homogeneité des observations des différents postes a été testée par application de la méthode des double-cumuls. Ensuite, un essai de critique et de correction des échantillons de maxima pluviométriques journaliers et bijournaliers a été tenté en examinant les originaux d'observation et en comparant les relevés pluviométriques entre postes voisins après avoir tenu compte des conclusions concernant l'homogéneité des observations.

I.1.- Application de la méthode des double-cumuls :

I.1.1.- Choix des postes pluviométriques :

Les postes suivants ont été sélectionnés en raison de leur position par rapport au bassin et de la longueur de leurs périodes d'observation :

Al Hoceima Ville	Azib de Midar
Eïnzoren	Aknoul
Imenoud	Tizi Ouzli
Tamassint	Tainest

Le poste de Taïnest a servi à effectuer les double-cumuls avec les postes de Tizi Ouzli et Aknoul.

.../...

TABLEAU DES POSTES PLUVIOMETRIQUES PROCHES
DES CONTOURS DU BASSIN VERSANT DE L'OUED
N E K O R

Tableau I 1.2.a

Numéro	Nom	Distance du bassin	Coordonnées Lambert X	Y	Altitude	Période d'observation
0040	ABOU ADI	14 km	608.500	477.700	800	———
0881	AJDIR (BOURED)	10 km	618.000	456.500	1100	1963 - 1971
0904	AKNOUL CT 33-01/1	10 km	640.000	451.000	1210	1931 - 1973
0905	AKNOUL (MI)		640.000	451.000	1500	1950 - 1972
0906	AKNOUL E.F (TIRH)					1931 - 1954
0912	AKOUER	9 km	657.000	473.700	1400	1948 - 1970
0916	AL HOCEIMA EF.		633.800	616.000	50	1965 - 1969
0917	AL HOCEIMA ville	10 km	634.000	516.800	35	1943 - 1972
0918	AL HOCEIMA aéro	-			5	1963 - 1972
1080	ANNOUAL	13 km	665.000	504.300		1962 - 1969
1164	ARBA TAOURIRT	-	641.300	481.400	400	1947 - 1969
1408	AZIB DE MIDAR	10 km	670.000	484.600	380	1942 - 1972
1808	BENI TIEB	18 km	677.700	496.000	415	1946 - 1970
2088	BOU DINAR	8 km	661.000	507.900	240	1944 - 1971
2336	BOURED	10 km	618.000	456.500	1100	1963 - 1968
3192	EINZOREN	-	641.000	507.000	60	1942 - 1972
3256	EL ARBA DE TAOURIRT	-	641.300	481.400	480	------
4376	IMENOUD	-	644.400	494.500	200	1947 - 1971
4560	IZMOREN	9 km	628.000	510.800	245	1947 - 1971
6280	PONT DU NEKOR	-	645.000	485.600	250	1964 - 1971
7592	TALAMGAITE-TALAM-RECHT	3 km	650.400	467.000	820	1970 - 1971
7704	TAMASSINT	3 km	631.200	497.600	290	1947 - 1972
8416	TIRHEZRATINE		635.500	453.500	1330	1960 - 1972
8472	TIZI IFRI (SMN)	17 km	605.300	472.300	1775	1951 - 1970
8473	TIZI IFRI (EF)					--------
8527	TIZI OUZLI (EF)		646.000	463.000	1280	--------
8528	TIZI OUZLI CAIDAT	3 km	647.000	463.500	1306	1931 - 1972
8536	TIZI OUZLI S/CT		647.000	463.500	1306	--------
8592	TLETA D'AZLEF	6 km	659.200	477.400	600	--------
8696	TNINE DE BENI HADIFA	14 km	615.000	492.000	870	1947 - 1969
8712	TNINE DE BENI AMMART	10 km	613.400	468.900	1250	1947 - 1969

TABLEAU DES POSTES PLUVIOMETRIQUES PROCHES
DES CONTOURS DU BASSIN VERSANT DE L'OUED
NEKOR AYANT PLUS DE 15 ANS D'OBSERVATIONS

TAB. I.1.2.a.bis

Numéro	N o m	Période d'observation	Nombre d'années	Années complètes
0904	AKNOUL CT 33-01/1	1931 - 1973	42	23
0905	AKNOUL (MI)	1950 - 1972	22	14
0906	AKNOUL EF TIRHEZR.TINE	1931 - 1954	23	17
0912	AKOUER	1948 - 1970	22	2
0917	AL HOCEIMA ville	1943 - 1972	29	22
1164	ARBA TAOURIRT	1947 - 1969	22	6
1408	AZIB DE MIDAR	1942 - 1972	30	22
1808	BENI TIEB	1946 - 1970	24	11
2088	BOUDINAR	1944 - 1971	27	11
3192	EINZOREN	1942 - 1972	30	23
4376	IMENOUD	1947 - 1971	24	11
4560	IZMOREN	1947 - 1971	24	12
7704	TAMASSINT	1947 - 1972	25	11
8472	TIZI IFRI (SMN)	1951 - 1970	19	2
8528	TIZI OUZLI (CAIDAT)	1931 - 1972	41	23
8696	TNINE DE BENI HADIFA	1947 - 1969	22	5
8712	TNINE DES BENI AMMART	1947 - 1969	22	8

I.1.2.- Application de la méthode des double-cumuls :

Au tableau I.1.2. figurent les huit postes choisis avec leurs totaux pluviométriques annuels observés (colonne de droite quand le poste possède deux colonnes). Les graphes des double-cumuls ont été établis pour les couples suivants :

Eïnzoren-Al Hoceïma

Imenoud - Eïnzoren

Imenoud - Al Hoceima

Tamassint - Eïnzoren

Tamassint - Al Hoceima

Azib de Midar - Eïnzoren

Azib de Midar - Al Hoceima

Aknoul CT - Eïnzoren

Aknoul CT - Al Hoceima

Aknoul - Taïneste

Aknoul - Tizi Ouzli

Aknoul - Azib de Midar

Tizi Ouzli - Eïnzoren

Tizi Ouzli - Al Hoceima

Tizi Ouzli - Azib de Midar

Tizi Ouzli - Taïneste

I.1.3.- Conclusions :

Pour les 7 postes pluviométriques étudiés, aucune erreur systématique de longue durée n'a été mise en évidence. Par contre un certain nombre d'anomalies ponctuelles ont été relevées.

Ces anomalies ponctuelles se traduisent sur les graphes des double-cumuls par l'alignement des points sur deux droites décalées l'une par rapport à l'autre. En général, un total pluviométrique anormalement bas ou anormalement élevé est à l'origine de ce décalage. Afin de déterminer le poste pluviométrique à l'origine de cette anomalie, puis les causes de cette même anomalie, les relevés pluviométriques journaliers de l'année incriminée ont été examinés et comparés pour cette même année entre postes voisins.

Un total pluviométrique anormalement bas ou anormalement élevé peut être dû simplement aux fluctuations naturelles de la pluie.

Le plus souvent, il est l'effet d'erreurs temporaires d'observation : omission, erreur de lecture, de transcription, etc...

.../...

TABLEAU DES TOTAUX PLUVIOMETRIQUES ANNUELS

Tableau I.1.2.

Années	Al HOCEIMA 0917	EINZOREN 3192		IMENOUD 4376		TAMASSINT 7704	AZIB DE MIDAR 1408		AKNOUL 0904	TIZI OUZLI 8528	TAINESTE 7560
32 -33										537.4	785.4
33-34										461.5	1155.4
34-35										391.2	866.1
35-36									784.6	371.6	1449.9
36-37									578.6	590.8	861.0
37-38									468.8		785.1
38-39									378.8	628.8	638.7
39-40									526.2	317.9	821.8
40-41									713.4	497.9	1171.8
41-42									451.6	~~276.9~~	795.5
42-43								405.7	526.6	410.6	618.3
43-44			219.8					262.7	505.3	204.6	565.4
44-45	129.8		160.4							274.3	
45-46	241.3		240.0					283.6	593.5	326.9	1210.8
46-47	272.5		252.9					123.8	506.4	378.2	1203.7
47-48	296.2		274.5			354.9		256.1	515.7	357.3	1052.2
48-49	229.6		213.9			239.2		290.3	383.4	354.4	568.5
49-50	262.5		270.4			332.8			492.4	378.3	721.7
50-51			337.7			340.1		287.0	797.2	~~329.7~~	1533.6
51-52			254.4			~~165.4~~		205.1	570.8	399.8	1330.6
52-53	390.3		458.9			347.1		478.1	~~363.9~~	592.9	723.6
53-54	388.9		315.0		387.0	~~246.3~~		352.2	403.1	424.2	779.2
54-55	327.5		316.9			574.0		286.0	574.7		
55-56	440.0		443.2		407.0	424.0		342.5			
56-57	214.9		218.1			281.1		193.5			
57-58	385.3		341.5		358.1	486.1		363.0			
58-59	317.5		268.5					289.0			
59-60	248.0		307.0					312.5			
60-61	256.5		272.4								
61-62	291.0		272.0	193.0	~~448.8~~			461.2			
62-63	501.1										
63-64	349.7	301.2	~~254.4~~		301.0		430.0	~~479.1~~			
64-65	444.1		402.6					364.3			
65-66	184.4				233.0			172.5			
66-67	346.5		355.6		312.0			315.5			
67-68			458.4		475.0					425.5	
68-69			364.5					415.6			
69-70			342.5		354.0				726.1		
70-71					259.0				527.2	578.0	
71-72	247.6		230.0		211.0				307.1		
72-73			353.9								
73-74									428.0		

Les valeurs rayées sont des relevés considérés comme faux.

En ce qui concerne les postes pluviométriques selectionnés, les anomalies relevées sont, pour les plus importantes, examinées ci-dessous poste par poste.

* Eïnzoren année 1963 - 64

Le relevé pluviométrique journalier du 7.2.1964 paraît inexact pour les raisons suivantes :

L'examen des originaux donne une valeur de 5,2 mm pour le relevé jouraalier du 7.2.1964 effectué à Eïnzoren alors que tous les postes pluviométriques voisins fournissent des valeurs supérieures à 40,0 mm (46 mm à Imenoud - 52 mm à Al Hoceima Aéro - 45 mm à Al Hoceima Ville).

Afin de justifier la correction qui semble s'imposer, tous les couples de relevés pluviométriques journaliers effectués conjointement aux postes d'Eïnzoren et Al Hoceima Aéro, pour lesquels au moins une des deux valeurs était supérieure à 20 mm, ont été reportés sur le graphe I 17 qui montre que le point correspondant au relevé du 7.2.1964 se situe hors du nuage de points.

On a considéré que ce relevé était probablement entaché d'une erreur de transcription et on lui a attribué la valeur 52,0 mm.

* Imenoud année 1961 - 62

L'examen des originaux d'observations de l'année 1961 - 62 et 1960-61 revèle l'existence de corrections et de ratures.

Ces corrections résultent d'un changement d'observateur au cours de l'année 1960-61 et d'une confusion entretenue par le nouvel observateur entre le millimètre et le dixième de millimètre de pluie

Elles visent à replacer correctement le point décimal ou la virgule et se traduisent par une multiplication par dix des relevés ou des totaux pluviométriques.

La prise en compte de ces corrections permet de rectifier le total pluviométrique annuel de l'année 1961-62 :

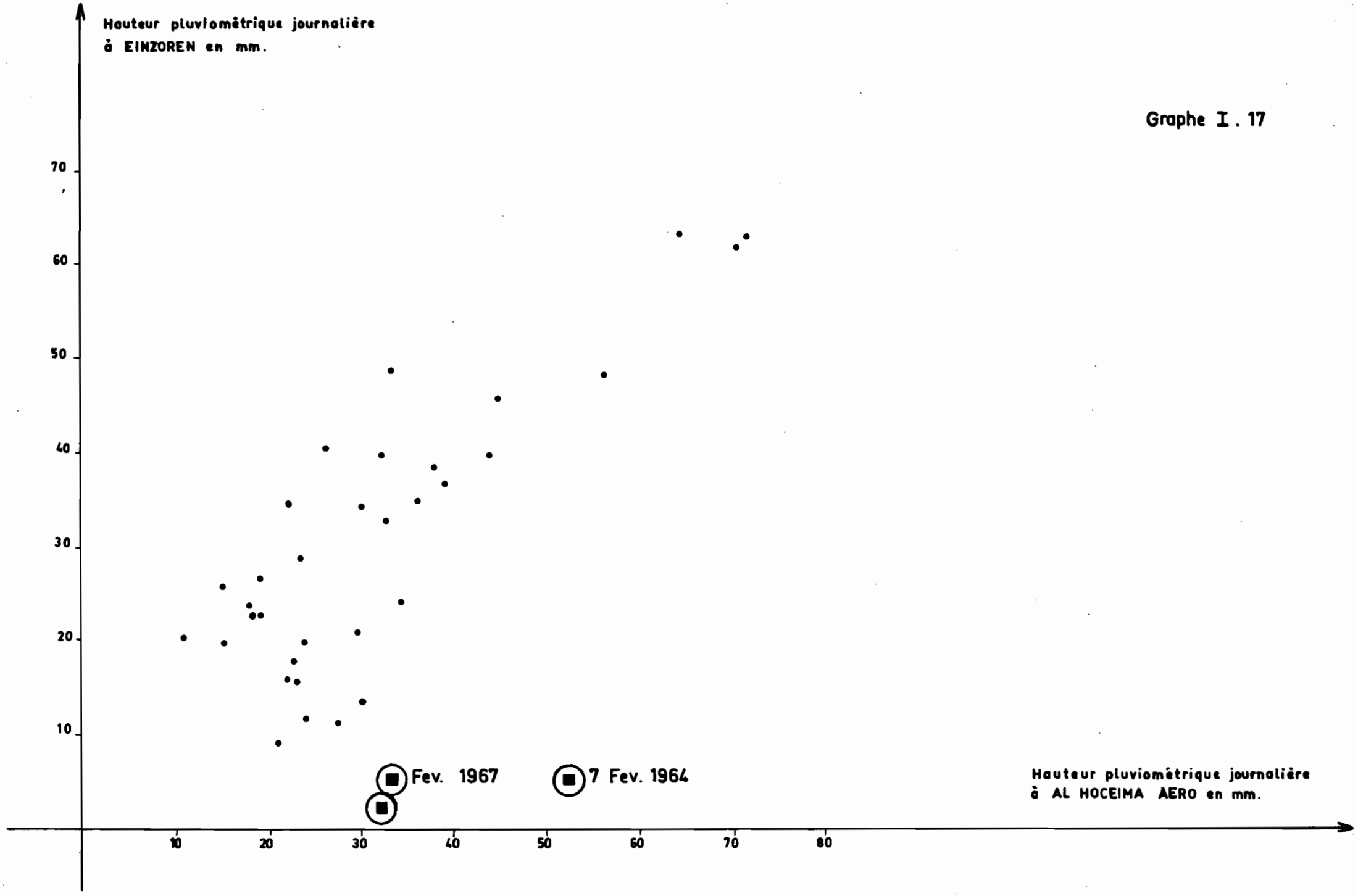
193 mm au lieu de 148,8 mm; elles ne modifient pas les maximums pluviométriques annuels journaliers et bijournaliers

* Tamassint année 1951-52 et 1953-54

Les relevés pluviométriques journaliers paraissent incomplets pour les mois de Mai et Août 1952, Janvier et Février 1954.

La comparaison avec les relevés aux postes voisins permet cependant de penser que les valeurs des maximums journaliers et bijournaliers des années 1951-52 et 1953-54 peuvent être conservés.

.../...


Hauteur pluviométrique journalière
à EINZOREN en mm.
Graphe I . 17
70
60
50
40
30
20
10
Fev. 1967
7 Fev. 1964
Hauteur pluviométrique journalière
à AL HOCEIMA AERO en mm.
10
20
30
40
50
60
70
80

* Azib de Midar année 1961-62 et 1963-64

L'examen des relevés de ce poste pluviométrique pour les années 61-62 et 63-64 met en évidence de fortes valeurs enregistrées aux mois d'Avril et Mai 1962, Février et Juin 1964 :

80 mm	le 19-4-1962
116 mm	le 16-5-1962
50 mm	le 10-1-1964
50 mm	le 16-1-1964
47 mm	le 28-6-1964

La critique des relevés de ce poste est malaisée en raison de l'absence fréquente de relevés pluviométriques aux postes voisins d'Azib de Midar.

Il semble pourtant que les fortes valeurs des mois d'Avril et Mai 1962 (80 mm et 116 mm) observées au poste d'Azib de Midar soient confirmées par les observations faites à Boudinar (63 mm et 88 mm) ; du moins ne peuvent elles être infirmées. Boudinar et Azib de Midar sont distants de 24 km.

La valeur 50 mm observée le 16-1-1964 à Azib de Midar semble également confirmée par la valeur de 19 mm observée le même jour à Beni Tieb, poste distant de 13 km d'Azib de Midar.

En ce qui concerne les autres valeurs,

50 mm	le 10-1-1964
47 mm	le 28-6-1964

Aucune pluie observée dans la région n'est supérieure à 7,0mm pour les douze premiers jours du mois de Janvier 1964, et aucune pluie observée n'est supérieure à 14,5 mm pour les dix derniers jours du mois de Juin 1964.

En raison du caractère très localisé des pluies orageuses d'été, nous admettrons la valeur de 47 mm pour le relevé du 28-6-1964.

Quant au relevé du 10-1-1964, il parait vraisemblablement entâché d'une erreur de transcription affectant la position du point décimal. la valeur de 5,0 mm comme pluie journalière a été adoptée pour la journée du 10-1-1964 à Azib de Midar conformément aux observations des postes voisins.

* Aknoul CT année 1952-53

L'examen des originaux d'observation de ce poste révèle des surcharges qui rendent les relevés de cette année inexploitables. Aussi, les données de 1952-53 n'ont pas été prises en compte pour ce poste.

.../...

* Tizi Ouzli (Caïdat) 1941-42 , 1943-44
et 1950-51

Les observations faites à Tizi Ouzli pour ces années sont incomplètes et douteuses. Elle n'ont pas été prises en compte dans l'étude.

Les résultats de la critique des totaux pluviométriques annuels figurent au tableau I.1.2., où les totaux pluviométriques douteux ont été supprimés.

I.2.- Critique des maximums pluviométriques journaliers et bijournaliers annuels.

La critique des maximums pluviométriques journaliers et bijournaliers annuels vise d'une part à s'assurer de la vraisemblance et de l'exactitude des relevés pluviométriques journaliers correspondant aux maxima annuels observés et d'autre part à étendre les échantillons de maximums annuels par la prise en compte des années incomplètes.

Dans un premier temps, il a été procédé à une vérification par comparaison entre postes voisins et par examen des originaux que les maxima annuels ne correspondaient pas à des cumuls pluviométriques.

Dans un deuxième temps, nous avons étendu la comparaison des pluies journalières entre postes pluviométriques à observations incomplètes et postes pluviométriques à observations complètes afin de prendre en compte les maxima journaliers et bijournaliers des années incomplètes.

Les seules anomalies notées sont celles qui ont été examinées plus haut. La comparaison des relevés pluviométriques entre postes voisins a permis de prendre en compte un total de 25 années incomplètes pour les 7 postes selectionnés (3 années à Eïnzoren, 2 années à Al Hoceima, 6 années à Imenoud, 2 années à Tamassint, 6 années à Azib de Midar, 5 années à Aknoul, 1 année à Tizi Ouzli).

Les résultats de cette critique figurent aux tableaux I.2.1 et I.2.2. Chaque poste y possède deux colonnes :

Colonne de droite	valeurs originales
Colonne de gauche	corrections éventuelles et valeurs supplémentaires correspondant aux années incomplètes.

Les maxima journaliers ou bijournaliers corrigés sont rayés d'un trait dans la colonne de droite et leurs valeurs corrigées figurent sur la même ligne dans la colonne de gauche.

Les maximums journaliers ou bijournaliers supprimés sont simplement rayés d'un trait dans la colonne de droite.

.../...

TABLEAU DES MAXIMUMS PLUVIOMETRIQUES JOURNALIERS
A N N U E L S

Tableau I. 2.1.

Années	AL HOCEIMA 0917		EINZOREN 3192		IMENOUD 4376		TAMASSINT 7704		AZIB DE MIDAR 1408		AKNOUL CT 0904		TIZI OUZLI 8528	
32 - 33											30.9			70.8
33 - 34											46.7			59.5
34 - 35														46.1
35 - 36												66.0		40.1
36 - 37												68.0		73.1
37 - 38												33.1	39.8	
38 - 39												21.6		113.8
39 - 40												41.8		31.0
40 - 41												77.0		66.5
41 - 42												66.5		~~22.0~~
42 - 43										47.0		46.3		~~54.0~~
43 - 44				17.0						30.0		34.2		~~25.0~~
44 - 45		18.8		39.0					21.5		28.5			28.0
45 - 46		30.4		16.0						65.5		48.8		25.0
46 - 47		86.7		50.0						~~18.0~~		42.0		38.3
47 - 48		59.5		68.0				81.8		35.0		50.5		33.7
48 - 49		27.7		33.4				23.7		30.5		29.5		43.2
49 - 50		40.8		72.5				110.0	81.5			95.0		85.0
50 - 51	99.0			57.0				48.0		30.0		78.8		32.3
51 - 52	44.0			29.0	28.0			18.0		35.0		82.5		27.7
52 - 53		68.0		60.5	50.0			52.0		49.0		~~21.5~~		44.0
53 - 54		53.0		47.0		46.0		51.0		41.0		37.0		41.5
54 - 55		26.0		61.5				115.0		74.0		39.2		
55 - 56		56.0		35.0		47.0		49.0		52.0				
56 - 57		70.0		53.0	50.0			50.0		26.0				
57 - 58		40.0		35.0		37.0		28.0		33.0				
58 - 59		28.0		22.5						33.0				
59 - 60		31.0		32.0						35.0				
60 - 61		54.0		26.0	28.0									
61 - 62		39.0		36.5		35.0				116.0				
62 - 63		74.5	89.0		137.0		120.0							
63 - 64		45.0	52.0	~~46.0~~		46.0				67.5				
64 - 65		62.5		63.0	85.0					77.0				
65 - 66		25.0	13.5			26.0				23.0				
66 - 67		34.0		40.5		38.0				105.0				
67 - 68				49.0		80.0			54.5		40.0			101.0
68 - 69										48.0	38.8			
69 - 70						40.0			38.0			70.2		
70 - 71						55.0						45.5		36.0
71 - 72		42.0	37.0			55.0	63.3		30.0			31.4		
72 - 73									75.5					
-														
-														
-														

Les valeurs rayés sont des relevés considérés comme faux.

TABLEAU DES MAXIMUMS PLUVIOMETRIQUES BIJOURNALIERS
A N N U E L S

Tableau I.2.2.

Années	AL HOCEIMA 0917		EINZOREN 3192		IMENOUD 4376		TAMASSINT 7704		AZIB DE MIDAR 1408		AKNOUL 0904		TIZI OUZLI 8528	
32 - 33											37.2			89.3
33 - 34											70.8			59.5
34 - 35														89.7
35 - 36												72.4		42.8
36 - 37												92.7		101.6
37 - 38												55.0	57.3	
38 - 39												24.2		132.5
39 - 40												73.2		32.0
40 - 41												86.1		112.5
41 - 42												84.5		~~34.0~~
42 - 43										70.0		64.3		~~54.0~~
43 - 44				22.2						43.5		56.0		~~25.6~~
44 - 45		21.9		39.0					21.5		28.5			35.0
45 - 46		30.4		25.8						76.7		71.8		36.9
46 - 47		88.0		50.0						~~19.0~~		47.0		41.8
47 - 48		76.1		89.0				96.0		59.0		65.5		44.2
48 - 49		42.7		33.4				24.7		47.5		38.4		46.8
49 - 50		64.1		74.5				113.3	93.6			98.2		92.0
50 - 51	104.5			71.5				64.0		38.2		78.8		~~39.1~~
51 - 52	40.0			29.0	31.0			23.4		36.8		112.1		29.6
52 - 53		77.0		80.0	64.0			63.0		86.0		~~35.3~~		57.0
53 - 54		73.0		67.0		48.0		51.0		43.0		54.5		54.9
54 - 55		46.0		77.5				165.0		108.2		74.4		
55 - 56		68.5		47.0		56.0		66.0		72.0				
56 - 57		82.2		57.0	55.0			70.0		46.0				
57 - 58		45.0		40.0		69.0		52.0		46.0				
58 - 59		39.0		36.5						57.0				
59 - 60		35.0		34.0						38.0				
60 - 61		63.0		38.5	55.0									
61 - 62		47.0		69.5		57.0				155.0				
62 - 63		83.5	106.0		167.0		138.5							
63 - 64		81.0		51.0		46.0				77.5				
64 - 65		85.0		97.0	113.0					84.0				
65 - 66		31.5	24.5			26.0				24.0				
66 - 67		49.5		52.0		42.0				131.0				
67 - 68				97.5		138.0			56.0		46.2			117.0
68 - 69										54.5	55.2			
69 - 70						51.0			63.0			100.0		
70 - 71						55.0						66.2		61.0
71 - 72		42.5	44.0			68.0	68.3		37.0			33.6		
72 - 73									88.0					

Les valeurs rayées sont des relevés considérés comme faux.

II.- ETUDE STATISTIQUE DES MAXIMA PLUVIOMETRIQUES ANNUELS :

L'étude critique des relevés pluviométriques fournit les échantillons suivants :

Al Hoceima	24	maxima annuels journaliers
	24	" " bijournaliers
Eïnzoren	26	maxima annuels journaliers
	26	" " bijournaliers
Imenoud	17	maxima annuels journaliers
	17	" " bijournaliers
Tamassint	13	maxima annuels journaliers
	13	" " bijournaliers
Azib de Midar	27	maxima annuels journaliers
	27	" " bijournaliers
Aknoul CT	26	maxima annuels journaliers
	26	" " bijournaliers
Tizi Ouzli	20	maxima annuels journaliers
	20	maxima annuels bijournaliers

Les ajustements à ces 14 échantillons ont été tentés pour les lois statistiques suivantes :

Loi Normale, loi de Gumbel, loi Log-Normale et loi Gamma incomplète.

Le calcul des paramètres a été réalisé à l'ordinateur en utilisant pour les lois de Gumbel, Log-Normale et Gamma incomplète la méthode du maximum de vraisemblance.

Afin de déterminer les lois adéquates, on a reporté sur papier gaussique, pour chaque échantillon, les valeurs observées et les lois correspondantes.

Un simple test visuel a permis de choisir les lois qui ajustent au mieux les échantillons observés.

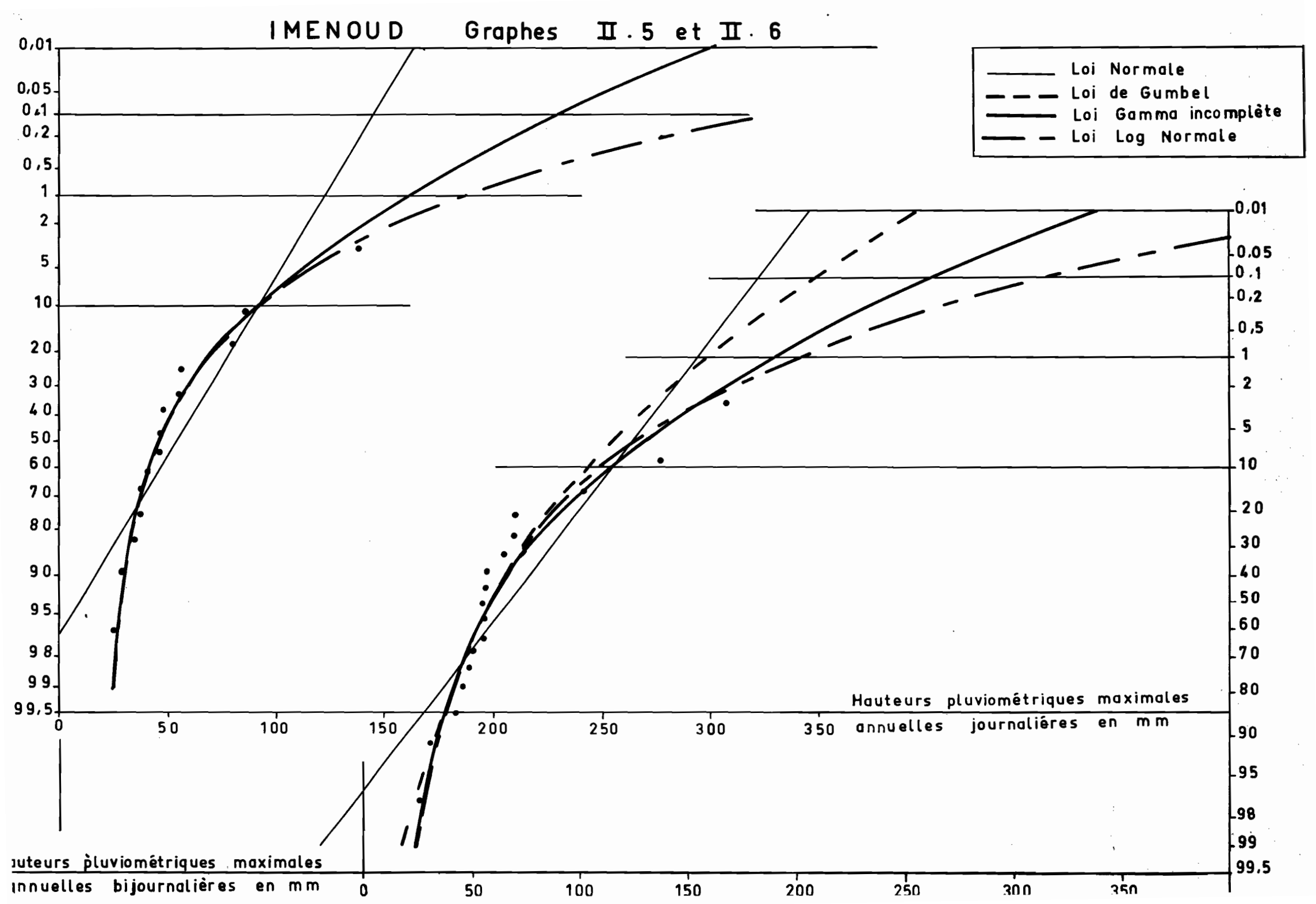
Les résultats figurent au tableau II.1. Les lois figurant sur ce tableau sont parmi les quatre types de lois proposées celles qui s'adaptent le mieux aux échantillons observés , ce qui ne veut pas dire qu'elle s'y adaptent bien.

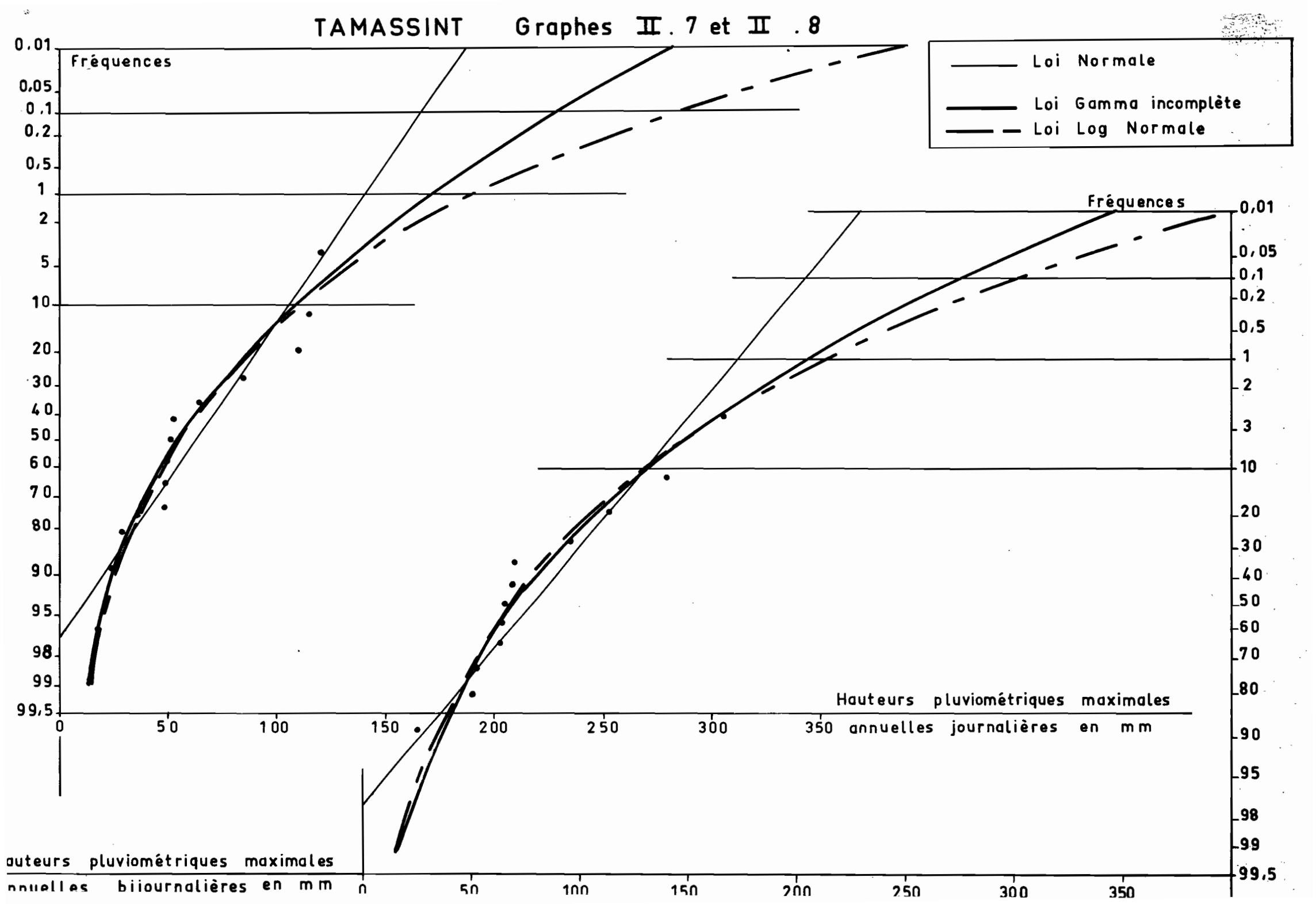
Ainsi pour l'échantillon des pluies maximales observées en 48 heures à Al Hoceima, aucune loi ne donne satisfaction. On a cependant mentionné la loi Normale parce qu'elle s'ajuste mieux aux valeurs les plus fortes.

.../...

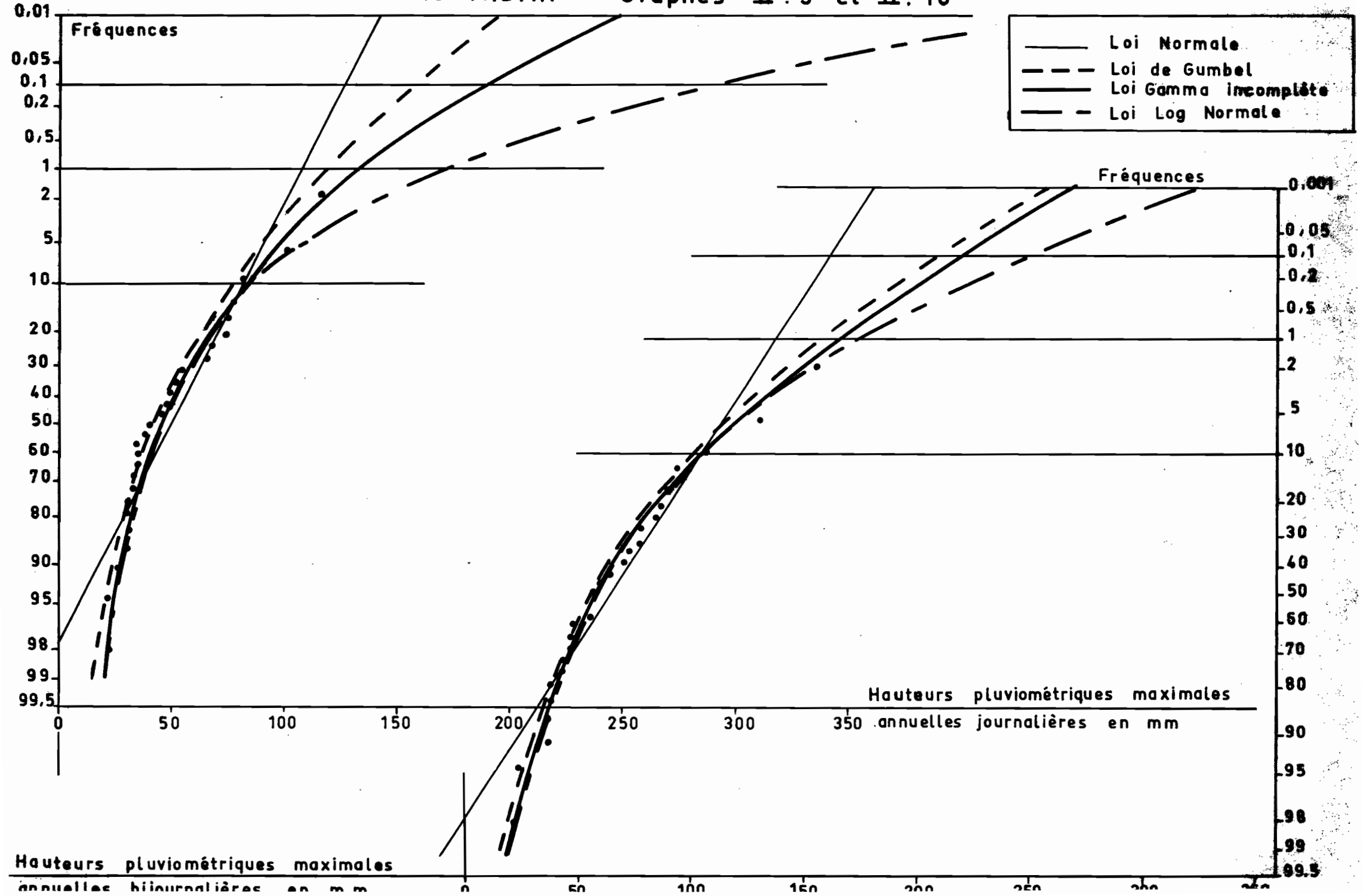
TABLEAU II 1.

Station	Echantillon		Nature de la loi	Fréquence Millénaire	Fréquence Décamillénaire
	Nature	dimension			
AL HOCEIMA	Max. en 24h.	24	Gamma incomp.	156,0	193,2
	Max. en 48 h.	24	normale	128,2	142,2
EINZOREN	Max. en 24 h.	26	Gamma incomp.	121,0	143,0
	Max. en 48 h.	26	Gumbel	178,1	222,7
IMENOUD	Max. en 24 h.	17	Gamma incomp.	231,3	307,5
	Max. en 48 h.	17	Gamma incomp.	264,4	337,2
TAMASSINT	Max. en 24 h.	13	Gamma incomp.	228,2	283,4
	Max. en 48 h.	13	Gamma incomp.	279,4	347,5
AZIB DE MIDAR	Max. en 24 h.	27	Gamma incomp.	185,0	234,4
	Max en 48 h.	27	Log-normale	245,5	329,0
AKNOUL CT 301/1	Max. en 24 h.	26	Gamma incomp.	147,2	180,2
	Max. en 48 h.	26	Log-normale	139,7	156,6
TIZI OUZLI	Max. en 24 h.	20	Gamma incomp.	193,4	246,3
	Max. en 48 h.	20	Gamma incomp.	228,3	284,7

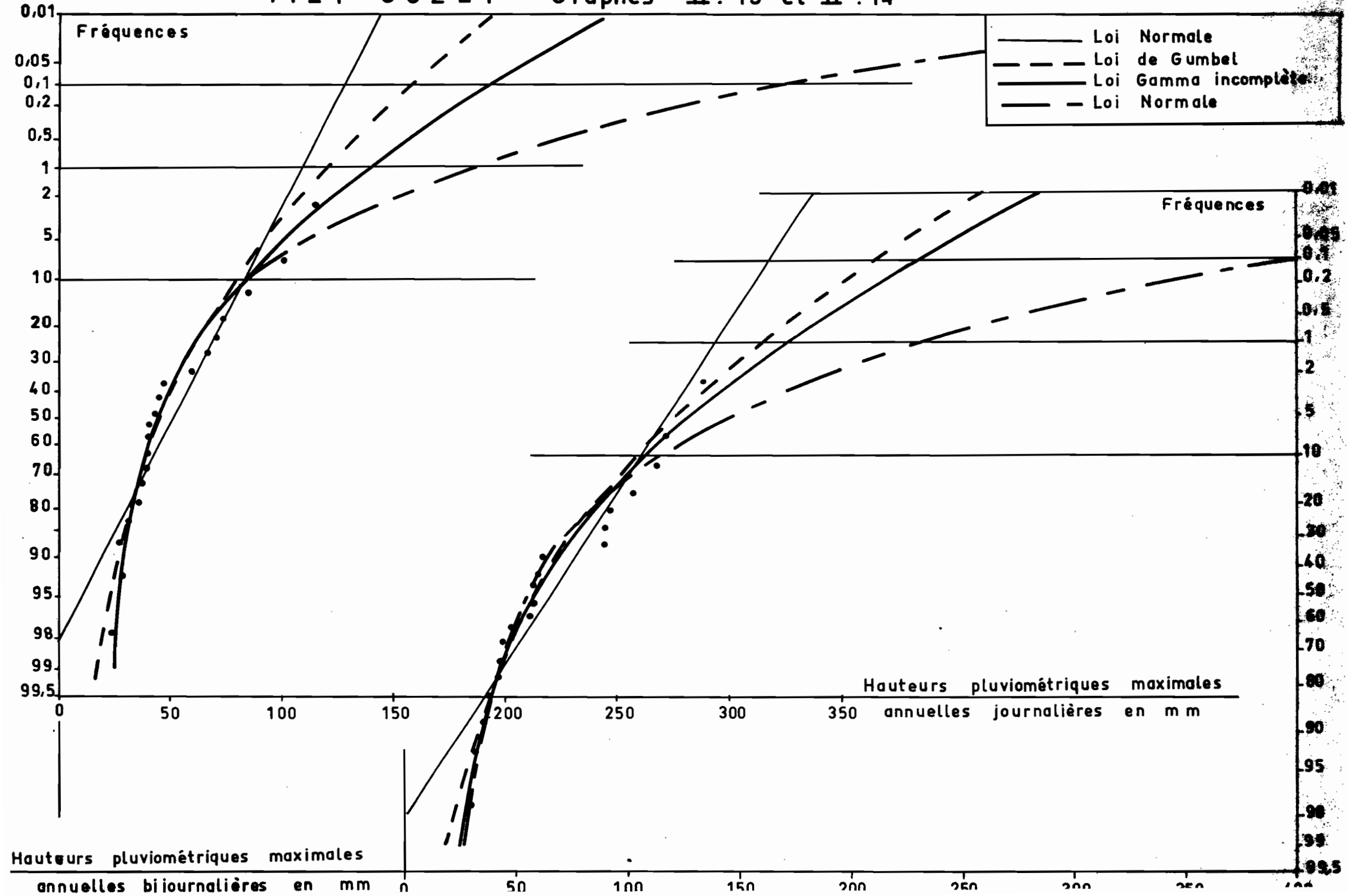

IMENOUD Graphes II.5 et II.6
Loi Normale
Loi de Gumbel
Loi Gamma incomplète
Loi Log Normale
0,01
0,05
0,1
0,2
0,5
1
2
5
10
20
30
40
50
60
70
80
90
95
98
99
99,5
0
50
100
150
200
250
300
350
Hauteurs pluviométriques maximales annuelles journalières en mm
auteurs pluviométriques maximales
annuelles bijournalières en mm


TAMASSINT Graphes II. 7 et II .8
Fréquences
0,01
0,05
0,1
0,2
0,5
1
2
5
10
20
30
40
50
60
70
80
90
95
98
99
99,5
0
50
100
150
200
250
300
350
Hauteurs pluviométriques maximales
annuelles journalières en mm
Loi Normale
Loi Gamma incomplète
Loi Log Normale
Fréquences
0,01
0,05
0,1
0,2
0,5
1
2
3
10
20
30
40
50
60
70
80
90
95
98
99
99,5
0
50
100
150
200
250
300
350
auteurs pluviométriques maximales
nnuelles biiournalières en mm

AZIB de MIDAR Graphes II.9 et II.10



TIZI OUZLI Graphes II.13 et II.14



Seuls les graphes ayant une utilité pour l'estimation des pluies ponctuelles journalières et bijournalières de fréquence millénaire sur le bassin versant de l'Oued Nekor ont été joints à cette étude. Ils concernent les échantillons de maximums annuels journaliers et bijournaliers d'Imenoud, Tamassint, Azib de Midar et Tizi Ouzli, dont le choix sera expliqué plus bas (chapitre IV paragraphe IV-1).

On remarquera que pour les postes d'Al Hoceima et Aknoul, les pluies de fréquence millénaire et décamillénaire en 24 heures sont plus fortes que les pluies de fréquence millénaire et décamillénaire en 48 heures.

Le manque de représentativité des échantillons observés joint à la faible dimension des échantillons induit inévitablement de telles anomalies lorsque l'extrapolation est excessivement forte.

III.- ETUDE DES CRUES SUR LE BASSIN VERSANT DE L'OUED NEKOR A LA STATION DE TAMELLAHT :

Pour l'étude des crues de l'Oued Nekor, on dispose d'une chronique des relevés limnimétriques commençant en octobre 1965, soit 9 années de mesures de niveaux d'eau à l'échelle limnimétrique de Tamellaht.

III.1.- Etude des formes des hydrogrammes: Les différents types de crues ont été caractérisés en ne tenant compte que des crues dont les débits de pointe sont supérieurs à 200 m3/s. Trente (30) crues ont ainsi été dénombrées entre octobre 1965 et juillet 1974. Pour chacune de ces crues les opérations suivantes ont été effectuées :

tracé de l'hydrogramme
détermination du : temps de montée
temps de base
débit de base
volume écoulé
débit moyen

Les hydrogrammes sont en général de forme triangulaire. Un certain nombre de ces hydrogrammes ressemblent grossièrement à des triangles isocèles (temps de base double du temps de montée).

Ils se caractérisent par une décrue rapide. Sur certains hydrogrammes la décrue est plus rapide que la montée.

Parmi les trente crues étudiées, quatre ont été selectionnées parce qu'elles semblent représentatives des différents types enregistrés (graph. III.1)

Au tableau III 1 figurent les principales valeurs des paramètres permettant de caractériser les crues observées ; leurs hydrogrammes correspondant ont été figurés sur les graphes III 1 à III 7.

.../...

III.2.- Estimation des coefficients de ruissellement sur le bassin versant de l'Oued Nekor :

II.2.1.-Estimation des volumes précipités :

A chacune des crues enregistrées sur la période d'observations 1965-74 correspond un épisode pluvieux pour lequel des mesures ont été faites aux postes pluviométriques de la région.

Dans la plupart des cas, les relevés pluviométriques ont lieu une fois par jour à 7 heures ou 8 heures le matin.

Aucune indication supplémentaire ne figure sur les originaux permettant de situer l'averse dans la journée.

La méthode suivante a été adoptée pour l'estimation des volumes précipités :

a/ calcul des totaux pluviométriques à tous les postes disponibles pour des épisodes de 1,2 ou 3 jours encadrant la crue étudiée.

On s'est parfois contenté des données des postes situés à la périphérie du bassin.

b/ calcul des volumes pluviométriques par la méthode de Thiessen.

Les résultats obtenus pour une vingtaine d'épisodes pluvieux correspondant à des crues observées figurent au tableau III.2.

L'estimation des volumes pluviométriques peut être entâchée d'erreurs importantes dont la cause est l'insuffisance des postes pluviométriques utilisables sur le bassin versant de l'Oued Nekor.

Cette insuffisance des données conduit à accorder une grande importance aux postes d'Imenoud et Pont du Nekor. L'erreur relative ainsi commise sur l'estimation des volumes précipités sur le bassin versant de l'Oued Nekor à Tamellaht ne devrait cependant pas excèder 25 %.

III.2.2.- Estimation des volumes écoulés :

En l'absence de toute indication concernant les averses génératrices de crues le temps de concentration du bassin versant de l'Oued Nekor a été estimé à 5 heures.

Sur l'ensemble des pluviomètres, les relevés ont été considérés comme étant faits à 7 heures du matin.

En conséquence, les volumes écoulés ont été calculés sur des périodes de 1,2 ou 3 jours selon les cas avec un déphasage de 5 heures par rapport aux relevés pluviométriques.

.../...

Pour le calcul des volumes écoulés, les débits de base ont été retranchés des débits observés (volume écoulé = volume écoulé global - volume écoulé correspondant au débit de base).
Deux valeurs du débit de base ont été données :

- une première valeur en début de crue valable pour toute la période qui précède la crue.

- une seconde valeur en fin de crue valable pour toute la période qui suit la crue.

Les débits les plus faibles observés pendant les deux périodes ainsi définies ont été pris comme débits de base pour chacune des périodes.

On remarquera que les erreurs d'appréciation des volumes écoulés sont dues en grande partie aux erreurs d'appréciation sur les débits, les jaugeages effectués sur l'Oued Nekor n'ayant pas permis d'étalonner la station pour des débits supérieurs à 80 m3/s.

Les estimations des volumes écoulés définis ci-dessus figurent au tableau III.3. Sur ce même tableau, figurent également les volumes de crue et les débits de base avant la crue et après la crue.

III.2.3.- Estimation des coefficients de ruissellement sur le bassin versant de l'Oued Nekor :

Les différentes valeurs des volumes pluviométriques et des volumes écoulés correspondants ont été reportés sur le graphe III.2.

Chaque couple de volume précipité-volume écoulé est représenté par un point numéroté (graphe III.2. et tableau III.3.).

Les droites issues de l'origine représentent quelques valeurs du coefficient de ruissellement.

En estimant à 25 % l'erreur relative commise sur les volumes pluviométriques et à 25 % l'erreur relative commise sur les volumes écoulés on peut définir autour de chaque point du graphe III.2. une aire limitée par les côtés d'un rectangle.

Dans la plupart des cas, le point figurant les valeurs volume précipité-volume écoulé se situe avec une forte probabilité à l'intérieur de ce rectangle. Le graphe III.2. permet ainsi de mettre en évidence des anomalies :

- le point n° 8 figurant la crue du 10 au 11 mars 1968 est situé au-dessus de la demi-bissectrice, dans une zone où ne devrait figurer aucune crue pour laquelle le volume écoulé et le volume-précipité ont été correctement estimés. Il semble que le volume écoulé soit fortement surestimé. Il faudrait en effet une pluie moyenne sur le bassin versant de l'Oued Nekor supérieure à 50,0 mm pour obtenir la crue enregistrée. Or aucune pluie ponctuelle enregistrée n'est supérieure à 47,3 mm.

.../...

TABLEAU III 1.

Etude des crues à la station de TAMELLAHT sur le Bassin versánt de l'Oued Nekor

Date			Type de crue	Temps de montée	Temps de base	Débit maximum en m3/s	Débit de base	Volume écoulé en m3	Débit moyen en m3	Débit max / Débit Moyen
Jour	mois	année								
6	11	1965	D	2h20	6h	270	4	-	-	-
6	11	1965	D	-	7h	270	4	3.393.000	135	2.00
16.17	02	1966	C	2h00	14h	470	8	10.750.000	213	2.21
21	02	1966	D	4h00	9h	325	12	8.548.000	164	-
21	02	1966	D	1h00	5h30	215	12			
22	02	1966	D	1h30	4h30	354	16	3.286.000	203	1.74
13	09	1966	S	2h00	2h45	455	12	2.025.000	205	2.22
14.15	09	1966	S	5h00	7h30	355	8	4.505.000	167	2.13
10	10	1966	S	9h00	16h	470	4	11.748.000	204	
01.02	09	1967	S	5h00	8 h45	466	4	6.637.000	211	2.21
29	09	1967	S	2h00	3h45	346	8	2.153.000	160	2.16
31	12	1967	C	7h00	19h	360	26	10.508.000	154	2.34
10.11	03	1968	C	10h00	19h	760	9	29.413.000	430	1.77
31.01	03.04	1968	C	10h00	15h	1700	18	26.180 .000	493	3.45
31.01	03.04	1968	C	1h00	4h	720	36	5.576.000	387	1.86
22.23	04	1968	D	4h00	7h	270	8	2.424.000	96	2.61
22.23	04	1968	D	3h00	6h	394	8	3.450.000	160	2.46
10.11	05	1968	C	-	25h	414	24	21.557.000	239	1.73
14	01	1969	S	3h00	9h	490	16	8.925.000	275	1.78
27.28	02	1969	S	7h00	16h	850	8	24.480.000	425	2.00
10.11	10	1969	S	3h00	11h	284	12	5.753.000	145	1.96
29	10	1969	S	3h00	6h	390	14	4.113.000	190	2.05
20	11	1969	D	2h30	7h	315	14	4.000.000	159	1.98
27	10	1969	D	4h00	8h	270	14	3.472.000	121	-
31.	12	1969	S	3h00	8h	284	18	4.085.000	142	2.00
10	10	1972	D	1h00	2h30	215	4	962.400	107	2.01
17.18	04	1973	S	9h00	22h	220	16	8.726.000	110	2.00
07.08	11	1973	S	0h40	1h20	730	2	1.498.000	312	2.34
02	06	1974	D	1h30	5h	250	6	1.771.000	98	2.55
04	07	1974	S	0h10	1h	400	16	730.800	203	1.97

S Crue simple
D Crue double
C Crue complexe

TABLEAU III - 2. ESTIMATION DES VOLUMES PLUVIOMETRIQUES

DATE	IMENOUD	Pont du NEKOR	AZIB DE MIDAR	TIZI OUZLI	AKNOUL	TIRHERRATINE	BOUTED	TNINE DES BENI AMMART	TIZI IFRI	TNINE DES BENI HADIFA	VOLUMES PLUVIO en m3
5.11.65	7.0 317.6		13.0 32.0		25.0 168.0			0.0 145.6		18.0 20.8	7.213.600
15.2.66 16		2.0 435.6			58.0 86.0		35.0 94.8	78.0 52.8		12.5 14.8	13.480.600
20.9.66 21 22		11.5 435.6			51.5 86.0		86.7 94.8	40.5 52.8		0.0 14.8	19.795.960
12.09.66	15.0 346.8		0.0 31.6			68.0 263.2				0.0 42.4	23.099.600
13 14.09.66	7.0 346.8		11.0 31.6			57.0 263.2				5.0 42.4	17.989.600
9 10.10.66	38.0 318.4		21.0 31.6			18.5 185.6	37.2 112.4			44.5 36.0	21.979.700
30 31.12.67		45.0 422.4	56.0 8.0		46.2 | 52.5 126.8		41.9 98.4			58.0 28.4	31.483.700
10.03.68 11	40.0	28.8 407.6	37.0 8.0		25.0 126.8		47 .3 141.6				21.902.600
30 31.03.68		78.8 373.6	47.5 8.0	101.0 138.0	76.5 46.0		84.7 110.4		87.0 8.0		57.323.580
31.03.68		76.0 373.6	17.5 8.0	60.0 138.0	44.0 46.0		73.3 110.4		57.5 8.0		47.390.000
21 22.04.68		12.5 373.6	14.0 8.0	10.0 138.0	6.3 | 6.0 46.0		12.0 110.4		30.0 8.0		8.012.000
10.05.68	68.0 239.2		20.0 32.0	42 .0 208.8	14.4 | 16.5 46.0		18.6 108.8			21.5 49.2	29.446.680
13 14.01.69		20.0 370.4	13.5 8.0	26.0 139.2	38.7 | 41.0 46.0		45.7 52.8	28.0 52.8		28.0 14.8	17.274.100
26 27.02.69		26.4 349.6	48.0 8.0	62.0 138.0	40.8 | 49.1 46.0		69.6 110.4		74.0 8.0	33.0 24.0	29.305.000
10.10.69		6.3 426.0	10.0 8.0		63.0 | 50.0 146.8			27.0 103.2			13.844.400
28.10.69		17.0 426.0	38.0 8.0		2.4 | 3.1 146.8			0.0 103.2			8.113.600
27.10.69		11.1 426.0	25.0 8.0		6.4 | 13.8 146.8			0.7 103.2			7.202.840
20 21.11.69		21.0 470.0	59.0 8.0		57.7 | 55.5 170.4				49.3 35.6		21.742.000
30 31.12.69		18.4 383.2	11.0 8.0	18.0 168.8	63.0 | 97.2 78.4				123.0 45.6		22.065.900
7.11.73		3.7 373.6	0.0 8.0	110.0 138.0	53.6 | 22.4 46.0		9.0 118.4				19.375.920

Pour chaque épisode

1 - La 1ère ligne donne les relevés pluviométriques (en mm) disponibles pour la période considérée.

2 - La deuxième ligne donne les aires (km2) d'influence de chaque pluviomètre

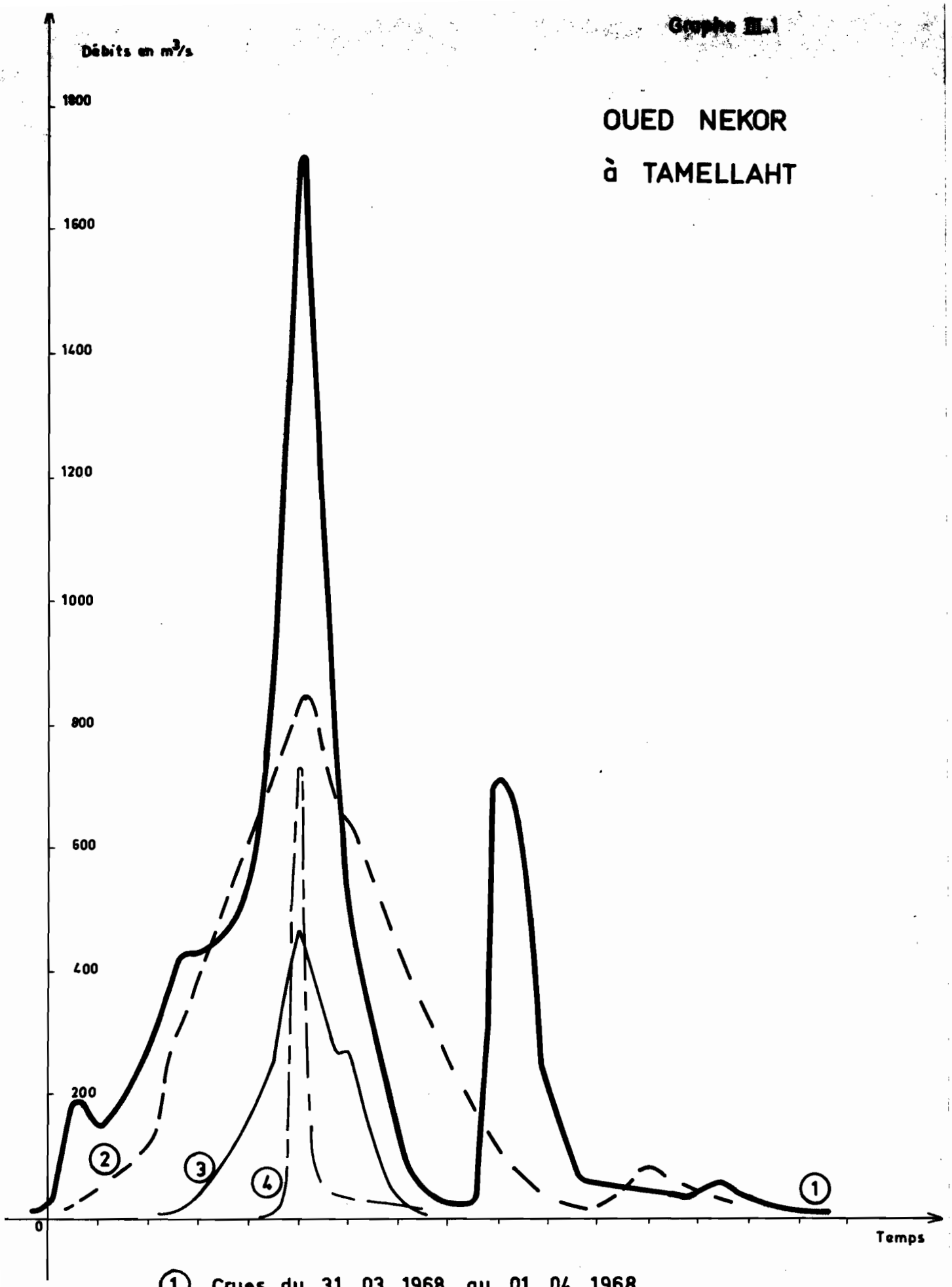
3 - La dernière colonne donne les volumes précités correspondants

TABL. III. 3

ESTIMATION DES VOLUMES ECOULES

Dates	Temps de base	Crues Volume de crue en m3	Estimation des Volumes écoulés Durée	Débits debase Avant	Débits debase Après	Volumes écoulés	N° d'ordre
6.11.65	13h	3.393.000	24h	0.25	0.25	3.410.000	1
16 17.02.66	14h	10.750.000	48h	0.20	1.00	11.100.000	2
21 22. 02.66	19h	11.800.000	72h	0.80	1.20	13.600.000	3
23 13.09.66	2h45	2.025.000	24h	0.60	4.90	2.240.000	4
14. 15 09.66	7h30	4.505.000	48h	0.50	0.50	4.670.000	5
10 11.10.66	16h	11.750.000	24h	0.12	0.37	11.900.000	6
31.12.67	19h	10.508.000	48h	2.50	2.50	10.900.000	7
10 11.03.68	19h	29.413.000	48h	9.00	15.0	34.200.000	8
31.03 01.04.68	19h	31.756.000	48h	5.0	1.4	33.100.000	9
31.03.68	15h	26.180.000	24h	5.0	10.0	26.400.000	10
22 23.04.68	11h	5.400.000	24h	2.0	0.94	5.550.000	11
10.05.68 11	25h	21.557.000	24h	20.0	20.0	21.350.000	12
14.01.69	9h	8.925.000	48h	2.0	1.0	10.150.000	13
27 28.02.69	16h	24.480.000	48h	30.0	30.0	27.800.000	14
10. 11.10.69	11h	5.753.000	24h	2.0	0.5	6.460.000	15
29.10.69	6h	4.113.000	24h	4.0	2.0	4.560.000	16
27.10.69	8h	3.472.000	24h	5.0	5.0	4.030.000	17
31.12.69	8h	4.085.000	48h	2.0	2.0	6.550.000	18
07.11.73	1h20	1.500.000	24h	0.3	5.0	2.120.000	19

Graphe III.1



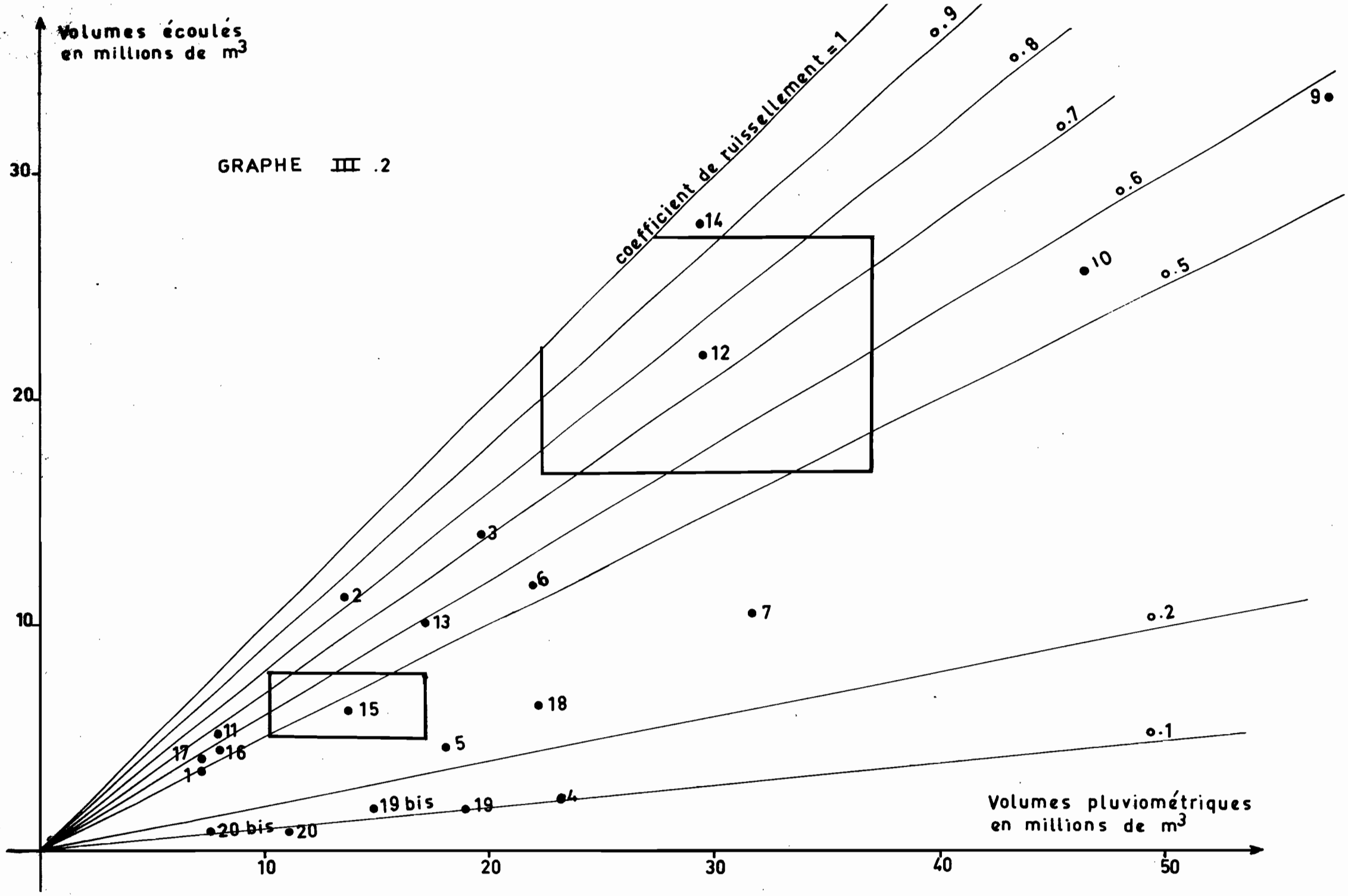
① Crues du 31_03_1968 au 01_04_1968 ———

② Crues du 27_02_1969 au 28_02_1969 _ _ _

③ Crues du 01_09_1967 au 02_09_1967 ——

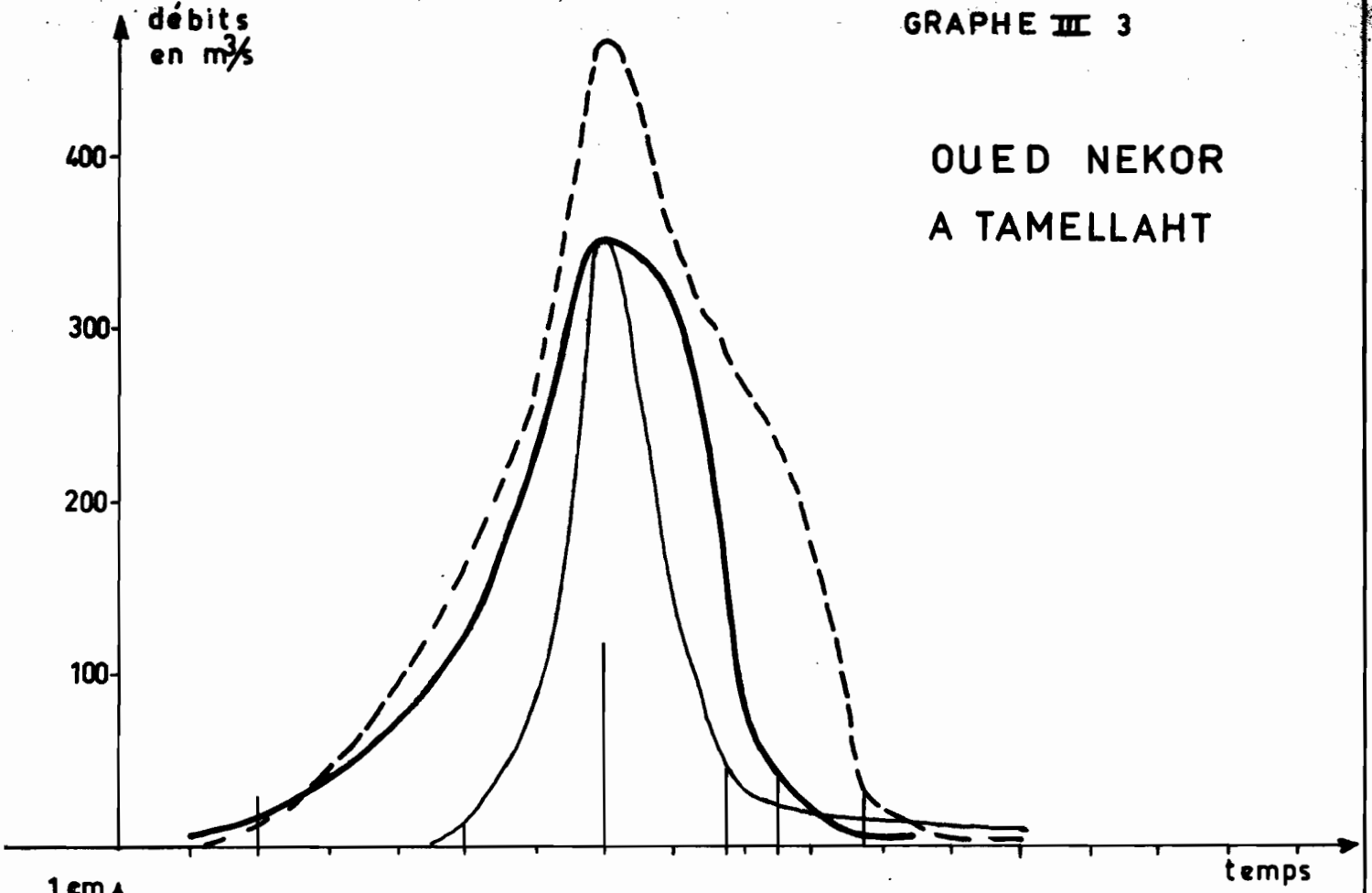
④ Crues du 07_11_1973 au 08_11_1973 — —

→ cm = 2 h


Volumes écoulés
en millions de m3
GRAPHE III .2
coefficient de ruissellement = 1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.2
0.1
Volumes pluviométriques
en millions de m3
30
20
10
10
20
30
40
50
1
2
3
4
5
6
7
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
19 bis
20
20 bis

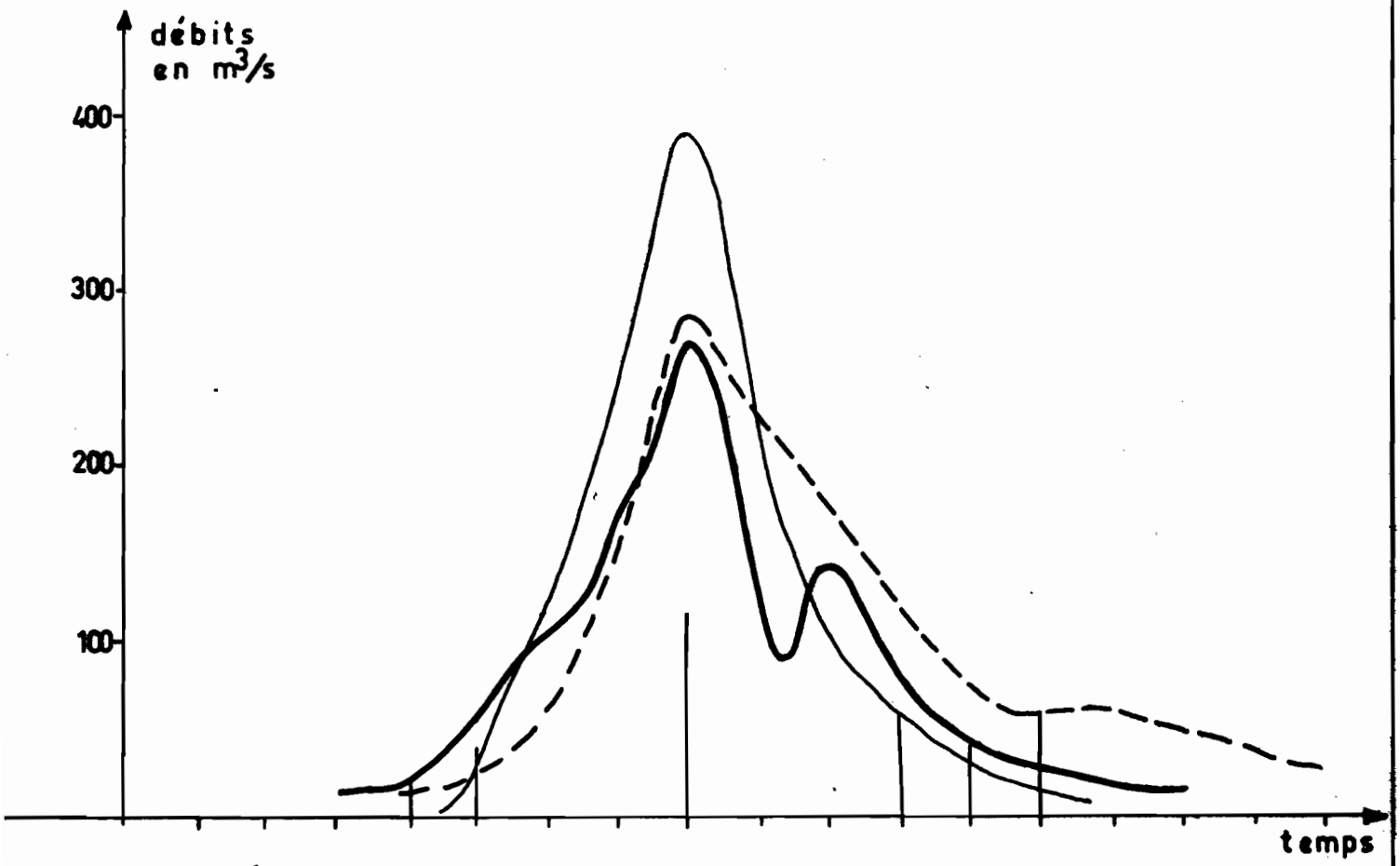
GRAPHE III 3

OUED NEKOR A TAMELLAHT



1 cm = 40 m³/s
1 cm = 1 h

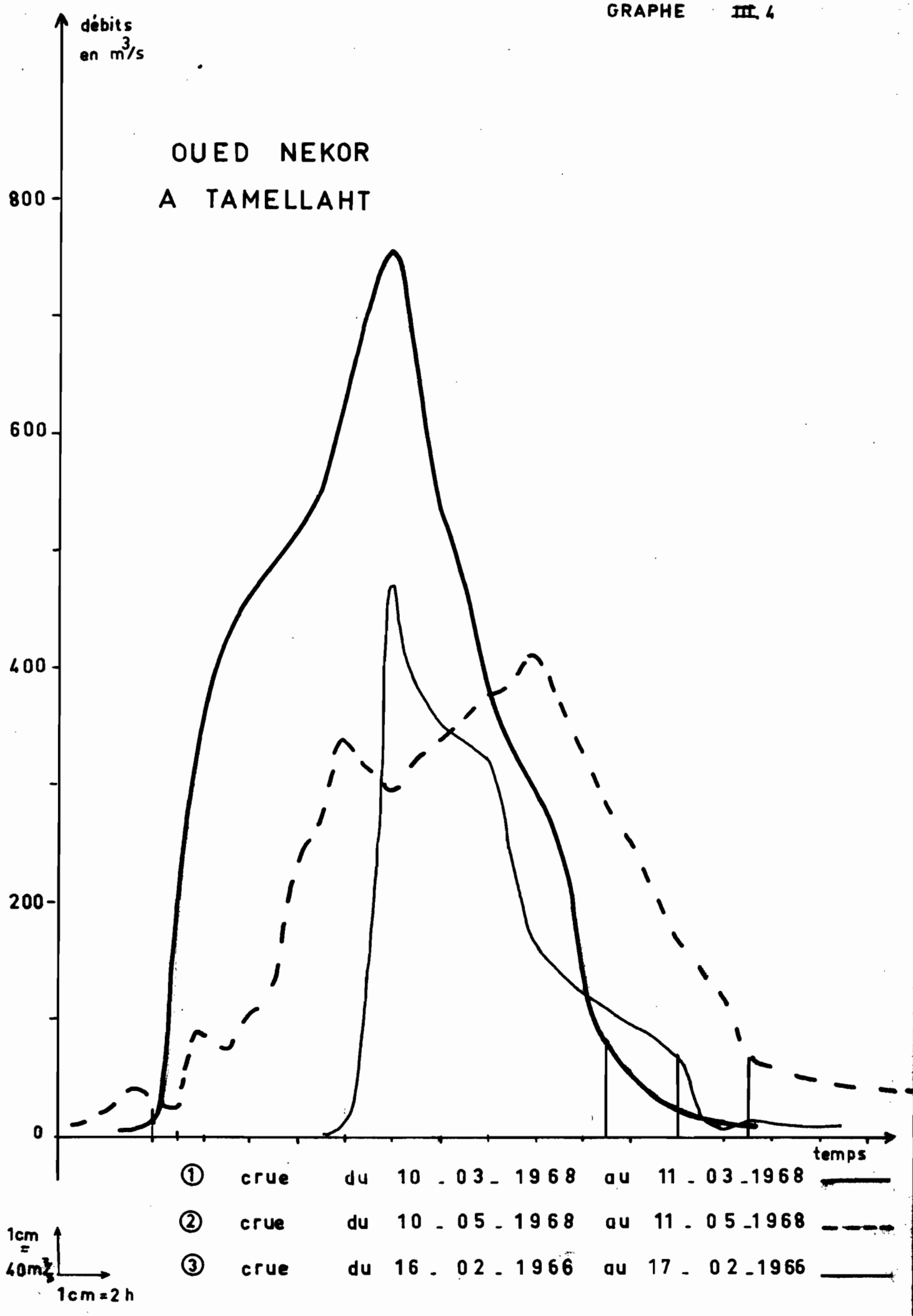
1 crue du 14_09_1966 au 15_09_1966
2 crue du 01_09_1967 au 02_09_1967
3 crue du 29_09_1967



1 cm = 40 m³/s
1 cm = 1 h

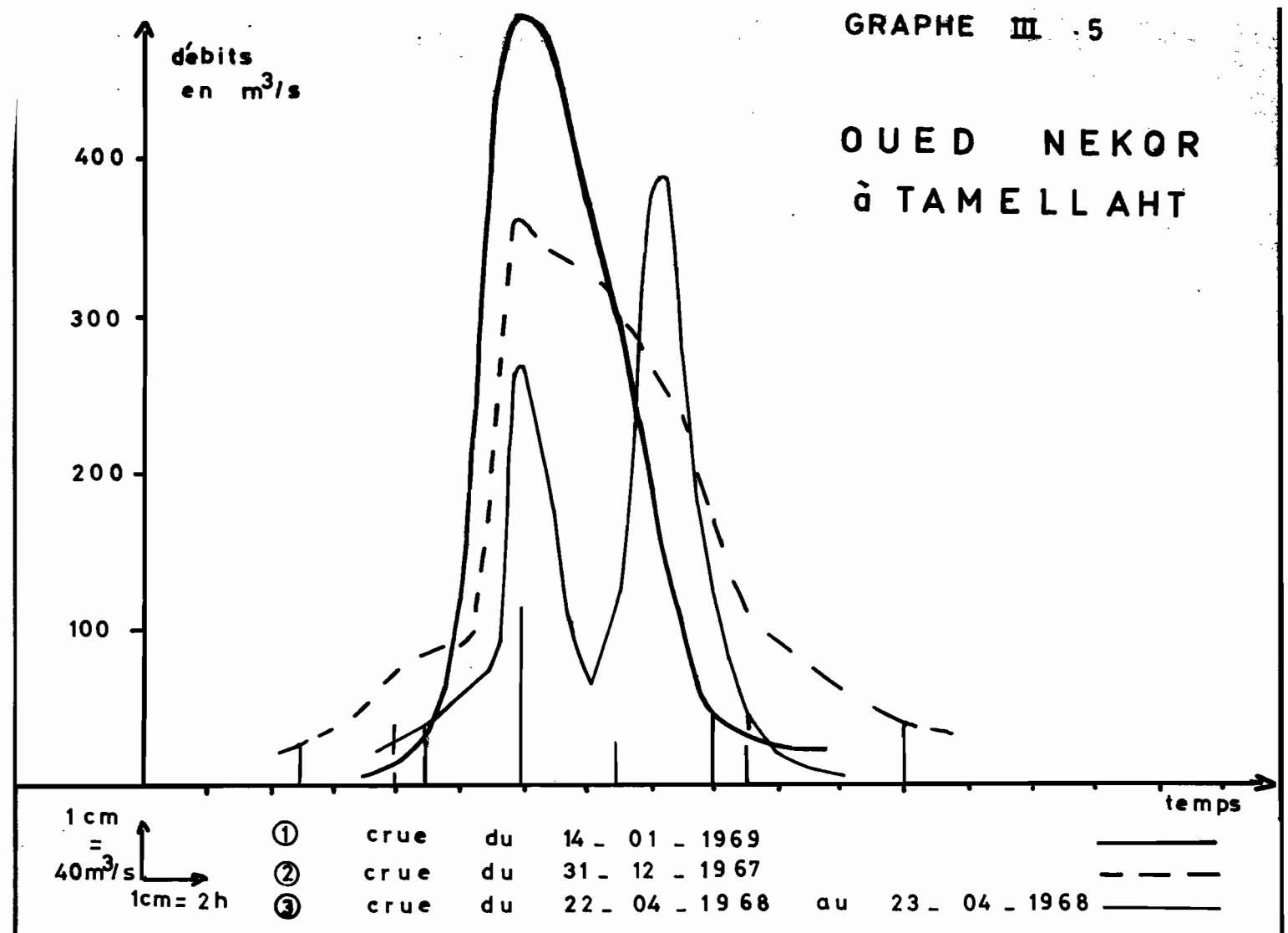
1 crue du 27_10_1969
2 crue du 31_12_1969
3 crue du 29_10_1969

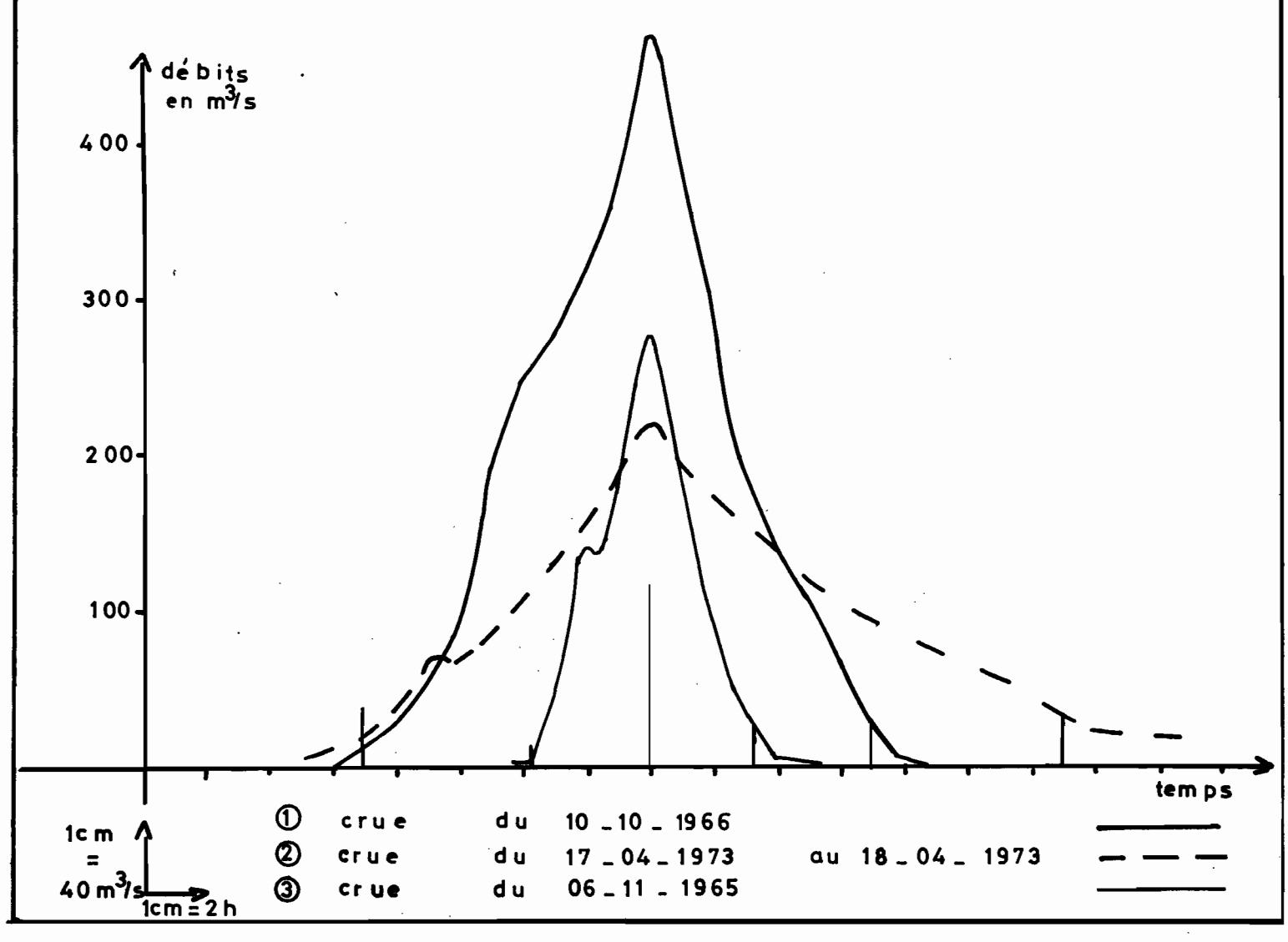
GRAPHE III. 4


débits
en m³/s
OUED NEKOR
A TAMELLAHT
800
600
400
200
0
temps
① crue du 10 . 03 . 1968 au 11 . 03 . 1968
② crue du 10 . 05 . 1968 au 11 . 05 . 1968
③ crue du 16 . 02 . 1966 au 17 . 02 . 1966
1cm = 40m³/s
1cm = 2 h

GRAPHE III .5

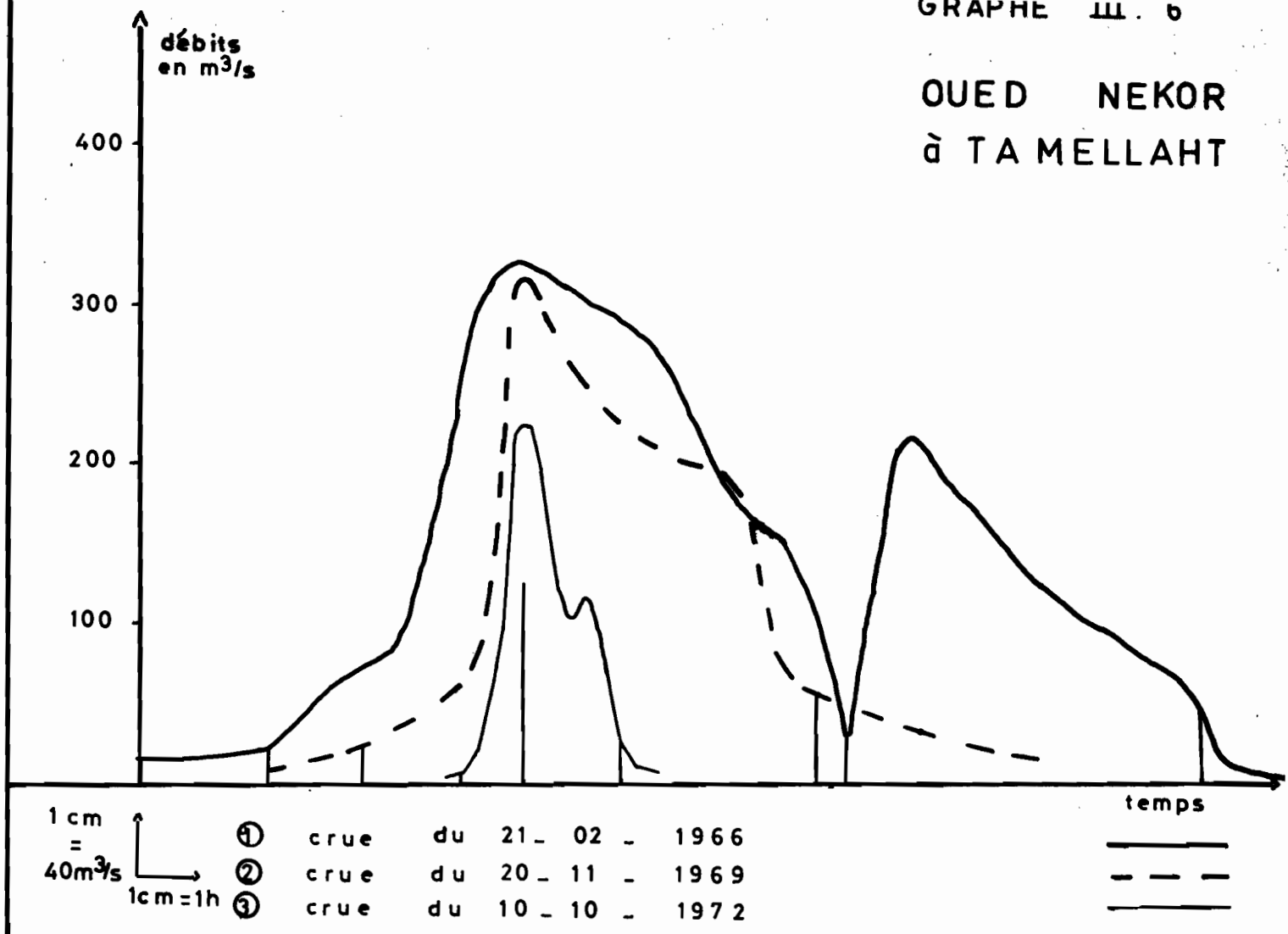
OUED NEKOR à TAMELLAHT

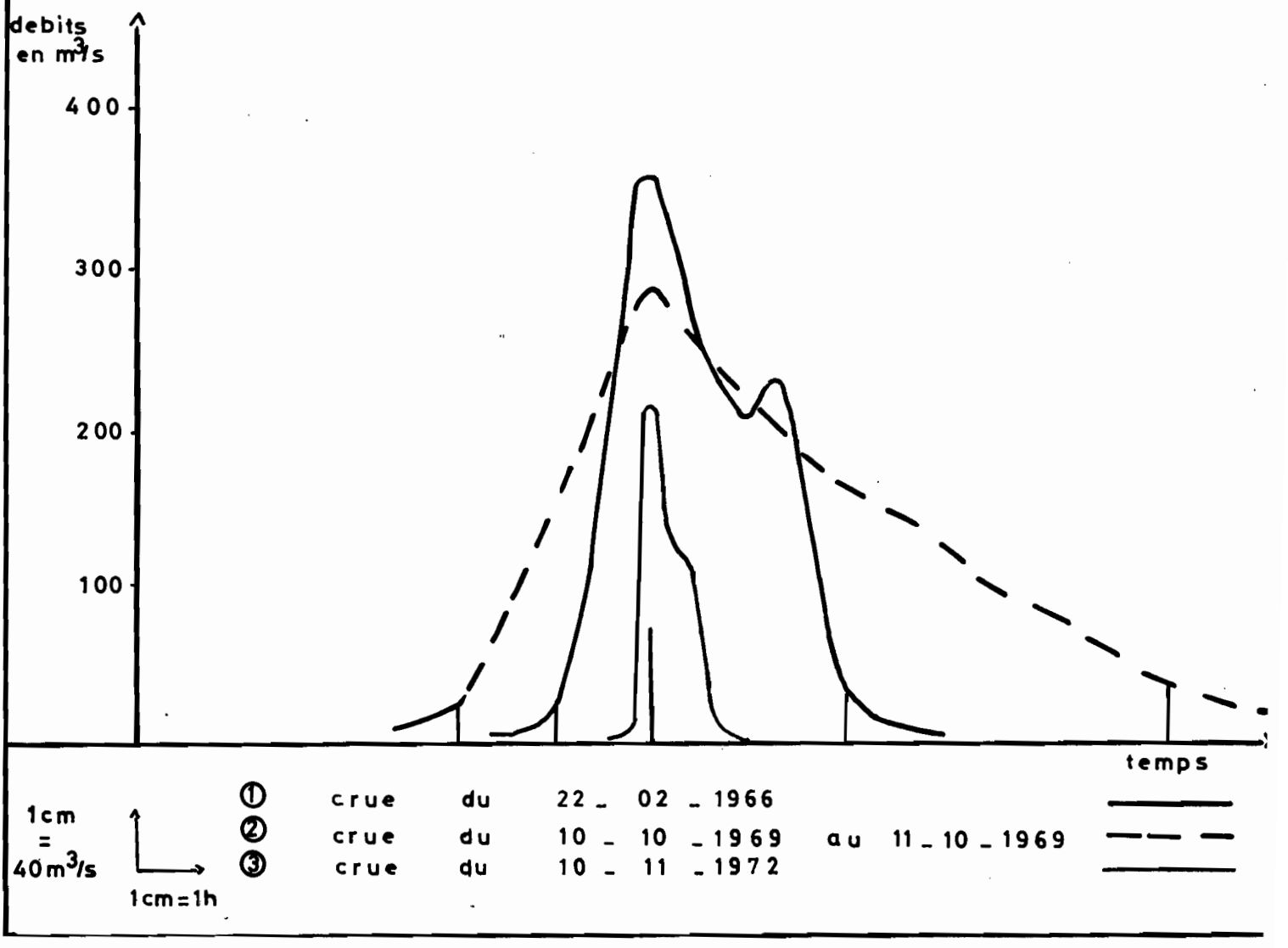




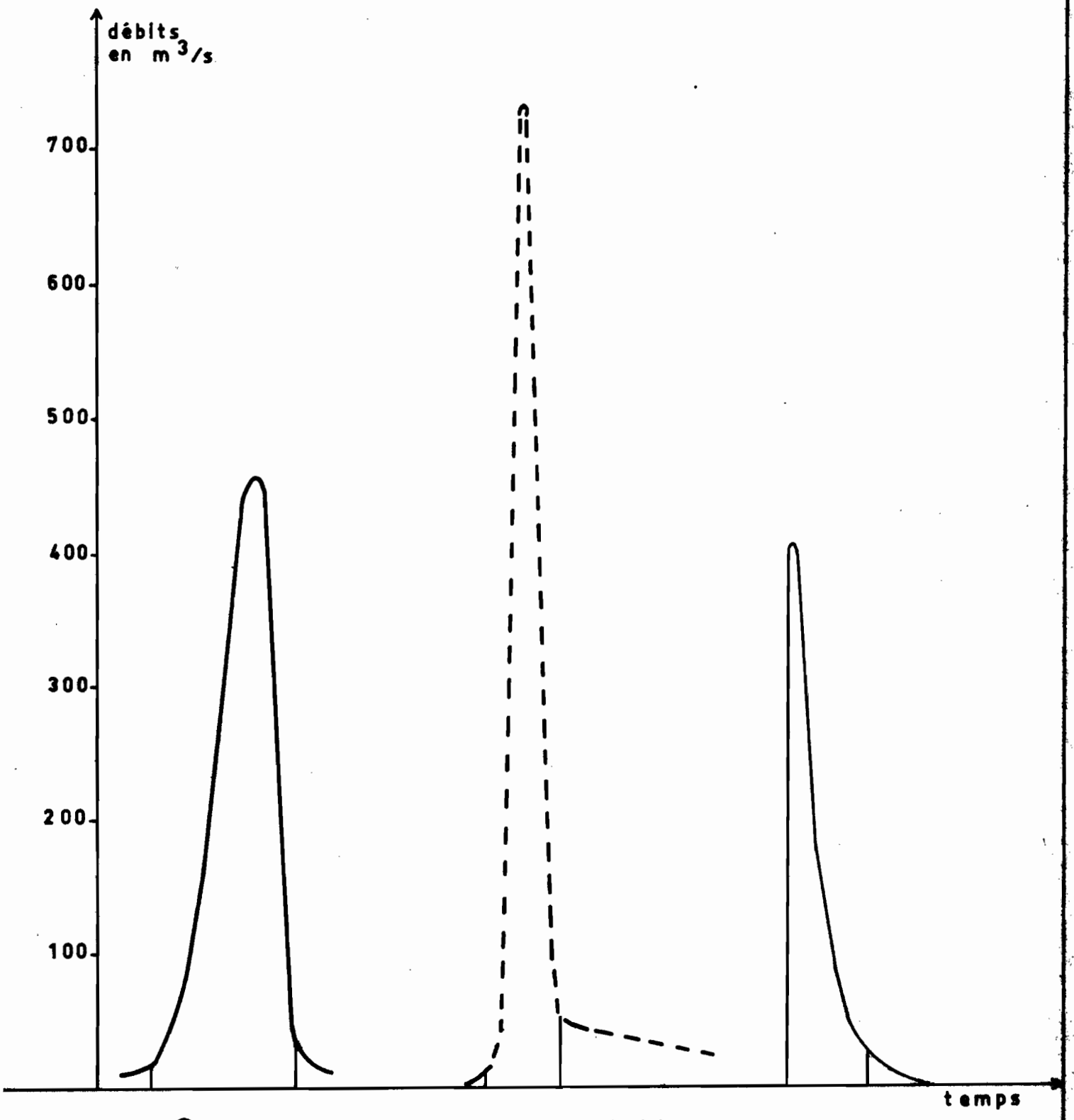
GRAPHE III. 6

OUED NEKOR à TAMELLAHT





OUED NEKOR
A TAMELLAHT



① Crue du 13 _ 09 _ 1966 ———

② Crue du 7 _ 11 _ 1973 au 8 _ 11 _ 1973 — — —

③ Crue du 4 _ 07 _ 1974 ———

1 cm = 40 m³/s

1 cm = 1 h

- Pour certains épisodes pluvieux de nature orageuse, telle la pluie du 7 novembre 1973, il est difficile d'estimer correctement le volume pluviométrique en raison du manque de définition dans la répartition spatiale de la pluie.

En dépit des réserves que l'on peut formuler quant à l'estimation des coefficients de ruissellement, il est tout de même intéressant de noter que 5 crues sur 18 étudiées ont un coefficient de ruissellement très probablement supérieur à 0,7 et que 8 crues sur 18 ont un coefficient de ruissellement très probablement supérieur à 0,6.

IV.- ESTIMATION DU DEBIT MAXIMAL DE LA CRUE DE PROJET DE L'OUED NEKOR A TAMELLAHT :

L'étude des crues sur le bassin versant de l'Oued Nekor fournit deux types d'hydrogrammes susceptibles de donner des débits maximaux les plus élevés. Le premier type d'hydrogramme est donné par la crue du 31 Mars 1968 au 1 Avril 1968.

Un épisode pluvieux de type cyclonique avec une forte pluie généralisée sur le bassin est à l'origine de ce type d'hydrogramme.

Le second type d'hydrogramme est donné par la crue du 7/11/1973. Un épisode pluvieux de nature orageuse avec une pluie de forte intensité, très localisé, est à l'origine de ce type d'hydrogramme.

Les deux cas ont été envisagés en déterminant à chaque fois des coefficients d'abattement et de ruissellement.

Par ailleurs, l'étude statistique des précipitations journalières et bijournalières permet de choisir un épisode pluvieux de faible fréquence et de l'appliquer aux deux types d'hydrogrammes après détermination des coefficients nécessaires.

IV.1.- Pluies annuelles journalière et bijournalière de fréquence millénaire :

L'étude statistique des maximums pluviométriques journaliers et bijournaliers permet de classer les échantillons observés en deux groupes :

- Les postes de Imenoud, Azib de Midar et Tizi Ouzli fournissent les plus fortes valeurs des hauteurs pluviométriques journalière et bijournalière de fréquence millénaire.

- Les postes de Al Hoceima, Einzoren et Aknoul CT 33-01/1 fournissent les faibles valeurs de pluies journalière et bijournalière de fréquence millénaire.

.../...

Les postes d'Al Hoceima et Eïnzoren, représentatifs du Bas-Nekor n'ont pas été retenus.

Le poste d'Aknoul, malgré sa situation altitude ne présente aucun maximum journalier supérieur à 100 mm. Il n'a pas été retenu non plus.

Seuls les résultats pour postes suivants ont été retenus :

Pluie de fréquence millénaire à

Tamassint	228 mm
Imenoud	231 mm
Azib de Midar	185 mm
Tizi Ouzli	194 mm

Les valeurs obtenues pour Tamassint et Imenoud paraissant surestimées (échantillons très courts), la valeur de 200 mm a été retenue comme pluie journalière de fréquence millénaire sur le bassin de l'Oued Nekor.

En ce qui concerne les pluies de deux jours les résultats suivants ont été obtenus

Pluie de deux jours de fréquence millénaire

Tamassint	279 mm
Imenoud	265 mm
Azib de Midar	246 mm

Les résultats du poste de Midar étant les plus satisfaisants (échantillon de 27 valeurs, ajustement statistique satisfaisant), la valeur de 250 mm a été retenue comme pluie de deux jours de fréquence millénaire sur le bassin versant de l'Oued Nekor.

IV.2.- Estimation des coefficients d'abattement :

Le coefficient d'abattement est le rapport de la hauteur moyenne de précipitation de fréquence donnée à la pluie ponctuelle de même fréquence.

La détermination d'un tel coefficient n'est pas possible avec les mesures pluviométriques disponibles sur le bassin du Nekor.

Une approximation de ce coefficient a été obtenue pour une vingtaine d'averses observées génératrices de crues en faisant le rapport de la pluie moyenne sur le bassin à la pluie maximale ponctuelle observée.

C'est ce qui a été fait pour une vingtaine d'averses génératrices de fortes crues sur le bassin versant de l'Oued Nekor.

.../...

Au tableau IV-2 sont reportées les pluies moyennes estimées sur le bassin versant de l'Oued Nekor et les pluies maximales correspondantes. Sur le graphe IV-2, les pluies maximales observées ont été portées en abscisse et les pluies moyennes correspondantes ont été portées en ordonnée . La 1ère bissectrice figure un coefficient d'abattement égal à 1.

L'erreur relative commise sur les volumes pluviométriques ayant été évaluée à 25 %, quelques intervalles d'erreurs sont figurés sur le graphe IV-2 par des segments parallèles à l'axe des ordonnées.

Finalement, à l'exception des points 7 t 10 figurant respectivement les averses du 30 au 31 Décembre 1967 et du 31 Mars 1968 pour lesquelles les valeurs maximales pluviométriques sont anormalement basses, la totalité des points se situent au-dessous de la droite figurant un coefficient d'abattement égal à 0,7.

C'est cette valeur de 0,7 qui a été adaptée comme coefficient d'abattement pour un épisode pluvieux de type cyclonique avec une forte pluie généralisée sur le bassin versant de l'Oued Nekor.

Pour un épisode pluvieux de type orageux avec une pluie de forte intensité, on ne dispose que des points 20 et 21 correspondant respectivement aux averses orageuses du 7 Novembre 1973 et du 4 Juillet 1974. Avec ce type d'averse, l'estimation des volumes pluviométriques est sujet à des erreurs importantes :

Lors du calcul des pluies moyennes des averses du 7/11/1973 et 4/7/1974, en supposant que la pluie observée en un point du bassin (Tizi Ouzli) était égale à la pluie moyenne sur toute la surface du polygone de Thiessen correspondant au poste observé, on surestime peut être les volumes précipités.

Une autre estimation peut être tentée en appliquant à la pluie observée un coefficient d'abattement égal à 0,7 sur le polygone de Thiessen correspondant à la pluie maximale observée.

Tous calculs faits on obtient les résultats suivants :

	Volume pluvio corrigé	Pluie moyenne	Pluie maxi.
Averse du 7.11.73	14.821.900	21.6	110,0
Averse du 4.7.74	7.728.000	11.3	80,0

Sur le graphe IV-2, les pluies moyennes corrigées correspondant aux averses du 7.11.73 et 4.7.74 ont été reportées (points 20 bis et 21 bis).

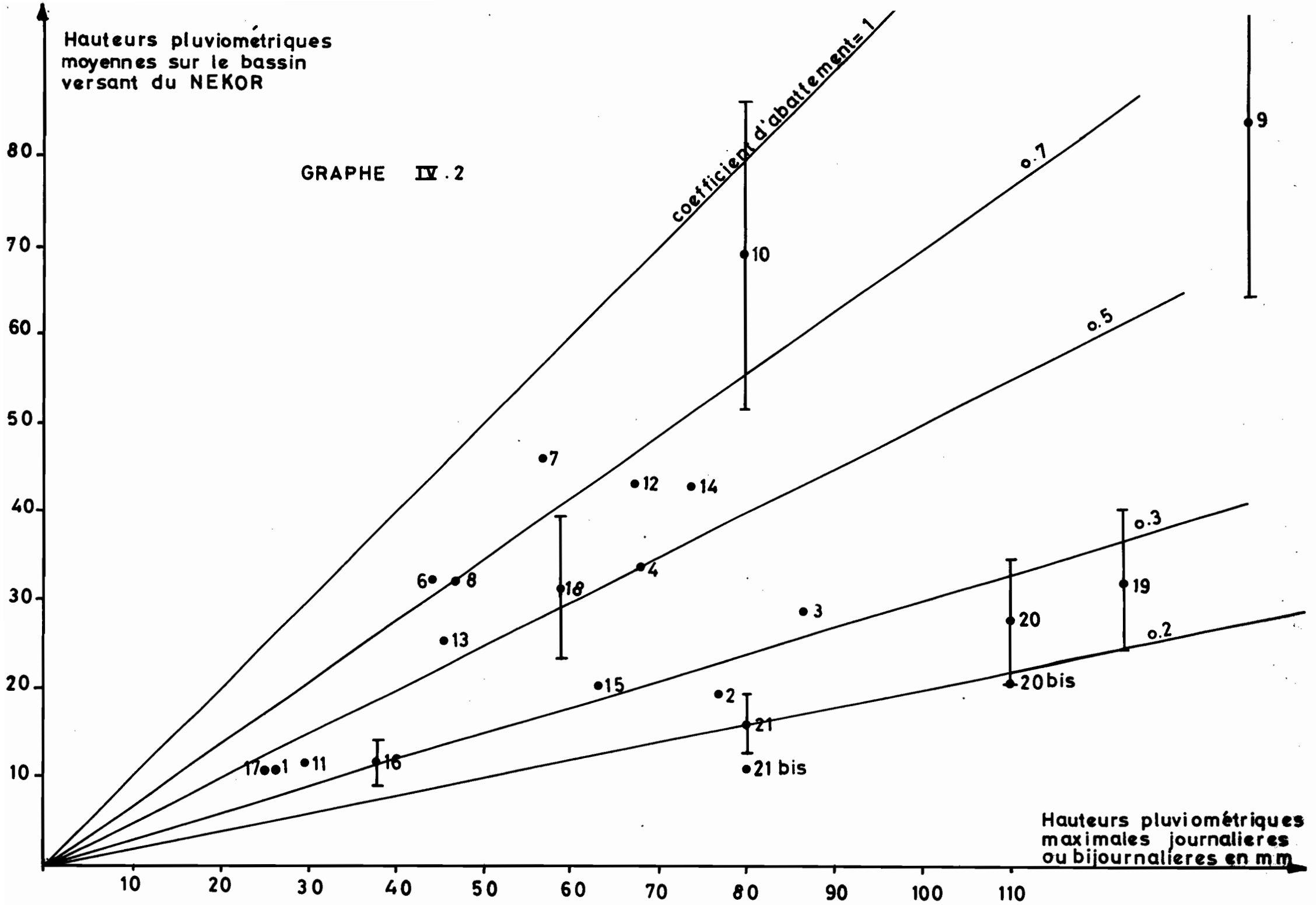
.../...

TABLEAU IV. 2

Pluies moyennes et pluies maximales correspondantes

sur le bassin versant de l'Oued Nekor

Date	Total pluvio-ne en m3	Pluie moyen-ne en mm	Pluie maximale observée au poste pluviométrique de		N° d'ordre
			4	5	
5.11.65	7.213.600	10,6	25,0	AKNOUL CT 33-01/1	1
15et16.2.66	13.480.600	19,7	78,0	TNINE DES BENI AMMART	2
20-21 et 22.02.66	19.795.960	28,9	86,7	BOURED	3
12.09.66	23.099.600	33,8	68,0	TIRHEZRATINE	4
13et14.9.66	17.989.600	26,3	57,0	TIRMEZRATINE	5
9et10.10.66	21.979.700	32,1	44,5	TINE DES BENI HADIFA	6
30et31.12.67	31.483.700	46,0	58,0	TINE DES BENI HADIFA	7
10et11.3.68	21.902.600	32,0	47,3	BOURED	8
30et31.3.68	57.323.580	83,8	138,0	IMENOUD	9
31.3.68	47.390.000	69,3	80,0	IMENOUD	10
21et22.4.68	8.012.000	11,7	30,0	TIZI IFRI	11
10.05.68	29.446.680	43,1	68,0	IMENOUD	12
13et14.1.69	17.274.100	25,3	45,7	BOURED	13
26et27.2.69	29.305.000	42,8	74,0	TIZI IFRI	14
10.10.69	13.844.400	20,3	63,0	AKNOUL CT 33-01/1	15
28.10.69	8.113.600	11,9	38,0	AZIB DE MIDAR	16
27.10.69	7.202.840	10,5	25,0	AZIB DE MIDAR	17
20et21.11.69	21.742.000	31,8	59,0	AZIB DE MIDAR	18
30et31.12.69	22.065.900	32,3	123,0	TIZI IFRI	19
7.11.73	19.375.920	28,3	110,0	TIZI OUZLI	20
3.07.74	11.040.000	16,1	80,0	TIZI OUZLI	21


Hauteurs pluviométriques moyennes sur le bassin versant du NEKOR
GRAPHE IV.2
coefficient d'abattement = 1
0.7
0.5
0.3
0.2
Hauteurs pluviométriques maximales journalieres ou bijournalieres en mm
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
1
2
3
4
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
20 bis
21
21 bis

Cette correction permet de choisir pour un épisode pluvieux de type orageux avec une pluie très localisée de forte intensité un coéfficient d'abattement égal à 0,25 pour tout le bassin versant de l'Oued Nekor.

IV.3.- Estimation des coefficients de ruissellement :

On a vu dans le paragraphe III de l'étude des crues de l'Oued Nekor que pour une averse de type cyclonique généralisée sur le bassin de l'Oued Nekor, il convient de prendre un coefficient de ruissellement égal à 0,9.

Pour une averse de type orageux avec pluie localisée on prendra un coefficient de ruissellement égal à 0,3.

(voir graphe III-2 avec les corrections apportées aux averses du 7.11.1973 et 4.7.1974. Les coefficients de ruissellement sont inférieurs à 0,15).

IV.4.- Estimation du débit maximum de la crue de projet sur le bassin versant de l'Oued Nekor à la station de TAMELLAHT.

On distinguera deux opérations :

- estimation des volumes écoulés
- estimation des débits maximums

Ces deux opérations peuvent être formulées mathématiquement par les équations suivantes :

$$V_E^T = P_{max}^T \cdot K_a \cdot K_r \cdot S \qquad (1)$$

$$\frac{Q_{max}}{Q_{max}^i} = \frac{V_E^T}{V_{Ei}^T} \qquad (2)$$

avec :

Q_{max} : débit maximum de la crue de projet

Q_{max}^i : débit maximum de la crue observée

V_E^T : Volume global écoulé sur l'intervalle de temps T pour la crue de fréquence donnée

V_{Ei}^T : Volume global écoulé sur l'intervalle de temps T pour la crue observée.

P_{max}^T : Hauteur pluviométrique maximale de fréquence donnée sur l'intervalle de temps T

K_a : Coefficient d'abattement

K_r : Coefficient de ruissellement

S : Surface du bassin

.../...

Les volumes écoulés ont été calculés sur des intervalles de temps de 24 heures et 48 heures pour des hauteurs pluviométriques maximales de fréquence millénaire et décamillénaire.

Au paragraphe IV.1. il n'a pas été fait mention des hauteurs pluviométriques maximales de fréquence décamillénaire.

L'examen des ajustements statistiques (graphes II.5 à II.14) conduit à adopter les valeurs suivantes :

240 mm pour une pluie maximale journalière de fréquence décamillénaire.
280 mm pour une pluie maximale bijournalière de fréquence décamillénaire.

Deux types d'averses ont été envisagées :

- une averse généralisée de type cyclonique

- une averse localisée de type orageux.

On admettra que les hauteurs pluviométriques maximales ponctuelles de fréquence millénaire et décamillénaire sont identiques pour les deux types d'averses.

En ce qui concerne l'estimation du débit maximum de la crue de projet les deux types d'hydrogrammes (chapitre III, paragraphe III.1) ont été appliqués aux volumes écoulés.

On suppose implicitement (équation 2) que sur l'intervalle de temps T :

- pour une averse généralisée de type cyclonique, l'hydrogramme de la crue de projet et l'hydrogramme de la crue du 31 Mars au 1 Avril 1968 peuvent être déduits l'un de l'autre par une affinité ayant pour direction l'axe des débits.

La crue du 31 Mars au 1 Avril 1968 présente les caractéristiques suivantes :

débit maximum 1700 m^3/s

T = 24 heures volume écoulé 26.400.000 m^3

T = 48 heures volume écoulé 33.100.000 m^3

temps de base de la crue principale 15 h

- pour une averse localisée de type orageux, l'hydrogramme de la crue de projet et l'hydrogramme de la crue du 7 Novembre 1973 peuvent être déduits l'un de l'autre par une affinité ayant pour direction l'axe des débits.

La crue du 7 novembre 1973 présente les caractéristiques suivantes :

débit maximum 730 m^3/s

T = 24 heures volume écoulé 2.120.000 m^3

Temps de base 1h 20mm

.../...

Tous calculs faits on obtient les résultats suivants :

Averse généralisée de type cyclonique

K_a : 0. 7 K_r : 0. 9

T	FREQUENCE	PLUIE	VOLUME ECOULE	DEBIT MAXIMUM
24 h	Millénaire	200 mm	86. 300. 000 m^3	5 600 m^3/s
48 h	Millénaire	250 mm	107. 900. 000 m^3	5 600 m^3/s
24 h	Décamillénaire	240 mm	103. 600. 000 m^3	6 800 m^3/s
48 h	Décamillénaire	280 mm	121. 000. 000 m^3	6 300 m^3/s

Averse localisée de type orageux

K_a : 0. 25 K_r : 0. 3

T	FREQUENCE	PLUIE	VOLUME ECOULE	DEBIT MAXIMUM
24 h	Millénaire	200 mm	10. 275. 000 m^3	3 600 m^3/s
24 h	Décamillénaire	240 mm	12. 230. 000 m^3	4 300 m^3/s

IV.5. Conclusions

La comparaison des résultats obtenus : 5600 m^3/s et 6800 m^3/s pour une averse de type cyclonique, 3600 m^3/s et 4300 m3/s pour une averse de type orageux très localisée permet de penser que les averses de type orageux ne sont pas susceptibles de fournir les débits maximums les plus élevé

En ce qui concerne l'estimation du volume écoulé d'une crue de projet générée par une averse de type cyclonique, il serait peu prudent de choisir des coefficients d'abattement et de ruissellement plus faibles que ceux adoptés.

Le choix de l'hydrogramme est limité puisqu'on ne dispose que d'un crue importante (débit maximum de 1700 m3/s) observée du 31/3 au 1/4 1968.

Cette crue fournit cependant un hydrogramme très pointu assez fréquemment observé pour les crues de l'Oued Nekor.

Les deux valeurs de 5600 m3/s (200mm en 24 heures) et 6800m3/s (240 mm en 24 heures) correspondent respectivement à des débits spécifiques de 8,2 et 9,9m3/s x km2 pour un bassin versant de 685 km2 à TAMELLAHT.

Il faut rappeler à ce sujet que le futur barrage du Nekor doit contrôler un bassin versant de 790 km^2.

Cependant, compte-tenu de la forme du bassin versant de l'Oued Nekor entre TAMELLAHT et le site du futur barrage on pourra adopter la valeur de 6800m3/s comme débit maximum de la crue de projet au site du barrage.