

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Mission Hydrologique
aux Antilles

NOTE SUR LA CRUE MILLENALE
DU BASSIN DE CREVECOEUR

(MARTINIQUE)

P. CHAPERON
FORT-DE-FRANCE - Mars 1977

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 33 596

Cote : B

24 JUL 1992

7-1703

La présente note a pour objet l'estimation sommaire des caractéristiques de la crue de très faible récurrence ("millénaire") du bassin de CREVECOEUR sur demande de la Direction Départementale de l'Agriculture (lettre N° 4830 HY du 31 Décembre 1976).

Cette estimation doit être utilisée pour le dimensionnement de l'évacuateur de crue du barrage de CREVECOEUR, (Commune de SAINTE-ANNE), dont la construction est prévue dans le cadre du projet d'irrigation du Sud-Est de la MARTINIQUE.

Les principales caractéristiques de cet ouvrage sont les suivantes :

Surface de la retenue pleine (cote 45 NGM)	0.614 km ²
Surface du bassin versant (y compris la retenue)	1.73 km ²
Volume total de la retenue	5 700 000 m ³

L'estimation des caractéristiques de la crue "millénaire" de CREVECOEUR s'appuie :

- d'une part sur les résultats de l'étude des précipitations en MARTINIQUE publiés récemment dans un ouvrage de synthèse :

"LES RESSOURCES EN EAU DE SURFACE DE LA MARTINIQUE"

J. GUISCAFRE, J.C. KLEIN et F. MONIOD
ORSTOM PARIS 1976

Nous tirerons de cet ouvrage les caractéristiques des précipitations de récurrence millénaire en 24 heures et 48 heures et de l'averse de même récurrence.

- d'autre part sur les observations effectuées par l'ORSTOM depuis 1973 sur le bassin de CREVECOEUR.

I - LES PRECIPITATIONS DANS LE SUD DE LA MARTINIQUE.

L'étude générale du régime pluviométrique de l'île, basée sur les données de 1760 stations-années (et en particulier sur les données pluviographiques - 77 stations-années) a permis d'établir une relation entre la hauteur $H(t, T)$ d'une averse ponctuelle et sa durée (t) pour une récurrence donnée (T).

La relation a la forme suivante :

$$H(t, T) = H(1, 1) + a T^{(b+c \log t)}$$

a, b et c sont des paramètres régionaux.

Pour le Sud de l'île (Pluviométrie interannuelle inférieure ou égale à 2500 mm), la formule est :

$$H_T^+ = 45 + 0.27 T^{0.25} \quad \text{pour } t > 1 \text{ heure}$$

$$H_T^+ = 52 + 0.60 T^{0.22} + 0.07 \log t \quad \text{pour } t < 1 \text{ heure}$$

..../....

soit, après avoir arrondi, pour T = 1000 ans :

$$H_{1000}^t = 240 t^{0.27} \quad \text{pour } t > 1 \text{ heure}$$

$$H_{1000}^t = 240 t^{0.60} \times 1000^{0.07 \log t} \quad (t \leq 1 \text{ heure})$$

D'où les hauteurs suivantes de précipitation par heures et fraction d'heure.

Durée (h)	0.25	0.5	1	2	3	4	5	6	7	24	48
Hauteur (mm)	78	138	240	289	324	349	371	390	406	570	700

II - LES CRUES SUR LE BASSIN DE CREVECOEUR.

Depuis 1973, le Service Hydrologique effectue des observations sur le bassin de CREVECOEUR qui a été équipé d'un limnigraphe OTT X (1/10, avancement 2 mm/h) et d'un pluviographe enregistreur situé au centre du bassin.

1 - Le bassin.

Les caractéristiques du bassin de CREVECOEUR sont les suivantes :

Coordonnées de la station de contrôle	14° 26' 57" N 60° 51' 14" W
Cote de la station	10 m
Superficie du bassin versant	1.9 km ²
Coefficient de compacité	K = 1.33
Dimensions du rectangle équivalent	2.49 km par 0.76 km.
Indice de pente	I _G = 28 m/km
Dénivelée spécifique	D _S = 39

Ce qui correspond à un bassin de relief assez faible à modéré.

Le bassin est drainé par un formateur principal (longueur du thalweg : 2 km, pente moyenne 3 %) grossi de petits affluents (réseau en arête).

Le bassin repose sur des formations géologiques variées :

- Labradorites du VAUCLIN (45 % en rive gauche)
- Coulées basiques anciennes et complexe de base (35 % en rive gauche)
- Tufs altérés éocènes (15 % - tête du bassin)
- Alluvions (5 % - lit majeur)

Ces formations sont recouvertes de vertisols lithomorphes à dominante argileuse, ce qui lui confère une certaine imperméabilité sous averse moyenne à forte.

...../.....

La végétation est composée en majorité de petite forêt sèche avec quelques grands arbres, associée par endroit à la savane sèche (défrichement). On note dans le lit majeur (galerie) et sur les pentes au vent du Piton de CREVECOEUR, la présence de forêt humide.

2 - Les observations et mesures.

Les observations pluviographiques sont complètes pour les saisons des pluies 1974 et 1976. En raison d'une défaillance de l'enregistreur, les précipitations n'ont pu être enregistrées en 1975.

Les observations limnigraphiques sont complètes, mais la lenteur relative (2 mm/h) de l'enregistreur, liée à une exploitation en réseau, entraîne une certaine imprécision dans la détermination des caractéristiques de forme des limnigrammes (temps de montée et durée des crues).

En raison de la relative rareté des crues et du rythme de visite (2 fois par mois) du bassin, les jaugeages sont peu nombreux et ne permettent de conduire la courbe de tarage que jusqu'à 160 l/s (H = 3.65 m).

A partir de profils en travers et de profils en long du cours d'eau au niveau de la station, l'extrapolation de la courbe de tarage a été effectuée au moyen de la formule de STRICKLER.

$$Q = S \cdot K_3 \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

avec $i = 2 \%$

$K_3 = 15 \text{ à } 20$ (lit mineur d'aspect torrentiel encombré de gros galets et blocs - lit majeur avec arbustes et broussailles).

Les valeurs suivantes ont été retenues :

H (m)	S (m2)	R (m)	U (m/s)	Q (m3/s)
4.0	2.04	0.34	1.03 - 1.38	2.10 à 2.81
4.5	6.0	0.63	1.56 - 2.08	9.36 à 12.5
5.0	12.8	0.76	1.77 - 2.36	22.6 à 30.2

La courbe de tarage ainsi obtenue a permis de traduire les hauteurs en débits, les limnigrammes en hydrogrammes.

3 - Caractéristiques des crues.

Le tableau N° 1 rassemble les caractéristiques des crues les plus importantes observées en 1974, 1975 et 1976.

Les différentes colonnes correspondent :

P_A	Précipitation survenue dans les six heures précédant l'averse responsable de la crue.
P	Hauteur de l'averse responsable de la crue.
d	Durée de l'averse en minutes.
T_m	Temps de montée de la crue.
T_r	Durée du ruissellement en heures et minutes.
Q_{MAX}	Débit maximal de la crue.
V_r	Volume ruisselé en milliers de m ³ .
Hr	Lame ruisselée en mm ($Hr = \frac{V_r}{S}$)
Q/Hr	Rapport du débit maximal de ruissellement à la lame ruisselée.
Kr	Coefficient de ruissellement ($Kr \% = \frac{Hr}{P}$).
Dr	Déficit de ruissellement ($Dr = P - Hr$).
Cam	Capacité d'absorption moyenne en mm/h. ($Cam = \frac{Dr}{d}$)

L'analyse des crues nous permet d'établir :

- Les caractéristiques de l'hydrogramme type du bassin.
- La courbe d'évolution de la capacité d'absorption au cours d'une averse de longue durée.

...../.....

TABLEAU I

BASSIN DE CREVECOEUR - CARACTERISTIQUES DES CRUES

- 5 -

DATE	PA (mm)	P (mm)	d (mm)	Tm (mm)	Tr (h-m)	Q max (m ³ /s)	Vr (10 ³ m ³)	Hr (mm)	Q/Hr	K/r %	Dr (mm)	Cam mm/h
:25.09.74	: 15.0	: 11.5	: 35	: 20	: 2.00	: 3.80	: 9.7	: 5.1	: 0.73	: 44	: 6.4	: 12.8
:03.10.74	I: 9.5	: 5.5	: 5	: 35	: 2.00	: 2.31	: 7.2	: 3.8	: 0.58	: 69	: 1.7	: 20.4
:	II:	: 15.5	: 25	: 35	: 1.50	: 9.82	: 22.1	: 11.6	: 0.81	: 75	: 3.9	: 9.4
:	III:	: 14.5	: 35	: 30	: 2.15	: 10.0	: 28.8	: 12.0	: 0.78	: 83	: 2.5	: 4.3
:	IV:	: 27.0	: 270	: 45	: 3.10	: 7.50	: 25.1	: 13.2	: 0.52	: 49	: 13.8	: 3.1
:0.2.11.75	:	:	:	: 30	: 2.20	: 1.95	: 6.3	: 3.3	: 0.53	:	:	:
:0.3.11.75	:	:	:	: 20	: 1.50	: 2.00	: 5.95	: 2.5	: 0.60	:	:	:
:0.4.11.75	I:	:	:	: 50	: 3.20	: 5.82	: 18.9	: 9.9	: 0.58	:	:	:
:	II:	:	:	: 45	: 3.00	: 2.13	: 7.3	: 3.9	: 0.43	:	:	:
:10.11.75	I:	:	:	: 30	: 2.30	: 7.30	: 22.3	: 11.8	: 0.60	:	:	:
:	II:	:	:	: 30	: 2.30	: 3.82	: 11.4	: 6.0	: 0.60	:	:	:
:12.12.75	:	:	:	: 45	: 2.30	: 6.00	: 16.3	: 8.6	: 0.69	:	:	:
:13.12.75	:	:	:	: 30	: 2.30	: 9.60	: 27.7	: 14.6	: 0.64	:	:	:
:17.12.75	:	:	:	: 35	: 2.40	: 3.30	: 9.7	: 5.1	: 0.60	:	:	:
:28.10.76	I: 4.5	: 10.0	: 20	: 25	: 2.00	: 0.75	: 2.0	: 1.0	: 0.72	: 10	: 9.0	: 27.0
:	II:	: 13.5	: 35	: 65	: 3.00	: 2.31	: 9.6	: 5.1	: 0.45	: 38	: 8.4	: 14.4
:08.11.76	: 0	: 83.5	: 240	: 130	: 6.00	: 14.2	: 98.6	: 51.9	: 0.27	: 62	: 31.6	: 7.9
:13.11.76	: 2.5	: 11.0	: 70	: 50	: 3.20	: 1.50	: 7.7	: 4.0	: 0.38	: 36	: 7.0	: 6.0
:01.12.76	: 1.0	: 20.0	: 40	: 25	: 1.50	: 1.95	: 4.6	: 2.4	: 0.77	: 12	: 17.6	: 26.4
:07.12.76	I: 12.0	: 18.0	: 60	: 45	: 1.40	: 6.33	: 18.2	: 9.6	: 0.66	: 53	: 8.4	: 8.4
:	II:	: 27.5	: 35	: 45	: 3.00	: 9.16	: 34.2	: 18.0	: 0.51	: 72	: 9.5	: 16.3
:	III:	: 16.5	: 40	: 35	: 3.00	: 8.72	: 28.8	: 15.2	: 0.57	: 92	: 1.3	: 2.0
:08.12.76	: 5.0	: 7.5	: 70	: 35	: 2.30	: 2.13	: 5.4	: 2.7	: 0.62	: 38	: 4.8	: 4.1

4 - Hydrogramme type

Nous avons retenu les crues d'apparence simple présentant un temps de montée court (20 à 30 minutes) et un coefficient de forme élevé ($\frac{Q_r}{Hr} \geq 0.65$).

Les crues ainsi retenues sont celles du :

25.09.74
03.10.74 (I)
03.10.74 (III)
12.12.75
28.10.76 (I)
01.12.76
08.12.76

Ces crues ont été réduites à un volume unitaire de 1900 m³ (Hr = 1 mm) et les débits relatifs correspondant à des intervalles réguliers de 15 minutes reportés sur un graphique.

En retenant pour courbe de montée la droite enveloppe inférieure et pour courbe de décrue la courbe moyenne des points représentatifs, nous obtenons (graphique N° 1), l'hydrogramme type du bassin dont les caractéristiques sont les suivantes (pour Hr = 1 mm).

↑ (mm)	- 15	0	+ 15	+ 30	+ 45	+ 60	+ 75	+ 90	+105	+120
Q (m ³ /s)	0.20	0.75	0.50	0.34	0.19	0.11	0.07	0.04	0.02	0

Temps de montée : 20 minutes
Durée du ruissellement : 140 minutes

5 - Capacité d'absorption moyenne

En reportant sur un graphique (Gr. N° 2), les points représentatifs de la capacité d'absorption moyenne de chaque crue en fonction de la durée de l'averse :

	d	Cam
25.09.74	35	6.4
03.10.74 (I)	5	20.4
" (I+II)	30	11.2
" (I+II+III)	65	7.5
" (I+II+III+IV)	335	4.0
28.10.76 (I)	20	27.0
" (I+II)	55	19.0
08.11.76	240	7.9
13.11.76	70	6.0
01.12.76	40	26.4
07.12.76 (I)	60	8.4
" (I+II)	95	11.3
" (I+II+III)	135	8.5
08.12.76	70	4.1

nous pouvons tracer une courbe d'évolution de la capacité d'absorption moyenne en fonction de la durée de l'averse génératrice.

Cette courbe correspond aux valeurs suivantes :

d (mn)	Cam (mm/h)
15	32
30	22
45	16
60	13
90	10
120	8.4
180	7.0
240	6.4
300	6.0
360	5.5

Nous pouvons en déduire la valeur du déficit de ruissellement (dû pour la quasi totalité à l'infiltration) pour chaque tranche d'averse de 15 minutes :

1ère tranche	: 8 mm	(32 mm/h)
2ème tranche	: 3 mm	(12 mm/h)
3ème tranche	: 1 mm	(4 mm/h)
4ème tranche	: 1 mm	(4 mm/h)
.....

6 - Vérification du modèle

Afin de vérifier l'efficacité du modèle proposé, nous allons l'appliquer aux hyetogrammes des averses du 8.11.76 et du 7.12.76 et comparer les hydrogrammes obtenus aux hydrogrammes réellement observés.

Les hyetogrammes sont découpés en averse partielle de 15 minutes. De chaque tranche nous déduisons le déficit de ruissellement (8, 3, puis 1 mm) pour obtenir les lames ruisselées partielles auxquelles nous faisons correspondre par affinité les hydrogrammes correspondants. Ces hydrogrammes composés fournissent l'hydrogramme total de la crue.

Crue du 8.11.76

Les résultats sont les suivants :

avec P (mm)	Hauteur de précipitation en 15 minutes
Dr (mm)	Déficit de ruissellement de la tranche
Hr (mm)	Lame ruisselée partielle
Q _u (m ³ /s)	Débit maximal de l'hydrogramme partiel
Q ₊ (m ³ /s)	Débit composé.

...../.....

P	8.5 ^x	8.0	1.0	3.0	8.0	5.5	0.5	9.0	12.5	3.0	5.0	1.0	11.0	4.0	1.5	1.0	0.5
Dr	(8.5)	8.0	(3.0)	1.0	1.0	1.0	(1.0)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Hr	0	0	0	2.0	7.0	4.5	0	8.0	11.5	2.0	4.0	0	10.0	3.0	0.5	0	0
Q _u	0	0	0	1.50	5.25	3.38	0	6.00	8.63	1.50	3.00	0	7.50	2.25	0.38	0	0
Q _t	0	0	0.40	2.90	7.15	7.56	6.61	11.4	14.8	11.8	10.1	8.05	11.8	9.46	6.48	3.76	...

x Préparation du sol - Pas de précipitation antérieure.

Les crues observées et reconstituées sont présentées dans le graphique N° 3.

Les caractéristiques comparées sont les suivantes :

Crue	P mm	Dr mm	Hr mm	QMAX m ³ /s	Tm mn	Durée mn
Observée	83.5	31.6	51.9	14.2	130	360
Calculée	83.5	31.0	52.5	15.0	110	300

Crue du 7.12.76 (I et II)

P	12.0 ^x	3.0	5.0	4.0	5.5	0.5	2.0	2.0	5.0	9.5	6.0	2.5	0.5
Dr	-	(8.0)	3.0	1.0	1.0	(1.0)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	(1.0)
Hr	-	0	2.0	3.0	4.5	0	1.0	1.0	4.0	8.5	5.0	1.5	0
Q _u	-	0	1.50	2.25	3.38	0	0.75	0.75	3.00	6.38	3.75	1.13	0
Q _t	-	0.40	2.10	4.15	5.56	3.85	3.27	3.38	6.33	10.4	10.2	7.55	4.62

x Précipitation antérieure - Préparation du sol.

Les crues observées et reconstituées sont présentées dans le graphique N° 4.

Les caractéristiques comparées sont les suivantes :

Crue	P mm	Dr mm	Hr mm	QMAX M ³ ./s	Tm mn	Durée mn
Observée	45.5	17.9	27.6	9.3	45+45	270
Calculée	45.5	16.0	29.5	10.6	45+45	270

Compte tenu des imprécisions dues à l'approximation de la courbe de tarage et de la traduction des limnigrammes (2 mm pour une heure), les résultats sont satisfaisants et le modèle proposé est viable. Nous tiendrons compte de la surestimation (10 % en moyenne) produite par le modèle dans le calcul du débit maximal.

III - LA CRUE MILLENALE.

A partir de la relation intensité-durée de l'averse millénaire (cf. I), il est possible d'établir un hyetogramme de cette averse. Le hyetogramme retenu correspond à une averse à pointe unique ce qui est le cas le plus défavorable et va dans le sens de la sécurité.

En appliquant le modèle élaboré à ce hyetogramme découpé en tranches de 15 minutes, selon la procédure utilisée plus haut (cf. II 6), nous pouvons établir l'hydrogramme de la crue millénaire.

Le tableau N° II présente les résultats de ces calculs dont la représentation graphique est également fournie (Gr.5).

Les caractéristiques de la crue sont les suivantes :

P (en six heures)	390 mm
Dr	33 mm
Hr	357 mm
Vr	680.000 m ³
QMAX	117 m ³ /s
Tm	1 heure 30
Temps de décrue	5 heures
Coefficient ruissellement	92 %

L'écoulement global au cours de la période marquée par la crue millénaire peut être estimé à 1.000.000 de m³ en 24 heures et 1.220.000 m³ en 48 heures (92 % des précipitations respectives).

Il est possible de recouper ces données en se basant sur les résultats de la synthèse régionale (cf. Introduction). En extrapolant les courbes de l'abaque de "détermination du débit de pointe de crue", nous obtenons, pour le bassin de 1.9 km² et la récurrence millénaire, les valeurs suivantes :

...../.....

Crue annuelle 6.25 m³/s/km² ou 12 m³/s.

Nous remarquerons que cette valeur est encadrée par les débits maximaux annuels de crue observés en 1974 (10,0 m³/s, 1975 (9,60 m³/s) et 1976 (14,2 m³/s).

Crue décennale 17,2 m³/s/km² ou 32.7 m³/s

Crue centennale 33.1 m³/s/km² ou 63 m³/s

Crue millénaire 52.5 m³/s/km² ou 100 m³/s

Si l'on considère que la valeur fournie par la méthode du modèle peut être surestimée d'environ 10 %, nous concluerons que le débit maximal de crue peut être évalué entre 100 et 110 m³/s.

Les valeurs fournies ci-dessus se rapportent au bassin versant observé par l'ORSTOM dont la superficie est de 1.9 km².

Le bassin concerné par le projet de barrage (situé un peu en amont de la station de contrôle) a une superficie de 1.73 km². On pourra estimer que les caractéristiques de la crue millénaire (Débit et volume) du bassin de la retenue se déduisent des valeurs fournies ci-dessus en appliquant le coefficient $\frac{0.9}{1.9}$.

Nous attirons l'attention sur le fait que l'hydrogramme proposé se rapporte au bassin en l'état.

La mise en eau de la retenue a pour effet (à cote maximale) de submerger une fraction importante du bassin (0.614 km²). La partie émergée est alors fractionnée en une série de petits bassins partiels (de quelques dizaines d'hectares) disposés en cirque autour du plan d'eau. Pour ces très petits bassins, l'hydrogramme de la crue tend à être directement fonction du hétérogramme de l'averse millénaire. Nous proposerons pour la détermination du débit de pointe des crues relatives à ces bassins partiels, une formule de réduction basée sur la hauteur de l'averse millénaire en 15 minutes.

$$Q = 1,11 \times S \times K_r \times H_{1000}^{0.25}$$

avec $K_r = 0,92$ et $H_{1000}^{0.25} = 78 \text{ mm}$.

soit approximativement un débit spécifique millénaire de 80 m³/s/km².

Les apports sur le plan d'eau seront déduits directement ($K_r = 100 \%$) du hétérogramme de l'averse millénaire.

L'hydrogramme entrant, résultat de la conjugaison des apports directs sur le plan d'eau et des apports latéraux, sera ensuite transformé par laminage dont les effets seront calculés à partir de la courbe de remplissage de la retenue et du débit de l'évacuateur de crue.

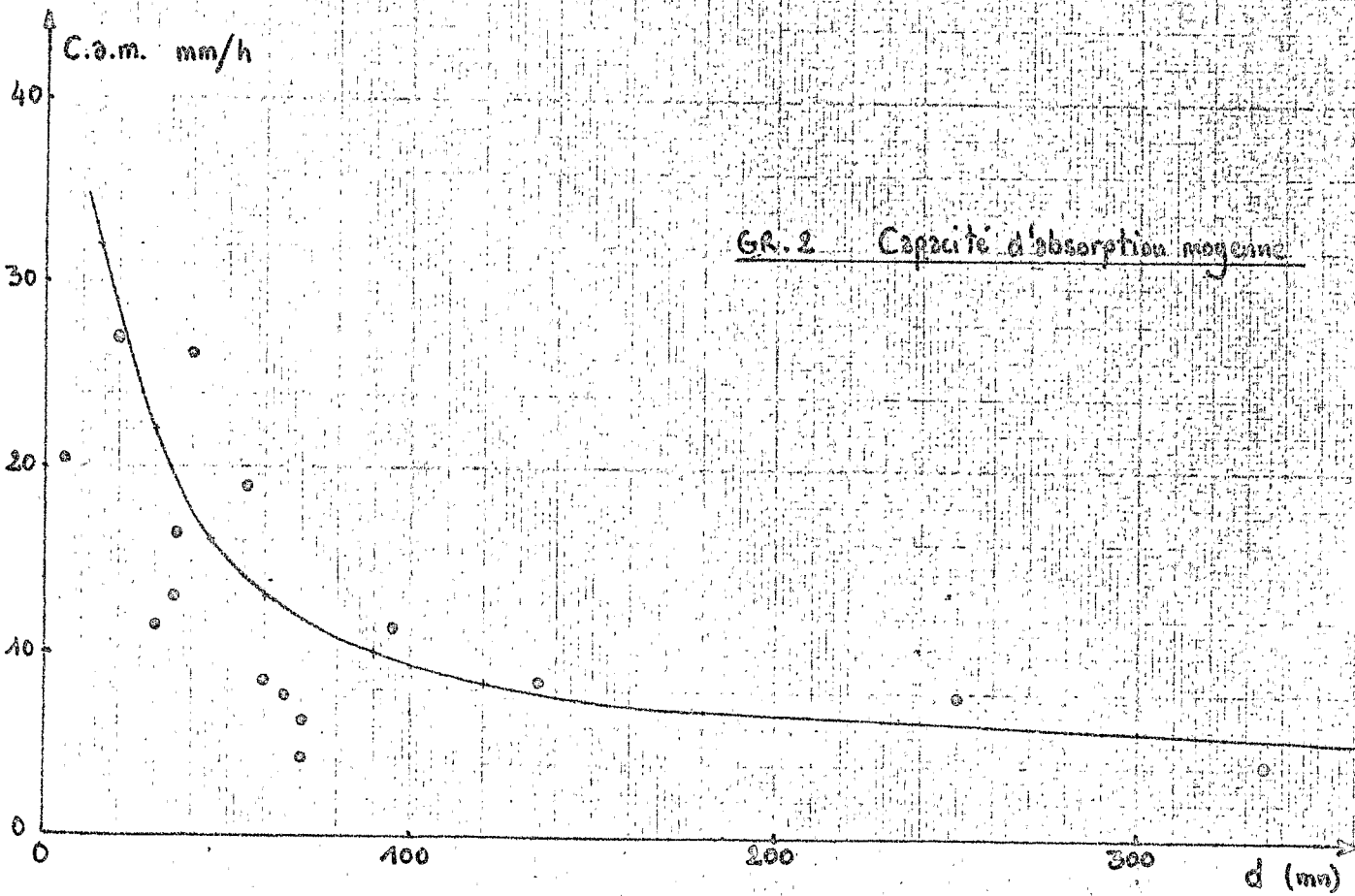
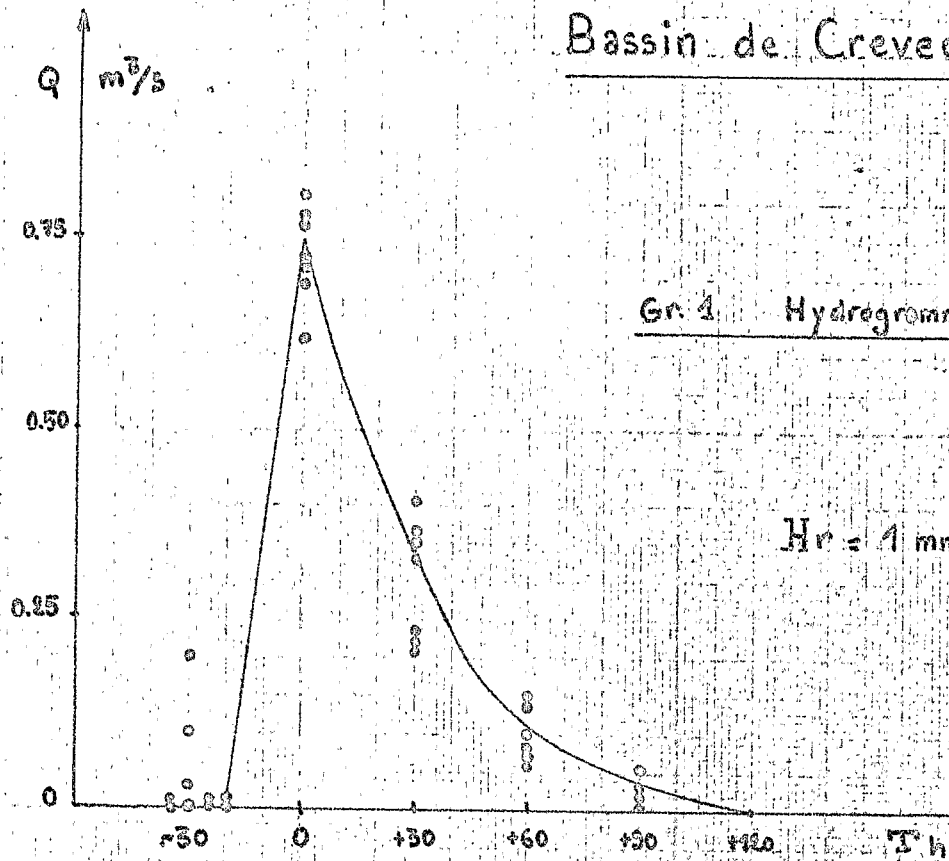
TABLEAU II

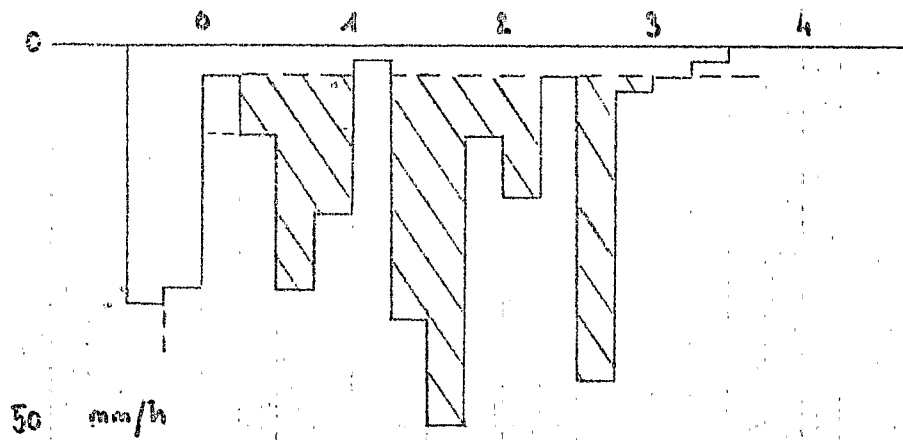
BASSIN DE CREVECOEUR

Constitution de l'hydrogramme de la crue millénaire.

Heure	Pluie (mm)	Lame ruisselée (mm)	QMAX élément. (m ³ /s)	Q composé (m ³ /s)
- 1.30	8	0	0	1.2
- 1.15	9	6	4.5	6.5
- 1.00	11	10	7.5	12.1
- 0.45	9	8	6.0	22.4
- 0.30	48	47	35.2	55.5
- 0.15	60	59	44.2	88.4
0	78	77	57.8	<u>117</u> MAX
+ 0.15	54	53	39.8	113
0.30	19	18	13.5	85.5
0.45	10	9	6.8	60.3
1.00	9	8	6.0	43.0
1.15	9	8	6.0	32.2
1.30	7	6	4.5	23.9
1.45	6	5	3.8	17.9
2.00	6	5	3.8	14.8
2.15	6	5	3.8	12.4
2.30	6	5	3.8	11.8
2.45	6	5	3.8	11.1
3.00	5	4	3.0	10.3
3.15	5	4	3.0	9.7
3.30	5	4	3.0	9.4
3.45	5	4	3.0	9.2
4.00	5	4	3.0	8.9
4.15	4	3	2.2	7.5
	390	357		

Bassin de Crevecoeur





Bassin de Crevecoeur

GA. 3

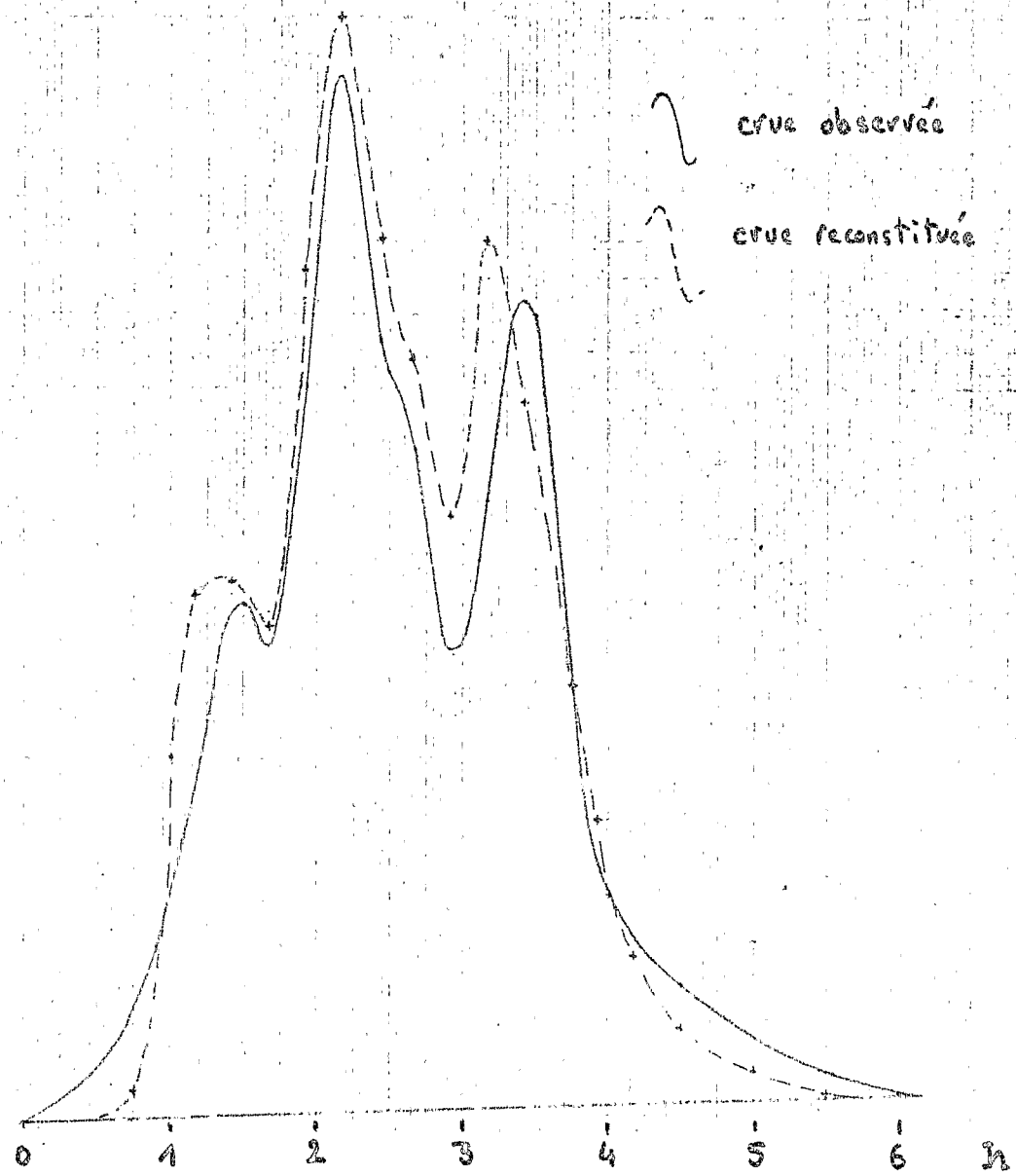
crue du 8.11.76

15 m³/s

10

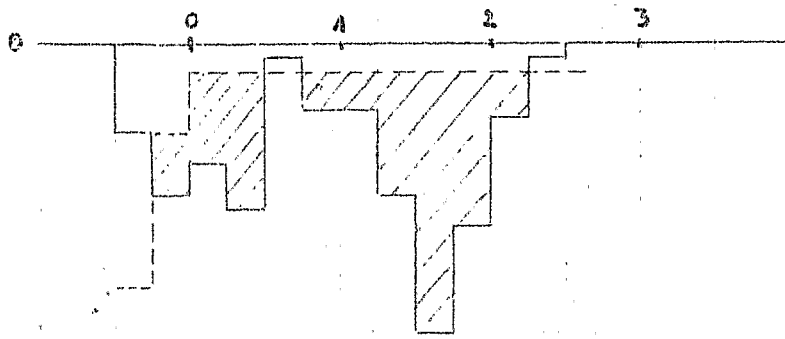
5

0



crue observée

crue reconstituée



Bassin de Crevecoeur

GR.4

Crue du 7-12-1976

