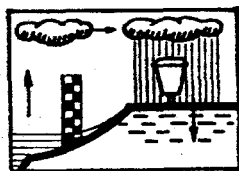


ETUDE HYDROLOGIQUE DE LA GRANDE RIVIERE A GOYAVES

RAPPORT TERMINAL

TOME II

ETUDE DES CRUES DES RAVINES GARDEL ET CACHET (GRANDE-TERRE)



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Mission Hydrologique aux ANTILLES

BUREAU CENTRAL HYDROLOGIQUE - PARIS



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

SERVICE HYDROLOGIQUE

DEPARTEMENT DE LA GUADELOUPE
DIRECTION DÉPARTEMENTALE
DE L'AGRICULTURE

ETUDE HYDROLOGIQUE DU BASSIN DE LA
GRANDE RIVIERE A GOYAVES

RAPPORT TERMINAL

par

J.C. KLEIN

TOME II

DES CRUES DES RAVINES
GARDEL ET GACHET (GRANDE-TERRE)

Mission Hydrologique aux ANTILLES
Bureau Central Hydrologique - PARIS

Paris, Mai 1977

ONISQUM Fonds Documentaire
N° 33 627 ex 2
Cote A

SOMMAIRE DU TOME II

	<u>Page</u>
<u>INTRODUCTION</u>	1
<u>ETUDE DES CRUES DE LA RAVINE GARDEL</u>	3
<u>CHAPITRE I</u> : Caractéristiques physiques du bassin.....	3
- Superficie et réseau hydrographique.....	3
- Forme et relief du bassin.....	5
- Constitution géologique et sols.....	7
- Végétation.....	7
- Données climatiques.....	8
<u>CHAPITRE II</u> : Enquête sur les crues du bassin.....	9
- Crue du 6 au 7 juillet 1966.....	10
* Averse génératrice.....	10
* Maximum de la crue à LETAYE.....	11
* Maximum de la crue entre ZEVALOS et GARDEL.....	12
* Maximum à l'exutoire.....	13
- Crues de septembre et novembre 1966.....	15
- Crues du dernier trimestre 1970.....	15
- Crues du 15 août 1973.....	18
- Crues des 1 septembre et 7 novembre 1974.....	18
- Bilan de l'enquête.....	17
<u>CHAPITRE III</u> : Forme des crues.....	19
- Crues observés sur divers bassins de GRANDE-TERRE et MARIE GALANTE.....	19
* Choix des bassins.....	19
* Crues observées-Forme des hydrogrammes.....	21
- Liaison hydromorphologique - Forme des crues de la Ravine GARDEL.....	31
* Choix d'un indice morphologique	31
* Hydrogramme unitaire.....	33
* Relation débit de pointe-volume.....	35
<u>CHAPITRE IV</u> : Relation pluie-écoulement.....	37
<u>CHAPITRE V</u> : Etude statistique des pluies journalières - Relation intensités - durées- fréquences.....	43
- Distribution des pluies journalières.....	43
- Relation intensités-durées-fréquences.....	50
<u>CHAPITRE VI</u> : Détermination fréquentielle des crues.....	55
- Méthode de l'hydrogramme unitaire.....	55
- Méthode du débit de pointe.....	57
- Crue maximale probable	59
- Conclusion.....	61

<u>ETUDE DES CRUES DE LA RAVINE GACHET</u>	63
<u>CHAPITRE I : Caractéristiques physiques du bassin</u>	63
- Superficie et réseau hydrographique.....	63
- Forme et relief du bassin.....	65
- Constitution géologique et sols.....	66
- Végétation.....	67
- Données climatiques.....	68
<u>CHAPITRE II : Enquête sur les crues anciennes du bassin</u>	71
- Nature des sections de contrôle.....	71
- Crues notables.....	72
* La crue de 1970.....	72
* La crue de 1966.....	74
* La crue de 1956.....	74
<u>CHAPITRE III : Campagne de mesures 1974</u>	77
- Equipement du bassin.....	77
- Etalonnage de la station.....	78
- Précipitations et écoulements observés.....	79
<u>CHAPITRE IV : Forme des crues</u>	83
- Méthode de l'hydrogramme unitaire.....	86
- Méthode du débit de pointe	87
<u>CHAPITRE V : Relation pluie-écoulement</u>	89
<u>CHAPITRE VI: Etude statistique des précipitations</u>	91
-Qualité des observations.....	92
-Pluviométrie annuelle moyenne.....	93
-Distribution des pluies journalières.....	93
-Réduction des pluies ponctuelles à la pluie moyenne du bassin...	103
-Relation intensités-durées-fréquences.....	106
<u>CHAPITRE VII : Détermination fréquentielle des crues</u>	109
-Volume des crues.....	109
-Débit de pointe et forme des crues.....	109
* Méthode de l'hydrogramme unitaire.....	109
* Méthode du débit de pointe.....	110
* Forme des crues.....	111
-Crue maximale probable.....	111
-Conclusion.....	113
<u>ANNEXES : - Précipitations journalières au pluviographe du HAUT DE LA MONTAGNE et aux postes d'usine du bassin de GACHET en 1974</u>	
- Ecoulements journaliers du bassin de GACHET en 1974	
- Graphiques des couples averse-crue observés en 1974	

LISTE DES TABLEAUX DU TOME II

ETUDE DES CRUES DE LA RAVINE GARDEL

Page

1	Crues observés sur la Ravine de DUVAL au Pont de DUVAL.....	23
2	" la Grande Ravine au Pont de Grande Ravine.....	24
3	" la Ravine CASSIS au Pont du GRAND GOULOU.....	25
4	" la Rivière SAINT-LOUIS aux SOURCES.....	26
5	Définition des hydrogrammes élémentaires des divers bassins.....	29
6	Acuité des crues observées et indice morphologique de célérité des écoulements.....	34
7	Répartition des précipitations journalières à GARDEL et à POINTE-à-PITRE.....	46
7 bis	Maxima annuels des précipitations journalières à GARDEL(1938-1974).	47

ETUDE DES CRUES DE LA RAVINE GACHET

1	Liste des jaugeages au Pont GACHET.....	79
2	Caractéristiques globales des crues 1974.....	85
3	Caractéristiques de forme des principales crues...1974.....	87
4	Estimation de la pluviométrie annuelle des divers postes.....	95
5	Répartition des précipitations journalières (6 postes).....	96
6	Statistique des pluies journalières sur échantillon exhaustif avec troncature (6 postes).....	97
7	Poste de SYLVAIN - Adéquation de la loi de GALTON selon l'importance du seuil de troncature.....	98
8	Echantillon des maximums annuels des pluies journalières (6 postes)	99
9	Statistique des pluies journalières sur l'échantillon des maximums annuels (6 postes).....	100
10	Réduction de la pluie ponctuelle à la pluie moyenne.....	105

LISTE DES FIGURES DU TOME II

ETUDE DES CRUES DE LA RAVINE GARDEL

Graphique 1 : Plan du bassin

2 : Crue du 6 au 7 juillet 1966 à la hauteur du chemin LETAYE-GARDEL-
(Profils en travers et en long).

2 bis: Crue du 6 au 7 juillet 1966 en aval de la route Zévalos-Gardel-
(Profils en travers et en long) - Crue du 7.11.74 à l'exutoire
du bassin (route Portland-Gardel).

2 ter: Averses génératrices des quelques crues récentes recensées

3: Le bassin de la Ravine Gardel et les bassins calcaires observés
en GRANDE-TERRE et à MARIE-GALANTE (situation et morphologie).

4: Courbes d'étalonnage des bassins calcaires de GRANDE TERRE et
MARIE-GALANTE.

5: Acuité des crues sur les divers bassins.

6: Détermination de l'hydrogramme unitaire du bassin de GARDEL

7: Esquisse de la relation sur bassins calcaires de GUADELOUPE entre
la forme des crues et un indice de célérité des écoulements.

8: Relation pluie-écoulement sur les bassins calcaires observés en
GRANDE-TERRE et à MARIE-GALANTE.

9: Distribution des pluies journalières aux postes de POINTE-à-PITRE-
LE RAIZET et GARDEL.

10 : Relation intensités-durées à partir des valeurs journalières du
poste de GARDEL et des valeurs de POINTE-à-PITRE-LE-RAIZET.

11 : Détermination des crues sur bassins calcaires de GUADELOUPE
(méthode du débit de pointe).

12 : Crues décennale, centennale, millennale.

ETUDE DES CRUES DE LA RAVINE GACHET

1 - Plan du bassin

2 - Courbes d'étalonnage des divers orifices

3 - Courbe d'étalonnage globale de la station

4 - Hydrogramme unitaire du bassin (4.1) et acuité des crues (4.2)

5 - Relation pluie-ruissellement

6.1- Courbes de distribution des pluies journalières aux postes de
à SYLVAIN, PHILIPPSBOURG, CLUGNY, SAINTE AMELIE, DUVAL, GIRARD.

6.6

7 - Relations intensités-durées par comparaison des pluies du bassin
à celles de POINTE-à-PITRE-LE-RAIZET.

INTRODUCTION

Dans le cadre de la convention passée le 1er juin 1975 entre le Département de la GUADELOUPE et l'ORSTOM, pour l'étude hydrologique du bassin de la GRANDE RIVIERE à GOYAVES, l'ORSTOM a été chargé de la définition des crues exceptionnelles des Ravines GARDEL et GACHET en GRANDE-TERRE.

Conformément aux articles 2 et 5 ~~de~~ présent rapport dressé pour ces deux rivières "la définition des débits exceptionnels de crue de différentes fréquences (décennale à millénaire, crue maximale possible) et des hydrogrammes correspondants".

La RAVINE GARDEL : Le cours d'eau étudié est à écoulements temporaires et si un dispositif de mesures y a été mis en place fin 1974 (installation d'un limnigraphe et d'un pluviographe), aucune crue n'a été directement observée. L'absence d'observations hydrométriques conduit à utiliser les données qui ont pu être recueillies ces dernières années sur d'autres rivières intermittentes des régions calcaires de GUADELOUPE. Ces données sont complétées par la prise en compte des observations pluviométriques plus anciennes disponibles à un poste du Service Météorologique (POINTE-A-PITRE) et à un poste d'usine (GARDEL).

Les crues sont déterminées à la hauteur du limnigraphe, à proximité de l'embouchure. La méthode indirecte utilisée pour cette détermination permet si nécessaire une redéfinition rapide de ces crues plus en amont, à l'emplacement exact des divers aménagements qui seront retenus.

La RAVINE GACHET : Ce second cours d'eau est, comme le premier, à écoulements épisodiques. Il est étudié ici au pont de la route nationale 6 (Pont GACHET), donc à l'emplacement de la station hydrométrique ouverte à la demande de la Direction Départementale de l'Agriculture, dans le cadre des activités départementales de l'ORSTOM. L'ouverture de cette station ayant été demandée fin 1973, les observations ont pu commencer dès le 18 janvier 1974, si bien qu'à la différence de la Ravine GARDEL, il a été possible de mesurer dans de bonnes conditions les écoulements relativement abondants survenus au cours de la campagne 1974. L'interprétation n'aura donc ici qu'indirectement à s'appuyer sur les données de terrain recueillies en d'autres bassins des régions

calcaires de GUADELOUPE. Cette existence de données, mêmes brèves, sur la Ravine GACHET est un élément déterminant pour la définition des crues de son bassin, lequel par sa taille et la complexité de son réseau, était malaisément comparable à d'autres.

Par ailleurs, ce bassin ayant subi récemment des travaux de drainage en divers seuils naturels du lit, on ne peut trop regretter la brièveté des observations hydrologiques. Celles qui ont été effectuées rendent compte du fonctionnement du bassin dans son état actuel et on peut penser que des observations plus anciennes auraient contribué surtout à mettre en évidence des modifications des caractéristiques d'écoulement, et seulement indirectement à définir les crues actuelles.

L'enquête sur les fortes crues des cinquante dernières années a été assez décevante et on ne peut que souhaiter la poursuite des observations sur un bassin aux écoulements aussi irréguliers.

On notera par ailleurs l'importance d'une connaissance précise des précipitations pour l'évaluation des crues de très faibles fréquences qui est demandée ici. L'essentiel de l'information pluviométrique journalière, disponible sur le bassin ou à proximité, a été prise en compte et critiquée et l'on a pu s'appuyer sur les résultats de l'analyse de six postes observés depuis 35 ans.

On signalera enfin que le bassin de la Ravine GACHET est équipé sur l'une des principales branches amont, la Ravine de DUVAL, d'une seconde station limnigraphique, suivie depuis le 9 juillet 1974. Les crues de ce sous-bassin ont été prises en compte lors de l'étude du bassin de la Ravine GARDEL, et ont contribué indirectement à dégager ici une relation moyenne pluies-écoulements, relation qui reste le point faible actuel d'une étude hydrologique sur ce type de bassin.

CHAPITRE I

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU BASSIN

La ravine GARDEL est l'une des nombreuses rivières côtières à écoulements épisodiques de l'île calcaire et plate de GRANDE TERRE (Cf. Graphique de situation du bassin).

Elle constitue la branche ouest de la "Rivière d'AUDOIN", vallée en "ria" débouchant en bordure de l'agglomération du MOULE, et les crues nous intéressent à l'entrée dans la "Rivière d'AUDOIN" c'est-à-dire à une altitude comprise entre 0 et 1 m. Le bassin de la ravine GARDEL est donc arrêté au franchissement de la route FORTLAND-GARDEL qui constitue approximativement la limite de la marée haute.

1.1 - Superficie et réseau hydrographique :

Le bassin a 15,6 km². Grâce à deux "vallées sèches" en bordure de bassin qui confluent 500 m à l'amont de l'exutoire, il draine un plateau calcaire ondulé et faiblement relevé sur sa marge côtière nord-est :

- la ravine GARDEL proprement dite, sur le flanc ouest et sud du bassin, dite aussi ravine RENEVILLE plus en amont, et au lit bien marqué,

- la ravine de la PORTE D'ENFER, sur la bordure nord du bassin, au thalweg moins encaissé vers l'amont et aux écoulements probablement plus épisodiques ne serait-ce qu'en raison de la pluviosité plus faible sur la moitié nord-est du bassin.

Ces deux collecteurs et leurs courtes ravines affluentes créent dans un relief calcaire grossièrement tabulaire (ancienne surface d'érosion dite "de GARDEL" selon G. LASSERRE), des entailles à flancs convexes (pentes latérales importantes au voisinage des ravines). Les pentes longitudinales sont assez fortes et régulières (pentes de 0,52% sur 6,3 km de cours dans la ravine sud-ouest et de 0,63% sur 4,6 km de cours dans la ravine nord-est). Des singularités des profils en long attestent l'influence assez récente de mouvements tectoniques, et de variations du niveau de base. Le profil en long est bien celui de cours d'eau actifs, même si leurs écoulements ne sont qu'occasionnels.

Les profils transversaux du fond de vallée sont en anse de panier, parfois très aplatis et dissymétriques, mais surtout caractérisés par l'absence d'un véritable lit mineur. Il existe assez souvent un mince chenal caillouteux où transitent les écoulements de fin de crue et qui relie entre elles de fréquentes moulles où le sol argileux décapé laisse apparaître les blocs calcaires, mais la capacité d'évacuation de ce chenal est insignifiante et chaque crue un peu forte envahit tout le fond de la ravine. Il faut souligner qu'il n'y a pas ici, le plus souvent, de distinction entre lit apparent et lit majeur. Le fait a son importance dans la forme des hydrogrammes de crue.

Outre les petites mares temporaires, parfois aménagées, qui occupent les moulles du thalweg, il existe des mares sur les interflluves. Il s'agit alors fréquemment d'anciennes dolines dont le degré de colmatage rend la mare pérenne ou au contraire très temporaire. Ces dolines constituent des unités endoréïques de quelques hectares.

A ces signes évidents d'ancienne géomorphologie karstique s'ajoutent quelques cas de collecte puis de percolation rapide des eaux de ruissellement dans de faibles dépressions de la bordure nord-est du bassin où les anciennes dolines sont absentes. Cet indice d'une certaine circulation karstique active peut être rapproché de la présence signalée d'une nappe phréatique très proche de la surface, quelques centaines de mètres en dehors du bassin et une dizaine de mètres en contrebas de sa bordure Est (lieu dit de SAINT LOUIS à la hauteur de DUBEDOU). Il est probable qu'il s'agit là des conséquences d'une fracturation tectonique.

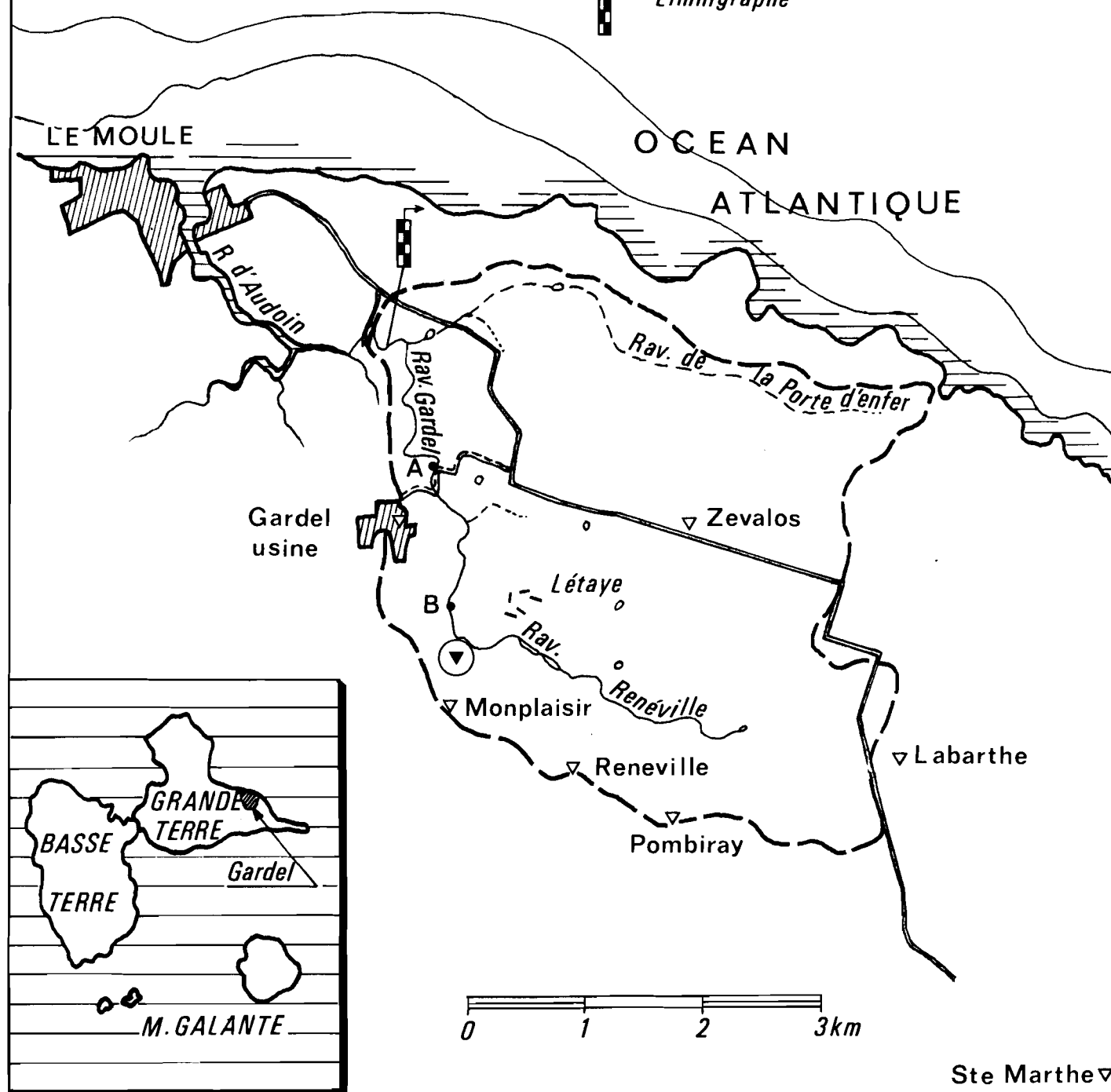
PLAN DE SITUATION DU BASSIN DE LA RAVINE GARDEL

• A Estimation de la crue du 7-7-1966

▽ Pluviomètre d'usine

● Pluviographe O.R.S.T.O.M.

Limnigraphe



Dans l'ensemble toutefois les parties du bassin qui lors de fortes précipitations ne participent pas à l'écoulement vers la ravine GARDEL sont très réduites. La totalité de la zone endoréique a été évaluée sur la carte IGN au 1/20 000 et après vérification sur le terrain, à 0,6 km² environ et la surface active du bassin doit être ramenée à 15,0 km².

1.2 - Forme et relief du bassin :

Le bassin de la ravine GARDEL est très ramassé. On caractérisera sa forme par l'indice de compacité K (ou coefficient de Gravelius), rapport du périmètre du bassin à la circonférence du cercle de même superficie.

Ce périmètre, après lissage des sinuosités des contours qui sont sans importance sur la propagation des écoulements, est de 16,0 km :

$$A = 15,6 \text{ km}^2$$

$$P = 16,0 \text{ km}$$

$$K = 0,28 \times P \times A^{-\frac{1}{2}} = 1,13, \text{ valeur très faible.}$$

La forme du bassin s'exprime également de façon simple par son rectangle équivalent, rectangle ayant même superficie et même périmètre. La longueur L du rectangle est tirée de l'expression graphique de $L \times A^{-\frac{1}{2}}$ en fonction de K :

$$K = 1,13 \text{ entraîne } L \times A^{-\frac{1}{2}} = 1,18$$

$$\text{et } L = 1,18 \times 3,95 = 4,7 \text{ km}$$

$$\text{d'où la largeur } l = \frac{P}{2} - L = 3,3 \text{ km}$$

La répartition hypsométrique est la suivante :

Altitude Z en m	Surface en km ²
54 (point culminant)	0
50	0,12
40	2,8
35	6,0
30	11,0
25	13,6
15	15,2
1 (exutoire)	15,6

Du tracé de la courbe hypsométrique, on tire les percentiles suivants :

Z_0	=	54 m	Z_{90}	=	24 m
Z_5	=	45 m	Z_{95}	=	20 m
Z_{10}	=	43 m	Z_{100}	=	1 m
Z_{50}	=	33 m			

La dénivelée totale est de 53 m. La dénivelée utile est prise le plus souvent égale à l'amplitude correspondant à 90% de la surface et laisse de chaque côté les 5% les plus hauts et les plus bas du bassin ($D = Z_5 - Z_{95}$). Compte tenu de la morphologie des petits bassins calcaires de GUADELOUPE où les cours d'eau sont fréquemment encaissés et où seule la partie basse de la courbe hypsométrique peut rendre compte de l'importance variable de la pente longitudinale du lit et de la forme plus ou moins plate du fond de vallée, nous retiendrons ici comme dénivelée utile l'intervalle restant après élimination des 10% les plus élevés du bassin :

$$D = Z_{10} - Z_{100}$$

On obtient ainsi pour GARDEL :

$$D = 43 - 1 = 42 \text{ m}$$

L'indice global de pente défini par P. DUBREUIL, rapport de la dénivelée utile à la longueur du rectangle équivalent du bassin, est alors :

$$I_G = \frac{42}{4,7} = 9 \text{ m/km}$$

Il s'agit là d'une valeur qui pour un bassin de cette taille, traduit un relief déjà notable, sans être fort.

1.3 - Constitution géologique et sols :

Le bassin de GARDEL occupe le flanc nord-est d'une petite structure anticlinale faisant apparaître successivement du sud-ouest au nord-est :

- 1°) des "tufs" volcano-marins de faible épaisseur recouvrant les bancs alternativement durs et friables des "calcaires de base",
- 2°) des calcaires subrécifaux ocres souvent durs à algues et débris volcaniques d'une trentaine de mètres d'épaisseur,
- 3°) des calcaires blancs récifaux d'une quarantaine de mètres d'épaisseur comportant des passées friables de sables ou grès calcaires et constituant la bordure nord du bassin.

Ces calcaires constituent par endroits un matériau assez perméable, mais ils n'affleurent guère, recouverts sur l'ensemble du bassin par des sols bruns de décalcification de quelques décimètres à 1 mètre d'épaisseur.

Ces sols très argileux à tendance vertisolique sont homogènes ; ils acquièrent dans les fonds de ravine des caractères d'hydromorphie temporaire. Ils se dessèchent en période peu pluvieuse et présentent alors des fentes de retrait profondes. Leur capacité de rétention est importante et les pluies isolées ainsi que les premières pluies d'un épisode pluvieux ruissellent rarement. Lors d'un épisode pluvieux prolongé l'ensemble des fentes de retrait sont colmatées, les infiltrations sont très réduites et les averses moyennes ou fortes ruissellent alors bien plus facilement.

1.4 Végétation:

L'ensemble du bassin est très largement consacré à la culture de la canne à sucre (domaine des usines GARDEL et accessoirement SAINTE-MARTHE).

La répartition des couverts végétaux est approximativement la suivante :

Canne à sucre	83%
Savanes et pâturages	13%
Forêt sèche	4%

1.5 - Données climatiques :

On résume très succinctement les éléments permettant de caractériser le climat insulaire chaud qui affecte le bassin de GARDEL :

Températures : 25 à 26° en moyenne, très faible amplitude saisonnière (3 ou 4°), maximum d'août, minimum de janvier, amplitude journalière de 8 ou 9°.

Vents : régime d'alizés du secteur Est largement prédominant, renforcé par la brise de mer diurne.

Humidité : 80% en moyenne.

Insolation : 2 800 heures par an environ.

Evapotranspiration : évapotranspiration potentielle de l'ordre de 1 600 mm par an, évapotranspiration réelle proche de la pluviométrie annuelle (les mesures de ruissellement sur d'autres bassins de la GRANDE TERRE laissent prévoir que le coefficient d'écoulement annuel sera inférieur le plus souvent à 5%).

Pluviosité : moyenne interannuelle de l'ordre de 1 300 mm avec une croissance d'une centaine de mm de la bordure nord-est du bassin à sa bordure sud-ouest ; irrégularité saisonnière et interannuelle forte ; la saison relativement sèche de "carême" s'étend de décembre à juin, l'hivernage de juillet à novembre avec une recrudescence très nette certaines années des pluies du dernier trimestre si bien que le mois le plus pluvieux à l'Est de la GRANDE TERRE n'est plus septembre comme à POINTE-A-PITRE, mais novembre.

CHAPITRE II

ENQUETE SUR LES CRUES DU BASSIN

L'absence de données hydrométriques sur la ravine GARDEL conduit en premier à essayer de préciser par enquête l'importance des crues qui l'ont affectée à une époque récente. L'intérêt d'une telle enquête est renforcé par l'occurrence en 1966 d'une crue résultant d'une précipitation très exceptionnelle. Malheureusement si l'on trouve quelques témoins habitant à proximité de la ravine leurs souvenirs se bornent le plus souvent à confirmer l'apparition de plusieurs crues, dont l'une très forte ces dernières années. Les niveaux atteints restent imprécis, et rien de net n'a pu être mis en évidence à l'exutoire du bassin. Cette situation s'explique en partie par la fugacité de la pointe de crue ou bien par son apparition nocturne, mais surtout par sa violence réduite, les dégâts n'étant limités en général, hormis la perte de boeufs fixés à leur piquet, à des pieds de canne brisés par le courant.

Deux niveaux relativement précis de la crue de 1966 ont été mis en évidence plus en amont (points A et B du graphique 1) dont l'un indiquerait également, à peu près, le niveau atteint lors de la crue consécutive au cyclone du 12 septembre 1960.

Nous résumons, ci-dessous, les renseignements recueillis sur les crues survenues depuis 1966 avec les évaluations de débits qu'ils permettent.

Toutes ces crues résultent d'épisodes pluvieux connus au niveau journalier par les relevés des postes d'usines de GARDEL et SAINTE-MARTHE situés à proximité du bassin. Ces relevés sont les suivants : (en mm) :

	6-7-66	27-9-66	10-11-66	3-10-70	2-12-70	10-12-70	14-8-73	1-9-74	6-11-74
GARDEL	1173,5	48	80	116	52,5	94	71,5	100,5	49,5
MONPLAISIR	1293	86	80	94,5	71,5	65,5	85	84,5	63
RENEVILLE	1280	79	93	98	81	56	65	98	63
MARLY	1281	40	100	95	72	56	70	78	47
GENTILLY	1172	126	77	101	38	32	27	-	-
COURCELLES	-	-	-	144	70	42	50	66	108
SAINTE MARTHE	1250	151	47	112	35	65	40	49	98
LABARTHE	1197	137	90	123	67	70	56	49	51
POMBIRAY	1177	153	65	102	70	75	65	81	45
ZEVALOS	1180	-	77	-	-	-	-	-	-
SAINTE-ROSE	1252	45	100	-	-	-	-	-	-

2.1. Crue du 6 au 7 juillet 1966

Cette crue résulte d'une précipitation exceptionnelle de 22 heures environ sur toute la GRANDE TERRE, ayant affecté également l'île de MARIE GALANTE et le nord de la BASSE TERRE. La structure de l'averse est connue (1)

à DUCLOS (190 mm) et à POINTE à PITRE (245 mm), mais les hyéto-grammes de ces deux postes suggèrent que s'il n'y a eu qu'un seul corps d'averse intense à POINTE-à-PITRE il n'en a pas été nécessairement de même ailleurs, où le total de la précipitation est souvent plus élevé qu'à POINTE-à-PITRE.

2.1.1. Averse génératrice :

Les relevés de la pluie du 6 juillet sur le bassin de GARDEL ou à proximité (cf. graphique 2 ter) appellent des réserves et l'enquête faite sur place n'a pas pu tout clarifier. Il est très probable que les pluviomètres de GARDEL, GENTILLY, ZEVALOS (seaux normaux de 7 dm³ ouverture de 400 cm²) ont écrêté la précipitation. Il en est de même pour les appareils de LABARTHE et POMBIRAY, qui sont des modèles à lecture directe. Les trois pluviomètres de MONPLAISIR (293 mm), MARLY (281 mm) et SAINTE MARTHE (250 mm)

(1) "Les crues du bassin de la GRANDE LAVINE" - ORSTOM - PARIS - 1973

qui sont des modèles à petite ouverture (200 cm²) sont par contre susceptibles de représenter très correctement le total tombé. Les relevés de SAINTE-ROSE (252 mm) et du poste de RENEVILLE (280 mm) dont la capacité du seau était semble-t-il inférieure au relevé, sont crédibles mais sans qu'il y ait eu confirmation satisfaisante.

Il est en résumé, très probable que la pluie du 6 juillet 1966 a atteint et dépassé 250 mm sur la moitié sud-ouest du bassin de GARDEL. L'absence de relevé précis de l'autre côté du bassin rend hypothétique la valeur de la pluie moyenne. Toutefois le poste de ZEVALOS ayant reçu au minimum 175 ou 180 mm, il est presque certain que cette pluie moyenne a dépassé 225 mm. Elle peut avoir atteint 250 mm et même plus.

3.1.2. Maximum de la crue à la hauteur de LETAYE (Point A -

Surface active du bassin : 7,0 km² - lit majeur symétrique trique et assez bien calibré) :

L'épouse d'un petit agriculteur de LETAYE a vu les traces laissées par la crue dans sa propriété située sur le flanc droit de la ravine quelque 100 mètres en aval du gué de LETAYE à GARDEL. Le niveau maximal atteint par l'eau sur le sol nu est indiqué avec une relative précision et le témoin

signale la similitude de ce niveau avec celui de septembre 1928 niveau déjà observé par la même personne à l'époque.

Le graphique 2 fournit la section mouillée et le profil en long de la ravine. La section en rive droite était largement dégagée (parcelle de canne coupée avant la crue) jusqu'à une barrière toujours visible le long du thalweg, largement submergée par la crue, mais non détruite. Sur l'autre berge, la canne d'un carré non coupé était couchée dans la ravine mais avait résisté à flanc de pente.

Les caractéristiques hydrauliques de la section sont les suivantes :

Section mouillée	$S = 52 \text{ m}^2$
Périmètre mouillé	$P = 34 \text{ m}$
Rayon hydraulique	$R = 1,53 \text{ m}$
Pente moyenne du fond	$I = 0,40 \times 10^{-2}$

On estime la vitesse moyenne par la formule de STRICKLER-MANNING :

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

le lit régulièrement calibré permettant d'adopter la pente moyenne du fond comme pente motrice.

Compte tenu de la forte rugosité du lit et des obstacles de la végétation (pied des tiges de canne sur la moitié droite, cannes couchées ou restées debout sur la moitié gauche) ainsi que des pertes de charges singulières (irrégularités du fond du lit), on ne peut dépasser 20 comme valeur du coefficient de "rugosité" k . On retiendra une valeur comprise entre 15 et 20 :

$$k = 15 \quad V = 15 \times 1,33 \times 0,63 \times 10^{-1} = 1,25 \text{ m/s} \quad Q = 1,25 \times 52 = 65 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$k = 20 \quad V = 20 \times 1,33 \times 0,63 \times 10^{-1} = 1,67 \text{ m/s} \quad Q = 1,67 \times 52 = 87 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\underline{Q = 65 \text{ à } 87 \text{ m}^3/\text{s}}$$

2.1.3. Maximum de la crue 200 m en aval de la route ZEVALOS-GARDEL

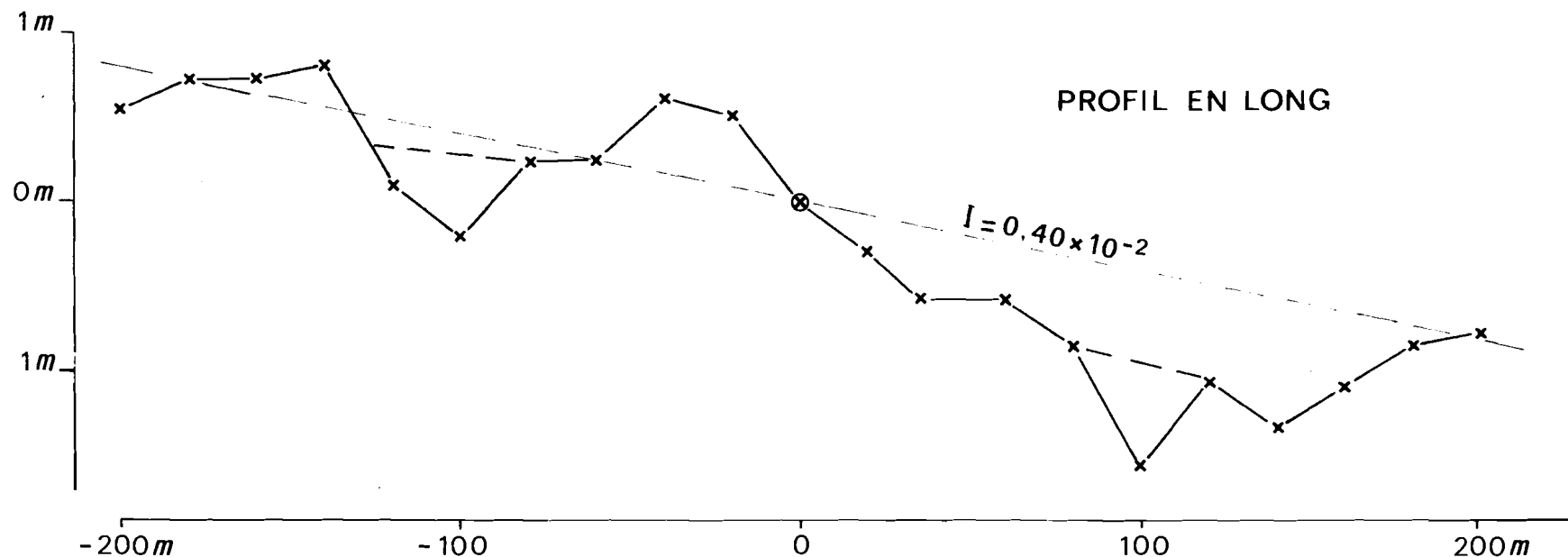
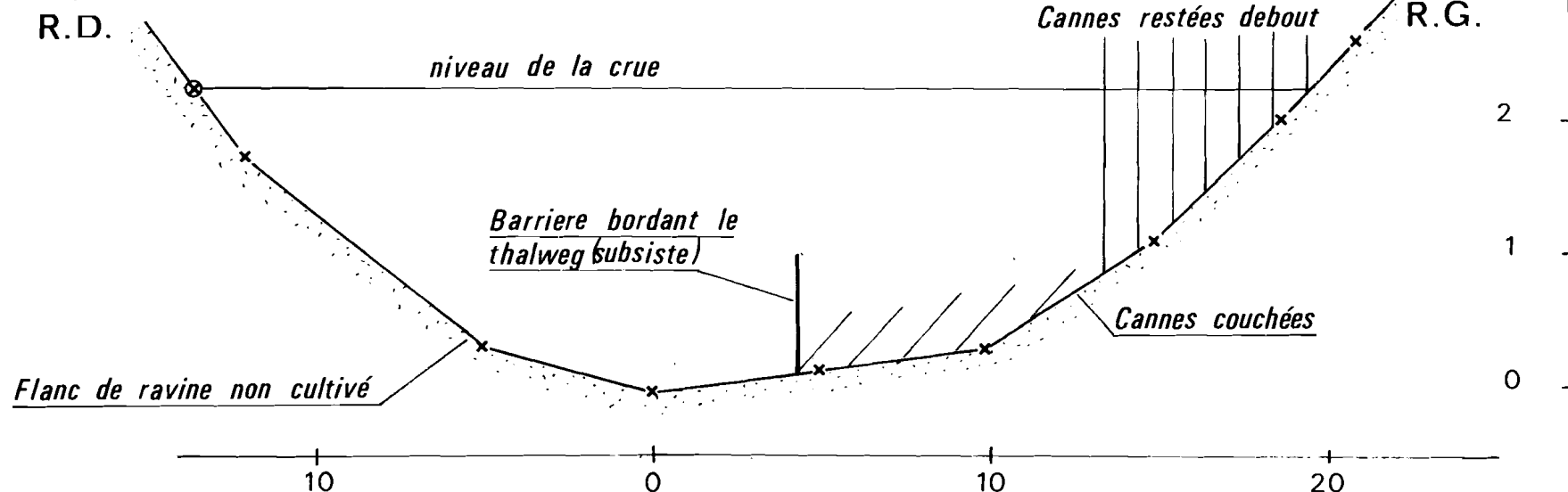
(Point B - Surface active du bassin 0,5 km² - lit dissymétrique à la sortie d'un coude) :

M. DEBY BACCA, entrepreneur des Travaux Publics à ZEVALOS, qui effectuait des travaux à proximité de la ravine, a vu les traces de la crue et croit pouvoir indiquer avec précision le niveau atteint par l'eau à l'endroit où il avait entreposé des matériaux.

Crue du 6 au 7 Juillet 1966 à la hauteur du chemin Létaye-Gardel
(Point A du plan)

Gr. 2

PROFIL EN TRAVERS



La pente du fond de la ravine est assez forte ($0,9 \times 10^{-2}$) et le lit est dissymétrique (cf. graphique 2 bis). La section est occupée par une végétation herbacée et arbustive. Les arbustes étaient notamment présents au milieu de la section, ce qui contribuait à réduire sensiblement les vitesses. La présence d'un coude brusque de la rivière 200 mètres en aval, lequel a dû jouer le rôle de contrôle hydraulique de l'écoulement, incite à penser que la pente motrice était inférieure à la pente du lit que nous sommes contraints d'utiliser ici à défaut de mieux dans l'estimation. Cela, joint aux obstacles constitués par la végétation, nous amène à retenir pour le coefficient de STRICKLER une valeur faible de 12 ou 15 :

$$S = 70 \text{ m}^2$$

$$P = 49,5 \text{ m}$$

$$R = 1,41$$

$$I = 0,90 \times 10^{-2}$$

$$V = k \times R^{2/3} \times I^{1/2} = k \times 1,26 \times 0,95 \times 10^{-1}$$

$$k = 12 \quad V = 1,43 \text{ m/s} \quad Q = 1,43 \times 70 = 100 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$k = 15 \quad V = 1,79 \text{ m/s} \quad Q = 1,79 \times 70 = 125 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\underline{Q = 100 \text{ à } 125 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Cette estimation, par suite des caractéristiques de la section, est plus incertaine que la précédente.

2.1.4 Maximum à l'exutoire :

Quel est le débit atteint à l'exutoire du bassin ?

Nous n'avons pu recueillir d'indications, pas plus que sur l'importance de la crue de l'affluent de la moitié nord du bassin (ravine de la PORTE D'ENFER).

Dans l'absence de toute valeur sûre de l'averse génératrice sur le nord du bassin, nous admettons une précipitation homogène et nous proposons de relier le débit à l'exutoire à celui des estimations faites plus en amont. Nous retenons l'expression empirique souvent utilisée sur petits bassins pour relier le débit de pointe à la superficie :

$$Q_A = b \cdot l^{3/4},$$

où le coefficient b dépend à la fois du bassin et de la fréquence de la crue :

$$1^\circ) \frac{Q_{15,0}}{Q_{7,0}} = \left(\frac{15,0}{7,0} \right)^{0,75}$$

$$Q_{15,0} = 1,77 \times Q_{7,0} = \underline{115 \text{ à } 154 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$2^\circ) \frac{Q_{15,0}}{Q_{8,5}} = \left(\frac{15,0}{8,5} \right)^{0,75}$$

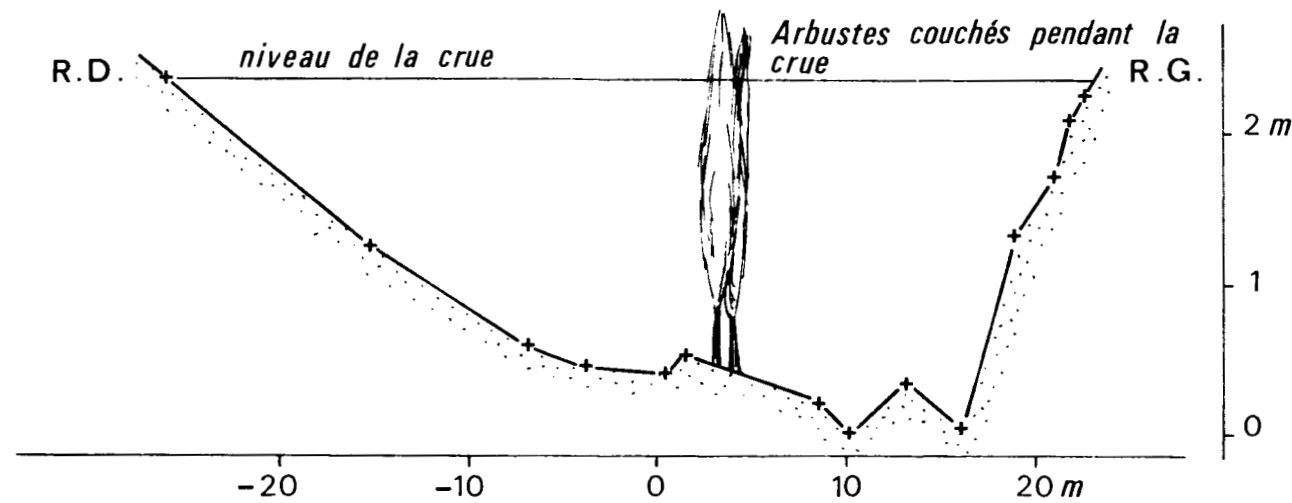
$$Q_{15,0} = 1,53 \times Q_{8,5} = \underline{153 \text{ à } 191 \text{ m}^3/\text{s}}$$

En procédant ainsi on suppose donc implicitement l'homogénéité de l'averse sur le bassin, mais aussi l'homogénéité hydrologique des deux sous-bassins des ravines RENEVILLE et de la PORTE D'ENFER. Or, il semble que l'affluent nord subisse des crues un peu plus étalées. Comme par ailleurs c'est le débit calculé à la hauteur de LETAYE qui est le plus sûr, nous nous appuierons surtout sur la première estimation, la plus faible, et nous proposons de retenir pour le maximum de la crue du 6 au 7 juillet 1966 à l'exutoire du bassin un débit compris entre 120 et 150 m³/s.

Gr. 2 bis

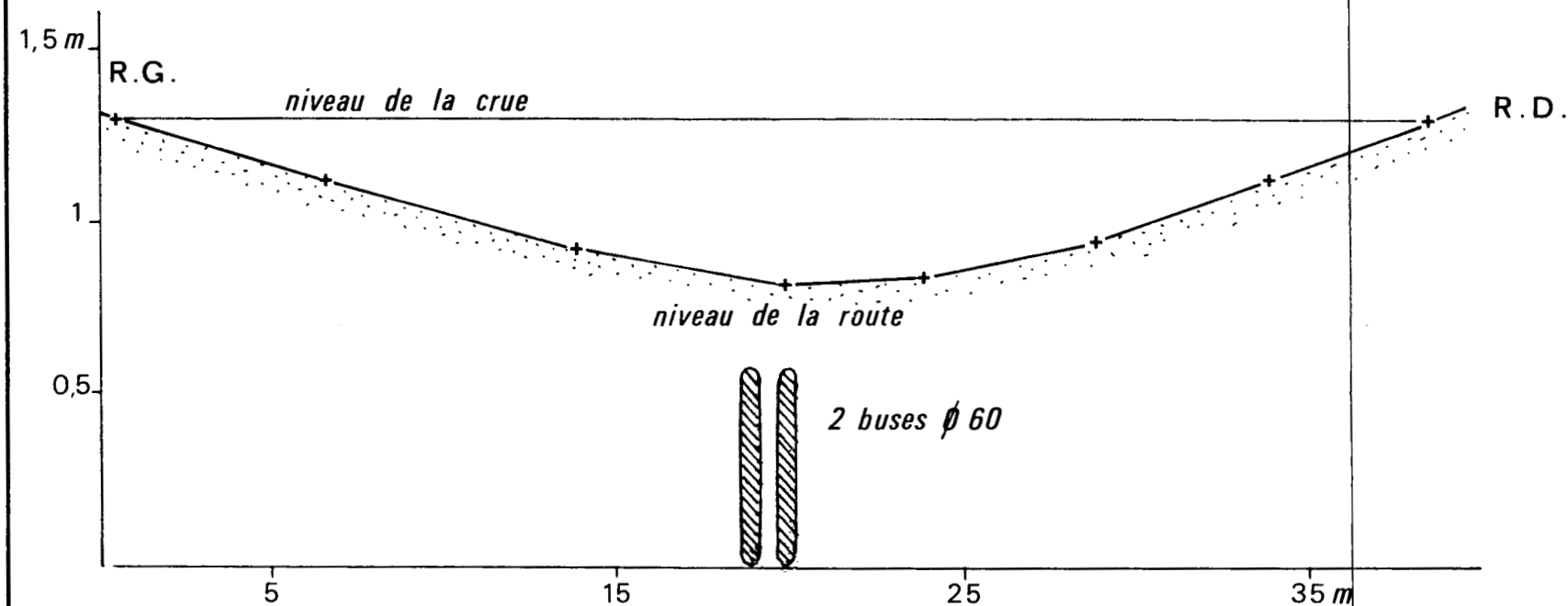
Crue du 6 au 7-7-1966 en aval de la route
ZEVALOS-GARDEL (point B du plan)

PROFIL EN TRAVERS

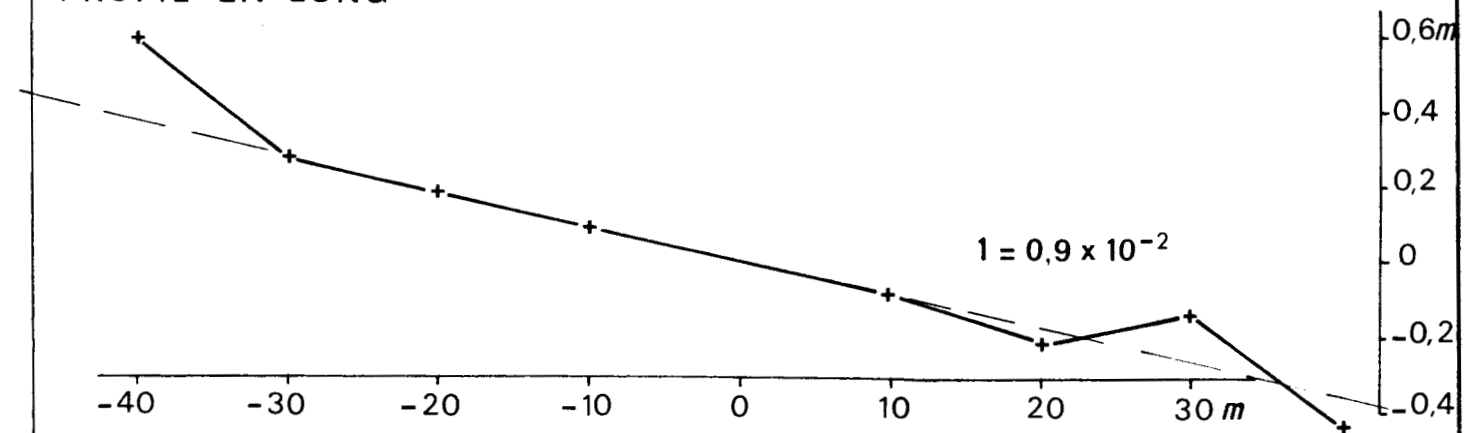


Crue du 7-11-1974 à l'exutoire du bassin
(route PORTLAND-GARDEL)

PROFIL EN TRAVERS



PROFIL EN LONG



2.2 - Crues de septembre et novembre 1966 :

Deux autres précipitations, dont la hauteur aux postes avoisinant le bassin est indiquée ci-dessus, ont provoqué des écoulements notables sur la plupart des ravines de GRANDE TERRE : celle du 27 septembre 1966 (passage du cyclone INEZ) et celle du 10 novembre, précédée d'une forte pluie le 9 (55 à 60 mm sur le bassin de GARDEL). Les crues sensiblement plus faibles que celle de juillet, n'ont pas laissé de souvenirs.

2.3 - Crues du dernier trimestre 1970 :

Les pluies du 3 octobre 1970 (dépression HALLY-pluie succédant à une forte averse tombée le 28 septembre), du 2 décembre et du 10 décembre (après une averse notable le 8 décembre), ont engendré en GRANDE TERRE des crues généralisées dont certaines relativement fortes. Ces crues ont été enregistrées sur les bassins des GRANDS-FONDS. Elle sont signalées sur les branches de la rivière d'AUDOIN et sur la ravine de DUVAL plus au nord, sans y avoir été très fortes. Aucune enquête n'a été faite à l'époque sur la ravine GARDEL (branche ouest de la rivière d'AUDOIN), mais sur la ravine d'EAU-CLAIRE (branche Est) il a été relevé au gué encaissé de BOISVIN fin décembre 1970 des laisses de crues conduisant à attribuer un débit de 20 ou 25 m³/s à la plus forte de ces trois crues, à l'exutoire d'un bassin très comparable à celui de GARDEL et d'une superficie active de 10 km² environ (11,7 km², y compris les dépressions fermées).

2.4 - Crue du 15 août 1973 :

L'averse du 14 au 15 août, de grande extension et qui a surtout frappé la moitié nord de la BASSE-TERRE, a dû avoir un corps intense d'après les enregistrements recueillis plus à l'ouest. La hauteur moyenne de l'averse sur le bassin de GARDEL devait être de l'ordre de 70 mm (graphique 2 ter).

La pointe de crue sur la branche ouest du bassin a été entière et absorbée par le ponceau de la route ZEVALOS-GARDEL et le débit à l'exutoire n'a pas dû dépasser 10 m³/s .

2.5 - Crue des 1er septembre et 7 novembre 1974 :

Les deux crues survenues en 1974 résultent des averses des 1er septembre et 6 novembre, de l'ordre respectivement de 80 et 60 mm (graphique 2 ter). Les pluviogrammes recueillis dans les GRANDS-FONDS et plus au nord au poste de DUVAL donnent une idée de la structure de l'averse.

La crue du 1er septembre, survenue après plusieurs jours d'averses (25 à 30 mm le 29 août, 50 à 60 mm le 30 et 20 mm environ le 31 août), n'a qu'un débit de pointe de quelques m³/s, et sa modestie est imputable à un corps d'averse étalé sur plusieurs heures.

La crue du 7 novembre résulte d'une averse à corps intense, n'ayant probablement pas excédé 1 heure. Elle survient, elle aussi, après plusieurs jours de pluie (25 à 30 mm le 3 novembre, 40 à 60 mm le 4 et 10 mm le 5). Les traces du maximum bien visibles d'une part dans l'ouverture du ponceau de la route ZEVALOS-GARDEL, d'autre part à l'exutoire du bassin sur la route PORTLAND-GARDEL, ont été relevées le 12 novembre.

Le graphique 2bis figure la section mouillée du déversement sur la route à l'exutoire du bassin.

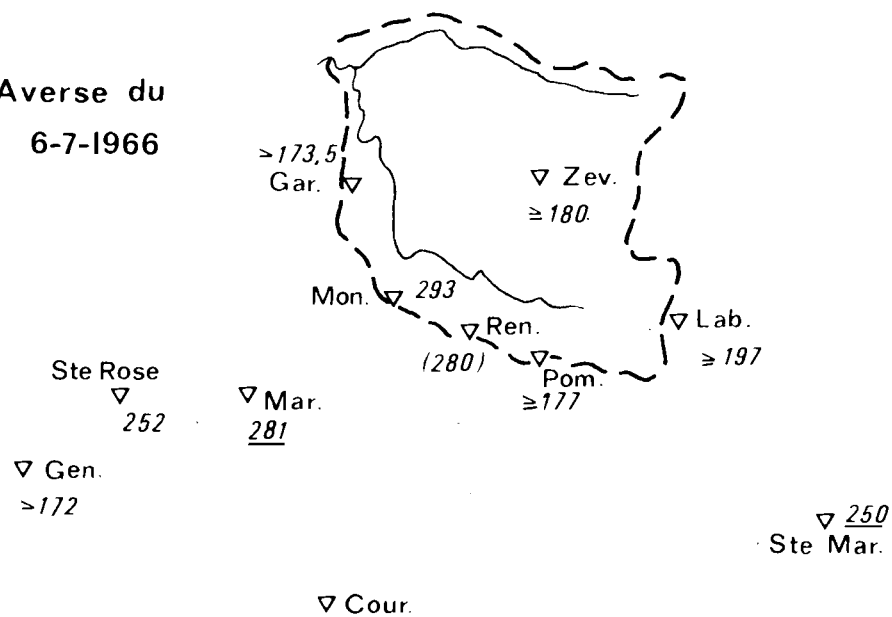
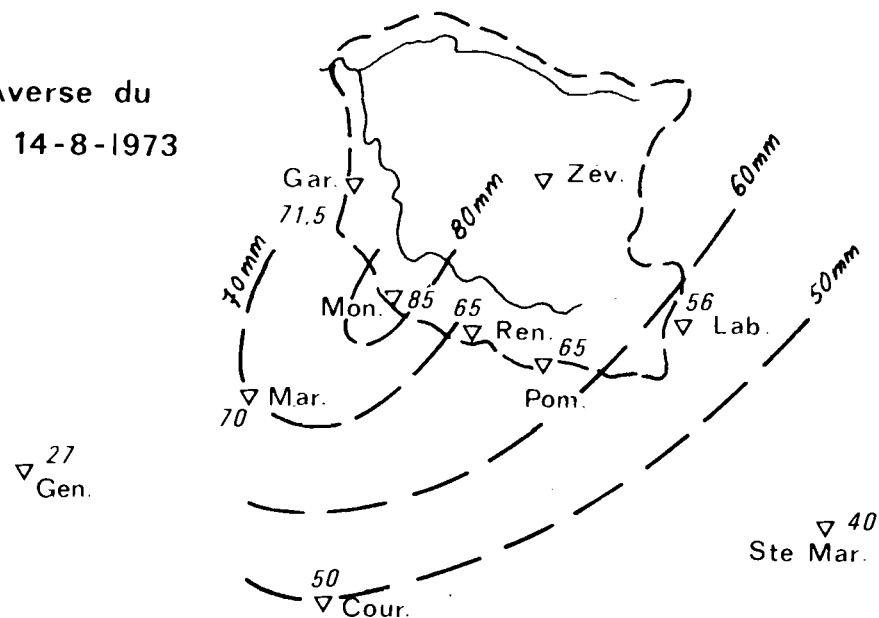
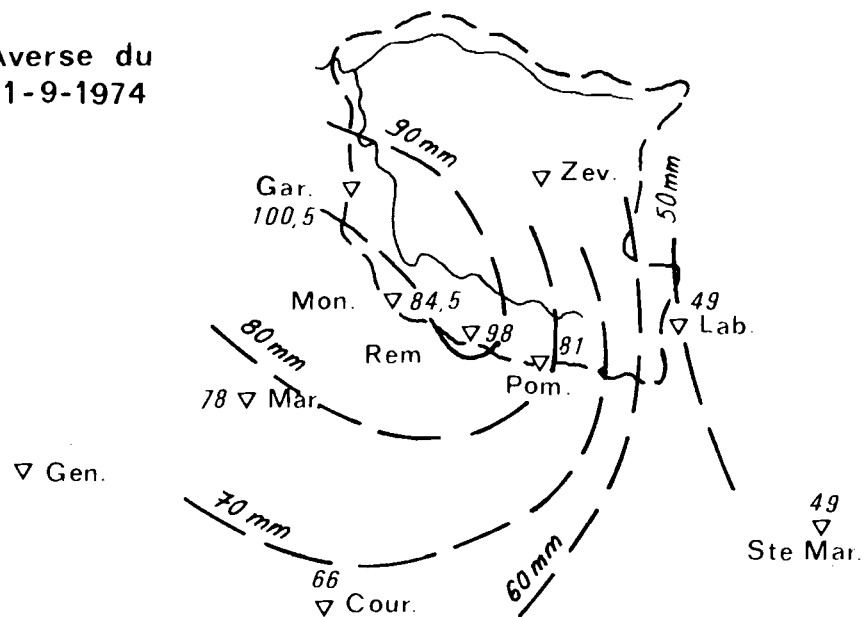
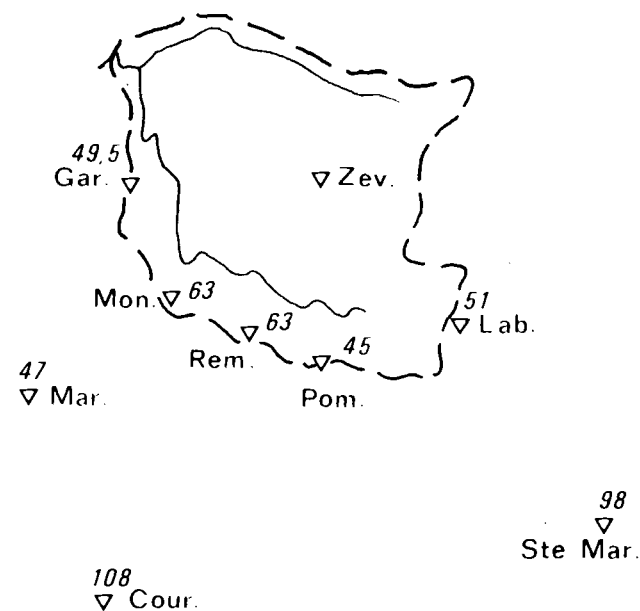
En appliquant à l'écoulement en charge sur la chaussée, après partage de la section en tronçons de diverses profondeurs, la formule de déversement sur seuil épais :

$$Q = 0,38 L h \sqrt{2gh}$$

on obtient un débit déversant de 10,8 m³/s.

Averses génératrices des quelques crues récentes recensées

Gr. 2 ter

Averse du
6-7-1966Averse du
14-8-1973Averse du
1-9-1974Averse du
6-11-1974

Les deux buses de décharge sous le radier ($\emptyset$ 600) étaient partiellement obstruées à l'entrée par des branchages et des feuilles. Leur débit maximal sous une charge de 1 m, aurait été de 2 m³/s. Par suite de l'obstruction partielle, ce débit n'a guère dû dépasser 1 m³/s.

On aboutit ainsi à l'exutoire du bassin à un débit de pointe de 12 m³/s.

2.6 Bilan de l'enquête

Ce recensement des crues de la Ravine GARDEL met en évidence une crue exceptionnellement forte en juillet 1966 qui a pu atteindre en pointe 120 à 150 m³/s ainsi qu'une crue déjà forte fin 1970, de débit non précisé mais qui par analogie avec la crue du bassin contigu de la Ravine l'Eau-Claire pourrait très bien avoir été de 25 ou 30 m³/s. La crue du 7 décembre 1974 a légèrement dépassé les 10 m³/s, ainsi que probablement l'une ou peut-être les deux crues de septembre et novembre 1966. La crue du 1 septembre 1974 et celle du 15 août 1973 n'ont pas dû atteindre cette valeur.

Enfin la forte crue signalée du 12 septembre 1928, qui par son niveau équivaldrait au record de 1966, a toutes chances de correspondre à une intumescence largement amplifiée par les très nombreux corps flottants et obstacles amenés à la ravine par la violence du cyclone générateur. Il est très peu probable a priori qu'elle ait atteint le débit de 1966, et nous y verrions jusqu'à plus ample informé une crue certes importante mais en partie factice dont le "débit liquide" n'a pas dépassé la centaine de m³/s.

CHAPITRE III

FORME DES CRUES

En l'absence d'observations directes des crues de la Ravine GARDEL la définition de ces crues va s'appuyer sur les mesures réalisées récemment sur divers bassins calcaires de GRANDE-TERRE et de MARIE-GALANTE, proches climatiquement et géomorphologiquement du bassin de GARDEL. On reliera le mieux possible la forme des crues aux quelques caractéristiques physiques simples qui différencient ces bassins, et la liaison dégagée sera appliquée au bassin étudié.

3.1 Crues observées sur divers bassins de GRANDE-TERRE et MARIE-GALANTE

3.1.1.1 Choix des bassins

Six des neuf stations hydrométriques implantées en région calcaire de GUADELOUPE ont livré des écoulements permettant une première analyse. Ce sont :

La GRANDE-RAVINE au PONT de GRANDE-RAVINE : station ouverte le 22.6.68 à l'exutoire d'un bassin de 15,9 km² dans les GRANDS-FONDS. Les précipitations sont enregistrées au poste de FORT-BLANC au centre du bassin. Les crues observées ont déjà fait l'objet d'une étude en 1973. L'échantillon retenu ici est celui de la période antérieure à 1973.

La RAVINE de PETIT-PEROU au barrage du PETIT-PEROU : Station ouverte le 21.11.68 à l'exutoire d'un bassin très allongé des GRAND-FONDS de 17,8 km². Cette station contrôle le remplissage de la cuvette régularisatrice du PETIT-PEROU qui protège des inondations le quartier de POINTE-à-PITRE-Le RAIZET.

Cette dernière, fortement étirée, ne permet pas une reconstitution à la fois simple et suffisamment précise de la crue naturelle aussi ne retiendra-t-on pas ici ce bassin pour la définition des formes de crue.

La Rivière SAINT-LOUIS de MARIE-GALANTE aux Sources : Station ouverte le 8.12.71. Le bassin morphologique de 37,4 km² englobe trois larges zones de dolines totalement endoréïques et la superficie active n'est que de 26,7 km². Un pluviographe a été installé à Verger au coeur du bassin le 28.12.73. Les pluviomètres de la distillerie BELLEVUE et du HAUT-du-MORNE au sud-est du bassin contribuent à préciser la hauteur des averses.

La RAVINE CASSIS au PONT du GRAND-GOULOU: station ouverte le 19.9.72. Son bassin de 30,8 km² draine la pointe nord de la GRANDE-TERRE et d'assez nombreuses petites crues correspondent au ruissellement localisé d'une fraction du bassin. Un pluviographe équipe la bordure sud-est du bassin (Haut-de-la-Montagne) depuis le 11.1.74. Des relevés de l'usine de BEAUPORT permettent de préciser quelque peu la hauteur moyenne des averses journalières (postes de Bétin et accessoirement Philipsbourg).

La RAVINE GACHET au PONT GACHET : station ouverte le 18.1.74 à l'exutoire d'un vaste bassin de quelque 65 km² à réseau amont dégradé et partiellement endoréïque sur lequel sont entrepris des travaux de drainage. Divers postes de l'usine de BEAUPORT permettent de connaître les précipitations.

La taille du bassin et la complexité de l'écoulement rendent difficilement utilisables ici les crues observées en 1974.

La RAVINE de DUVAL au PONT de DUVAL : station ouverte le 9.7.74 sur la ravine constituant la tête sud-est de la RAVINE GACHET précédente. Ce bassin de 14,4 km², morphologiquement proche de celui de GARDEL, en diffère cependant sensiblement par son allongement et sa vallée à fond plat, vestige d'un ancien réseau d'écoulement de direction nord-ouest. Un nombre élevé de crues petites et moyennes a pu être observé d'août à novembre 1974. Les pluies sont connues à l'exutoire du bassin (pluviomètre de DUVAL), ainsi qu'au pluviomètre de GIRARD 0,5 km à l'ouest du bassin mais dont les relevés incitent à quelques réserves.

On retiendra donc comme bassin de comparaison ceux de la Ravine de DUVAL, de la GRANDE-RAVINE, de la RAVINE CASSIS, et de la Rivière SAINT-LOUIS de MARIE-GALANTE.

La situation de ces bassins apparaît sur le graphique 3. Les conditions climatiques sont pratiquement les mêmes que sur le bassin de GARDEL. Le facteur le plus variable est la pluviosité, laquelle s'inscrit néanmoins dans un éventail réduit comme le font apparaître les moyennes interannuelles (valeurs approximatives) :

Bassin de GARDEL	1300 mm
Bassin de DUVAL	1200 mm
Bassin de GRANDE-RAVINE	1600 mm
Bassin de la RAVINE CASSIS	1200 mm
Bassin de la Rivière SAINT-LOUIS	1450 mm

3.1.2. Crues observées - Forme des hydrogrammes

Les jaugeages effectués aux quatre stations et quelques éléments topographiques ont permis de dresser les étalonnages provisoires illustrés par le graphique 4. En l'absence de fortes crues l'extrapolation de ces courbes jusqu'aux plus hautes eaux observées n'a pas à être très importante. L'erreur possible sur les débits les plus élevés à chaque station n'excède guère 10%, sauf pour le maximum du 29.6.68 à GRANDE-RAVINE où elle pourrait atteindre 20%. L'erreur sur les volumes ruisselés doit rarement excéder 5%.

Les tableaux 1 à 4 présentent aux quatre stations l'échantillon des crues disponibles, caractérisées par leur volume et leur débit de pointe. Les écoulements s'arrêtant rapidement après les crues la distinction entre les divers types d'écoulement (ruissellement pur et hypodermique, écoulements de base) est ici sans objet : le volume retenu est l'écoulement total résultant de l'averse journalière. Une séparation des écoulements n'a été nécessaire que pour les crues résultant de pluies journalières consécutives.

Dans ces tableaux, et sauf pour le bassin de la Rivière SAINT-LOUIS où des relevés pluviométriques font défaut, les averses génératrices dont la vraie hauteur moyenne sur les bassins ne peut être connue avec précision, sont assimilées à la pluie journalière enregistrée au pluviographe du bassin (pluies comptées de 00h à 00h le lendemain). Pour le bassin de DUVAL c'est le poste de DUVAL qui est retenu. On voit immédiatement par comparaison de ces valeurs avec les volumes de crue exprimés en lames d'eau moyennes écoulées que les ruissellements sont très faibles dans l'ensemble. Ils sont manifestement liés à la hauteur de l'averse mais la dispersion des valeurs reste assez grande.

Quelques crues sont à pointes multiples lorsque l'averse génératrice comporte plusieurs corps. Sur la Rivière SAINT-LOUIS toutefois ce sont ces crues d'allure complexe qui sont les plus fréquentes. Elles y résultent le plus souvent non d'une averse complexe, mais de la forme très découpée du bassin amenant la dissociation des pointes de crues issues des principaux affluents.

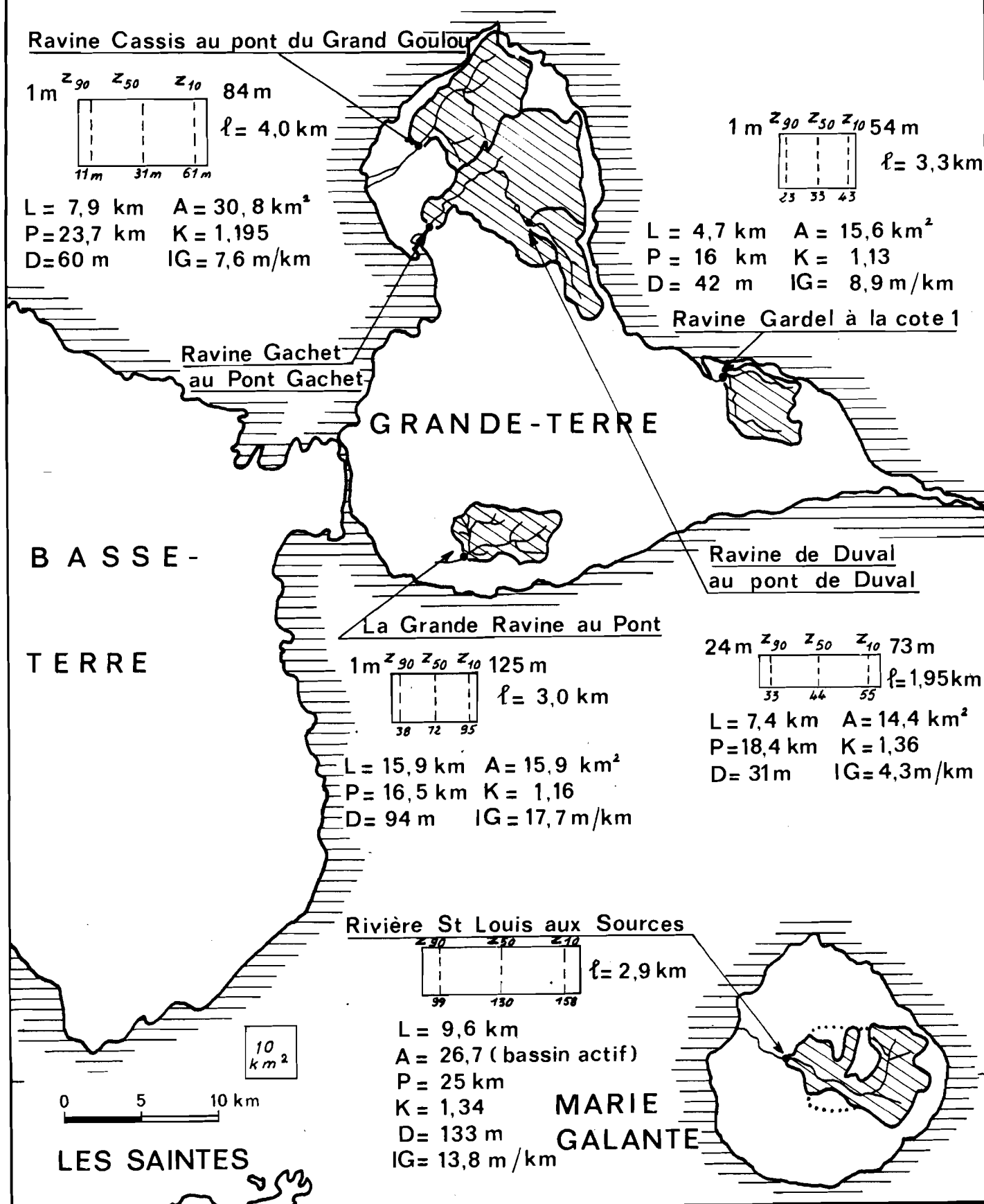
La forme plus ou moins aiguë des diverses crues est traduite simplement par le rapport du débit de pointe au volume écoulé, rapport qui dans les tableaux 1 à 4 s'exprime en m³/s pour 100 000 m³ écoulés.

C'est ce rapport qui servira à caractériser les crues des différents bassins, mais une approche préliminaire de la forme des crues va être la recherche de "l'hydrogramme unitaire".

3.1.2.1. Définition de la crue élémentaire des bassins (méthode de "l'hydrogramme unitaire")

Les crues qui résultent d'une averse brève et homogène ont en principe toujours la même durée et la même forme, caractéristiques du bassin ("l'hydrogramme unitaire" est alors la crue du bassin représentant le ruissellement d'une lame d'eau unité, 1 mm par exemple). Toutes les crues peuvent être reconstituées à partir de l'averse génératrice par la superposition des

Le bassin de la Ravine Gardel et les bassins calcaires observés en Grande-Terre et à Marie Galante



Bassins calcaires de Grande-Terre et Marie Galante

COURBES D'ETALONNAGE

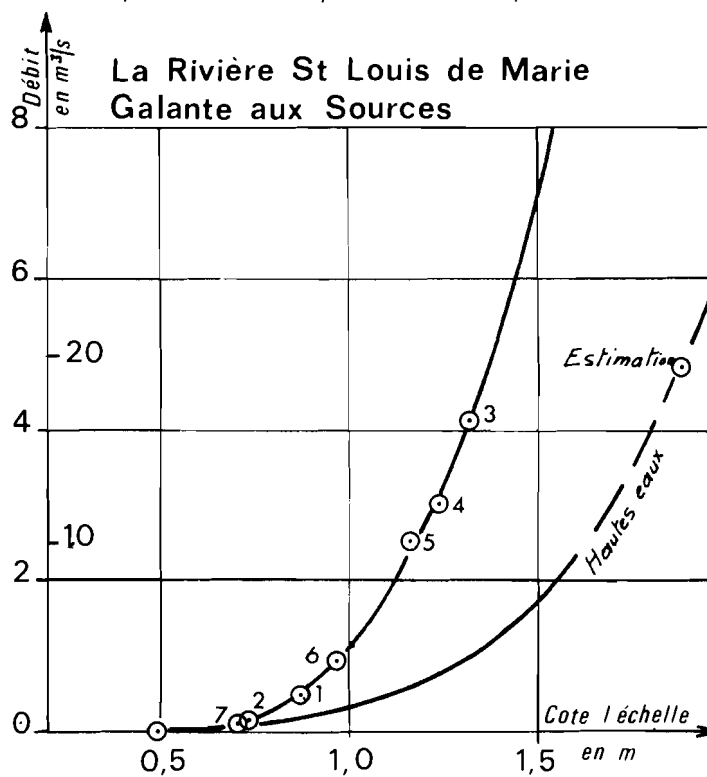
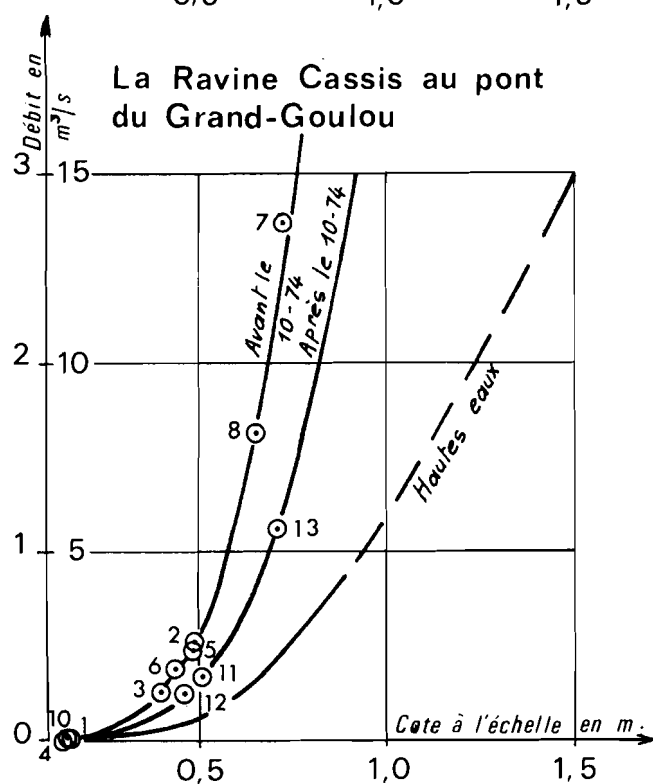
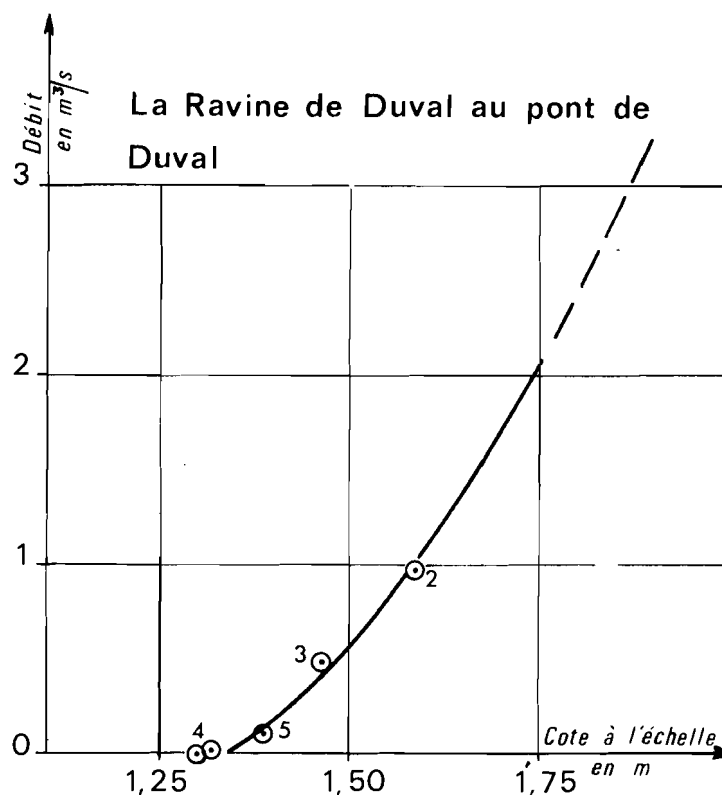
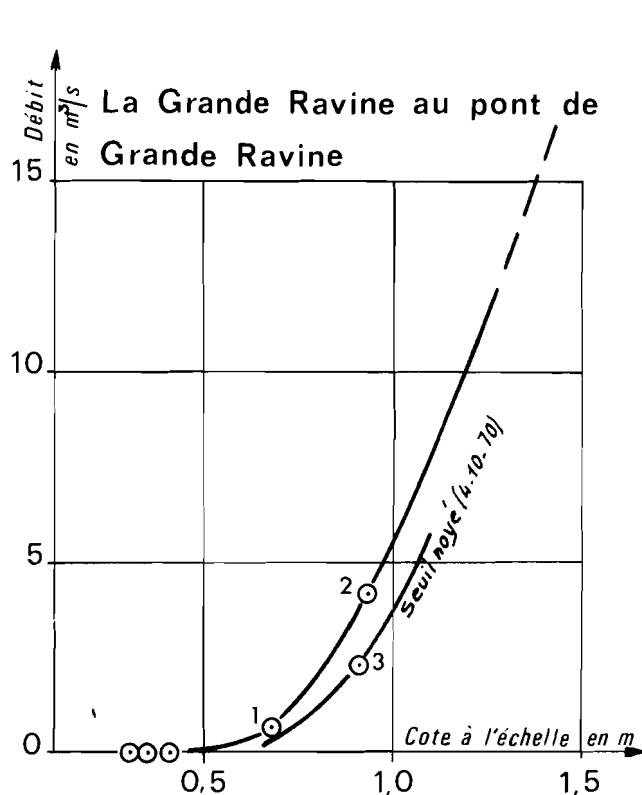


Tableau 1

CRUES OBSERVEES SUR LA RAVINE DE DUVAL AU PONT DE DUVAL

A = 14,4 km²

Date	Pluie journalière (pluviographe de Duval) H en mm	Débit de pointe Q en m ³ /s	Volume écoulé V en 10 ⁵ m ³	Lame écoulée E en mm	acuité de la crue Q/V ep m ³ /s/10 ⁵ m ³
30-08-74	91,5	0,26	0,10	0,7	2,6
1-09-74	65	2,54	1,01	7,0	2,5
7-09-74	75	3,16	1,02	7,1	3,1
8-09-74	10,5	0,65	0,29	2,0	2,2
13-09-74	29	0,63	0,23	1,6	2,7
14-09-74	27	1,22	0,40	2,8	3,0
15-09-74	49,5	2,12	1,06	7,4	2,0
17-09-74	47	4,4	1,83	12,7	2,4
13-10-74	36	infime		0	
15-10-74	25,5	0,19	0,13	0,9	1,5
16-10-74	25	0,86	0,50	3,5	1,7
3-11-74	29	0,57	0,41	3,8	1,4
4-11-74	17	1,33	0,95	6,6	1,4
7-11-74	98	4,5 3,1	2,62	10,2	1,7
9-11-74	4	0,11	0,03	0,2	3,7
20-11-74	17,5	1,10	0,49	3,4	2,2

N.B. En cas de crues à pointes multiples dans les tableaux 1 à 4, on a souligné le maximum. C'est fréquemment le cas de la Rivière SAINT-LOUIS (tableau 4), par suite de la forme tourmentée de son bassin actif.

Tableau 2

CRUES OBSERVEES DE 1968 A 1972 SUR LA GRANDE RAVINE
AU PONT DE GRANDE-RAVINE

A = 15,9 Km²

DATE	Pluie journalière (pluviographe de PORT-BLANC) H en mm	Débit de pointe Q en m ³ /s	Volume écoulé V en 10 ⁵ m ³	Lame écoulée E en mm	Acuité de la crue Q/V en m ³ /s/10 ⁵ m ³
128.06.68	51,5	infime		0	
129.06.68	90,5	24,5	2,35	14,8	10,4
2.12.68	43,5	0,26	0,04	0,3	5,5
123.09.69	35,5	1,65	0,36	2,3	4,6
124.09.69	33	4,6	0,64	4,0	7,2
120.10.69	68	5,9 5,9	1,92	12,1	2,9
0.12.69	82,5	0,1 4,1	1,01	6,4	4,1
21.12.69	72	10,5	1,69	10,6	6,2
15.04.70	42	infime		0	
2.08.70	20	infime		0	
13.06.70	51,5	infime		0	
15.06.70	46	33	0,50	3,2	6,6
7.07.70	93	8,5	1,30	8,2	6,5
12.08.70	37	infime		0	
3.10.70	159	9,6 10,1	4,50	28,4	2,2
16.10.70	34,5	infime		0	
3.11.70	38,5	7,3	0,97	6,5	7,5
26.11.70	64,5	9,0	1,21	7,6	7,4
2.12.70	99,5	9,7	1,71	10,8	5,7
10.12.70	59	7,0	0,99	6,2	7,1
26.10.71	67	0,35	0,06	0,4	5,8
15.04.72	44	infime		0	
9.08.72	59	infime		0	

Tableau 3

CRUES OBSERVEES SUR LA RAVINE CASSIS AU PONT DU GRAND-GOULOU

A = 30,8 km²

DATE	Pluie journalière (pluviographe du HAUT de la MONTAGNE H en mm	Débit de pointe Q en m ³ /s	Volume écoulée V en 10 ⁵ m ³	Lame écoulée E en mm	Acuité de la crue Q/V en m ³ /s / 10 ⁵ m ³
18.02.74	19,5	0,03	0,01	0,03	3,0
29.03.74	39	infime		0	
30.03.74	54	infime		0	
31.03.74	36,5	infime		0	
1.09.74	36	2,90	0,73	2,4	4,0
5.09.74	10,5	0,03	0,01	0,03	3,0
7.09.74	19	1,40	0,21	0,7	6,7
8.09.74	61,5	11,0	3,62	12,4	2,9
		9,6			
13.09.74	17	0,04	0,01	0,03	4,0
14.09.74	29	0,10	0,03	0,1	3,3
15.09.74	37	0,45	2,24	7,3	1,7
		3,7			
17.09.74	53,5	11,7	4,08	13,3	2,9
20.09.74	15,5	0,13	0,05	0,2	2,6
12.10.74	40,5	0,30	0,09	0,3	3,3
13.10.74	7,5	0,38	0,06	0,2	6,3
14.10.74	17	0,13	0,07	0,2	1,9
16.10.74	12	0,43	0,18	0,6	2,4
3.11.74	10	0,08	0,04	0,1	2,0
4.11.74	37	2,85	1,39	4,5	2,1
5.11.74	4,5	0,40	0,15	0,5	3,3
7.11.74	52	8,1	3,60	11,7	2,3
9.11.74	39	8,5	0,91	3,0	3,8

Tableau 4

CRUES OBSERVEES SUR LA RIVIERE SAINT-LOUIS

AUX SOURCES

A = 26,7 km² (bassin actif)

Date	Volume V en 10 ⁵ m ³	Débit de pointe Q en m ³ /s	Acuité de la crue Q/V en m ³ /s/10 ⁵ m ³
14.10.72	0,33	2,85	8,6
5.11.72	0,75	0,72 3,5	4,7
6.11.72	1,33	2,85 2,20 1,92	2,2
7.11.72	1,49	6,6 6,6	4,4
9.11.72	2,10	7,0 2,85	3,3
11.11.72	0,24	0,82	3,4
27.09.73	0,36	0,77 0,44	2,3
2.09.74	0,36	2,0	5,6
7.09.74	0,33	1,6	4,8
3.11.74	0,32	2,5	7,8
4.11.74	1,46	5,3 4,7	3,6
6.11.74	1,51	4,0 3,5	2,7
7.11.74	1,65	7,5 6,6	4,5

crues élémentaires affines qui dérivent des brèves tranches d'averses successives. Il s'agit là d'un opérateur linéaire ou "global" (propriétés d'affinité et d'additivité) dont l'application nécessite de bâtir le hyétogramme de l'averse et de réduire ce dernier à la fraction d'averse qui ruisselle.

En fait le plus souvent il n'y a pas un, mais des hydrogrammes unitaires, de plus en plus pointus lorsque le ruissellement augmente. C'est vrai particulièrement ici en l'absence de véritable lit mineur et il faudrait disposer au moins en pratique de deux formes d'hydrogramme, l'une pour les faibles crues, l'autre pour les fortes crues. Or les crues observées ne permettent pas une telle distinction car les plus fortes d'entre elles restent très modestes par rapport aux crues à évaluer.

On se contentera ici de définir l'hydrogramme unitaire de chaque bassin, sans recherche d'une précision illusoire, en prenant l'enveloppe inférieure des quelques crues à la fois les plus fortes et les plus brèves observées. La forme de ces crues est exprimée de façon très simple par la position de quelques points caractéristiques par rapport au débit de pointe.

Le tableau 5 rassemble les données des quatre bassins et l'hydrogramme élémentaire retenu pour chacun d'eux. L'origine des temps est l'instant du maximum, les durées exprimées sont respectivement le temps de montée et les durées de décrue nécessaires pour que le débit redescende à la moitié, le quart et le dixième du débit de pointe.

Les temps de montée s'échelonnent entre 1 heure et 3 h1/2. La durée totale de la décrue que l'on chercherait à déterminer par une séparation entre ruissellement et écoulement de base, est légèrement supérieure au temps correspondant à $T(Q/10)$. En ne considérant que l'hydrogramme de ruissellement pur on obtiendrait pour ce dernier un temps de base (montée + décrue) variant environ de 8 à 18 heures selon les bassins. L'hydrogramme de Grande Ravine est

nettement le plus aigu alors que l'hydrogramme de DUVAL est aussi étalé que celui de la Ravine CASSIS dont le bassin est deux fois plus étendu.

3.1.2.2 Relation débit de pointe-volume de crue

Outre la définition des crues par la méthode de l'hydrogramme unitaire on va utiliser une approche analytique simplifiée dans laquelle le débit de pointe associé à une crue de volume donné est directement proportionnel à ce dernier.

La forme de la crue dépend alors non seulement de la forme de l'averse mais également du volume ruisselé et la transformation pluie-débits n'est plus linéaire. Cette approche est dans le cas présent plus appropriée en raison à la fois des données disponibles (crues observées trop faibles par rapport aux crues à déterminer pour bâtir un "bon" hydrogramme unitaire), et de la morphologie particulière du réseau hydrographique (absence ou indigence du lit apparent, propagation des crues moyennes et fortes sur tout le fond de vallée) laquelle renforce la vitesse de propagation des crues fortes et conduit donc à des formes d'hydrogrammes sensiblement plus aiguës que celles observées dans notre échantillon.

La constance approximative du rapport entre le débit de pointe et le volume des crues, difficile bien sûr à attester avec le maigre échantillon de chaque bassin, se vérifie de manière satisfaisante sur de petits bassins où l'on dispose d'un éventail de crues plus grand. On notera que c'est elle qui entraîne la constance constatée du rapport du débit maximal de crue au débit moyen calculé sur un intervalle de temps fixe, par exemple en 24 heures.

Précisons la signification de Q/V : ce rapport est égal à α / T_B (T_B = temps de base, α = coefficient de forme ou rapport du débit de pointe au débit moyen de la crue calculé sur le temps de base). Q/V est égal à l'inverse d'un temps t que l'on peut interpréter comme la α ème partie du

Tableau 5

Bassins Calcaires de GRANDE-TERRE et MARIE-GALANTE

Définition des hydrogrammes élémentaires à partir
des quelques crues simples observées

<u>Ravine de DUVAL</u>	<u>Date de la crue</u>	<u>Temps de montée</u>	<u>T(Q)</u>	<u>T(Q/2)</u>	<u>T(Q/4)</u>	<u>T(Q/10)</u>
(A = 14,4 km ²)	1.09.74	- 5 1/2	0	4 1/2	8 3/4	18 1/2
	7.09.74	- 3	0	5	7 3/4	13 3/4
	18.09.74	- 4 1/2	0	5 1/2	8 3/4	29
	7.11.74	- 3 1/2	0	5 3/4	9 1/2	20
Hydrogramme élémentaire		- 3	0	4	7	13
<u>GRANDE RAVINE</u>						
(A = 15,9 km ²)	29.06.68	-1	0	1,1	2,6	4,9
	3.10.70	-0,8	0	2,4	3,6	5,2
	26.11.70	-0,8	0	1,9	3,1	4,7
	10.12.72	-1,3	0	2,2	3,5	4,7
Hydrogramme élémentaire		- 1	0	1 1/4	2 1/2	4 1/2
<u>Ravine CASSIS</u>						
(A = 30,8 km ²)	17.09.74	- 5	0	3 1/2	7	13 1/4
	8.09.74	- 3 1/2	0	2 1/2	10 1/2	14 1/2
				8 3/4		pointe double
	8.11.74	- 4	0	5 1/2	10 1/4	19
Hydrogramme élémentaire		- 3 1/2	0	3	6 1/2	12 1/2
<u>Rivière SAINT-LOUIS</u>						
(A = 26,7 km ²)	7.11.72	- 2 1/2	0	3 1/2	7 1/2	11 1/2
	9.11.72	- 3 1/2	0	2 1/2	6	11 1/2
	7.11.74	- 2 3/4	0	4 3/4	8	11 1/2
Hydrogramme élémentaire		- 2 1/2	0	2 1/2	5 1/2	10 1/2

T = Durées en heures
Q = Débit de pointe

temps de base de la crue ou comme la durée de la crue rectangulaire de même volume dont le débit serait égal au débit de pointe de la crue observée.

On peut esquisser une justification physique de la stabilité du rapport Q/V vers les fortes crues.

Il y a en premier lieu la structure des averses, laquelle est la même en moyenne que les averses soient faibles ou fortes ainsi que le montre l'analyse des courbes intensités-durées-fréquences disponibles aux Antilles (la plupart des averses comportent un corps important avec décroissance rapide des intensités de part et d'autre). Il s'ensuit que les fortes précipitations n'ont pas tendance à engendrer des crues nettement plus longues quand leur volume augmente.

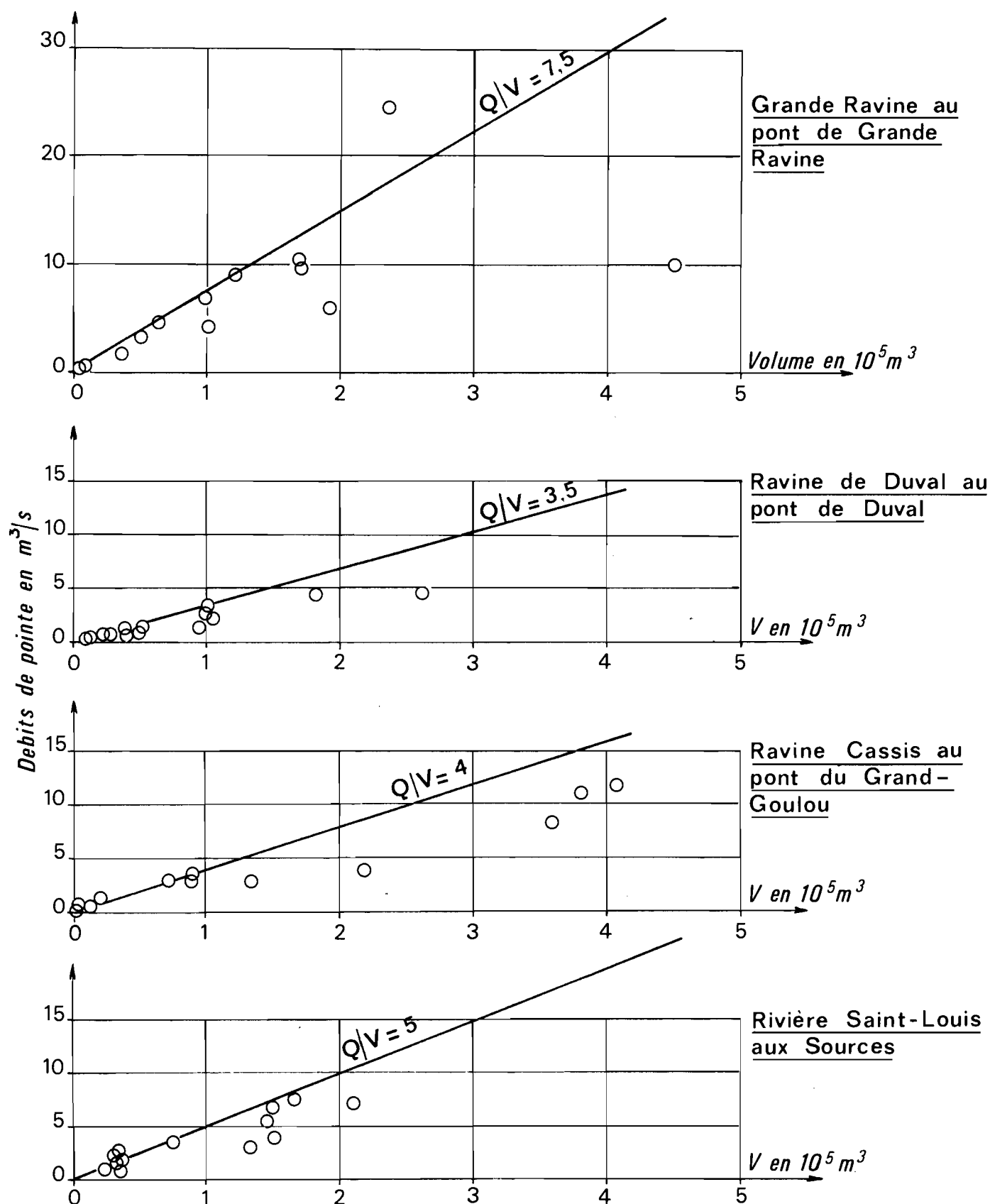
En second lieu, il a été signalé que l'hydrogramme unitaire des fortes crues s'affine. C'est vrai tout particulièrement dans le cas présent si bien que lorsque le volume de la crue augmente il lui correspond le plus souvent à la fois une certaine croissance du coefficient de forme λ et du temps de base T_B , ce qui concourt à stabiliser le rapport Q/V .

L'échantillon des débits de pointe exprimés pour les quatre bassins en fonction des volumes de crue est représenté par le graphique 5. Les points bas correspondent aux crues résultant d'averses prolongées et à corps peu marqué. Le bassin de Grande Ravine présente trois de ces cas mais illustre également la croissance nette du débit de pointe lorsqu'une crue relativement importante est proche de la crue "unitaire" c'est-à-dire résulte d'un corps d'averse bref (crue du 29.6.68).

Cet exemple montre qu'une certaine prudence est nécessaire pour la définition du débit de pointe à associer au volume de crue. Les droites du graphique 5, dont les pentes définissent le rapport Q/V de chaque bassin, sont donc tracées de façon à envelopper par valeurs supérieures la plupart des points observés. Les résultats sont les suivants :

<u>Bassin</u>	<u>Rapport Q/V (en m³/s pour 100 000 m³)</u>
Grande-Ravine	7,5
Ravine de Duval	3,5
Ravine Cassis	4
Rivière Saint-Louis	5

Acuite des crues sur divers bassins de Grande-Terre et de Marie-Galante



On ne peut attacher à ces valeurs une précision excessive et l'on a pas cherché à les exprimer à mieux de 0,5 unité près. L'important est de pouvoir fixer le mieux possible la valeur caractérisant le bassin de Gardel au sein de cet éventail assez grand (rapport variant de plus du simple au double entre le bassin de Duval et celui de Grande Ravine). Pour cela comme pour la définition d'un "hydrogramme unitaire" il est nécessaire de tenir compte des caractéristiques des divers bassins.

3.2 Liaison hydromorphologique - Forme des crues de la Ravine Gardel

Les bassins très comparables entre eux par leurs sols, sont un peu moins homogènes par leur végétation. Les différences de façons culturales (couverture de canne sur les bassins de Gardel, Duval, et partiellement de la Ravine Cassis) sont cependant atténuées par le fait que la canne, formation végétale dense, n'a pas encore atteint son complet développement pendant une partie de la période d'occurrence des fortes crues (juillet à novembre). Il n'est pas exclu qu'au début de cette période la présence de canne coupée ou repiquée aggrave même quelque peu l'amplitude des crues. On notera de toute façon que la densité de la canne est liée dans une certaine mesure au facteur "relief du bassin" ce qui diminue l'intérêt du facteur "couverture végétale".

Les différences de pluviosité entre bassins (cf 3.1.1) sont largement négligeables ici. On en tiendra en partie compte lorsque l'on définira directement les hauteurs d'averse et volumes de crue du bassin étudié.

Il semble bien que les différences de forme des crues entre bassins sont à rattacher avant tout aux différences purement morphologiques (taille, forme, relief, réseau).

3.2.1 Choix d'un indice morphologique

Ainsi qu'il a été fait ci-dessus pour le bassin de Gardel on a déterminé les principaux paramètres morphologiques des quatre bassins de référence, à savoir la superficie A, le périmètre simplifié P et le coefficient

de compacité K , les dimensions L et l du rectangle équivalent, la courbe hypsométrique d'où sont déduits la dénivelée utile D et l'indice global de pente I_G .

Ces diverses valeurs ont été consignées sur le graphique 3.

Comme indiqué en 1.2. on a défini la dénivelée utile sur la courbe hypsométrique de chaque bassin en éliminant les 10 % les plus élevés de la superficie. Elle est prise par rapport à la cote de l'exutoire et permet donc ainsi d'englober dans l'indice de pente le relief des parties basses du bassin qui est variable d'un bassin à l'autre et dont dépend pour une bonne part la vitesse de propagation de la crue dans le réseau principal.

On insistera sur le fait que ce n'est pas tant la pente longitudinale qui diffère d'une ravine à l'autre que la forme même du fond de vallée. Et ce sont les fonds de vallée (c'est-à-dire les lits) les moins larges qui, comme sur la Grande Ravine et la Ravine Gardel, seront les plus favorables à l'évacuation rapide de la crue. Le cas de la Rivière Saint-Louis de Marie-Galante est déjà moins simple par suite de l'occupation fréquente du fond par une végétation arbustive.

Le bassin de la Rivière Saint-Louis présente également la difficulté de sa forme compliquée. Le contour doit en être fortement simplifié avant d'en mesurer le périmètre, mais l'opération comportant une part d'arbitraire coefficient de forme, rectangle équivalent et indice de pente du bassin restent imprécis.

Le nombre réduit des bassins exclut tout essai d'analyse, soit graphique soit statistique, entre la forme des crues et les principaux facteurs physiques pris un à un. Il est donc nécessaire de bâtir à partir de ces facteurs un seul indice global qui exprime la célérité des écoulements et que l'on puisse rattacher aux caractéristiques des crues observées.

Le choix de cet indice fait intervenir les simplifications suivantes :

- La racine carrée de l'indice global de pente I_G est proportionnelle à la vitesse des écoulements :
- Le temps de propagation est proportionnel à la longueur L du rectangle équivalent.

On choisit donc $i = I_G^{1/2} L^{-1}$, ou encore $i = D^{1/2} L^{-3/2}$ puisque $I_G = \frac{D}{L}$.

On préfère substituer à L le coefficient de compacité K plus simple à calculer, et la superficie A du bassin. L'expression de L en fonction de K et A est assez compliquée mais on a montré qu'on peut réduire cette expression avec une excellente précision à $L = A^{1/2} K^2$ (1).

On obtient ainsi :

$i = D^{1/2} A^{-3/4} K^{-3}$, indice morphologique de célérité des écoulements, que l'on calcule pour le bassin de Gardel et les quatre bassins de comparaison (la dénivelée utile est exprimée en mètre, la superficie en km²).

Le tableau 6 rassemble ces valeurs en regard des paramètres A, D, K , ainsi que des rapports Q/V exprimant la forme des crues des bassins observés. L'indice i du bassin de la Rivière Saint-Louis n'est que très approximatif.

3.2.2 Hydrogramme unitaire

Les temps caractéristiques qui définissent au tableau 5 les hydrogrammes élémentaires des bassins observés sont reportés sur le graphique 6 en fonction de l'indice i .

(1) DUBREUIL (P.), MORELL (M.), SECHET (P.) - Comportement et interaction des paramètres physiques de petits bassins versants semi-arides et intertropicaux - Cah. ORSTOM, série Hydrol., vol XII n°1, 1975.

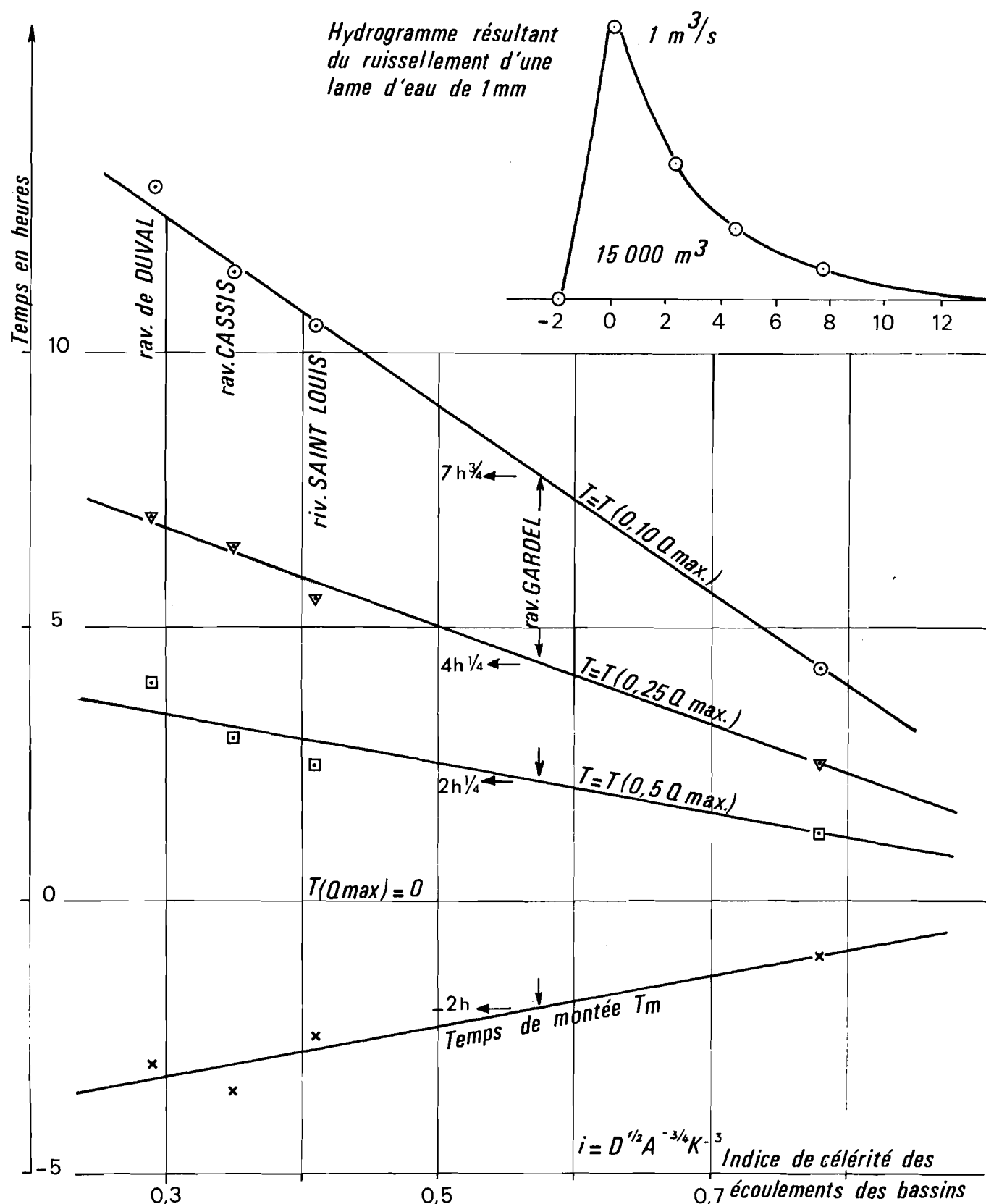
TABLEAU 6

BASSINS CALCAIRES DE GRANDE-TERRE ET MARIE-GALANTE

ACUITE DES CRUES OBSERVEES ET INDICE
MORPHOLOGIQUE DE CELERITE DES ECOULEMENTS

BASSIN	Q/V en $m^3/s/10^5$	Superficie A en km^2	Dénivelée utile D en m	Coefficient de compacité K	$i=D^{1/2} \times A^{-3/4} \times K^{-3}$
Ravine GARDEL à la cote 1	non observé	15,6	42	1,13	0,57
Ravine de DUVAL au Pont de DUVAL	3,5	14,4	31	1,38	0,29
GRANDE RAVINE au Pont de GRANDE- RAVINE	7,5	15,9	94	1,16	0,78
Ravine CASSIS au Pont de GRAND-GOULOU	4	30,8	60	1,195	0,35
Rivière SAINT-LOUIS aux SOURCES	5	26,7 (bassin actif)	135	(1,34)	(0,41)

Détermination de l'hydrogramme unitaire du bassin



A l'indice caractérisant le bassin de Gardel ($i = 0,57$) correspond l'hydrogramme élémentaire défini par les points suivants :

Débit	Temps approximatif (en heures) autour du maximum
0	- 2
maximum Q	0
Q/2	2 1/4
Q/4	4 1/4
Q/10	7 3/4

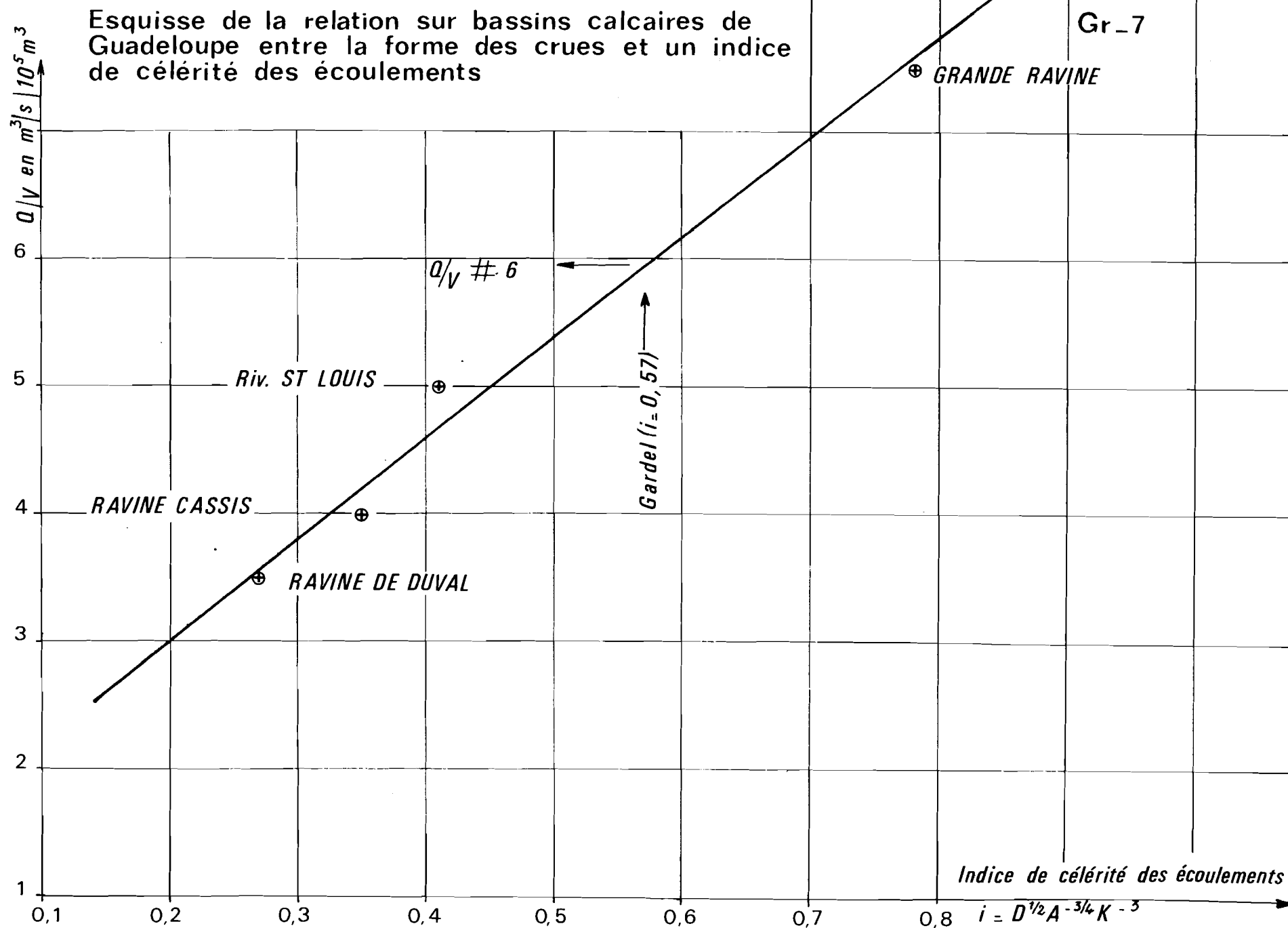
En rapportant le volume de cet hydrogramme élémentaire à une lame ruisselée de 1 mm sur les 15,0 km² du bassin (soit 15 000 m³) on obtient l'hydrogramme "unitaire" du bassin, représenté sur le même graphique 6 et qui s'exprime numériquement par les valeurs suivantes :

Temps (en heures)														
-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Débit (en m ³ /s)														
0	0,44	1,00	0,77	0,55	0,39	0,29	0,22	0,16	0,12	0,09	0,06	0,04	0,03	0,01

3.2.3 Relation débit de pointe-volume

De la même manière on déduit (graphique 7) le rapport Q/V afférant au bassin de Gardel, à partir des valeurs définies en 3.1.2.2 et récapitulées au tableau 6.

On obtient un rapport Q/V très voisin de 6 m³/s pour 100 000 m³ écoulés.



CHAPITRE IV

RELATION PLUIE-ÉCOULEMENT

L'étude sur les divers bassins de la relation entre les volumes de crue et les averses journalières est rendue délicate pour deux raisons :

- Le nombre réduit des crues observées et la modicité des plus fortes d'entre elles par rapport aux crues de faible fréquence ;

- La dispersion des coefficients d'écoulement en fonction des hauteurs d'averse, qui résulte pour une part de la méconnaissance des hauteurs moyennes sur les bassins mais également de l'importance des facteurs "saturation initiale du bassin" et "structure de l'averse", lesquels sont difficiles à analyser sur un échantillon réduit.

En particulier pour le premier de ces facteurs divers essais montrent la difficulté de définir un bon indice de saturation en fonction des pluies antérieures. Son poids important ici rendrait d'ailleurs délicate sa prise en compte lors de l'interprétation statistique.

On est réduit en pratique à déterminer une liaison simple entre les hauteurs journalières d'averse et les volumes de crue correspondants en s'appuyant sur le fait que sur ces bassins rendus progressivement imperméables sur la majeure partie de leur surface lors des très fortes précipitations, le déficit d'écoulement, qui commence par croître avec l'averse, finit par

atteindre une limite, et que toute fraction supplémentaire de la pluie journalière se retrouve alors intégralement dans le volume ruisselé.

On exprime pour chaque bassin les volumes de crue en lames d'eau moyennes écoulées : les distributions des valeurs observées en fonction des pluies journalières, attestent des tendances et des dispersions du même ordre d'un bassin à l'autre. Aussi a-t-on porté sur le même graphique 8 les quatre échantillons observés.

On y ajoute les trois valeurs plus hypothétiques de Gardel déduites, à l'aide du rapport Q/V du bassin, des pointes de crues estimées :

15.8.73	$Q = (10 \text{ m}^3/\text{s})$	$E = (11 \text{ mm})$	$H = 71,5 \text{ mm}$	(poste Gardel)
1.9.74	$Q < 12 \text{ m}^3/\text{s}$	$E < 13 \text{ mm}$	$H = 100,5 \text{ mm}$	"
7.11.74	$Q = 12 \text{ m}^3/\text{s}$	$E = (13 \text{ mm})$	$H = 49,5 \text{ mm}$	"

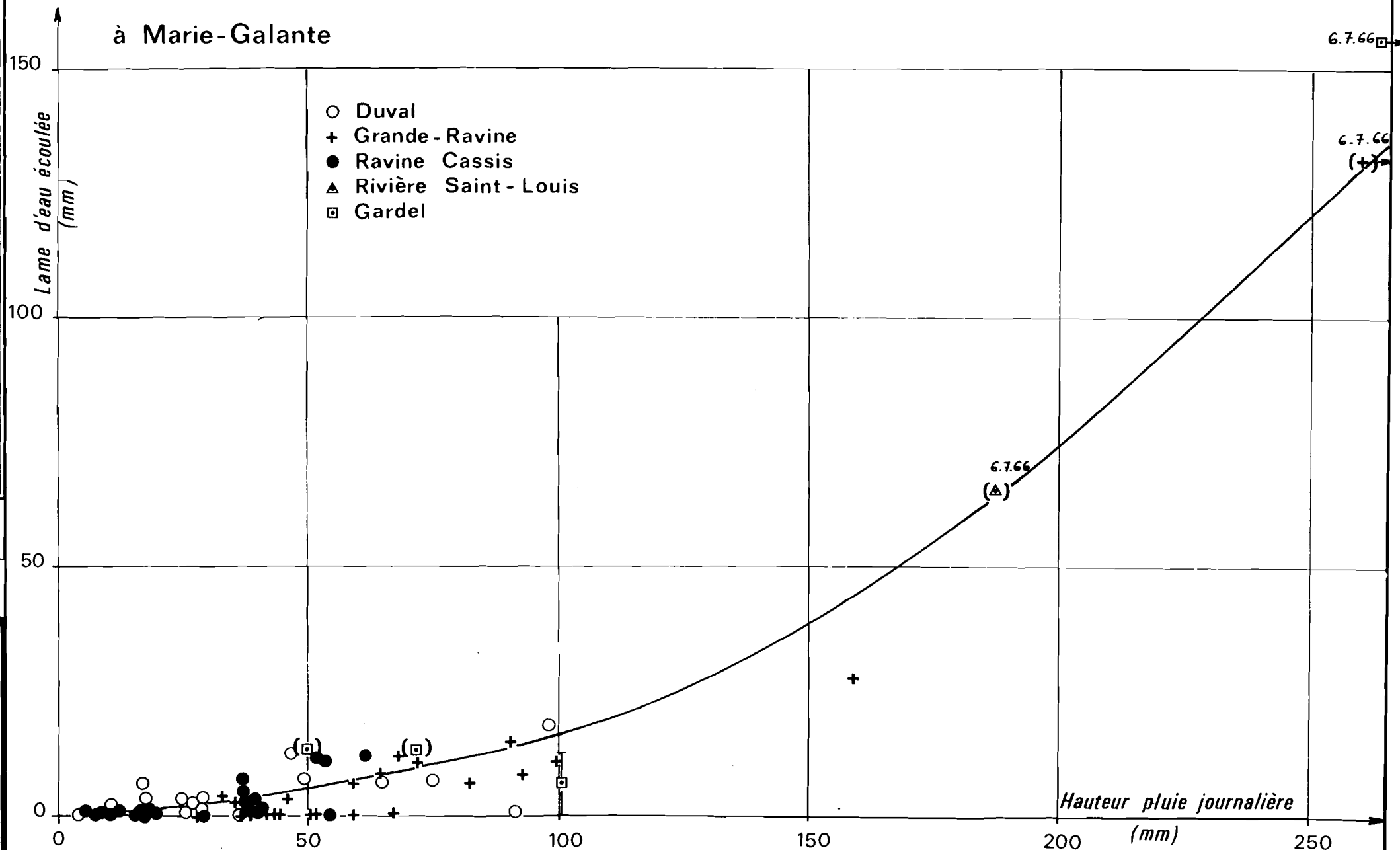
L'ensemble de ces valeurs conduit à admettre que jusqu'à des précipitations de 100 mm au moins tous les bassins présentent des écoulements très comparables.

Il est probable, mais non certain, qu'avec des observations plus nombreuses et une correction des lames ruisselées en fonction de la saturation des bassins par les précipitations antérieures, on mettrait en évidence, à hauteurs d'averse égales, un ruissellement un peu meilleur sur les bassins dont la pluviosité est la plus forte (Grande-Ravine, Rivière Saint-Louis) que sur les bassins moins arrosés (Ravine de Duval, Ravine Cassis). Ces écarts ne doivent pas être très importants, et sans répercussion de toute façon pour l'estimation des écoulements du bassin de Gardel qui par sa pluviosité occupe une position moyenne.

La courbe de correspondance entre averses journalières et lames d'eau écoulées est tracée sans difficulté dans sa partie basse et fait correspondre une lame écoulee de 5 mm à une pluie journalière de 50 mm

Gr. 8

Relation pluie-écoulement sur les bassins calcaires observés en Grande-Terre et à Marie-Galante



(déficit de 45 mm) et une lame de 16 mm à une pluie de 100 mm (déficit de 84 mm). Pour une pluie journalière de 150 mm on retiendrait à première vue une lame écoulée de 35 mm et un déficit de 115 mm. On notera que la plus forte valeur observée (lame de 28,4 mm résultant d'une pluie journalière de 159 mm le 3 octobre 1970 sur le bassin de Grande-Ravine) est une valeur basse, nettement sous la courbe (averse sur sol moyennement saturé mais très étalée et avec corps principal en début d'averse, donc assez peu favorable au ruissellement).

La partie haute de la courbe s'incurve progressivement pour devenir parallèle à la première bissectrice lorsque le déficit d'écoulement se stabilise.

Cette valeur limite qui ne participe pas au ruissellement est difficile à fixer à priori. Certains éléments de la crue de 1966 vont servir à en définir l'ordre de grandeur :

1° Bassin de Grande-Ravine

La pointe de crue du 6 au 7 juillet 1966 a été chiffrée à 160 m³/s environ, lors d'une estimation faite en 1972 à partir des cotes atteintes dans le bief en amont du Pont de Grande-Ravine.

En appliquant à cette valeur le rapport Q/V théorique du bassin on lui fait correspondre un volume :

$$V = \frac{160}{7,5} \times 10^5 \approx 2,1 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$\text{soit } E = \frac{V}{A} = \frac{2,1 \times 10^6}{15,9 \times 10^6} = 132 \text{ mm}$$

La valeur H de la pluie du 6 juillet n'est pas comme sur le bassin.

En interpolant entre la valeur de Pointe-à-Pitre à l'ouest (245 mm) et les relevés les plus sûrs des postes à l'est de la Grande-Terre (Monplaisir : 293 mm, Marly : 281 mm) on peut retenir une valeur approximative de 260 ou 270 mm.

On définit ainsi un déficit d'écoulement $D = H - E$ de 128 à 138 mm.

Cette valeur est bien sûr peu précise, mais a peu de risques d'être fortement surestimée. Et certains des relevés pluviométriques du 6 juillet 1966, faits plus au nord, attestent des hauteurs d'averse encore plus élevées sur la partie médiane de la Grande-Terre.

2° Bassin de la Rivière Saint-Louis

L'averse du 6 au 7 juillet 1966 a également frappé l'île de Marie-Galante.

Le maximum de la crue sur la Rivière Saint-Louis aux Sources ($H=2,60m$ au limnigraphe actuel), relevé après enquête, conduit après exécution des profils en travers et en long puis application de la formule de SRICKIER (coefficient de rugosité $k = 20$), à un débit voisin de $90 \text{ m}^3/\text{s}$.

Avec le rapport Q/V adopté pour le bassin, ce débit de pointe conduit à un volume écoulé théorique de :

$$V = \frac{90}{s} \times 10^5 \text{ m}^3 = 1,8 \times 10^6 \text{ m}^3$$

et
$$E = \frac{1,8 \times 10^6 \times 10^3}{26,7 \times 10^6} = 67 \text{ mm}$$

Le relevé de la pluie du 6 juillet est disponible à la Distillerie Bellevue, sur le bassin, mais le seau ayant débordé la valeur indiquée (162mm) est tronquée.

On est conduit à retenir pour cette pluie le second relevé, 187 mm, disponible au pluviomètre du Haut-du-Morne sur la bordure sud-est du bassin, et apparemment non tronqué.

Le déficit est ici de $187 - 67 = 120 \text{ mm}$.

3° Bassin de Gardel à Létaye

Comme indiqué au chapitre II l'estimation la plus sûre de la crue du 6-7 juillet 1966 sur la Ravine Gardel est celle faite à la hauteur de Létaye : $Q = 87 \text{ m}^3/\text{s}$.

La superficie de ce sous-bassin est de $7,0 \text{ km}^2$, et la pluie du 6 juillet peut y être fixée à 250 mm si l'on tient compte des valeurs faibles de Labarthe (197 mm) et Pombiray (177 mm), à 280 ou 290 mm s'il apparaissait que les valeurs de ces deux postes ont été tronquées.

Comme il a été fait précédemment pour le bassin de Gardel, on détermine les principaux paramètres physiques de son sous-bassin, et on utilise le graphique 7 à l'évaluation du rapport Q/V .

On obtient successivement :

$$A = 7,0 \text{ km}^2$$

$$P = 10,7 \text{ km}^2$$

$$K = \frac{0,28 P}{\sqrt{A}} = 0,28 \times \frac{10,7}{2,64} = 1,14$$

On construit la courbe hypsométrique du bassin sur laquelle on détermine $Z_{10} = 45,5 \text{ m}$ pour une cote de l'exutoire (Z_{100}) de $18,5 \text{ m}$. On en déduit la dénivelée utile $D = 45,5 - 18,5 = 27 \text{ m}$.

La valeur de l'indice i traduisant la célérité des écoulements est ainsi :

$$i = D^{1/2} A^{-3/4} K^{-3} = 5,20 \times 0,23 \times 0,68 = 0,83$$

Cette valeur reportée sur le graphique 7 conduit à
 $Q/V = 8,0 \text{ m}^3/\text{s} / 100\,000 \text{ m}^3$.

Le volume théorique correspondant de la crue est donc :

$$V = \frac{87}{8,0} \times 10^5 = 1,09 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$\text{soit } E = \frac{1,09 \times 10^6 \times 10^3}{7,0 \times 10^6} = 156 \text{ mm}$$

Le déficit d'écoulement serait ainsi de 94 mm pour une pluie journalière de 250 mm, de 134 mm pour une pluie de 290 mm.

Aussi sommaires que soient ces trois évaluations menées à partir de données fragmentaires, elles conduisent à des valeurs relativement cohérentes. La courbe du graphique 8 qui s'appuie sur les points correspondants, rejoint assez rapidement une parallèle à la première bissectrice avec un déficit d'écoulement de 130 mm.

On voit qu'il faut sur ces bassins une pluie journalière de 150 mm pour que le coefficient d'écoulement atteigne en moyenne 25%, mais ce coefficient augmente ensuite assez rapidement.

Un déficit de ruissellement ne croissant plus dès que les précipitations dépassent 200 mm, pourrait à première vue paraître une extrapolation un peu sévère des volumes de crue, alors que pour ces précipitations la durée effective de l'averse continue à croître en moyenne et que certaines pertes - infiltrations localisées, écoulement différé - augmentent corrélativement. En fait la variable de la lame ruisselée étant constituée par la pluie journalière, c'est-à-dire la hauteur de pluie pendant un intervalle de temps fixe (08 h à 08h le lendemain), on voit aisément que le déficit réel s'accroît progressivement au fur et à mesure que les précipitations augmentent, puisque la hauteur des averses en 24 heures est, à fréquence égale, supérieure en moyenne d'un peu plus de 10% à la hauteur des pluies recueillies à heure fixe qui constituent l'échantillon disponible. La relation établie entre les volumes de crue et les pluies journalières n'est donc certainement pas trop prudente dans son extrapolation vers les précipitations exceptionnelles.

CHAPITRE V

ETUDE STATISTIQUE DES PLUIES JOURNALIERES RELATION INTENSITES-DUREES-FREQUENCES -----

En possession des éléments permettant d'associer à une pluie journalière un volume de crue et des caractéristiques de formes, il est nécessaire pour définir les crues décennale, centennale, millennale de déterminer sur le bassin de Gardel les hauteurs de pluie ponctuelle de mêmes fréquences, ainsi que les relations intensités-durées nécessaires à l'application de l'hydrogramme unitaire.

5.1. Distribution des pluies journalières

On dispose en bordure du bassin, à l'Usine Gardel, de 37 années complètes de relevés pluviométriques journaliers (1938-1974). Cette série relativement longue et d'assez bonne qualité, a été préparée en vue de son étude statistique.

Le tableau 7 répartit en classes de 10 mm d'amplitude les 1284 averse journalières supérieures à 10 mm. Il fournit également le classement homologue établi à titre de comparaison pour le poste officiel de Pointe-à-Pitre-Le-Raizet, sur les 23 ans de la période 1951-1973 et pour les pluies supérieures à 30 mm (284 valeurs). Le tableau 7 bis dresse pour Gardel l'échantillon chronologique des 37 maxima annuels des pluies journalières.

On notera que le maximum absolu de la série de Gardel est de 196 mm, le 1 septembre 1949, alors que le maximum réel, survenu le 6 juillet 1966, n'occupe que le second rang avec 174 mm, valeur tronquée. Cela est sans trop

grande incidence sur l'ajustement lorsque l'on considère l'échantillon exhaustif, mais modifie par contre sensiblement l'échantillon des 37 valeurs extrêmes.

Par suite de la nécessité d'extrapoler l'ajustement obtenu sur 37 ans jusqu'à des fréquences très faibles, une attention particulière est apportée à l'adéquation de la distribution vers les fortes valeurs observées.

On a commencé par essayer diverses lois classiques : GUMBEL, GALTON, GOODRICH et FRECHET.

Sur un papier de GUMBEL les valeurs observées dessinent une concavité positive montrant qu'un ajustement de GUMBEL sous-estime les pluies de faible fréquence. L'adoption d'une loi de GUMBEL tronquée en fréquence ne fait qu'accentuer cette concavité.

L'ajustement à la loi de FRECHET nécessite de tronquer cette dernière avec une fréquence de troncature très élevée de 0,99 et un seuil des pluies passant de 10 à 50 mm. Cette loi surestime les trois plus fortes valeurs observées mais ce ne serait plus le cas avec un échantillon où la pluie tronquée du 6.7.66 serait rétablie à sa valeur probable de quelque 290 mm. Elle conduit à des valeurs de 150, 280 et 510 mm pour les pluies décennale, centennale, millénaire. On ne la retient pas à la fois parce qu'il est nécessaire de la tronquer trop fortement et parce qu'on sait par ailleurs que la fréquence réelle de la pluie de 1966 est plus faible que la fréquence expérimentale résultant de la taille de l'échantillon. Cette loi rendrait mieux compte de la distribution des pluies de stations proches du massif montagneux de Guadeloupe, ainsi qu'on a pu le montrer en Martinique pour le poste de Fort-de-France.

Les distributions de GOODRICH et de GALTON paraissent mieux convenir, à condition de les tronquer en fréquence, ou bien d'introduire un paramètre de position (hauteur constante ajoutée aux précipitations).

On vérifie également que le fait de tronquer les observations à des valeurs supérieures à 10 mm, s'il réduit l'échantillon, améliore l'adéquation de l'ajustement vers les valeurs élevées. Les essais, réalisés en calcul automatique, montrent qu'avec une troncature des observations à 10 mm (1284 valeurs) l'accord entre valeurs observées et valeurs théoriques n'est bon que jusqu'à 80 mm environ. Si la troncature est faite à 30 mm (323 valeurs) cet accord est bon jusqu'à 100 mm, mais au-delà les valeurs théoriques restent trop faibles comme le montre la comparaison ci-dessous des occurrences observées et des occurrences théoriques (l'accord n'est pas mauvais pour les seuils de 170 et 190 mm mais on doit tenir compte du fait que le seuil de 190 mm a été observé en réalité 2 fois et que la valeur du 6.7.66 dépasse nettement ce seuil) :

	<u>Loi de GALTON</u>	<u>Loi de GOODRICH</u>
Seuil	: 30 mm	30 mm
Position	: 0 mm	0 mm
Forme	: 0,6147	1,2412
Echelle	: 29,2733	14,2182
Troncature	: 0,9505	0,8513

Seuil d'observation	Nombre de cas observés	Nombre de cas théoriques	
90 mm	24	22,6	24,1
100	16	15,3	16,3
110	13	10,4	11,1
140	6	3,7	3,7
150	5	2,6	2,5
170	2	1,4	1,2
190	1	0,8	0,6

Tableau 7

Répartition des précipitations journalières
à GARDEL et à POINTE-A-PITRE

GARDEL
(1933-1974)
37 ans

POINTE-A-PITRE
(1951-1973)
23 ans

Précipitations hors classes (arrondies au mm) :

Hauteur	rang	Hauteur	Rang
196	1	245	1
175	2	167	2
158	3	154	3
157	4	148	4
154	5	127	5
148	6	125	6
119	7	122	7
119	8	121	8
118	9	117	9
117	10	116	10

Précipitations classées :

> 110	13	> 110	12
> 100	16	> 100	16
> 90	24	> 90	22
> 80	37	> 80	31
> 70	51	> 70	46
> 60	80	> 60	69
> 50	118	> 50	113
> 40	195	> 40	179
> 30	323	> 30	284
> 20	536		
> 10	1284		

Tableau 7 bis

Maxima annuels des précipitations
journalières de GARDEL (1938-1974)

Année	Hauteur maximale annuelle (mm)
1938	88
1939	62
1940	73
1	114
2	158
3	87
4	77
5	154
6	111
7	58
8	157
9	196
1950	100
1	52
2	87
3	117
4	76
5	107
6	88
7	93
8	148
9	44
1960	54
1	100
2	57
3	58
4	95
5	64
6	174
7	55
8	45
9	70
1970	116
1	30
2	58
3	71
1974	101

Plutôt que de chercher à parfaire l'ajustement des valeurs élevées en réduisant encore le poids des pluies les plus faibles, c'est-à-dire en tronquant les observations à plus de 30 mm, on a jugé préférable un second essai à l'aide de la série des maxima annuels. On sait que cet échantillon des valeurs extrêmes fournit, à partir de la valeur décennale, des résultats équivalents à celui de l'échantillon exhaustif.

Un programme de traitement automatique a fourni l'ajustement de ces 37 valeurs à diverses lois, cette fois non tronquées en fréquence mais avec paramètre de position (GAUSS, GUMBEL, GALTON, PEARSON III, GOODRICH). Il applique parallèlement un test d'adéquation aux ajustements obtenus. Ce test indique que c'est la loi de GALTON qui convient le mieux ici.

On fournit à titre indicatif les hauteurs théoriques obtenus avec la loi de GALTON, d'une part à partir de l'échantillon des valeurs exhaustives tronquées à 30 mm, d'autre part à partir des maxima annuels :

Fréquence	Echantillon des pluies supérieures à 30 mm	Echantillon des maxima annuels
1 fois en 10 ans	140	145
1 fois en 100 ans	218	226
1 fois en 1000 ans	316	314

Dans le second cas la comparaison des fréquences calculées et observées montre une meilleure adéquation des fortes valeurs. On note toutefois que la pluie décennale calculée, 145 mm a été observée 6 fois en 37 ans. Mais c'est surtout la valeur réelle probable de la pluie du 6 juillet 1966 qui incite à la prudence.

En effet une pluie qui a de fortes chances d'avoir atteint 280 ou 290 mm à GARDEL, comme aux postes voisins de MARLY et MONTPLAISIR, devrait se voir attribuer avec cette distribution une période de retour de 500 ans environ. Une fréquence aussi faible est tout de même très peu probable dans

le contexte pluviométrique antillais, où de très fortes précipitations peuvent survenir à distance des principaux reliefs. Un exemple vient d'en être donné le 7 novembre 1974 sur les petites dépendances sèches de Saint-Martin et Saint-Barthélémy.

On s'est donc efforcé de trouver une distribution rendant le mieux possible compte de la totalité de l'échantillon observé et dont le comportement vers les valeurs élevées n'indique aucune tendance à sousestimer ou surestimer ces valeurs. Il est souhaitable qu'une distribution de ce type puisse également s'appliquer correctement à l'échantillon des pluies de Pointe-à-Pitre.

Partant du type de distribution qui a rendu des services dans l'étude des précipitations de MARTINIQUE (fonction puissance $H = a T^b$ où $T = 1/F$ est la période de retour), on a figuré sur diagramme logarithmique (graph. 9) les échantillons des pluies journalières de Gardel et de Pointe-à-Pitre en fonction de leur période de retour observée $T = (N+1)/r$; N , taille de l'échantillon en années, r , rang des observations).

Les courbes obtenues, à concavité négative régulièrement décroissante vers les fortes valeurs, incitent à introduire dans la relation $H = a T^b$ un paramètre de position c :

$$\log (H + c) = b \log T + \log a$$

Quelques essais graphiques procurent c , dont la détermination n'a pas à être très précise. Avec $c = 100$ mm l'ajustement rectiligne est correctement réalisé pour l'ensemble des valeurs. La détermination de a et b est immédiate et l'on obtient les distributions suivantes, à 3 paramètres, que nous retenons pour l'estimation des pluies de faible fréquence.

$$\begin{array}{ll} \text{Gardel} & H = 179 T^{0,147} - 100 \text{ mm} \\ \text{Pointe-à-Pitre} & H = 187 T^{0,147} - 100 \text{ mm} \end{array}$$

Le comportement d'une telle distribution vers les valeurs hautes est nettement moins sévère que la loi de FRECHET, et légèrement moins sévère qu'un strict comportement logarithmique. Les fortes valeurs sont par contre plus élevées qu'avec la loi de GALTON.

Les valeurs caractéristiques en sont les suivantes :

Fréquence	Gardel en mm	Pointe-A-Pitre en mm
Annuelle	79	87
Décennale	151	162
Centennale	252	268
Millennale	394	416

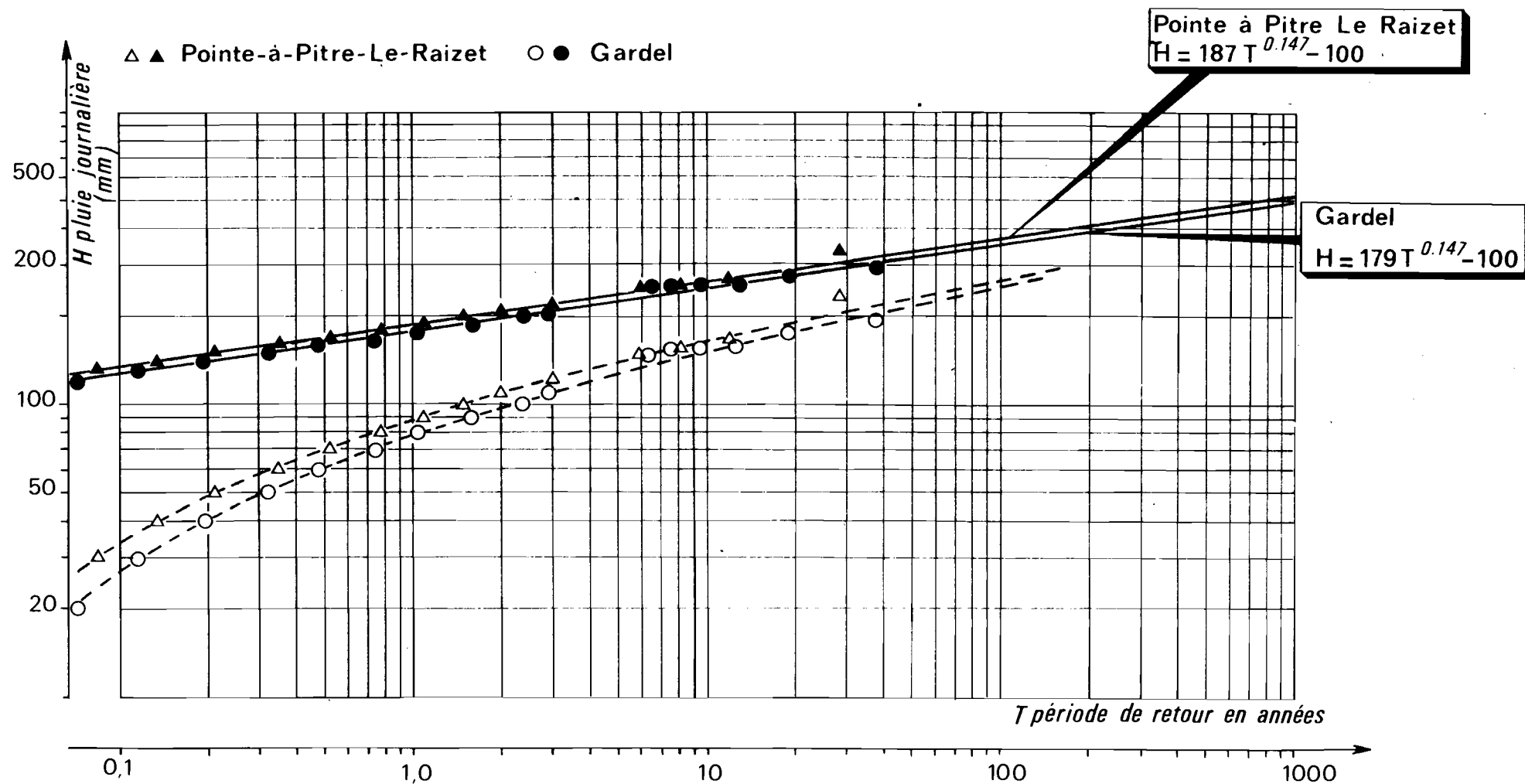
La période moyenne de retour d'une précipitation de 280 ou 290 mm est cette fois comprise entre 150 et 200 ans, ce qui confère de toute façon à la pluie du 6 juillet 1966 un caractère exceptionnel.

5.2 Relation intensités-durées-fréquences

A l'aide des précipitations journalières il est relativement aisé de déterminer avec une précision acceptable pour le poste de Gardel, les intensités ou les hauteurs partielles maximales relatives à diverses durées et cela pour des fréquences variables.

En effet les courbes hauteurs partielles-durées de diverses fréquences en une station montrent le plus souvent, pour les durées de 1h à 24 heures au moins, un très bon parallélisme sur un graphique à graduations logarithmiques, ce qui signifie que sur l'intervalle de 1 à 24 heures les courbes relatives à une fréquence donnée sont affines, le rapport d'affinité ne dépendant que de leurs fréquences respectives.

Distribution des pluies journalières aux postes de Pointe-à-Pitre-Le-Raizet et Gardel



Ainsi l'étude des intensités d'averse en divers postes du massif montagneux de MARTINIQUE et de ses alentours, a permis, pour des durées comprises entre 1/4 h et 96 h, l'établissement de la relation générale entre les hauteurs partielles maximales H , leur durée t et leur période de retour T :

$$H_{t,T} = a t^b T^c + d \log t$$

Pour les durées de plus d'1 h la relation se simplifie, avec des coefficients a , b , c , légèrement différents :

$$H_{t,T} = a t^b T^c$$

et dans ce cas précis la famille des courbes hauteurs partielles-durées est constituée, sur papier logarithmique, par des droites de pente b se déduisant les unes des autres par une translation parallèle aux ordonnées de valeur $c \log (T_2/T_1)$, où T_1 et T_2 sont les périodes de retour de chaque couple considéré.

On peut donc, en une station donnée, où la petite taille de l'échantillon pluviographique ne permet de déterminer la relation intensités-durées (ou hauteurs partielles-durées) que pour de courtes périodes de retour, en déduire toute la famille des courbes à condition d'avoir pu déterminer, par une analyse des pluies journalières, les hauteurs maximales en 24 heures relatives aux diverses fréquences étudiées. Il suffirait à la limite de connaître avec précision la relation intensités-durées pour une seule fréquence, annuelle par exemple.

Mais à une station où l'on ne dispose pas d'observations d'intensités-ici le poste de Gardel-on peut de la même façon déduire la famille des courbes intensités-durées à partir des quelques courbes disponibles en une station de régime pluviométrique très voisin. Les hauteurs d'averse pourront différer quelque peu mais les relations intensités-durées ont la même forme. La station de référence est ici Pointe-à-Pitre :

-Un échantillon de précipitations de 9 ans (1961-1969) y a fait l'objet, de la part du Service Météorologique, d'un classement des hauteurs maximales pour des durées de 6 minutes à 96 heures. Ces valeurs ont permis dans l'étude antérieure précitée des crues de la Grande-Ravine, de déterminer les relation intensités (ou hauteurs partielles) - fréquences pour diverses durées et jusqu'à la fréquence biennale (et par extrapolation jusqu'à la fréquence décennale).

Les hauteurs partielles maximales retenues étaient les suivantes (en mm) :

durée	1/4h	1 h	3 h	6 h	24 h
Période de retour					
1 an	22	41	59	77	101
2 ans	22,5	49	71	91	121
5 ans	30	59	87	109	151
10 ans	36	69	103	126	178

Ces valeurs permettent le tracé des courbes hauteurs partielles-durées du graphique 10, à échelles logarithmiques.

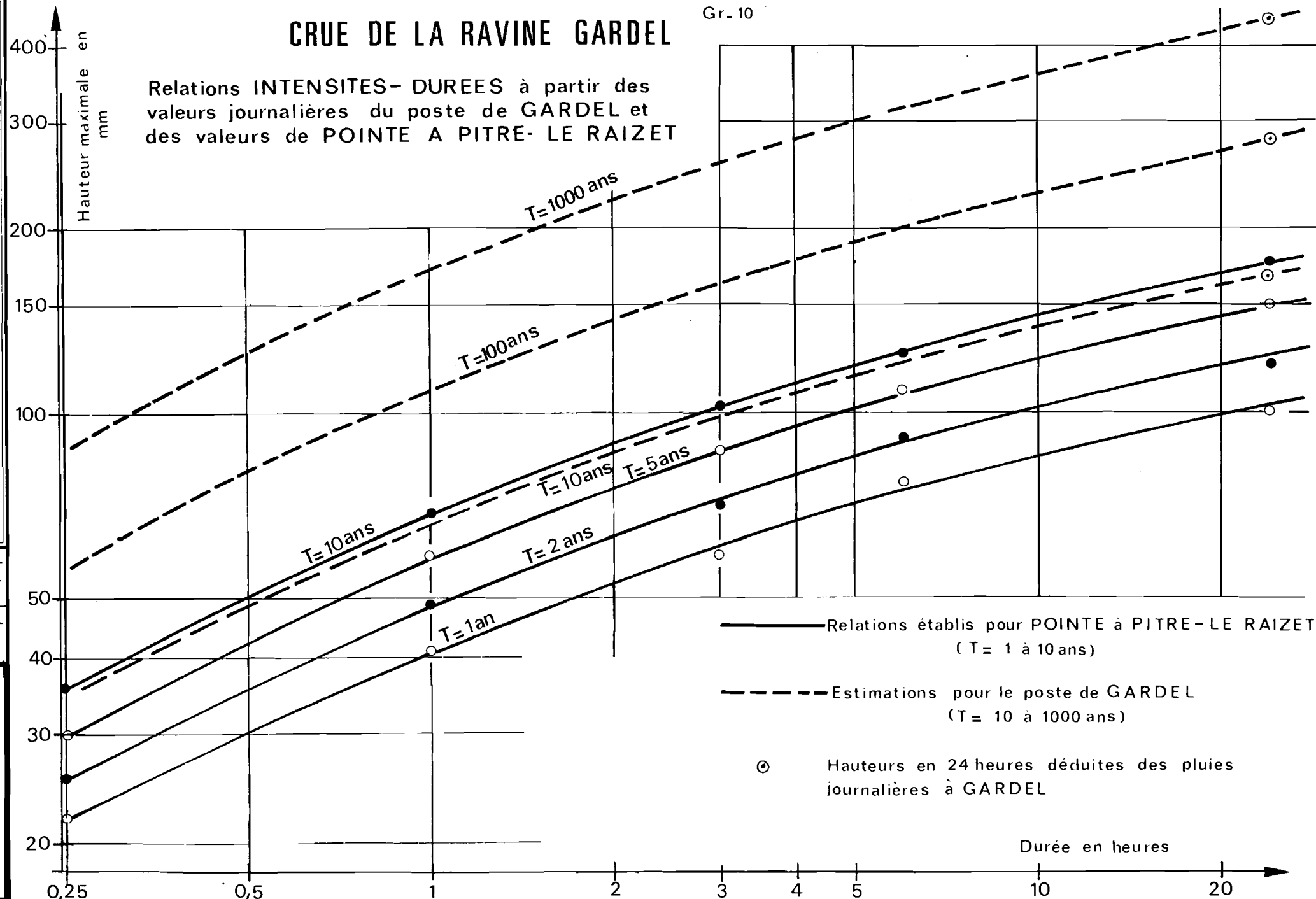
Les courbes hauteurs partielles-durées du poste de GARDEL sont parallèles aux précédentes, et vont être tracées à partir des hauteurs maximales en 24 heures déduites des pluies journalières. Le rapport entre la pluie journalière à 08h et la hauteur maximale en 24 heures de même fréquence, a été déterminé lors de l'étude des crues de Grande-Ravine, à partir des pluies du poste de Fort-de-France - Dessaix à la MARTINIQUE, où l'on possédait un échantillon de ces deux données pour la période 1947-1967. A partir de valeurs variant légèrement selon les pluies (0,87 à 0,91) on retient un rapport moyen de 0,89 qui correspond ici à un coefficient de passage à la hauteur maximale en 24 h de 1,12 (1).

(1). Le court échantillon de 9 ans disponible à Pointe-à-Pitre (1961-1969) ne permet pas de déterminer avec précision ce coefficient. Il atteste bien des hauteurs en 24h supérieures de 10% environ aux pluies journalières pour les pluies de 90 et 100 mm mais le coefficient décroît en deça de ces valeurs et devient inférieur à 1 pour les pluies inférieures à 65 mm ! (sous-estimation des hauteurs maximales en 24 h lors du dépouillement ou bien limitation du dépouillement aux averses continues).

CRUE DE LA RAVINE GARDEL

Gr. 10

Relations INTENSITES- DUREES à partir des
valeurs journalières du poste de GARDEL et
des valeurs de POINTE A PITRE- LE RAISET



On obtient ainsi :

Période de retour	Pluie journalière (mm)	Pluie maximale en 24 heures (mm)
10 ans	151	169
100 ans	252	282
1000 ans	394	441

Les trois courbes du graphique 10 fournissent pour chacune de ces fréquences l'estimation des hauteurs partielles maximales : (en mm) :

Durée en heures	T = 10 ans	T = 100 ans	T = 1000 ans
1	67	111	172
2	86	144	225
3	99	163	258
4	108	180	282
6	121	203	330
12	145	240	375
18	159	265	415
24	169	282	441

CHAPITRE VI

DETERMINATION FREQUENTIELLE DES CRUES

Il est maintenant possible de déterminer les crues du bassin de Gardel à l'aide, d'une part de l'analyse des précipitations de Gardel et accessoirement Pointe-à-Pitre, d'autre part des relations pluies-débits déduites des bassins où l'on possédait des crues observées.

On sait qu'en toute rigueur la crue définie par l'application d'une relation moyenne pluies-débits à une hauteur de pluie d'une certaine fréquence ne peut être considérée comme la crue de même fréquence et lui est un peu inférieure. Ceci résulte de la substitution d'une relation moyenne à une liaison de type statistique. On a pallié ce risque de sous-estimation en adoptant un tracé haut des courbes moyennes des graphiques 5 (expression du débit de pointe en fonction du volume) et 8 (expression des lames ruisselées à partir de la pluie journalière). Cet écueil est d'ailleurs surtout important pour l'estimation des crues faibles et moyennes qui correspondent au domaine où la dispersion relative des points est la plus forte. Il est bien évident en particulier que lors des précipitations de hauteur centennale ou millennale, les lames ruisselées possibles sont moins dispersées. Leur écart à la lame moyenne estimée sera de toute façon inférieure à l'incertitude sur les hauteurs d'averse centennale ou millennale déterminées au chapitre précédent.

6.1. Méthode de l'hydrogramme unitaire

On s'est référé ici pour le calcul des crues décennale , centennale ou millennale , aux pluies de 24 heures. On pourrait définir le hyétogramme de l'averse génératrice en recherchant les intensités maximales en 1, 2, 3...

heures qui caractérisent en moyenne la pluie de 24 heures de fréquence spécifiée, mais ce faisant on sous-estimerait le débit de pointe. En effet dès l'instant où l'on est amené, dans l'impossibilité d'une analyse plus complète des pluies, à associer le débit de pointe centennal par exemple à la pluie centennale en 24 heures, il est nécessaire d'attribuer au hyéto-gramme centennal des intensités très proche de la fréquence centennale pour des durées de quelques heures voisines du temps de montée de l'hydrogramme unitaire du bassin.

Les hyétoigrammes du graphique 12 ont donc été bâtis de façon à respecter les intensités décennales, centennales, millennales définies en 5.2, pour chacune des durées de 1 à 24 heures. Le corps d'averse, particulièrement ramassé, peut simplement conduire ainsi à des crues légèrement trop aiguës.

Sur chacun des hyétoigrammes est découpée la fraction d'averse qui ruisselle et dont la hauteur totale est fixée par la relation du graphique 8 :

Période de retour	Hauteur journalière (mm)	Lame ruisselée (mm)
10 ans	151	39
100 ans	252	122
1000 ans	394	264

La fraction ruisselée est découpée en tranches d'1 heure, appliquées à l'hydrogramme unitaire défini en 3.2.2.

Les crues résultantes, figurées sur le graphique 12, ont les caractéristiques suivantes :

	Volume V m ³	Débit de pointe Q m ³ /s	Q/V m ³ /s/10 ⁵ m ³	Temps de montée approximatif en heures	Temps de base approximatif en heures
crue décennale	585000	35	6,0	2	13
crue centennale	1830000	88	4,8	2 1/2	16 1/2
crue millennale	3 960000	190	4,8	3	17

6.2. Méthode du débit de pointe

On rappelle que la stabilité du rapport Q/V pour l'ensemble des crues, qui permet d'associer un débit de pointe à chaque volume de fréquence donnée, repose ici sur des considérations morphologiques et quelques observations montrant que les hydrogrammes s'affinent avec le volume ruisselé. Le rapport $Q/V = \alpha / T_B$ représente l'inverse d'un temps et exprime que le coefficient de forme α des fortes crues à déterminer croît sensiblement comme le temps de base T_B de ces crues. La valeur Q/V de $6 \text{ m}^3/\text{s}/100\,000 \text{ m}^3$, déterminée pour le bassin de Gardel par comparaison aux autres bassins, correspond à un temps caractéristique $T = \frac{T_B}{\alpha} = \frac{100\,000}{6} = 4,6 \text{ h}$.

On a tracé sur le graphique 11 un abaque résumant les relations dégagées et permettant de passer d'une averse de fréquence donnée aux volume et débit de pointe de la crue correspondante, pour l'ensemble des bassins de Grande-Terre et Marie-Galante compris a priori entre 10 et 40 km² c'est-à-dire de taille pas trop différente des bassins étudiés. Chaque bassin est caractérisé par sa superficie (Gardel : $A = 15,0 \text{ km}^2$) et par son indice morphologique i défini précédemment (Gardel : $i = 0,57$).

La courbe $E = f(H)$, qui est celle du graphique 8, fait correspondre la lame écoulée E à l'averse de fréquence donnée dont on a déterminé la hauteur H . On lit le volume V en joignant le point E au point A , superficie du bassin. La courbe $Q/V = f(i)$, qui est celle du graphique 6, fait correspondre à l'indice i du bassin, le rapport caractéristique Q/V . La jonction de Q/V au volume V détermine le débit de pointe Q .

Les pluies journalières de durées moyennes de retour respectivement décennale, centennale, millennale à Gardel fournissent ainsi les évaluations de crue suivantes à l'exutoire du bassin de 15 km² :

! Fréquence	! Pluie journalière	! Volume de crue	! Débit de pointe !
! _____	! en mm	! en m ³	! en m ³ /s
! décennale	! 151	! 570 000	! 35
! centennale	! 252	! 1800 000	! 115
! millennale	! 394	! 4000 000	! 250

On constate que la crue décennale est la même que celle résultant de la méthode précédente. Les débits de pointe de fréquences centennale et millennale par contre, sont supérieurs de 30% à ceux résultants de l'application d'un hydrogramme unitaire défini à partir de crues observées de faible amplitude.

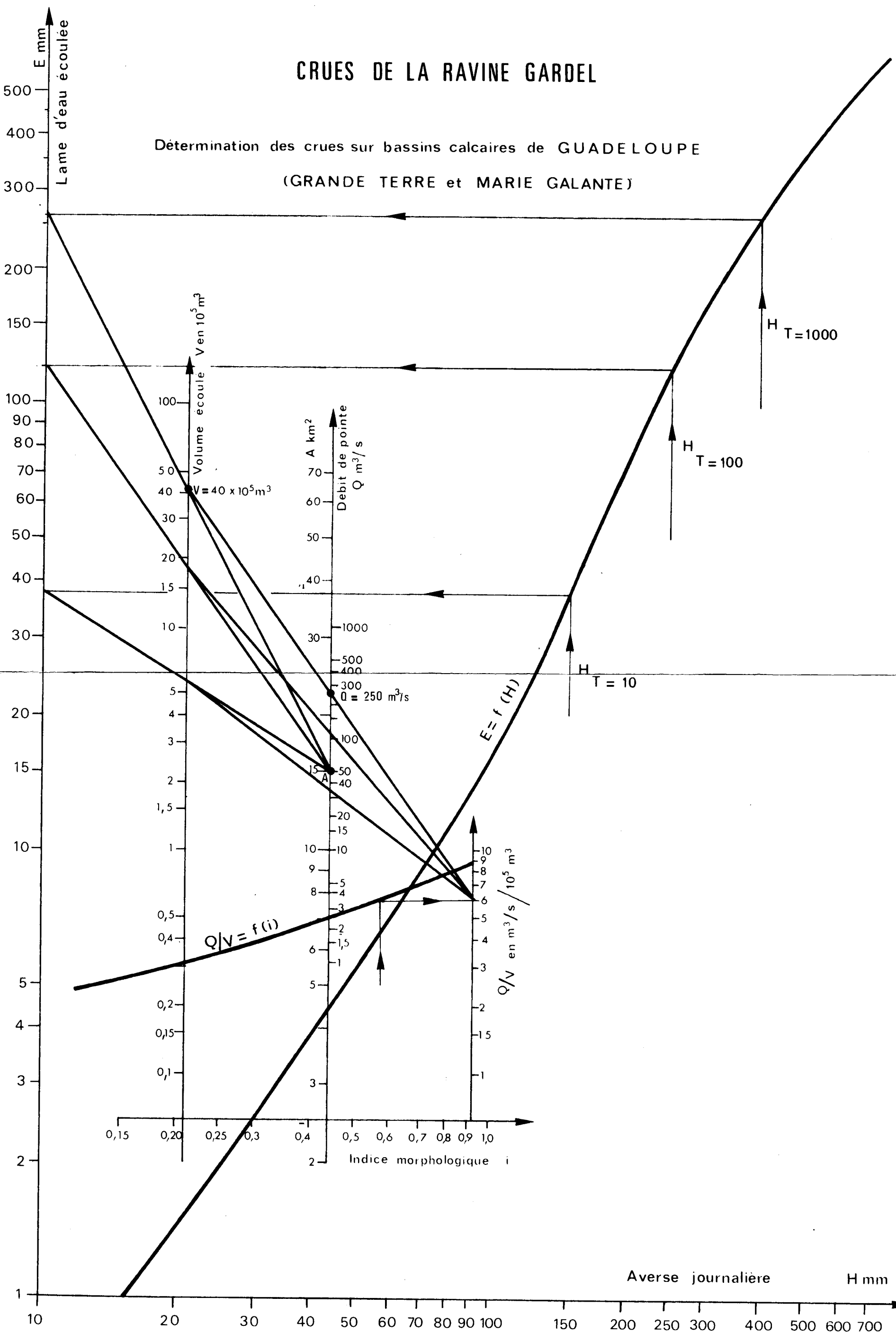
On ne peut que rapprocher ce résultat d'analyses de crues faites par ailleurs sur un certain nombre de bassins et qui ont montré que les maximums des hydrogrammes unitaires obtenus à partir des hydrogrammes de crues importantes (lame ruisselée de plus de 125 mm) sont souvent de 25 à 50 % supérieurs aux hydrogrammes unitaires établis à partir de crues de moindre importance (lames d'eau de 25 à 50 mm qui, à une exception près, n'ont pas été atteintes dans le cas présent).

Les hydrogrammes de crue dans cette seconde approche sont déduits simplement des précédents (graphique 12) en adoptant le nouveau débit de pointe et en s'assurant de la conservation des volumes. Il semble que le temps de montée de la crue centennale doive être réduit de $1/2$ h et celui de la crue millennale de $3/4$ h. Le temps de base diminue légèrement et l'on obtiendrait plutôt $15\text{ h } 1/2$ que $16\text{ h } 1/2$ pour la crue centennale, et 16 h que 17 h pour la crue millennale.

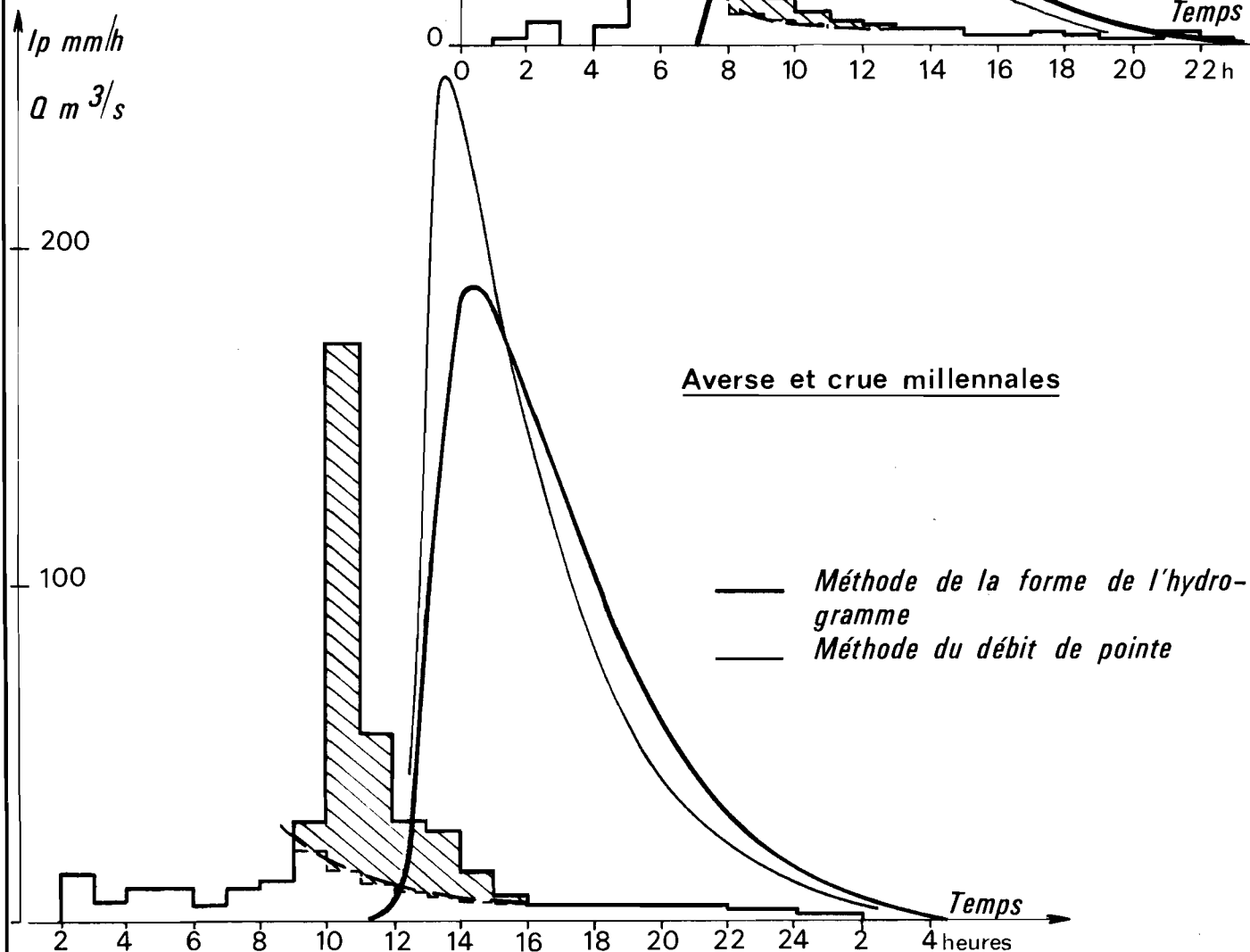
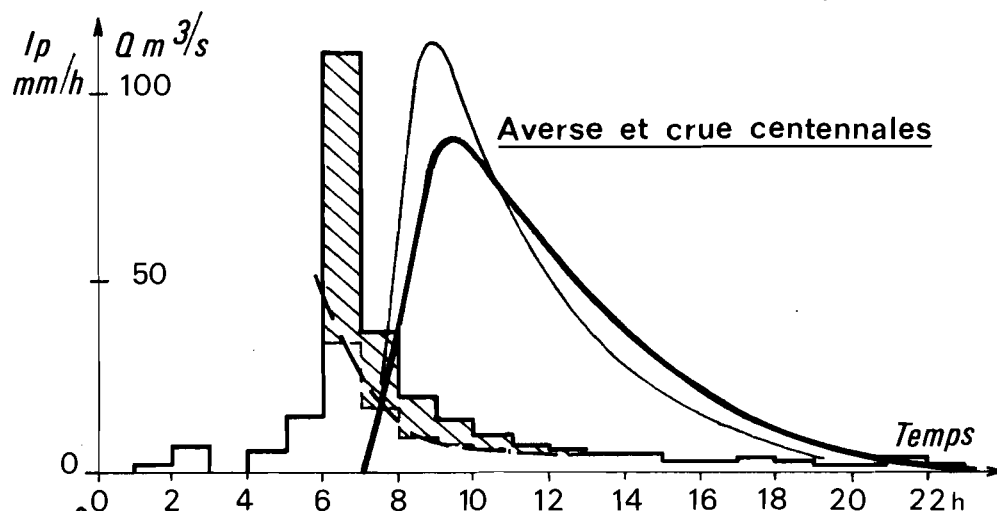
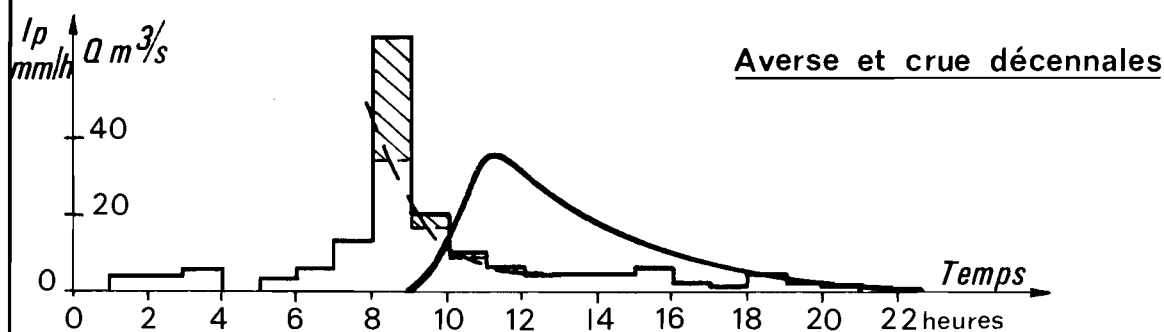
Ces écarts dans les résultats des deux méthodes correspondent à des formes de crue restant très voisines. La méthode de l'hydrogramme unitaire est celle traditionnellement utilisée sur petits bassins, et à laquelle on aurait pu se tenir ici. Par suite des diverses raisons exposées c'est toutefois la seconde approche qui convient au calcul des débits de pointe. Elle permet plus précisément de proposer pour les crues résultant de l'application de l'hydrogramme unitaire, la majoration de pointe de crue qu'impose de toute façon l'absence de fortes crues observées dans l'échantillon de départ.

CRUES DE LA RAVINE GARDEL

Détermination des crues sur bassins calcaires de GUADELOUPE
(GRANDE TERRE et MARIE GALANTE)



Définition des crues décennale, centennale, millennale



Ces différences qui ont trait aux seuls débits de pointe et non aux volumes, perdent largement de leur importance dans le cas où les crues sont laminées par un réservoir d'assez grande capacité.

Avec la méthode du débit de pointe le débit maximal de la crue du 6 au 7 juillet 1966, tant bien que mal reconstitué à l'exutoire du bassin de Gardel, devrait se voir attribuer, avec une valeur de 125 à 150 m³/s, une période moyenne de retour 120 à 200 ans.

La crue résultant du cyclone du 12 septembre 1928 peut avoir été très importante également, mais il a été précisé pourquoi elle est probablement moins forte que celle de 1966.

6.3 Crue maximale probable

La crue maximale probable (ou crue maximale "possible") est prise le plus souvent égale à la crue dix-millennale. Dans cette optique statistique, on détermine à l'aide de la distribution du chapitre IV la pluie journalière de période de retour 10 000 ans :

$$H_{10\ 000} = 179(10\ 000)^{0,147} - 100\ \text{mm}$$

$$H_{10\ 000} = 593\ \text{mm}$$

Cette valeur correspond à une lame ruisselée de $593 - 130 = 463\ \text{mm}$, à un volume de crue de $69,5 \times 10^5\ \text{m}^3$ et à un débit de pointe de $69,5 \times 6 = 417\ \text{m}^3/\text{s}$.

On retiendra pour cette crue dix-millennale un volume de 7 000 000 m³ et un débit de pointe de 400 m³/s.

Il est probable en fait que même si le lit de la Ravine Gardel est apte par sa morphologie à évacuer un tel débit, il intervient une certaine

limitation physique à la croissance des débits de pointe, résultant des obstacles présents dans le thalweg, tels de grands arbres, ainsi que de l'amortissement de la crue par le volume qu'emmagasine ce lit. L'hydrogramme s'aplatit et le débit de pointe pourrait peut-être tomber à 350 m³/s.

Dans l'optique américaine de la pluie et de la crue maximales probables, la pluie est déterminée en l'absence de données permettant de maximiser l'averse, par la relation de MERSHFIELD :

$$H_{PMP} = \bar{H} + 15 \times s$$

où $\bar{H}$ est la moyenne de la série des maximums annuels observés (cf. tableau 7 bis) et, s l'écart-type de ces valeurs.

On obtient ainsi :

$$H_{PMP} = 92 + 15 \times 40 = 692 \text{ mm}$$

La lame écoulée correspondante, 562 mm, engendre une crue, que l'on estime comme précédemment, de 8700 000 m³, et 520 m³/s en pointe. La pluie de 692 mm correspondrait, cette fois à une période de retour de l'ordre de 25 000 ans.

CONCLUSION

On résume ici les principales valeurs dégagées :

Crue	Méthode de l'hydrogramme unitaire		Méthode du débit de pointe	
	Volume 10^6 m^3	Débit de pointe m^3/s	Volume 10^6 m^3	Débit de pointe m^3/s
Décennale	0,58	35	0,58	35
Centennale	1,8	38	1,8	115
Millennale	4,0	190	4,0	250
Maximale probable	7,0	-	7,0	400
(dix millennale)				

Ces chiffres attestent que sur le bassin de Gardel, soumis à des écoulements très temporaires et le plus souvent faibles, peuvent survenir de fortes crues à intervalles irréguliers.

Replacé dans le contexte des régimes hydrologiques antillais, le bassin de Gardel et plus généralement les bassins de Grande-Terre sont caractérisés par :

- 1° des précipitations plus faibles que sur les régions montagneuses des Petites Antilles, mais pas tellement (diminution des fortes précipitations de l'ordre de 40%) ;
- 2° des débits de pointe bien moins élevés dans l'absolu ;
- 3° des débits relativement plus forts vers les crues rares.

Sur un bassin de 15 km² les débits de pointe spécifiques sont ici de 2,1 - 7,7 - 16,7 m³/s/km² pour les crues décennale, centennale, millennale.

A titre de comparaison, une étude de synthèse régionale faite en Martinique à partir d'une gamme de bassins de 4 à 62 km² situés sur le massif montagneux de l'île ou à proximité, conduit pour un bassin de 15 km² à des valeurs décennale et centennale de 10,7 et 20,6 m³/s, soit 4 à 5 fois plus qu'ici pour la crue décennale et 2,5 à 3 fois plus pour la crue centennale.

Mais alors qu'en Martinique le rapport Q_{10T}/Q_T du débit centennal au débit décennal est voisin de 1,9, il s'élève ici à 3,3. Il est encore de 2,2 pour Q_{1000}/Q_{100} et retombe à 1,6 environ pour $Q_{10\ 000}/Q_{1000}$.

**ÉTUDE DES CRUES
DE LA RAVINE GACHET**

CHAPITRE I

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU BASSIN

1.1 - Superficie et réseau hydrographique

Les contours du bassin sont tourmentés dans le détail et le tracé des limites des flancs sud-ouest et nord nécessitent un examen minutieux des cartes IGN au 1/20 000^e, voire un recours à la photo aérienne. Une vérification sur le terrain a été faite en plusieurs endroits afin de préciser les sens d'écoulement, et confirmer la présence de zones endoréiques. La distinction entre zone active et zone endoréique reste floue en un point de la bordure Est (faible dépression de DADOUD au nord-est de GROS-CAP) ; au nord du bassin la limite incertaine avec la tête de la ravine de la PORTE-D'ENFER a été arrêtée à la hauteur de l'ancien moulin de CADOUÉ.

La principale zone endoréique s'inscrit dans le quadrilatère DUVAL-LES MANGLES-DUVAL-CHABERT, sur la bordure sud du bassin. Quelques dolines sont présentes à la périphérie du bassin, ainsi que quatre dolines ou groupes de dolines, à l'intérieur.

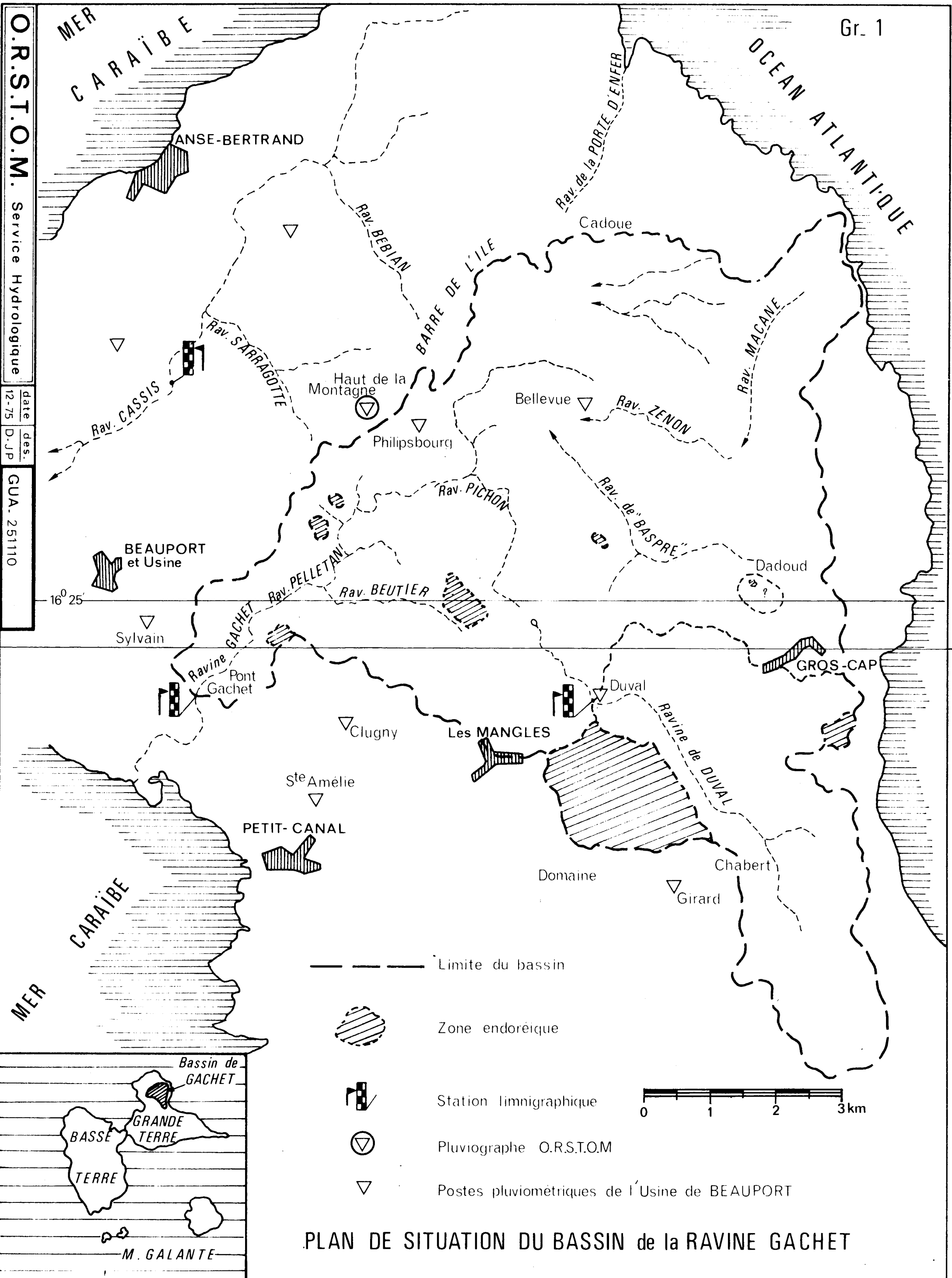
Les limites du bassin sont figurées sur le graphique 1. On distinguera donc au Pont GACHET :

- un bassin total de 67,2 km²,
- des zones endoréiques de bordure (3,4 km²) ou internes (0,5 km²),
- un bassin versant actif de 63,3 km² (dont 14,4 km² pour le bassin de la Ravine DUVAL).

Le réseau hydrographique (graphique 1) présente un certain nombre de particularités :

- les écoulements sont épisodiques et les lits sont le plus souvent à sec, entre de petites mares temporaires,
- Le lit mineur est indigent ou même totalement absent, et le cours d'eau est constitué par la totalité du thalweg, relativement encaissé et recouvert d'herbes et parfois de broussailles,
- le réseau naturel (donc avant les travaux de drainage entrepris) présente des caractères de "semi-endoréisme", c'est-à-dire qu'il est fragmenté en tronçons à l'issue desquels les écoulements s'étalent et stagnent temporairement. Le seuil, quand il est net, n'est franchi que lors des fortes crues. Le profil en long des principales branches est celui de cours d'eau actifs. Une reprise d'érosion est perceptible sur le profil en long à l'aval des principaux seuils du lit,
- les diverses ravines présentent une alternance de portions sensiblement rectilignes et de coudes à angle droit.

Ces deux dernières particularités sont à mettre en relation avec la tectonique cassante affectant la GRANDE-TERRE : d'anciennes ravines SE - NW, peut-être orientées par des rejets de faille (il subsiste dans le paysage la petite barre de DUVAL à CHABERT) et représentées par l'actuelle Ravine de DUVAL et la ravine voisine de "BASPRE" (qui, sur le bassin voisin de la Ravine CASSIS, ont leur prolongement respectivement dans les Ravines SARAGOTTE et BEBLAN) ont été recoupées perpendiculairement par des failles (dont le grand accident de la "Barre de l'Ile"), desquelles résultent le cours principal de la Ravine GACHET et très probablement la Ravine MACANE au nord-est du bassin.



PLAN DE SITUATION DU BASSIN de la RAVINE GACHET

Tous ces caractères expliquent la médiocrité des écoulements habituels d'une part, l'importance des temps de propagation d'autre part. Ils laissent ~~pré-~~sentir également l'influence nette des travaux de curage du lit.

1.2 - Forme et relief du bassin

Le bassin de GACHET a une forme triangulaire assez inhabituelle résultant de la cassure du réseau hydrographique signalée au paragraphe précédent. Cette forme relativement compacte ne rend pas tout à fait compte de la longueur d'un réseau partiellement replié sur lui-même.

Le périmètre du bassin actif, après lissage des irrégularités de contour, est de 35 km. Associé à la superficie (63,8 km², y compris les petites zones endoréiques internes), il conduit à une compacité (coefficient de Gravelius) de 1,22 et à un rectangle équivalent de 12,1 x 5,4 km.

Le bassin culmine à 84 m, sommet de la BARRE de l'île, soit une dénivellée de 83 m (cote de l'exutoire : 1 m). En fait à l'exception des 5 km de la bordure abrupte nord-ouest, la crête du bassin oscille entre 40 et 60 mètres.

La répartition hypsométrique est la suivante :

Altitude	Percentiles
84 m	0
80 m	0,04
60 m	3,1
40 m	28
20 m	76
1 m	100

Les altitudes moyenne et médiane sont de 31 m. Les 3/4 du bassin sont inférieurs à 42 m. La dénivelée utile, définie ici en éliminant les 10% les plus élevés du bassin, est égale à 48 m.

On caractérisera le relief du bassin par l'indice global de pente I_G , rapport de la dénivelée utile à la longueur du rectangle équivalent :

$$I_G = \frac{48}{12,1} = 4,0 \text{ m/km}$$

Compte tenu de la superficie, il s'agit d'un relief assez faible dans la gamme générale des valeurs rencontrées. Dans la gamme des bassins antillais, il s'agit d'une valeur exceptionnellement faible.

1.3 - Constitution géologique et sols

Le sous-sol est entièrement constitué de calcaires blancs récifaux plus ou moins altérés avec une teneur en argile comprise entre 10 et 20%.

La texture la plus commune est tuffeuse avec présence beaucoup plus rare de roches en dalles. Le faciès karstique actif est pratiquement inexistant.

Les sols se différencient de la façon suivante :

-fonds de ravine : sols hydromorphes inondables gris à bruns foncés à pseudo-gley, présence de montmorillonite gonflable,

-pentes des ravines : vertisols de région sèche à faciès argileux sur une épaisseur de 0 à 80 cm,

-mornes : sols squelettiques (argiles inférieures à 20 cm).

Les sols sont généralement bien structurés et stables. Ils se dessèchent sous évapotranspiration intense avec apparition de fentes de retrait profondes (pertes en eau : 20 %). Les premières précipitations (jusqu'à 40 mm ou même davantage) s'infiltrant totalement. Après les premiers jours d'une séquence pluvieuse (précipitation cumulée de 120 ou 130 mm ?), les fissures sont colmatées et les sols argileux deviennent pratiquement imperméables (coefficient de fuite inférieur à 0,1 mm/24 heures). Sur tufs calcaires à 20% d'argile, le coefficient est inférieur à 1 m/24 heures. Sur affleurements crayeux, il peut atteindre 5 à 6 m en 24 heures (essais effectués en laboratoire avec un coefficient de charge de 20 : 1 m sur 5 cm de sol).

Les dolines présentes sont presque toutes colmatées.

1.4. - Végétation

La répartition des zones de végétation sur une surface de 10,8 km² au centre du bassin de GACHET est la suivante (d'après l'Usine de BEAUPORT) :

	Superficie	Cannes	Habitations		
	totale	à	et cultures	Savanes	Bois
		sucres	vivrières		
Colons	607 ha	295	58	152	102
Terres de l'usine	474 ha	308	39	7	102
Total	1 081 ha	603	97	159	222
%	100	55	9	14	21

Cette répartition est assez représentative du bassin. En tenant compte du fait que l'est du bassin est beaucoup moins cultivé, on peut admettre la répartition globale suivante :

cannes à sucre	: 50 %
habitations-jardins	: 10 %
savanes	: 15 %
bois	: 25 %

1.5 Données climatiques

On rappelle très brièvement les éléments permettant de caractériser le climat insulaire chaud qui affecte le bassin de GACHET :

Températures	: 25 à 26° en moyenne, 3 ou 4° d'amplitude saisonnière maximum d'août, minimum de janvier, amplitude journalière de 8 à 9°.
Vents	: régime d'alizés du secteur Est largement prédominant, renforcé par la brise de mer diurne.
Humidité	: 80 % en moyenne.
Insolation	: 2 800 heures par an environ.
Evapotranspiration	: évapotranspiration potentielle de l'ordre de 1 800 mm par an, évapotranspiration réelle proche de la pluviométrie annuelle (le coefficient d'écoulement annuel est inférieur a priori à 10 %).
Pluviosité	: moyenne interannuelle voisine de 1 350 mm (cf. § 6.2) avec une croissance probable d'une centaine de mm, du nord-est du bassin au sud-ouest ; irrégularité saisonnière et annuelle forte ; la saison relativement sèche de "carême" s'étend de décembre à juin, l'hivernage de juillet à novembre avec une recrudescence nette,

certaines années, des pluies du dernier trimestre ; le mois le plus pluvieux en moyenne est octobre, alors que c'est septembre au sud-ouest de la GRANDE-TERRE et novembre au sud-est.

CHAPITRE II

ENQUETE SUR LES CRUES ANCIENNES DU BASSIN

Les renseignements obtenus auprès des riverains ou du personnel de l'Usine de BEAUPORT s'appliquent au Pont GACHET ($\Delta = 63,3 \text{ km}^2$) et au Pont de DUVAL ($\Delta = 14,4 \text{ km}^2$), c'est-à-dire à l'emplacement des deux stations hydrométriques actuelles. Dans l'ensemble l'information reste assez vague, ce qu'explique en partie l'absence de dégâts importants subis par les riverains. Elle ne concerne qu'une époque récente n'atteignant pas 50 ans.

2.1 - Nature des sections de contrôle

L'actuel Pont Gachet consiste depuis 1968 en une importante chaussée en remblai barrant le fond de vallée. Le débouché de l'ouvrage est constitué d'une buse circulaire de $\varnothing 800$ dont le point bas représente sensiblement l'ancien niveau du thalweg, et de deux buses ARMCO en arc de cercle écrasé de 10 m^2 de section, situées 55 cm plus haut. Le fond de la ravine, subhorizontal sur quelque 200 m de large, est largement inondé à chaque crue.

Antérieurement à la construction de cet ouvrage le contrôle de l'écoulement était assuré par l'ancien pont, situé 50 m en aval et dont le débouché était de $18,4 \text{ m}^2$ (ouverture rectangulaire de $3,90 \times 4,58 \text{ m}$ et buse de $\varnothing 800$).

Avec le nouvel ouvrage, comme avec l'ancien, les crues subissent un laminage dans la cuvette en amont du pont, et les débits de pointe observés sont inférieurs à ce que seraient les débits naturels.

A DUVAIL le pont qui date de 1955 est constitué de deux travées rectangulaires (2,90 x 1,71 m) de 10 m² de débouché total. La route à une trentaine de mètres du pont, en rive gauche, descend à 30 cm en contrebas du tablier. Avant 1955 existait un pont en bois dont la hauteur (1 m) permet de supputer l'ancien profil de la route par rapport au profil actuel. La station de pompage, immédiatement en amont du pont, a été détruite par la crue de 1966. La bêche, qui délimite la cuvette de stockage en amont du pont et surélève le lit, a pu, ainsi que la salle des pompes, faciliter les débordements routiers. Il subsiste à l'entrée du pont, en contrebas du petit barrage, des obstacles laissés par la crue (tronc d'arbre, conduite cassée).

2.2 - Crues notables

L'enquête a fait ressortir trois épisodes marquants :

2.2.1 - La crue de 1970

C'est la forte crue la plus récente. Elle serait survenue en juillet et résulterait donc de l'averse du 8 juillet dont le total journalier est exprimé dans le tableau ci-après. La présence de deux autres épisodes pluvieux importants, la même année (dépression HALLY des 3 et 4 octobre et pluie du 31 octobre), laisse un doute sur la date exacte de la crue. La pluie du 8 juillet, estimée à 82 mm de moyenne sur le bassin, survient après un mois de mai et un mois de juin excédentaires et succède à une pluie de 19 mm en moyenne la veille et une pluie de 46 mm 5 jours plus tôt :

TABEAU DES QUELQUES EPISODES PLUVIEUX DE 1956, 1966, 1970

Poste		SYLVAIN	PHILIPPSBOURG	CLUGNY	STE-AMELIE	DUVAL	GIRARD	Pluie moyenne	Remarques
Poste									
8 août 1956	?	42	29	25	36	43	40 ?		
10 août 1956	10	?	22	?	?	25	20 ?		
11 août 1956	80	62	44	?	73	78	68		Cyclone BETSY
6 juillet 1966	285	230	284	269	280	341	275		
3 juillet 1970	60	74	78,5	26	41	41	46		
7 juillet 1970	34	38	59,5	(70)	1	1	19		
8 juillet 1970	61	61	87	(94,5)	96	95	82		
3 octobre 1970	70	78	90	88	33	72	59		Dépression
4 octobre 1970	63	34	54	58	124	87	81		HALLY
31 octobre 1970	36	46	67	67	156	130	104		

La crue avait submergé les buses ARMO d'une trentaine de centimètres. A cette cote, d'après le graphique de fonctionnement des buses, le débit total est d'environ 60 m³/s (30 m³/s par buse ARMO et 1 m³/s pour la buse de 800). En l'absence de laminage dans la cuvette régularisatrice en amont du pont, le débit de pointe naturel aurait probablement atteint 70 m³/s.

Au pont de DUVAL le point bas de la route aurait été submergé sous 0,5 m d'eau, valeur probablement un peu forte, car le tablier du pont était à peine recouvert. D'après le profil en travers exécuté, la section mouillée sur la route a dû atteindre de 10 à 17 m², à quoi correspondrait un débit compris entre 10 et 20 m³/s. Les 10 m² de débouché du pont étaient en charge, mais très probablement en grande partie obstrués comme en témoignent les obstacles qui subsistent. On ne peut guère faire mieux que d'inscrire le débit de pointe dans une fourchette large de 20 à 40 m³/s.

2.2.2 - La crue de 1966

Au pont GACHET (ancien pont), cette crue n'a pas laissé de souvenirs précis (l'année 1966 est surtout marquée par les dégâts du cyclone INES en septembre). Une forte crue a été notée mais ~~sans submersion~~ de l'ancien pont, ce qui impliquerait un maximum de 50 ou 60 m³/s pour le débit de pointe. Il est à noter toutefois, si l'on se réfère à la structure de l'averse du 6 au 7 juillet à POINTE-A-PITRE, que la pointe de crue a été nocturne, et qu'au niveau du tablier du pont le volume de la cuvette amont est important. Mais en l'absence des enregistrements de l'averse sur le bassin de GACHET, on peut penser également que l'averse, qui a duré 24 heures, peut ne pas comporter la pointe d'intensité enregistrée au sud. De plus l'averse survient sur un bassin totalement sec et le déficit d'écoulement a pu être énorme. Enfin, la propagation était moins rapide. Mais de toute façon l'importance réduite de la crue en regard de la hauteur moyenne de l'averse du 6 juillet (275 mm) ne peut que laisser dubitatif.

A DUVAL, les indications précises font également défaut. On sait du moins par les riverains que le pont était largement recouvert. L'essentiel du débit devait passer sur la route, car le pont était probablement obstrué lors de la pointe de crue (partiellement, ou même totalement car les deux travées étroites arrêtent aisément les corps importants que peut livrer un lit sans crue depuis 10 ans). Le profil en travers atteste une largeur probable de débordement très importante (80 à 100 m) avec une section mouillée de 30, voire 50 m². Le débit de pointe reste très incertain, mais on peut tabler sur une valeur supérieure à 50 m³/s, ce qui est de toute façon considérable par rapport au débit aval, compte tenu des superficies respectives des bassins.

2.2.3 - La crue de 1956

Au Pont GACHET il serait resté un tirant d'air d'un demi-mètre lors du maximum de la crue du 11 au 12 août 1956 ayant accompagné le passage du cyclone BETSY, ce qui incite à retenir un débit de 40 m³/s comme ordre de grandeur du maximum. L'averse notable du 11 août (68 mm en moyenne environ)

était favorable au ruissellement (malgré des relevés pluviométriques relativement incertains pour la période antérieure à l'averse, on peut admettre l'occurrence d'une averse d'une vingtaine de millimètres la veille, et d'une averse double trois jours auparavant ; en outre l'averse a été probablement intense).

Cette même crue est signalée à DUVAL comme comparable à celle de 1970 mais probablement un peu plus faible.

On notera à titre indicatif l'occurrence d'une forte crue à DUVAL en novembre 1937, le témoin attestant que l'ancien pont était recouvert d'un mètre d'eau environ, ce qui d'après le profil supposé de la route pourrait correspondre à un débordement routier de 40 m². Il n'est pas sûr toutefois que la totalité de la section mouillée était active et le débit a dû rester inférieur à celui du 6 juillet 1966.

En conclusion les résultats de cette enquête, s'ils restent imprécis, attestent bien cependant l'occurrence assez fréquente d'écoulements relativement importants. Les ingénieurs les plus anciens de l'Usine de BEAUPORT n'ont pas souvenir que l'ancienne chaussée du Pont GACHET ait jamais été submergée, mais d'autre part l'impression générale prévaut que le bassin ruissellerait beaucoup mieux depuis les travaux de drainage des parcelles Est et Sud.

CHAPITRE III

CAMPAGNE DE MESURES 1974

L'équipement et les mesures hydrologiques sur le bassin de la Ravine GACHET ont été entrepris à la demande de la Direction Départementale de l'Agriculture dans le cadre des études hydrologiques générales que mène l'ORSTOM en GUADELOUPE. Conçus dans l'optique d'un réseau de base, ils ne peuvent être assimilés à ceux d'une étude analytique sur bassins versants. Les postes pluviométriques de l'Usine de BEAUPORT définissent tant bien que mal la pluie sur le bassin, mais de toute façon l'examen des crues ne peut porter à l'heure actuelle que sur un échantillon très réduit puisqu'en l'absence d'écoulements durant l'hivernage 1975 on dispose des seuls écoulements de l'année 1974.

L'étude portant sur les crues au Pont GACHET, il ne sera pas question ici des résultats de la station de DUVAL.

3.1 - Equipement du bassin

Le bassin de la Ravine GACHET a été équipé d'un limnigraphe OTT à flotteur monté sur une cheminée métallique de 3 m, et doublé d'une échelle limnimétrique. Les enregistrements ont démarré le 13 janvier 1974. A l'issue des observations de la campagne 1974, l'appareil a été rehaussé pour éviter la submersion possible par une très forte crue.

Un pluviographe a été mis en place le 11 janvier 1974 au HAUT-DE-LA-MONTAGNE, à proximité de la crête nord-ouest du bassin. Commun aux deux bassins de la Ravine GACHET et de la Ravine CASSIS, il est nettement insuffisant pour caractériser globalement les averses, mais il fournit du moins un repère sûr.

Les pluviomètres gérés par le Service Météorologique sont trop éloignés pour être utilisés (PORT-LOUIS, ANSE BERTRAND).

On dispose par contre de l'information pluviométrique journalière recueillie aux divers postes de l'Usine de BEAUPORT, sur le bassin ou à proximité (cf. graphique 1). L'intérêt d'une telle information est évident. Il doit toutefois être nuancé en ce qui concerne la précision des relevés. A l'exception de BELLEVUE, ces postes sont des pluviographes. Une vérification rapide de réglage a été faite. On décèle des anomalies dans les résultats comme à DUVAL (pluies systématiquement plus fortes) et à GIRARD (déficit dû probablement à un mauvais fonctionnement des augets), mais l'absence de mesure directe de la pluie collectée par l'appareil ne permet guère de correction.

Dans l'ensemble, on définit tout de même assez bien les épisodes pluvieux générateurs des crues observées.

3.2 - Etalonnage de la station

Les jaugeages effectués sont récapitulés au tableau 1. Ils ont pu être réalisés malgré un nombre réduit de crues, en grande partie grâce à la diligence constante de l'hydrologue chargé du réseau de GUADELOUPE, que chaque alerte pluvieuse sérieuse a trouvé sur le bassin.

La courbe d'étalonnage des divers orifices et la courbe de fonctionnement global figurent sur les graphiques 2 et 3. Le zéro de l'écoulement est à 0,15 à l'échelle, avec un léger détarage des très basses eaux du 18 septembre au 7 novembre, dû à l'encombrement du seuil à l'entrée de la buse. Les buses ARMOO commencent à fonctionner à 0,70 et 0,72. On a pu jauger jusqu'à 1,75 m, soit 31 cm sous le maximum enregistré. La faible extrapolation nécessaire de la courbe est conduite à l'aide de l'abaque de fonctionnement des buses ARMOO (buses multiplaques série A - portée 4,52 m - flèche 2,77 m). Le calcul est conduit pour la cote 2,20 soit une charge de 1,50 m à l'entrée des buses. Avec un coefficient de réduction 0,85 rendant compte des pertes de charge à l'entrée des buses on obtient un débit de 10 à 10,5 m³/s par buse. Le débit de la buse en ciment étant de 1 m³/s, le débit total est de 21 à 22 m³/s.

TABLEAU I

BASSIN DE LA RAVINE GACHET
LISTE DES JAUGEAGES EFFECTUES AU
LIMNIGRAPHE DU PONT GACHET (BASSIN ACTIF : 63,3 km²)

H : cote à l'échelle en mètre

Q : débit en m³/s

N°	Date	Débit de la petite buse		Débit de la buse ARMCO gauche		Débit de la buse ARMCO droite		Débit total
		H	Q	H	Q	H	Q	
1	18-02-74	0,27	0,030					0,030
2	19-02-74	0,34	0,050					0,050
3	3-09-74	0,775	0,478		0,025		0,025	0,523
4	4-09-74	0,535	0,170					0,170
5	9-09-74	0,996	0,64	0,992	0,363	1,00	0,416	1,42
6	9-09-74	0,943	0,61	0,948	0,277	0,937	0,236	1,12
7	9-09-74	0,914	0,58	0,914	0,221	0,913	0,210	1,00
8	10-09-74	0,713	0,334		0,008		0,008	0,353
9	16-09-74	1,425	0,80	1,435	2,58	1,41	2,38	5,76
10	16-09-74	1,348	0,78	1,345	1,89	1,33	1,80	4,47
	8-10-74	0,18	0					
	22-10-74	0,23	0					
11	29-10-74	0,26	(0,010)					(0,010)
12	7-11-74	1,746	0,90	1,765	6,0	1,728	5,6	12,5
13	4-02-75	0,16	0,001					0,001

Cette courbe d'étalonnage permet une connaissance précise des écoulements.

3.3-Précipitations et écoulements observés

Les précipitations journalières recueillies en 1974 au pluviographe du HAUT-DE-LA-MONTAGNE ainsi qu'aux sept postes d'usine concernant le bassin, sont fournies en annexe.

On définit la pluie moyenne sur le bassin à partir de six d'entre eux, dont les poids respectifs sont déterminés par un découpage de THIESSEN : SYLVAIN (0,036), PHILIPSBURG (0,134), BELLEVUE (0,351), CLUGNY (0,076), DUVAL (0,263), GIRARD (0,140).

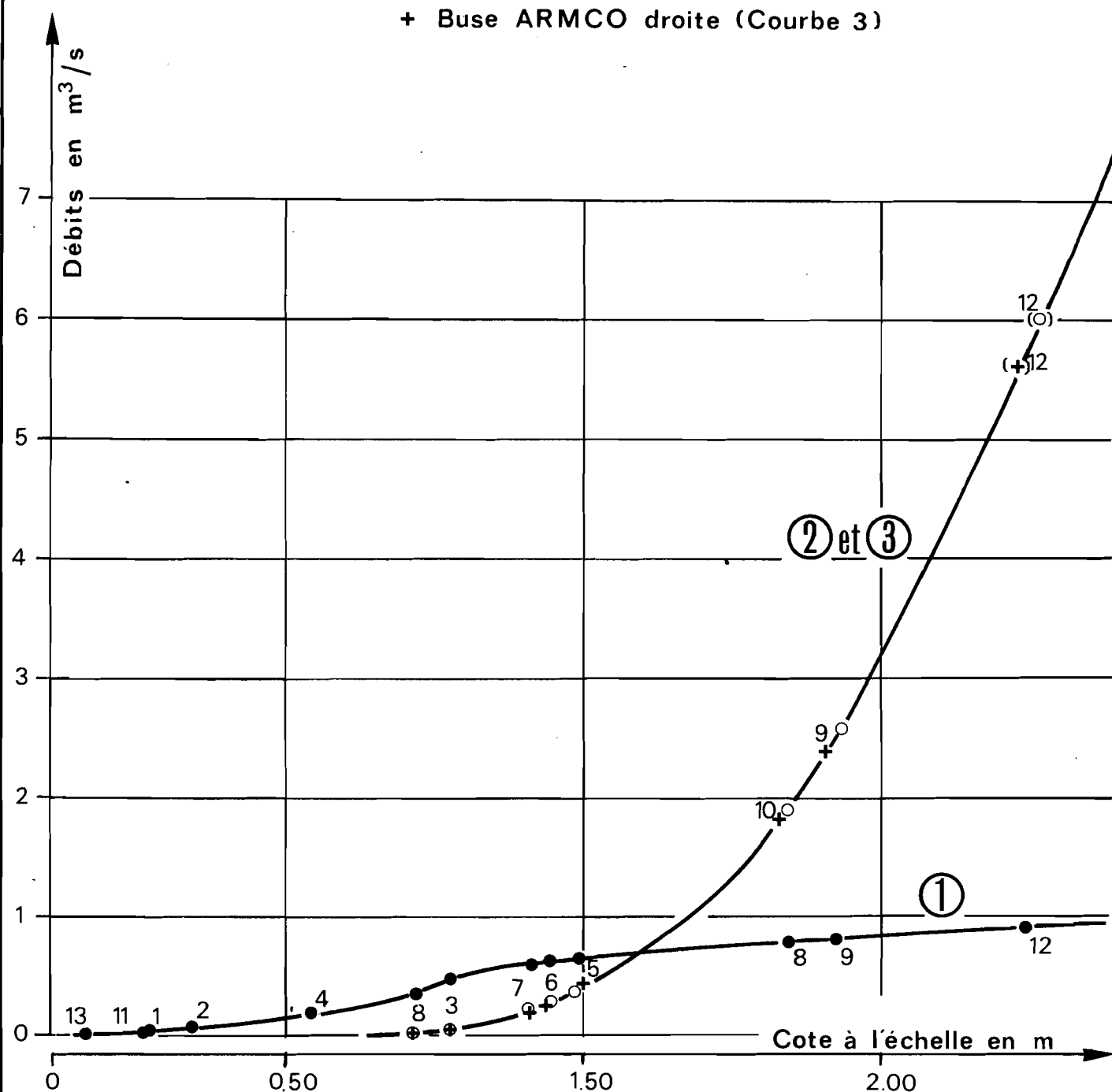
Les écoulements, exprimés en débits moyens journaliers, sont également fournis en annexe.

On récapitule précipitations et écoulements au niveau mensuel dans le tableau ci-après. Les pluies mensuelles moyennes (H) sont définies comme précédemment, et on fait figurer à titre de comparaison les totaux mensuels (H') du pluviographe du HAUT-DE-LA-MONTAGNE, dont on est sûr. Les volumes écoulés (V) sont également exprimés en lames d'eau (E) sur les 63,3 km² du bassin. Le rapport E/H définit le coefficient d'écoulement mensuel.

Ravine GACHET au Pont GACHET

Courbes d'étalonnage des divers orifices

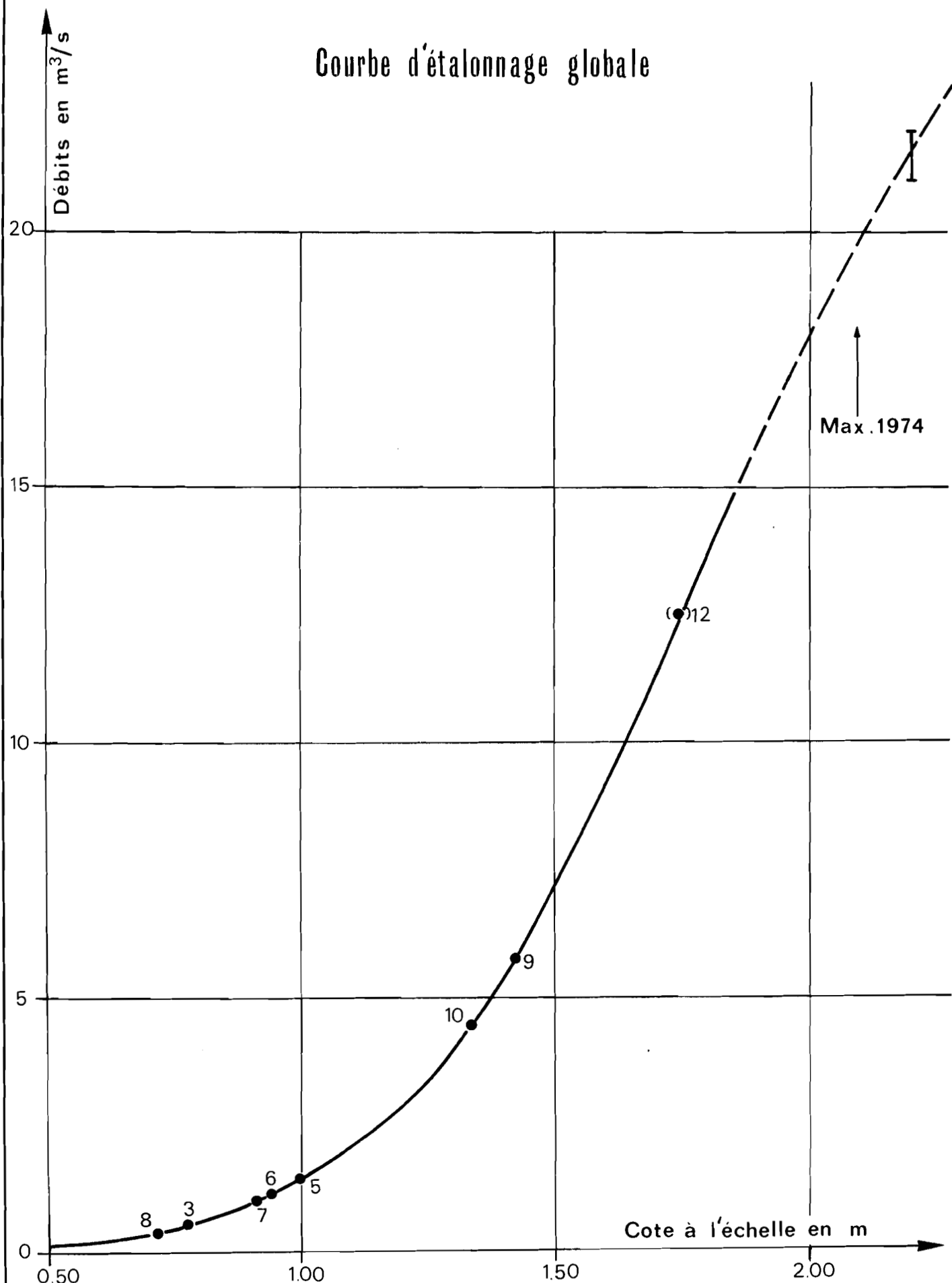
- Petite buse circulaire (Courbe 1)
- Buse ARMCO gauche (Courbe 2)
- + Buse ARMCO droite (Courbe 3)



Ravine GACHET au Pont GACHET

Gr. 3

Courbe d'étalonnage globale



	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
H' mm	(103)	106	56	58	66,5	20,5	33,5	162	303,5	135	209	62	1 315
H mm	107	75	54	69	84	24	34	180	322	144	203	92	1 388
$V 10^3 m^3$	0	2,6	0	0	0	0	0	0,1	2753	92,5	1881	0,1	4 729
E mm	0	0	0	0	0	0	0	0	43,5	1,5	29,8	0	75
E/H %	0	0	0	0	0	0	0	0	13,5	1,0	14,7		5,4
	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!

L'écoulement annuel ($4,7 \times 10^6 m^3$) correspond à une lame écoulée de 75 mm, et à un coefficient d'écoulement de 5,4% par rapport aux 1 388 mm de pluie. On remarquera que cet écoulement est imputable en quasi-totalité (98 %) aux deux mois de septembre et novembre 1974. Les coefficients d'écoulement de ces deux mois (13,5 et 14,7 %) sont élevés, résultant à la fois d'une pluviométrie supérieure à la normale et de l'organisation des averses en séquences favorables au ruissellement. Le mois de septembre 1974, avec 322 mm, paraît être le double de la moyenne interannuelle de septembre et succède à un mois d'août légèrement excédentaire. Novembre par contre, avec 203 mm, pourrait ne dépasser la moyenne du mois que de 30 ou 40% et succède à un mois d'octobre plutôt déficitaire.

En pratique, le détail des écoulements montre que l'essentiel des apports est le fait de 4 ou 5 crues.

CHAPITRE IV

FORME DES CRUES

Le tableau 2 fournit les caractéristiques globales des crues observées, à savoir la hauteur moyenne de l'averse journalière, le volume ruisselé et la lame moyenne correspondante, le débit de pointe de l'hydrogramme de ruissellement. Ces crues sont d'importance très diverses, de la simple réaction locale du lit à proximité de l'exutoire aux crues déjà fortes des 17 septembre et 7 novembre 1974. Par suite de l'écoulement de base assez long prolongeant les crues, on sépare pour ce bassin le ruissellement pur de l'écoulement de base, cela d'ailleurs essentiellement pour définir plus aisément la durée de la crue (temps de base), car le volume et le débit de pointe, eux, varient peu selon qu'on considère le seul ruissellement pur ou l'écoulement total. On a porté, à titre indicatif, dans le tableau 2, le débit de pointe total de chaque crue, et l'écart qui peut apparaître avec le débit de pointe de l'hydrogramme de ruissellement pur est plus le fait d'une crue antérieure non entièrement dissipée que du débit de base, toujours très faible. On notera que toutes les crues 1974 résultent d'averses à corps d'intensité assez bref du type "grain". Trois de ces averses sont hétérogènes sur le bassin.

Toutes les crues ayant manifesté du ruissellement pur sont figurées en annexe, avec séparation des crues complexes et distinction de l'écoulement de base. On a porté sur ces graphiques le hyétogramme de l'averse génératrice enregistrée au pluviographe du HAUT-DE-LA-MONTAGNE.

Une remarque s'impose pour les deux crues les plus fortes. Il apparaît à l'évidence en ce cas une pointe de crue déjetée, attestant un laminage dans la cuvette créée par le Pont GACHET. Etant donné l'importance des quelques crues disponibles dans l'estimation des crues rares on a commencé par estimer pour ces deux crues l'hydrogramme "naturel" que l'on peut déduire de l'hydrogramme observé. Cette correction de laminage est conduite en commençant par calculer l'hydrogramme d'entrée dans la cuvette. Le plan d'eau amont étant pratiquement horizontal (section mouillée bien supérieure à la section de contrôle du pont), l'équation de continuité s'écrit simplement :

$$Q_{\text{entrée}} = Q_{\text{sortie}} - S_h \cdot \frac{dh}{dt}$$

A la pente $\frac{dh}{dt}$ du limnigramme, on associe la surface S_h de la cuvette, estimée d'après le plan au 1/20 000^e (le zéro de l'échelle est sensiblement à la cote 1 m IGN et la courbe $S(h)$ passe par $h = 5$ m IGN - $S = 0,71$ km²). L'hydrogramme naturel au droit de la station ne peut être confondu ici avec l'hydrogramme d'entrée par suite du laminage qui existerait de toute façon dans la cuvette très allongée. On s'est donc contenté de prendre un hydrogramme moyen entre les hydrogrammes d'entrée et de sortie dont on dispose. Le résultat est figuré en annexe et cette correction empirique conduit à retenir des crues un peu plus aiguës.

Ainsi que dans l'étude précédente de la Ravine GARDEL, on utilise une double approche pour caractériser les crues du bassin en prévision de l'extension aux crues rares :

-La définition d'un hydrogramme-type du bassin, pouvant être utilisé selon la méthode de l'hydrogramme unitaire,

-La définition du rapport permettant de passer directement du volume de crue au débit de pointe correspondant.

TABLEAU 2

BASSIN DE LA RAVINE GACHET - CAMPAGNE 1974
CARACTERISTIQUES GLOBALES DES CRUES

N°	Date	Pluie moyenne journalière mm	Volume ruisselé 10 ³ m ³	Lame ruisselée mm	Débit max. ruisselé m ³ /s	Débit max. total m ³ /s	Remarques
1	29-08-74	44,2	0	0	0		
2	30-08-74	61,5	0	0	0		
3	31-08-74	45,2	0,07	0	0,02	0,02	
4	1-09-74	44,1	312	4,2	5,2	5,2	Corps d'averse important
5	2-09-74	2,6	(10,8)	0,2	0,2	-	
6	3-09-74	2,1	(3,6)	0,1	0,1	-	
7	7-09-74	44,1	119	1,9	2,3	2,3	Averse hétérogène (amont du bassin)
8	8-09-74	21,1	144	2,3	2,1	2,6	Averse très hétérogène et intense
9	13-09-74	28,6	infime	0	0,1	0,1	
10	14-09-74	29,6	63	1,0	0,9	0,9	
11 et 11 bis	15-09-74	44,4*	48	0,8	0,8	1,4	Averse et crue doubles
12	17-09-74	44,1	479	7,5	9,1	9,7	
13	18-09-74	10,7	1154	18,2	18,6	19,1	Averse très intense
14	13-10-74	30,3	(57)	0,9	(0,8)	-	
15	13-10-74	30,3	10,8	0,2	0,14	0,14	
16	15-10-74	15,6	infime	0	0,1	0,1	
17	16-10-74	17,9	23,4	0,4	0,32	0,32	
18	3-11-74	22,9	infime	0	0,1	0,1	
19	4-11-74	20,6	130	2,0	1,8	1,8	
20 et 20 bis	5-11-74	12,2	54	0,9	0,9	1,5	
21	7-11-74	71,6*	783	12,3	18,2	16,4	Averse double intense
22	9-11-74	14,3	378	6,0	7,6	9,6	
23	21-11-74	18,5	149	2,3	4,3	4,9	Averse hétérogène (tiers aval du bassin)
24	26-1-75	-	59	0,9	0,85	0,85	

4.1 - Méthode de l'hydrogramme unitaire

Le tableau 3 résume de manière simple la forme des six crues les plus fortes observées : on exprime les instants où le débit atteint une fraction définie du débit de pointe (temps mesurés en heures par rapport à l'heure du débit de pointe). Chaque crue est ainsi décrite par six valeurs. La crue du 9 novembre 1974 apparaît nettement plus brève et les valeurs de l'averse génératrice montrent bien qu'elle résulte d'un ruissellement localisé à la moitié aval du bassin. Les cinq autres crues ont une forme très voisine et définissent aisément un hydrogramme-type du bassin, caractérisé assez bien par les valeurs suivantes :

Débit réduit	1	Q	1	Q/2	1	Q	1	Q/2	1	Q/4	1	Q/10	1	0	1
Temps en heures	1	-4	1	-2	1	0	1	8	1	14	1	23	1	(46)	1

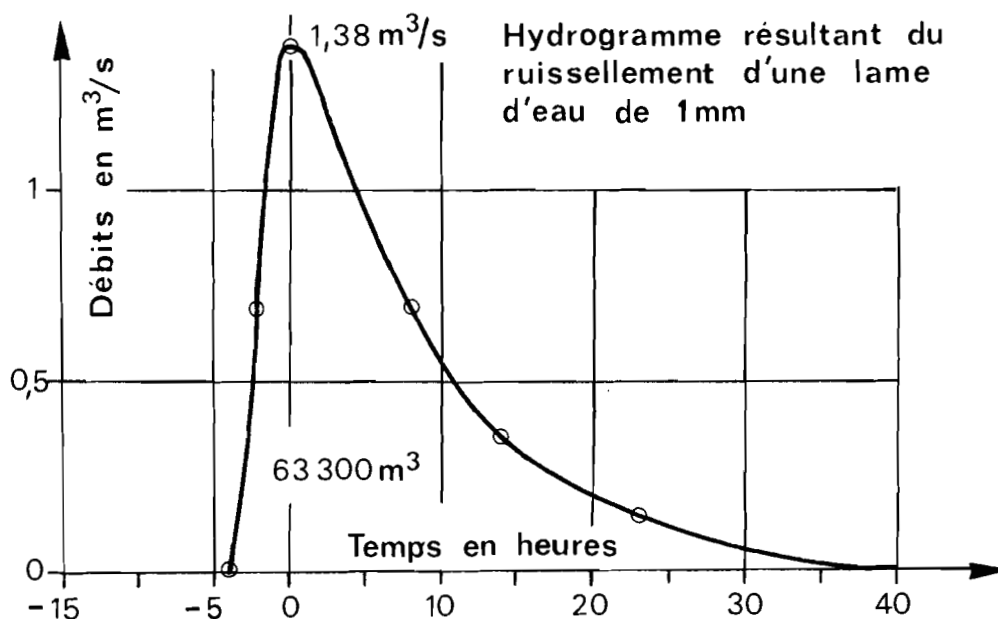
Le temps de montée est de 4 heures et le temps de base approximativement de 48 heures. En fait ce temps de base, peu précis, variera entre 30 et 50 heures selon la façon de déterminer la fin de l'écoulement.

Il s'agit là de l'hydrogramme résultant d'une averse assez homogène sur le bassin et brève, c'est-à-dire dont le corps d'averse n'excède pas 2 heures.

Cet hydrogramme, rapporté à une lame ruisselée de 1 mm, constitue l'hydrogramme unitaire représenté par le graphique 4-1. L'application de cet opérateur pluies-débits à des fractions successives d'averse fournit la crue résultant d'une averse prolongée.

Définition de "l'hydrogramme unitaire" du bassin de la Ravine GACHET

Gr. 4₁



Acuité des crues du bassin de la Ravine GACHET

Gr. 4₂

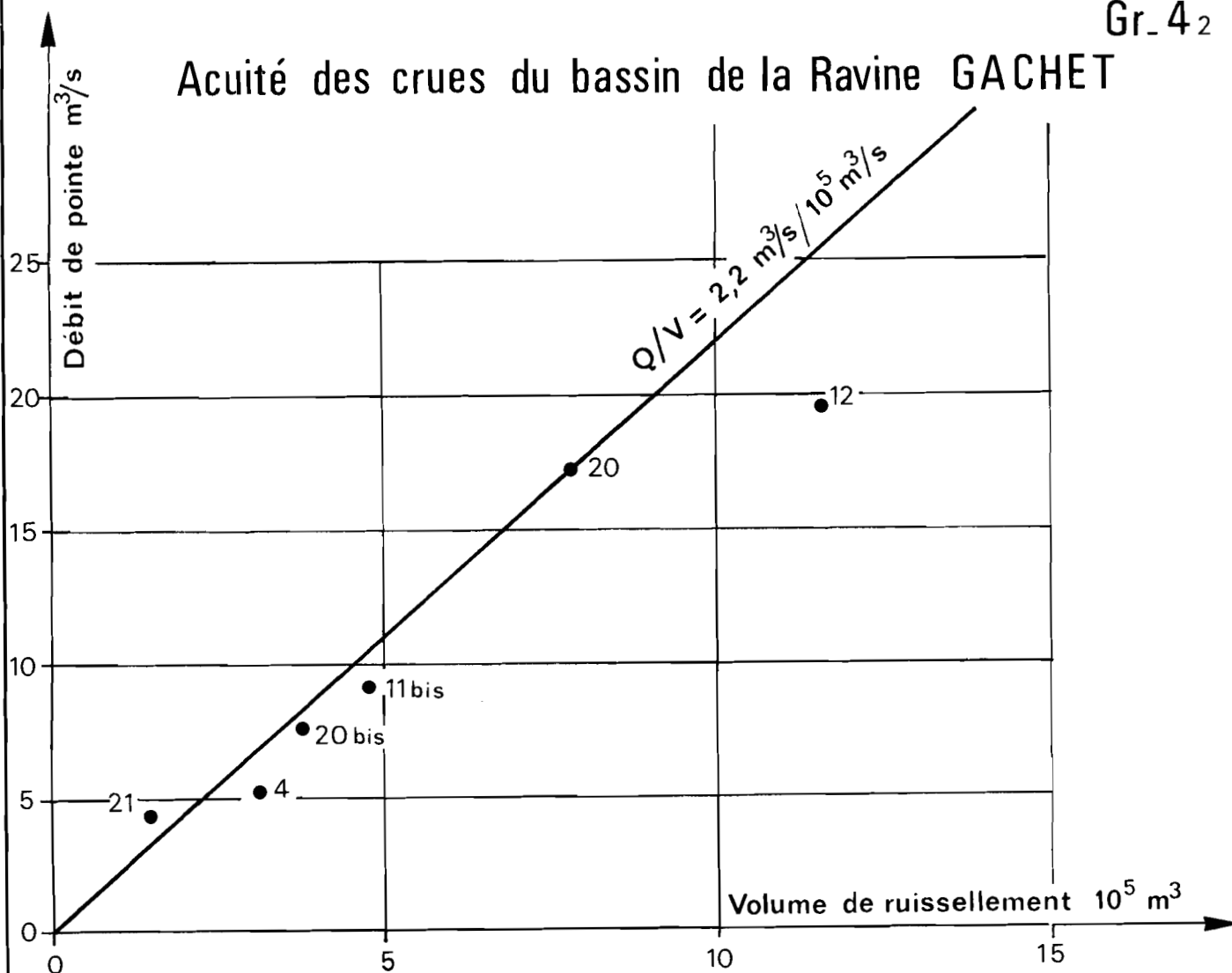


TABLEAU 3

BASSIN DE LA RAVINE GACHET

CHARACTERISTIQUES DE FORME DES PRINCIPALES CRUES 1974

(débit de pointe $> 4 \text{ m}^3/\text{s}$)

1 Rapport débit de pointe - volume ruisselé

N°	Date	Volume ruisselé $V \cdot 10^3 \text{ m}^3$	Débit de pointe m^3/s	Débit de pointe corrigé du laminage	Rapport Q/V $(\text{m}^3/\text{s}/10^5 \text{ m}^3)$
4	1-09-74	312	5,2		1,66
11 bis	15-09-74	479	9,1		1,90
12	17-09-74	1 154	18,6	19,4	1,84
20	7-11-74	783	16,1	17,2	2,20
20 bis	8-11-74	378	7,6		1,96
21	9-11-74	149	4,3		2,78

2 Temps caractéristiques des hydrogrammes (en heures)

(L'heure de la pointe de crue est prise comme origine des temps).

N°	Date	Début de la crue	$Q/2$	Q	$Q/2$	$Q/4$	$Q/10$	Temps de base approximatif	Remarques
4	1-09-74	- 7 ^{1/2}	-4 ^{1/2}	0	8 ^{1/2}	16 ^{1/2}	26	(48)	
11 bis	15-09-74	- 5 ^{1/4}	-3	0	10	16 ^{1/2}	25	(50)	
12	17-09-74	- 6	-4 ^{1/2}	0	10	17	26	(53)	Crue corrigée
20	7-11-74	-3 ^{1/2}	-2	0	8 ^{1/2}	13 ^{1/2}	22	(50)	du laminage
20 bis	8-11-74	-7 ^{1/2}	-4	0	6 ^{1/2}	11 ^{1/2}	20	(46)	" " "
21	9-11-74	-4	-2	0	5	15 ^{1/2}	15 ^{1/2}	(35)	Crue d'aval

4.2 - Méthode du débit de pointe

Le tableau 3 dresse également l'échantillon des rapports Q/V observés sur les six crues les plus fortes. Ces valeurs sont voisines de $2 \text{ m}^3/\text{s}/10^5 \text{ m}^3$, à l'exception de celle du 9 novembre, relative à une crue d'aval donc plus aiguë. Le graphique 4_2 reprend ces quelques valeurs et conduit à adopter un rapport du débit de pointe au volume ruisselé de $2,2 \text{ m}^3/\text{s}/10^5 \text{ m}^3$, qui est la valeur que l'on appliquera aux fortes crues. L'étude du bassin de **CARDEL** a développé les raisons conduisant à adopter cette approche simple des fortes crues.

CHAPITRE V

RELATION PLUIE-ECOULEMENT

Les lames ruisselées sont reportées sur le graphique 5, en fonction des pluies moyennes journalières.

Les deux valeurs fortes des 17 septembre et 7 novembre résultent de l'occurrence d'une averse intense à la fin d'une séquence pluvieuse exceptionnellement abondante. L'échantillon disponible est bien trop réduit pour procéder à l'analyse des lames ruisselées en fonction, notamment, d'un indice de saturation initiale du bassin. Force est donc d'estimer les lames ruisselées à partir de la hauteur d'averse par une courbe moyenne unique. Le tracé de cette courbe tient compte des points observés sur le bassin de GACHET mais également de ceux recueillis sur les autres bassins calcaires de Grande-Terre (cf. le graphique 8 relatif au bassin précédent de GARDEL). Les deux valeurs hautes précédentes (points 12 et 20 du graphique 5) dépassent d'environ 10 mm la lame d'eau fournie par la courbe moyenne retenue; ce qui n'est guère inquiétant compte-tenu à la fois des conditions exceptionnellement favorables au ruissellement réunies lors de ces deux averses, et de l'imprécision de la hauteur moyenne de l'averse sur le bassin.

L'extrapolation de cette courbe vers les valeurs fortes n'est guère possible à partir de la seule information disponible sur le bassin. Et à cet égard, les résultats de l'enquête préalable sur les fortes crues passées sont d'une faible utilité (valeurs dispersées, ignorance de la forme des crues ayant transité dans le réseau hydrographique initial).

On s'appuiera là encore sur la courbe dégagée pour les petits bassins calcaires dans l'étude des crues de la Ravine GARDEL : pour le bassin de GACHET comme pour le petit bassin de GARDEL, on adopte une lame ruisselée augmentant rapidement pour les fortes précipitations et restituant au-delà d'une pluie de

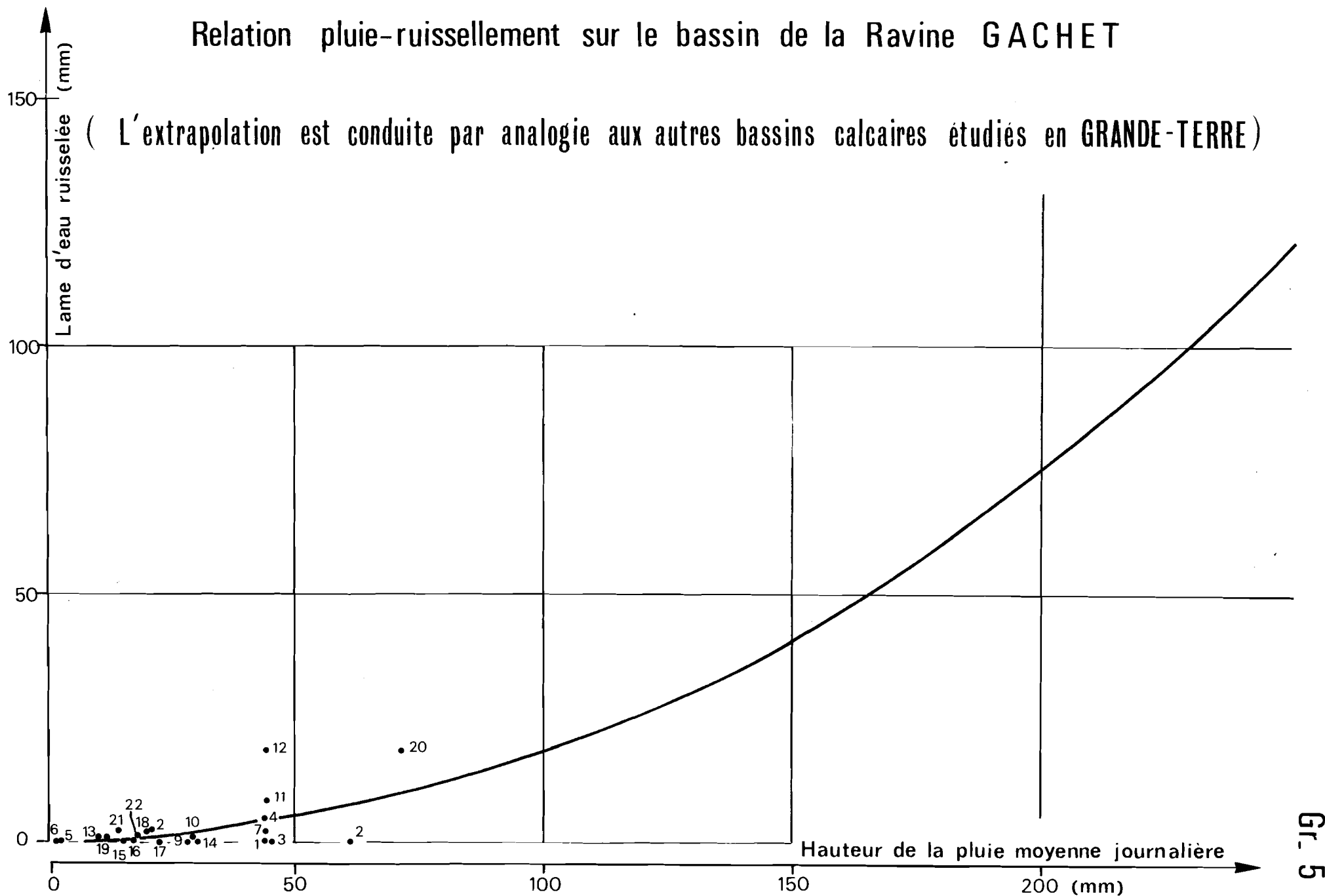
200 mm environ la totalité du gain pluviométrique. On adopte, ce faisant, un déficit de ruissellement tendant vers une limite. Cette limite est fixée, comme pour le bassin de GARDEL, à 130 mm. On peut remarquer qu'on obtient cette fois la lame ruisselée et non plus la lame d'écoulement total, mais l'écart entre les deux est parfaitement négligeable. On remarquera également que le passage pluie journalière-lame d'eau ruisselée s'effectue cette fois en partant des pluies moyennes sur le bassin et non des valeurs ponctuelles recueillies à un seul poste. Cela conduira, lors de la détermination des pluies de fréquence donnée à réduire quelque peu les pluies ponctuelles.

Une telle relation pluie-écoulement est évidemment sommaire, mais seul un nombre sensiblement plus élevé d'observations permettrait de l'affiner. Le déficit d'écoulement se stabilisant à 130 mm vers les valeurs hautes constitue un mode d'extrapolation assez prudent. L'imprécision sur ce déficit reste très faible dans un régime de très fortes averses comme la Grande-Terre devant l'incertitude inévitable sur la détermination des pluies de faible fréquence.

C'est pourquoi l'on a cru devoir attacher ici une importance particulière à la détermination des hauteurs d'averse.

Relation pluie-ruissellement sur le bassin de la Ravine GACHET

(L'extrapolation est conduite par analogie aux autres bassins calcaires étudiés en GRANDE-TERRE)



CHAPITRE VI

ETUDE STATISTIQUE DES PRECIPITATIONS

On dispose, à proximité ou sur le bassin-même de la Ravine GACHET, d'une information pluviométrique abondante grâce aux relevés assurés depuis plusieurs dizaines d'années par l'Usine de BEAUPORT. La qualité des observations est cependant assez variable dans le temps et selon les divers postes. Trois des pluviomètres sont situés sur le bassin : PHILIPPSBOURG, BELLEVUE, DUVAL ; trois autres sont en bordure immédiate : SYLVAIN, CLUGNY, GIRARD. Les postes de SAINTE-AMELIE au sud, de BETIN et BEAUFOND au nord, n'intéressent qu'indirectement le bassin. BEAUFOND et BELLEVUE, d'observation trop brève, ne peuvent être retenus (BELLEVUE a été utilisé par contre, de même que le pluviographe récent du HAUT-DE-LA-MONTAGNE, à l'analyse des précipitations de 1974). Au vu des résultats de l'étude préalable de qualité des observations, on n'a pas cherché non plus à conserver BETIN, poste d'ailleurs marginal.

L'étude statistique a donc porté sur les six postes de SYLVAIN, PHILIPPSBOURG, CLUGNY, SAINTE-AMELIE, DUVAL et GIRARD. L'échantillon des pluies journalières est de 35 ans aux cinq premiers postes (1940-1974) et de 34 ans à GIRARD (1941-1974).

6.1 - Qualité des observations

L'information pluviométrique existante a nécessité une analyse détaillée avant de pouvoir procéder à l'étude statistique des hauteurs d'averse. L'homogénéisation des données n'a toutefois été tentée ici que pour la pluviométrie moyenne interannuelle. Les mois manquants, ou signalés incomplets dans les relevés, ont été au préalable estimés à partir des postes voisins (ces lacunes comblées sont peu nombreuses : 1 mois à GIRARD ; 2 mois à SAINTE-AMELIE, CLUGNY, DUVAL ; 3 mois à SYLVAIN, PHILIPSBURG).

L'échantillon total des six postes permet schématiquement de distinguer deux périodes sensiblement égales :

- les relevés antérieurs à la mise en place (en général fin 1957) des pluviomètres enregistreurs actuels (pluviographes hebdomadaire à augets),
- les relevés enregistrés aux pluviographes.

La première période est en général déficitaire et le déficit paraît relativement plus important lors des années sèches. Ce déficit semble résulter principalement de relevés trop espacés et de petites pluies non mesurées. Les fortes pluies paraissent avoir été assez fidèlement relevées, mais il existe quelques valeurs assez fortes qui représentent le cumul de 2 ou 3 jours pluvieux.

La seconde période restitue plus fidèlement les séquences pluvieuses avec parfois décalage d'un jour. Les arrêts du mouvement d'horlogerie expliquent probablement deux singularités : des relevés identiques à deux

stations et quelques lacunes de l'ordre de la semaine à l'une ou l'autre station. La disparition de la plupart des enregistrements interdit des contrôles et impose entre autre d'adopter telles quelles les valeurs de précipitations exceptionnelles enregistrées.

On met en outre en évidence de façon certaine une erreur systématique ressortissant à l'appareillage du poste de CLUGNY de 1945 à 1947. Une singularité possible du même ordre interviendrait pour les postes de DUVAL et SAINTE-AMELIE en 1969. En l'absence d'une confirmation obtenue sur place on n'a cependant pas retouché l'échantillon des valeurs journalières sur lequel va s'appuyer l'étude des averses.

6.2 - Pluviométrie annuelle moyenne

L'examen des courbes de simples masses des six stations retenues ainsi que de la station de référence de POINTE-A-PITRE (1931-1974), puis celui des courbes de doubles masses de ces sept stations prises deux à deux, permettent de proposer une première estimation corrigée de la pluviométrie interannuelle des divers postes. Les éléments de cette estimation sont consignés dans le tableau 4.

Cette homogénéisation met en évidence un accroissement d'ensemble de la pluviosité par rapport aux valeurs brutes des 34, 35 ou 36 ans disponibles. Cette augmentation varie de 5 à 23% selon les postes.

Des incertitudes subsistent sur les valeurs dégagées mais il est probable que le bassin de ~~CACHEZ~~ reçoit en moyenne une pluviométrie proche de 1 350 mm par an, donc sensiblement supérieure aux 1 200 ou 1 250 mm qu'on déduit des chiffres bruts.

6-3 - Distribution des pluies journalières

On a consigné les principaux résultats du traitement des pluies journalières dans les tableaux suivants :

Tableau 5 : répartition observée des pluies journalières supérieures à 30 mm à chacun des six postes ; les pluies supérieures à 100 mm sont détaillées, au-dessous de cette valeur elles sont rangées en classes de 10 mm,

Tableau 6 : résultats de l'ajustement, en calcul automatique, des six échantillons précédents à une loi de GALTON et de GOODRICH, toutes deux tronquées en fréquence ; résultats homologues au poste de SYLVAIN lorsqu'on ne prend en compte que les pluies supérieures à 40, 50 puis 30 mm (variation du seuil de troncature) ; les valeurs retenues sont les pluies annuelle, biennale, décennale, centennale et millennale,

Tableau 7 : comparaison pour le poste de SYLVAIN, entre l'échantillon observé et les échantillons théoriques obtenus avec une troncature des pluies à 30, 50 et 80 mm,

Tableau 8 : échantillon aux six postes des maximums annuels des pluies journalières,

Tableau 9 : résultats de l'ajustement des échantillons précédents, en calcul automatique, aux lois de GUMBEL, GALTON, PEARSON III et GOODRICH (pluies biennale, décennale, centennale, millennale) ; application d'un test d'adéquation consistant à rechercher la distribution qui assure la valeur minimale à la surface délimitée respectivement par la courbe de répartition théorique et par la courbe des points observés.

L'échantillon exhaustif des pluies supérieures à un certain seuil, conduit à des distributions rendant assez mal compte de l'ensemble des valeurs observées, et cela bien que les lois de référence choisies (GALTON et GOODRICH) soient assouplies par l'introduction d'un paramètre supplémentaire (fréquence de tronquage). L'élévation du seuil de troncature, si elle réduit l'échantillon, amène une augmentation sensible de la hauteur de pluie à partir de

TABLEAU 4
BASSIN DE LA RAVINE GACHET
ESTIMATION DE LA PLUVIOMETRIE ANNUELLE MOYENNE DE DIVERS POSTES
(en mm)

Postes	SYLVAIN	PHILIPPSBOURG	CLUGNY	STE AMELIE	DUVAL	GIRARD	POINTE-A-PITRE (poste de comparaison)
Echantillon total							
Période 1931 - 1974							1 817
Période 1939*- 1974	1 252	1 249			1 257		1 821
Période 1940 - 1974			1 230	1 340			1 837
Période 1941 - 1974						1 190	
Echantillon de référence							
Période 1958-1974	1 288		1 474/1 480**	(1 394/1 398) **	(1 390)	1 275/1 285**	1 783
Période 1961-1974		1 359					1 812
Valeur estimée							
par comparaison à	1 312	1 362	1 508	(1 424)	(1 416)	1 310	
POINTE-A-PITRE							
(1931-1974)							

* Les pluies mensuelles de 1939 étant connues en 3 stations, l'échantillon y est de 36 ans

** 1275/1285 : est soulignée la valeur obtenue après estimation de quelques lacunes d'enregistrements.

TABLEAU 5
BASSIN DE LA RAVINE GACHET
REPARTITION DES PRECIPITATIONS JOURNALIERES

SYLVAIN		PHILIPSBURG		CLUGNY		SAINTE-AMELIE		DUVAL		GIRARD	
(1940-1974)		(1940-1974)		(1940-1974)		(1940-1974)		(1940-1974)		(1941-1974)	
PRECIPITATIONS HORS-CLASSES											
P	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r
285	1	230	1	284	1	269	1	280	1	341	1
181	2	184	2	145	2	200	2	172	2	205	2
180	3	165	3	138,5	3	179	3	156	3	156	3
144	4	156	4	136	4	164	4	146	4	146	4
144	5	144	5	122	5	158	5	142	5	130	5
135	6	124	6	122	6	140	6	141	6	120	6
130	7	122	7	121	7	133	7	135	7	117	7
125	8	112	8	119	8	124	8	133,5	8	116	8
109	9	110	9	108	9	120	9	132	9	114	9
104	10	106	10	107,5	10	120	10	130	10	112,5	10
104	11	104	11	102	11	110	11	124	11	100,5	11
				101	12	108,5	12	118	12		
								113	13		
								111	14		
								107	15		
								102	16		
								102	17		
PRECIPITATIONS CLASSEES											
90	16	90	18	90	13	90	16	90	25	90	16
80	21	80	23	80	17	80	29	80	33	80	22
70	37	70	43	70	35	70	43	70	48	70	34
60	69	60	69	60	69	60	69	60	67	60	53
50	104	50	111	50	103	50	118	50	96	50	88
40	168	40	178	40	178	40	190	40	178	40	148
30	287	30	294	30	294	30	304	30	297	30	282

P : hauteur journalière en mm

r : rang au dépassement.

TABLEAU 6

BASSIN DE LA RAVINE GAGHET
ETUDE STATISTIQUE DES PLUIES JOURNALIERES
SUR ECHANTILLON EXHAUSTIF AVEC TRONCATURE

Poste	Taille de l'échantillon	Loi de référence	Hauteurs journalières en mm					
			Récurrence en années					
<u>Troncature à 30 mm</u>								
SYLVAIN	287	GALTON tronquée	74	90	133	207	302	
		GOODRICH tronquée	77	93	138	211	293	
PHILIPSBOURG	294	GALTON tronquée	75	91	131	199	282	
		GOODRICH tronquée	77	93	134	196	262	
CLUGNY	294	GALTON tronquée	72	86	120	178	246	
		GOODRICH tronquée	74	89	127	184	245	
SAINTE-AMELIE	304	GALTON tronquée	77	93	133	201	285	
		GOODRICH tronquée	79	96	137	200	267	
DUVAL	297	GALTON tronquée	78	97	148	245	374	
		GOODRICH tronquée	79	99	151	241	348	
GIRARD	282	GALTON tronquée	71	88	133	217	329	
		GOODRICH tronquée	72	89	137	220	322	
<u>Troncature à 40 mm</u>								
SYLVAIN	168	GALTON tronquée	75	92	137	217	320	
		GOODRICH tronquée	75	93	142	226	327	
<u>Troncature à 50 mm</u>								
SYLVAIN	104	GALTON tronquée	74	92	142	242	382	
		GOODRICH tronquée	74	92	144	248	380	
<u>Troncature à 80 mm</u>								
SYLVAIN	21	GALTON tronquée	64	86	151	280	465	
		GOODRICH tronquée	64	86	152	272	443	

TABLEAU 7

BASSIN DE LA RAVINE GACHET
DISTRIBUTION DES PLUIES JOURNALIERES DU POSTE DE SYLVAIN
ADEQUATION DE LA LOI DE GALTON TRONQUEE
SELON L'IMPORTANCE DU SEUIL DE TRONCATURE

Seuil de dépassement (en mm)	Echantillon observé	Echantillon théorique		
		Seuil de troncature		
		30 mm	50 mm	80 mm
280	1	0,05	0,2	0,3
180	2	10,7	1,4	1,9
170	3	11,0	1,7	2,3
140	5	12,7	3,7	4,5
130	6	13,8	4,9	5,6
120	8	15,5	6,7	7,2
100	11	111,8	112,9	12,0
90	16	117,7	118,5	15,7
80	21	127,0	127,2	<u>21</u>
70	37	142	141	(28)
60	67	167	164	(39)
50	104	1107	<u>1104</u>	(35)
40	168	1176	(178)	(79)
30	287	<u>1287</u>	(324)	(114)

TABLEAU 8

BASSIN DE LA RAVINE GACHET

MAXIMUMS ANNUELS DES PRECIPITATIONS JOURNALIERES (en mm)

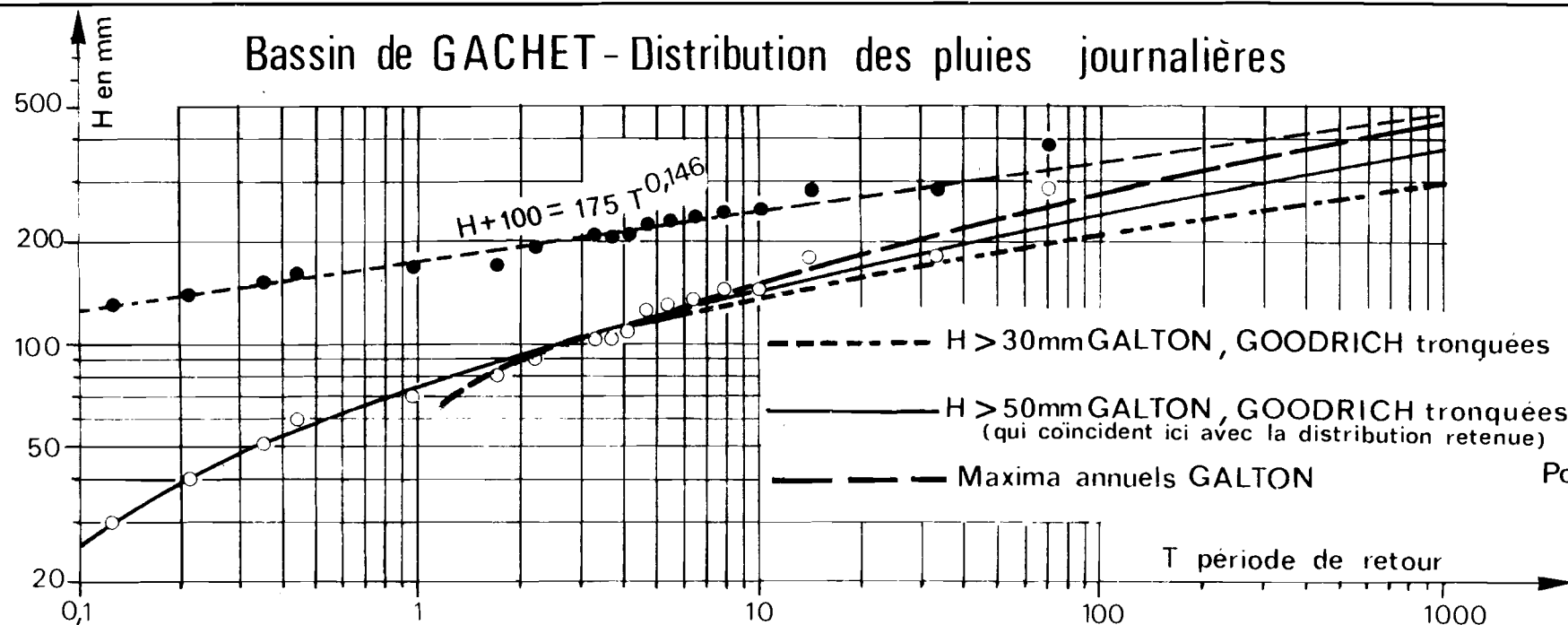
Année	SYLVAIN	PHILIPPSBOURG	CLUGNY	SAINTÉ AMÉLIE	DUVAL	GIRARD
1940	70	68	79	65	142	-
1941	104	76	119	124	102	112,5
1942	144	165	121	96	96	80
1943	76	83,5	78	84	84	76
1944	73	124	69	72	78	69
1945	144	104	136	158	141	156
1946	52	65	61	62	55	46
1947	40	80	46	48	69	54
1948	100	106	77	120	56	65
1949	180	156	108	200	172	205
1950	130	122	86	98	78	30
1951	94	80	57	58	84	90
1952	79	56	73	91	111	90
1953	76	110	53	62	50	48
1954	56	54	45	55	50	60
1955	70	65	36	60	65	60
1956	80	112	44	85	73	93
1957	61,5	74	67,5	72	132	94
1958	131	99	107,5	110	118	116
1959	40	49	40	49	61	57
1960	69,5	77	70	90	107	117
1961	70	95	74	72	135	84
1962	109	80	102	120	130	146
1963	79	91	68	69	54	39
1964	135	184	138,5	140	146	120
1965	71	60	75,5	55	66	54
1966	235	230	284	269	280	341
1967	68,5	62	53	53	62	60,5
1968	50,5	45,5	69	75	55	55
1969	65,5	94	77	85	93	65
1970	70	85	90	164	156	130
1971	100	90	72	67	43	71
1972	62,5	87	122	179	133,5	114
1973	54	74	64	84	72	47
1974	57,5	59,5	58,5	91,5	98	73

TABLEAU 9
BASSIN DE LA RAVINE GACHET
ETUDE STATISTIQUE DES PLUIES JOURNALIERES
SUR L'ECHANTILLON DES VALEURS EXTREMES
(MAXIMUMS ANNUELS EN MM)

Poste	Loi de référence	Résultat du test d'adéquation	Récurrence en années			
			2	10	100	1 000
SYLVAIN	GUMBEL	5,9	83	138	206	274
	GALTON	2,0	78	149	277	451
	PEARSON III	3,6	79	155	259	361
	GOODRICH	4,8	78	157	264	368
PHILIPPSBOURG	GUMBEL	2,0	87	136	197	257
	GALTON	0,8	84	143	240	361
	PEARSON III	1,4	84	145	224	298
	GOODRICH	2,0	85	147	220	285
CLUGNY	GUMBEL	3,8	76	125	185	243
	GALTON	1,8	73	132	233	362
	PEARSON III	2,9	74	136	217	295
	GOODRICH	3,7	73	138	220	294
SAINTE AMELIE	GUMBEL	4,4	89	145	216	286
	GALTON	0,6	81	161	337	615
	PEARSON III	0,8	83	162	273	384
	GOODRICH	1,1	82	162	277	391
DUVAL	GUMBEL	2,9	89	148	221	292
	GALTON	1,2	83	159	303	505
	PEARSON III	0,9	84	160	261	360
	GOODRICH	1,0	85	160	255	343
GIRARD	GUMBEL	5,6	83	141	212	283
	GALTON	0,5	76	153	309	540
	PEARSON III	2,2	78	158	269	378
	GOODRICH	3,9	76	162	286	409

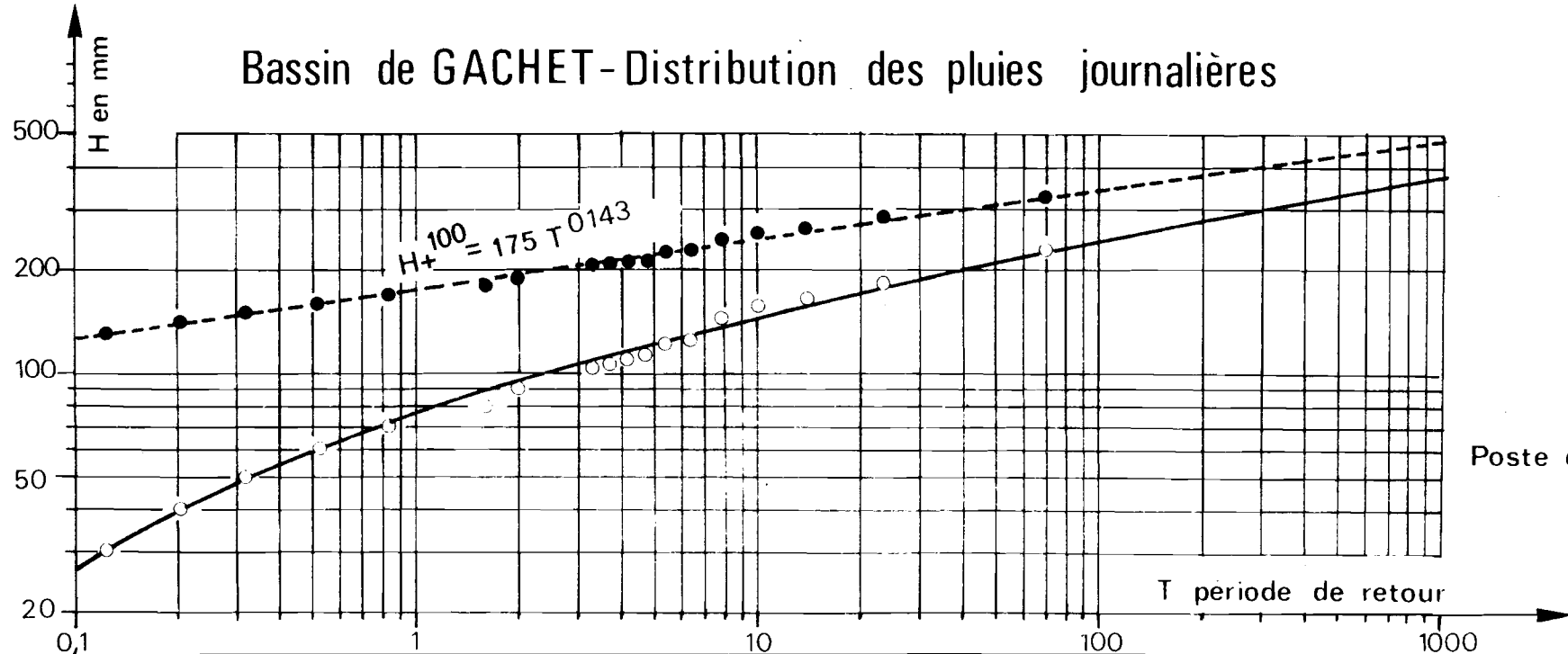
Bassin de GACHET - Distribution des pluies journalières

Gr. 6.1



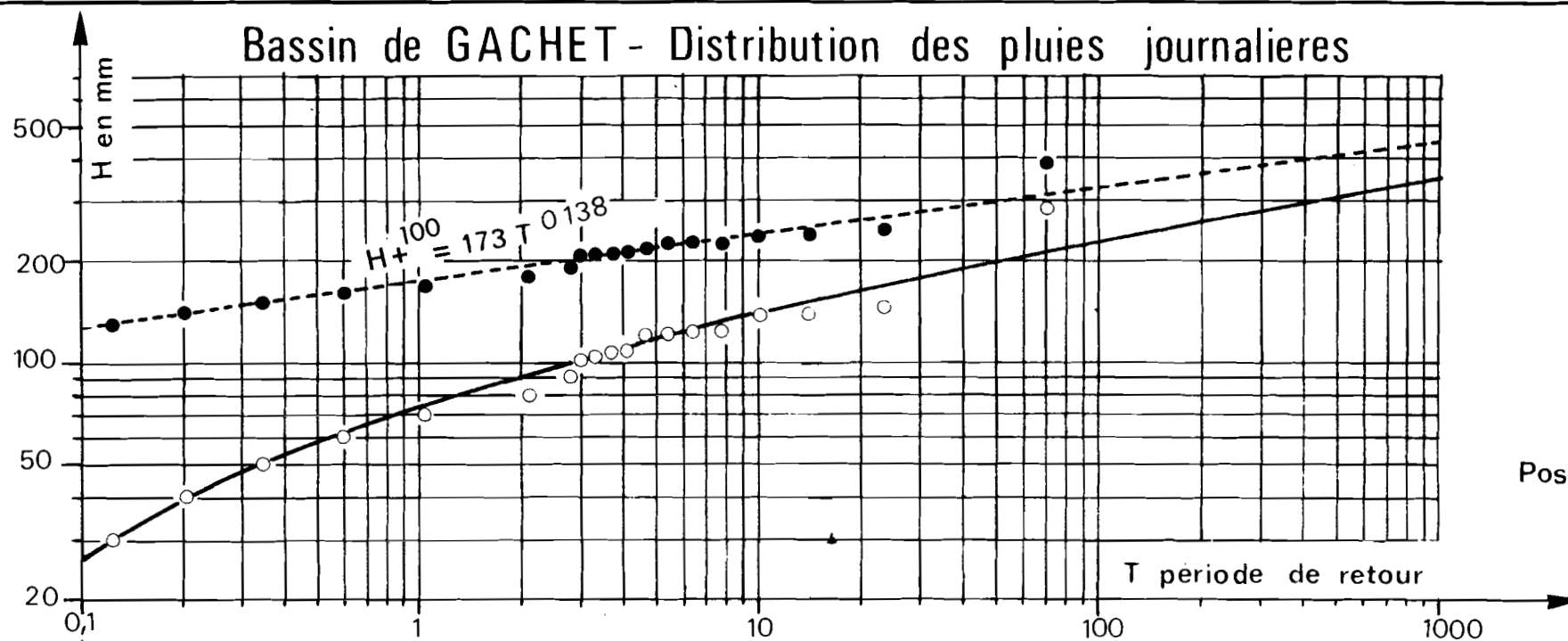
Bassin de GACHET - Distribution des pluies journalières

Gr. 6.2



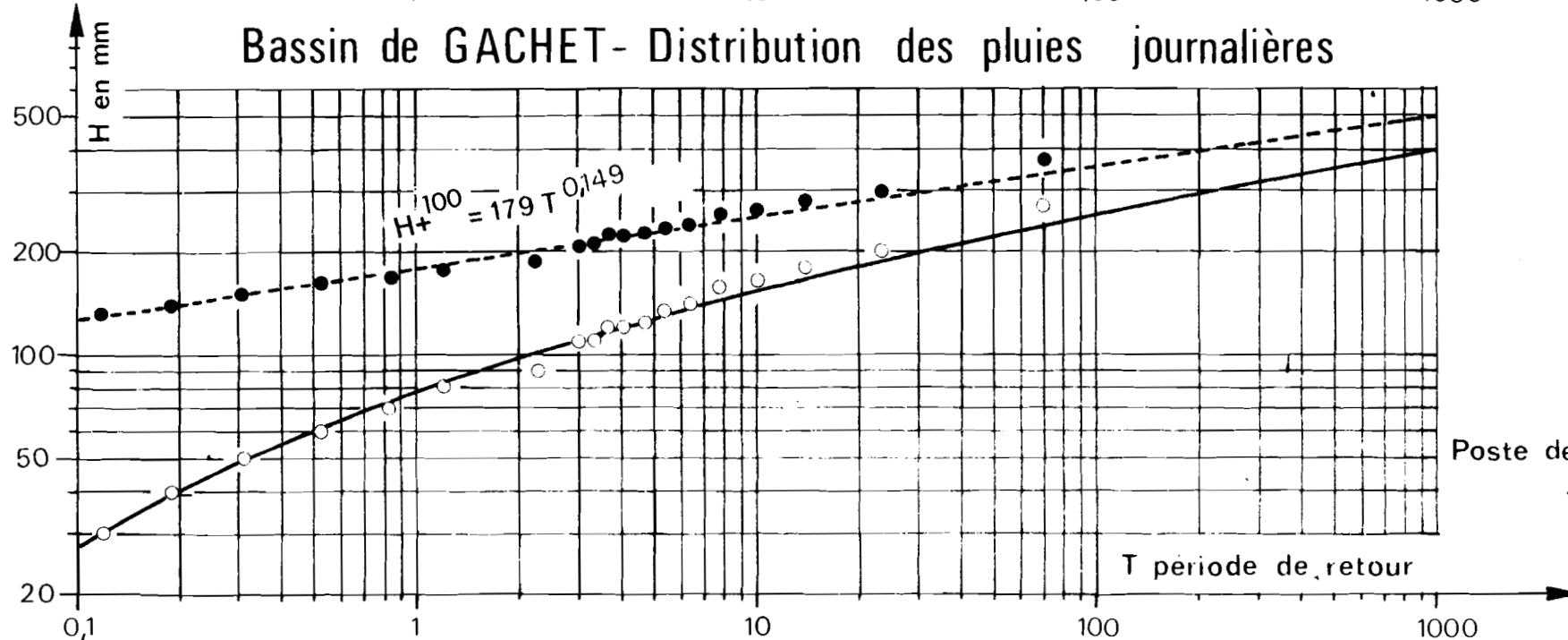
Bassin de GACHET - Distribution des pluies journalières

Gr. 6.3

Poste de CLUGNY
1940-1974

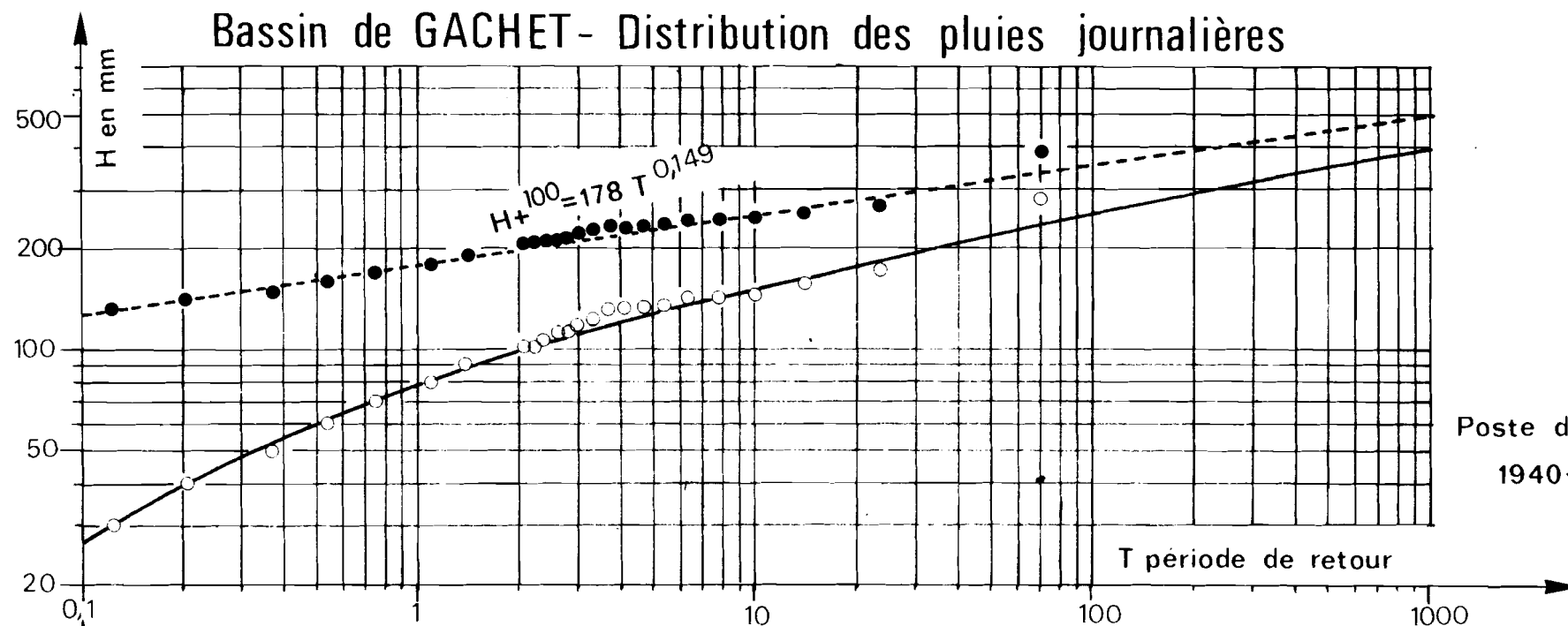
Bassin de GACHET - Distribution des pluies journalières

Gr. 6.4

Poste de SAINT AMELIE
1940 - 1974

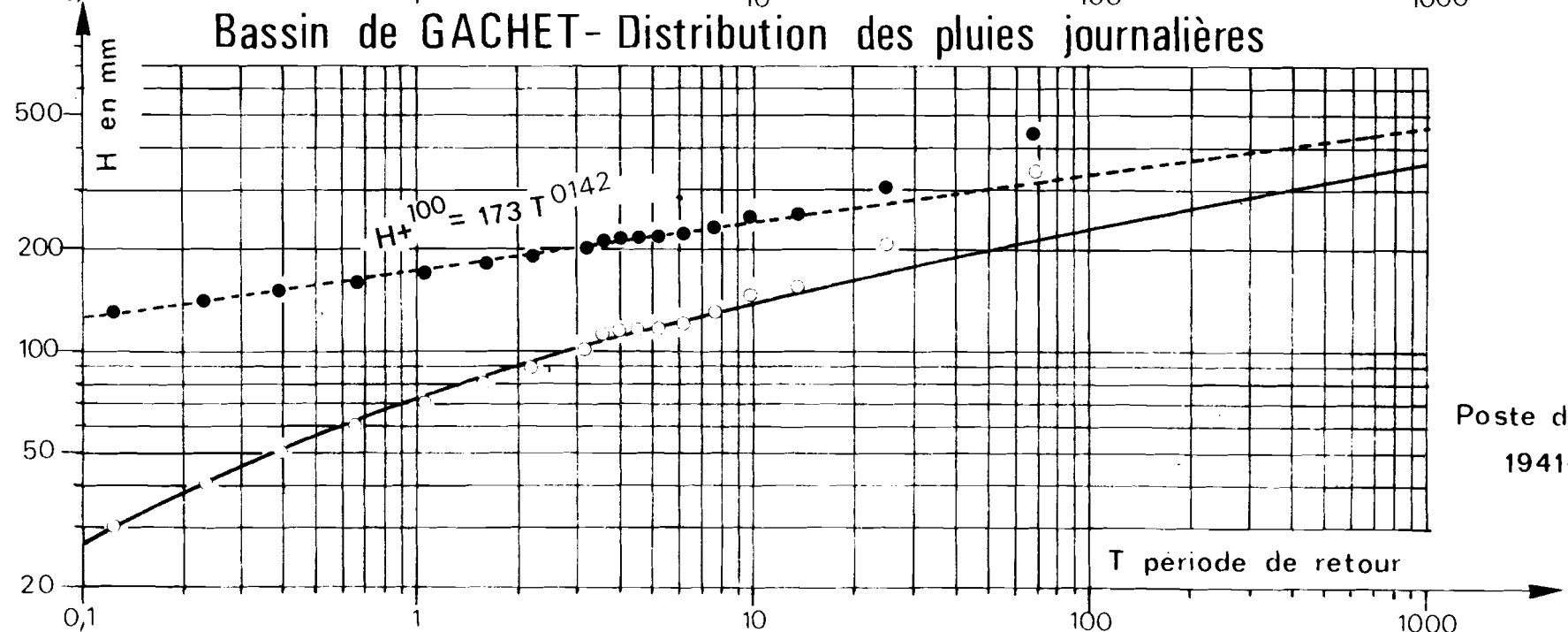
Bassin de GACHET - Distribution des pluies journalières

Gr. 6.5

Poste de DUVAL
1940-1974

Bassin de GACHET - Distribution des pluies journalières

Gr. 6.6

Poste de GIRARD
1941-1974

la fréquence décennale (tableau 6). La recherche de la meilleure adéquation se fait à vue, par comparaison entre échantillons observés et théoriques (tableau 7). On constate la nécessité de composer entre une adéquation acceptable vers les valeurs hautes, mais aussi vers les valeurs basses, et de ne pas tomber dans une taille d'échantillon trop réduite. Le résultat paraît acceptable en retenant les pluies supérieures à 50 mm, surtout si l'on remarque que l'échantillon observé est inévitablement déformé par la présence de la pluie exceptionnelle de 1966. Les lois de GALTON et GOODRICH conduisent sensiblement aux mêmes valeurs.

L'échantillon des valeurs extrêmes (maximums annuels) est ajusté aux quatre lois de GALTON, GOODRICH, PEARSON III et GUMBEL. Elles ne sont pas tronquées, mais comportent (sauf GUMBEL) un paramètre de position. La loi assurant le meilleur ajustement est recherchée grâce à un test adjoint au programme de traitement. C'est la distribution de GALTON qui représente nettement la meilleure loi de référence, à l'exception de la station de DUVAL pour laquelle les distributions de PEARSON III et GOODRICH conviennent également.

Les résultats sont homogènes entre stations jusqu'à la récurrence décennale. Les valeurs centennales présentent un éventail déjà sensible (233 mm à GLUGNY et 337 mm à SAINTE-AMELIE, 276 mm en moyenne aux six stations), et cet éventail s'ouvre pour les valeurs millennales (360 mm à DUVAL et 615 mm à SAINTE-AMELIE, 448 mm en moyenne).

La relative dispersion des valeurs exceptionnelles d'averse selon les stations et selon la loi de référence retenue, l'imperfection des critères d'appréciation de la qualité des ajustements, la taille modeste des échantillons auxquels s'applique une loi en général à trois, voire à quatre paramètres et donc l'intervalle de confiance étalé qui en résulte nécessairement, conduisent finalement à donner la préférence à l'ajustement graphique d'une loi plus simple qui s'applique à la totalité des pluies journalières et prend la forme :

$$H = a T^b + c$$

avec H : hauteur de pluie journalière en mm

T : durée de récurrence en années.

Un essai antérieur au poste de GARDEL (1938-1974) au sud-est de la GRANDE-TERRE et à la station de POINTE-A-PITRE-LE-RAIZET (1951-1973) a conduit à :

$$\text{GARDEL} \quad H = 179 \times T^{0,149} - 100 \text{ mm}$$

$$\text{POINTE-A-PITRE} \quad H = 187 \times T^{0,147} - 100 \text{ mm}$$

Les courbes des graphiques 6.1 à 6.6 illustrent les résultats dégagés aux six postes. On met en évidence aisément un paramètre $C = - 100 \text{ mm}$ convenant à l'ensemble des stations et pouvant constituer de ce fait un paramètre régional qui a l'intérêt de ramener la distribution des pluies journalières en chaque station à la détermination de deux paramètres. L'ajustement graphique, s'il est relativement peu précis, permet de minimiser l'influence éventuelle d'une singularité propre à telle ou telle station. Le coefficient "a" varie de 173 à 179 et l'exposant "b" de 0,138 à 0,149. Sur la courbe de SYLVAIN ont été adjointes, à titre de comparaison, certaines des distributions définies ci-dessus.

On a rassemblé dans le tableau suivant les principales hauteurs de pluies journalières déduites des relations précédentes (en mm) :

Poste	SYLVAIN	PHILIPSBURG	CLUGNY	STE-AMELIE	DUVAL	GIRARD
Durée de récurrence						
1 an	75	75	73	79	78	73
10 ans	145	143	138	152	151	140
100 ans	243	238	227	255	254	232
1000 ans	380	370	350	400	400	360

Les écarts entre stations sont bien trop faibles pour avoir une signification. Ils incitent au contraire à considérer l'ensemble des stations du bassin comme homogènes au regard des précipitations journalières.

En moyenne, le bassin de GACHET peut ainsi être caractérisé par une pluie journalière ponctuelle de :

75 mm pour la pluie annuelle
145 mm pour la pluie décennale
240 mm pour la pluie centennale
380 mm pour la pluie millennale

valeurs à rapprocher de celles estimées par ailleurs pour POINTE-A-PITRE-LE-RAIZET à partir de 23 années de relevés journaliers : 87,162, 268 et 416 mm.

Le caractère très exceptionnel de la pluie du 6 juillet 1966 apparaît nettement :

	<u>Pluie du 6.07.66</u>	<u>Réurrence estimée</u>
SYLVAIN	285 mm	220 ans
PHILIPPSBOURG	230	80
CLUGNY	284	310
SAINTE-AMELIE	269	130
DUVAL	280	160
GIRARD	341	700

La rareté supputée d'une telle averse ne peut que faire déplorer la perte d'information que représente la disparition des enregistrements pluviographiques, en particulier au poste de GIRARD.

6.4 - Réduction des pluies ponctuelles à la pluie moyenne du bassin

Les pluies de fréquence donnée qui viennent d'être déterminées sont des valeurs résultant d'un balancement entre les résultats des six postes

précédents. Mais ce sont toujours des valeurs de la pluie ponctuelle, alors que dans l'analyse des écoulements observés on caractérise la pluie par sa valeur moyenne observée sur le bassin. On va donc appliquer aux valeurs ponctuelles le coefficient de réduction (ou d'abattement) rendant compte de la diminution de variabilité dans la distribution statistique des pluies lorsque la variable est la pluie moyenne.

Ce problème paraît se résoudre de lui-même lorsqu'on dispose comme ici d'un échantillon de longue durée à plusieurs postes, permettant de calculer les pluies moyennes de tout l'échantillon, et donc de déterminer directement la distribution fréquentielle de la pluie moyenne. En fait, devant des postes à relevés de qualité variable, il était utile a priori de déterminer de manière indépendante la distribution des pluies de chacun des postes disponibles. Mais surtout il est apparu que trop de pluies journalières étaient mal lues (relevés mal synchronisés ou valeurs cumulées) pour qu'on puisse obtenir un bon échantillon des pluies moyennes sur toute la période. La situation s'améliore à partir de 1958 (cf. 6.1), et les séquences pluvieuses deviennent très voisines d'un poste à l'autre, les comparaisons interpostes attestant cependant encore quelques anomalies (décalages d'un jour, lacunes d'une ou deux semaines à certains postes, lacunes manifestement comblées par recopie des valeurs du poste voisin).

On a donc, moyennant des corrections très limitées, calculé toutes les pluies moyennes supérieures à 30 mm pour les 17 années de la période 1958-1974.

On notera que, par leur position excentrée, les six postes recouvrent assez mal le bassin. Ils sont néanmoins utilisables puisqu'ils définissent spatialement une aire totale très comparable à celle du bassin.

Les 116 pluies moyennes supérieures à 30 mm sont comparées à l'échantillon moyen des pluies ponctuelles recueillies pendant la même période aux six postes (138 pluies en moyenne sont supérieures à 30 mm). Aucun ajustement préalable n'est fait sur ces deux distributions. On compare simplement les valeurs

de même rang, c'est-à-dire de même fréquence expérimentale (on a vérifié toutefois que la distribution des pluies ponctuelles est très voisine de celle obtenue sur la période complète 1940-1974).

Le rang r' de l'échantillon moyen des pluies ponctuelles est obtenu en divisant par six le rang R de l'échantillon total. Ce mode de calcul impose de réduire de 0,5 le rang de l'échantillon des pluies moyennes pour éviter une singularité vers les pluies les plus fortes (la pluie moyenne serait supérieure à la pluie ponctuelle de même rang).

Le tableau 10 résume les résultats. Les valeurs de la pluie ponctuelle de même rang que la pluie moyenne sont calculées par interpolation lorsque ce rang n'apparaît pas directement dans le tableau.

Le coefficient de réduction reste voisin de 0,90. On ne cherchera pas à préciser sa variation exacte en fonction de la hauteur de la pluie. Les valeurs les plus élevées sont obtenues ici dans la gamme des pluies de 40 à 80 mm. Classiquement ce coefficient de réduction, égal à 1 pour une précipitation de l'ordre de 10 ou 20 mm décroît, mais de plus en plus lentement, vers les pluies rares. Une caractérisation de la dispersion spatiale des pluies en fonction de leur hauteur, tendrait à indiquer, ce dont les résultats du tableau 10 rendent mal compte, que ce coefficient pourrait se remettre à croître lentement lors des très fortes averses.

On retiendra donc ici par prudence, sur toute la gamme des averses journalières qui nous intéressent (pluies décennale à millennale) un coefficient uniforme de 0,90. C'est ainsi qu'à la valeur millennale de 380 mm, déterminée précédemment, va correspondre une pluie dont la hauteur moyenne sur le bassin tombe à $380 \times 0,9 = 342$ mm.

6.5 - Relation intensités-durées-fréquences

Dans l'application au bassin de l'hydrogramme unitaire défini en 4.1 il va être nécessaire de bâtir les hyétogrammes des averses décennale, centennale, millennale.

TABEAU 10

BASSIN DE LA RAVINE GACHET
REDUCTION DE LA PLUIE PONCTUELLE A LA PLUIE MOYENNE
(ABATTEMENT DES PLUIES JOURNALIERES)

Pluies ponctuelles H (échantillon moyen des 6 postes 1958-1974)		Pluies moyennes $\bar{H}$ 1958-1974		$\bar{H}/H$	
Rang ($r' = \frac{R_p}{6}$)	H mm	Rang ($r' = r - 0,5$)	$\bar{H}$ mm		
Valeurs hors-classes					
0,17	341	0,5	281	281/284	=(0,99)
0,33	285				
0,50	284				
0,67	280				
0,83	269				
1,00	230	1,5	144	144/179	= 0,81
1,17	184				
1,33	181				
1,50	179				
1,67	156				
1,83	146	2,5	124	124/138	=0,90
2,17	145				
2,33	140				
2,50	138				
2,83	135				
3,17	133	3,5	107	107/130	=0,83
3,50	130				
3,87	125				
4,00	124	4,5	105	105/121	=0,87
4,33	122				
Valeurs classées					
5,33	110	5,5	90	90/108,6	=0,83
6,6	100	9,5	80	80/89,3	= 90
9,3	90				
12,3	80	17,5	70	70/73,5	=0,95
20,3	70				
33,5	60	27,5	60	60/64,5	=0,93
50,8	50	41,5	50	50/55,4	=0,90
84,5	40	73,5	40	40/43,3	=0,92
138	30	115,5	30	30/34,2	=0,88

Pour cela on définit les relations intensités-durées-fréquences selon les modalités explicitées dans l'étude des crues de la Ravine GARDEL.

Un coefficient moyen de 1,12 permet de passer de la pluie ponctuelle journalière de fréquence donnée (pluie recueillie en une période fixe de 24 heures) à la pluie maximale en 24 heures de même fréquence (période glissante de 24 heures).

Ces hauteurs maximales en 24 heures, reportées sur le graphique 7, permettent de tracer le faisceau de courbes parallèles (en coordonnées logarithmiques) aux relations "hauteurs partielles maximales-durées" établies pour le poste de POINTE-A-PITRE-LE-RAIZET et pour les fréquences annuelle à décennale. Cette détermination, on le rappellera, repose uniquement sur la forme générale de la relation intensités-durées-fréquences (forme dégagée lors de l'étude de synthèse hydrologique de la MARTINIQUE) et sur l'hypothèse pas trop restrictive de l'homogénéité du régime des précipitations en GRANDE-TERRE.

Afin de définir les hyétogrammes d'averse moyens sur le bassin, les valeurs extraites de ce graphique seront affectées uniformément du coefficient de réduction 0,90.

CHAPITRE VII

DETERMINATION FREQUENTIELLE DES CRUES

Les éléments précédemment dégagés conduisent à la définition suivantes des crues, avec les remarques méthodologiques faites lors de l'étude de la Ravine GARDEL, et sur lesquelles on ne reviendra pas ici :

7.1 - Volume des crues

Le tableau ci-dessous récapitule les résultats fournissant le volume ruisselé :

CALCUL DU VOLUME

Durée moyenne de retour (en années)	Pluie ponctuelle journalière H mm	Hauteur moyenne sur le bassin H = 0,9 x H	Lame écoulée (graphique 5) E mm	Volume ruisselé $V_{10^6 m^3} = 0,063 \times E$
10	145	130	30	1,9
100	240	216	88	5,6
1 000	380	342	212	13,4

Il convient d'ajouter à ce volume ruisselé l'écoulement de base, qui pourrait atteindre pendant les deux jours de la crue un volume de 0,1 à 0,2 x 10⁶ m³.

7.2 Débit de pointe et forme des crues

7.2.1 - Méthode de l'hydrogramme unitaire

On a résumé sur le graphique 8 la conduite du calcul :

Le hyétogramme de l'averse décennale, centennale, millennale respecte, pour une durée de 1 à 24 heures, les valeurs intensités-durées

déduites du graphique 7 et affectées d'un coefficient de 0,90 pour passer de la valeur ponctuelle à la valeur moyenne sur le bassin. Sur cette averse est découpée la fraction qui ruisselle (partie hachurée), de façon à respecter la lame totale ruisselée déduite du graphique 5. On obtient ainsi les tranches horaires ruisselées suivantes (en mm) :

	Total
Averse décennale : 29,1	30
Averse centennale : 68,12,17, 1	88
Averse millennale : 1, 130, 42, 17, 5, 6, 5, 5	212

On applique à ces diverses tranches l'hydrogramme unitaire défini en 4.1. L'hydrogramme résultant, représenté sur le graphique, conduit à des débits de pointe respectifs de 42, 118 et 262 m³/s.

7.2.2 - Méthode du débit de pointe

Le rapport Q/V de $2,2 \text{ m}^3/\text{s}/10^5 \text{ m}^3$, dégagé en 4.2 et appliqué aux volumes ruisselés précédents, conduit respectivement à des débits de pointe de 42, 123 et 295 m³/s.

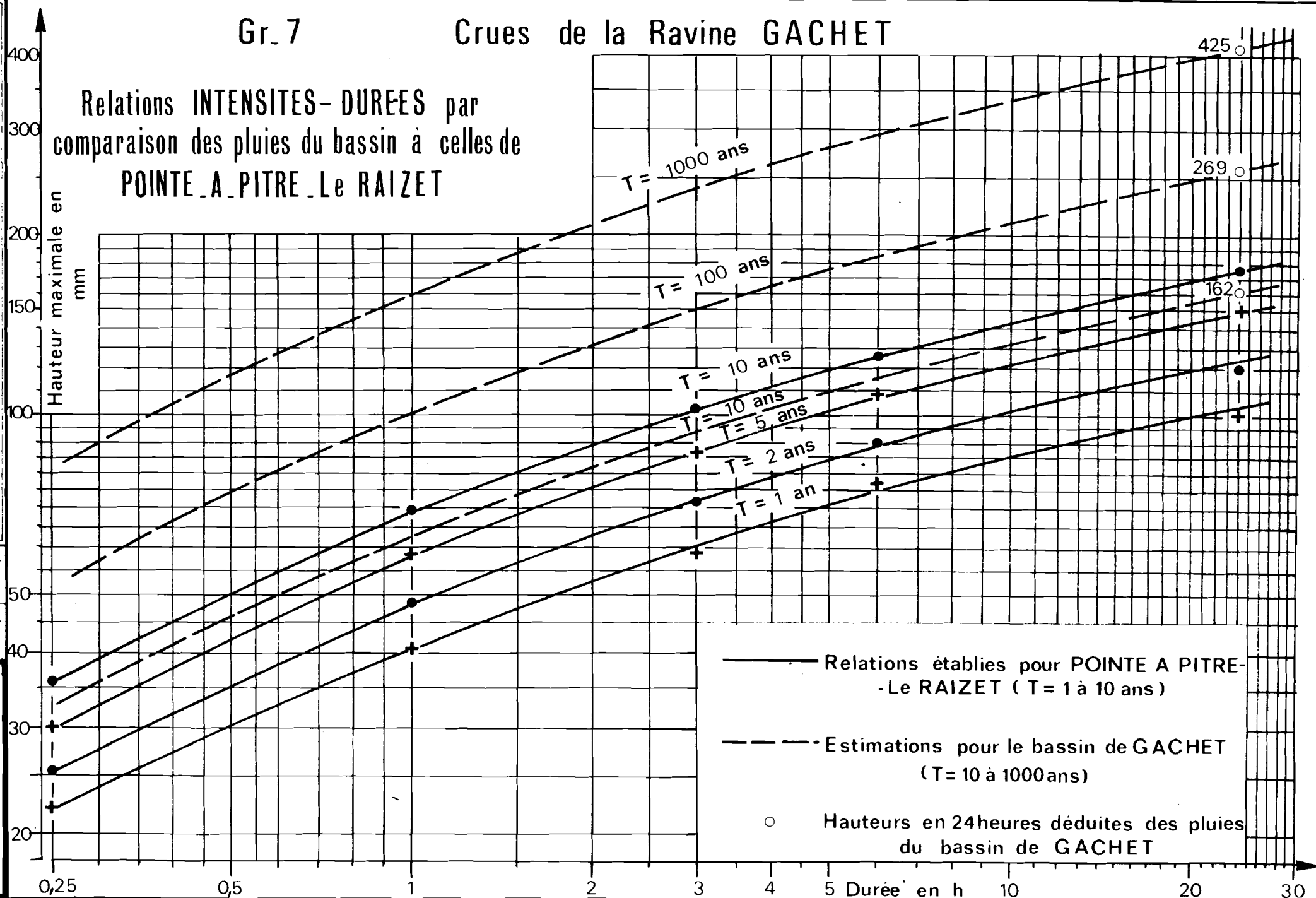
Ces débits sont légèrement plus élevés que les précédents pour la crue centennale (4%) et millennale (+ 13 %). Comme pour les crues de la Ravine GARDEL on rappellera que la méthode de l'hydrogramme unitaire, traditionnellement utilisée sur petits bassins, fait courir ici un risque de sous-estimation des débits de pointe, par suite de l'éventail très large des crues de faibles fréquences sur ce type de bassin et alors que dans l'échantillon de départ seules des crues relativement faibles ont été observées.

On retiendra donc cette seconde évaluation. Pour tenir compte d'un débit de base possible de quelques m³/s lors du maximum les valeurs seront arrondies à 43 m³/s (crue décennale), 125 m³/s (crue centennale) et 300 m³/s (crue millennale).

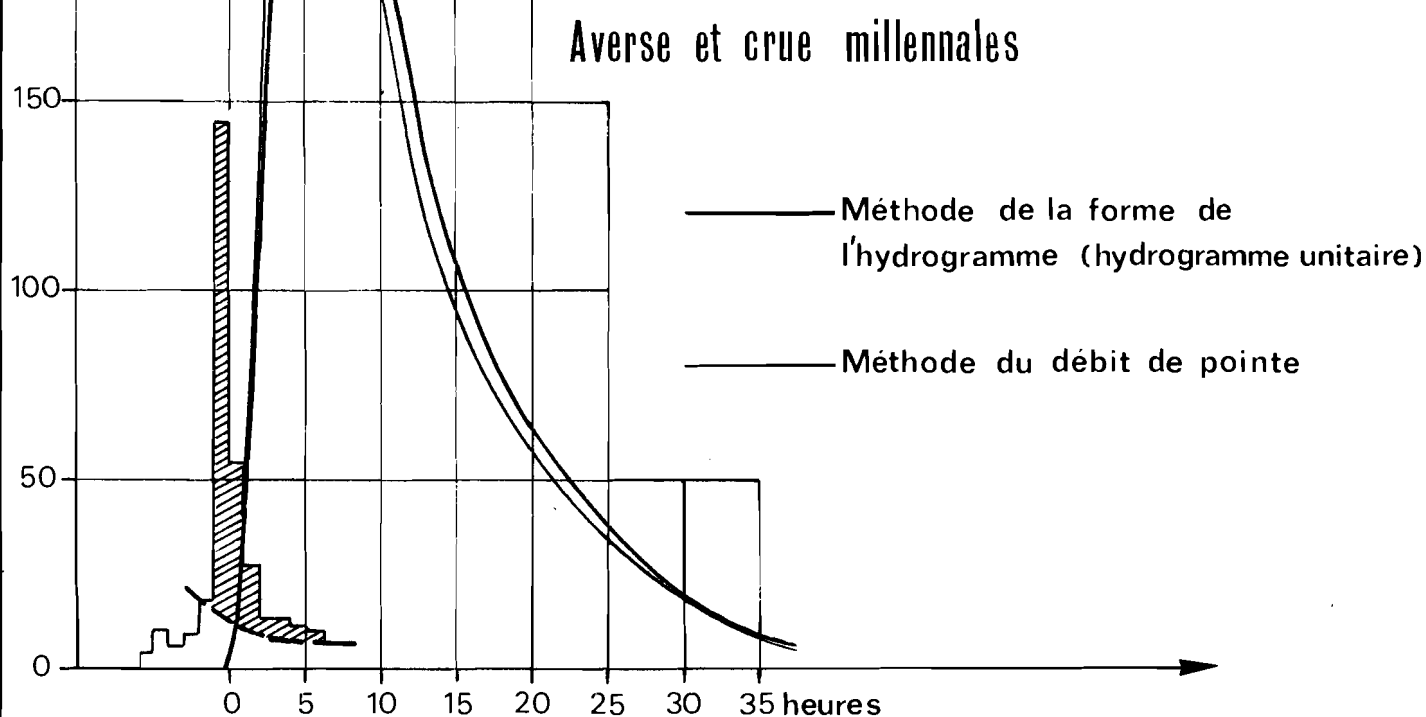
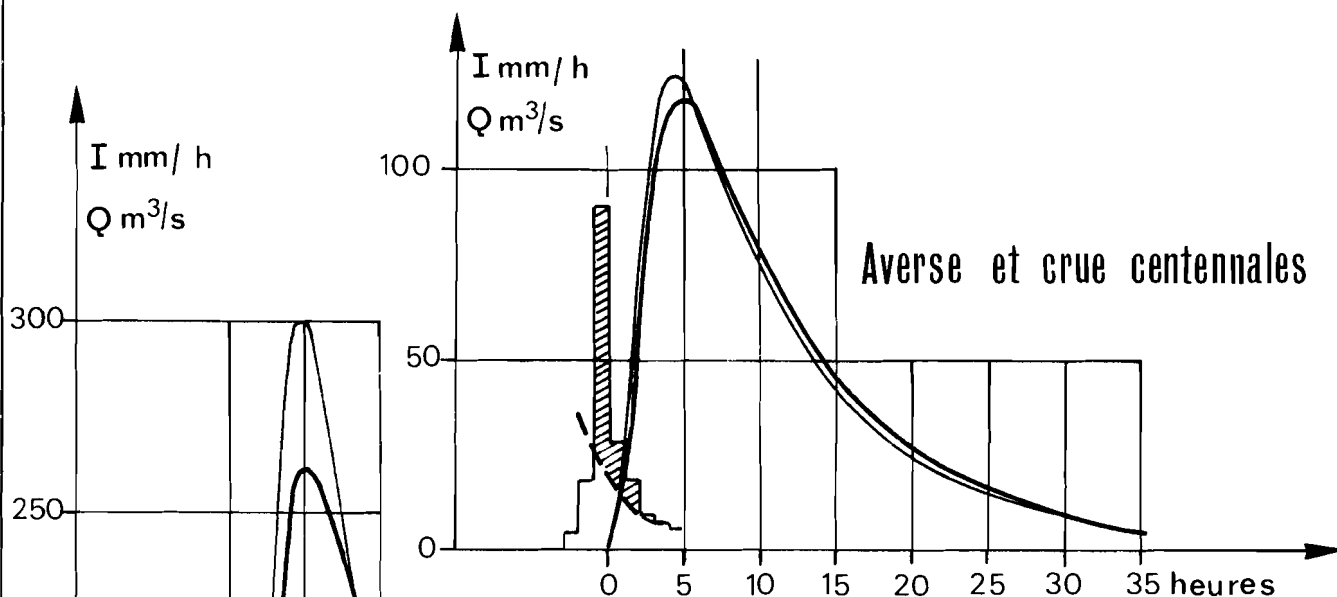
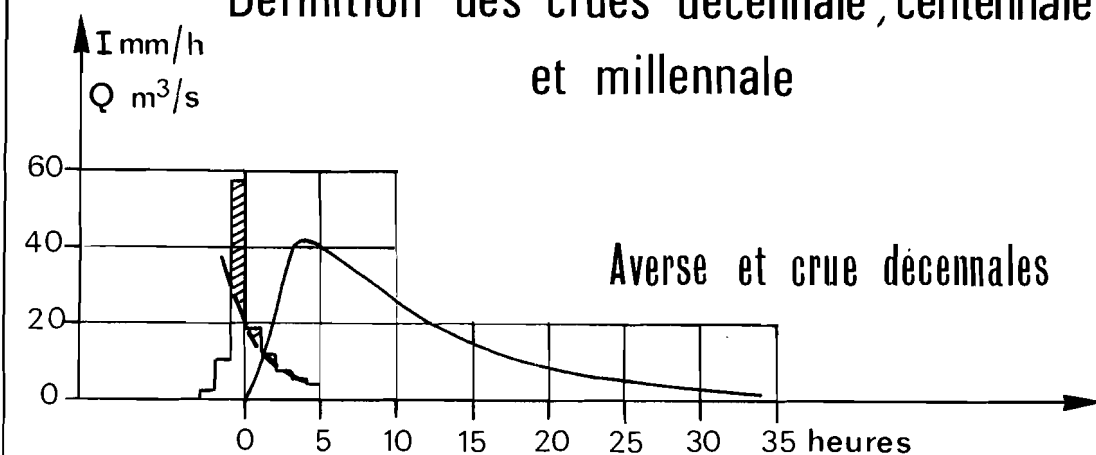
Gr. 7

Crues de la Ravine GACHET

Relations INTENSITES-DUREES par
comparaison des pluies du bassin à celles de
POINTE A PITRE Le RAIZET



Définition des crues décennale, centennale et millennale



7.2.3 - Forme des crues

Les valeurs précédentes conduisent à affiner les crues construites à partir de l'hydrogramme unitaire et le graphique 8 présente les hydrogrammes retenus (la crue décennale est inchangée, les crues centennale et millennale sont tracées de manière à conserver les volumes). Leurs temps de montée sont respectivement de 4h, 4h 1/2 et 5 h ; le débit retombe à la moitié de sa valeur maximale au bout de 7 h 1/2 , 7 h et 6 h 1/2.

L'expression chiffrée de ces crues est résumée plus précisément dans les quelques valeurs suivantes (en m³/s) :

Temps en heures	0	Max.	5	10	15	20	25	30
Crue décennale	0	43 (4h)	41	26	15	8	5	3
Crue centennale	0	125 (4h 1/2)	124	76	43	24	15	9
Crue millennale	0	300 (5 h)	300	190	98			

7.3 - Crue maximale probable

Dans l'optique d'une définition probabiliste de la crue exceptionnelle on assimilera, comme c'est souvent le cas, la crue maximale probable (ou "possible") à la crue dix-millennale.

A l'aide de la distribution des pluies journalières ajustée au chapitre VI à chacun des six postes analysés, on détermine une pluie de période de retour de 10 000 ans allant de 529 (poste de CLUGNY) à 606 mm (poste de SAINTE-AMELIE). La moyenne des six postes est de 567 mm.

A cette valeur ponctuelle de 567 mm correspond une pluie moyenne sur le bassin de $567 \times 0,9 = 510$ mm.

La lame ruisselée correspondante est de 380 mm (déficit de ruissellement de 130 mm), soit un volume de crue de $380 \times 63 \times 10^3 = 24 \times 10^6 \text{ m}^3$ et un débit de pointe de $240 \times 2,2 = 530 \text{ m}^3/\text{s}$.

La crue maximale probable, identifiée à la crue-dix-milliennale, est ainsi estimée à 24 millions de m^3 et $530 \text{ m}^3/\text{s}$ en pointe.

Comme pour les crues de la Ravine GARDEL, on retient également la définition de la pluie et de la crue maximales probables des météorologistes américains. La pluie (PMP), en l'absence de certaines données physiques nécessaires à sa maximisation, est déterminée par la relation de HERSHFELD :

$$\text{PMP} = H + 15.s$$

où H est la moyenne de la série observée des maximums annuels (cf. tableau 3) et s l'écart-type de ces valeurs.

H varie, pour les six stations, de 84 à 98 mm, et s est compris entre 40 et 57 mm. La moyenne des six valeurs ainsi obtenues pour la PMP est de 314 mm ; on lui fait correspondre une pluie moyenne sur le bassin de $314 \times 0,9 = 283 \text{ mm}$. En toute rigueur il conviendrait également de maximiser l'écoulement, c'est-à-dire de minorer le déficit précédent de 130 mm. En pratique on conservera cette valeur, sachant que pour une précipitation de cet ordre la crue aura tendance à s'étaler quelque peu.

On obtient ainsi un volume ruisselé de $(283 - 130) \times 63 \times 10^3 = 96 \times 10^6 \text{ m}^3$, et un débit de pointe de $380 \times 2,2 = 835 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ces valeurs qui correspondraient donc à une crue plus rare que la crue dix-milliennale, ne paraissent pas particulièrement incompatibles avec la morphologie du bassin, c'est-à-dire que nous pensons qu'elles sont ici physiquement possibles.

CONCLUSION

On résume ici les principales valeurs dégagées :

Fréquence de la crue	Volume en 10^6 m^3	Débit de pointe en m^3/s
Décennale	2,0	43
Centennale	5,7	125
Millennale	13,5	300
Maximale probable (dix-millennale)	24	530

On insistera très nettement sur la durée particulièrement brève des observations qui ont étayé les diverses estimations venant d'être fournies. Un complément de mesures hydrologiques serait évidemment nécessaire pour vérifier, ou modifier, certaines des relations établies et donc augmenter la précision globale de cette détermination des crues.

On peut cependant mettre en évidence dès à présent la faiblesse intrinsèque des débits de la Ravine GACHET en les comparant très rapidement à ceux d'un bassin de même superficie (63 km^2) qui serait situé dans une zone montagneuse des Petites ANTILLES (cas de la MARTINIQUE où a été réalisée une étude d'ensemble des crues) : la crue centennale du bassin de la Ravine GACHET atteint à peine la crue annuelle d'un tel bassin montagneux et la crue millennale du premier resterait inférieure à la crue décennale du second. Il s'agit là de la comparaison des débits de pointe. Le contraste serait un peu moins frappant en ce qui concerne les volumes ruisselés.

ANNEXES

(Ravine CACHET)

BASSIN DES RAVINES GACHET ET CASSIS
PLUIES JOURNALIERES DU PLUVIOGRAPHE ORSTOM
DU HAUT-DE-LA MONTAGNE EN 1974

	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
1			0,5	0,5					36	0,5		
2			1	1,5				0,5	3	4,5	13,5	2
3			0,0	0,5		0,5			1	1,5	12	
4		0,5	9,5	4		0,0	0,5	1	0,5	9,5	37	2
5		4,5	0,5	1		0,0	5,5	0,5	10,5	1	4,5	1,5
6				5,5	3,5	0,0	4,0				52	
7		0,5	7	15,5		0,0	3	2	19		2,5	
8		4	0,5	0,5	0,5	0,0	0,5		61,5	0,5	1,5	
9			1	8,5		1		0,5		2,5	39	0,5
10	(53)			3				0,5	1	1	0,5	0,5
11	2,5			0,5						0,5	2,5	1
12	2,5	21						0,5	1,5	40,5		3
13	1	1		6	0,5			5	17	7,5		0,5
14	5	7,5						2	29	10,5	6	3,5
15	0,5	14		1,5		0,5	2,5		37	6,5	2	
16	0,5	7	3,5	3	25	0,5		0,5		12	3,5	
17	0,5	8	6	0,5	26,5	0,5	4,5		53,5		0,5	
18	1,5	19,5			1	3,5	2,5		4	0,5	7	5,5
19		2		1,5				0,5	0,5	2	5	0,5
20	7		3						15,5		10	4
21		4,5							1,5	1		2,5
22		1,5							0,5	3,5	0,5	0,5
23	0,5	3	4,5		2,5	0,0	1,5	2,5	2,5			
24		2	0,5			0,0	1	0,5		11,5	5,5	2
25	0,5	0,5	6,5	4,5		5		2,5	0,5	16		3
26	4		0,5			8	1	3,5		2		5
27	1	0,5				0,0	1,5	8,5	2			10
28	0,5	5	2,5					4			4	
29	19				6,5	1		39	1,5			11
30	2		0,5				2	54	4,5			0,5
31	1,5		8				3	36,5		0,5		3
Tot. (103)	1106		56	58	66,5	120,5	33,5	1162	303,5	1135	209	62

Total annuel : 1 315 mm

BASSIN DE LA RAVINE GACHET
PLUIES JOURNALIERES DU POSTE DE SYLVAIN EN 1974
(en mm)

	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
1	2,5		7,5	2,0				12	31	12	0,5	1
2	4,5	1,5	2,5	1					1	1	4	
3	1,5		1	9			2	0,5			34	
4	10		8	3				2		1	50,5	4
5	12	0,5	3	4,5				0,5	1		13	
6	5	2				0,5	17,5			1	4,5	1,5
7	0,5	0,5	1	18,5			3,5				28,5	8,5
8	2,5	0,5	2	1	1			1	6			1,5
9	5,5				1	1			1	13,5	21	2,5
10	2		3	8		1		1		3		1
11	2			2				0,5	11	1		3
12	2,5	29,5		2	0,5					8	4	
13	1			4			1	1,5	23	20,5		
14	3			1,5				1,5	14,5	0,5	5	
15		0,5			1				42	13,5	10	
16		8,5		1,5	12	2,5			5,5	20		
17	2	3,5	1	0,5	57,5		1		41,5	1	9	
18	1	16			3,5	2			14,5			3
19	3,5	4	1	1,5			1	9,5	0,5	2,5	6	2
20		0,5				1			4,5	3,5	5,5	4
21			0,5	1				2,5	0,5	1	28	10
22		4		1					5,5	2,5		1
23		0,5	3,5				1	0,5	1,5	0,5	0,5	
24	3		4		1		1,5	0,5	10	9,5	4	1
25			12,5	2,5			1,5	1	0,5	7		3,5
26		0,5	0,5	3	0,5	10	6,5	2	5	5	0,5	2,5
27						2	5	6	6	2	1	20
28			2,5				2,5	1	5,5			1
29	4		0,5				3	55	0,5		1	2
30	19							44				
31	1		2				9	42		0,5		2
Tot.	87	72,5	56	66,5	78	20	56	184,5	232	130	235,5	79

Tot. 1 annee : 1 997 mm

BASSIN DE LA RAVINE GACHET
PLUIES JOURNALIERES DU POSTE DE PHILIPPSBOURG EN 1974
(en mm)

	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
1	3		5					2,5	51	3,5		
2	8		1,5						3	6,5	5	
3	1,5	1		1,5				1	2,5	1	24,5	1
4	23		12	1				0,5		4	35	1
5	3	1		4				2	1	2	8	3
6	2,5	4				1	14,5		4	1	14	
7	2		9	23	1		1	2	15		51	
8	3	1	1	0,5	0,5			1	48	4		
9	6	1	1			0,5			1	3	41	
10	1		1	8					1	1		
11				3,5				1		1		2
12	4	26,5								4	3,5	2
13	1	2		5,5			1	4	27,5	35		
14	4,5	1		2					15,5	2	3	4
15	0,5	1				0,5		1,5	59,5	11	1	
16	2	14		6	18,5	2	2,5	1	7	14,5	7	
17		6	8	1	28,5	1	5		49,5	0,5	4,5	
18		12					2		5,5	0,5	2,5	7
19	5	1		1,5		1	2	5		1,5	6	1
20	0,5	0,5	3						15			4,5
21		0,5	3						3			4,5
22		5							0,5	7	0,5	2
23	0,5	3	2									
24		2	2		0,5		1		2	7	4,5	
25			9					1		2		3
26	3	1		8		11	0,5	0,5		12,5	1	8
27	3					3	1,5	4	1	1		14
28			2,5				0,5	7,5	0,5			
29	17,5						0,5	44,5	3		2	6
30	6,5				3,5			31				
31	4		2				3	41		0,5		8
Tot.	105	83,5	59	65,5	52,5	20	35	151	316	126	229	66,5

Total annuel : 1 309 mm

BASSIN DE LA RAVINE GACHET
PLUIES JOURNALIERES DU POSTE DE GLUCNY EN 1974

(en mm)

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
1	6	1	4,5	0,5				7	31,5	6		0,5
2	4	2	2,5	1				0,5	0,5	2	3,5	1
3	2		2	1			1,5	0,5		1	21,5	
4	15,5		6	4,5				2		1	55	4
5	8,5		5	7				0,5	0,5		35	1
6	8,5	1		0,5			10,5				19	
7	1	0,5	1	18			9		26,5		41	
8	2	0,5	0,5					6	31,5			
9	11				1	2	0,5		0,5	0,5	37	
10	3		0,5	7				0,5	2	1,5		8
11	1							0,5	9			1
12	7	48								3	1	0,5
13	0,5			2			0,5	1	25	20		1
14	5	0,5			0,5			1	21	1	3,5	7,5
15		0,5			0,5	1	0,5		30,5	18,5	7	
16		17		3	19,5	2	2	0,5	3,5	16		
17		8,5	2	1	58,5		1		31,5	1,5	11,5	
18	4	8			2	2	1		12		0,5	5
19	14	0,5	1	1			1	12		3	7	1,5
20	1	0,5				1,5			6	1,5	4	
21		1	2	0,5				1		1	19	13
22		3,5							1	3	0,5	1
23	1	0,5	5				1,5	0,5	6,5		1	
24	5	3	3				3		15,5	10,5	1,5	
25	1		5,5	2,5			3,5	2		10,5		4,5
26	1	0,5	1	4		16	1,5	3,5	1	14,5	2	8
27			0,5			3	3	4,5	2,5	1,5	0,5	12,5
28			1,0					7,5	4			4
29	8		2				2	44	1,5			2
30	18		1					39				
31	2		1				2	46				22
Tot.	130	98	49	53,5	82	27,5	45	180	263,5	117,5	271	98

Total annuel : 1 415 mm

BASSIN DE LA RAVINE GACHET

PLUIES JOURNALIERES DU POSTE DE SAINTE-AMELIE en 1974
(en mm)

	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
1	3,5	1	9					3,5	29	9	0,5	
2	5,5		8,5	2					0,5	1	7	
3	1,5		4,5	8			1			0,5	20,5	0,5
4	12		12	8				4,5		1	51	5,5
5	4,5		5,5	6,5			1,5	0,5	4	0,5	10	
6	7,5	4		2			11,5			0,5	14	
7			4	14			2	1	7	0,5	29	0,5
8	2	2	1					6	21,5	0,5		
9	9	0,5			1	1,5			1,5	7	32	
10	3	0,5	0,5	13		3		1	0,5	1,5		4
11									10,5	0,5		2
12	3	91,5		1,5						7	2,5	
13		2	1	2				1	21,5	27		
14	3	0,5		1,5				1	17,5	2	4	20
15		1,5		2	0,5		0,5		41	13	9,5	
16		2	0,5	4,5	10,5	1,5	2,5		3,5			
17	1,5	6,5		0,5	82	1	0,5		11		7	
18	2	7,5			1		1		13,5	0,5		1,5
19	4			1		1	0,5	20,5	0,5	3,5	11,5	
20	2,5	3				1			5,5	2	8,5	0,5
21		1	1,5					1		1	17,5	9,5
22		5	2				2,5		1	1,5		0,5
23		0,5	5,5						0,5		1,5	
24	2,5	5	3,5	2			1		3,5	18	1,5	0,5
25			3,5	2				1		1		4
26	0,5		2	1,5		13,5	1,5	6,5		1	1	6,5
27	1					2	4	6,5	0,5	1		7
28		0,5	1,5	0,5			0,5	9,5	2,5	0,5		1
29	11		0,5				4	46,5		1	2	0,5
30	24						34	34			1	
31			0,5				2	39		2		25
Tot.	1103,5	1206,5	67	180,5	95	24,5	36,5	1183	197	120	1231,5	1109

Total annuel : 1 554 mm

BASSIN DE LA RAVINE GACHET

PLUIES JOURNALIERES DU POSTE DE DUVAL EN 1974

(en mm)

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
1	5		4,5			1,5		0,5	65	6,5		0,5
2	7,5	2,5	1,5	3				0,5	1	6,5	6,5	
3	1,5		1,5	12			1	1	4,5	2,5	29	0,5
4	13	0,5	9	0,5				2	4	1,5	17	7,5
5	11	1,5	3	9			1		2	2,5	1	1
6	5	7			1		12	3			9	
7	1	0,5	3	26	1		2		75		98	
8	2	1				0,5		4	10,5			
9	9,5			3		3		0,5	5	1,5	4	1
10	1			7				3,5		4	1	5
11				1				0,5	3	1		0,5
12	5	32								6,5	1	5
13				1,5				5,5	29	36		0,5
14	6	3		1,5	1		1	0,5	27	1	5,5	1
15		1	0,5	1	1	2,5			49,5	25,5	1,5	
16	0,5	1	1	2	30	4	0,5		7,5	25		
17	1,5	7	0,5	0,5	70,5	1			47	0,5	11,5	
18		22			0,5		0,5		11		4	8
19	8		2	6,5				10	1,5		8	1
20	2,5	2				0,5			6	1	17,5	
21		0,5		1,5			3		0,5	5	16,5	3,5
22		4,5					2		0,5	2,5	1	0,5
23		1	6					0,5	2,5	0,5	3	
24	3	3					1		5,5	11	3,5	0,5
25	0,5		5	0,5			2	3,5	1,5	18,5		2
26		0,5	1	13	3	16,5	2	10		0,5		6
27	1					5	1	3,5	2	2,5		7,5
28		0,5	1				1	13,5	1		1	2
29	14,5		2		0,5			46				
30	24		1,5					91,5				
31	3,5		2				11	21				11
Tot.	126,5	91	45	89,5	108,5	34,5	41	221	362	162	239,5	64,5

Total annuel : 1 585 mm

BASSIN DE LA RAVINE GACHET
PLUIES JOURNALIERES DU POSTE DE GIRARD EN 1974
(en mm)

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
1	3		7					1	40,5	1,5		
2	5,5		2	0,5						2	6	
3	5,5	1	1	9,5			0,5	0,5	0,5	0,5	20,5	
4	4	1,5	10	0,5				3,0	3,5	2,5	4,0	1
5	6		4	1,5						2,5		
6	5	0,5	0,5	3			11,5	1		0,5		
7	1	3	0,5	19			1,5	4,5	26		36	
8	3		1	1				4,5	9			
9	2			2	1	3		0,5	2	4	7	
10		0,5	2	5		1		0,5	5	3		12
11	2								13	0,5	0,5	1
12		28,5		0,5						6,5		2,5
13		0,5		3,5				3,5	28	31,5		
14							2	0,5	19	4		4
15	1	1	1	0,5	1				33	7,5	1	
16		0,5	0,5	2	26		0,5		4,5	18,5		
17		6		0,5	53	0,5			9,5		0,5	
18		6,5				1,5			11		2	2
19	6	1		1			0,5	9	1	2	5	1
20	1	2		0,5		1			1,5		4,5	
21			3						1	0,5	14	3,5
22	2,5	1						1		0,5	1	1,5
23	0,5		9	1					2		1	
24	2	4		1,5	0,5		1,5		11,5	7	6	6
25			6	0,5			0,5	0,5		3	0,5	1,5
26	0,5			3,5		10	3	3		0,5	4	4
27	1					3	1,5	3,5	2	4	5	4
28			1				3,5	9,5	8			2,5
29	12						0,5	43	1			1
30	19,5							73				
31			2				1	31				1
Tot.	181	57,5	50,5	157	81,5	20	25	193	1232,5	102,5	110,5	48,5

Total annuel : 1 059,5 mm

BASSIN DE LA RAVINE GACHET
PLUIES JOURNALIERES DU POSTE BELLEVUE EN 1974
(en mm)

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
1			2	4			0,2	2,8	22,5	1,5		0,2
2			2,2	1,4					5	1,5		0,2
3			1,3	1				1	0,5	0,2	13,2	
4			1,3					0,5			13,2	0,2
5		0,4	7,6	4,2				0,5	1		21,5	2,1
6		2,0	1,9	7,5		1,5	12	0,2			2,5	4
7	7	0,4		7,5	4,6		4,3		42		50,6	1,2
8	0,6	0,4	2,5	7,5			2,2		21			2,5
9	3,5	0,2	0,4	2		1,2		0,4	1		7,5	2,5
10	2			4,3		1,2				2,5	7,5	
11	3	0,6		3,8			0,1				7,6	
12	4,5	0,6		2,5					2,5	20,5		0,8
13	1,8	5,8		2,5			1,5		24	20,5		12
14	1,8	0,7		2,5				0,2	40,5	20,5	0,0	2,4
15	5,8	3,9		2,5				2,2	15	11,4	4,6	
16		9,6		2,0		0,2		1,5	60,2	9,6	1,2	
17	0,3	6,1	0,2	0,8	11,2	0,5		0,3	7	4,3	3,7	
18	1,2	6,1	0,1		15,2				72,5		3,7	
19	0,5	6			0,4				2,3	4,8		0,8
20	2,4	10,1	0,4	1,8		0,8			10	3,3	1,1	1,5
21	1,2	0,6		1	0,4			2		3,3	24,5	4,6
22	1	5,1									2,2	1,2
23	0,2	1,1			1,4				12			1,2
24	0,5		2,7		1,4		0,2		2,1	9,4	5	
25			2,7				2,1	1	10	11,8	5	
26	0,1		4,1	4,2		2,2	0,3			12,7		10,5
27	2,8		6			12,1	0,3	4,2		1,5		7,1
28	3,2		0,8				1,5	6,1		1,5		3,2
29	0,1		2,2				0,3	32,4	2		2,5	0,8
30	6,8				1,5	0,2		36,3				0,8
31	9		4				3	64		0,6		0,2
Tot.	59,5	62,1	63,4	63,8	179,1	119,9	28	155,6	1353,1	1159,8	1184,1	1139,2

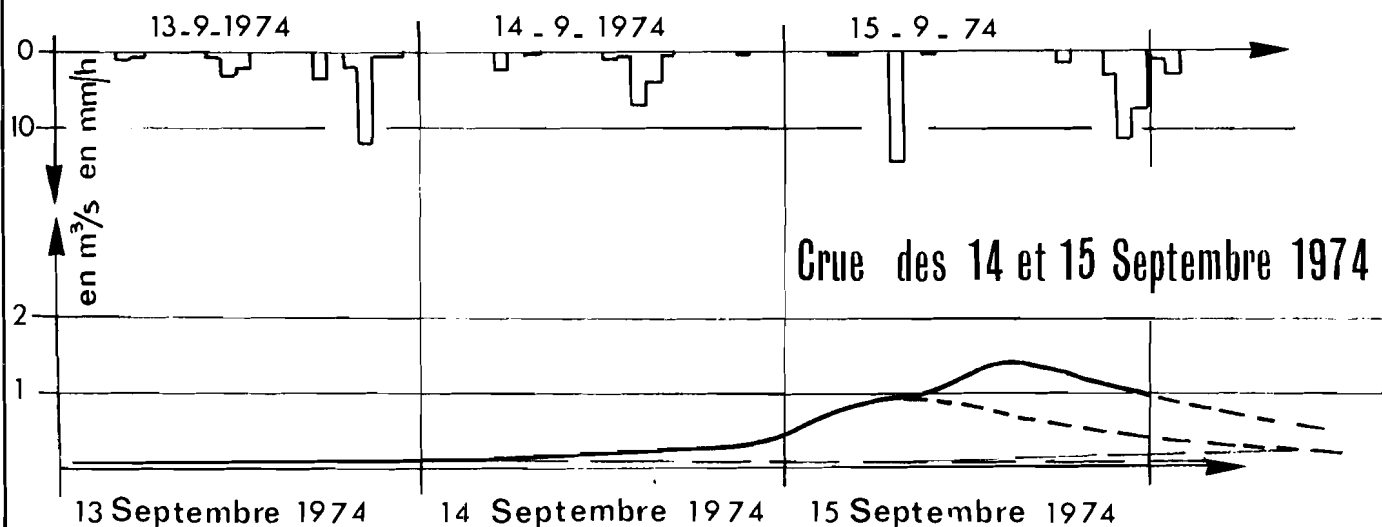
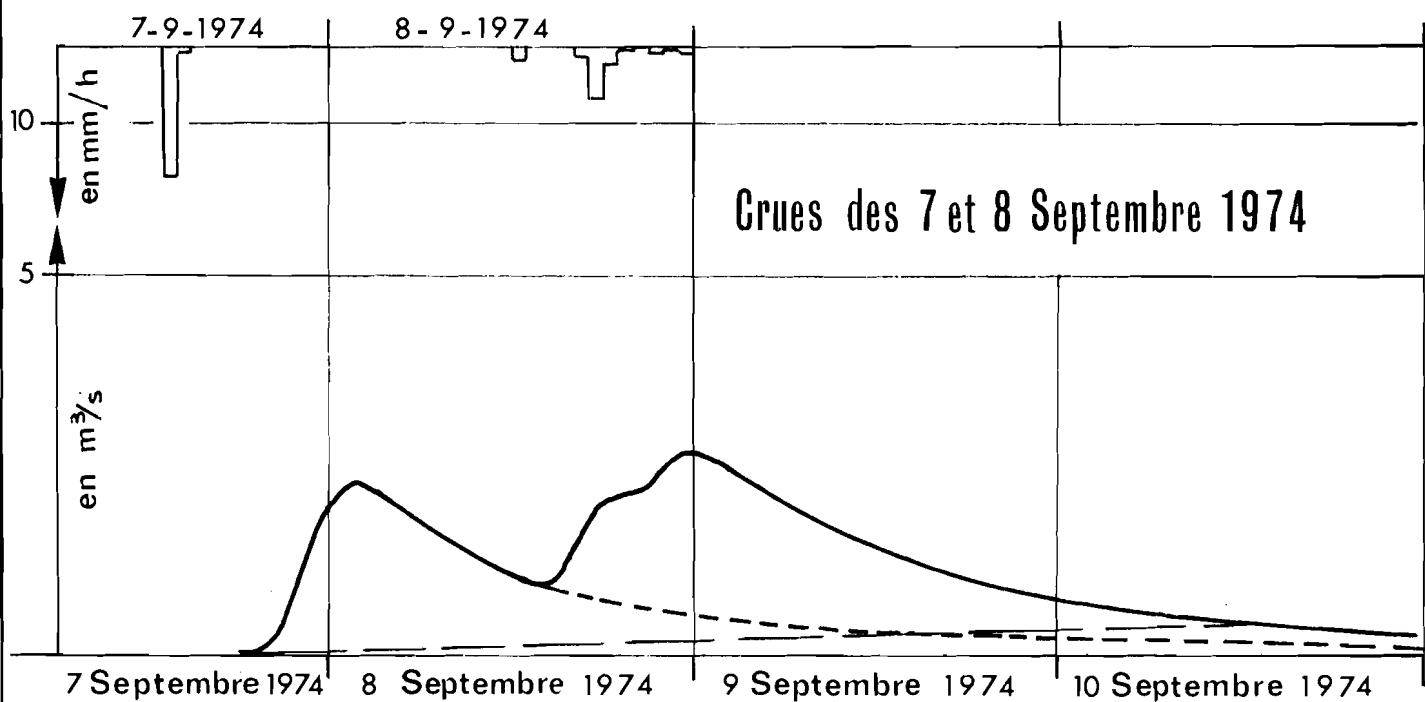
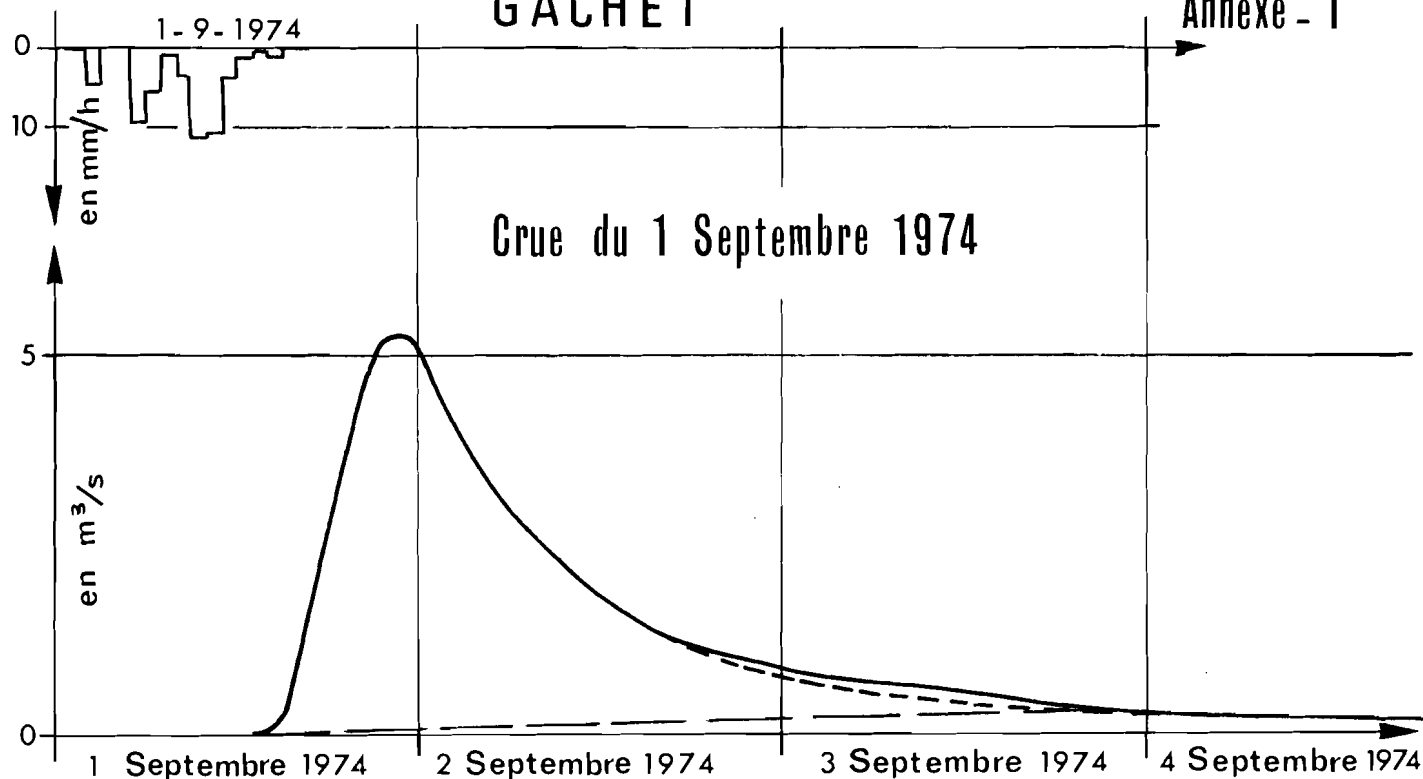
Total annuel : 1 365,5 mm

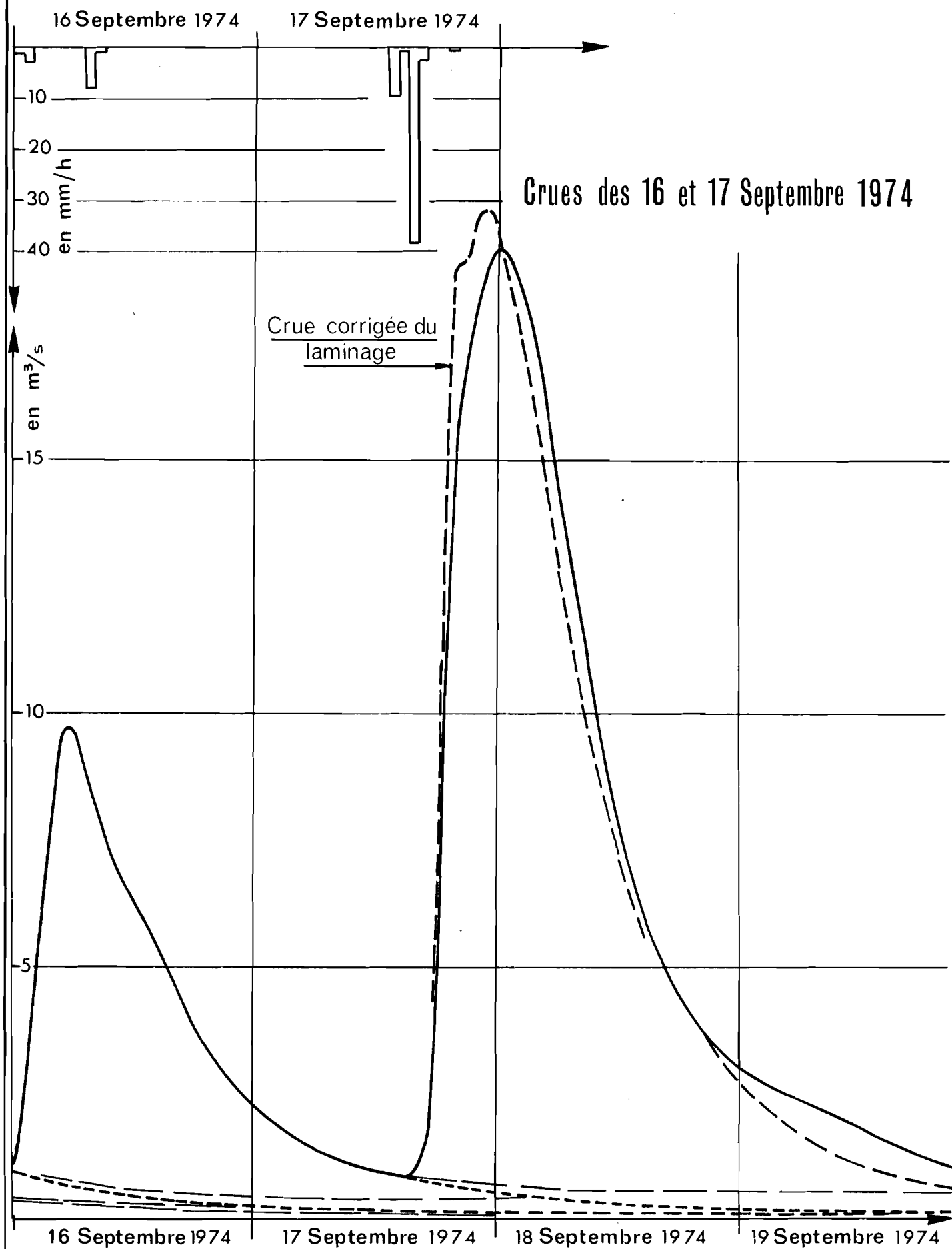
BASSIN DE LA RAVINE GACHET
DEBITS MOYENS JOURNALIERS 1974
(m³/s)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1									1,29			0,001
2									2,07			
3									0,56		0,039	
4									0,21		0,343	
5									0,08		1,37	
6									0,042		0,97	
7									0,20		8,30	
8									1,53		5,80	
9									1,51		2,11	
10									0,40		0,84	
11									0,19		0,258	
12									0,09		0,129	
13									0,058	0,082	0,070	
14									0,16	0,105	0,039	
15									0,99	0,053	0,027	
16									5,41	0,087	0,018	
17									4,44	0,285	0,013	
18		(0,01)							9,92	0,196	0,013	
19		(0,02)							1,77	0,084	0,012	
20									0,40	0,036	0,010	
21									0,245	0,010	0,60	
22									0,154	0,001	0,45	
23									0,070	0	0,184	
24									0,040	0	0,078	
25									0,025	0	0,042	
26									0,009	0,035	0,026	
27									0,003	0,054	0,016	
28									0,001	0,032	0,010	
29									0	0,009	0,006	
30									0	0,001	0,003	
31								0,001				
Moyenne	0	(0,001)	0	0	0	0	0	0	1,06	0,036	0,73	

GACHET

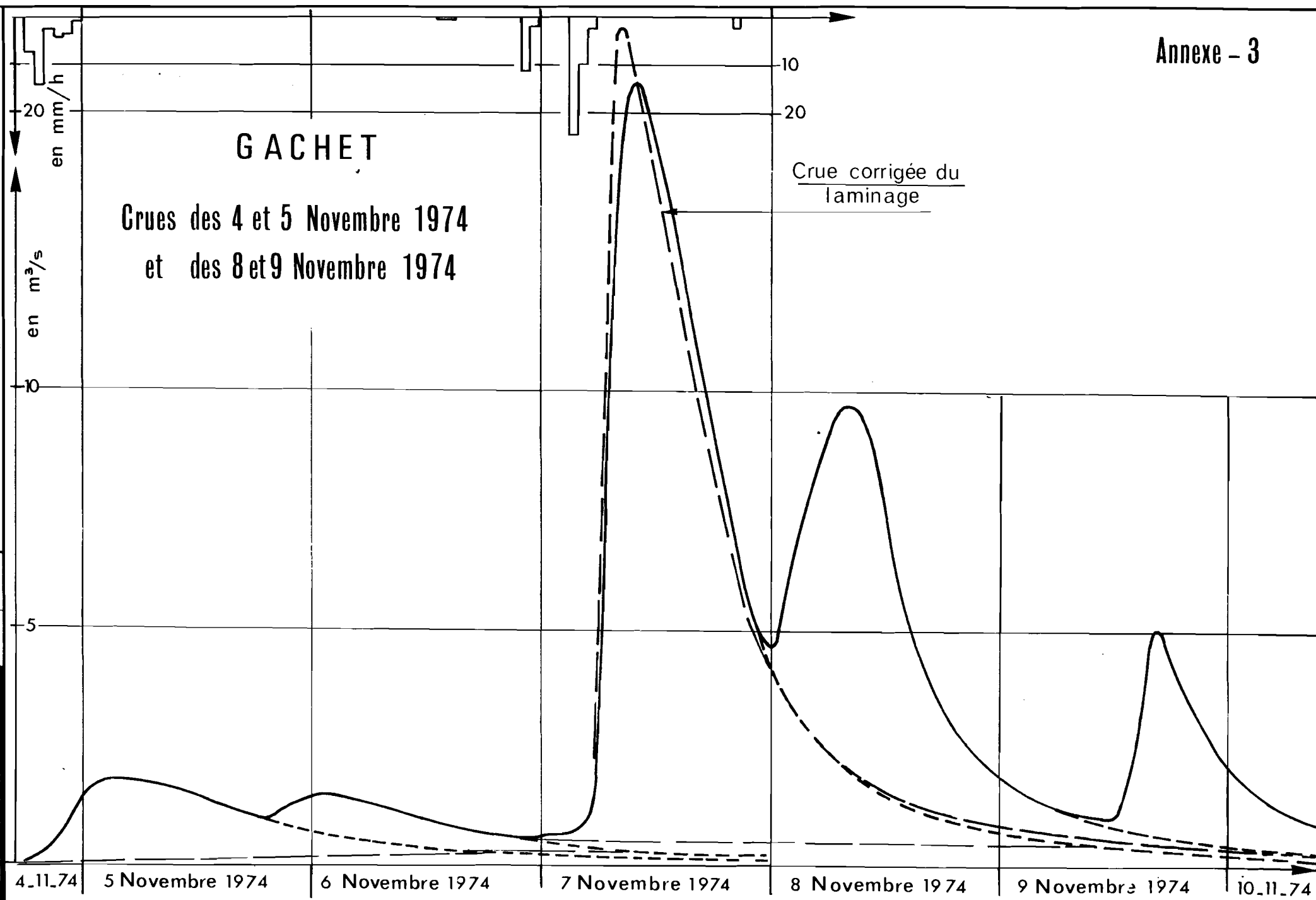
Annexe - 1

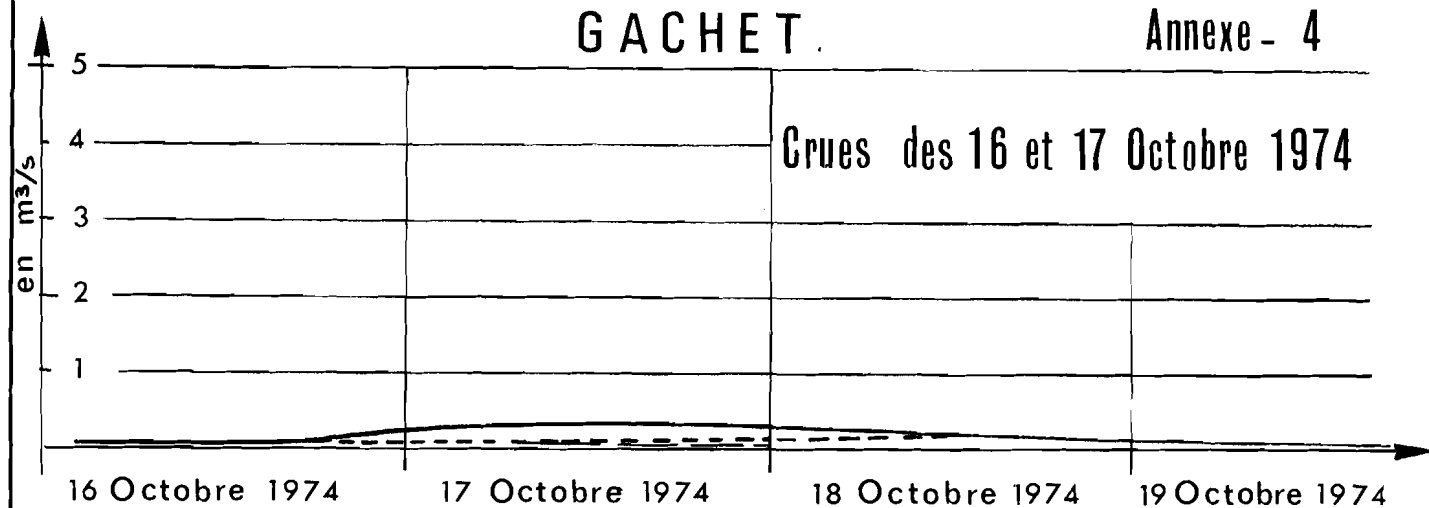




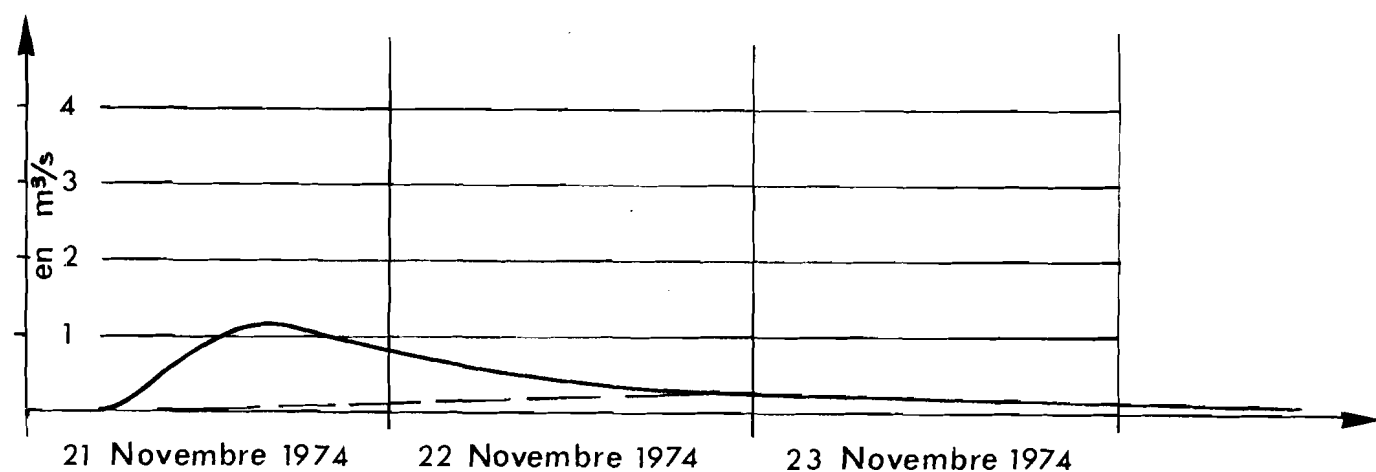
GACHET

Crues des 4 et 5 Novembre 1974
et des 8 et 9 Novembre 1974





Crue du 21 Novembre 1974



Crue des 26 et 27 Janvier 1975

