

E.D.F. R.E.A.M.

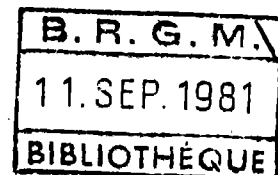
## SITE E.D.F. DE BELLEFONTAINE

Martinique

### ÉTUDE DU RÉGIME HYDROLOGIQUE DE LA RIVIÈRE FOND LAILLET

par

Ch. PAULIN



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
B.P. 6009 - 45060 Orléans Cedex - Tél. (38) 63-80-01

**S.G.R. DES ANTILLES ET DE LA GUYANE**

0,900 km, Route de Didier  
B.P. 394  
97204 Fort-de-France Cedex  
**MARTINIQUE** Tél. 71-88-68

Z.I. de Jarry - voie n° 2  
B.P. 894  
97175 Pointe-à-Pitre  
**GUADELOUPE** Tél. 26-63-58

Cité Rebard  
B.P. 552  
97305 Cayenne  
**GUYANE** Tél. 31-06-24

**80 ANT 44**

DECEMBRE 1980

B. R. G. M.

Service géologique régional  
des Antilles et de la Guyane

E. D. F. - R. E. A. M.

Site E.D.F. de Bellefontaine  
Martinique

---

Etude du régime hydrologique  
de la rivière Fond Laillet

---

Par Ch. PAULIN

## R E S U M E

A la demande de E.D.F. - R.E.A.M., antenne des Antilles-Guyane, le Service géologique régional des Antilles et de la Guyane du Bureau de recherches géologiques et minières, a procédé à une étude hydrologique du bassin versant de la rivière Fond Laillet à Bellefontaine.

Ce bassin versant est situé à l'Ouest du massif des Pitons du Carbet, et au Sud du bourg de Bellefontaine.

Le but de l'étude était de déterminer l'importance des crues cinquantennale et centennale pour le choix d'une solution économique de protection du site de la future centrale E.D.F.

Cette étude a été réalisée à partir de documents existants, à l'exclusion de toutes mesures sur le terrain.

Les hauteurs de pluies journalières en fonction des temps de retour ont été obtenues d'après les ajustements réalisés sur d'autres postes pluviométriques et le tracé des courbes d'égales hauteurs de pluie pour différents temps de retour.

Temps de récurrence	1 an	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
Hauteur en mm	85	105	130	150	190	220	250

Pour des raisons techniques, nous n'avons pas pu obtenir les données pluviométriques du poste de Grand Fond.

Le traitement de ces données fera l'objet d'une note ultérieure.

Les débits de pointe ont été déterminés d'après les formules et abaques mis au point par la SOGREAH et l'ORSTOM.

Débit de pointe de crue cinquantennale	135 à 150 m <sup>3</sup> /s
Débit de pointe de crue centennale	180 à 200 m <sup>3</sup> /s.

Les mesures de débit effectuées au cours de différents étiages, montrent une forte infiltration qui aurait tendance à diminuer le débit de pointe de crue.

Le temps de montée de la crue est de 25 minutes et la décrue de 3 heures.

L'enquête réalisée auprès de la population indique une faible inondation sous 20 à 30 cm d'eau du terrain EDF en 1970, ceci malgré un pont de faible tirant d'air. Les pluies accompagnant le cyclone Dorothy avaient une fréquence centennale en tête de bassin. Le dernier cyclone Allen n'a provoqué aucune inondation.

## TABLE DES MATIERES

- I. Introduction
  - II. Situation géographique
  - III. Aperçu géologique
  - IV. Caractéristiques physiques et morphométriques du bassin versant de la rivière Fond Laillet
  - V. Etude du régime des pluies du bassin versant de la rivière Fond Laillet
    - V.1 - conditions climatiques
    - V.2 - recueil des données pluviométriques
      - V.2.1 - réseau pluviométrique
      - V.2.2 - sources des données
    - V.3 - analyse des pluies
      - V.3.1 - établissement de la carte des isohyètes interannuelles
      - V.3.2 - calcul de la lame d'eau moyenne tombée sur le bassin ou hauteur moyenne théorique des précipitations.
      - V.3.3 - répartition statistique des hauteurs de pluie journalière
      - V.3.4 - répartition statistique des intensités d'averses ponctuelles
  - VI. Régime hydrologique du bassin versant de la rivière Fond Laillet
    - VI.1 - recensement des inondations anciennes
    - VI.2 - mesures de débit réalisées sur la rivière Fond Laillet
    - VI.3 - prédétermination du débit de pointe de crue
      - VI.3.1 - généralités
      - VI.3.2 - abaque mis au point par l'ORSTOM en 1972
      - VI.3.3 - formule faisant intervenir la fréquence des crues
      - VI.3.4 - comparaison des résultats obtenus par application des deux formules
    - VI.4 - prédétermination de l'hydrogramme de crue de la rivière Fond Laillet
      - VI.4.1 - méthode utilisée
      - VI.4.2 - application au bassin versant étudié
  - VII. Conclusion
-

## FIGURES ET PLANCHES DANS LE TEXTE

- Figure 1 - Plan de situation de la zone étudiée  
échelle 1/250.000
- Figure 2 - Carte géologique schématique du bassin versant de la rivière  
Fond Laillet - d'après D. WESTERCAMP 1972  
échelle 1/20.000
- Figure 3 - Bassin versant topographique de la rivière Fond Laillet  
échelle 1/20.000
- Figure 4 - Carte des isohyètes interannuelles du versant caraïbe  
du massif des Pitons du Carbet - Période 1921 - 1980.  
échelle 1/100.000
- Figure 5 - Tracé du réseau des isohyètes interannuelles du bassin  
versant de la rivière Fond Laillet  
échelle 1/50.000
- Figure 6 - Courbes d'égales hauteurs journalières de récurrence, 1, 5, 10,  
à 10 20, et 100 ans  
échelle 1/100.000
- Figure 11 - Isohyètes du cyclone Dorothy (21 Août 1970)  
échelle 1/100.000
- 
- Pl. 1 - Courbe hypsométrique du bassin versant
- Pl. 2 - Profil en long de la rivière Fond Laillet
- Pl. 3 - Détermination du débit de pointe de crue
- Pl. 4 - Variations des paramètres de forme des crues avec la superficie  
des bassins versants

## ANNEXES JOINTES AU RAPPORT

- Annexe 1 - Analyses chimiques des eaux de la rivière Fond  
Laillet et de l'eau distribuée dans le réseau  
A.E.P. de Bellefontaine S.G.ANT. 1645 et  
1646
- Annexe 2 - Diagramme d'analyse d'eau S.G.ANT. 1647

## I. I N T R O D U C T I O N

Afin d'obtenir les éléments nécessaires au choix d'une solution économique pour la protection du site de la future centrale de Bellefontaine - Martinique, E.D.F. - R.E.A.M., Antenne des Antilles-Guyane a demandé au Service géologique régional des Antilles et de la Guyane du Bureau de Recherches Géologiques et Minières de procéder à l'étude hydraulique de la rivière Fond Laillet.

Cette étude avait pour but de rassembler les données pluviométriques et hydrométriques existantes sur le site et dans son voisinage afin de déterminer les débits de pointe de crue de la rivière Fond Laillet pour différents temps de récurrence des pluies.

Le site de Bellefontaine est situé dans la basse vallée de la rivière Fond Laillet, à l'Est de la RN.2 et à 200 m du bord de mer.

La présente étude a été réalisée à partir de documents d'archives et d'enquête sur place, à l'exclusion de toutes mesures de pluie ou de débit. Les données rassemblées pour cette étude, sont d'origine variée : Service de la météorologie nationale, rapport de la SOGREA, Service hydrologique de l'ORSTOM, Direction départementale de l'Agriculture et Direction départementale de l'Équipement.

-----

## II. SITUATION GEOGRAPHIQUE

La carte hypsométrique de la Martinique fait apparaître quatre grands secteurs : le Nord, le Sud, la côte "au vent", la côte "sous le vent". Ces quatre unités se retrouvent également sur la carte des isohyètes de la Martinique, en effet chacun de ces secteurs sont diversement arrosés.

Le bassin versant de la rivière Fond Laillet est situé sur la côte "sous le vent" au pied du massif des pitons du Carbet (fig. 1). L'isohyète moyenne annuelle 2.500 mm passe à 400 m environ entre le Carbet et Case-Pilote, toutefois, la pluviométrie décroît très rapidement pour atteindre environ 1.000 à 1.200 mm sur le bord de la côte (pluviométrie inter-annuelle du Carbet : 1.079 mm).

-----

B. R. G. M.

SITE E.D.F. DE BELLEFONTAINE (Martinique)  
ÉTUDE DU RÉGIME HYDROLOGIQUE DE LA  
RIVIÈRE "FOND LAILLET"

PLAN DE SITUATION DE LA ZONE ÉTUDIÉE

ÉCHELLE 1 / 250 000

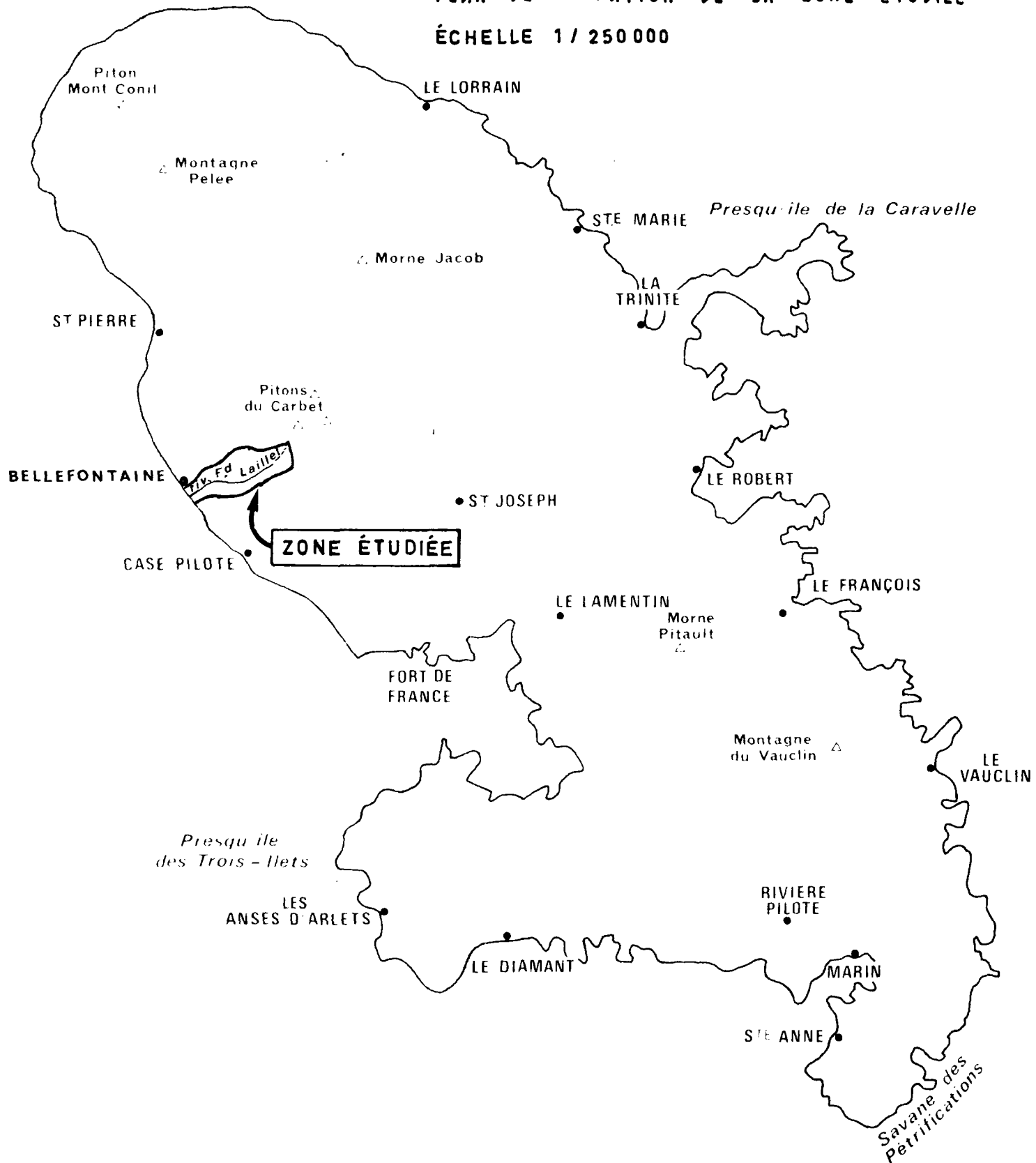


FIGURE 1

### III. APERCU GEOLOGIQUE

La Martinique est une île montagneuse formée à partir de plusieurs systèmes volcaniques qui se sont succédés d'Est en Ouest au cours des âges.

A l'Est, l'arc ancien qui affleure à la presqu'île de la Caravelle, puis l'arc récent qui est jalonné d'édifices volcaniques, tels que la montagne Pelée (1.397 m), les Pitons du Carbet (1.196 m), le Morne Jacob (884 m) etc ...

La bordure occidentale de la Martinique appartient à cet arc récent. Le secteur de Bellefontaine se rapporte au système volcanique du Morne Jacob qui s'est mis en place en 2 phases. La 1ère phase a donné naissance à des coulées andésitiques massives de Fort de France et de Trinité, et la deuxième phase aux coulées de Fort de France - Bellefontaine.

A la périphérie, on observe des faciès variés : nuées ardentes, lahars, et conglomérats (fig. 2).

-----

B. R. G. M.

SITE E.D.F. DE BELLEFONTAINE (Martinique)  
ÉTUDE DU RÉSEAU HYDROLOGIQUE DE LA  
RIVIÈRE FOND LAILLET

### CARTE GÉOLOGIQUE SCHÉMATIQUE DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE FOND LAILLET

(D'après D. WESTERCAMP - 1972)

ÉCHELLE 1 / 20 000

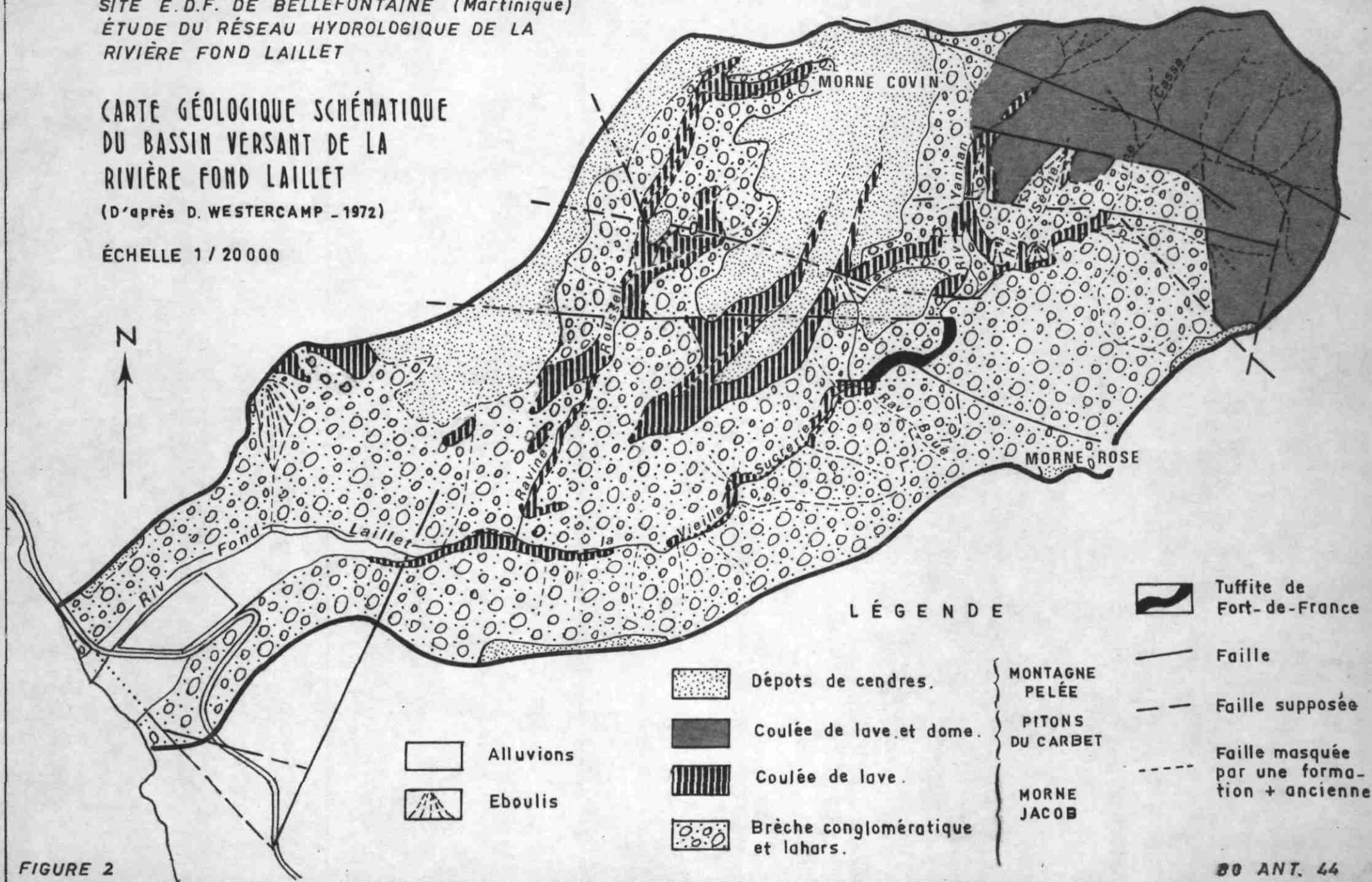


FIGURE 2

#### IV. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET MORPHOMETRIQUES DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE FOND LAILLET

Les différents paramètres ont été établis d'après les cartes topographiques à 1/20.000 de l'I.G.N. (fig. 3).

Le bassin versant a été séparé de ceux qui l'environnent en traçant la ligne des crêtes ou ligne de partage des eaux de surface. Il s'agit dans ce cas, du bassin versant topographique qui peut différer du bassin versant réel.

La superficie A obtenue par plurimétrage, est de 8,28 km<sup>2</sup> ; le périmètre P stylisé, mesuré au curvimètre est de 13,8 km.

L'indice de forme encore appelé coefficient de compacité de Gravelius permet de comparer, pour une même superficie et une même averse, l'hydrogramme à l'exutoire. L'indice de compacité  $K_C$  est égal au rapport

$$K_C = \frac{\text{Périmètre du bassin} : P}{\text{Périmètre du cercle de surface équivalente}} = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} \neq \frac{0,28 P}{\sqrt{A}}$$

$$K_C = 0,28 \frac{13,8}{\sqrt{8,28}} = 1,35$$

Le coefficient de Gravelius montre que nous avons un bassin versant, allongé.

Le relief est le facteur le plus immédiat intervenant dans l'écoulement. Il conditionne la plupart des facteurs hydro-météorologiques. La répartition de la surface totale en fonction de l'altitude permet de tracer la courbe hypsométrique du bassin. Cette courbe donne les altitudes caractéristiques suivantes :

- altitude maximale : 912 m
- altitude moyenne  $\approx$  400 m

Le relief peut être également caractérisé par d'autres indices tenant compte des pentes. Ainsi l'indice globale de pente donné en m/km, à partir des altitudes occupant 5 et 95 % du bassin sur la courbe hypsométrique.

$$IG = \frac{H_{95\%} - H_{5\%}}{L} = 168.2 \text{ m/km.}$$

$$\text{Avec } L = \text{longueur du rectangle équivalent} = A^{1/2} \frac{K_C}{1,128} \left[ 1 + \sqrt{\frac{1 - (1,128)^2}{K_C}} \right]$$

$$L = 3,65 \text{ km.}$$

Le profil en long établi en portant en abscisses les longueurs développées du lit et en ordonnées, l'altitude du lit montrent pour la rivière Fond Laillet des pentes extrêmement fortes, conformes à son régime torrentiel (Pl.2).

B. R. G. M.

SITE E.D.F. DE BELLEFONTAINE (Martinique)  
ÉTUDE DU RÉSEAU HYDROLOGIQUE DE LA  
RIVIÈRE FOND LAILLET

BASSIN VERSANT TOPOGRAPHIQUE DE LA  
RIVIÈRE FOND LAILLET

ÉCHELLE 1/20000

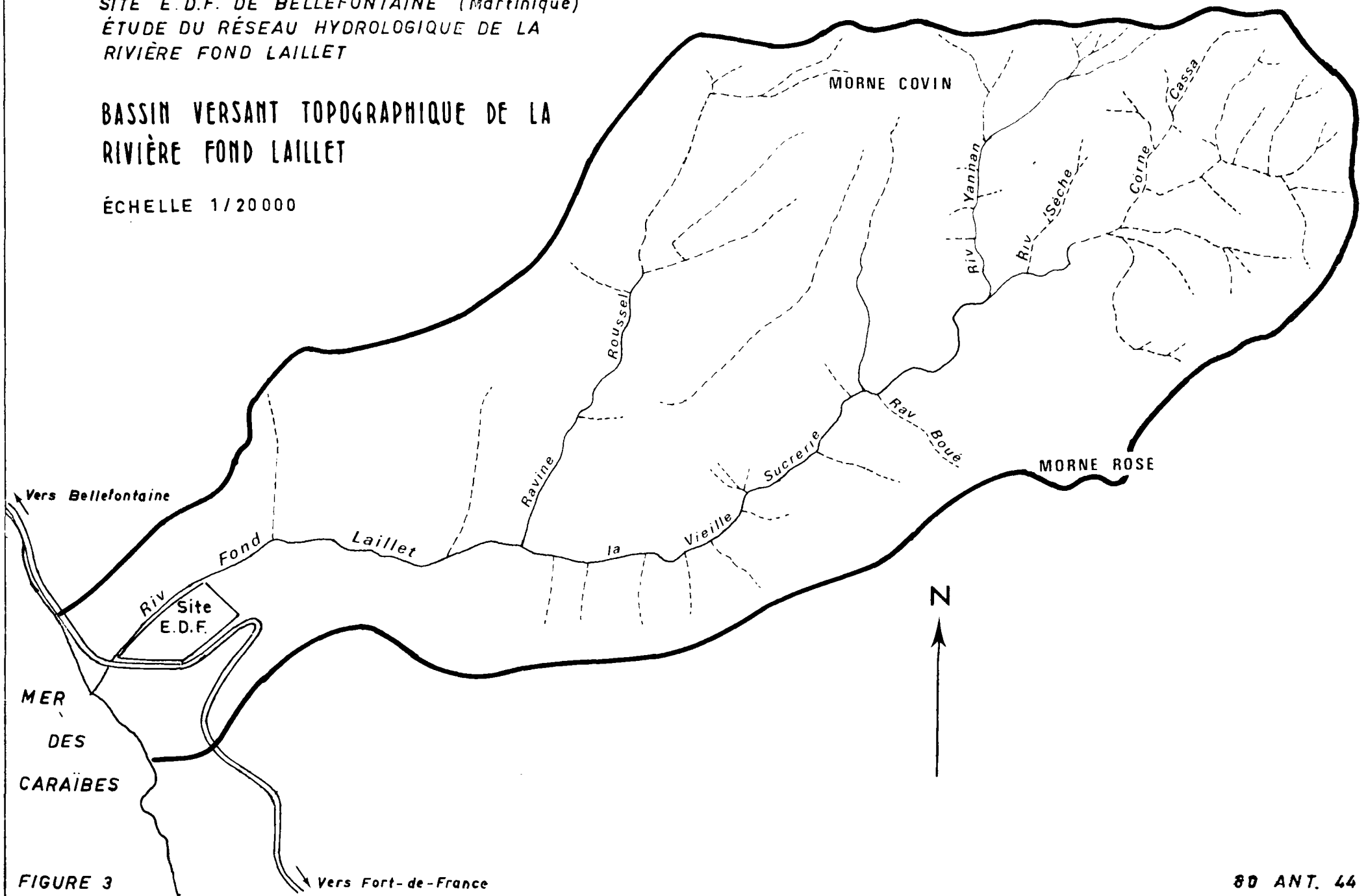
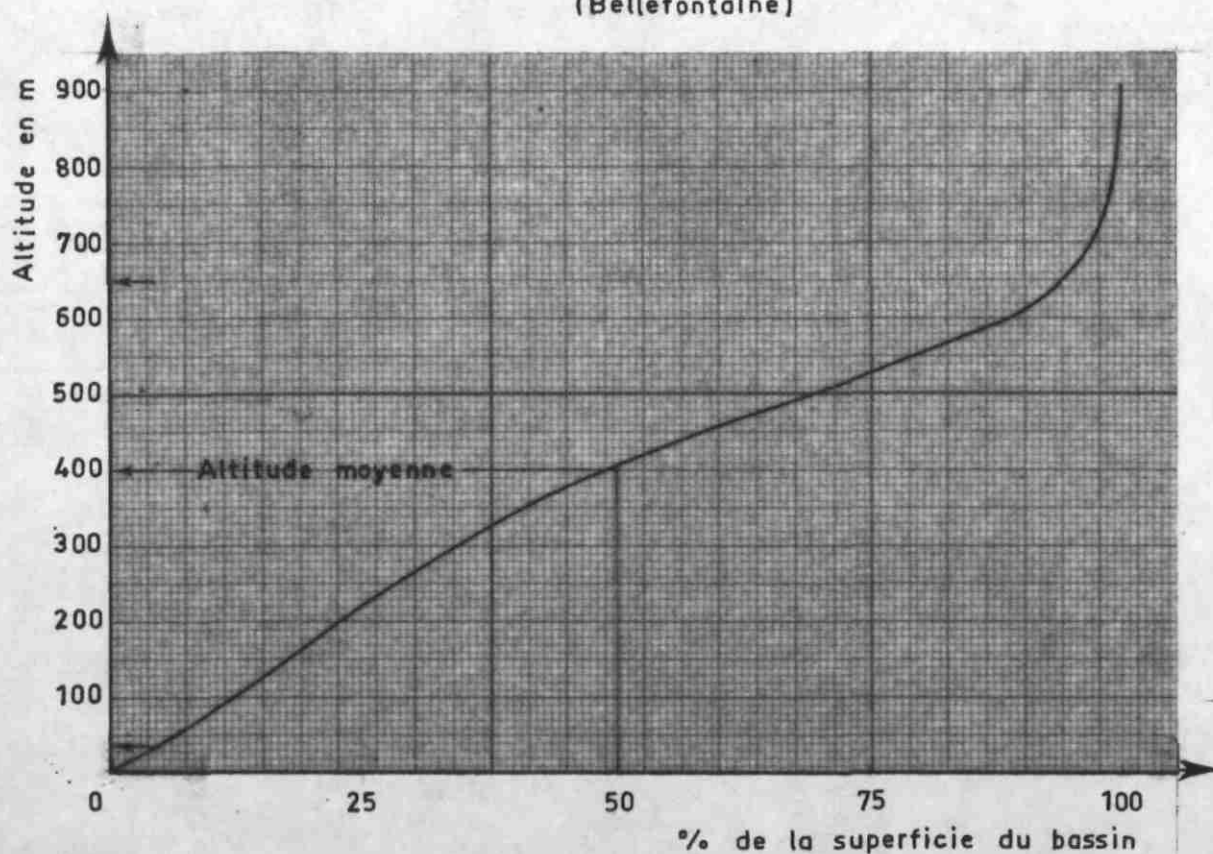


FIGURE 3

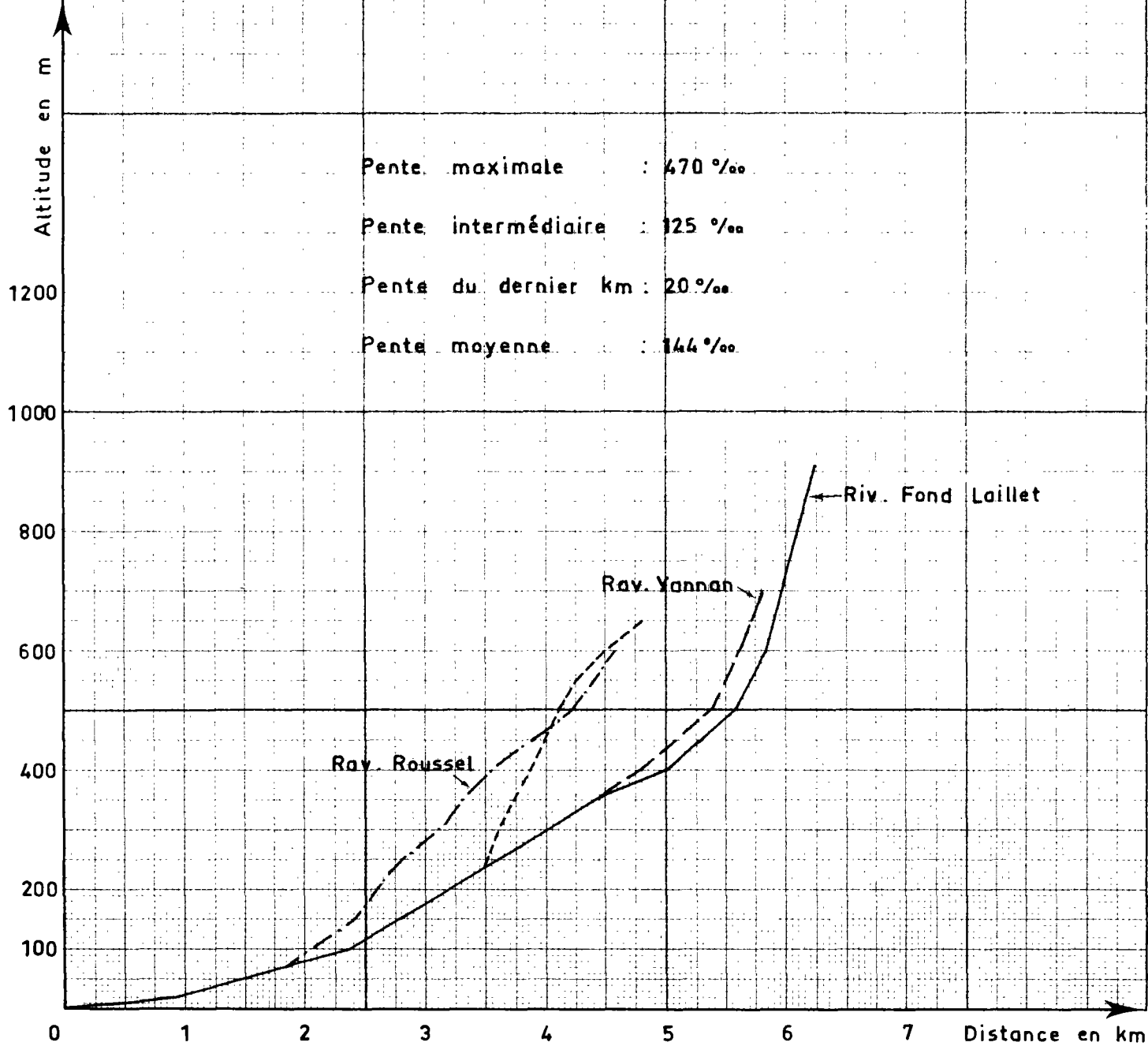
TABLEAU 1 - Répartition par tranches d'altitude de la superficie (en km<sup>2</sup>) du bassin versant de la rivière Fond Laillet

Altitudes			Superficie en km <sup>2</sup>	Superficie cumulée	% superficie	% cumulé
0	à	50 m	0,540	0,540	6,52	6,52
50	à	100 m	0,436	0,976	5,26	11,78
100	à	200 m	0,896	1,872	10,81	22,59
200	à	300 m	0,912	2,784	11,00	33,59
300	à	400 m	1,328	4,112	16,03	49,62
400	à	500 m	1,700	5,812	20,52	70,14
500	à	600 m	1,560	7,372	18,83	88,97
600	à	700 m	0,720	8,092	8,69	97,66
700	à	800 m	0,120	8,212	1,44	99,10
800	à	912 m	0,072	8,284	0,86	99,96
TOTAL			8,284	8,284	99,96	-

Courbe hypsométrique du bassin versant de la rivière Fond Laillet (Bellefontaine)



# PROFIL EN LONG DE LA RIVIÈRE FOND LAILLET (Bellefontaine)



## V. ETUDE DU REGIME DES PLUIES DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE FOND LAILLET

### V.1 - Conditions climatiques

En Martinique, le régime des pluies et des vents dominants, définit le climat. De part son relief, l'île de la Martinique présente une distribution des pluies temporelle et spatiale hétérogène. Nous pouvons ainsi distinguer quatre régions homogènes vis-à-vis de la pluviométrie : zone de la montagne Pelée, secteur "au vent" et "sous le vent" des Pitons du Carbet, et le Sud de l'île.

Le bassin versant de la rivière Fond Laillet est situé dans le secteur "sous le vent" du massif montagneux des Pitons du Carbet. La pluviométrie est élevée en altitude, plus de 3.500 mm en tête de bassin, et 2.800 mm à Grand Fond (alt. 615 m). L'isohyète moyenne annuelle 2.500 mm, passe à l'altitude 400 m, mais la pluviométrie décroît rapidement et l'isohyète inter-annuelle sur le littoral n'est que de 1.100 m environ.

x

x x

### V.2 - Recueil des données pluviométriques

#### V.2.1 - Réseau pluviométrique

Ont été retenus pour cette étude, tous les postes ayant fonctionné jusqu'au mois de Septembre 1980. Les postes utilisés sont au nombre de 18 et répartis de Fort de France au Prêcheur, du Sud au Nord et du Carbet à l'Alma, de l'Ouest à l'Est (Tableau 2). Seul le pluviomètre de Grand Fond, ayant fonctionné de 1922 à 1950, est situé sur le bassin versant étudié.

#### V.2.2 - Sources des données

Les données antérieures au 31 Décembre 1972, ont été recueillies dans une publication ORSTOM intitulée : "Ressources en eau de surface de la Martinique". Pour l'ensemble des données postérieures au 1er janvier 1973, nous avons comme sources :

- les publications de pluviométries mensuelles du Service de la Météorologie Nationale (Fort Desaix).
- les copies des tableaux établis par le lecteur pour le Service de la Météorologie Nationale.
- les copies de pluviométries mensuelles établies par l'ORSTOM.

Les précipitations journalières du pluviomètre Grand Fond situé sur le versant étudié, stockées sur bande magnétique au Service de la Météorologie Nationale, ne nous ont pas été communiquées à ce jour, faute de moyen de lecture de la bande. Le traitement statistique de la pluviométrie de Grand Fond fera l'objet d'une note dès que nous serons en possession des données.

x

x x

TABLEAU 2

N°	Station	Période totale d'observation	Nombre d'années					Moyenne interannuelle
			dans la période	observées	complètes	fousses	utilisées	
1	ABSALON	1963 - 1972	10	10			10	3.865
2	ALMA	1923 - 1980	58	52	7	8	40	4.735
3	BALATA LA DONIS	1923 - 1980	58	55	4	-	49	3.779
4	BOUCHER	1954 - 1980	27	27	1		24	5.426
5	CARBET SANATORIUM	1950 - 1980	31	28	2	2	24	1.079
6	DESAIX	1934 - 1980	47	47			46	1.846
7	DEUX CHOUX	1922 - 1980	59	54	3	1	53	5.053
8	DOMINANTE	1956 - 1977	22	22			22	3.951
9	DUMAUZE	1962 - 1975	14	14			14	5.188
10	MORNE DES CADETS	1921 - 1980	60	59	1		58	2.981
11	MORNE ROUGE (Gend.)	1963 - 1980	18	16			16	4.100
12	MORNE VERT (Maison Forestière)	1962 - 1980	19	19	1	6	13	1.548
13	POINTE DES NEGRES	1956 - 1980	25	23	2	2	19	1.616
14	PRECHEUR (Phare)	1928 - 1980	53	36	2		26	1.384
15	SAINT PIERRE (Mon.)	1950 - 1965	16	16	1		15	2.024
16	SIGNARDY	1955 - 1972	18	18	3		17	4.236
17	TERREVILLE	1964 - 1980	17	17		1	13	2.244
18	GRAND FOND	1922 - 1950	29	27	3		23	2.802

### V.3 - Analyse des pluies

#### V.3.1 - Etablissement de la carte des isohyètes inter-annuelles

La carte des isohyètes inter-annuelles 1920-1980 a été établie à partir des 18 stations pluviométriques réparties sur le versant Ouest du massif des Pitons du Carbet

Compte tenu de l'orographie de ce secteur, et de la densité faible du réseau pluviométrique, notamment à proximité de la zone étudiée, il y a fort peu de chance que les isohyètes tracées et reproduites sur la figure 4, représente l'allure réelle de la répartition spatiale des pluies. Aussi, nous avons tracé les isohyètes inter-annuelles en prenant comme équidistance 500 mm, soit la gamme 1.000 - 1.500 - 2.000 - 2.500 - 3.000 - 3.500 - 4.000 - 5.000 mm.

L'examen de la carte des isohyètes interannuelles montre que la tête du bassin versant reçoit encore 3.700 mm de pluie, voire plus, alors que le littoral est faiblement arrosé (moins de 1.100 mm). Le pluviomètre de Grand Fond, situé sur le bassin versant reçoit une pluie interannuelle voisine de 2.800 mm.

#### V.3.2 - Calcul de la lame d'eau moyenne tombée sur le bassin ou hauteur moyenne théorique des précipitations.

La lame d'eau moyenne tombée sur le bassin se calcule d'après les isohyètes et le volume du "relief pluviométrique" que représentent ces dernières (fig. 5).

Les surfaces comprises entre deux isohyètes sont affectées de la demi-somme des isohyètes. Les éléments du calcul sont reportés dans le tableau suivant :

Isohyètes en mm	Superficie partielle du bassin versant km <sup>2</sup>	Hauteur moyenne des précipitations - (mm)	volume total annuel en milliers de m <sup>3</sup>
1.000 - 1.500	2,228	1.250	2.785
1.500 - 2.000	1,272	1.750	2.226
2.000 - 2.500	1,932	2.250	4.347
2.500 - 3.000	1,320	2.750	3.630
3.000 - 3.500	0,864	3.250	2.808
3.500 - 3.750	0,664	3.625	2.407
TOTAL	8,280		18.203
Hauteur moyenne annuelle des précipitations			
$\frac{18.203}{8,28} = 2.197 \text{ mm}$			

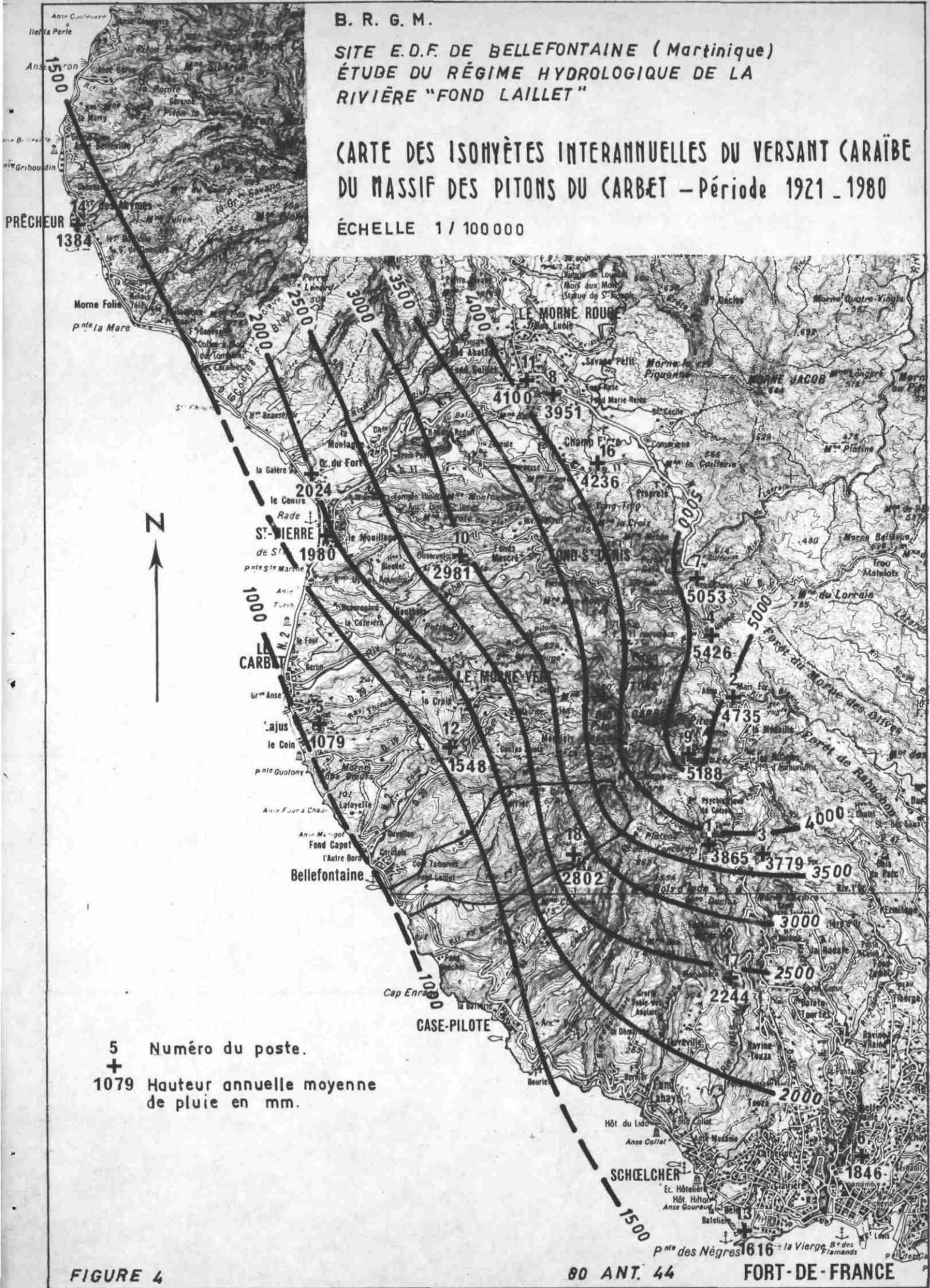
TABLEAU 3 : Calcul de la lame d'eau moyenne annuelle tombée sur le bassin versant de la rivière Fond Laillet (BELLEFONTAINE)

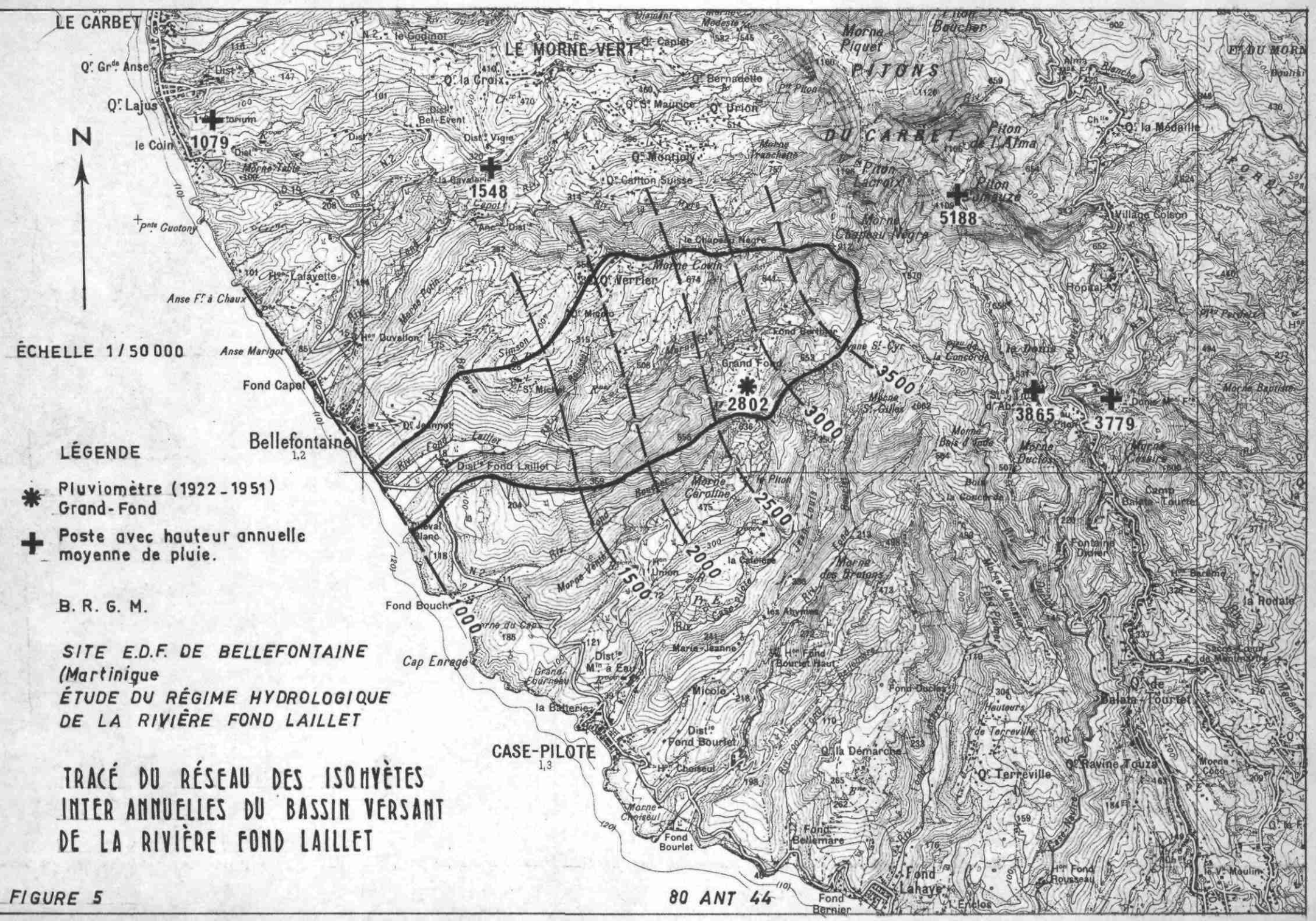
B. R. G. M.

SITE E.D.F. DE BELLEFONTAINE (Martinique)  
ÉTUDE DU RÉGIME HYDROLOGIQUE DE LA  
RIVIÈRE "FOND LAILLET"

CARTE DES ISOHYÈTES INTERANNUELLES DU VERSANT CARAÏBE  
DU MASSIF DES PITONS DU CARBET - Période 1921-1980

ÉCHELLE 1 / 100 000





ÉCHELLE 1/50 000

LÉGENDE

- \* Pluviomètre (1922-1951)  
Grand-Fond
- + Poste avec hauteur annuelle  
moyenne de pluie.

B. R. G. M.

SITE E.D.F. DE BELLEFONTAINE  
(Martinique)  
ÉTUDE DU RÉGIME HYDROLOGIQUE  
DE LA RIVIÈRE FOND LAILLET

TRACÉ DU RÉSEAU DES ISOHYÈTES  
INTER ANNUELLES DU BASSIN VERSANT  
DE LA RIVIÈRE FOND LAILLET

FIGURE 5

80 ANT 44

La hauteur moyenne théorique des précipitations tombées sur le bassin s'obtient dès lors en faisant le rapport du volume total annuel tombé sur la superficie du bassin. Elle est pour le bassin versant de la rivière Fond Laillet de 2.197 mm.

V.3.3 - Répartition statistique des hauteurs de pluie journalière

Généralités

L'étude de la répartition statistique des pluies ne peut se faire que sur les stations de longue durée ayant un grand nombre d'année de relevés journaliers exploitables. Elle se fait par ajustement de différentes lois aux échantillons de hauteur journalière.

L'ajustement des lois est fonction de l'altitude de la station. L'étude de synthèse réalisée par l'ORSTOM, montre que la loi de Goodrich convient mieux à la majorité des stations de basse altitude.

Travaux réalisés

Nous avons repris les lois et les hauteurs de précipitations journalières données par l'ORSTOM pour différents temps de retour (période antérieure à 1972). Nous avons relevés sur les fiches et copies des hauteurs des pluies journalières communiquées par la Météorologie Nationale, les hauteurs journalières correspondant au temps de retour :

1 an - 2 ans - 5 ans - 10 ans - 20 ans - 50 ans - 100 ans.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous; Pour chaque station, nous donnons les hauteurs de pluies estimées par ajustement pour les différents temps retour, et le nombre de fois que ces valeurs ont été dépassées dans l'échantillon étudié. Elles ont permis le tracé des lignes d'é-gales hauteurs journalières de pluie de récurrence, 1 - 5 - 10 et 100 ans (fig. 6 à 10).

Stations	N ans	1 fois par an	1 fois en 2 ans	1 fois en 5 ans	1 fois en 10 ans	1 fois en 20 ans	1 fois en 50 ans	1 fois en 100 ans
Balata la Donis	38	107 (31)	127 (13)	154 (4)	176 (3)	199 (4)	231 (1)	257 (2)
Carbet Sana	26	75.7 (18)	95 (10)	123 (6)	147 (4)	173 (1)	209 (0)	239 (0)
Desaix	45	87.6 (33)	108 (13)	138 (11)	163 (3)	190 (3)	228 (3)	259 (2)
Morne des Cadets	49	84.6 (45)	99 (20)	119 (7)	134 (6)	150 (5)	172 (2)	189 (2)
Prêcheur	26	85.3 (24)	109 (8)	145 (4)	177 (1)	212 (0)	262 (0)	305 (0)
Deux Choux	8	137	164	206	242	282	342	393

TABLEAU 4 - Précipitations journalières en mm pour différents temps de retour  
 107 : valeur estimée à partir des courbes d'ajustement  
 (16) : nombre de dépassement observé.

B. R. G. M.

SITE E.D.F. DE BELLEFONTAINE (Martinique)  
ÉTUDE DU RÉGIME HYDROLOGIQUE DE LA  
RIVIÈRE "FOND LAILET"

COURBES D'ÉGALES HAUTEURS JOURNALIÈRES

Réurrence : 1an

ÉCHELLE 1 / 100 000



5 Numéro du poste.

+

76 Hauteur journalière de pluie en mm

FIGURE 6

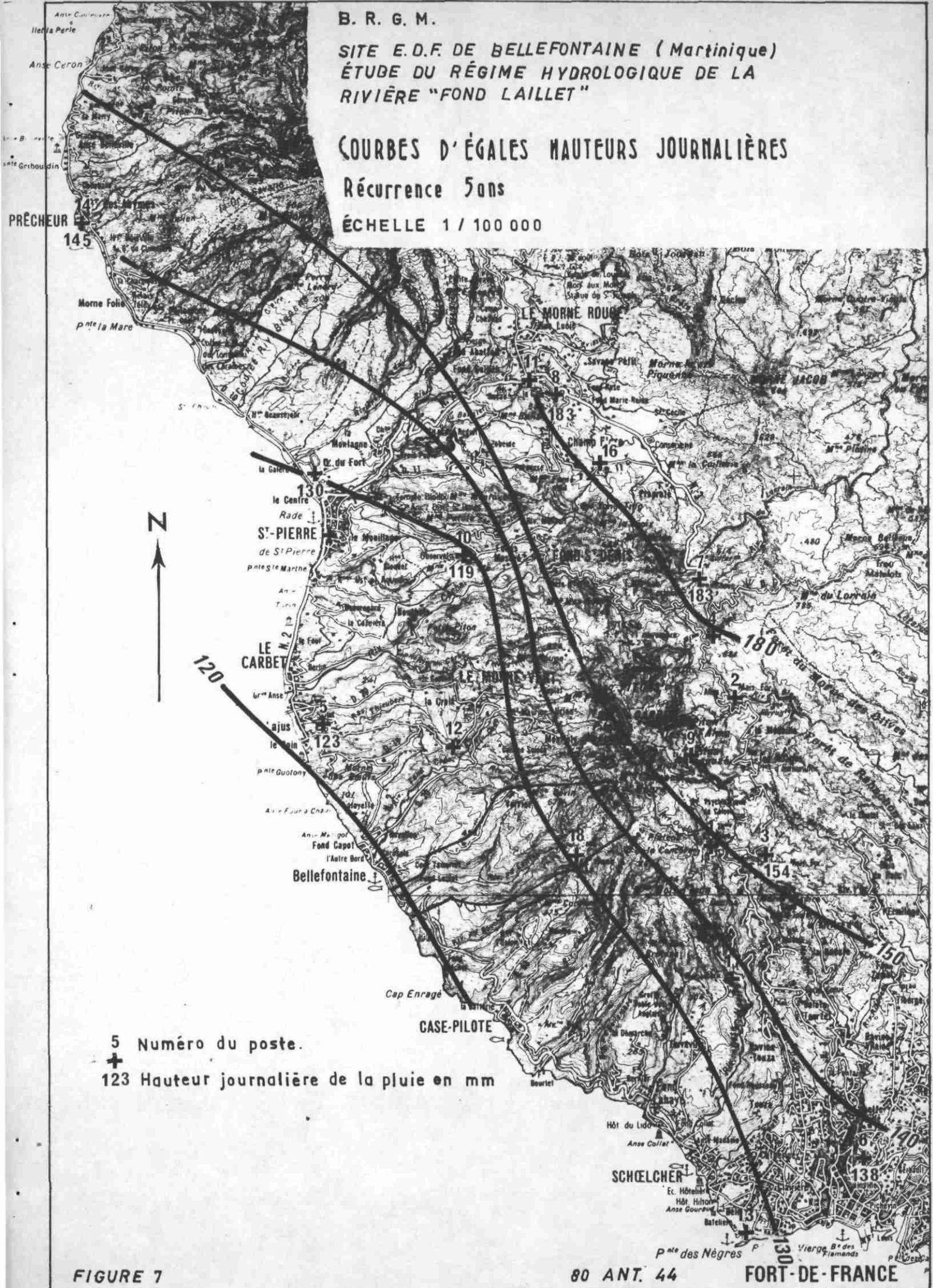
B. R. G. M.

SITE E.D.F. DE BELLEFONTAINE (Martinique)  
ÉTUDE DU RÉGIME HYDROLOGIQUE DE LA  
RIVIÈRE "FOND LAILET"

COURBES D'ÉGALES HAUTEURS JOURNALIÈRES

Récurrence 5ans

ÉCHELLE 1 / 100 000



5 Numéro du poste.  
+  
123 Hauteur journalière de la pluie en mm

FIGURE 7

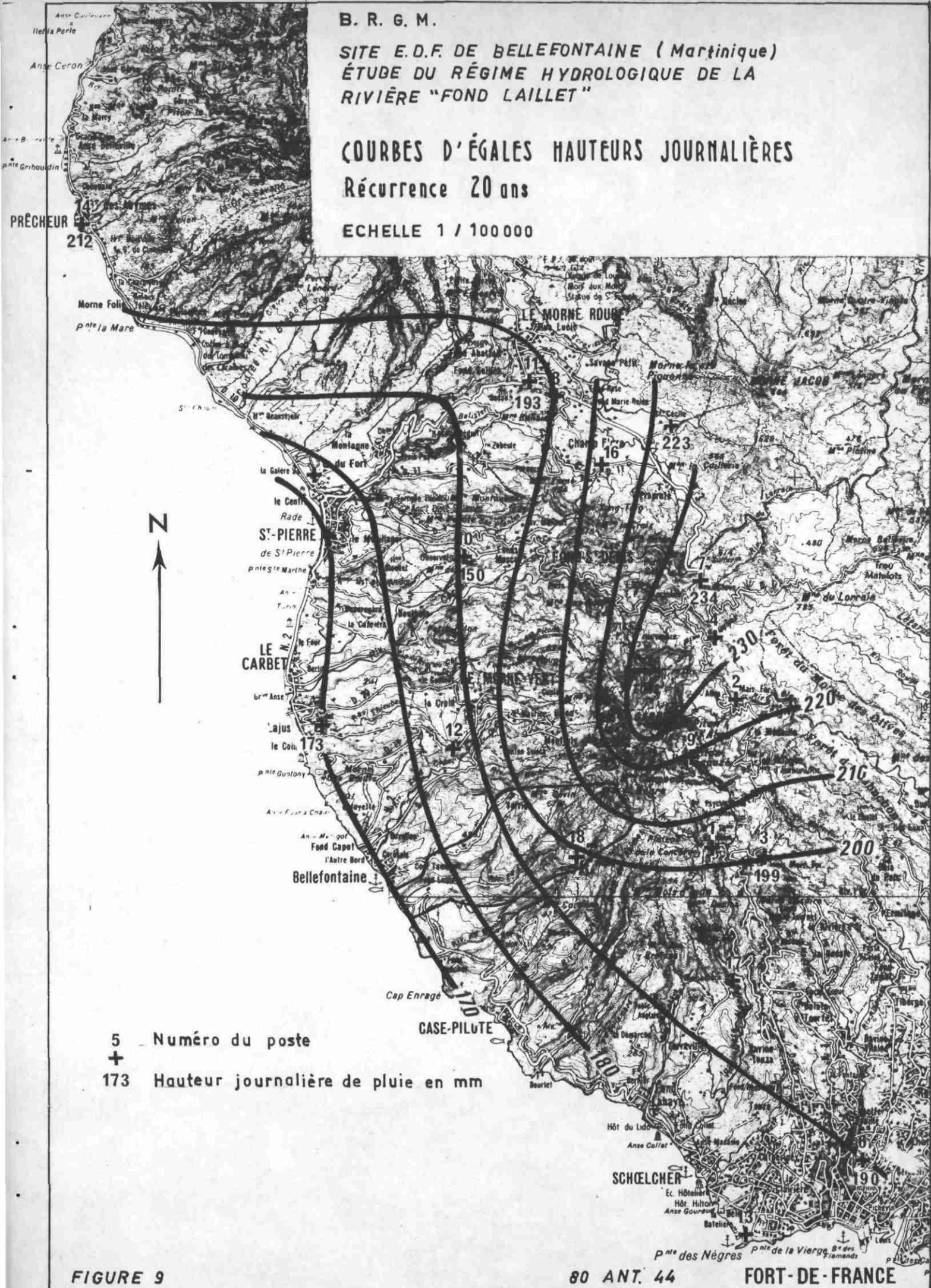


B. R. G. M.

SITE E.D.F. DE BELLEFONTAINE (Martinique)  
ÉTUDE DU RÉGIME HYDROLOGIQUE DE LA  
RIVIÈRE "FOND LAILLET"

COURBES D'ÉGALES HAUTEURS JOURNALIÈRES  
Récurrence 20 ans

ECHELLE 1 / 100 000



5 - Numéro du poste  
+  
173 Hauteur journalière de pluie en mm

FIGURE 9

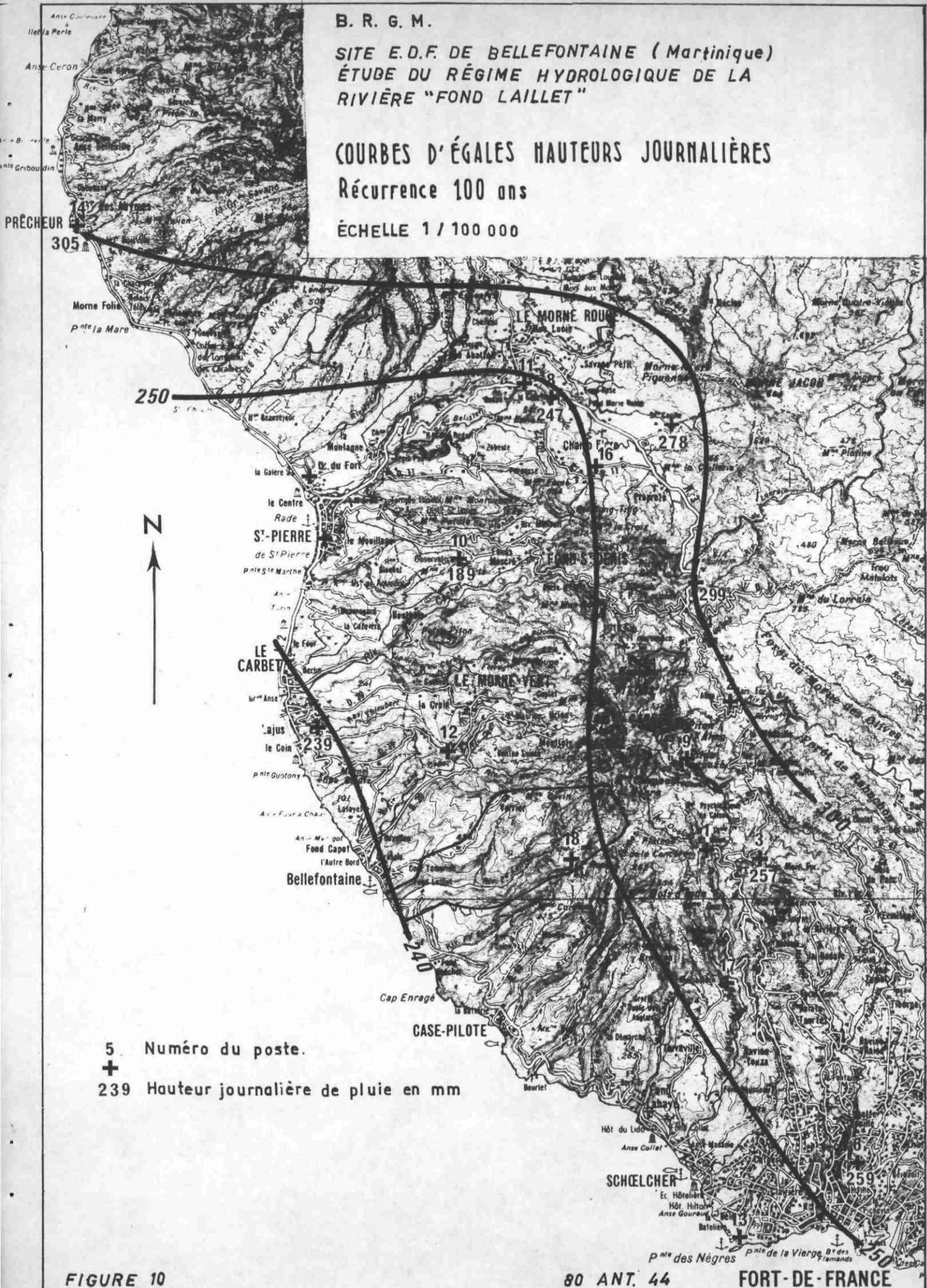
B. R. G. M.

SITE E.D.F. DE BELLEFONTAINE (Martinique)  
ÉTUDE DU RÉGIME HYDROLOGIQUE DE LA  
RIVIÈRE "FOND LAILLET"

COURBES D'ÉGALES HAUTEURS JOURNALIÈRES

Récurrance 100 ans

ÉCHELLE 1 / 100 000



5 Numéro du poste.

+ 239 Hauteur journalière de pluie en mm

FIGURE 10

Nous n'avons pas pu, pour les raisons citées précédemment (parag. V.2.2) introduire l'ajustement des valeurs pour le pluviomètre de Grand Fond.

V.3.4 - Répartition statistique des intensités d'averses ponctuelles

L'étude des relations des intensités d'averses en fonction de leur durée et de leur fréquence, a été faite par l'ORSTOM sur six postes pluviométriques où était disponible une information pluviographique suffisante. La généralisation des résultats, a conduit l'ORSTOM a proposé comme formule liant la hauteur (H) de la pluie tombée pendant le temps (t) et ayant un temps de retour ou récurrence (T)

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

Les paramètres H(1,1), a, b et c ont été obtenus aux six postes étudiés, et l'équation précédente s'exprime ainsi :

- au vent avec une pluie moyenne annuelle supérieure à 3.500 mm

$$H(t, T) = 55 t^{0,35} T^{0,25} \quad (1)$$

- au vent avec une pluie moyenne annuelle comprise entre 2.500 mm et 3.500 mm et sous le vent avec plus de 2.500 mm.

$$H(t, T) = 50 t^{0,30} T^{0,25} \quad (2)$$

- pluie moyenne annuelle inférieure à 2.500 mm

$$H(t, T) = 45 t^{0,27} T^{0,25} \quad (3)$$

Nous avons obtenu pour le pluviomètre de Grand Fond les valeurs consignées dans le tableau ci-dessous :

Station	1 fois par an	1 fois en 2 ans	1 fois en 5 ans	1 fois en 10 ans	1 fois en 20 ans	1 fois en 50 ans	1 fois en 100 ans
Grand Fond	130	154	194	231	274	345	410
Hauteur moyenne annuelle (2802mm)							
Hauteur moyenne annuelle sur l'ensemble du B.V. Fond Laillet (2.197 mm)	106	126	159	189	224	282	336

TABLEAU 5 - Précipitations journalières en mm, calculées d'après les formules (2) et (3) (établies par ORSTOM 1976)

Les valeurs ainsi calculées comparées à celles obtenues par ajustement des séries pluviométriques des postes avoisinants, montrent une nette surestimation de ces premières. Aussi, nous avons estimé les précipitations journalières, en l'absence du traitement statistique des données du poste de Grand Fond, à partir des courbes d'égales hauteurs de précipitations pour des récurrences 1, 2, 5, 10, 20, 50 et 100 ans tracées d'après l'ajustement de différents postes pluviométriques (fig. 6 à 10).

Temps de récurrence	1 an	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
Hauteur en mm	85	105	130	150	190	220	250

Par comparaison avec les isohyètes du cyclone Dorothy, on se rend compte qu'en tête de bassin, la pluviométrie ponctuelle journalière était voisine sinon égale à la pluie journalière centennale (fig. 11). Les pluies accompagnant le cyclone David (1979) avait une fréquence biannuelle.

-----

B. R. G. M.

SITE E.D.F. DE BELLEFONTAINE (Martinique)  
ÉTUDE DU RÉGIME HYDROLOGIQUE DE LA  
RIVIÈRE "FOND LAILLET"

ISOHYÈTES DU CYCLONE DOROTHY (21 Août 1970)

Pluie tombée en mm en 24 heures

ÉCHELLE 1 / 100 000

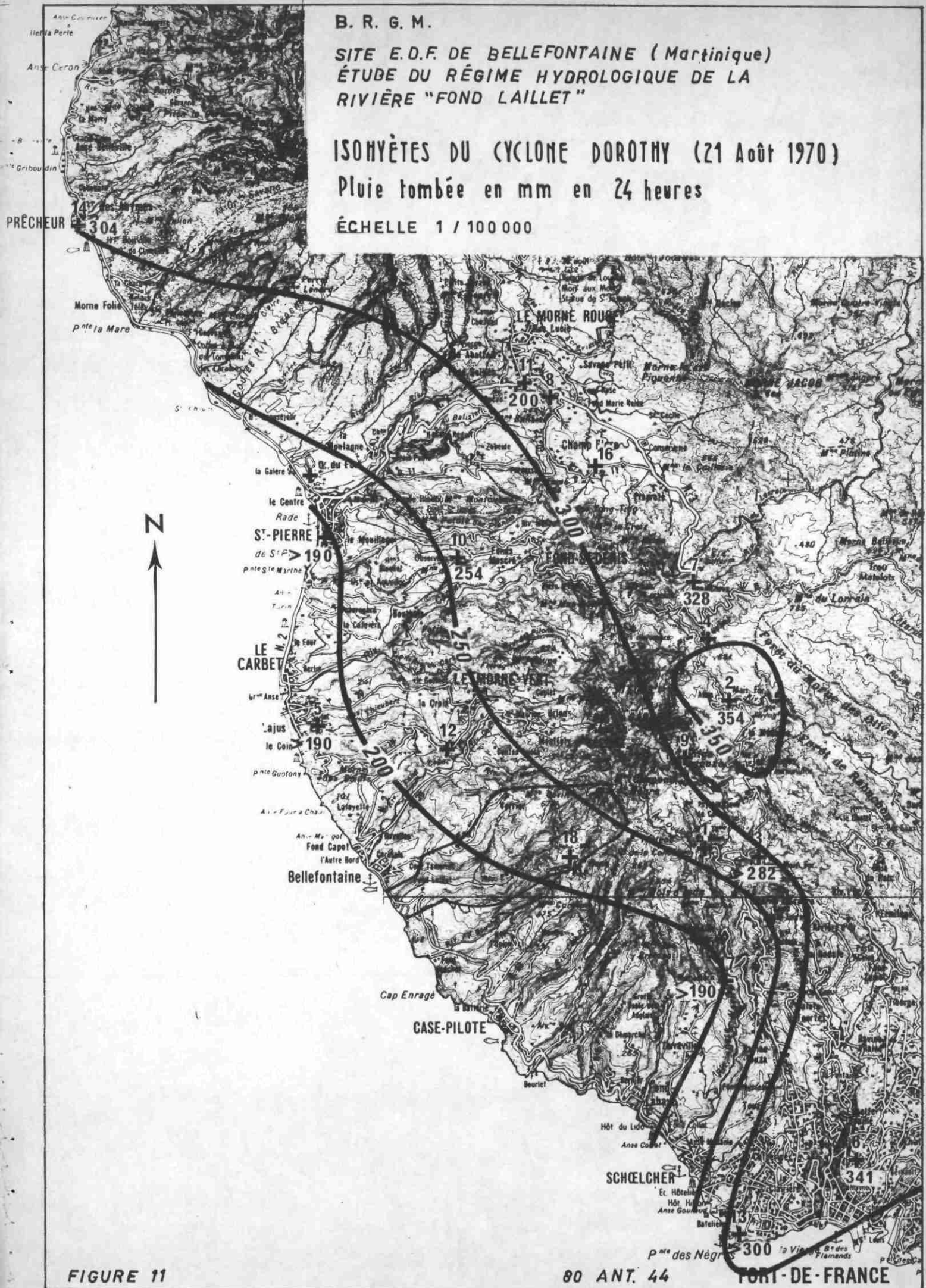


FIGURE 11

## VI. REGIME HYDROLOGIQUE DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIERE FOND LAILLET

### VI.1 - Recensement des inondations anciennes

Nous avons procédé auprès de la population et de la Mairie de Bellefontaine à une enquête en vue d'estimer les dégâts occasionnés par les inondations liées au chute de pluie accompagnant les cyclones ayant sévi en Martinique au cours des 20 dernières années.

Parallèlement, nous avons reconnu le lit de la rivière Fond Laillet afin de rechercher les "laisses" des crues anciennes et les changements de lit de la rivière.

Les cyclones Edith (1963), Beulah (1967), Dorothy (1970), David (1979), et Allen (1980) provoquèrent toutes les crues importantes de la rivière Fond Laillet.

L'élément déterminant dans l'importance des dégâts occasionnés par les crues cycloniques se révèle être le pont de la rivière Fond Laillet. Avant 1967, son tirant d'air, était inférieur à 1 m. Le nouveau pont construit en 1977 a un tirant d'air de 2 m environ.

Le débit solide des crues antérieures à 1977 avait tendance à colmater le passage sous le pont d'où les inondations importantes de Beulah et de Dorothy.

#### Avant 1977

Les cyclones Beulah et surtout Dorothy provoquèrent des crues importantes qui occasionnent :

- l'inondation du terrain E.D.F. sous 30 à 50 cm d'eau.
- l'inondation de la route.
- l'inondation du stade.

Nous avons également constater à 200 m en amont du pont à un petit changement de lit de la rivière (cyclone Dorothy).

L'inondation du terrain E.D.F. et le recouvrement de la route par les eaux de la rivière en crue était principalement le fait du colmatage du passage sous le pont.

#### Après 1977-

Le cyclone David a sévi en 1979, après la construction du pont. La crue occasionnée par d'importantes chutes de pluie, certes moins importantes que celles accompagnant Dorothy, a provoqué :

- l'inondation de la route a proximité du pont.
- l'inondation du stade.
- recouvrement du terrain EDF par 20 ou 30 cm d'eau.

La crue de la rivière provoquée par les chutes de pluie accompagnant le cyclone Allen n'a occasionné aucune inondation.

Le passage des cyclones ou dépressions tropicales s'accompagne souvent d'une mer forte et houleuse. L'enquête réalisée auprès de la population indique que les vagues des 2 derniers cyclones (David et Allen) détruisirent la clôture du stade la plus proche du rivage, et remontèrent sur la route nationale traversant le bourg de Bellefontaine. Aucune marée cyclonique n'a été observée, aussi loin que nous ayons pu remonter dans les souvenirs des habitants de Bellefontaine.

Les chutes de pluie, et le maximum d'amplitude des vagues ne sont pas synchrones au cours du passage du cyclone, pour les uns, c'est avant ou après le passage de l'oeil du cyclone, pour les autres, c'est pendant le passage du cyclone. Aussi, leurs effets ne s'ajoutent pas totalement.

Il est difficile de prévoir l'interaction de ces deux phénomènes, mais à priori, et compte tenu de l'enquête auprès de la population, nous pouvons raisonnablement penser que la présence d'une mer forte n'entrave pas ou presque pas l'écoulement des eaux de la rivière Fond Laillet lors des crues. Si tel n'était pas le cas, l'inondation se ferait principalement dans la zone la plus basse, donc sur le stade et à proximité de celui-ci.

x

x x

## VI.2 - Mesures de débit réalisées sur la rivière Fond Laillet

Rappelons tout d'abord que le bassin versant étudié n'est équipé d'aucune station hydrométrique. Seuls quelques jaugeages ont été effectués en 1973 au cours de l'étiage sévère ayant alors sévi en Martinique.

De plus, le service hydrologique de l'ORSTOM effectue depuis 6 ans des mesures d'étiage de la rivière Fond Laillet en deux points : station amont à la cote + 350 m NGM, station aval + 50 m NGM.

Les débits moyens pluriannuels montrent une importante infiltration entre ces 2 stations. Le déficit d'écoulement, qui est dans ce cas précis pratiquement égal à l'infiltration, est voisin de 50 m<sup>3</sup>/h.

x

x x

## VI.3 - Prédétermination du débit de pointe de crue

### VI.3.1 - Généralités

Les nombreuses études menées par des hydrologues, statisticiens et ingénieurs n'ont pas pour autant abouti, à une méthode, universellement admise, pour la prédétermination du débit maximum d'une crue à prendre en compte pour l'établissement d'un projet.

Les différentes formules et méthodes utilisées permettent d'exploiter rationnellement telle ou telle donnée. Telle méthode est basée sur le débit des grandes crues historiques, d'autre utilise les caractéristiques principales du bassin versant.

Cette dernière méthode a conduit à l'établissement de formules empiriques palliant l'absence d'observations hydrométriques sur la rivière étudiée. Les formules sont basées sur l'analyse statistique des données recueillies sur les bassins versants analogues.

### VI.3.2 - Abaque mis au point par l'ORSTOM en 1972

L'analyse des débits de pointe de crue de fréquence donnée réalisée en 1972 par l'ORSTOM prenait en compte six rivières situées dans le Centre et le Nord de la Martinique, c'est-à-dire dans une position géographique identique à celle occupée par le bassin versant de la rivière Fond Laillet.

Les débits de pointe de crue, pour les six rivières étudiées, exprimés en valeurs spécifiques (m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>) ou en débit adimensionnel (en divisant les débits par la valeur qui affecte le temps de récurrence 1 an) ont permis de mettre au point un abaque. Cet abaque détermine le débit de pointe de crue de fréquence donnée par le biais d'une relation entre la superficie du bassin et son débit spécifique annuel (P13).

$$Q_T = C \times q \times S$$

C : coefficient multiplicateur du débit spécifique annuel

q : débit spécifique (m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup>)

S : superficie du bassin versant (km<sup>2</sup>).

L'application de la formule donne les valeurs consignées dans le tableau ci-dessous.

Temps de récurrence	0,25	0,5	1	2	5	10	20	50	100
coefficient multiplicateur adimensionnel	0,475	0,68	1	1,44	2,18	2,76	3,50	4,47	
débit de pointe en m <sup>3</sup> /s	18	26	38	55	83	105	133	170	201

### VI.3.3 - Formule faisant intervenir la fréquence des crues

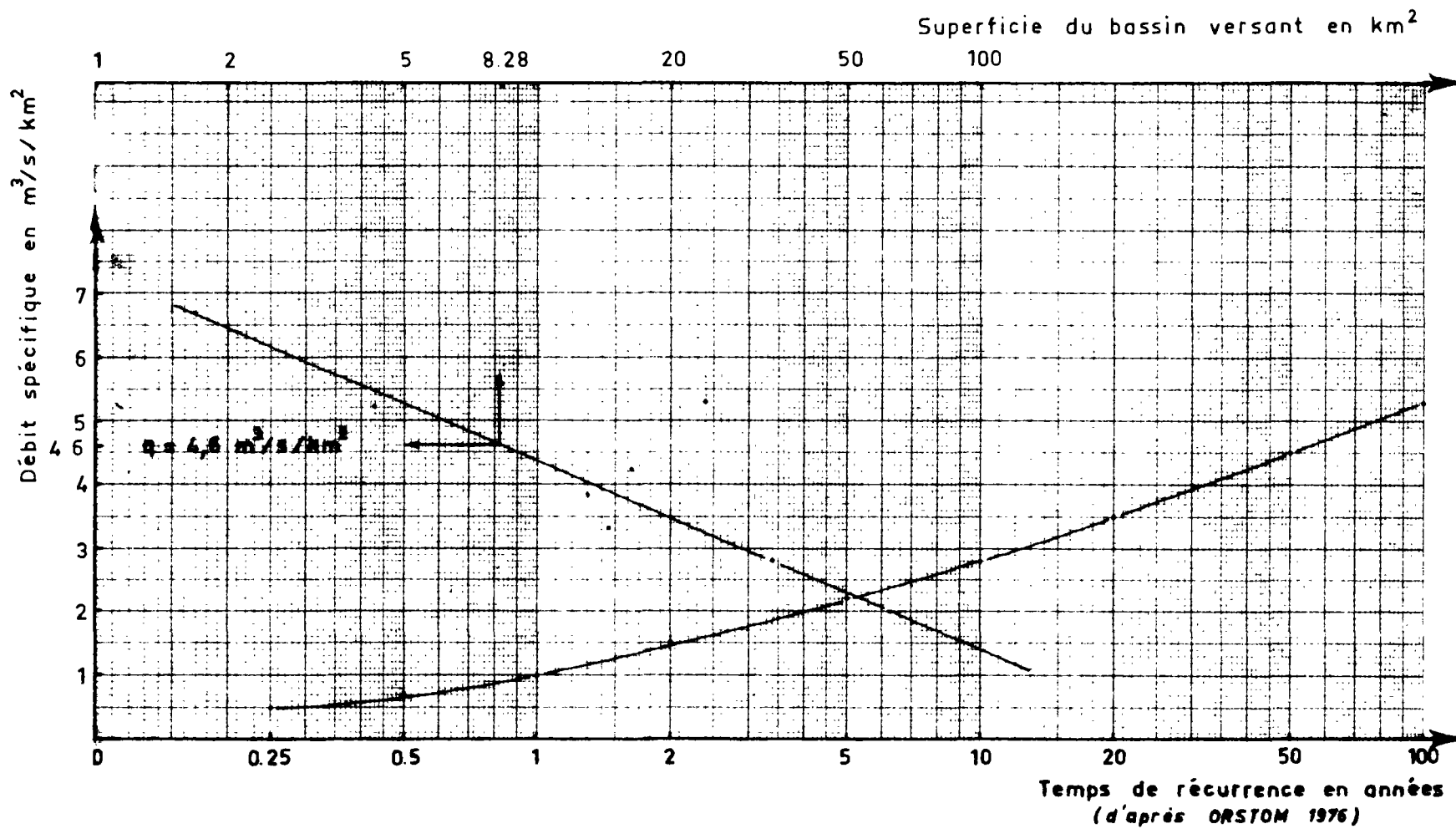
La formule qui fait intervenir la notion de fréquence a été introduite dès 1913 par Fuller. Cette formule a été reprise par la SOGREAH en 1971, après l'étude provisoire menée sur 10 sites de rivières situés dans la moitié Nord de la Martinique ; elle est de la forme

$$Q_{100} = A \times S^\alpha$$

$$\text{ou } \log Q_{100} = \log A + \alpha \log S$$

dans laquelle S est la surface,  $\alpha$  coefficient constant pour des superficies comprises entre 1 et 70 km<sup>2</sup>, A dépend du relief et principalement de la proportion

DÉTERMINATION DU DÉBIT DE POINTE  $Q = C q S$



de pente  $\pi$  supérieure à 20 %.

La loi de variation de A en fonction de  $\pi$  obtenu à partir des bassins connus est la suivante :

$$\log A = 1,06 + 0,46 \pi$$

$$\text{d'où } \log Q_{100} = 0,82 \log S + 1,06 + 0,46 \pi$$

Nous pouvons passer du débit centennal au débit décennal ou cinquanteennal en utilisant les formules de réduction données par la SOGREAH.

$$Q_{10} = 0,53 Q_{100}$$

$$Q_{50} = 0,83 Q_{100}$$

La proportion  $\pi$  de pente supérieure à 20 % pour le bassin versant de Fond Laillet est voisin de 95 %. La superficie de ce dernier est de 8,28 km<sup>2</sup>. En appliquant les formules ci-dessus, nous obtenons les valeurs suivantes :

:	:	:	:	:
:	temps de récurrence	: 10 ans	: 50 ans	: 100 ans
:	-----	-----	-----	-----
:	débit de pointe en m <sup>3</sup> /s	: 94	: 148	: 178
:	:	:	:	:

#### VI.3.4 - Comparaison des résultats obtenus par application des deux formules

Nous pouvons constater que les débits de pointe de crue, pour des temps de récurrence de 10, 50 et 100 ans, obtenus suivant les deux méthodes sont comparables et ne diffèrent que de 10 % environ. Aussi, nous pouvons donc considérer le débit de pointe de crue de fréquence 100 ans est compris dans la fourchette 180-200 m<sup>3</sup>/s.

Par ailleurs, la nature géologique du bassin versant favorise une infiltration importante des eaux de ruissellement. Le déficit d'écoulement superficiel dû à l'infiltration atténuera sensiblement le débit de pointe, seules des mesures sur le terrain permettraient de chiffrer dans quelle proportion.

x

x x

#### VI.4 - Prédétermination de l'hydrogramme de crue de la rivière Fond Laillet

Les études menées par l'ORSTOM sur 10 stations limnigraphiques situées dans le Nord et le Centre de la Martinique permettent de déterminer à l'heure actuelle la forme de la crue d'une rivière dont les débits n'ont pas été observés mais dont on connaît les caractéristiques physiques du bassin versant.

##### VI.4.1 - Méthode utilisée

Elle est celle de l'hydrogramme standard. La courbe de montée est assimilée à une droite et la courbe de décrue à une fonction analytique. A la suite de quoi la forme de la crue est caractérisée par trois paramètres qui sont :

.../...

- temps de montée :  $T_m$
- temps de décrue :  $a$
- coefficient d'ajustement de la courbe analytique :  $b$

La courbe de décrue adoptée, après différents ajustements est de la forme hyperbolique

$$Q = Q_0 \frac{a - t}{a + bt} \quad \text{où} \quad \begin{array}{l} Q_0 = \text{débit maximal de ruissellement} \\ t = \text{temps décompté à partir de la} \\ \text{pointe de crue.} \end{array}$$

Le volume de ruissellement a pour expression

$$V = Q_0 \left\{ \frac{1}{2} T_m + \frac{a}{b} \left( \frac{b+1}{b} \log(b+1) - 1 \right) \right\}$$

Le rapport du débit maximal de ruissellement au volume de ruissellement a pour dimension un temps  $\theta$

$$\theta = \frac{1}{2} T_m + \frac{a}{b} \left( \frac{b+1}{b} \log(b+1) - 1 \right)$$

Le traitement des 10 stations a permis d'établir un abaque, dont les axes portent les échelles de superficie des bassins versants, la valeur de  $a$ , de la valeur de  $b$  et de la valeur de  $T_m$  (Pl.4).

#### VI.4.2 - Application au bassin versant étudié

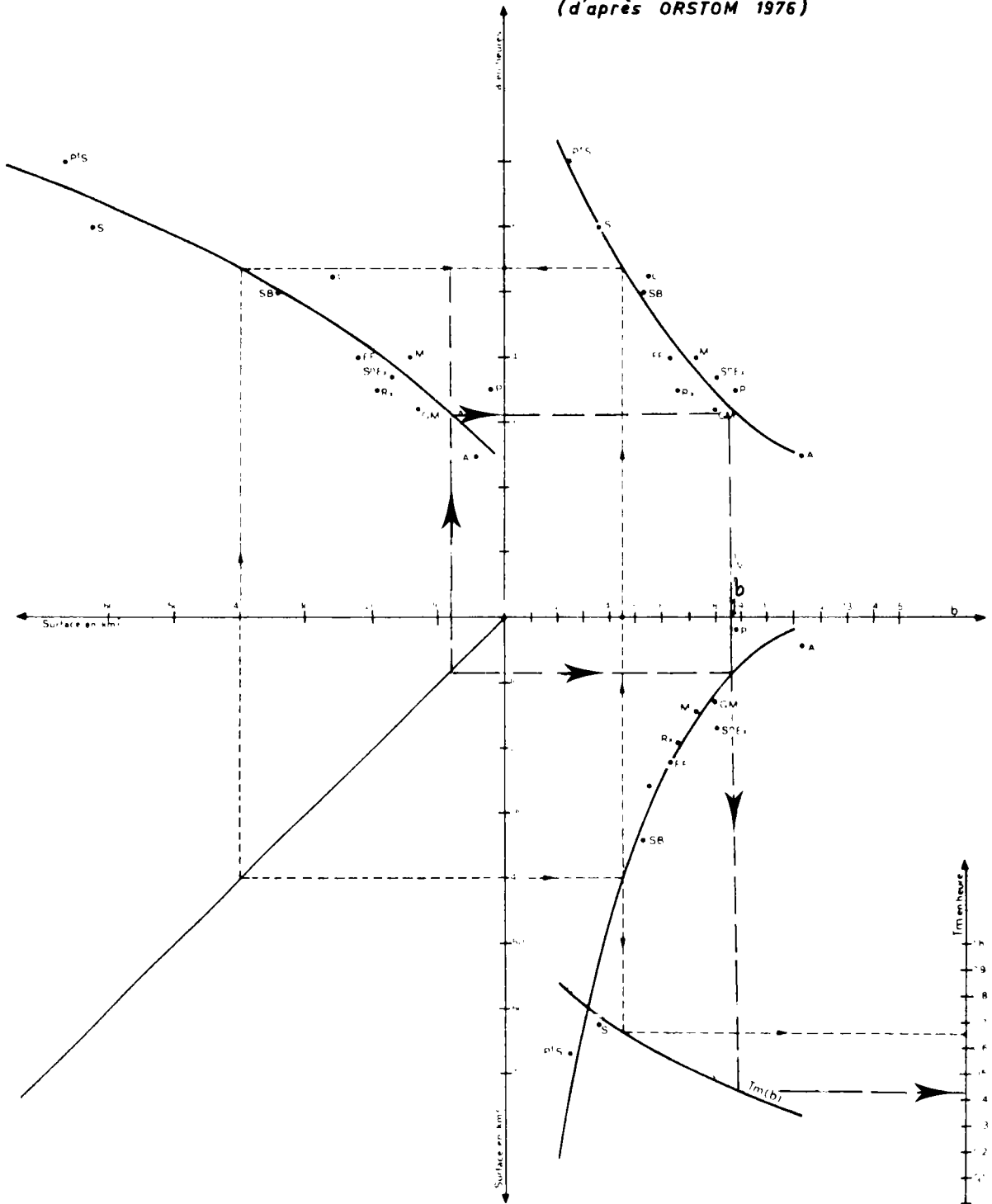
La forme de la crue de la rivière Fond Laillet a été définie grâce à cet abaque. Les valeurs fournies par l'abaque conduisent à une forme de crue voisine de celle fournie par les enregistrements réalisés sur le terrain, pour des bassins versants comparables.

$a$ (heure)	: 3,1
$b$	: 8,6
$T_m$ (heure)	: 0,425 soit 25 minutes environ.

-----

# Variations des paramètres de forme des crues avec la superficie des bassins versants

(d'après ORSTOM 1976)



## VII. C O N C L U S I O N

Le bassin versant de la rivière Fond Laillet appartient à cette catégorie de bassins montagneux allongés qui descendent sur la côte "sous le vent" du massif des Pitons du Carbet. En dehors de quelques affleurements de lave massive, émise par le système volcanique du Morne Jacob, la majorité des terrains est composée de brèches, de lahars présentant une grande porosité.

La rivière Fond Laillet n'a fait l'objet d'aucun suivi hydrométrique, à l'exception de quelques jaugeages effectués en période d'étiage ; seul le pluviomètre de Grand Fond, qui a fonctionné de 1922 à 1950 est situé sur son bassin versant, c'est dire, le peu d'information que nous avons pu recueillir. De plus, pour des raisons de capacité de lecture de bandes magnétiques, nous n'avons pas pu jusqu'à ce jour obtenir les précipitations journalières du poste de Grand Fond. Aussi, les valeurs des précipitations données pour des temps de retour de 1, 2, 5, 10, 20, 50 et 100 ans ont-elles été obtenues par calcul à partir des formules proposées par l'ORSTOM.

La comparaison valeur calculée - valeur obtenue à partir des courbes d'égales hauteurs journalières de récurrence, 1, 5, 10 et 100 ans tracées pour les postes dont les valeurs ont été ajustées suivant une loi statistique montre une surestimation très nette des valeurs calculées. Nous ne pourrions obtenir les hauteurs de pluie journalière de récurrence variable, qu'à partir du traitement statistique des pluies de la station de Grand Fond. Ce traitement fera l'objet d'une note, dès que nous pourrions entrer en possession de ces données.

Les principales caractéristiques physiques, pluviométriques et hydrométriques du bassin versant étudié sont récapitulées ci-après :

Superficie du B.V.	:	8,28 km <sup>2</sup>
Périmètre	:	13,80 km
Altitude moyenne	:	400,00 m
Altitude maximale	:	912,00 m
Pente moyenne	:	144 ‰
Hauteur lame d'eau inter- annuelle tombée	:	2.200 mm

Tableau : Hauteurs journalières en mm sur B.V. obtenues d'après estimation d'ajustement de différents postes pluviométriques.

: temps de : récurrence	: 1 an	: 2 ans	: 5 ans	: 10 ans	: 20 ans	: 50 ans	: 100 ans
: -----	: -----	: -----	: -----	: -----	: -----	: -----	: -----
: Hauteur : en mm	: 85	: 105	: 130	: 150	: 190	: 220	: 250
: -----	: -----	: -----	: -----	: -----	: -----	: -----	: -----

Débit **p**ointe de crue centennale = 180 à 200 m<sup>3</sup>/s.

.../...

L'infiltration importante notée lors des jaugeages d'étiage, et la nature géologique du bassin versant (forte perméabilité) permettent de penser que la pointe de crue centennale serait plus proche de 180 m<sup>3</sup>/s, voire moins.

Les paramètres définissant fidèlement les crues du bassin de la rivière Fond Laillet sont les suivants :

Temps de montée      Tm = 25 minutes  
Temps de décrue      a = 3 heures

L'enquête réalisée auprès de la population de Bellefontaine a montré que les crues cycloniques récentes (David et Allen) provoquèrent des dégâts moins importants que celles liés au passage des cyclones Dorothy ou Beulah. Ceci est dû à la construction d'un nouveau pont en 1977 ayant un tirant d'air voisin de 2 m.

Alors que les pluies liées au passage d'Allen n'occasionnent aucune inondation notable, celles de David provoquèrent :

- l'inondation du terrain EDF sur 30 cm d'eau
- l'inondation du stade
- l'inondation de la RN.2, notamment au voisinage du pont et du stade.

Par ailleurs, l'enquête n'a pu prouvé l'existence de marées cycloniques au cours de ces 20 dernières années. Les vagues des cyclones David et Allen endommagèrent la clôture du stade, et la RN.2 au sein du Bourg situé à la cote + 2 NGM.

=====

ANALYSE PHYSICO CHIMIQUE D'EAU

TYPE I

DEMANDEUR : B. R. G. M.  
Lieu de prélèvement : Rivière Fond Laillet - Bellefontaine - Martinique  
Date de prélèvement : 17 Juillet 1980

Examen Physique :

Ph à 25° C ..... 8,2  
Résistivité en ohms cm ..... 4.900  
Turbidité (en gouttes de mastic) ..... 0

Examen chimique sur l'eau décantée :

Titre alcalimétrique complet en CO<sub>3</sub> Ca mg/l ..... : 60  
Dureté total en degré français ..... : 5°6  
Oxygène consommé en milieu alcalin mg/ l O<sub>2</sub> ..... : 0,9  
Résidu sec à 105° mg/l ..... : 145  
Silice en SiO<sub>2</sub> mg/l ..... : 4,5  
Anhydride carbonique libre en mg/l de CO<sub>3</sub> Ca ..... : 0

Analyse chimique sur eau décantée

Cations			Anions		
	mg/l	mé/l		mg/l	mé/l
Calcium	14	0,69	Bicarbonates	73,2	1,2
Magnésium	5,10	0,42	Carbonates	0	0
Ammonium	0	0	Chlorures	24,85	0,7
Sodium	15,4	0,67	Sulfates	0	0
Potassium	1,52	0,04	Nitrates	1,2	0,02
Fer	traces		Nitrites	0,08	0,002
			Phosphates	0	0
			Fluorures	-	-

ANALYSE PHYSICO CHIMIQUE D'EAU

TYPE I

DEMANDEUR : B. R. G. M.  
Lieu de prélèvement : Eau potable - Bellefontaine - Martinique  
Date de prélèvement : 17 Juillet 1980

Examen Physique :

Ph à 25° C ..... 7,5  
Résistivité en ohms cm ..... 5.300  
Turbidité (en gouttes de mastic) ..... 0

Examen chimique sur l'eau décantée :

Titre alcalimétrique complet en CO<sub>3</sub> Ca mg/l ..... : 62  
Dureté total en degré français ..... : 5°8  
Oxygène consommé en milieu alcalin mg/ l O<sub>2</sub> ..... : 0  
Résidu sec à 105° mg/l ..... : 165  
Silice en SiO<sub>2</sub> mg/l ..... : 4,5  
Anhydride carbonique libre en mg/l de CO<sub>3</sub> Ca ..... 3

Analyse chimique sur eau décantée

Cations			Anions		
	mg/l	me/l		mg/l	me/l
Calcium	13,60	0,67	Bicarbonates	75,64	1,24
Magnésium	5,83	0,48	Carbonates	0	0
Ammonium	0	0	Chlorures	17,75	0,50
Sodium	12,58	0,56	Sulfates	0	0
Potassium	2,31	0,06	Nitrates	0,9	0,015
Fer	0	0	Nitrites	0	0
			Phosphates	0,1	0,003
			Fluorures	-	-

Figure	n°	Rés. sec mg/l	$\rho$ ohm/cm	dM	pH
Rivière Fond Laillet	1	145	4900	5.6	8.2
Bellefontaine eau potable	2	165	5300	5.8	7.5

