

DOCUMENTATION

O.R.S.T.O.M.

SERVICE HYDROLOGIQUE

II Y (C) II IE

SUR LES CRUES EXCEPTIONNELLES
EN MARTINIQUE

Application au bassin de la MANZO (2,2 km²)

O. R. S. T. O. M.
HYDROLOGIE
DOCUMENTATION

71578

23 AVR. 1976

O. R. S. T. O. M.
PARIS - FORT-DE-FRANCE
Collection de Référence
Août 1975 n° 38030Hydr

- INTRODUCTION -

Le problème posé était le suivant : Quelles sont les caractéristiques principales (débit maximal, volume écoulé, forme) de la crue de récurrence millénale (ou crue présentant un risque calculé de 5% dans les cinquante premières années de fonctionnement, ou 2% dans les vingt premières années) du bassin de la MANZO (S = 2,2 km²) situé dans la région Sud de la Martinique.

Ce bassin n'ayant fait l'objet d'aucune étude hydrologique de terrain, une première approche du débit de crue maximale probable consistait à utiliser les abaques-enveloppes de crues déterminés pour les pays situés en zones cycloniques.

C'est ainsi que MM. FRANCOU et RODIER (1) ont tracé des abaques basés sur les plus fortes crues observées dans le monde entier. L'abaque se rapprochant le plus des conditions rencontrées en Martinique a pour équation générale : $Q = 100 S^{0,5}$, ce qui nous fournit un débit maximal probable de 148 m³/s. Il faut cependant noter que les auteurs ont établi cet abaque pour des bassins de taille supérieure à 100 km² et avertis du danger conduisant à extrapoler ces courbes vers les petits bassins versants. Pour tenir compte du rôle prépondérant joué par l'intensité des précipitations sur les petits bassins versants, il est possible d'utiliser la relation $Q = 0,28 \times S \times K_r \times i$ (formule de réduction employée notamment en URSS (2) ou avec $K_r = 100\%$ et $i = 250$ mm en une heure (intensité horaire millénale en pays sub-tropicaux), le débit maximal probable est évalué à 154 m³/s.

Une approche plus serrée du problème consiste à utiliser les relations de fréquences régionales (crues et précipitations) lorsque des études hydrologiques de synthèse ont pu être menées à bien. C'est à partir de ces études (3-4-5) effectuées en Martinique principalement dans la région des Pitons, qu'ont pu être évaluées les caractéristiques principales de la crue millénale de la MANZO (6).

La présente note rappelle la démarche effectuée :

- I - Aspects de la distribution statistique des crues en Martinique.
- II- Application au bassin de la MANZO.

Nous devons attirer l'attention sur les points suivants :

- L'étude statistique de référence porte sur un certain nombre de bassins situés dans la région des Pitons, offrant des caractéristiques physiques (dimensions des bassins comprises entre 5 et 100 km²) et climatologiques voisines mais différentes des caractéristiques du bassin de la MANZO. L'échantillon de crues observées sur dix à vingt années comporte un certain nombre de fortes crues d'origines cycloniques ce qui a conduit, notamment en raison de la faible dimension de l'échantillon étudié, à ne pas trancher le problème de l'homogénéité de l'échantillon des crues étudiées ni à chercher l'application mathématique de lois statistiques. De simples lois expérimentales ont été adoptées après avoir estimé la récurrence des plus fortes crues cycloniques.

..../....

L'application au cas de la MANZO entraîne une double extrapolation (sur la récurrence du phénomène et sur la taille du bassin versant). On ne donnera donc pas au terme "millénal" employé par commodité de langage, une signification statistique stricte. Il s'agit de la crue exceptionnelle de récurrence très rare.

- Les caractéristiques de la crue dite "millénale" s'appliquent au bassin en l'état. Les caractéristiques de la crue, après mise en eau de la retenue, pourraient être modifiées du fait, d'une part, de la submersion d'une partie importante du bassin (0,75 km²) ce qui peut conduire à une concentration plus rapide des ondes de crues, en raison de la disposition en cirque de la partie émergée du bassin, d'autre part du laminage introduit par la retenue dont les effets ne pourront être déterminés qu'une fois connus la courbe de remplissage, la nature et la loi de débit de l'évacuateur prévu.

En conclusion, les chiffres fournis correspondent à une estimation raisonnable des caractéristiques de la crue de récurrence très rare du bassin de la MANZO, basée sur les données hydrologiques régionales acquises à ce jour.

Références :

- (1) Essai de classification des crues maximales - J. FRANCOU et J.A. RODIER.
- Symposium AIHS de Leningrad 1967
- Cahier Hydrologie ORSTOM IV.3 - 1967
- (2) D.L. SOKOLOVSKY - Symposium AIHS de Leningrad 1967.
- (3) "Recensement des inondations anciennes aux Antilles Françaises pour la période antérieure à 1950" ORSTOM Fort-de-France 1971
- (4) Synthèse des ressources en eau de surface de la Martinique- (J. GUISSAUFFRE - J.C. KLEIN - F. MONIOD) - ORSTOM PARIS 1975.
- (5) Intensités des averses et formes de crues dans une petite région homogène - (J. GUISSAUFFRE et F. MONIOD) - Cahiers Hydrologie ORSTOM XII-1 - 1975.
- (6) Note sur la crue millénale de la MANZO (2,2 km²) - ORSTOM PARIS - 21 Octobre 1974.

I - Aspects de la distribution statistique des crues en Martinique.

L'observation et l'enregistrement des débits de crues couvrent une période de 11 ans sur la Rivière Blanche à l'ALMA, de 8 ans sur la Lézarde à GROS MORNE, 11 ans sur la Lézarde au SOUDON, 17 ans sur la Capot au SAUT-BABIN, 8 ans sur le Lorrain, etc.... Les échantillons statistiques qu'on peut constituer à partir de ces seules données d'observation sont donc de tailles très réduites et représentent mal la "population" des crues parce que, pendant cette dizaine d'années, trois perturbations de rare et très rare violence se sont manifestées en Martinique. Il est possible, comme on va le voir, d'apprécier ce caractère de rareté, même si l'on ne peut pas lui donner une valeur quantitative précise. Il en résulte que la démarche qui consisterait à ne prendre en compte, dans l'étude statistique des crues, que les événements observés et enregistrés pendant cette courte période, et à pratiquer sur ceux-ci des ajustements mathématiques, aurait toutes chances de conduire à des résultats peu réalistes, et à des valeurs phénoménales des débits de crue.

Le recensement des inondations anciennes en Martinique a fait l'objet d'une enquête menée en 1970, dont les conclusions ne sont pas définitives parce qu'il existe des lacunes dans les documents d'archives et que les investigations n'ont pu être que partielles, mais permettent de dresser la liste des plus fortes inondations survenues depuis 1635 : les dégâts provoqués par ces inondations, relatés par la presse ou les actes administratifs, sont suffisamment importants pour qu'on puisse qualifier ces événements de mémorables. Ils se produisirent en 1687, 1724, 1865 et 1895.

On a alors pu se faire à l'idée qu'un épisode aussi violent que celui de la tempête tropicale DOROTHY (1970), qui crée, c'est compréhensible, une impression de jamais vu, a déjà été atteint ou dépassé un jour ou l'autre depuis 1635 sur les rivières de l'île, à l'exception peut-être de quelques rares d'entre elles. On peut affirmer qu'il serait imprudent de voir dans les plus fortes crues récentes la mesure d'un événement rarissime qu'on aurait toute chance de ne pas voir réapparaître avant très longtemps. Il serait étonnant, d'un autre côté, que de très fortes inondations assez généralisées n'aient pas été mentionnées par quelques chroniqueurs. Nous n'hésitons donc pas à affirmer que les plus fortes crues observées lors du passage de DOROTHY restent rares (2 ou 3 fois atteintes ou dépassées en plus de 3 siècles). Sans surestimer le risque de crue dévastatrice, nous concluons que les plus forts écoulements observés en Août 1970 à la Martinique ne peuvent guère se produire plus d'une fois tous les 150 ans en moyenne. Malheureusement, aux Antilles, la "limite supérieure probable" des crues (ou des précipitations) est sensiblement plus élevée encore que les valeurs recueillies au passage de DOROTHY, et il faut bien envisager, pour certains aménagements, l'éventualité de crues encore plus fortes.

Par ailleurs, les recherches faites en archives à Fort-de-France ont conduit à dresser la liste des inondations recensées à Fort-de-France depuis 1910, provoquées par les débordements de la Rivière MADAME. La valeur minimale du débit pouvant provoquer des inondations a été évaluée à 80 ou 90 m³/s. Les inondations importantes commençant avant la vieille ville ont également été recensées : il est quasi certain que ces crues sont aussi les plus fortes qui se soient produites depuis 1900. La valeur minimale de leur débit de pointe a été estimée à 130 ou 140 m³/s. (Les débits de pointe des trois fortes crues récentes ont été estimés, au Pont de la Cartonnerie, à 150 m³/s pour EDITH 1963, 175 m³/s pour BEULAH 1967, et 275 m³/s pour DOROTHY 1970). On parvient ainsi à dresser le tableau suivant, où le dénombrement des crues fournit un ordre de grandeur du temps de récurrence qui leur correspond.

Période		Débits (m ³ /s) supérieurs à :					
Ans	Dates	5	10	20	50	80 ou 90	130 ou 140
6	10.1961 à 9.1967	94	51	27			
11	10.1961 à 9.1972				10		
12	10.1961 à 9.1973				10		
64	1910 à 1973					14 ou 18	8
74	1900 à 1973						8
Temps de récurrence en années		0,064	0,118	0,222	1,1 ou 1,2	3,0 ou 4,0	9,0 ou 12,0

On porte ces points sur un graphique débit/temps de récurrence et on trace une courbe les reliant. Son extrapolation, nécessaire, est délicate et s'appuie sur le fait qu'une crue de 200 m³/s a été dépassée trois fois en un peu plus d'un siècle (1970, 1914, 1865) ; en trois siècles ou un peu plus, on peut ajouter la crue de 1724 et probablement celle de 1697. On en arrive à penser que la crue de 200 m³/s a un temps de récurrence d'environ 50 ans et, par prudence, on a attribué à la crue du 21 Août 1970 (DOROTHY) un temps de récurrence voisin de 150 ans.

C'est l'allure de cette courbe de répartition statistique des débits de pointe de crues, résultat d'un ajustement graphique et non pas mathématique, qu'on a pu retrouver sur les autres rivières martiniquaises étudiées. En exprimant les débits en valeurs spécifiques (M³/s/km²) puis en prenant pour unité de débit la valeur spécifique du débit de crue ayant un temps de récurrence de 1 an, on dresse pour 7 rivières de

Martinique un tableau homogène où les valeurs, adimensionnelles, sont assez voisines pour que leur moyenne arithmétique, à chaque temps de récurrence, ait un sens et soit représentative :

Stations	Temps de récurrence en années									
	0,25	0,50	1	2	5	10	20	50	100	
ALMA	0,442	0,600	1	1,55	2,41	3,12	3,86	4,39	5,75	
LEZARDE 2	0,358	0,600	1	1,52	2,37	3,08	3,82	4,89	5,80	
MADAME	0,468	0,723	1	1,38	2,08	2,73	3,43	4,46	5,32	
MARIE AGNES			1			2,43				
LORRAIN	0,440	0,713	1	1,33	1,78	2,16	2,54	3,09	3,51	
SAUT BABIN	0,671	0,775	1	1,41	2,23	2,94	3,73	4,86	5,78	
SOUDON	0,471	0,681	1	1,46	2,22	2,88	3,61	4,66	5,50	
MOYENNE	0,475	0,682	1	1,44	2,18	2,76	3,50	4,47	5,28	

Ces résultats ont conduit à dessiner un abaque qui, en fonction de la superficie du bassin versant et du temps de récurrence, fournit le débit de pointe de crue correspondant. Mais l'emploi de cet abaque se limite à des bassins versants dont la superficie est comprise entre 4 et 80 km², et à des temps de récurrence inférieurs à 100 ans.

Nous insistons fermement sur les trois points suivants :

— Les résultats présentés ne sont pas le fruit de calculs statistiques et d'ajustements mathématiques à des lois de distribution statistique classiques, mais découlent d'ajustements graphiques sur points expérimentaux obtenus soit par l'observation, soit par une estimation. Il n'est pas rigoureusement exclu qu'il existe plusieurs familles statistiques de crues, notamment celle qu'on appellerait des crues cycloniques. Si nous avons ajusté mathématiquement aux valeurs des échantillons statistiques, des lois de distribution classiques, il aurait fallu au préalable scinder les échantillons globaux en échantillons représentant chacune des familles crues, faute de quoi l'ajustement aurait été très mauvais. Mais cette séparation des crues saisonnières et des crues cycloniques est très délicate, voire impossible, et conduit de toutes façons à un déséquilibre considérable dans la taille des deux échantillons. Ceci étant dit, le fait qu'on ait travaillé uniquement par ajustements graphiques sur des distributions expérimentales obtenues par l'observation et l'estimation, permet d'éviter l'écueil que représente la possibilité de l'existence de distributions statistiques multiples ou bi-modales. En contrepartie les courbes qu'on a obtenues ne sont pas très précises et ne définissent correctement qu'un ordre de grandeur des débits de fréquence donnée.

Les rivières étudiées sont pérennes et ont des bassins versants supérieurs à 4 km², superficies qui autorisent déjà une certaine intégration des multiples facteurs du milieu qui régissent le ruissellement. Il est probable que sur des superficies plus ou beaucoup plus petites une telle intégration ne se fait pas et que le processus de l'écoulement est réglé par le paramètre prédominant. Par exemple le débit maximal de ruissellement sur des petites parcelles est intimement lié à l'intensité maximale de la précipitation et non pas à l'abondance totale de l'averse. Or les précipitations de type cyclonique se caractérisent par leur durée et leur abondance mais pas par de très fortes intensités : celles-ci, localement et pour un court moment, peuvent se produire dans tout autre système pluvieux.

Au cours des années passées, l'observation hydrologique en Martinique s'est presque exclusivement développée dans la Région des Pitons qui, par son altitude, son relief, son exposition et la végétation qu'elle porte, n'est pas absolument représentative de toute l'île : la géographie locale fait apparaître des caractères régionaux différents, qui ont sûrement leur influence sur le régime d'écoulement des eaux de surface.

II - Application au bassin de la MANZO.

Le bassin versant de la MANZO mesure 2,2 km² ; il est situé dans la région Sud de la Martinique et n'a pas fait l'objet d'observation ou d'étude hydrologique. La détermination de la crue "millénaire" de ce cours d'eau au site du barrage se heurte donc à des difficultés relevant d'une insuffisance d'information :

- Les crues des rivières du Sud sont mal connues et ne sont observées que depuis peu de temps (Rivière Pilote-Rivière des Coulisses).

- Les crues de très petits bassins versants martiniquais sont observées ponctuellement depuis très peu de temps (1972-73) et n'ont pas encore été étudiées.

Ajoutons encore que la notion mathématique de fréquence millénaire prend sa signification dans une loi de distribution statistique de forme analytique. En l'absence d'une telle loi cette signification s'effrite. Aussi parlerait-on plus volontiers de crue exceptionnelle, sans insister sur la valeur numérique, très faible, de sa fréquence.

Si on applique l'abaque de "Détermination du débit de pointe de crue" à la Région Sud de la Martinique, en extrapolant les courbes du graphique jusqu'à des superficies de l'ordre de 2 km² et jusqu'à des temps de récurrence de l'ordre de 1000 ans, on obtient les valeurs suivantes des débits de pointe de crue de la MANZO :

Crue annuelle	6m ³ /s/km ²	ou	13,2 m ³ /s
Crue décennale	16,5m ³ /s/km ²	ou	36,3 m ³ /s
Crue centennale	31 m ³ /s/km ²	ou	68,3 m ³ /s
Crue millénaire	48 m ³ /s/km ²	ou	106 m ³ /s

...../.....

Une seconde approche du problème a été effectuée à l'aide de la forme de l'hydrogramme standard et des intensités d'averse de fréquence millénale. L'étude des formes de crues simples des rivières de la Région des Pitons, développée dans la Synthèse des ressources en eau de surface de la Martinique, permet de schématiser la forme de l'hydrogramme de crue d'un bassin dont on connaît la surface. Trois paramètres de forme définissent ainsi la crue simple de la MANZO. Cette forme s'applique à des averses dont la durée, sur le bassin de la MANZO, n'excède pas un quart d'heure environ. L'étude statistique des intensités d'averses, développée au chapitre 4 du même ouvrage, fournit des résultats qui permettent de constituer, par tranches de 15 minutes, un hyetogramme qui respecte la fréquence millénale de la hauteur de l'averse en 1/4 d'heure, 1/2 heure, 1 heure, 2 heures etc.... Ces averses élémentaires successives d'un quart d'heure, avec lesquelles on a composé un hyetogramme compact, assez proche du hyetogramme classé, sont soumises à un ruissellement de 95%, et transformées en autant d'hydrogrammes élémentaires de ruissellement. Ceux-ci sont alors composés puis additionnés pour fournir l'hydrogramme global de la crue résultante qu'on qualifie, vu son origine, de crue millénale. Le débit de pointe de cet hydrogramme s'élève à 126 m³/s, valeur qui est tout à fait compatible avec les 106 m³/s trouvés plus haut.

Le volume global de la crue a été évalué à 1,5 million de m³. Cette valeur résulte des hauteurs de précipitation en 24 et 48 heures qu'on a choisies pour représenter les précipitations de fréquence millénale dans la région de MANZO : 570 et 700 mm. En affectant à ces précipitations un coefficient d'écoulement de 100% sur les 0,75 km² de la retenue et de 95% sur les 1,45 km² exondés, on est conduit à un volume écoulé de 1,2 million de m³ en 24 heures et de 1,5 million de m³ en 2 jours.
