

Paris, le 21 Mai 1975.

SERVICE HYDROLOGIQUE

DOCUMENTATION

(J. C. Klein)

Pointes de crue centennales sur les
petits bassins du Sud de la MARTINIQUE.

KLEIN (J.C.)

On ne possède pas pour l'instant d'étude des crues de petits bassins dans le Sud de la Martinique. Sur le seul bassin qui aurait pu permettre une analyse, celui du PAQUEMAR ($A = 2.0 \text{ km}^2$), ouvert fin 1970, on ne possède encore qu'un échantillon d'observation réduit par suite de l'indigence des écoulements au cours des trois dernières années.

On s'appuiera donc sur les résultats dégagés dans l'étude hydrologique de synthèse, résultats relatifs essentiellement à la moitié nord de l'île et concernant une gamme de bassins dépassant nettement le km^2 alors que les actuels projets de retenues collinaires concernent de tout petits bassins, souvent inférieurs au km^2 .

L'extension au Sud de l'île des caractéristiques de crues dégagées dans le nord est validée par les quelques aspects suivants :

- les bassins du Sud, s'ils sont moins abondamment arrosés, sont cependant affectés par des averses dont les intensités ne sont pas tellement plus faibles que dans le nord ; cette différence s'atténue en particulier pour les durées courtes, inférieures à l'heure. Dans l'ensemble les crues seront bien de volume plus faible car les sols plus secs ruissellent moins bien, mais cet écart dans les ruissellements, s'il est net pour les crues fréquentes, par exemple inférieures à la crue annuelle ou quinquennale, s'atténue sensiblement pour les crues exceptionnelles. A l'inverse d'une crue annuelle par exemple, pour laquelle le coefficient de ruissellement sera sensiblement plus faible dans le sud, la crue centennale aura un ruissellement très voisin de celui des bassins du Massif des Pitons (voisin de 85 % sur les bassins du Sud pour 90 % dans le nord) ;

- les bassins du sud de l'île sont très souvent à relief comparable à ceux du nord ; leur perméabilité est souvent du même ordre et leur végétation en général un peu moins abondante. Ces éléments sont favorables au ruissellement et à l'apparition de pointes de crue aiguës.

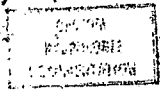
L'obstacle dans la détermination des crues des tout petits bassins réside pour une part dans la méconnaissance actuelle des paramètres de forme des hydrogrammes de ces bassins. Mais cette imprécision n'est pas trop grave dans la mesure où l'on entre avec les bassins inférieurs à quelques km^2 , dans le domaine où la crue est modulée davantage par l'averse que par la taille et le réseau du bassin (la rareté des averses "unitaires" observables complique de toute façon la détermination précise de l'hydrogramme-type).

17 MAI 1976

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

Collection de Référence

n° B-8139 Hyd.



71602

On va déterminer à l'aide des éléments dégagés dans la synthèse le débit de pointe théorique de fréquence centennale d'un petit bassin qu'on prendra égal à 1 km². Cette surface de 1 km² est en pratique la limite inférieure d'utilisation des relations graphiques dégagées dans l'étude de synthèse pour les caractéristiques des crues, étant précisé d'ailleurs que l'extrapolation jusqu'à cette superficie comporte déjà une incertitude. Compte tenu des remarques antérieures le bassin de 1 km² considéré est à relief important, peu boisé, peu cultivé, à thalweg encaissé et pente longitudinale forte (il ne peut donc s'agir du bassin de zone basse, largement cultivé ou à petit lit mineur s'étirant dans un bas-fond d'herbes et de broussailles).

L'approche est double :

1°) Estimation directe du débit de pointe.

L'abaque de détermination du débit de pointe de crue, dressé à partir de la gamme des bassins observés dans le nord de l'île (4 à 60 km²) conduit par extrapolation à un débit de 7,0 m³/s pour la pointe de crue de fréquence annuelle sur un bassin de 1 km². Le coefficient multiplicateur permettant de passer de la crue annuelle à la crue centennale est de 5,3, ce qui conduit à un débit centennal de 37 m³/s pour 1 km².

On aboutit donc, dans l'état actuel des connaissances, à une valeur applicable indistinctement au nord et au sud de l'île dès lors qu'il s'agit d'un bassin accidenté et pas trop remanié (mise en culture). On notera que cette estimation n'est acceptable que pour une crue rare comme la crue centennale. Pour la crue annuelle par exemple, le chiffre de 7 m³/s est certainement trop élevé pour un bassin de 1 km² dans le sud de la Martinique (une valeur de 5 voire 4 m³/s serait dans ce cas plus indiquée et c'est le coefficient multiplicateur de l'abaque qui apparaîtrait plus élevé pour le sud de l'île).

2°) Reconstitution de la crue.

On peut chercher à bâtir une crue "centennale" sur petit bassin à partir des relations intensité-durée-fréquence dégagées pour les averses de Martinique d'une part, et de l'hydrogramme-type du bassin d'autre part. On tire les caractéristiques de forme de cet hydrogramme de l'abaque dressé dans l'étude de synthèse hydrologique de Martinique.

Pour un bassin de 1 km² les courbes de l'abaque suggèrent une crue élémentaire définie par :

un temps de montée linéaire	t_m	1/4 h
un temps de décrue hyperbolique	a	= 2 h
un coefficient hyperbolique	b	= 13

.../...

Si Q_0 est le débit de pointe, la décrue est régie par $Q = Q_0 \frac{a-t}{a+bt}$, et l'on explicite la crue élémentaire par la distribution suivante :

t_h	Q/Q_0
- 0.25	0.0
0	1.
0.25	.332
0.5	.176
0.75	.106
1.0	.067
1.5	.023
2.0	0.0

Le rapport de forme $\alpha = Q_0/Q_c$ est égal à 5,5, et les 9/10 du volume ruisselé sont dissipés au bout d'une heure.

Cet hydrogramme est appliqué à une averse "centennale" découpée en une suite d'averses de 15 minutes. Pour cela on affecte à chacune des averses élémentaires un coefficient de ruissellement de 0,85 et l'on additionne les divers hydrogrammes résultants.

L'averse centennale est bâtie de façon qu'elle respecte l'intensité moyenne de fréquence centennale pour les diverses durées (1/4, 1/2, 1 h ...). Ce faisant il lui est donné une forme un peu trop compacte et la crue qu'elle engendre sera légèrement supérieure en pointe au véritable débit de fréquence centennale. Cela revient ainsi à ménager une petite marge de sécurité.

Les relations intensité-durée-fréquence permettant de bâtir l'averse sont celles retenues pour la région à pluviosité inférieure à 2500 mm :

$$P_{mm}(T_{an}, t_h) = 45 t^{0.27} T^{0.245} \quad \text{si } t > 1 \text{ heure}$$

$$P = 52 t^{0.60} T^{0.22+0.007 \log t} \quad \text{si } t < 1 \text{ heure}$$

Pour $T = 100$ ans et en arrondissant :

$$P_{100} = 140 t^{0.27} \quad \text{si } t > 1 \text{ h}$$

$$P_{100} = 140 t^{0.60} \times 100^{0.07 \log t} \quad \text{si } t < 1 \text{ h}$$

D'où les hauteurs de l'averse centennale pour diverses durées :

t_h	0.10	0.25	0.5	1	2	3	4	5	6	12	24
	(6 min)	(1/4 h)									
P_{mm}	25,4	50	84	140	169	188	203	216	227	274	330

Le tableau suivant dresse la séquence des averses élémentaires (1/4 h) en accord avec cette distribution, les lames ruisselées correspondantes (après application d'un coefficient de ruissellement uniforme de 0.85), puis les débits de pointe des hydrogrammes élémentaires résultants, et enfin l'hydrogramme global :

t_h	P_{mm}	L_{mm}	$Q_{max. m^3/s}$	$\sum Q_{m^3/s}$
0	0			0
0.25	7	5.9	4.0	4
0.50	1	0.8	0.5	4
0.75	4	3.4	2.3	2
1.00	5	4.2	2.9	3
	28	23.8	16.2	4
	50	42.5	28.9	18
	34	28.9	19.6	35 Max.
	28	23.8	16.2	33
	10	8.5	5.8	30
	7	5.9	4.0	19
	7	5.9	4.0	14
	5	4.2	2.9	11
	5	4.2	2.9	8
	5	4.2	2.9	7
	8	6.8	4.6	6
	4	3.4	2.3	7
	2	1.7	1.2	5
	2	1.7	1.2	3
	2	1.7	1.2	3
	2	1.7	1.2	2

Le couple averse "centennale" - hydrogramme résultant est figuré en annexe (Graphique 1)

Le débit de pointe de cette crue affectant un bassin de 1 km² s'élève à 35 m³/s, valeur proche de l'estimation précédente (37 m³/s).

On retiendra une valeur centennale de 36 m³/s pour un bassin de 1 km².

Comment passer de cette valeur aux débits de pointe de bassins inférieurs au km² ?

Il est certain que le débit spécifique de crue continue à croître lorsque la taille du bassin s'amenuise. Il est évidemment possible de poursuivre l'extrapolation de la droite liant débit spécifique et surface qui figure sur l'abaque utilisé plus haut, mais les justifications en sont actuellement inexistantes, si ce n'est que la relation adoptée (de type $Q/A = a \log A + b$) manifeste une croissance moins rapide du débit spécifique pour les faibles superficies que la relation habituelle $\log(Q/A) = a \log A + b$, et est probablement plus adéquate que cette dernière qui semble applicable pour les bassins à partir de quelques dizaines de km².

.../...

Pour les très petites surfaces la tendance à la mise en régime permanent s'accroît, et l'on entre pour les bassins de quelques hectares dans le domaine d'application de la méthode "rationnelle", où le débit de pointe peut être considéré comme une simple fonction linéaire de l'intensité de pointe de l'averse (le coefficient de proportionnalité représentant alors, aux unités près, le coefficient de ruissellement).

On peut ainsi calculer le débit spécifique centennal d'une très petite surface : on applique à cette surface l'intensité d'averse de fréquence centennale sur une très petite durée juste suffisante pour assurer la mise en régime permanent. On retiendra l'intensité maximale en 6 minutes ($P_{100 \text{ ans } 0,10 \text{ h}} = 25,4 \text{ mm}$), qui correspondrait à un bassin de l'ordre d'un hectare. En appliquant à cette intensité, estimée constante sur 6 minutes, le coefficient de ruissellement 0,85 on obtient :

$$Q = \frac{25,4 \times 0,85 \times 10^{-3} \times 10^6}{6 \times 60} = 60 \text{ m}^3/\text{s} / \text{km}^2$$

C'est là en somme le débit centennal "ponctuel", représentant en pratique la limite du débit spécifique centennal vers les faibles surfaces.

Pour interpoler les débits entre ces deux valeurs de 60 et 36 m³/s / km² correspondant à la gamme de superficie 0-1 km² on s'appuiera à défaut de mieux sur l'abaque déjà utilisé :

$$A = 2 \text{ km}^2 \quad Q/A = 6,2 \times 5,3 = 33 \text{ m}^3/\text{s} / \text{km}^2$$

$$A = 0,5 \text{ km}^2 \quad Q/A = 7,8 \times 5,3 = 41 \text{ m}^3/\text{s} / \text{km}^2$$

Ces deux points guident l'esquisse de la liaison $Q/A = f(A)$ pour les très petites surfaces (Graphique 2).

Application :

La courbe qui vient d'être esquissée est appliquée à 3 petits bassins du sud de l'île :

- | | | |
|----------------------------------|------------------|---------------------------------------|
| 1° Bassin de PUYFERRAT | | |
| A = 0,54 km ² | $Q_{100}/A = 40$ | $Q_{100} = 21,6 \text{ m}^3/\text{s}$ |
| 2° Bassin de la Rivière BAMBOU | | |
| A = 0,166 km ² | $Q_{100}/A = 50$ | $Q_{100} = 8,3 \text{ m}^3/\text{s}$ |
| 3° Bassin de l'habitation AVENIR | | |
| A = 0,416 km ² | $Q_{100}/A = 42$ | $Q_{100} = 17,5 \text{ m}^3/\text{s}$ |

Ces valeurs théoriques doivent être nuancées en fonction des caractéristiques morphologiques des bassins.

Le bassin de PIUFERRAT, à fort relief, sur vertisols peu épais, et peu perméables en période pluvieuse, est recouvert pour moitié de forêt claire et pour moitié de pâturage maigre. Il entre bien dans la catégorie des bassins à débits élevés. Sa position côtière et sa pluviosité faible (1500 mm/an) autorisent cependant une réduction du débit de pointe car les intensités d'averses qui l'affectent sont certainement plus faibles que celles qui ont été retenues pour l'ensemble de la zone à pluviosité inférieure à 2500 mm. A priori cette réduction, si elle peut atteindre 10 %, paraît difficilement devoir excéder 20 %. 18 m³/s est donc un débit de pointe minimal et on retiendra plutôt pour PUYFERRAT un débit de pointe centennal de 20 m³/s.

Les deux autres petits bassins, situés dans la région du SAINT-ESPRIT, sont sur sols fersiallitiques, peu perméables à l'état naturel. Mais ils sont largement cultivés (cannes et bananes) ce qui diminue le ruissellement. Le relief du plus petit des bassins (Rivière BAMBOU) est assez faible pour un bassin de tête, mais par ailleurs la cuvette de retenue projetée est importante et elle créera un plan d'eau occupant approximativement le quart de la superficie du bassin, ce qui améliorera le ruissellement. Une certaine réduction du débit de pointe sur les 2 bassins résulte donc de leur mise en culture mais il serait imprudent de la fixer à plus de 10 %. On retiendra donc pour la crue centennale un débit minimal de 7,5 m³/s sur le bassin de la Rivière BAMBOU et de 16 m³/s sur le bassin de l'Habitation Avenir.

Les valeurs respectives de 16,6 et 15 m³/s retenues initialement pour ces 3 bassins paraissent dans l'ensemble trop faibles de 10 à 20 %, et correspondent davantage à la crue cinquantennale qu'à la crue centennale.

ooOoo

On notera en conclusion qu'il s'agit bien sûr là des débits naturels, et il reste à voir quelle réduction peut être escomptée du laminage de la crue dans chaque retenue. La retenue peut être supposée toujours pleine lorsque survient l'averse. Après l'avoir caractérisée par ses courbes de remplissage on lui applique, d'une part une crue centennale schématisée déduite de celle bâtie pour le bassin d'1 km², d'autre part une loi de vidange proche de celle qu'on retiendrait si l'on ne tenait pas compte du laminage. La réduction du débit de pointe est certainement très sensible, voire importante.

oOo

