

ICE DE LA RECHERCHE
ENTIFIQUE OUTRE-MER
rue Monsieur
IS VII°

COTE DE CLASSEMENT n° 982

HYDROLOGIE

CRUES DU 18 Mars 1952 A L'ILE DE LA REUNION -

par

P. TOUCHEBEUF

O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° 33189, ex 1

Cote B

La Réunion - 1952

P. Touchebeuf

I - EVALUATION DU DEBIT DE CRUE MAXIMUM DES PRINCIPALES RIVIERES -

Le passage d'un cyclone tropical au large de la Réunion a provoqué sur l'ensemble de l'Île de très fortes précipitations qui se sont succédées pendant près d'une semaine et ont atteint leur maximum d'intensité dans la nuit du 17 au 18 Mars. Ce jour là, toutes les rivières et ravines, surtout celles de la partie Nord de l'Île, ont connu de très grosses crues telles qu'on n'en avait pas observées depuis plusieurs années.

La rivière St-Denis est la seule rivière importante sur laquelle aient pu être effectuées, en crue, des mesures de vitesses superficielles. Les autres rivières étant restées inaccessibles pendant la durée des grosses pluies, l'évaluation de leur débit maximum a été basée sur le relevé des délaissés de crue et l'application d'une formule d'écoulement.

La formule adoptée est celle de Strickler :

$$V \text{ K.R. }^{2/3} \text{ I }^{1/3}$$

V : vitesse moyenne

K : coefficient de rugosité de Strickler

R : rayon hydraulique

I : pente.

L'utilisation de cette formule est d'ailleurs assez délicate dans le cas des rivières réunionnaises, car leur pente très accentuée donne lieu, en crue, à des vitesses d'écoulement très rapides, qui sortent de son domaine d'application courante. Les transports solides, très importants sur les rivières à fond alluvionnaire, et l'irrégularité du lit de la plupart des rivières à fond rocheux, viennent encore ajouter à l'incertitude qui pèse sur le choix du coefficient de Strickler. De plus, dans certains cas, l'écoulement est si turbulent que ses caractéristiques - pente, rayon hydraulique, section mouillée - restent imprécises. Les sinuosités, les saillies des berges et du fond créent des dénivellations locales de la surface qui peuvent atteindre 2 mètres d'amplitude ; parfois même, on observe un très net bombement longitudinal de la surface qui semble se produire lorsque la rugosité des berges est telle que la grosse masse du courant se trouve concentrée dans l'axe de la rivière.

.../

Dans ces conditions, il est évident que l'évaluation des débits de crue maxima ne peut être effectuée que d'une manière assez grossière, avec une précision ne dépassant pas 10% dans les cas les plus favorables et le plus souvent 30%.

Pour le choix du coefficient de Strickler dans chaque cas particulier on s'est appuyé sur les données suivantes :

En basses eaux, le coefficient des rivières à lit de galets est généralement compris entre 15 et 25, suivant la dimension des galets par rapport à la profondeur moyenne. En crue, il semble commencer par croître, puis diminuer sensiblement lorsqu'interviennent en grand les transports solides. A ce sujet, on peut citer les mesures effectuées le 18 Mars sur la rivière St-Denis, au droit de La Centrale Electrique (fond et rive gauche constitués de galets, rive droite formée par une digue en maçonnerie). Les vitesses superficielles mesurées à l'aide de flotteurs, variaient entre 4 m/sec. au voisinage de la rive droite et 6 m/sec. environ au milieu de la rivière. Compte tenu du charriage des galets sur le fond, attesté par un grondement caractéristique, la vitesse moyenne a été estimée à 4 m/sec. Les autres caractéristiques de l'écoulement étaient :

$$B = 1,5 \text{ m}$$

$$I = 3 \%$$

$$d' \text{ où } K = 19$$

Les rivières à fond rocheux ont un cours trop tourmenté pour qu'il soit possible, en basses eaux, de déterminer leur coefficient de Strickler. Mais il est fréquent que les seuils et les moulins, qui normalement donnent lieu à des rapides, et zones d'eaux mortes, soient noyés en crue et puissent alors être considérés comme de simples irrégularités du lit, ayant pour effet d'en accroître la rugosité. D'après des mesures effectuées sur la Rivière des Roches en crue moyenne, le coefficient pourrait, dans ce cas, descendre jusqu'à 10.

D'après M. FAJON, le coefficient de Strickler des petits cours d'eau de montagne à fond très irrégulier et largeur de 10 à 30 mètres, serait en eaux moyennes compris entre 25 et 26. En crue, ce coefficient serait à modifier comme suit : "Si la pente est sensiblement plus forte, il faudra abaisser K de 5 à 15% au maximum, lorsque la déclivité a triplé sur place par exemple. Si R augmente et que la vitesse probable ne doit pas produire un entraînement des matériaux du fond, on augmentera K de pas plus de 5 à 10% au maximum et dans les circonstances les plus favorables à une faible rugosité par rapport aux valeurs types en eaux moyennes". En cas de transports solides, "la réduction recommandable peut atteindre 10 ou 20%, semble-t-il, lorsque les vitesses moyennes du courant auront dû monter à 4 ou 5 m/sec. et entraîner en quantité des cailloux atteignant 10 ou 15 cm de diamètre. D'après divers indices (calculs relatifs aux cours d'eau de la Calabre en Novembre 1933), il semble qu'au cas de transports en masse avec blocs de 0,50 m, 1 m et plus, les coefficients doivent être réduits de moitié ou d'une proportion très élevée de ce genre."

L'application de la formule de Strickler aux rivières réunionnaises en crue va nous conduire à des vitesses moyennes très élevées qui pourront paraître tout à fait invraisemblables. S'il est certain que des vitesses moyennes supérieures à 4 m/sec. s'observent rarement, nous signalerons cependant que, lors d'une crue exceptionnelle de 7.500 m³/sec., la vitesse moyenne de l'Ardèche à St-Martin a été estimée entre 5,5 et 6 m/sec. et que les Américains ont même évalué entre 6,5 et 7 m/sec. la vitesse moyenne de la West-Nueces près de Bracketville (Texas) au cours d'une crue extraordinaire de Juin 1935. Il n'est pas très surprenant que l'on obtienne à la Réunion des vitesses du même ordre, car si les rayons hydrauliques y sont plus faibles, les pentes se chiffrent par plusieurs dizaines de mètres au lieu de quelques mètres par kilomètre.

NOTATIONS

- h (m) : Surélévation du plan d'eau par rapport à la cote d'étiage.
 H (m) : Profondeur moyenne
 L (m) : Largeur en surface
 R (m) : Rayon hydraulique
 S (m²) : Superficie de la section mouillée
 K : Coefficient de Strickler
 V (m/sec.) : Vitesse moyenne
 Q (m³/sec.) : Débit de crue
 A (km²) : Superficie du bassin versant
 q (m³/sec/km²) : Débit spécifique de crue.
-

REVIERE ST-DENIS

Ainsi qu'il a été dit, des mesures de vitesses superficielles ont été effectuées dans la matinée du 18 Mars au droit de la centrale électrique. Les délaissés du maximum de la crue atteint dans la nuit ont été relevés au même endroit où la section est sensiblement trapézoïdale. Le lit relativement resserré est constitué de galets de dimensions moyennes (10 à 20 cm de diamètre environ). La rive droite est une digue en maçonnerie lisse et la rive gauche un talus d'alluvions.

I - Le débit au moment des mesures a été évalué comme suit :

$h = 1,5 \text{ m}$

$V = 4 \text{ m/sec}$

$H = 1,55 \text{ m}$

$Q = 4 \times 38 = 152 \text{ m}^3/\text{sec.}$

$L = 39 \text{ m}$

$S = 58 \text{ m}^2$

soit $Q = 150 \text{ m}^3/\text{sec.}$

II - L'application de la formule de Strickler donne, pour le débit maximum :

$h = 2,3 \text{ m}$

$H = 2,5 \text{ m}$

$L = 39 \text{ m}$

$K = 17$

$S = 72,5 \text{ m}^2$

$V = 5 \text{ m/sec.}$

$R = 2,2 \text{ m}$

$Q = 352 \text{ m}^3/\text{sec.}$

$I = 3\%$

soit $Q = 350 \text{ m}^3/\text{sec.}$

$A = 33 \text{ km}^2$

$q = 11 \text{ m}^3/\text{sec./km}^2$

RIVIERE DU MAT

Les délaissés ont été relevés à la passerelle suspendue, au 4ème Km de la route de Hall-Bourg. La section d'écoulement est sensiblement rectangulaire, en négligeant une zone de faible débordement sur la rive droite. Elle est constituée de deux parois rocheuses, dont l'une en partie couverte de végétation, et d'un fond de galets de dimension moyenne. Les transports solides (sable et galets) sont particulièrement importants sur cette rivière.

$$H = 6,5 \text{ m}$$

$$L = 40 \text{ m}$$

$$S = 260 \text{ m}^2$$

$$R = 4,9 \text{ m}$$

$$i = 2\%$$

$$K = 16$$

$$V = 6,5 \text{ m/sec.}$$

$$Q = 1.620 \text{ m}^3/\text{sec.}$$

$$\text{soit } Q = 1.700 \text{ m}^3/\text{sec.}$$

$$A = 135 \text{ Km}^2$$

$$q = \underline{13,5 \text{ m}^3/\text{sec./km}^2}$$

RIVIERE DES ROCHES

Les délaissés ont été relevés au voisinage immédiat de l'échelle limnimétrique, un peu en amont du confluent du GRAND-BRAS. Entaillé dans du basalte compact mais fissuré, le lit est très irrégulier et dissymétrique. Il comporte un chenal profond et sinueux, à parois sensiblement verticales, qui s'évase largement vers la rive droite, à sa partie supérieure. Le caractère très tourmenté des berges et du fond a certainement rendu l'écoulement extrêmement turbulent.

h = 10 m (avec max. de 13 m)

H = 6,25 m

K = 10

L = 24 m

V = 5 m/sec

S = 150 m²

Q = 750 m³/sec

R = 4 m

I = 4%

Q = 750 m³/sec.

A = 20,5 km³

a = 36,5 m³/sec/km²

- Au Bassin La Paix, à l'emplacement projeté de la future centrale hydraulique, la surélévation maximum du plan d'eau a atteint 9 mètres. La petite ravine mouffia sur laquelle sera établie une réserve a débité environ 20 m³/sec. à son extrémité aval.

- D'après les riverains, la crue de Mars 1952 aurait été la plus forte observée sur la rivière des Roches depuis 1927.

GRAND BRAS

Les délaissés ont été relevés à environ 300 m. en amont de son confluent avec la Rivière des Roches. Le fond est constitué de galets et blocs. Les berges sont recouvertes d'une végétation dense qui a fait particulièrement obstacle à l'écoulement au voisinage de la rive droite, à cause de sa faible inclinaison.

$L = 3,5 \text{ m}$

$H = 2,7 \text{ m}$

$L = 31 \text{ m}$

$S = 84 \text{ m}^2$

$R = 2,45 \text{ m}$

$I = 2\%$

$K = 15$

$V = 3,8 \text{ m/sec.}$

$Q = 320 \text{ m}^3/\text{sec.}$

soit $Q = 300 \text{ m}^3/\text{sec.}$

$A = 7,5 \text{ km}^2$

$q = 40 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$

RIVIÈRE DES MARQUINES

Les délaissés ont été observés en amont de la cascade Gimgembre. Le lit de la rivière, entièrement rocheux avec par endroits des accumulations de gros blocs, est extrêmement trébuchant, de sorte qu'il n'est pas possible de trouver une section où l'écoulement puisse être considéré comme uniforme. La pente de la surface libre ne correspond donc pas seulement aux pertes de charge mais aussi aux variations de la vitesse moyenne. Il faut opérer par tâtonnements de façon à obtenir une bonne concordance entre la vitesse admise à priori et la vitesse calculée par la formule de Strickler, rectification faite de la pente suivant la variation du terme $V^2/2g$ entre la section considérée et une section aval.

	S	V	$\frac{V^2}{2g}$	I	I	K	R	V	Q
		admise		réelle	recti-			calcu	
					fiée			lée	
Section considérée	136 m ²	4 m/sec	0,8 m	32/60m	2,5m/60 m	10	2,86m	3,95 m/sec	540 m ³ /sec
Section aval	100 m ²	5,4 m/sec.	1,5 m	soit 5%	soit 3,85%				

La concordance entre la vitesse admise et la vitesse calculée étant jugée suffisante, on a approximativement :

Q = 550 m³/sec.

A = 27,5 km²

q = 20 m³/sec/km².

La crue de Mars 1953 va être un peu inférieure à celle de Janvier 1948. Les délaissés relevés alors par la mission E.D.T. montrent que la rivière avait atteint des cotes supérieures d'environ 0,5 m en moyenne.

RIVIERE DE L'EST

Les délaissés ont été relevés sous le pont suspendu. La section est grossièrement rectangulaire, avec fond constitué d'un amas irrégulier de galets et de blocs atteignant 50 cm et plus de diamètre.

H = 3 m

L = 67 m

S = 800 m²

R = 2,75 m

I = 5%

K = 10

V = 4,4 m/sec

Q = 800 m³/sec

soit Q = 900 m³/sec.

A = 32,5 km²

q = 27,5 m³/sec/km²

RIVIERE L'ANNOUVIN

Les délaissés ont été relevés un peu en aval de l'échelle linéaire de la Passerelle, en un secteur où le lit est relativement régulier et les berges bien marquées. Le fond est formé de lave recouvert par endroits de galets. Les berges également constituées de lave sont rugueuses et couvertes de végétation à leur partie supérieure. Les transports solides ne sont pas très importants.

$$h = 2,9 \text{ m}$$

$$H = 2,85 \text{ m}$$

$$L = 24,5 \text{ m}$$

$$S = 53 \text{ m}^2$$

$$R = 3,1 \text{ m}$$

$$I = 1,35 \%$$

$$K = 18$$

$$V = 3,5 \text{ m/sec}$$

$$Q = 193 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\text{soit } Q = 200 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$A = 23 \text{ km}^2$$

$$q = 9 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$$

Cette crue a été supérieure à celle du cyclone de Janvier 1943, mais inférieure à celles des cyclones de 1904 et d'Avril 1944. Lors de ces deux cyclones, la rivière aurait atteint une cote à peu près identique qui est restée assez précise dans le souvenir des riverains et permet de reconstituer approximativement le débit :

$$h = 5,5 \text{ m}$$

$$H = 4 \text{ m}$$

$$L = 32,5 \text{ m}$$

$$S = 130 \text{ m}^2$$

$$R = 3,4 \text{ m}$$

$$I = 1,55 \%$$

$$K = 16$$

$$V = 4,25 \text{ m/sec}$$

$$Q = 550 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\text{soit } Q = 550 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$q = 24 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$$

RIVIERE DES REMPARTS

Les délaissés ont été relevés à environ 500 m. en amont du pont de St-Joseph. Deux remparts basaltiques forment les rives; le fond, irrégulier, est constitué de gravier, galets et blocs.

$$h = 2,5 \text{ m}$$

$$H = 1,75 \text{ m}$$

$$L = 34 \text{ m}$$

$$C = 60 \text{ m}^2$$

$$R = 1,6 \text{ m}$$

$$I = 2\%$$

$$K = 17$$

$$V = 3,5 \text{ m/sec}$$

$$Q = 200 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$Q = 200 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$A = 33 \text{ km}^2$$

$$q = 6 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$$

BRIS DE LA POUTRE

La cote maximum atteinte par la crue a été relevée à l'échelle limnimétrique de la passerelle de l'Entre-Deux. La rive droite est un rempart basaltique, la rive gauche un affleurement rocheux à paroi inclinée et assez lisse. Le fond est recouvert de galets.

- $h = 3 \text{ m}$
- $H = 3 \text{ m}$
- $L = 15 \text{ m}$
- $S = 45 \text{ m}^2$
- $R = 2,25 \text{ m}$
- $I = 1,4 \%$
- $K = 22$
- $V = 4,5 \text{ m/sec}$
- $Q = 205 \text{ m}^3/\text{sec}$

soit $Q = 200 \text{ m}^3/\text{sec}$

- $A = 30 \text{ km}^2$
- $q = \underline{2,5 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2}$

La crue de Mars 1953 a été très inférieure à celle du cyclone de Janvier 1949 dont le niveau maximum est indiqué par un repère établi par les Travaux Publics sur la pile de la passerelle:

- $h = 7,5 \text{ m}$
- $H = 7 \text{ m}$
- $L = 17 \text{ m}$
- $S = 120 \text{ m}^2$
- $R = 4 \text{ m}$
- $I = 1,4 \%$
- $K = 12$
- $V = 6,25 \text{ m/sec}$
- $Q = 750 \text{ m}^3/\text{sec}$

$Q_1 = 750 \text{ m}^3/\text{sec}$

A ce débit, il faut ajouter celui qui s'est écoulé sous la deuxième travée de la passerelle, bien que la circulation de l'eau y soit gênée par un affleurement rocheux irrégulier, des blocs et de la végétation.

$$H = 5,3 \text{ m}$$

$$L = 12 \text{ m}$$

$$S = 40 \text{ m}^2$$

$$R = 2,1 \text{ m}$$

$$I = 1,4 \%$$

$$K = 12,5$$

$$V = 2,5 \text{ m/sec}$$

$$Q = 100 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$Q_2 = 100 \text{ m}^3/\text{sec}$$

d'où débit total :

$$Q = 350 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$A = 80 \text{ km}^2$$

$$q = \underline{10,5 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2}$$

BRIS DE CILACS

Les délaissés ont été relevés un peu en aval du radier des Aloës. La rive gauche est formée par un rempart basaltique et la rive droite par un amoncellement de blocs. Le fond est constitué de galets et gravier.

$$h = 2,25 \text{ m}$$

$$H = 1,9 \text{ m}$$

$$L = 38 \text{ m}$$

$$S = 72 \text{ m}^2$$

$$R = 1,75 \text{ m}$$

$$I = 1 \%$$

$$K = 30$$

$$V = 3 \text{ m/sec}$$

$$Q = 216 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\text{soit } Q = 220 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$A = 90 \text{ km}^2$$

$$q = 2,5 \text{ m}^3/\text{sec/km}^2$$

GRANDE-RAVINE

Les délaissés de crue ont été relevés un peu en amont du pont de la route littorale. A cet endroit, la ravine s'est écoulée en deux bras distincts, au milieu d'un lit majeur, encombrés de galets et blocs.

Premier bras

$H = 1,6 \text{ m}$

$L = 15 \text{ m}$

$S = 24 \text{ m}^2$

$R = 1,3 \text{ m}$

$I = 45$

$K = 15$

$V = 3,6 \text{ m/sec}$

$Q = 86,5 \text{ m}^3/\text{sec}$

soit $Q_1 = 86 \text{ m}^3/\text{sec}$

Deuxième bras

$H = 1,7 \text{ m}$

$L = 15 \text{ m}$

$S = 25 \text{ m}^2$

$R = 1,45 \text{ m}$

$I = 45$

$K = 15$

$V = 3,6 \text{ m/sec}$

$Q = 95 \text{ m}^3/\text{sec}$

soit $Q_2 = 95 \text{ m}^3/\text{sec}$

Débit total : $Q = 180 \text{ m}^3/\text{sec}$

$A = 16 \text{ km}^2$

$q = 11 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$

RIVIERE DES GALETS

La rivière des Galets s'est déoulée en plusieurs bras au milieu de son vaste lit majeur. On a évalué séparément le débit des différents bras, sous chacun des travées du pont de la route nationale.

Première travée à partir de R.C.

$H = 3,3 \text{ m}$

$L = 45 \text{ m}$

$S = 135 \text{ m}^2$

$R = 2,5 \text{ m}$

$I = 2 \text{ } \phi$

$K = 17$

$V = 4,5 \text{ m/sec}$

$Q = 500 \text{ m}^3/\text{sec}$

soit $Q_1 = 550 \text{ m}^3/\text{sec}$

Deuxième travée

$H = 0,4 \text{ m}$

$L = 30 \text{ m}$

$S = 12 \text{ m}^2$

$R = 0,4 \text{ m}$

$I = 4 \text{ } \phi$

$K = 15$

$V = 1,65 \text{ m/sec}$

$Q = 20 \text{ m}^3/\text{sec}$

$Q_2 = 20 \text{ m}^3/\text{sec.}$

Troisième travée

$H = 0,7 \text{ m}$

$L = 24 \text{ m}$

$S = 17 \text{ m}^2$

$R = 0,55 \text{ m}$

$I = 4 \text{ } \phi$

$K = 15$

$V = 2,25 \text{ m/sec}$

$Q = 38,5 \text{ m}^3/\text{sec}$

$Q_3 = 40 \text{ m}^3/\text{sec.}$

Quatrième travée

$H = 1,2 \text{ m}$

$L = 37 \text{ m}$

$S = 45 \text{ m}^2$

$R = 1,15 \text{ m}$

$I = 1 \%$

$K = 20$

$V = 2,2 \text{ m/sec}$

$Q = 100 \text{ m}^3/\text{sec}$

$Q_4 = 100 \text{ m}^3/\text{sec}$

Cinquième travée

$H = 1,4 \text{ m}$

$L = 46 \text{ m}$

$S = 65 \text{ m}^2$

$R = 1,35 \text{ m}$

$I = 1 \%$

$K = 25$

$V = 3 \text{ m/sec}$

$Q = 195 \text{ m}^3/\text{sec}$

$Q_5 = 200 \text{ m}^3/\text{sec}$

Sixième travée

$H = 1,5 \text{ m}$

$L = 3 \text{ m}$

$S = 12 \text{ m}^2$

$R = 1,1 \text{ m}$

$I = 4 \%$

$K = 15$

$V = 5,3 \text{ m/sec}$

$Q = 39,6 \text{ m}^3/\text{sec}$

$Q_6 = 40 \text{ m}^3/\text{sec}$

Septième travée

$H = 0,7 \text{ m}$

$L = 10 \text{ m}$

$S = 7 \text{ m}^2$

$K = 15$

$V = 2,15 \text{ m/sec}$

.../

$$R = 0,6 \text{ m}$$

$$Q = 15 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$I = 4\%$$

$$Q_7 = 15 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Débit total de la crue : $Q = 965 \text{ m}^3/\text{sec}$

soit $Q = 950 \text{ m}^3/\text{sec}$

$$A = 95 \text{ km}^2$$

$$q = 10 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$$

TABLEAU INCAPITIVANTS

Rivière	Q m ³ /sec	q m ³ /sec/km ²
Rivière St-Denis	350	11
Rivière du Bât	1.700	17,5
Rivière des Roches	700	56,5
Grand Bras	300	40
Rivière des Marsouins	500	20
Rivière de l'Est	900	27,5
Rivière Languevin	200	9
Rivière des Femparts	200	6
Bras de la Plaine	300	3,5
Bras de Gilecs	200	2,5
Grande Ravine	150	11
Rivière des Galots	550	10