

## L'ETUDE EXCEPTIONNELLE DE LA YATÉ

P. TOUCHEBEUF DE LUSSIGNY

\*\*\*\*\*

Le cyclone ALISON qui a affecté la NOUVELLE CALEDONIE en Mars 1975, et qui a fait l'objet d'un rapport intéressant de J.P. BRUNEL, hydrologue du Centre ORSTOM de Nouméa, fournit l'occasion de réévaluer la crue exceptionnelle que doit pouvoir supporter le barrage de la YATÉ.

## 1. - Première évaluation à partir des crues observées en Mars 1975

Les plus forts débits spécifiques de crue relevés par J.P. BRUNEL se rapportent aux bassins versants contigus de la TCHAMBA ( $74 \text{ km}^2$  de superficie), de la TIVAKA ( $326 \text{ km}^2$ ) et de la TIPINDJÉ ( $247 \text{ km}^2$ ). Les débits spécifiques ont été voisins de  $20 \text{ m}^3/\text{s} \times \text{km}^2$  sur ces trois bassins versants qui totalisent une superficie de  $647 \text{ km}^2$ . En première approximation, on pourrait donc être tenté d'adopter cette valeur de  $20 \text{ m}^3/\text{s} \times \text{km}^2$  pour évaluer la crue exceptionnelle de la YATÉ au site de barrage, où la superficie du bassin versant est de  $437 \text{ km}^2$ . On aboutirait ainsi à un débit de pointe de  $8\,740 \text{ m}^3/\text{s}$  qui excéderait largement la capacité maximale des ouvrages d'évacuation, laquelle est de  $6\,000 \text{ m}^3/\text{s}$  en faisant abstraction de l'effet de laminage de la retenue.

Une telle approche du problème reposerait sur deux suppositions :

- a). - le débit spécifique de crue d'un bassin versant ne dépend pas « ou peu » de la superficie de ce bassin;
- b). - les caractéristiques morphologiques du bassin de la YATÉ sont très comparables à celles des bassins de la TCHAMBA, de la TIVAKA et de la TIPINDJÉ.

La première supposition est infirmée par toutes les formules empiriques qui cherchent à relier le débit maximal de crue  $Q$  à la superficie  $S$  du bassin

versant. La plupart de ces formules peuvent se ramener à l'expression :

$$Q = A \cdot S^n$$

l'exposant  $n$  étant toujours inférieur à 1 et généralement compris entre 0,4 et 0,8 suivant les régions concernées.

Parmi ces formules empiriques, on peut retenir la plus récente, celle de J. FRANCOU :

$$\frac{Q}{10^6} = \left( \frac{S}{10^3} \right)^{1 - \frac{K}{10}}$$

et essayer d'ajuster la valeur du paramètre  $K$  aux débits de pointe observés en Mars 1975 sur la TCHAMBA et la TIPINDJE (celui de la TIMIKA n'est pas retenu ici car, en fait, il a été évalué très sommairement). On aboutit aux résultats suivants :

|                                         | TCHAMBA | TIPINDJE |
|-----------------------------------------|---------|----------|
| $S \text{ (km}^2 \text{)}$              | 74      | 247      |
| $Q \text{ (m}^3/\text{s)}$              | 1 450   | 5 000    |
| $q \text{ (m}^3/\text{s km}^2 \text{)}$ | 19,6    | 20,2     |
| $K$                                     | 5,57    | 5,90     |

En appliquant maintenant la formule de FRANCOU à la YATÉ, avec la valeur de  $K$  trouvée pour la TIPINDJE, on obtient un débit maximal de 6 350 m<sup>3</sup>/s, soit un débit spécifique de 14,5 m<sup>3</sup>/s.km<sup>2</sup> seulement. La valeur de  $K$  calculée pour la TCHAMBA conduirait à une évaluation encore moins forte (7,55 m<sup>3</sup>/s.km<sup>2</sup>).

La formule de FRANCOU ne prétend pas fournir mieux qu'un ordre de grandeur du débit maximal  $Q$ . Elle montre cependant que la superficie du bassin versant a une influence très sensible sur les débits spécifiques de crue.

En ce qui concerne les caractéristiques morphologiques du bassin de la YATÉ, elles sont nettement différentes de celles des trois autres bassins cités plus haut, qui ont un relief plus accidenté. L'indice de pente, calculé par la formule de M. ROCHE, est de 0,113 pour le bassin de la YATÉ, tandis qu'il est compris entre 0,227 et 0,181 pour les bassins de la TCHAMBA, de la TIWAKA et de la TIPINDJÉ. On rencontre, en effet, dans le bassin de la YATÉ des plateaux à faible pente (plaine de YATÉ, plaine des LACS) qui sont peu favorables à un ruissellement intense, et qui n'ont pas leur équivalent dans les trois autres bassins versants. Il y a donc tout lieu de penser que pour des précipitations égales ceux-ci ont des crues nettement plus brutales que le bassin de la YATÉ, ce que confirment les observations de Mars 1975 sur la Rivière du LACS : cet affluent de la YATÉ n'a pas eu un débit spécifique de crue supérieur à  $5 \text{ m}^3/\text{s} \times \text{km}^2$ , bien que son bassin n'ait que  $69 \text{ km}^2$  de superficie.

D'après J.P. BRUNEL, la période de retour de la crue de la TIPINDJÉ de Mars 1975 est d'au moins cinquante ans. L'application de la formule de FRANCOU, avec la valeur du coefficient K correspondant à cette crue, conduit pour la YATÉ à un débit de pointe de fréquence certainement beaucoup plus rare, et probablement même irréaliste. On peut considérer que le résultat obtenu ( $6\,350 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ne fournit qu'une première évaluation assez grossière de la crue exceptionnelle de la YATÉ.

## 2. - Évaluation plus précise à partir de la PMP

Une autre méthode d'approche, plus élaborée, va maintenant être utilisée. Elle s'appuie sur la notion de "précipitation maximale probable" (PMP), définie comme étant la plus forte précipitation physiquement possible sur le bassin versant pendant une durée donnée.

Une publication de l'ORGANISATION METEOROLOGIQUE MONDIALE fournit des éléments intéressants pour évaluer la PMP du bassin de la YATÉ, à partir de données recueillies dans des régions soumises à des cyclones tropicaux (Sud-Ouest des ETATS-UNIS et bassin inférieur du MEKONG au VIETNAM).

Les plus fortes précipitations relevées aux ETATS-UNIS (3-7 Septembre 1950, région de YANKEETOWN, FLORIDE) sont données ci-après en

fonction de la durée et de la surface concernée :

| SURFACE |                 | D U R E E |          |          |
|---------|-----------------|-----------|----------|----------|
| Sq. mi  | km <sup>2</sup> | 24 h.     | 48 h.    | 72 h.    |
| 10      | 26              | 983 mm    | 1 095 mm | 1 148 mm |
| 100     | 259             | 894 mm    | 988 mm   | 1 031 mm |
| 200     | 518             | 869 mm    | 958 mm   | 996 mm   |

Une première majoration de 10 % doit être appliquée à ces données pour tenir compte du fait que, lors de ces précipitations cycloniques, l'humidité de l'air n'avait pas exactement atteint sa valeur maximale possible.

Une seconde majoration, plus délicate à évaluer, doit tenir compte de l'effet orographique qui, négligeable en FLORIDE, serait au contraire important sur le bassin de la YATÉ dont l'altitude est comprise entre 100 et 1 250 m environ. Cette majoration a été estimée à 30 %.

En définitive, on a abouti pour le bassin de la YATÉ (437 km<sup>2</sup>) aux résultats suivants :

|         |    |           |   |          |
|---------|----|-----------|---|----------|
| • P M P | en | 24 heures | : | 1 250 mm |
| • P M P | en | 48 heures | : | 1 380 mm |
| • P M P | en | 72 heures | : | 1 440 mm |

On remarque que ces estimations dépassent de loin les précipitations observées lors du cyclone ALISON pour lequel les valeurs maximales ponctuelles ont été les suivantes :

- 7 / 3/1975 : 388,5 mm (pluviomètre Dumbéa - Nord)
- 7 et 8/3/1975 : 660 mm (pluviomètre P2 Dumbéa - Est)
- 6 à 8/3/1975 : 787,5 mm (pluviomètre P2 Dumbéa - Est)

Les estimations de la FMP ne paraissent pas cependant exagérées si l'on note qu'au pluviomètre de la YATE-Village, en Novembre 1937, on a observé 1 190 mm en 72 heures, cette valeur étant d'ailleurs sous-estimée, car les relevés originaux de la Météorologie mentionnent un débordement du pluviomètre.

On peut admettre, sans risque d'erreur importante, que le coefficient de ruissellement de la FMP serait très élevé et voisin de 95 %. Les lames d'eau et les volumes de ruissellement provoqués par la FMP sur le bassin de la YATE seraient donc les suivants :

| Durée<br>(heure) | P M P (mm) | Lame ruisselée<br>( mm ) | Volume ruisselé<br>( $10^6 \text{ m}^3$ ) |
|------------------|------------|--------------------------|-------------------------------------------|
| 24               | 1 250      | 1 187,5                  | 518, 9                                    |
| 48               | 1 380      | 1 311                    | 572, 9                                    |
| 72               | 1 440      | 1 358                    | 597, 8                                    |

Le volume total de ruissellement provoqué par les plus fortes précipitations cycloniques que l'on puisse envisager sur trois journées consécutives, serait ainsi de  $600 \times 10^6 \text{ m}^3$  environ (non compris l'écoulement de base alimenté par les nappes souterraines).

Il reste à définir l'hydrogramme de la crue maximale probable à l'entrée de la retenue de la YATE. La méthode classique de l'hydrogramme unitaire, et a fortiori un modèle hydro-pluviométrique, ne peuvent être utilisés parce que les grandes crues du passé sont connues avec une précision assez médiocre, et surtout, parce que les données pluviométriques sont très insuffisantes ou font totalement défaut.

On a donc dû se contenter de sélectionner parmi les fortes crues observées celle dont l'hydrogramme a été le plus aigu, et donc le plus dangereux. Après examen d'une dizaine de crues, dont le débit de pointe a approché ou dépassé  $2\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ , on a sélectionné la crue du 10 Avril 1933 qui a atteint  $2\,500 \text{ m}^3/\text{s}$ . Elle a été moins forte que la crue record du 30 Novembre 1937 qui a culminé à  $3\,100 \text{ m}^3/\text{s}$ , mais son hydrogramme est nettement moins étalé et conduit à une valeur plus élevée du rapport débit maximal/volume de ruissellement.

On n'a aucun renseignement sur l'importance et la durée des précipitations qui ont provoqué la crue d'Avril 1953, tandis que pour la crue de 1937 les relevés du poste de YATÉ-Village indiquent de fortes pluies pendant trois jours consécutifs. De même, lors du cyclone ALISON, des précipitations importantes ont été observées pendant trois jours aux postes les plus exposés. C'est d'ailleurs ce qui a justifié la prise en considération de la FMP de 72 heures pour la détermination du volume de la crue exceptionnelle.

Il est possible que la crue d'Avril 1953 ait été provoquée par de fortes pluies dont la durée a été un peu inférieure à trois jours, ce qui expliquerait la forme très aigüe de son hydrogramme. On a néanmoins jugé prudent de retenir cette crue pour déterminer l'hydrogramme le plus défavorable que l'on puisse envisager pour la crue exceptionnelle.

Après élimination d'un débit de base moyen de  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ , l'hydrogramme de la crue d'Avril 1953 correspond à un volume de ruissellement de  $281 \times 10^6 \text{ m}^3$ . On a admis que de cet hydrogramme on pouvait déduire celui de la crue exceptionnelle en majorant simplement les débits dans le rapport des volumes de ruissellement ( $600/281$ ). On a ensuite ajouté un débit de base estimé à  $70 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ces opérations aboutissent à l'hydrogramme de crue exceptionnelle qui est défini par le tableau et le graphique ci-joints, et dont les principales caractéristiques peuvent être récapitulées comme suit :

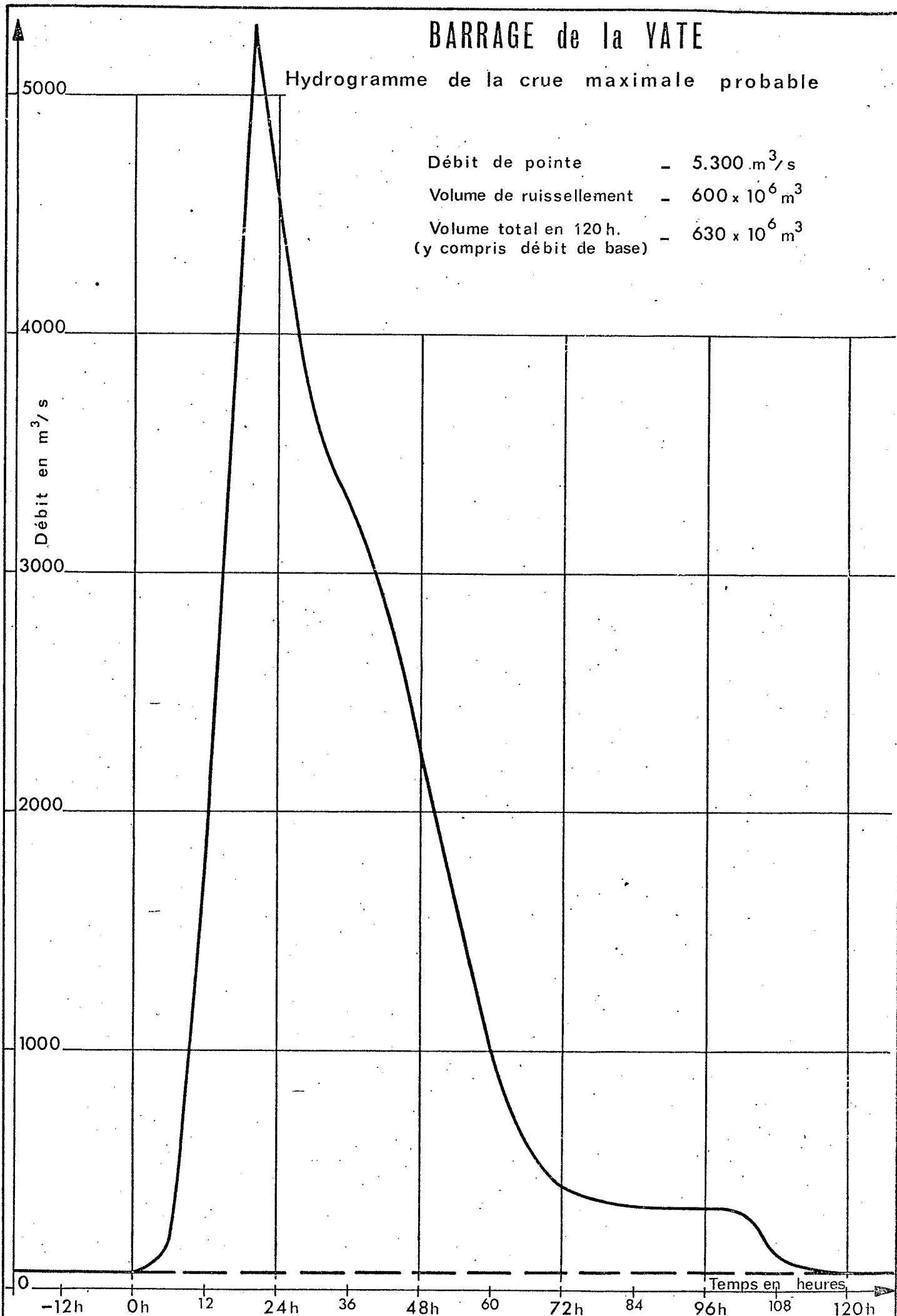
|                                                                                        |   |                   |                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------|-----------------------------------------|
| • Débit de pointe                                                                      | : | 2 300             | $\text{m}^3/\text{s}$                   |
| • Débit spécifique de pointe                                                           | : | 12,1              | $\text{m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$ |
| • Coefficient de FRANCOU                                                               | : | 5,754             | "                                       |
| • Temps de montée                                                                      | : | 20                | heures                                  |
| • Durée totale de ruissellement                                                        | : | 120               | heures                                  |
| • Volume de ruissellement                                                              | : | $600 \times 10^6$ | $\text{m}^3$                            |
| • Volume total d'écoulement<br>(y compris débit de base de $70 \text{ m}^3/\text{s}$ ) | : | $670 \times 10^6$ | $\text{m}^3$                            |

Bien que son débit de pointe soit nettement inférieur à celui estimé plus haut par la formule de FRANCOU, la crue exceptionnelle qui vient d'être déterminée à partir de la FMP, résulte d'hypothèses très prudentes et peut être adoptée avec sécurité pour l'étude du fonctionnement des ouvrages d'évacuation, en tenant compte de l'effet d'amortissement de la retenue.

# BARRAGE de la YATE

Hydrogramme de la crue maximale probable

Débit de pointe -  $5.300 \text{ m}^3/\text{s}$   
Volume de ruissellement -  $600 \times 10^6 \text{ m}^3$   
Volume total en 120 h.  
(y compris débit de base) -  $630 \times 10^6 \text{ m}^3$



ÉLECTRICITÉ de FRANCE Direction des Affaires Extérieures et de la COopération

C<sup>t</sup>TUBE:

DATE: 2 - 76

DESSINÉ: J. M

E<sup>ON</sup>

CAL 211.207

# BARRAGE DE LA YATÉ

## HYDROGRAMME DE LA CRUE MAXIMALE PROBABLE

| Temps<br>(heures) | Débit de<br>ruisselle.<br>(m <sup>3</sup> /s) | Débit<br>total<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|-------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|
| 0                 | 0                                             | 70                                    |
| 4                 | 30                                            | 100                                   |
| 8                 | 490                                           | 560                                   |
| 12                | 1 760                                         | 1 830                                 |
| 16                | 3 370                                         | 3 440                                 |
| 20                | 5 230                                         | <u>5 300</u>                          |
| 24                | 4 420                                         | 4 490                                 |
| 28                | 3 800                                         | 3 870                                 |
| 32                | 3 430                                         | 3 500                                 |
| 36                | 3 220                                         | 3 290                                 |
| 40                | 2 960                                         | 3 030                                 |

| Temps<br>(heures) | Débit de<br>ruisselle.<br>(m <sup>3</sup> /s) | Débit<br>total<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|-------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|
| 44                | 2 650                                         | 2 720                                 |
| 48                | 2 200                                         | 2 270                                 |
| 52                | 1 750                                         | 1 820                                 |
| 56                | 1 340                                         | 1 410                                 |
| 60                | 940                                           | 1 010                                 |
| 64                | 660                                           | 730                                   |
| 68                | 460                                           | 530                                   |
| 72                | 365                                           | 435                                   |
| 76                | 320                                           | 390                                   |
| 80                | 300                                           | 370                                   |

| Temps<br>(heures) | Débit de<br>ruisselle.<br>(m <sup>3</sup> /s) | Débit<br>total<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|-------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|
| 84                | 290                                           | 360                                   |
| 88                | 275                                           | 345                                   |
| 92                | 275                                           | 345                                   |
| 96                | 275                                           | 345                                   |
| 100               | 275                                           | 345                                   |
| 104               | 235                                           | 305                                   |
| 108               | 75                                            | 145                                   |
| 112               | 20                                            | 90                                    |
| 116               | 10                                            | 80                                    |
| 120               | 0                                             | 70                                    |

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- "Cyclone ALISON (7-8 Mars 1975) - Précipitations et crues "  
J.P. BRUNEL - ORSTOM-Nouméa - Juin 1975
- "Essai de classification des crues maximales observées dans le monde " - J. FRANCOU et J. RODIER  
Cahiers ORSTOM, Série Hydrol. vol. IV, N° 3, 1967
- "Régimes hydrologiques de la NOUVELLE-CALÉDONIE "  
(deux tomes) - F. MONIOD et N. MLATAC - ORSTOM, 1968
- "Manual for estimation of probable maximum precipitation "  
WHO - N° 332 - Operational Hydrology, report N° 1 - Genève, 1973.