

NOTE sur la CRUE EXCEPTIONNELLE
de la BENOUE à LAGDO

1. OBSERVATIONS HYDROMETRIQUES

La station hydrométrique de RIAO est située sur la BENOUE à quelques kilomètres en aval de LAGDO. On peut admettre que les débits de crue sont pratiquement identiques au site de barrage et à la station hydrométrique, où la superficie du bassin versant est de 27 600 km².

La station de RIAO a été mise en service en 1950. Jusqu'en 1953, les observations limnimétriques étaient faites une fois par jour. Les crues observées pendant les quatre premières années donnent donc une estimation par défaut des maximums instantanés. L'erreur par défaut est en moyenne de l'ordre de 50 m³/s, mais peut, certaines années, approcher ou même dépasser 200 m³/s. Il faut signaler également que les relevés de 1952 sont incomplets et que le plus fort débit connu ne correspond peut-être pas au maximum journalier de l'année. Ces imprécisions ne sont pas très gênantes pour l'évaluation de la crue exceptionnelle, car les années 1950 à 1953 n'ont pas connu de grosses crues.

Depuis 1954, les observations sont effectuées toutes les deux heures pendant la période des hautes eaux. Les crues observées correspondent donc très sensiblement aux maximums instantanés.

L'étalonnage de la station de RIAO a été effectué de façon très satisfaisante entre 1950 et 1956. On pensait alors que cet étalonnage était stable et définitif, tout au moins en moyennes et hautes eaux, malgré la nature sableuse du lit. Une campagne de jaugeages effectuée en 1970, à titre de contrôle, a montré qu'il n'en était rien et que l'étalonnage avait malheureusement évolué de façon sensible depuis 1956. On a admis, faute de mieux, que cette évolution s'était faite par paliers à l'occasion des fortes crues de 1960 et de 1966. Il en résulte que le débit des crues des années 1957 à 1969 n'est connu qu'avec une précision assez médiocre de l'ordre de 15%.

Il est également intéressant pour l'étude des crues de LAGDO de prendre en considération les maximums annuels de la BENOUE à GAROUA (bassin versant de 64 000 km²) qui ont été observés depuis 1930 (sauf en 1933 et 1937). Comme pour

RIAO les crues observées sont des maximums journaliers avant 1954 et des maximums instantanés depuis 1954. L'étalonnage de la station de GAROUA est satisfaisant en hautes eaux.

2. ETUDE STATISTIQUE

Les tableaux 1 et 2 donnent respectivement pour RIAO et GAROUA le classement des débits maximaux annuels observés. Leur fréquence de dépassement a été déterminée par l'expression :

$$F = \frac{r - 0,5}{N}$$

où r est le rang de classement et N le nombre total d'observations ($N = 21$ pour RIAO et $N = 39$ pour GAROUA).

L'étude statistique de ces deux échantillons de crues a été effectuée par ordinateur, en essayant différentes lois d'ajustement⁽¹⁾. La loi Gausso-logarithmique de GALTON semble bien être celle qui donne le meilleur ajustement dans les deux cas. Elle conduit aux résultats qui figurent dans le tableau 3.

Les débits de crue donnés dans ce tableau pour différentes fréquences de dépassement sont entachés de deux erreurs :

a) erreur d'échantillonnage due au nombre assez réduit d'observations, spécialement pour la station de RIAO;

b) erreur d'adéquation liée au fait que l'on ignore la forme exacte de la distribution statistique des crues de la BENOUE sur une très longue période. La loi de GALTON adoptée ici ne doit être considérée que comme une approximation commode qui est satisfaisante pour les crues courantes, mais devient incertaine pour les crues très rares.

3. EVALUATION de la CRUE EXCEPTIONNELLE

Compte tenu de l'imprécision inévitable de l'étude statistique, à laquelle s'ajoute pour la station de RIAO l'imprécision des débits de crue observés (étalonnage instable), une grande prudence s'impose pour l'évaluation de la crue exceptionnelle du projet de LAGDO. Nous proposons de prendre en considération la crue dix-millénaire de RIAO, soit $5\,200\text{ m}^3/\text{s}$, et de la majorer de 15 %. On aboutit ainsi à un débit de crue exceptionnelle de :

$$\underline{6\,000\text{ m}^3/\text{s}}$$

Ce débit est à comparer avec celui de la crue dix-millénaire de GAROUA, soit $10\,000\text{ m}^3/\text{s}$, valeur qu'il n'y a pas lieu de majorer car l'étalonnage de

(1) Nota : voir "Etude de quelques lois statistiques utilisées en Hydrologie" de Y. BRUNET-MORET (Cahiers ORSTOM - Série Hydrologie, Vol. VI, N° 3, 1969).

TABLEAU 1

BENOUÉ à RIAO
CLASSEMENT des DÉBITS MAXIMAUX
ANNUELS
(1950-1970)

Rang	Année	Débit maxl.	Fréquence de dépassement
1	1966	3 430	0,024
2	1954	3 250	0,071
3	1970	3 160	0,119
4	1955	3 120	0,167
5	1959	2 950	0,214
6	1956	2 850	0,262
7	1960	2 800	0,310
8	1964	2 700	0,357
9	1953	2 690	0,405
10	1962	2 550	0,452
11	1965	2 550	0,500
12	1950	2 470	0,548
13	1968	2 460	0,595
14	1963	2 400	0,643
15	1957	2 390	0,690
16	1969	2 300	0,738
17	1967	2 230	0,786
18	1952	2 170	0,833
19	1961	2 160	0,881
20	1958	1 650	0,929
21	1951	1 560	0,976

TABLEAU 2

BENOUE à GAROUA

CLASSEMENT des DEBITS MAXIMAUX

ANNUELS

(de 1930 à 1970 inclus, sauf 1933 et 1937)

Rang	Année	Débit maxi.	Fréquence de dépassement
1	1948	5 970	0,013
2	1935	4 390	0,038
3	1966	4 390	0,064
4	1946	4 370	0,090
5	1960	4 330	0,115
6	1970	4 310	0,141
7	1938	4 210	0,167
8	1959	3 970	0,192
9	1961	3 970	0,218
10	1931	3 900	0,244
11	1941	3 780	0,269
12	1943	3 620	0,295
13	1936	3 580	0,321
14	1965	3 580	0,346
15	1962	3 490	0,372
16	1945	3 430	0,397
17	1955	3 430	0,423
18	1963	3 430	0,449
19	1934	3 410	0,474
20	1969	3 350	0,500
21	1956	3 180	0,526
22	1968	3 180	0,551
23	1947	3 160	0,577
24	1942	3 050	0,603
25	1954	3 050	0,628
26	1932	3 030	0,654
27	1967	2 920	0,679
28	1964	2 750	0,705
29	1957	2 630	0,731
30	1930	2 220	0,756
31	1949	2 220	0,782
32	1951	2 130	0,808
33	1953	2 060	0,833
34	1952	1 990	0,859
35	1950	1 900	0,885
36	1958	1 860	0,910
37	1940	1 810	0,936
38	1939	1 770	0,962
39	1944	1 420	0,987

TABLEAU 3

BENOUÉ à RIAO et LAGDO

AJUSTEMENT d'une LOI de GALTON aux CRUES OBSERVÉES

Fréquence de dépassement :	Période de retour :	RIA0	GAROUA
		Débits de crue	
0,0001	10 000 ans	5 210 m ³ /s	9 960 m ³ /s
0,001	1 000 ans	4 600 m ³ /s	8 160 m ³ /s
0,01	100 ans	3 970 m ³ /s	6 410 m ³ /s
0,1	10 ans	3 230 m ³ /s	4 600 m ³ /s
0,5	2 ans	2 520 m ³ /s	3 060 m ³ /s
Moyenne		2 564 m ³ /s	3 211 m ³ /s
Ecart-type		481 m ³ /s	964 m ³ /s
Coefficient de variation		0,19	0,30
Paramètres d'ajustement :			
- forme		0,19541	0,31728
- échelle		2517,63	3062,15
- position		0,0	0,0

GAROUA est plus sûr et l'échantillon des crues observées plus étendu que celui de RIAO. Cet échantillon comporte de plus une crue de fréquence certainement assez rare : il s'agit de la crue de 1948 qui avec un débit voisin de $6\ 000\ m^3/s$ dépasse de loin toutes les autres crues observées depuis 1930 à GAROUA.

Il n'existe pas de relation bien définie entre les maximums de RIAO et de GAROUA pour une année donnée. L'irrégularité des crues est d'ailleurs nettement plus forte à GAROUA (coef. de variation de 0,30) qu'à RIAO (CV = 0,19). Il arrive que les crues de RIAO dépassent celles de GAROUA de quelques centaines de mètres-cubes/seconde, ce qui s'explique par les pertes dans les plaines d'inondation. Mais l'inverse est beaucoup plus fréquent à cause des apports du MAYO-KEBEI. On remarque que le rapport entre le maximum de RIAO et celui observé la même année à GAROUA tend à diminuer avec l'importance de la crue de GAROUA. Pour les crues observées supérieures à $3\ 600\ m^3/s$ à GAROUA, ce rapport reste compris entre 0,55 et 0,8. Le rapport de 0,6 obtenu pour les crues exceptionnelles apparaît comme tout-à-fait vraisemblable, si l'on remarque que le bassin versant intermédiaire entre RIAO et GAROUA est drainé par des petits cours d'eau torrentiels réputés pour leurs crues très irrégulières et brutales (MAYO BENDER, MAYO LOUFI, MAYO OULO).

La crue exceptionnelle de $6\ 000\ m^3/s$ à LAGDO correspond à un débit spécifique de $220\ l/s.km^2$ et à un coefficient K de FRANCOU égal à 3,7. Ces valeurs, quoique fortes, paraissent plausibles pour le Nord-CAMEROUN.

4. HYDROGRAMME de la CRUE EXCEPTIONNELLE

Sur le graphique, ci-joint, (CAM 111458) on a porté les hydrogrammes de quatre fortes crues observées, en prenant pour chaque crue comme origine des temps la date de son maximum. Ces hydrogrammes ont tous été établis à partir de l'étalonnage de 1956, ce qui tend vraisemblablement à surestimer les débits de la crue de 1960 et des crues postérieures, mais ne présente guère d'inconvénient pour la recherche de l'hydrogramme de la crue exceptionnelle.

Cet hydrogramme ne peut, en effet, être que grossièrement approximatif et n'est donné qu'à titre indicatif sur le graphique ci-après (CAM 111459). On s'est contenté de tracer une courbe enveloppe des hydrogrammes observés sur laquelle, on a greffé entre le jour - 2 et le jour + 2 une pointe très aiguë montant à $6\ 000\ m^3/s$.

Cet hydrogramme conduit à un volume total de $6,5 \times 10^9\ m^3$ écoulé entre le 15ème jour avant et le 15ème jour après la pointe de la crue. Un tel volume correspond à une lame d'eau ruisselée de 235 mm en un mois sur le bassin versant. Cette valeur est certes très élevée, mais n'apparaît pas absolument invraisemblable pour une crue exceptionnelle.

Touchebeuf de Lussigny Pierre

Note sur la crue exceptionnelle de la Bénoué à Lagdo

Paris : ORSTOM, EDF-Dafeco, 1972, 6 p.