

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

B. C. E. O. M.

ALIMENTATION EN EAU  
DE LA REGION de LAMA-KARA et NIAMTOUGOU  
(TOGO)

-----  
DETERMINATION de la CAPACITE  
de la RETENUE  
A CREPER sur la KOZA

-----  
TOUCHEBEUF (P.)

26 JAN. 1973

Juillet 1972

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

Collection de Référence

n° B5889 Hydr

71324

## I N T R O D U C T I O N

Les besoins en eau de la région de LAMA-KARA et NIAMTOUGOU en 1970 ont été estimés à :

.  $3,3 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/an , soit 105 l/s

L'étude hydrologique effectuée en 1971 par l'ORSTOM, sur le bassin versant de la KOZA (19,4 km<sup>2</sup>), a permis d'évaluer comme suit les apports annuels de ce bassin :

. en année moyenne :

$12,7 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/an , soit 403 l/s

. en année exceptionnellement sèche :

$2,5 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/an , soit 79,3 l/s

La détermination de la capacité de la retenue nécessaire pour assurer les besoins en année exceptionnellement sèche doit tenir compte des éléments suivants :

- a) - diminution de la capacité utile de la retenue par dépôts des transports solides,
- b) - répartition mensuelle des apports naturels de la KOZA,
- c) - pertes en eau de la retenue par évaporation.

Nous allons examiner successivement ces trois éléments.

### 1. TRANSPORTS SOLIDES

Les transports solides de la KOZA sont mal connus. Les quelques mesures effectuées par l'ORSTOM, pendant la saison des pluies 1971, concernent seulement les transports en suspension, à l'exclusion du charriage de fond. Or, sur un petit bassin versant comme celui de la KOZA, il n'est pas exclu qu'en crue le charriage de fond représente une part appréciable du transport total de sédiments.

Les mesures effectuées indiquent des turbidités modérées qui ne dépassent pas 400 g/m<sup>3</sup> pendant les fortes crues et se maintiennent entre 10 et 20 g/m<sup>3</sup> en régime stable.

Dans ces conditions, il semble très improbable que la dégradation spécifique du bassin versant dépasse 300 t/an/km<sup>2</sup>.

.../...

Le volume des transports solides susceptibles de se déposer dans la retenue (avec une densité de l'ordre de 1,2) serait alors au maximum de 5 000 m<sup>3</sup>/an. Il s'agit d'une estimation très prudente que nous conserverons par souci de sécurité.

Le volume mort à prévoir, pour les dépôts de sédiments dans la retenue, serait :

$$\begin{aligned} V_S &= 50 \times 10^3 \text{ m}^3 \\ \text{ou } V_S' &= 100 \times 10^3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

suivant que l'on envisage de nettoyer la retenue tous les 10 ans ou tous les 20 ans en moyenne.

La courbe  $\sqrt{(H)}$  donnant le volume en fonction de la cote de la retenue - courbe qui nous a été fournie par le B. C. E. O. M. - montre que la crépine de captage devrait être installée :

- dans le 1er cas, à la cote :

$$H_c = 370,7 \text{ m}$$

- dans le 2e cas, à la cote :

$$H_c' = 371,3 \text{ m}$$

## 2. REPARTITION MENSUELLE des APPORTS

Le fonctionnement de la retenue de la KOZA a été étudié à partir de l'équation élémentaire :

$$Q_N - Q_R = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (1)$$

avec les notations suivantes :

$Q_N$  : Débit moyen naturel (en litres/secondes) de la KOZA pendant l'intervalle de temps  $\Delta t$ ,

$Q_R$  : Débit de captage régularisé à une valeur constante et égale à 105 l/s,

$\Delta V$  : Variation du remplissage (en litres) de la retenue pendant  $\Delta t$ .

L'intervalle de temps  $\Delta t$  a été pris égal à 1 mois, soit  $2,59 \times 10^6$  sec.

Pendant une période continue de durée  $N \times \Delta t$ , le volume de remplissage  $V$  (en m<sup>3</sup>) à la fin du  $n^{\text{ème}}$  intervalle  $\Delta t$  est obtenu en intégrant l'équation (1), soit :

$$V = V_0 + \frac{\Delta t}{10^3} \times \sum_1^n (Q_N - Q_R) \quad (2)$$

Au lieu de faire intervenir le volume de remplissage  $V$  au début de la période considérée, on peut tenir compte du volume final  $V_N$  et intégrer l'équation (1) en remontant le temps, soit :

$$V = V_N - \frac{\Delta t}{10^3} \times \sum_N^{n+1} (Q_N - Q_R) \quad (3)$$

C'est cette dernière expression que nous avons utilisée pour calculer, en première approximation, la capacité nécessaire pour assurer sans défaillance le débit  $Q_R$  pendant une année exceptionnellement sèche. Cette année a été supposée coïncider avec l'année hydrologique de la région, c'est-à-dire commencer le 1er mai X (X : millésime année calendaire) et s'étendre jusqu'au 30 avril X + 1, date à laquelle on a admis que :

$$V_N = 0$$

Autrement dit, on a admis qu'à partir du 1er mai X + 1 une nouvelle saison des pluies débutait telle que le débit naturel devenait supérieur à 105 l/s et que la retenue commençait à se remplir à nouveau.

La principale difficulté que nous avons dû surmonter a été de fixer les valeurs de  $Q_N$  pour les douze mois de l'année exceptionnellement sèche. Nous n'avons pu le faire que d'une façon grossièrement approximative, étant donné les connaissances très limitées que l'on possède sur le régime hydrologique de la KOZA. Nous nous sommes toutefois inspirés des débits observés en 1958 (année très sèche) sur le bassin voisin de la Sara à Bafilo (30 km<sup>2</sup>). On trouvera, dans la colonne 2 du tableau I, les valeurs de  $Q_N$  adoptées qui, bien entendu, correspondent à l'apport annuel de  $2,5 \times 10^6$  m<sup>3</sup> annoncé dans l'introduction.

Cet apport annuel étant largement inférieur au volume annuel des besoins, ce dernier ne peut être garanti que si le déficit est compensé par un excédent mis en réserve pendant l'année hydrologique précédente. Nous avons donc été amenés à reconstituer également les débits mensuels d'août X + 1 à avril X. Nous avons admis que l'année hydrologique précédant l'année exceptionnellement sèche avait une hydraulité voisine de la moyenne et nous avons adopté, comme débits mensuels (colonne 2 bis du tableau I), les valeurs observées sur la KOZA d'août à décembre 1971, puis des valeurs vraisemblables pour la fin de la saison sèche de janvier à avril.

Les colonnes 3 (ou 3 bis) et 4 (ou 4 bis) du tableau I donnent les calculs intermédiaires nécessaires pour évaluer mois par mois, en remontant le temps comme indiqué plus haut, le volume de remplissage de la retenue. Les résultats de la colonne 4 donnent à un facteur constant près ( $2,59 \times 10^3$ ) les valeurs du remplissage. Il n'a été jugé utile de porter en colonne 5 les valeurs réelles de  $V$  que pour quelques cas particulièrement intéressants.

On remarque que le volume maximal de remplissage  $\sqrt{V}_M$  est atteint non pas pendant l'année exceptionnellement sèche, mais à la fin du mois d'octobre de l'année précédente. Il a pour valeur :

$$\sqrt{V}_M = \underline{2,05 \times 10^6 \text{ m}^3}$$

On vérifie aisément qu'une retenue de cette capacité pourrait être remplie largement avec les apports de septembre et octobre X - 1.

Compte tenu du volume mort estimé précédemment, la cote maximale de la retenue serait en première approximation :

- dans le cas d'un nettoyage tous les dix ans :

$$h_R = 380,2 \text{ m}$$

- dans le cas d'un nettoyage tous les vingt ans :

$$h_R = 380,35 \text{ m}$$

### 3. PERTES PAR EVAPORATION

Il est nécessaire de tenir compte des pertes par évaporation sur la retenue pendant toute la période comprise entre la fin du mois d'octobre X - 1 (remplissage maximal) et la fin du mois d'avril X + 1 (retenue utile vide), soit sur 18 mois.

L'évaporation sur bac colorado en 1971 a été estimée à 1 700 mm/an. Pour l'évaporation brute de la retenue en année moyenne, nous avons conservé cette valeur sans lui appliquer un coefficient de réduction, étant donné la faible superficie de la retenue et la brève durée des observations sur bac Colorado. Nous avons estimé que 65 % de l'évaporation annuelle, soit 1 100 mm, avaient lieu de novembre à avril en année moyenne.

Pour l'année exceptionnellement sèche, nous avons admis une évaporation brute supérieure de 30 % à celle de l'année moyenne, soit 2 200 mm/an.

Le calcul des pertes nettes par évaporation doit cependant tenir compte du fait qu'avant la création de la retenue il existe déjà sur son emplacement des pertes naturelles par évapotranspiration du sol et de la végétation. Ces pertes naturelles doivent être déduites des pertes brutes de la retenue. En année moyenne, elles peuvent être évaluées à 800 mm/an, dont 350 mm pendant le semestre novembre-avril. En année exceptionnellement sèche, elles ont été estimées à 700 mm/an.

.../...

En définitive, les pertes nettes à prendre en considération ont été établies comme suit :

Période	Pertes brutes	Evapo-transpiration	Pertes nettes
de novembre X - 1 à avril X	1 100 mm	350 mm	750 mm
de mai X à avril X + 1	2 200 mm	700 mm	1 500 mm
		<u>TOTAL</u>	<u>2 250 mm</u>

Il y a donc lieu de majorer de 2,25 m la cote maximale de la retenue estimée précédemment, soit :

- dans le cas d'un nettoyage tous les dix ans :

$$H_R = 382,45 \text{ m}$$

- dans le cas d'un nettoyage tous les vingt ans :

$$H_R = 382,60 \text{ m}$$

Le volume total correspondant à la cote maximale de la retenue est voisin de  $3 \times 10^6 \text{ m}^3$  dans les deux cas. On a vérifié que ce volume peut être rempli par les apports d'août, septembre et octobre de l'année calendaire X - 1.

#### 4. RESUME et CONCLUSION

Les principaux résultats auxquels nous sommes parvenus peuvent être récapitulés comme suit :

- Volume annuel des transports solides : ..... 5 000 m<sup>3</sup>/an
- Cote de la crépine de captage :
  - nettoyage tous les dix ans : ..... 370,7 m
  - nettoyage tous les vingt ans : .... 371,3 m
- Volume utile de la retenue (évaporation non comprise) : ..... 2,05 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

.../...

- Tranche d'eau perdue par évaporation : ..... 2,25 m
- Cote maximale de la retenue :
  - nettoyage tous les dix ans : ..... 382,45 m
  - nettoyage tous les vingt ans : .... 382,60 m
- Volume maximal de la retenue : ..... 3 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> environ

Ces résultats n'ont qu'un caractère assez grossièrement approximatif, étant donné les informations très limitées que l'on possède sur le régime hydrologique de la KOZA. Il sera loisible d'arrondir à 382,50 m, par exemple, la cote maximale de la retenue.

Précisons que cette cote maximale a été déterminée dans le seul but d'assurer sans défaillance un débit régularisé à 105 l/s pendant une année exceptionnellement sèche (précédée d'une année d'hydraulicité moyenne).

On peut envisager, pour la retenue, un second objectif : celui d'emmagasiner, au moins partiellement, les crues de la KOZA. Un calcul économique permettrait de déterminer dans quelle mesure la surélévation du barrage serait intéressante pour réduire l'importance de l'ouvrage d'évacuation des crues. Ce calcul économique n'est pas de notre ressort, mais il nous appartient d'en donner les bases proprement hydrologiques.

Le débit de pointe de la crue centenaire a été évalué précédemment par l'ORSTOM à 250 m<sup>3</sup>/s, mais son hydrogramme n'a pas été précisé. On peut grossièrement lui attribuer une forme triangulaire avec un temps de base de 5 heures et un temps de montée de 50 minutes. Le volume de ruissellement total de la crue centenaire serait ainsi de l'ordre de 2 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>.

Si l'on voulait emmagasiner la totalité de ce volume, il faudrait porter la capacité totale de la retenue à 5 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>. Son niveau maximal passerait alors de la cote 382,50 m à la cote 386,50 m, soit une surélévation de 4 m. Cette surélévation non négligeable ne correspond vraisemblablement pas à un optimum économique, d'autant plus que le fait d'emmagasiner totalement les crues tendrait à accroître les dépôts de transports solides dans la retenue.

TABIEAU I

REGULARISATION des DEBITS  
de la KOZA

ANNEE PRECEDENTE				
Mois	$Q_N$	$Q_N - Q_R$	$\Sigma (Q_N - Q_R)$	$\nabla$
	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(m3)
1 bis	2 bis	3 bis	4 bis	5 bis
AOÛT X-1	1 340	+ 1 235		
SEPT.	890	+ 785	(- 120)	
OCTOBRE	230	+ 125	665	
NOV.	50	- 55	790	<u><math>2,05 \times 10^6</math></u>
DEC.	25	- 80	735	
JANV. X	10	- 95	655	
FEVRIER	5	- 100	560	
MARS	5	- 100	460	
AVRIL X	50	- 55	360	
			305	<u><math>0,79 \times 10^6</math></u>

ANNEE EXCEPTIONNELLEMENT SECHE				
Mois	$Q_N$	$Q_N - Q_R$	$\Sigma (Q_N - Q_R)$	$\nabla$
	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(m3)
1	2	3	4	5
			305	<u><math>0,79 \times 10^6</math></u>
MAI X	75	- 30	275	
JUIN	160	+ 55	330	
JUILL.	140	+ 35	365	
AOUT	100	- 5	360	
SEPT.	250	+ 145	505	
OCTOBRE	125	+ 20	525	<u><math>1,36 \times 10^6</math></u>
NOV.	30	- 75	450	
DECEMBRE	15	- 90	360	
JAN. X+1	5	- 100	260	
FEVRIER	0	- 105	155	
MARS	10	- 95	60	
AVRIL X+1	45	- 60	0	0



# Régularisation des débits de la KOZA

