

Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre-Mer

BUREAU D'ÉTUDES PABST

BARRAGE DE SAMBISSOGO
en HAUTE-VOLTA



Note Hydrologique

par

Marcel ROCHE

AOUT 1965

BARRAGE de SAMBISSOGO
en HAUTE-VOLTA

Note Hydrologique

par
Marcel ROCHE

Août 1965

BARRAGE de SAMBISSOGO

Note Hydrologique

1 - DONNEES de BASE -

1.1. - CLIMATOLOGIE -

1.1.1. - Pluviométrie -

On admettra, lère hypothèse de notre étude, que la pluie moyenne annuelle sur le bassin peut être représentée par la pluie annuelle observée au poste de KOUDOUGOU.

On possède des relevés pluviométriques à ce poste depuis 1920 et les relevés sont complets depuis 1922 ; ils figurent sur le tableau I. On dispose ainsi d'un échantillon de 43 totaux pluviométriques annuels. Le graphique 1 montre que la répartition statistique de cet échantillon est très correctement représentée par une loi de distribution normale dont les paramètres sont les suivants :

$$\text{Moyenne } \bar{P} = 897 \text{ mm}$$

$$\text{Ecart type } \sigma_p = 152 \text{ mm}$$

On en déduit les valeurs suivantes des percentiles :

Année décennale sèche : 702 mm

Année trentenaire sèche : 620 mm

Année cinquanteenaire sèche : 585 mm

D'après l'étude générale de M. BRUNET-MORET, la pluie journalière ponctuelle de fréquence décennale est comprise entre 110 et 115 mm. On adoptera 115 mm. Pour le bassin versant (160 km^2), on peut admettre un coefficient d'abattement de 0,90 et la crue décennale sera donc calculée avec une averse moyenne de 105 mm.

TABLEAU I

Pluies mensuelles et annuelles
relevées à KOUDOUGOU

(mm)

:Année:	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel:
: 1920:	:	:	:	:	0:	103:	167:	125:	151:	39:	:	:	:
: 1921:	:	:	43:	22:	87:	60:	165:	212:	107:	27:	19:	:	:
: 1922:	0:	0:	0:	58:	47:	97:	258:	350:	313:	46:	4:	0:	1173
: 1923:	0:	0:	0:	3:	38:	127:	258:	146:	79:	74:	22:	4:	751
: 1924:	0:	0:	3:	20:	45:	192:	262:	227:	224:	80:	0:	0:	1053
: 1925:	0:	0:	0:	20:	94:	77:	153:	306:	189:	71:	8:	0:	918
: 1926:	0:	0:	0:	2:	48:	94:	117:	366:	146:	21:	14:	0:	808
: 1927:	0:	2:	0:	23:	13:	121:	127:	331:	251:	81:	0:	0:	949
: 1928:	0:	0:	2:	0:	16:	67:	245:	498:	110:	34:	0:	0:	972
: 1929:	0:	0:	18:	22:	89:	168:	197:	302:	173:	44:	0:	0:	1013
: 1930:	0:	0:	0:	10:	69:	117:	210:	397:	183:	66:	0:	0:	1052
: 1931:	0:	0:	0:	17:	62:	213:	111:	114:	143:	22:	15:	0:	697
: 1932:	0:	0:	9:	30:	31:	35:	151:	239:	132:	61:	2:	0:	690
: 1933:	0:	0:	38:	24:	99:	242:	183:	232:	189:	0:	0:	0:	1007
: 1934:	0:	0:	39:	7:	7:	70:	173:	261:	172:	73:	0:	0:	802
: 1935:	0:	0:	21:	41:	115:	36:	160:	364:	161:	51:	0:	0:	949
: 1936:	0:	4:	0:	14:	161:	132:	202:	237:	120:	15:	1:	0:	886
: 1937:	0:	0:	0:	13:	36:	124:	123:	289:	138:	7:	14:	0:	744
: 1938:	0:	0:	20:	12:	62:	138:	63:	270:	118:	32:	0:	0:	715
: 1939:	0:	0:	4:	0:	23:	142:	171:	327:	229:	15:	0:	0:	911
: 1940:	0:	0:	13:	20:	42:	51:	203:	212:	221:	21:	0:	0:	783
: 1941:	0:	0:	0:	29:	18:	113:	95:	258:	47:	44:	0:	0:	604
: 1942:	1:	0:	19:	20:	62:	205:	199:	300:	112:	45:	0:	8:	971
: 1943:	0:	0:	28:	11:	73:	39:	193:	260:	234:	83:	0:	0:	921
: 1944:	0:	0:	0:	0:	16:	31:	176:	206:	131:	68:	0:	0:	628
: 1945:	0:	0:	0:	1:	91:	80:	105:	343:	155:	60:	0:	0:	835
: 1946:	1:	0:	0:	39:	18:	148:	284:	234:	126:	77:	0:	0:	927
: 1947:	0:	0:	0:	0:	56:	57:	169:	298:	215:	24:	0:	0:	819
: 1948:	0:	0:	0:	18:	71:	68:	111:	196:	145:	59:	0:	0:	667
: 1949:	0:	1:	40:	25:	42:	76:	224:	322:	219:	26:	0:	0:	975

TABLEAU I

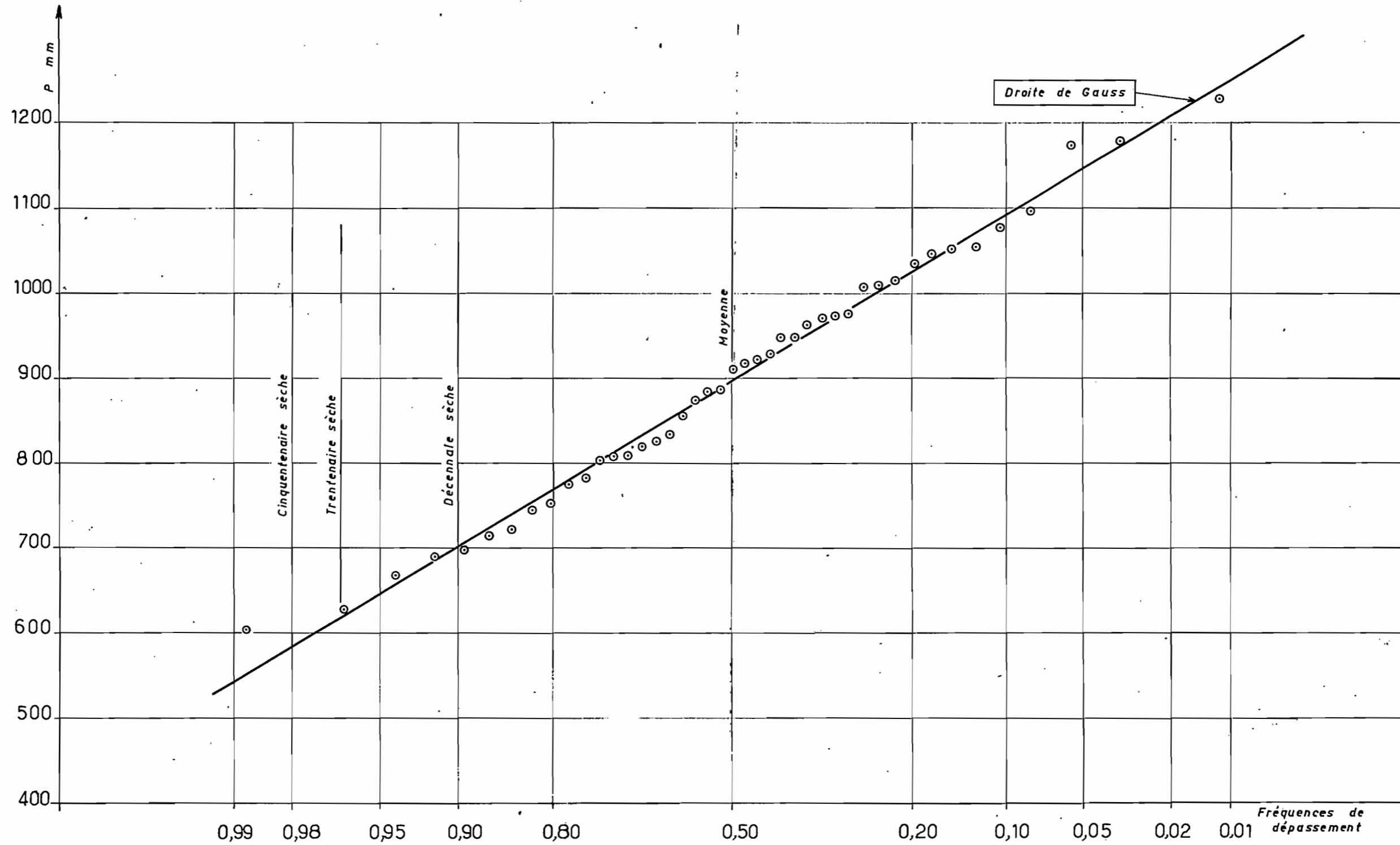
Pluies mensuelles et annuelles
relevées à KOUDOUGOU (suite)
(mm)

:Année:	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total annuel:
: 1950:	0	2	0	30	44	106	289	279	323	105	0	0	1178
: 1951:	0	0	4	38	109	93	178	225	402	151	28	0	1228
: 1952:	0	0	0	1	54	123	150	403	245	58	0	0	1034
: 1953:	0	0	0	14	226	161	294	288	97	16	0	0	1096
: 1954:	0	0	0	12	69	93	140	241	88	70	8	0	721
: 1955:	0	0	0	72	53	142	143	151	138	44	0	26	769
: 1956:	0	6	0	50	92	126	221	138	162	14	0	0	809
: 1957:	0	0	0	31	99	126	234	236	147	90	0	0	963
: 1958:	0	0	9	5	29	192	230	374	227	0	10	0	1076
: 1959:	0	0	0	15	114	132	105	366	123	19	0		874
: 1960:	0	0	16	11	30	100	350	111	190	47	0	0	855
: 1961:	0	0	0	75	72	82	250	241	152	11	0	0	883
: 1962:	0	0	0	31	122	151	72	430	207	31	1	0	1045
: 1963:	0	0	0	21	45	67	248	252	145	48	0	0	826
: 1964:	0	0	13	51	41	146	254	276	191	23	0	16	1009

KOUDOUGOU

Gf-1

Répartition statistique des pluies annuelles



1.1.2. - Evaporation -

Comme on le verra par la suite, ce facteur joue un rôle essentiel dans l'exploitation de la retenue.

L'évaporation sur bacs a été étudiée par l'ORSTOM dans la région de OUAGADOUGOU présentant une analogie climatique très marquée avec celle de KOUDOUGOU. 5 bacs ont été exploités et les résultats sont présentés pages 5 à 9 du rapport PIEYNS et KLEIN (1964). On a adopté en principe les moyennes mensuelles de ces 5 bacs, mais le fait qu'un de ces bacs conduit à des résultats beaucoup plus forts que les autres incite à la prudence. D'autre part, ces bacs étaient placés généralement au voisinage de retenues, ce qui fait penser que le coefficient de passage du bac à la retenue doit être assez élevé. On a adopté finalement un coefficient variant de 0,90 pour la retenue pleine, jusqu'à 1 pour la retenue presque vide à fin Juin : en effet, c'est après une année sèche, lorsque la retenue se vide presque complètement, que l'évaporation est la plus dangereuse. Se basant sur ces considérations et en examinant de plus près les résultats du bac donnant les chiffres les plus forts, on a finalement adopté pour les hauteurs évaporées mensuellement, les valeurs suivantes exprimées en mm :

:	J	:	F	:	M	:	A	:	M	:	J	:	J	:	A	:	S	:	O	:	N	:	D	:	
:	---	:	---	:	---	:	---	:	---	:	---	:	---	:	---	:	---	:	---	:	---	:	---	:	---
:	206	:	219	:	277	:	268	:	237	:	204	:	148	:	116	:	135	:	166	:	179	:	211	:	

1.2. - HYDROLOGIE -

1.2.1. - Observations -

Aucune observation de débits n'a été faite sur la rivière. Quelques lectures sur une échelle placée dans la retenue ont été effectuées régulièrement depuis Décembre 1964 ; elles ne sont pas d'un grand secours.

Le bassin a une superficie de 160 km² et il est facile, d'après les points cotés figurant sur la carte au 1/200 000, de lui attribuer une pente longitudinale de 0,002.

Le terrain a été examiné par nos soins au cours d'un survol le 3 Août et au cours d'une reconnaissance au sol le 4 Août.

Le survol montre un ensemble assez homogène de taches claires (sablo-argileuses) et de taches sombres indiquant des zones plus argileuses souvent marécageuses. La proportion des zones argileuses est beaucoup plus faible que celle du sol sablo-argileux. La végétation est celle d'une savane boisée très clairsemée. Les zones de cultures sont nombreuses et on peut dire que la plus grande partie du bassin non couverte par des terres actuellement en culture est constituée par des jachères. Très approximativement on peut admettre 1/3 de cultures et 2/3 de jachères. Les zones marécageuses n'ont finalement que peu d'importance sur le régime hydrologique du bassin.

Au cours de la reconnaissance au sol, outre des observations d'ordre général confirmant les remarques faites au cours du survol, 2 axes ont été parcourus en vue de l'observation du sol. Il s'agit d'une piste laissant sur la droite celle de SABON lorsqu'on se dirige au Sud de KOUDOUGOU,

et de la route KOUDOUGOU à OUAGADOUGOU. Ces axes coupent le bassin en travers, le premier dans la moitié aval, le second dans la moitié amont. On obtient ainsi un échantillonnage satisfaisant des sols puisque, à deux niveaux particulièrement intéressants du bassin, on part d'une ligne de crête pour descendre dans le thalweg et remonter sur la ligne de crête opposée. Les postes d'observation étaient situés tous les deux kilomètres et comportaient en 1 ou 2 points du sol :

- Un examen visuel du sol en surface et jusqu'à une trentaine de cm de profondeur.
- Un malaxage à l'eau pour évaluation qualitative de la teneur en argile (boudinage).
- Un essai qualitatif d'infiltration dans le trou.
- Un essai qualitatif d'infiltration en surface.

Sur le premier axe, 5 postes d'observation ont été ainsi examinés. On a effectué les remarques suivantes :

Poste 1 sur ligne de crête rive gauche :

- Sable très argileux à hydromorphisme temporaire (seul cas de vertisol rencontré).
- Recouvert d'une couche très mince de sable lavé par le ruissellement.
- Assez imperméable.

Poste 2 :

- Sol argilo-sableux à forte teneur en sable et gravillon. Assez perméable, tant en surface que dans le trou.

Poste 3 :

- Sol argilo-sableux, mais comportant moins de sable que 2 ;
- cuirasse latéritique à 25 cm. Perméabilité entre 1 et 2.

Poste 4 :

- Sable argileux à forte teneur en argile.
- Assez perméable.

Poste 5 :

- Sable argileux foncé sur socle birrimien.
- Malgré sa forte teneur en argile, ce sol est assez perméable.

Sept postes ont fait l'objet d'observations sur la route de KOUDOUGOU à OUAGADOUGOU. Le premier, poste 6, est situé à 2 km de la ligne de crête en rive droite ; les autres sont espacés de 2 km en 2 km jusqu'à la ligne de crête opposée.

Poste 6 - A droite de la route, sol en culture sablo-argileux de perméabilité moyenne.

A gauche de la route, sol naturel (ou jachère) de mêmes caractéristiques, mais un peu plus argileux.

Poste 7 - Sol sableux très argileux mais avec beaucoup de gravillon latéritique. Perméabilité moyenne.

Poste 8 - Sol très argileux, assez imperméable.

Poste 9 - Même sol que 6.

Poste 10 - Cuirasse imperméable. C'est le seul exemple de cuirasse nue que nous ayons rencontré. Peu représentatif.

Poste 11 - Sol latéritique très gravillonneux : perméable.

Poste 12 - Sol argilo-sableux de perméabilité moyenne.

Aucun effort particulier n'a été fait pour examiner les sols des bas fonds où l'hydromorphisme est certainement assez répandu : ces bas fonds n'offrent pas une extension suffisante pour avoir quelque influence sur le régime hydrologique. Notons qu'il n'a pas été observé de fentes de retrait importantes.

Au cours de la prospection sur la route de OUAGADOUGOU, une pluie a permis d'observer un ruissellement naturel important.

Il convient maintenant de reclasser ces observations dans l'échelle générale des perméabilités. En effet, nos dénominations sont toutes relatives et s'attachent plutôt à classer les sols du bassin les uns par rapport aux autres ; pour cela, l'échelle des variations de perméabilité a été fortement exagérée. En fait, le bassin est constitué par un ensemble de sols assez homogènes dont la perméabilité est assez réduite. Si l'on se réfère à l'échelle proposée par M. J. RODIER, on pourrait classer ce bassin en P_3 faible.

D'autre part, avec une pente longitudinale moyenne de 2 ‰, le bassin est plat ; le drainage est moyen. Par contre, la végétation ne doit pas gêner beaucoup le ruissellement. Compte tenu de ces différentes remarques nous classerons le bassin en R_2 faible.

Il va de soi que le régime est tropical pur.

Actuellement, l'exutoire est fermé par un barrage en terre muni d'un déversoir à implantation latérale. On sait que, depuis l'achèvement de l'ouvrage avant la saison des pluies 1963, l'évacuateur a fonctionné en 1963 avec une lame d'une trentaine de centimètres et en 1964 avec sans doute près d'un mètre de charge sur le seuil, ce qui, d'après SOGREAH, correspondrait à un débit (laminé) de $200 \text{ m}^3/\text{s}$.

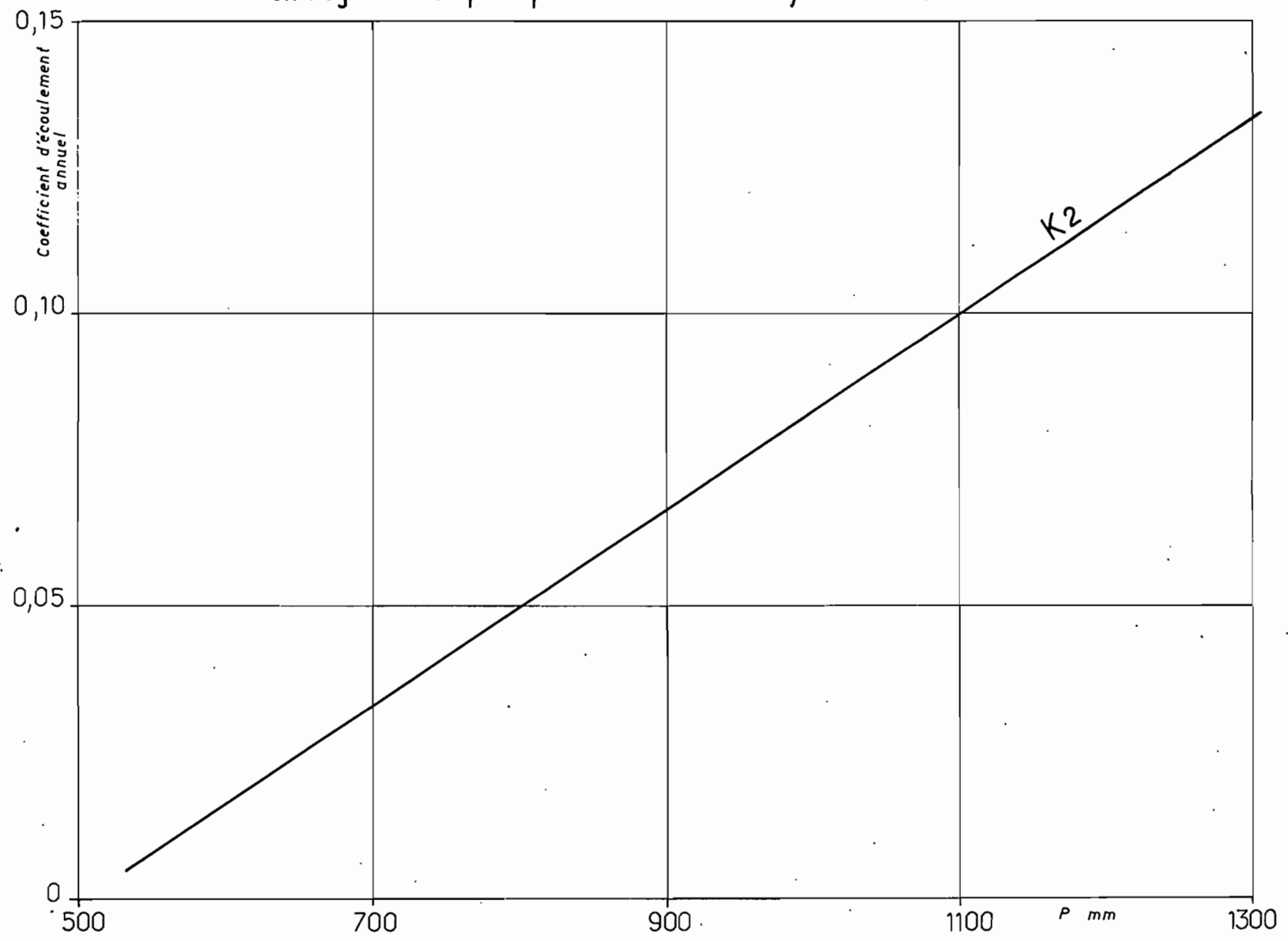
1.2.2. - Evaluation des apports -

Les éléments que nous possédons sur le bassin de SAMBISSOGO permettent, du point de vue écoulement, de le classer entre celui de BOULSA et les bassins de OUAGADOUGOU-SUD (1).

Le graphique 2 donne une relation qui semble raisonnable entre la hauteur moyenne annuelle de précipitation sur le bassin et le coefficient d'écoulement. Il s'agit là, bien entendu, d'une relation à caractère stochastique affectée d'une dispersion importante.

(1) - Voir : "Détermination des caractéristiques hydrologiques pour 28 barrages de Haute-Volta" par Marcel ROCHE.

Bassin de SAMBISSOGO
 Variation du coefficient d'écoulement
 en regard de la précipitation annuelle moyenne sur le bassin



On peut ainsi calculer une valeur probable des apports correspondant à différentes fréquences. Il faut noter à ce point de vue que l'écart-type de la pluie moyenne annuelle sur le bassin est à coup sûr plus faible que celui de la pluie annuelle observée à KOUDOUGOU. Ne connaissant pas les coefficients de corrélation inter-postes à l'échelle annuelle relatifs à ce bassin, il n'est pas possible de savoir dans quelle mesure l'écart-type se trouve réduit. On peut penser que cette réduction compense en partie la dispersion supplémentaire introduite par la régression $K_e (P)$.

En raisonnant en moyennes conditionnelles, on obtient les valeurs suivantes (bassin de 160 km^2)

Année moyenne :

Pluie : 897 mm
 K_e : 0,066
Volume des apports : $9,45 \times 10^6 \text{ m}^3$

Année décennale sèche :

Pluie : 702 mm
 K_e : 0,033
Volume des apports : $3,70 \times 10^6 \text{ m}^3$

Année trentenaire sèche :

Pluie : 620 mm
 K_e : 0,020
Volume des apports : $1,98 \times 10^6 \text{ m}^3$

Année cinquantenaire sèche :

Pluie : 585 mm

K_e : 0,013

Volume des apports : $1,29 \times 10^6 \text{ m}^3$

1.2.3. - Evaluation des crues -

On rappellera que le bassin, tropical pur, a été classé en P_3 faible et R_2 faible. On obtient alors, pour la crue décennale :

$K_r = 0,23$ (coefficient de ruissellement)

Temps de base : 100 h

Averse décennale : 105 mm (réduction d'abattement comprise)

Volume ruisselé décennal : $105 \times 160 \times 0,23 = 3900 \times 10^3 \text{ m}^3$

Maximum décennal : $2,3 \times \frac{3900}{360} = 250 \text{ m}^3/\text{s}$ (1)

Crue exceptionnelle : $500 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ces chiffres ne paraissent pas exagérés si l'on songe qu'en deux ans d'exploitation on a eu $200 \text{ m}^3/\text{s}$.

Un débit de $500 \text{ m}^3/\text{s}$ correspond à une lame de 1,85 m sur le radier de l'évacuateur, soit une cote de 105,35 m, 15 cm plus élevée que le sommet de la digue. On peut toutefois penser que le laminage sera suffisant pour permettre le passage de la crue exceptionnelle ; ce serait à vérifier. Pour ce faire, on prendra un temps de montée de l'ordre de 15 heures. De toute manière, si l'on veut adapter un dispositif à l'évacuateur afin d'augmenter le volume de la retenue, il est indispensable que ce dispositif soit escamotable.

(1) Le coefficient 2,3 correspond au rapport $\frac{\bar{Q}}{Q_M}$ du débit moyen de l'hydrogramme à son débit de pointe. C'est un coefficient de forme.

2 - ETUDE du FONCTIONNEMENT de l'AMENAGEMENT -

S'il est possible de se faire une idée des apports annuels en se basant sur la pluviométrie, il n'est pas possible, en l'absence de données de base plus complètes, de déterminer les apports mois par mois. Il est donc nécessaire de poser un certain nombre d'hypothèses simplificatrices en s'arrangeant pour que ces hypothèses soient plutôt pessimistes.

Nous supposerons donc que la saison des pluies est bloquée durant les 3 mois de Juillet, Août et Septembre. Le premier problème consiste à savoir ce qu'un volume d'eau stocké dans la retenue fin Septembre deviendra au cours de la saison sèche, jusqu'à fin Juin, sous l'effet de l'évaporation et d'un prélèvement de 2000 m^3 par jour pour le fonctionnement de l'usine textile.

Le procédé est simple. Si l'on a stocké $V \text{ m}^3$ fin Septembre, auquel correspond dans la retenue une cote h_r , la réduction de cote due à l'évaporation est de $0,166 \text{ m}$ (évaporation d'Octobre) à la fin du mois d'Octobre ; soit dans la retenue une cote $h_r - 0,166$ à laquelle correspond, d'après la courbe de remplissage, un nouveau volume V' . D'autre part, on aura eu une consommation de $62\,000 \text{ m}^3$, d'où un volume $(V' - 62\,000) \text{ m}^3$ disponible fin Octobre, auquel correspond une nouvelle cote indiquant le niveau de la retenue fin Octobre. On repart avec les données de fin Octobre, l'évaporation et la consommation de Novembre, pour obtenir la cote de la retenue fin Novembre, etc... jusqu'à fin Juin.

Il est préférable, pour l'évaporation, de raisonner sur les hauteurs plutôt que sur les volumes, d'abord parce que c'est plus simple, et surtout parce qu'on n'a pas à faire d'hypothèse sur la variation de la surface de la retenue au cours du mois.

La courbe de remplissage, nécessaire pour effectuer les calculs, est tracée sur le graphique 3 jusqu'à la cote 104,50 m correspondant à la surélévation du plan d'eau prévue par PABST and PARTNERS.

Les calculs ont été effectués (tableau II à IX) pour des remplissages initiaux, c'est à dire, à la date du 30 Septembre, respectivement égaux à :

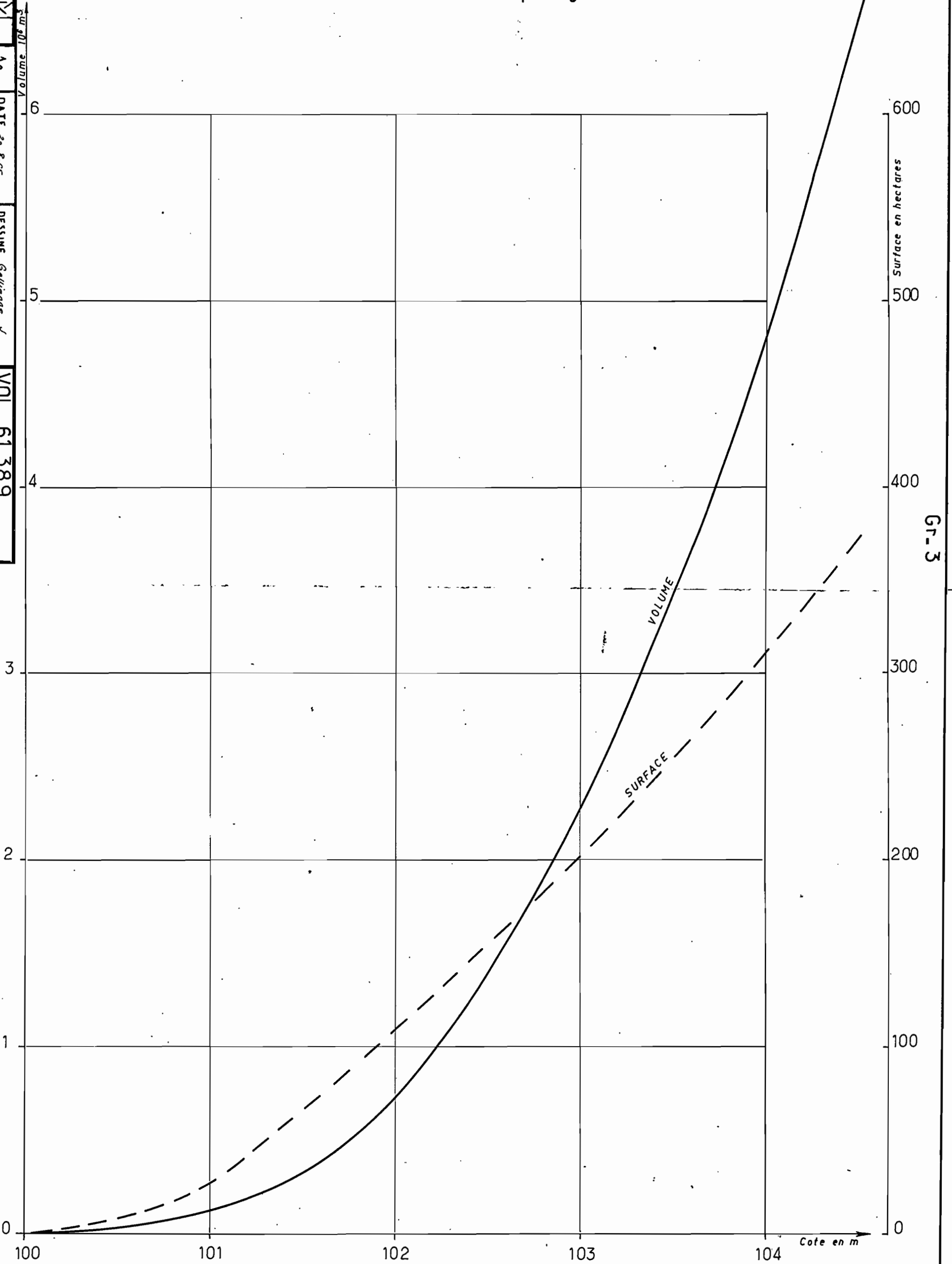
2 830 000 m³
3 400 000 m³
4 000 000 m³
4 500 000 m³
5 000 000 m³
5 500 000 m³
6 000 000 m³
6 500 000 m³

Le contrat est réalisé si au 30 Juin il reste de l'eau dans la retenue ou si le volume stocké s'annule juste à cette date. L'eau restant dans la retenue est disponible pour le cycle suivant. C'est elle qui réalise la régularisation interannuelle. Nous l'appellerons "résidu d'exploitation", ou simplement "résidu". Les 2 830 000 m³ du tableau II correspondent au volume minimal pour que le contrat soit respecté ; c'est donc le volume initial stocké pour lequel la réserve s'annule juste au 30 Juin. Le tableau II a été établi par calcul à rebours, en partant fin Juin d'un résidu nul. Les 6 500 000 m³ du tableau IX correspondent au volume maximal stocké avec l'aménagement complémentaire proposé par PABST and PARTNERS.

ORSTOM
A0
DATE 20.10.65
DESSINE Gallienne J.
VOL. 61.389

Retenue de SAMBISSOGO

Courbe de remplissage



Gr-3

TABLEAU II

	Volume m ³	Cote m	Consom- mation m ³	Evapo- ration m
fin Septembre	2 830 000	3,266		
Octobre		- 0,166	62 000	0,166
	2 472 000	3,100		
fin Octobre	2 410 000	3,069		
Novembre		- 0,179	60 000	0,179
	2 060 000	2,890		
fin Novembre	2 000 000	2,861		
Décembre		- 0,211	62 000	0,211
	1 642 000	2,650		
fin Décembre	1 580 000	2,606		
Janvier		- 0,206	62 000	0,206
	1 252 000	2,400		
fin Janvier	1 190 000	2,359		
Février		- 0,219	56 000	0,219
	896 000	2,140		
fin Février	840 000	2,097		
Mars		- 0,277	62 000	0,277
	562 000	1,820		
fin Mars	500 000	1,748		
Avril		- 0,268	60 000	0,268
	320 000	1,480		
fin Avril	260 000	1,347		
Mai		- 0,237	62 000	0,237
	162 000	1,110		
fin Mai	100 000	0,904		
Juin		- 0,204	60 000	0,204
	60 000	0,700		
fin Juin	0	0		

TABLEAU III

	Volume	Cote	Consom- mation	Evapo- ration
	m ³	m	m ³	m
fin Septembre	3 400 000	3,500		
Octobre		- 0,166	62 000	0,166
	2 980 000	3,334		
fin Octobre	2 918 000	3,320		
Novembre		- 0,179	60 000	0,179
	2 560 000	3,141		
fin Novembre	2 500 000	3,120		
Décembre		- 0,211	62 000	0,211
	2 090 000	2,909		
fin Décembre	2 028 000	2,870		
Janvier		- 0,206	62 000	0,206
	1 670 000	2,664		
fin Janvier	1 608 000	2,630		
Février		- 0,219	56 000	0,219
	1 260 000	2,411		
fin Février	1 204 000	2,370		
Mars		- 0,277	62 000	0,277
	840 000	2,093		
fin Mars	778 000	2,040		
Avril		- 0,268	60 000	0,268
	520 000	1,172		
fin Avril	460 000	1,700		
Mai		- 0,237	62 000	0,237
	310 000	1,463		
fin Mai	248 000	1,310		
Juin		- 0,204	60 000	0,204
	160 000	1,106		
fin Juin	100 000	0,900		

TABLEAU IV

	Volume m ³	Cote m	Consom- mation m ³	Evapo- ration m
fin Septembre	4 000 000	3,720		
Octobre		- 0,166	62 000	0,166
	3 510 000	3,554		
fin Octobre	3 448 000	3,530		
Novembre		- 0,179	60 000	0,179
	3 020 000	3,351		
fin Novembre	2 960 000	3,320		
Décembre		- 0,211	62 000	0,211
	2 490 000	3,109		
fin Décembre	2 428 000	3,080		
Janvier		- 0,206	62 000	0,206
	2 030 000	2,874		
fin Janvier	1 968 000	2,840		
Février		- 0,219	56 000	0,219
	1 600 000	2,621		
fin Février	1 544 000	2,590		
Mars		- 0,277	62 000	0,277
	1 120 000	2,313		
fin Mars	1 058 000	2,280		
Avril		- 0,268	60 000	0,268
	750 000	2,012		
fin Avril	690 000	1,960		
Mai		- 0,237	62 000	0,237
	480 000	1,723		
fin Mai	418 000	1,640		
Juin		- 0,204	60 000	0,204
	300 000	1,436		
fin Juin	240 000	1,300		

TABLEAU V

	Volume m ³	Cote m	Consom- mation m ³	Evapo- ration m
fin Septembre	4 500 000	3,900		
Octobre		- 0,166	62 000	0,166
	4 010 000	3,734		
fin Octobre	3 948 000	3,710		
Novembre		- 0,179	60 000	0,179
	3 460 000	3,531		
fin Novembre	3 400 000	3,500		
Décembre		- 0,211	62 000	0,211
	2 880 000	3,289		
fin Décembre	2 818 000	3,260		
Janvier		- 0,206	62 000	0,206
	2 370 000	3,054		
fin Janvier	2 308 000	3,020		
Février		- 0,219	56 000	0,219
	1 900 000	2,801		
fin Février	1 844 000	2,770		
Mars		- 0,277	62 000	0,277
	1 390 000	2,493		
fin Mars	1 328 000	2,450		
Avril		- 0,268	60 000	0,268
	950 000	2,182		
fin Avril	890 000	2,140		
Mai		- 0,237	62 000	0,237
	640 000	1,903		
fin Mai	578 000	1,840		
Juin		- 0,204	60 000	0,204
	420 000	1,636		
fin Juin	360 000			

TABLEAU VI

	Volume m ³	Cote m	Consom- mation m ³	Evapo- ration m
: fin Septembre	: 5 000 000	: 4,060	:	:
: Octobre	: 4 480 000	: - 0,166	: 62 000	: 0,166
:	:	: 3,894	:	:
: fin Octobre	: 4 418 000	: 3,870	:	:
: Novembre	: 3 890 000	: - 0,179	: 60 000	: 0,179
:	:	: 3,691	:	:
: fin Novembre	: 3 830 000	: 3,660	:	:
: Décembre	: 3 270 000	: - 0,211	: 62 000	: 0,211
:	:	: 3,449	:	:
: fin Décembre	: 3 208 000	: 3,420	:	:
: Janvier	: 2 710 000	: - 0,206	: 62 000	: 0,206
:	:	: 3,214	:	:
: fin Janvier	: 2 648 000	: 3,180	:	:
: Février	: 2 190 000	: - 0,219	: 56 000	: 0,219
:	:	: 2,961	:	:
: fin Février	: 2 134 000	: 2,930	:	:
: Mars	: 1 640 000	: - 0,277	: 62 000	: 0,277
:	:	: 2,653	:	:
: fin Mars	: 1 578 000	: 2,610	:	:
: Avril	: 1 160 000	: - 0,268	: 60 000	: 0,268
:	:	: 2,342	:	:
: fin Avril	: 1 100 000	: 2,300	:	:
: Mai	: 800 000	: - 0,237	: 62 000	: 0,237
:	:	: 2,063	:	:
: fin Mai	: 738 000	: 2,00	:	:
: Juin	: 540 000	: - 0,204	: 60 000	: 0,204
:	:	: 1,796	:	:
: fin Juin	: 480 000	: 1,720	:	:

TABLEAU VII

	Volume m ³	Cote m	Consom- mation m ³	Evapo- ration m
fin Septembre	5 500 000	4,210		
Octobre		- 0,166	62 000	0,166
	4 930 000	4,044		
fin Octobre	4 868 000	4,020		
Novembre		- 0,179	60 000	0,179
	4 330 000	3,841		
fin Novembre	4 270 000	3,820		
Décembre		- 0,211	62 000	0,211
	3 680 000	3,609		
fin Décembre	3 618 000	3,590		
Janvier		- 0,206	62 000	0,206
	3 100 000	3,384		
fin Janvier	3 038 000	3,360		
Février		- 0,219	56 000	0,219
	2 560 000	3,141		
fin Février	2 504 000	3,110		
Mars		- 0,277	62 000	0,277
	1 950 000	2,833		
fin Mars	1 888 000	2,790		
Avril		- 0,268	60 000	0,268
	1 440 000	2,522		
fin Avril	1 380 000	2,490		
Mai		- 0,237	62 000	0,237
	1 040 000	2,253		
fin Mai	978 000	2,200		
Juin		- 0,204	60 000	0,204
	740 000	1,996		
fin Juin	680 000	1,950		

TABLEAU VIII

	Volume m ³	Cote m	Consom- mation m ³	Evapo- ration m
fin Septembre	6 000 000	4,360		
Octobre		- 0,166	62 000	0,166
	5 430 000	4,194		
fin Octobre	5 368 000	4,180		
Novembre		- 0,179	60 000	0,179
	4 800 000	4,001		
fin Novembre	4 740 000	3,980		
Décembre		- 0,211	62 000	0,211
	4 130 000	3,769		
fin Décembre	4 068 000	3,750		
Janvier		- 0,206	62 000	0,206
	3 500 000	3,544		
fin Janvier	3 438 000	3,520		
Février		- 0,219	56 000	0,219
	2 900 000	3,301		
fin Février	2 844 000	3,270		
Mars		- 0,277	62 000	0,277
	2 250 000	2,993		
fin Mars	2 188 000	2,960		
Avril		- 0,268	60 000	0,268
	1 710 000	2,692		
fin Avril	1 650 000	2,660		
Mai		- 0,237	62 000	0,237
	1 280 000	2,423		
fin Mai	1 218 000	2,380		
Juin		- 0,204	60 000	0,204
	950 000	2,176		
fin Juin	890 000	2,140		

TABLEAU IX

	Volume m ³	Cote m	Consom- mation m ³	Evapo- ration m
fin Septembre	6 500 000	4,500		
Octobre		- 0,166	62 000	0,166
	5 940 000	4,334		
fin Octobre	5 878 000	4,320		
Novembre		- 0,179	60 000	0,179
	5 260 000	4,141		
fin Novembre	5 200 000	4,120		
Décembre		- 0,211	62 000	0,211
	4 540 000	3,909		
fin Décembre	4 478 000	3,890		
Janvier		- 0,206	62 000	0,206
	3 890 000	3,684		
fin Janvier	3 828 000	3,660		
Février		- 0,219	56 000	0,219
	3 240 000	3,441		
fin Février	3 184 000	3,420		
Mars		- 0,277	62 000	0,277
	2 570 000	3,143		
fin Mars	2 508 000	3,120		
Avril		- 0,268	60 000	0,268
	1 990 000	2,852		
fin Avril	1 930 000	2,820		
Mai		- 0,237	62 000	0,237
	1 530 000	2,583		
fin Mai	1 468 000	2,540		
Juin		- 0,204	60 000	0,204
	1 160 000	2,336		
fin Juin	1 100 000	2,290		

A chaque volume initial stocké correspond donc un résidu disponible pour le cycle annuel suivant. La courbe représentant la variation de ce résidu en fonction du volume initial stocké est tracée sur le graphique 4.

Considérons maintenant ce qui se passe en saison des pluies, c'est à dire, suivant notre hypothèse simplificatrice, plutôt pessimiste mais raisonnable, en Juillet, Août et Septembre.

La retenue va recevoir un certain volume d'apports dont on peut déterminer une valeur conventionnelle tenant compte de nos hypothèses de départ.

Elle va recevoir directement des précipitations avec un coefficient d'écoulement égal à l'unité.

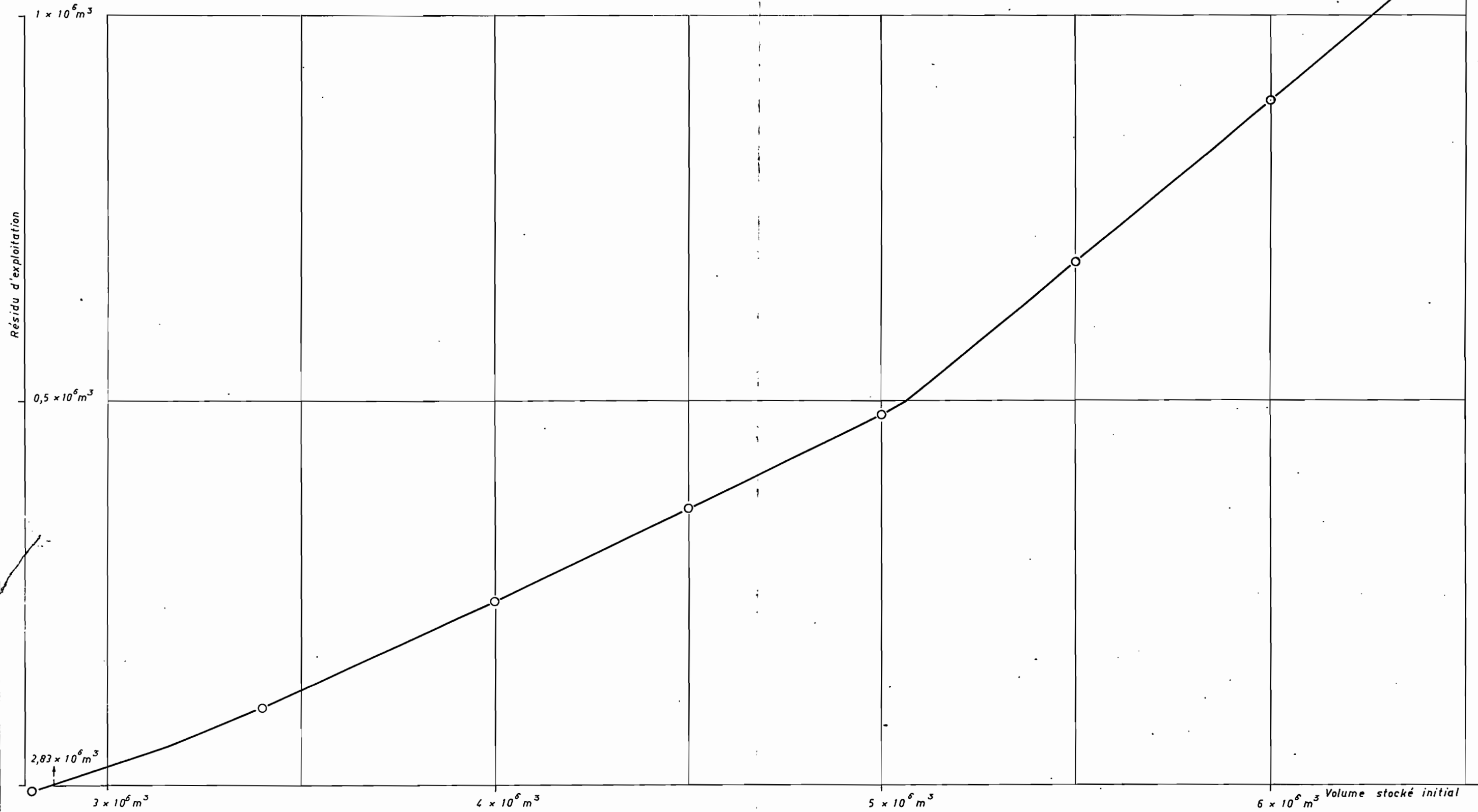
Elle va subir une certaine évaporation, qui est de l'ordre de 400 mm.

Elle va subir des prélèvements de 2000 m^3 par jour, soit $184\ 000 \text{ m}^3$ pour l'ensemble de la période.

L'évaporation est au moins compensée par les précipitations. Sur la série des relevés pluviométriques qu'on possède, une seule année affiche un total légèrement inférieur à 400 mm pour les 3 mois considérés. Ne tenir compte ni des précipitations tombant directement sur la retenue, ni de l'évaporation, va donc dans le sens de la sécurité, sans toutefois être pessimiste outre mesure.

Retenue de SAMBISSOGO

Variation du résidu d'exploitation
en fonction du volume initial stocké



Le calcul de la régularisation interannuelle se fait alors comme suit. Nous prendrons l'exemple de la saison des pluies 1938.

La pluviométrie de 1938 est de 715 mm. Pour une telle valeur de la précipitation annuelle, le graphique 2 donne un coefficient d'écoulement de 0,035, d'où un volume écoulé de 4 004 000 m³. D'après notre hypothèse simplificatrice, qui répétons-le est pessimiste si l'on considère l'ensemble de l'opération, nous considérons que ce volume est acquis durant les 3 mois de la période de pluies admise conventionnellement.

L'année 1937 a laissé, fin Juin 1938, un résidu de 750 000 m³, d'où un apport total de 4 754 000 m³.

D'autre part, l'usine a consommé, durant les 3 mois, un volume de 184 000 m³, d'où un volume disponible fin Septembre, pour le cycle sec suivant, de 4 570 000 m³. Le graphique 4 indique que, pour un tel volume, le résidu disponible fin Juin 1939 sera de 375 000 m³.

Il est évident qu'avec la solution envisagée pour l'aménagement, le disponible en fin de saison des pluies ne peut être supérieur à 6 500 000 m³, capacité maximale prévue pour la retenue (cote 104,50 m du croquis PABST). Le résidu en fin de saison sèche ne peut donc être supérieur à 1 100 000 m³, avec les chiffres admis pour l'évaporation. Il est facile de calculer que, pour que ce chiffre soit atteint, le total des apports de l'année plus le résidu de l'année antérieure, doit être égal au moins à 6 684 000 m³. Si les apports de la saison des pluies seuls sont au moins égaux à ce chiffre, il est inutile de poursuivre les calculs : on sait que l'on disposera du résidu maximal.

D'un autre côté, on calculera aisément que les apports minimaux de l'année, pour que le contrat soit réalisé sans régularisation, doivent être au moins de 3 014 000 m³.

Les calculs de régularisation pour l'ensemble de la période de relevés pluviométriques disponibles sont consignés dans le tableau X. On s'aperçoit qu'avec la régularisation, sur les 43 ans de la période, on aurait failli une seule fois au contrat, en 1941. Encore la défaillance est-elle légère puisque le disponible est de 2 462 000 m³ contre 2 830 000 m³ nécessaires. Il est probable que la durée de l'immobilisation de l'usine aurait été inférieure à 1 mois.

En l'absence de régularisation interannuelle, la défaillance se serait produite trois fois :

1941	: disponible	: 1 362 000 m ³
1944	: disponible	: 1 926 000 m ³
1948	: disponible	: 2 697 000 m ³

Si le déficit de 1948 eût été sans grande importance, il n'en eût pas été de même en 1941 et 1944, pour lesquelles l'usine aurait dû être immobilisée durant plusieurs mois.

Il est à noter que la consommation de l'usine intervient fort peu dans les calculs, l'évaporation étant de beaucoup l'élément prédominant. Que l'on consomme 500 m³ ou 2000 m³ par jour change assez peu de choses, sauf en fin de saison sèche lorsque l'année précédente a été très déficitaire. Dans ces conditions, une ponction raisonnable pour l'alimentation en eau de KEDOUGOU doit être possible, sans toutefois s'attendre

TABLEAU X

Année	Apports naturels $10^3 m^3$	Résidu de l'année antérieure $10^3 m^3$	Apports totaux $10^3 m^3$	Consommation durant les pluies $10^3 m^3$	Disponible fin Septembre $10^3 m^3$	Résidu de l'année $10^3 m^3$
1922	20 830				6 500	1 100
1923	4 926	1 100	6 026	184	5 842	820
1924	15 330				6 500	1 100
1925	10 135				6 500	1 100
1926	6 593	1 100	7 693	184	6 500	1 100
1927	15 336					1 100
1928	12 131				6 500	1 100
1929	13 291				6 500	1 100
1930	15 485				6 500	1 100
1931	3 680	1 100	4 780	184	4 596	385
1932	3 422	385	3 807	184	3 623	150
1933	13 534				6 500	1 100
1934	6 416	1 100	7 515	184	6 500	1 100
1935	11 388				6 500	1 100
1936	9 073				6 500	1 100
1937	4 762	1 100	5 862	184	5 678	750
1938	4 004	750	4 754	184	4 570	375
1939	9 912				6 500	1 100
1940	5 888	1 100	6 988	184	6 500	1 100
1941	1 546	1 100	2 646	184	2 462	0
						(déficit)
1942	12 118				6 500	1 100
1943	10 315				6 500	1 100
1944	2 110	1 100	3 210	184	3 026	25
1945	7 348				6 500	1 100
1946	10 531				6 500	1 100
1947	6 945				6 500	1 100
1948	2 881	1 100	3 981	184	3 797	190
1949	12 324				6 500	1 100
1950	18 094				6 500	1 100
1951	23 774				6 500	1 100
1952	14 724				6 500	1 100
1953	17 361				6 500	1 100
1954	4 153	1 100	5 253	184	5 069	500
1955	5 537	500	6 037	184	5 853	825
1956	6 601	825	7 426	184	6 500	1 100
1957	11 864				6 500	1 100
1958	16 527				6 500	1 100
1959	8 670				6 500	1 100

TABLEAU X

(suite)

: Année :	: Apports naturels :	: Résidu de l'année antérieure :	: Apports totaux :	: Consommation durant les pluies :	: Disponible fin Septembre :	: Résidu de l'année :
:	: 10^3 m^3 :	: 10^3 m^3 :	: 10^3 m^3 :	: 10^3 m^3 :	: 10^3 m^3 :	: 10^3 m^3 :
: 1960 :	: 8 071 :	:	:	:	: 6 500 :	: 1 100 :
: 1961 :	: 8 901 :	:	:	:	: 6 500 :	: 1 100 :
: 1962 :	: 15 215 :	:	:	:	: 6 500 :	: 1 100 :
: 1963 :	: 7 137 :	:	:	:	: 6 500 :	: 1 100 :
: 1964 :	: 13 722 :	:	:	:	: 6 500 :	: 1 100 :

à une sécurité absolue dans la fourniture. Il serait bon de faire fonctionner l'aménagement pendant quelques années avant de prendre une décision à ce sujet. Ne connaissant rien, a priori, de la consommation présente et future de la ville, il n'a pas été possible d'inclure cette possibilité dans notre étude.

Nous terminerons en attirant l'attention sur la valeur toute relative des chiffres cités. En l'absence de toute mesure hydrométrique préalable, il est bien difficile de donner des chiffres valables pour les coefficients d'écoulement. Nous pensons avoir été prudent dans nos estimations mais sans être à l'abri d'une erreur concernant notamment les années sèches. On peut dire néanmoins que le projet paraît hydrologiquement viable.