

**MEMOIRE  
DE FIN D'ETUDES**

**PRESENTE PAR :**

*Philippe AGNAME*

**ANNEE 1990-1991**

---

**DIAGNOSTIC DES DESORDRES  
SURVENUS AUX BARRAGES DE  
GOURMA & AMENE :  
PROPOSITION DE TRAVAUX  
DE RESTAURATIONS**

**Mention :**

*Encadrement*

*P. MARTIN*

SOMMAIRE

	<u>Page</u>
REMERCIEMENTS.....	ii
RESUME.....	iii
<u>CHAPITRE O : INTRODUCTION.....</u>	1
0.1. Présentation du sujet.....	1
0.2. Objectif visé.....	2
0.3. Méthodologie.....	
<u>CHAPITRE I : GENERALITES.....</u>	3
I.1. Historique.....	3
I.2. Situation des sites.....	4
I.3. Accès aux sites.....	4
<u>CHAPITRE II : ETUDE HYDROLOGIQUE.....</u>	5
II.1. Méthodologie de l'étude des crues.....	5
II.2. Calcul des principaux paramètres hydrolo- logiques.....	9
II.2.1. Détermination de la pluie ponctuelle..	9
II.2.2. Détermination du coefficient d'abattement	9
II.2.3. Pluie moyenne sur le bassin (Pm)...	10
II.2.4. Volume moyen annuel ruisselé.....	11
II.2.5. Débit moyen de crue décennale.....	11
II.2.6. Débit maximum de crue decennale.....	12
II.2.7. Débit maximum de crue centennale.....	12
<u>CHAPITRE III: ETUDE HYDRAULIQUE.....</u>	15
III.1. Plan de plus hautes eaux (PHE).....	16
<u>CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DES DESORDRES.....</u>	17
IV.1. Barrage d'Amené.....	17
IV.1.1. Constat des dégats.....	17
IV.2. Barrage de Gourga .....	19
IV.3. Inventaire de dégats.....	20
IV.4. Risques prévisibles.....	20
<u>CHAPITRE V : TRAVAUX A REALISER.....</u>	21
V.1. Barrage d'Amené.....	21
V.2. Barrage de Gourga.....	26
<u>CHAPITRE VI : MATERIEL ET PROGRAMME.....</u>	28
<u>CHAPITRE VII: DEVIS ESTIMATIF CONFIDENTIEL.....</u>	29
VII.1. Barrage d'Amené.....	29
VII.2. Barrage de Gourga.....	36
CONCLUSION .....	38
BIBLIOGRAPHIE.....	40
ANNEXES.....	42

## REMERCIEMENTS

-----

Mes remerciements vont aux personnes et organisations ci-dessous indiquées :

- M. Pierre Martin, Professeur de Barrage et Chef de Département Génie Civil à l'EIER ;
- M. LAMACHERE J. M. ORSTOM ;
- La Direction de l'EIER ;
- Mon épouse et mes enfants pour leur compréhension;
- La famille Eustache OUEDRAOGO pour leur aide physique et morale ;
- Enfin à toute la 20 eme promotion de l'EIER.

## RESUME

-----

Les services hydrologiques de l'ORSTOM, sensibilisés par la rarefaction des pluies et leur mauvaise répartition dans le temps à Gourga et Amené ont demandé une étude de restauration de deux barrages en terre et en terre - Gabion situés dans la région.

Les barrages de Gourga et Amené ont été construits respectivement en 1986 et en 1974. Ce sont des barrages privés dont les dossiers ne figurent dans aucun service administratif.

Ces deux barrages sont situés au nord de Ouahigouya.

Depuis 1984, le barrage d'Amené a connu des petits problèmes qui ont conduit à ce jour à la ruine partielle de la digue en rive droite provoquée par le rehaussement du déversoir et l'érosion du talus aval causée par un marigot.

La rehabilitation de ce barrage demande actuellement des travaux longs et coûteux mais nécessaire.

Le barrage de Gourga par contre est un microbarrage dont les proportions de matériaux mise en place sont très faibles. Sa réparation s'avère nécessaire afin d'éviter la ruine complète de l'ouvrage.

Cette étude va donc permettre de choisir une solution parmi tant d'autres afin de donner aux deux barrages une continuité de service dans les meilleures conditions de sécurité.

Le coût global des travaux est de :

### Barrage de Gourga

Solution 1	=	4 257 875	F CFA
Solution 2	=	4 176 940	F CFA
Solution 3	=	5 562 080	F CFA.

### Barrage d'Amené

Etude complète	=	31 128 345	F CFA
Etude partielle	=	13 058 010	F CFA.

## CHAPITRE 0 : INTRODUCTION

### 0.1. PRESENTATION DU SUJET

La région du Yatenga connaît une sécheresse qui dure depuis plus de 20 ans et causant une pénurie d'eau chronique.

Ainsi, la maîtrise de l'eau dans cette partie du pays est d'une importance primordiale. C'est pourquoi, les services hydrologiques de l'ORSTOM, dans le cadre du mémoire de fin de cycle à l'EIER, ont proposé un sujet relatif à une étude de réfection de deux barrages situés dans la région nécessitant des réparations plus ou moins importantes.

Il s'agit :

1) - Du barrage d'Amené, d'une longueur de 280 m muni d'un déversoir latéral en béton à seuil épais de 58 m de longueur et d'une digue en terre de 222 m de longueur. La largeur en crête de la digue est de 2 m.

2) - Du barrage de Gourga, d'une longueur de 103 m. La digue est de type déversante sur toute sa longueur. Elle est constituée de gabions de cuirasse et de terre argileuse.

Les deux barrages sont situés sur un même cours d'eau : la rivière Aoto.

### 0.2. OBJECTIFS

Le présent rapport destiné à l'ORSTOM, a pour but de présenter les résultats d'une étude concernant l'établissement d'un programme de réparation de deux barrages situés respectivement à Gourga et à Améné, dans la région du Yatenga au Nord de Ouahigouya au Burkina Faso.

La durée prévue pour cette étude étant de un (1) mois. Les travaux de recherche qui ont débutés le 8 mars 1991 devront répondre aux objectifs suivants :

1. Procéder à l'examen de deux barrages, en terre pour celui d'Améné et en terre gabions pour celui de Gourga, dont l'ORSTOM a dressé un état technique de réparation à effectuer.
2. Etablir à l'issue de cet examen un constat des travaux à effectuer et définir un programme.
3. Evaluer les coûts et les moyens nécessaires aux interventions à réaliser.

Les deux barrages concernés sont situés sur un même cours d'eau, leur position géographique est représentée sur la carte.

## II. METHODOLOGIE

Avant toute étude, une mission d'expertise s'est rendue sur les lieux, conduisant à visiter les ouvrages site par site, permettant ainsi la réalisation d'un certain nombre des travaux :

- topographie
- observations
- entretiens.

Cette mission a eu lieu en saison sèche avec une retenue vide, ainsi toute analyse relative aux fuites et infiltrations de ces deux barrages ne peut avoir qu'un caractère très approximatif sur le coût final du programme de réparation.

La mission d'expertise a conduit à orienter la recherche documentaire sur les barrages.

Dans le cadre de cette étude, le plan suivant a été adopté :

1. GENERALITES
2. CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES
3. ETUDE HYDRAULIQUE
4. DIAGNOSTIC DES DESORDRES
5. TRAVAUX A REALISER
6. MATERIEL ET PROGRAMME DE TRAVAUX
7. DEVIS ESTIMATIF CONFIDENTIEL
8. CONCLUSION.

2° 40'

35

2° 30'

25

530

540

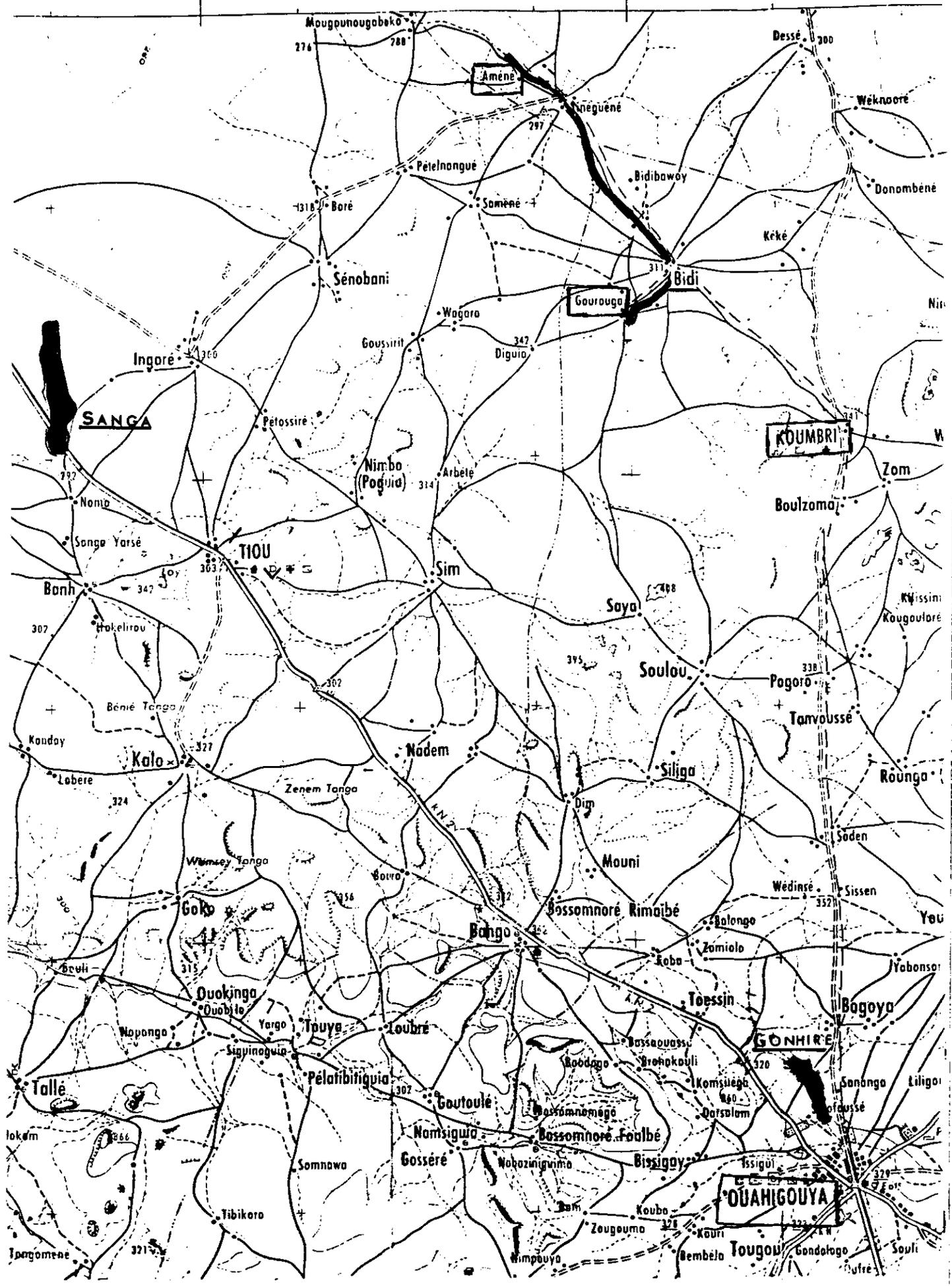
550

560

FIGURE n° 1

# OUAHIGOUYA

échelle: 1: 200 000 ème



CHAPITRE I : GENERALITES

I. 1. HISTORIQUE

I.1.1. Barrage d'Amené

Sur financement de l'Ambassade des USA en Haute Volta, le barrage d'Amené a été construit en 1974 par l'ensemble des paysans des villages environnants le site. Les travaux étaient dirigés par Monsieur Barthélemy GARNAME, Technicien de l'ORD de Ouahigouya. Le barrage avait une longueur totale de 280 m et une hauteur de 2,40 m. Il avait un but essentiellement humain et pastoral.

C'est la raison pour laquelle aucun ouvrage de prise n'avait été prévu. Le barrage fonctionnait alors comme une retenue normale avec un déversoir latéral en béton en rive gauche pour évacuer les eaux de crue.

En 1984, à la demande de Monsieur Malick ZOROME, Président des CDR du village d'Amené, une première tentative de refecton de la digue visant à la recharger sur toute sa longueur avait avorté alors que l'UNICEF s'apprêtait à financer les travaux. Seul le déversoir avait été réhaussé de 30 cm afin de pouvoir augmenter la capacité de la retenue.

I.1.2. Barrage de Gourga

Le barrage de Gourga a été construit en 1987 par l'ORSTOM avec la participation massive des paysans. C'est un barrage de type digue déversante sur toute sa longueur. Il a été réalisé en gabions de cuirasse et de terre argileuse. La longueur du barrage est de 103 m et sa hauteur de 1,30 m.

La faible profondeur de l'eau lui permet d'assumer les trois fonctions suivantes jusqu'aux environs du mois de janvier.

1. Besoins humains ;
2. Besoins pastoraux ;
3. Besoins agricoles (expérimentation de la production agricole aquatique en amont de l'ouvrage, type riz flottant).

Cette troisième fonction a permis l'installation à travers le corps de la digue d'une vanne en bois dont le but est d'assurer la régulation du niveau d'eau dans la cuvette.

.../...

Le remplissage de ces deux barrages se faisait correctement en année normale. Actuellement, les deux barrages sont en mauvais état avec notamment la présence des dégradations plus ou moins importantes, qui nécessitent des réparations urgentes.

## **I.2. SITUATION**

Les deux barrages concernés par la présente étude sont situés respectivement à Gourga et à Amené, dans le Yatenga au nord de Ouahigouya au Burkina Faso.

Le barrage de Gourga est localisé par la latitude 13°52'47" et la longitude 2°30' à 35 km au nord de Ouahigouya sur la rivière Aoto. La superficie du bassin versant est de 45 km<sup>2</sup>.

Le barrage d'Amené se situe à 20 km en aval de Gourga sur la même rivière, la superficie du bassin versant est de 150 km<sup>2</sup>.

Les deux sites possèdent les mêmes caractéristiques hydrologiques.

## **I.3. ACCES AUX SITES**

On accède au barrage de Gourga par la route nationale RN2 : Ouagadougou - Yako - Ouahigouya. De Ouahigouya on emprunte la route de Koumbri en suivant la ligne téléphonique. Koumbri se trouve à 15 Km de Gourga, soit un total de 207 km.

Le barrage d'Amené, se trouvant à 20 km de Gourga est 227 km de Ouagadougou.

CHAPITRE II : ETUDE HYDROLOGIQUE

II.1. METHODOLOGIE DE L'ETUDE DES CRUES

Le bassin versant d'Amené étant dépourvu pour le moment de relevés météorologiques, l'étude hydrologique sera basée sur le bassin de Gourga, ce dernier étant malheureusement un échantillon non représentatif avec 6 années de relevés pluviométriques seulement. C'est donc par extrapolation que seront déterminés les caractéristiques hydrologiques d'Amené.

L'étude des crues sur le bassin versant de Gourga consiste à mettre en relation les chutes de pluies observées sur le bassin et les hydrogrammes de crues générés par ces pluies. Elle vise à élaborer les graphiques des hydrogrammes observés courbe des débits en fonction du temps afin de déterminer tous les éléments nécessaires à l'estimation des paramètres suivants :

- le débit de base en début de crue ( $Q_{bd}$ ) qui est le débit observé avant la montée de la crue ;

- le débit de base en fin de crue ( $Q_{bf}$ ) qui est le débit observé en fin de crue ;

- le débit maximum ( $Q_{max}$ ) qui est le débit le plus fort de la crue ;

- le volume de base ( $V_b$ ) c'est le volume écoulé complémentaire au volume de crue.

$$V_B = \frac{Q_{bf} + Q_{bd}}{2} \times T_b$$

- le volume écoulé ( $V_E$ ) est déterminé en mesurant à l'aide d'un planimètre la surface comprise entre la courbe des débits en fonction du temps, l'axe des débits nuls et les droites de début et de fin de crue.

- le volume de crue ( $V_C$ )

$$V_C = V_E - V_B$$

- le débit moyen ( $Q_m$ )

.../...

$$Q_m = \frac{VE}{TB}$$

- la lame de crue (LC) est la hauteur d'eau moyenne sur le bassin équivalent au volume de crue.

$$LC = \frac{VC}{S}$$

S étant la superficie du bassin versant.

- le temps de montée (TM), c'est l'intervalle de temps qui sépare le début de la crue de la pointe de crue ;

- le temps de base (TB), c'est l'intervalle de temps qui sépare le début de la crue et le fin de la crue.

Pour cette étude, on a sélectionné les dix (10) plus grosses crues du bassin de Gourga, et pour chacune de ces crues on détermine les paramètres ainsi définis. Les paramètres pluviométriques et hydrométriques obtenus seront mis en relation de telle sorte qu'il soit possible de déterminer à tout moment les crues engendrées par ces pluies.

Les résultats suivants ont été obtenus.

# Hydrogramme de crue type

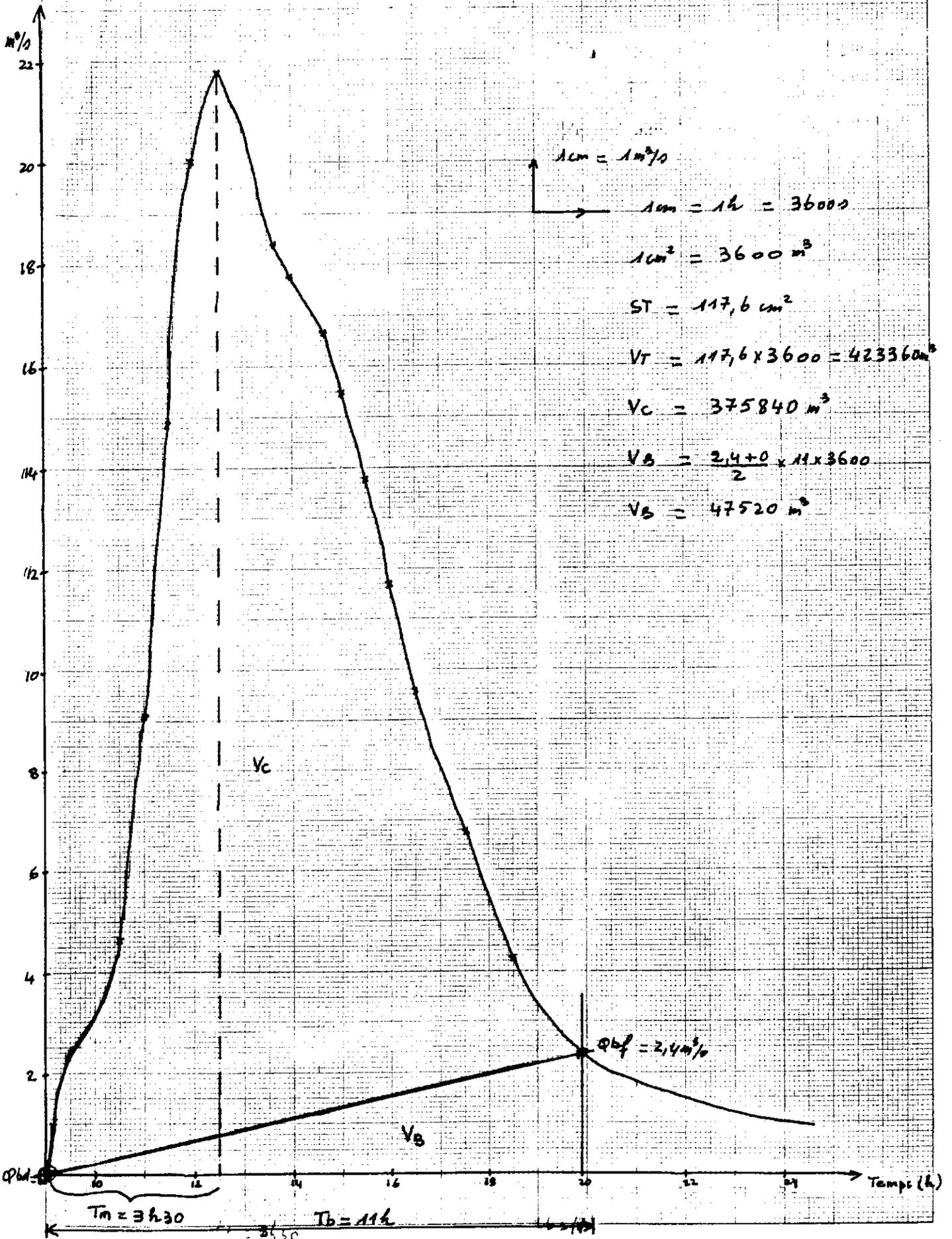


Tableau 1

DATE DEBUT CRUE	TM heures	TB heures	Qb m <sup>3</sup> /s	VB <sup>3</sup> x10 m <sup>3</sup>	VC <sup>3</sup> x10 m <sup>3</sup>	QM m <sup>3</sup> /s	Q max m <sup>3</sup> /s	CF	Lc
22/06/85	1,75	5,75	2	20,700	298,980	15,44	31,2	2,02	6,64
11/07/85	2,75	6,75	2,6	31,590	457,650	20,13	37	1,84	10,17
16/08/85	1	5,50	3	29,700	163,260	9,75	18,8	1,93	3,63
13/07/86	2,50	6	3,5	37,800	399,600	20,25	45	2,22	8,88
25/07/87	2,50	5,50	1,4	13,860	130,680	7,30	14,7	2,01	2,90
27/07/87	2,90	5,75	1,80	18,630	226,390	11,84	19,8	1,67	5,03
31/07/87	3	6,70	3	36,180	289,260	13,49	23,6	1,75	6,43
22/08/87	3,50	11	2,4	47,520	375,840	10,69	21,8	2,04	8,35
14/09/87	3,0015	8,80	3	47,520	407,520	14,36	21,2	2,03	9,06
22/07/90	1,50	5,65	2	20,340	105,840	6,20	13,2	2,13	2,35
Moyenne	2,44	6,74	2,47	30,384	285,502			1,96	

On retiendra Tm 3 h  
 TB 7 h  
 Qbf 2,5 m<sup>3</sup>/s  
 CF 2

Tableau 2

N°	DATES	PLUIE MOY.	K = Lc/Pm
1	22/06/85	23,5	0,25
2	11/07/85	40,8	0,224
3	16/08/85	21,17	0,154
4	13/07/86	42,4	0,188
5	25/07/87	37,5	0,069
6	27/07/87	42,6	0,106
7	31/07/87	43,1	0,134
8	22/08/87	48	0,156
9	14/09/87	68,9	0,118
10	22/07/90	44,5	0,047

kr moyen = 14,46 % = 15 % soit 0,2.

## II.2. CALCUL DES PRINCIPAUX PARAMETRES HYDROLOGIQUES

### II.2.1. Détermination de la pluie ponctuelle

La région du Yatenga est caractérisée par une pluviométrie faible. L'évolution de la sécheresse entraîne de plus en plus la raréfaction des pluies et leur mauvaise répartition dans le temps.

Une étude menée par Monsieur Y. BRUNET MORET en 1963 et par Monsieur LAHAYE J. P. en 1980 a donné des résultats suivants :

1. Les pluies journalières de fréquence décennale sont passées de 100 mm en 1963 à 85 mm en 1980.
2. Les pluies journalières de fréquence centennale sont passées de 159 mm en 1963 à 144 mm en 1980.
3. La pluie moyenne interannuelle est passée de 650 mm en 1963 à 550 mm en 1980.

### II.2.2. Détermination du coefficient d'abattement (K)

Formule de wullaume ORSTOM.

$$K = 1 - (9 \times \log r - 42 \times 10^{-3} \times P + 152) \times 10^{-3} \times \log s$$

r = période de retour (r = 10 ans, r = 100 ans)  
 p = pluie moyenne interannuelle (mm)  
 s = superficie du bassin en km<sup>2</sup>.

#### Bassin de Gourga

P = 550 mm

S = 45 km<sup>2</sup>

r = 10 ans et 100 ans

#### Bassin d'Amené

P = 550 mm

S = 150 km<sup>2</sup>

r = 10 ans et 100 ans.

.../...

Tableau des résultats

BASSIN	GOURGA	AMENE
r = 10 ans k	0,77	0,70
r = 100 ans k	0,76	0,68

II.2.3. Pluie moyenne sur le bassin (Pm)

$$P_m = P_{\text{journalière}} \times k$$

BASSIN	GOURGA	AMENE
Coefficient d'abattement de fréquence décennale K 20	0,77	0,70
Coefficient d'abattement de fréquence centennale (k100)	0,76	0,68
Pluie journalière de fréquence décennale (mm)	85	85
Pluie journalière de fréquence centennale (mm)	144	144
Pm de fréquence décennale (mm)	65,45	59,5
Pm de fréquence centennale (mm)	109,44	97,92

.../...

#### II.2.4. Volume moyen annuel ruisselé

En considérant un coefficient de ruissellement minimum  
 $k_r = 0,2$  le volume moyen annuel ruisselé est :

$$VR = P_m \times S \times K_r$$

Les résultats sont dans le tableau suivant :

BASSIN	GOURGA	AMENE
Superficie Km <sup>2</sup>	45	150
P <sub>m</sub> decennale mm	65,45	59,5
VR (m <sup>3</sup> )	589 050	1 785 000

#### II.2.5. Débit moyen de crue de fréquence décennale

$$Q_m = \frac{VR}{TB}$$

BASSIN	GOURGA	AMENE
VR (m <sup>3</sup> )	589 050	1 785 000
TB (s)	7 x 3 600	13 x 3 600
Q <sub>m</sub> (m <sup>3</sup> /s)	23,38	38,14

.../...

### II.2.6. Débit maximum de crue de fréquence décennale

$$Q_{\max} = Q_m \times CF$$

BASSIN	GOURGA	AMENE
CF	2	2,5
Q <sub>m</sub> m <sup>3</sup> /s	23,38	38,14
Q <sub>max</sub> m <sup>3</sup> /s	46,76	95,35

### II.2.7. Débit maximum de crue de fréquence centennale

En supposant que tout l'excès de pluie ruisselle, les débits de crue maximum de fréquence centennale des deux barrages sont donnés dans le tableau suivants :

La pluie excédentaire étant la différence entre la pluie de fréquence centennale et la pluie de fréquence decennale.

BASSINS	GOURGA	AMENE
Pluie excédentaire	43,99 mm	38,42 mm
Volume moyen annuel ruisselé (V <sub>R</sub> )	2 568 600 m <sup>3</sup>	7 548 000 m <sup>3</sup>
Temps de base (TB)	7 h	13 h
Débit de crue maximal centennal Q <sub>max</sub>	204 m <sup>3</sup> /s	403 m <sup>3</sup> /s

.../...

Ces valeurs de  $Q_{max}$  sont trop fortes et correspondent à un coefficient de ruissellement  $K_r = 0,50$ . En reprenant les calculs avec  $K_r$  moyen = 0,35 on obtient les résultats suivants tout en sachant que tout l'excédent ne ruisselle pas.

Tableau 1.

BASSINS	GOURGA	AMENE
Volume moyen annuel ruisselé (VR)	1 030 838	3 123 750 m <sup>3</sup>
Temps de base (TB)	7 h	13 h
Débit moyen de crue	40,9 m <sup>3</sup> /s	67,0 m <sup>3</sup> /s
Débit de crue maximal centennal $Q_{max}$	82 m <sup>3</sup> /s	168 m <sup>3</sup> /s

Tableau 2 .

BASSIN	GOURGA	AMENE
Volume moyen annuel ruisselé (VR) fréquence centennale	1 723 680 m <sup>3</sup>	5 140 800 m <sup>3</sup>
Temps de base (TB)	7 h	13 h
Débit moyen de crue centennale	68,4 m <sup>3</sup> /s	110 m <sup>3</sup> /s
Débit maximum de crue centennale	136,8 m <sup>3</sup> /s	275 m <sup>3</sup> /s

II.2.8. Crue de projet

La crue de projet  $Q_p$  (m<sup>3</sup>/s) retenue est alors :

BASSIN	GOURGA	AMENE
$Q_p$ (m <sup>3</sup> /s)	137	275

Ces valeurs semblent un peu surestimées pour la simple raison que nous avons  $Q_{max}$  au lieu de  $Q_m = 110$  m<sup>3</sup>/s pour Amené et  $Q_m = 68,4$  m<sup>3</sup>/s pour Gourga.

CHAPITRE III : ETUDE HYDRAULIQUE DU BARRAGE  
D'AMENE

III.1. DETERMINATION DU PLAN DES PLUS HAUTES EAUX (PHE)

CARACTERISTIQUES ACTUELLES DU BARRAGE

- \* Déversoir : - Longueur : 58 m  
- cote crête : 99,5 m
- \* Digue : - Longueur : 222 m  
- cote crête : 100,6 m.

En partant de ces caractéristiques actuelles du barrage et en appliquant la formule du déversoir, nous obtenons les nouvelles caractéristiques de l'ouvrage.

$$Q_p = L \times m \times \sqrt{2g} \times (H)^{3/2}$$

Nous nous sommes fixés une revanche  $r = 0,20$  m entre PHE et la crête de la digue. Ainsi la hauteur (h) de la lame d'eau au dessus du déversoir est de :  $h = 0,90$  m.

La longueur du déversoir est donnée par :

$$L = \frac{Q_p}{m \times \sqrt{2g} \times h^{3/2}}$$

Avec  $Q_m$  = crue de projet = 275 m<sup>3</sup>/s

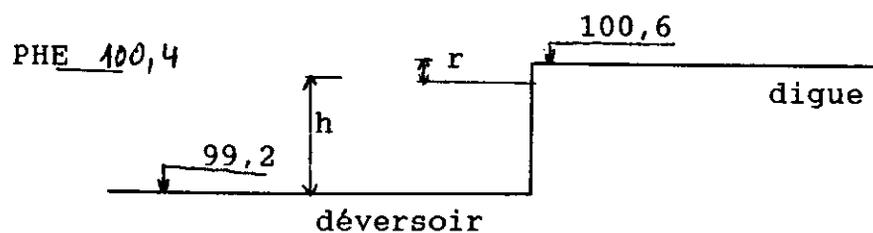
$m$  = coefficient de débit pour seuil épais  
 $m = 0,39$

$g$  = accélération de la pesanteur

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$h$  = lame d'eau sur le deversoir  
 $h = 0,90$  m.

.../...



$$L = 186 \text{ m.}$$

Un déversoir de 186 m de longueur semble un peu trop long. Il va donc falloir réduire cette longueur au maximum. Pour ce faire, la solution serait de démolir le déversoir sur toute sa longueur et sur une hauteur de 30 cm. Ainsi la lame d'eau déversante passera de 90 cm à 120 cm ; et le déversoir aura pour nouvelle longueur  $L = 121 \text{ m}$ .

#### CARACTERISTIQUES A RETENIR

Déversoir : Longueur = 121 m  
 Cote crête = 99,20 m  
 Hauteur de la lame d'eau  $h = 1,20 \text{ m}$   
 PHE = 100,4 m.

Cette lame d'eau au dessus du déversoir est acceptable pour une crue centennale qui ne dure que quelques heures.

## CHAPITRE IV : DIAGNOSTIC DES DESORDRES SURVENUS AUX BARRAGES D'AMENE ET DE GOURGA

### IV.1. BARRAGE D'AMENE

#### IV.1.1. Constat des dégats relevés sur le barrage

Le barrage d'Amené a été construit en 1974. Il s'agit d'une digue à section trapezoïdale en matériaux argileux - sableux compactés avec des pentes de talus amont et aval constantes égales à 2/1. Les protections de talus sont réalisées en perré simple. Aujourd'hui le barrage présente des dégats importants.

##### a) Identification des dégats

Le barrage d'Amené présente des désordres à des degrés très avancés. Il s'agit principalement de :

- l'érosion des talus
- glissement des protections des talus
- destruction localisée des talus
- la rupture de la digue sur 10 m
- dégradation importante du couronnement
- l'altération du béton
- les infiltrations et fuites.

##### b) Recherche des causes

###### - Erosion des talus

Ce phénomène était dû en grande partie à la dégradation de couronnement, c'est à dire la disparition totale de la carapace du couronnement en tout venant latéritique, ainsi qu'au glissement des protections en perré sèche des talus.

###### - Glissements des protections de talus

Ces glissements sont provoqués par les effets dynamiques de l'eau (vagues, batillage) et les fluctuations du marnage des plans d'eau. Cela se traduit par un mauvais comportement des enrochements latéritiques placés en état d'alternance eau-soleil provoquant l'altération, la désagrégation et l'éclatement de ces derniers. Aussi par leur faible poids, leurs formes trop arrondies et d'une mauvaise granulométrie de la couche de pose (filtre) qui a pour résultat de provoquer les entraînements du matériau à travers le perré des talus.

- Destruction localisée des talus

Sur la digue, on constate une densité excessive de gros arbres, il s'agit d'une végétation à enracinement profond et destructeur. L'effet destructeur de ce type de végétation est particulièrement caractéristique (soulèvement du perré, ameublement du terrain cavités).

- Rupture de la digue

En 1984, lors de la première tentative de refection du barrage d'Amené, le profil topographique de l'ouvrage montrait une dégradation sur toute sa longueur. Cette dégradation était d'autant plus importante qu'elle atteignait une hauteur de 1 mètre à certains endroits. Seul le déversoir avait été réhaussé de 30 cm. La crête du déversoir passait alors de 1,40 m à 1,10 m en dessous de celle de la digue augmentant ainsi la capacité de la retenue.

Ainsi une lame d'eau de plus 10 cm entraînerait nécessairement un débordement partiel par dessus la digue. Il y avait donc à tout moment un risque de voir cette digue emportée;

Les principaux facteurs responsables de cette rupture de la digue en rive droite sont donc le rehaussement du déversoir et la mauvaise orientation de la digue. En effet on constate sur le site que la digue est directement orientée sur un marigot qui a érodé le talus aval provoquant ainsi la dégradation de celle-ci et son entraînement dû à l'augmentation du volume d'eau de la retenue.

- Dégradation du couronnement

Elle est provoquée par l'absence ou la disparition de la couche de protection en tout venant latéristique et le passage intempestif des animaux.

- Alteration du béton

Elle est due à la mauvaise qualité et au décollement par plaque du béton du déversoir et du mur bajoyer.

- Infiltrations et fuites

Ce phénomène est surtout localisé au niveau du déversoir et sur quelques parties du talus aval de la digue. Les fuites concernant la digue sont provoquées par les réseaux radiculaires amont et aval qui se rejoignent facilitant l'infiltration de l'eau.

Le déversoir par contre est ancré dans une cuirasse latéritique très poreuse sous forme de lamelle. C'est cette cuirasse qui facilite l'infiltration de l'eau de l'amont vers l'aval du déversoir.

#### IV.2. BARRAGE DE GOURGA

Ce barrage construit en 1986 a une digue en gabions de cuirasse et de terre argileuse. La pente du talus amont est constante et égale à 2/1. Le talus aval est en escalier.

Les protections de talus amont et aval sont respectivement réalisées en perré simple et en gabions de cuirasse. La longueur de la digue est de 103 m et la largeur en crête de 2,10 m composée comme suit :

- 1 m de gabion et 1,10 m de blocs de cuirasse recouvrant un filtre de 0,50 m et une couche étanche de 0,60m.

##### a) Identification des dégats

Le barrage de Gourga présente des désordres relativement importants :

- fuites à travers le corps de la digue
- dégradation du couronnement et du corps de digue.

##### b) Recherche des causes

- fuites à travers le corps de digue

Le barrage de Gourga est un microbarrage dont la partie étanche de la digue est très sous dimensionnée conférant ainsi à l'ouvrage un pouvoir de perméabilité très élevé. Elle est composée de :

- largeur en crête de la partie étanche = 0,60 m
- pente talus amont 2/1
- hauteur digue 1,30 m
- largeur à la base de la partie étanche 2,6 m.

- Dégradation du couronnement et du corps de digue

Ces dégats semblent être provoqués d'une part par une mauvaise pose du filtre entraînant le matériau à travers les gabions et d'autre part la densité massive des arbustes sur la digue, provoquant la formation des renards.

IV.3. Inventaire des dégats sur les barrages

DEGATS	GOURGA	AMENE
Erosion des talus		x
Glissement des protections talus amont	x	x
Glissement des protections aval		x
Cassure de digue		x
Renard	x	
Dégradation du couronnement	x	x
Altération béton		x
Présence d'arbres sur la digue		x
Présence d'arbustes sur la digue	x	x
Infiltration fuites	x	x

IV.4. Risques prévisibles

Les désordres existants actuellement sur les deux barrages examinés sont en voie d'évolution rapide et obéissent à un processus d'accélération irréversible. Ils pourront conduire en cas de non intervention à la ruine complète des ouvrages.

CHAPITRE V : TRAVAUX A REALISER

Afin d'assurer une continuité de service des ouvrages dans les meilleurs conditions possibles de sécurité, en appliquant des solutions compatibles avec les données locales et respecter un coût global qui ne soit pas hors de proportion avec l'objectif visé : les solutions suivantes ont été adoptées.

V.1. BARRAGE D'AMENE

La réhabilitation de ce barrage nécessite des travaux longs et coûteux. Ces travaux seront répartis de la manière suivante :

- restauration de la partie de digue emportée par l'eau
- refecton de la partie existante de la digue
- colmatage des fuites et démolition du déversoir.

V.1.1. Restauration de la partie de digue emportée par l'eau

a) Etude de la digue

Détermination de la largeur en crête (b)

La largeur en crête doit être suffisante pour permettre l'entretien du barrage. Elle ne doit pas être inférieure à 3 m.

$$\begin{aligned} \text{Formule de KNAPPEN} \quad b &= 1,65 \sqrt{H'} \\ b &= 1,65 \times \sqrt{2,4} = 2,56 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Formule de PEELE} \\ b &= 1,1 \times \sqrt{H'} + 1 = 2,70 \text{ m} \end{aligned}$$

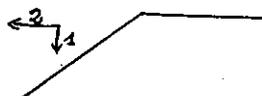
on retiendra b = 3 m

b) Type de barrage

L'étude géotechnique a montré que le matériau de remblai prélevé sur la digue existante était de bonne qualité. Et comme nous sommes dans le cas d'un petit barrage ( $H = 2,4$  m), donc la charge n'étant pas élevée on peut se permettre de concevoir un barrage homogène.

c) Pente des talus

Les pentes des talus amont et aval seront de 2/1



car le barrage est de type homogène et la hauteur est 2,4 m.

d) Matériaux constituant la digue

Les matériaux de construction de la digue pourront être facilement trouvés dans les anciennes zones d'emprunt dont l'endroit est connu par les paysans, puisque les échantillons prélevés sur le corps de la digue existante sont de bonne qualité.

c) Compactage

Il sera réalisé par des compacteurs et devra atteindre 95 % de l'optimum proctor normal (OPN). un contrôle strict de la compacité sera exigé lors de l'exécution des travaux.

Sur le talus amont, on mettra en place une couche de pose et ensuite viendra la couche de perré non maçonné.

Vers la partie basse on constituera une butée de pied en enrochement.

Sur le talus aval on aura une couche de protection en terre végétale (épaisseur = 20 cm), vers la partie basse des perrés, en suite un drain de pied aval de 0,50 m d'épaisseur.

La largeur du drain est donnée par la formule suivante :

$$L = \frac{4}{3} \times H$$

$$L = \frac{4 \times 2,4}{3} = 3,2 \text{ m}$$

#### f) Tranchée d'ancrage

Pour éviter les infiltrations et le risque de renardage dans la zone de contact entre le nouveau corps de digue et le terrain de fondation, une profondeur d'ancrage minimum est souhaitable, égale à la moitié de la hauteur de la digue en ce point.

On utilise en général la théorie de Lane pour la détermination de la profondeur d'ancrage.

$$P = \frac{1}{2} \times L_v$$

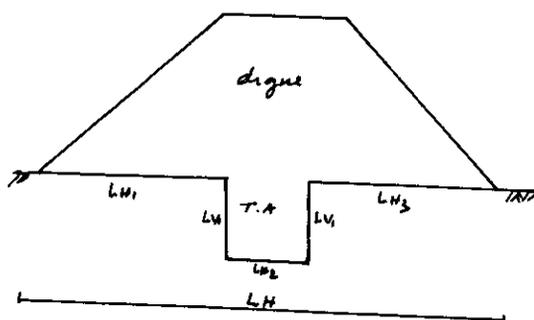
$$L_v = C \times H - \frac{L_h}{3}$$

C = coefficient de Lane = 3,5 gravier latéristique

H = hauteur digue

L<sub>h</sub> = longueur des cheminements horizontaux

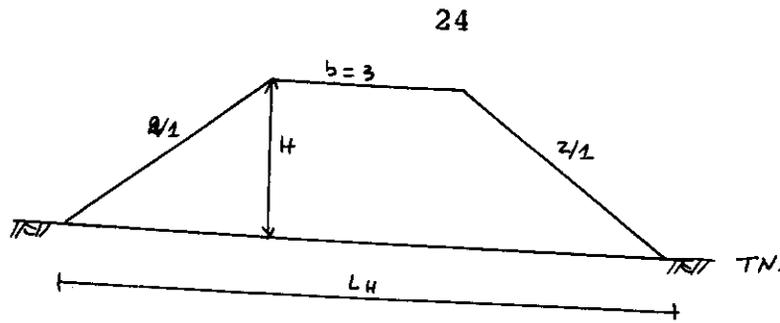
L<sub>v</sub> = longueur des cheminements verticaux.



$$L_h = L_{h1} + L_{h2} + L_{h3}$$

$$L_v = L_{v1} \times 2$$

.../...



LH est la largeur en crête + 2 X H  
 pour une largeur en crête de 3 m et une hauteur de la digue H  
 (variable).

$$L_H = 3 + 2 H$$

H étant la différence de cotes entre la crête de la digue et le terrain naturel.

Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

CTN (m)	99,8	99,10	98,70	98,20	98,60	99,30	99,30	100	100	100,6
H (m)	1,50	1,50	1,90	2,40	2	1,3	1,3	0,6	0,6	0
LH (m)	6	6	6,80	7,80	7	5,6	5,6	4,2	4,2	3
LV (m)	1,63	1,63	2,19	2,90	2,33	1,34	1,34	0,35	0,35	0
P (m)	0,82	0,80	1,10	1,45	1,17	0,67	0,67	0,18	0,18	0
P (m) adopté	1,00	1,00	1,50	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50

.../...

Pendant l'exécution des travaux, ces valeurs de profondeurs d'ancrage pourraient être modifiées en fonction du type de sol rencontré. Il faudra creuser jusqu'à l'obtention d'un sol d'assise convenable.

Pour préserver la stabilité de cette partie de la digue restaurée, on l'orientera de 30° vers l'amont du barrage tandis que le petit marigot sera dévié vers l'aval.

V.1.2. Réfection de la digue existante

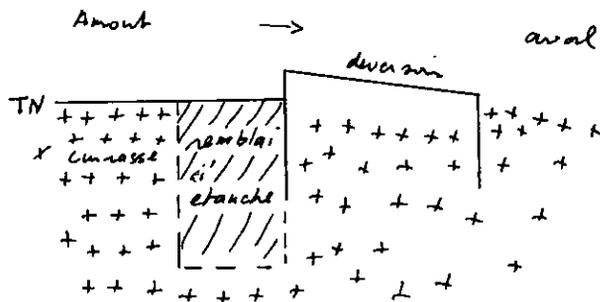
Etude de la digue

La largeur en crête sera de 3,0 m. Cette partie de digue sera décapée de la crête au pied du talus amont en rédan. Elle sera ensuite rechargé afin d'assurer une bonne étanchéité. Le nouveau remblai pourra alors mieux s'accrocher sur la digue existante qui servira de butée face à la charge de l'eau.

Les pentes de talus, les divers protections seront réalisées de la même façon que la partie restaurée de la digue. Ces travaux de réfection conduiront au rehaussement du mur bajoyer.

V.1.3. Colmatage des fuites et démolition du déversoir

Pour supprimer les fuites au niveau du déversoir, on exécutera une tranchée d'étanchéité en amont de ce dernier sur toute sa longueur. La profondeur de la tranchée sera fonction de l'épaisseur de la couche poreuse de la cuirasse rencontrée.



Il existe d'autres méthodes de colmatage des fuites mais coûteux comme l'injection de coulis (argile + ciment) sous pression.

#### V.1.4. Démolition du déversoir

L'ouvrage évacuateur sera modifié de la manière suivante :

- démolition du déversoir existant sur toute sa longueur et sur 30 cm de hauteur
- rallongement du déversoir en rive gauche de 63 m
- afin de permettre un fonctionnement parfait du déversoir, des travaux de terrassement seront exécutés en amont et en aval de ce dernier.

#### V.2. BARRAGE DE GOURGA

Parmi les solutions capables de réhabiliter ce barrage trois seules seront proposées.

##### Solution 1

Elle consiste à recouvrir le parement amont de la digue par une membrane plastique de type géomembrane sans modifier la géométrie de l'ouvrage.

Cette membrane sera protégée par une couche de sable et par le géotextile contre le poinçonnement (formation d'entrailles dues à l'effet de cailloux aux arêtes vives ou au piétinement par les animaux. Le géotextile sera en suite protégé par une couche de perré.

Une tranchée d'étanchéité de 1 m de profondeur et 0,5 m de largeur sera exécutée le long du pied amont de la digue.

### Quantité

618 m<sup>2</sup> de geomembrane  
618 m<sup>2</sup> de geotextile  
75 m<sup>3</sup> de sable.

### Solution 2

Elle consiste à modifier la géométrie du barrage en augmentant à l'aide du remblai le volume de la digue. Ainsi l'ancienne digue sera décapée en redans et rechargée avec un remblai compacté étanche. Le filtre existant sera remplacé par du geotextile.

Le barrage aura alors les caractéristiques suivants :

$$\begin{aligned} \text{largeur en crête : } b &= 1,65 \times \sqrt{H} &= 1,88 \text{ m} \\ b &= 1,1 \sqrt{H} + 1 &= 2,14 \text{ m} \end{aligned}$$

on prendra  $b = 3 \text{ m}$ .

La pente du parement amont sera de 2/1 et la hauteur de la digue 1,3 m.

Sur le talus amont on mettra en place une couche de pose au dessus de laquelle on posera du perré simple. Vers le pied du talus on constituera une butée de pied en enrochement. La partie aval de la digue ne changera pas.

### Solution 3

Identique à la solution 2 mais avec conservation du filtre existant.

CHAPITRE VI : EVALUATION DES MOYENS A METTRE EN OEUVRE DU PROGRAMME

VI.1. MATERIEL

pour assurer une bonne efficacité dans l'exécution des travaux, un minimum de matériel s'avère indispensable, il s'agit notamment de :

- 1 camion benne, utilisé pour le transport et l'épandage de la terre à compacter
- 1 chargeuse-pelleteuse de type 416 OU 426 caterpillar dont la profondeur de fouille atteint facilement 4,3 à 5 m. Pour l'exécution des tranchées, le chargement du camion benne, l'excavation du remblai en zone d'emprunt
  - dames manuelles
  - dames sauteuses
- 2 rouleaux compacteurs vibrants manuels utilisés pour le compactage du remblai dont l'épaisseur des couches ne devra pas excéder les 20 cm.
  - pelles
  - pioches
  - brouettes
  - rateau
- 1 camion citerne pour le transport de l'eau et l'arrosage des matériaux lors du compactage.

VI.2. PROGRAMME DES TRAVAUX

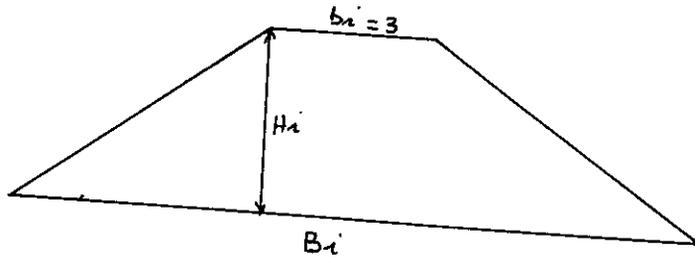
Comme il a été dit plus haut, le programme de réfection de ces deux barrages peut faire l'objet d'une sensibilisation de la main d'oeuvre paysanne en collaboration avec les services de l'ORSTOM, ou une passation de marché à l'entreprise.

L'exécution des travaux se fera de préférence en période de retenues sèches c'est à dire du mois de Février au mois de Mai. Il serait souhaitable de débiter les travaux de restauration des deux barrages à la même période afin d'utiliser rationnellement le matériel alloué pour lesdits travaux.

CHAPITRE VII : EVALUATION DES COUTS

CALCUL DU VOLUME DE REMBLAI

VII.1. BARRAGE D'AMENE



$$B_i = b_i + 4 H_i$$

$$s_i = \frac{b_i + B_i}{2} \times H_i$$

$s_i$  = section partielle  
 $S_i$  = section moyenne  
 $V_i$  = Volume entre deux points

$$S_i = \frac{s_i + s_{i+1}}{2}$$

$$V_i = S_i \times L_i$$

En adoptant la méthode des tranches verticales, on fait un décapage avant la mise en place de la digue soit 20 cm d'épaisseur. Il faut remarquer que cette épaisseur est variable. On ne tiendra pas compte de ces 20 cm dans le calcul des volumes de remblai du corps de digue.

parties : Le calcul de ces volumes de remblai se fera en deux

1) Volume des remblais sur la digue existante

N° PRO-FIL	bi	Hi	Bi	si	$s = \frac{s_i + s_{i+1}}{2}$	Li	Vi
7	3	0	3	0	0	0	0
8	3	2,5	13	20	10	20	200
9	3	2,6	13,4	21,32	20,66	20	413,2
10	3	2,7	13,8	22,68	22	20	440
11	3	2,8	14,2	24,08	23,38	20	467,6
12	3	2,9	14,6	25,50	24,8	20	496
13	3	2,8	14,2	24,08	24,8	20	496
14	3	2,70	13,8	22,68	23,38	20	467,6
15	3	1,80	10,2	11,88	17,28	20	345,6
16	3	1,50	9	9	10,44	6	62,64
17	3	1,50	9	9	9	8	72
18	3	1,60	9,4	9,92	9,46	4	37,84
TOTAL.....							3498,48

2) Volume des remblais sur la partie emportée par l'eau

N° PRO-FIL	bi	Hi	Bi	si	$S = \frac{si + s(i+1)}{2}$	Li	Vi
19	3	1,50	9	9	9,46	3	28,38
20	3	2,00	11	14	11,5	2	23
21	3	2,50	13	20	17	2	34
22	3	2,10	11,4	15,12	17,56	4	70,24
23	3	1,40	8,6	8,12	11,62	7	81,34
24	3	1,40	8,6	8,12	8,12	6	48,72
25	3	0,7	5,8	3,08	5,6	20	112
26	3	0,7	5,8	3,08	3,08	10	30,8
27	3	0	3	0	1,54	20	30,8
TOTAL.....							459,28

Le volume total de la partie refectionner (du profil 7 au profil 18) est de 3 498,48 m<sup>3</sup> soit 3 500 m<sup>3</sup>.

Ce volume représente la somme des volumes de l'ancien et du nouveau remblai.

Le profil étant presque homogène sur ce tronçon de la digue existante, nous estimons que le volume du nouveau remblai représente la moitié du volume total.

Volume 1 du nouveau remblai = 1 750 m<sup>3</sup>.

est : Le volume de remblai de la partie restauré de la digue

$$V_2 = 459,28 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 460 \text{ m}^3$$

$$\text{Remblai total } 1\ 750 + 460 = 2210 \text{ m}^3.$$

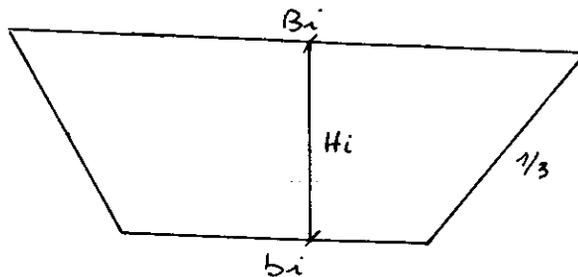
### Tranchée d'ancrage

Il faut tenir compte du décapage (20 cm).

$$B_i = b_i + 2H_i$$

$$S_i = \frac{b_i + B_i}{2} \times H_i$$

$$V_i = S_i \times L_i.$$



N° PRO-FIL	bi	Ai	Bi	si	Si = $\frac{si+si+}{2}$	Li	Vi
7	3	0,5	4	1,75	0,8	0	0
8	3	1	5	4	2,8	20	58
9	3	1	5	4	4	20	80
10	3	2	7	10	7	20	140
11	3	2	7	10	10	20	200
12	3	2	7	10	10	20	200
13	3	2	7	10	10	20	200
14	3	2	7	10	10	20	200
15	3	2	7	10	10	20	200
16	3	2	7	10	10	6	60
17	3	2	7	10	10	8	80
18	3	2	7	10	10	4	40
19	3	2	7	10	10	3	30
20	3	2	7	10	10	2	20
21	3	2,5	6	6,75	8,38	2	16,75
22	3	1,5	6	6,75	6,75	4	27
23	3	1,5	6	6,75	6,75	7	47,25
24	3	1	5	4	3,38	6	32,25
25	3	1	5	4	4	20	80
26	3	1	5	4	4	10	40
27	3	0,5	4	1,75	2,875	20	57,5

Volume total de deblai - remblai = 1 889 m3

V = 1 889 m3.

.../...

Déversoir

Volume de déblai - remblai de la tranchée d'étanchéité.

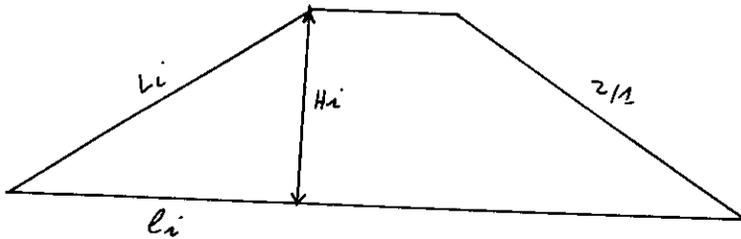
Il faut signaler que la profondeur de cette tranchée est variable et dépend de l'importance de la cuirasse. Pour une profondeur de 1,50 m et une largeur de 1,00 m, on a :

$$V = 63 \times 1 \times 1,5 = 94,5 \text{ m}^3$$

Volume de terrassement au niveau du déversoir

$$V = 0,70 \times 63 \times 20 \times 2 = 1\,764 \text{ m}^3.$$

Calcul de la surface des talus (amont et aval).



$$l_i = 2 H_i$$

$$L_i = \frac{2}{H_i} + 4 \frac{2}{H_i} = 5 \frac{2}{H_i}$$

$$D_i = \frac{L_i + L(i+1)}{2}$$

$$S_i = s_i \times d_i$$

avec  $D_i$  = largeur moyenne du talus  
 $d_i$  = distance entre deux profils.

après calcul on obtient une surface de  $800 \times 2$

$$S = 1\,600 \text{ m}^2$$

.../...

Décapage total

S = 5 226 m<sup>2</sup>

DESIGNATION	UNITE	QUANTI- TE	PRIX UNITAIRE	PRIX TOTAL
Décapage	m <sup>2</sup>	5 226	250	1 306 580
Remblai tranchée d'ancrage	m <sup>3</sup>	1 889	1 217	2 298 913
Deblai tranchée d'ancrage	m <sup>3</sup>	1 889	1 100	2 077 900
Remblai digue hors tranchée	m <sup>3</sup>	2 210	1 217	2 689 570
Deblai tranchée d'étanchéité	m <sup>3</sup>	94,5	1 100	103 950
Terrassement amont-aval du déversoir	m <sup>3</sup>	1 764	1 100	1 940 400
Remblai tranchée d'étanchéité	m <sup>3</sup>	94,5	1 217	1 150 007
Abattage des arbres	"	100	forfait	5 000
Couche de couronnement	m <sup>3</sup>	157	1 825	286 525
Butée de pied amont	m <sup>2</sup>	653	12 000	7 836 000
Drain de pied aval	m <sup>2</sup>	327	6 000	1 962 000
Mur de crête	m <sup>3</sup>	126	5 000	630 000
Couche de protection	m <sup>3</sup>	500	1 825	912 500
Couche de pose amont	m <sup>3</sup>	160	1 825	292 000
Protection perré amont	m <sup>2</sup>	800	10 000	8 000 000
Filtre	m <sup>3</sup>	130	6 500	845 000
Démolition déversoir		1	forfait	2 000
Mur bajoyer béton cylopeen	m <sup>3</sup>	7	65 000	455 000
TOTAL.....				31 128 345

Comme la situation économique de nos pays ne favorise pas le financement de tels projets, nous allons nous intéresser au plus urgent, c'est à dire la restauration de la partie de la digue emportée par l'eau, la recharge de la digue existante et les travaux du déversoir en négligeant les fuites.

PRIX TOTAL

- Décapage 73 x 20 = 1 460 m <sup>2</sup> ....	365 000
- Remblai tranchée d'ancrage 351 m <sup>3</sup> ..	427 167
- Déblai tranchée d'ancrage 351 m <sup>3</sup> ...	386 100
- Remblai digue 460.....	559 820

.../...

PRIX TOTAL

(suite)

- Déversoir.....	2 159 357
- Recharge sur la digue existant 1/4 du remblai total 875 m3.....	1 064 875
- Couche de couronnement.....	286 525
- Butée de pied amont.....	2 612 000
- Drain de pied aval.....	654 000
- Mur de crête.....	630 000
- Couche de protection aval.....	304 167
- Couche de pose amont. 292 000/3.....	97 333
- Protection perré.....	2 666 667
- Filtre .....	845 000
<b>TOTAL.....</b>	<b>13 058 010 F CFA</b>

VII.2. BARRAGE DE GOURGASolution 1

DESIGNATION	U	Qté	P.U.	PRIX TOTAL
Couche de protection sable	m3	75	1 825	136 875
Membrane étanche	m2	618	2 500	1 545 000
Geotextile	m2	618	1 000	618 000
Deblais à la main tranchée d'étanchéité	m3	52	1 000	52 000
Remblai à la main tranchée d'étanchéité	m3	52	1 000	52 000
Depose et pose peré	m2	618	3 000	185 000
<b>TOTAL.....</b>				<b>4 257 875</b>

.../...

## CONCLUSION

-----

Les deux barrages étudiés ont été apparamment bien conçus et bien réalisés. Leur état actuel laisse à désirer car à Gourga comme à Amené, les dégradations sont plus ou moins importantes. Cette situation ne peut se prolonger sans entraîner la détérioration rapide des deux barrages, voir dans l'avenir la dégradation totale des deux retenues.

Le problème est crucial, il n'est pas à négliger sous peine de mettre en question l'existence du projet.

Il est temps, souhaitable et même primordial d'entreprendre les travaux de restauration de ces barrages.

La faible pluviométrie et sa mauvaise repartition dans la région du Yatenga obligent à maintenir l'outil principal qui est le barrage. C'est le souci premier des services hydrologiques de l'ORSTOM, de lutter contre les pertes d'eau.

Nous remarquerons que les barrages de Gourga et Amené souffrent d'un manque d'entretien.

S'ils étaient bien entretenus, les paysans auraient pu dévier le marigot qui a érodé la digue soit par aval ou par amont du barrage dès son apparition. Ils auraient rechargés la digue à chaque fois que la dégradation se présente et même renouveler le perré et très souvent empêcher le passage intempestif des animaux sur la crête. Si le paysan était mieux informé, le déversoir ne serait pas rehaussé pendant que la digue présentait des dégradations importantes.

En définitive, il serait souhaitable avant d'entreprendre des travaux de restauration des deux barrages de sensibiliser la masse paysanne propriétaire des ouvrages, afin qu'elle sache que l'entretien donne une longue vie à ces derniers. Et surtout que les financements de ce type de projets sont de plus en plus difficiles à obtenir.

Il serait souhaitable que les travaux de réparation de ces barrages soient exécutés par une entreprise. le cas échéant, la masse paysanne qui devra exécuter ces travaux doit être dirigée par un technicien compétent.

Les travaux seront exécutés en période sèche, chaque barrage, à la fin des travaux devra avoir un responsable pour l'entretien.

BIBLIOGRAPHIE

1. La maîtrise des crues dans les bas-fonds  
Petits et Microbarrages en Afrique de l'Ouest GRET
2. Etude comparative des différents sites de Barrages possibles  
sur la volta blanche et ses affluents dans la région de  
Bagré  
Choix du site : SOGREAH
3. Aménagement d'Hydraulique Rural  
Projet UNESCO  
Barrage de KONA
4. DESIGN OF SMALL DAMS  
A, Warer Ressources Technical Publication
5. Earth - Rock Dams  
Engineering Problems of Design and construction
6. Application de la mécanique des sols  
Wander Dunod
7. Compactage des terrassements  
Rapport de Recherche LPC N° 70
8. Méthode de calcul pour les étude Hydrologiques  
L'aménagement des eaux UNESCO
9. Petit barrage en terre au Burkina Faso  
Bilan et analyse critique.  
St Foule - O; Gilard - H. Platon
10. Cours de barrage de Mr Martin
11. Projet barrage de Zoungou, Mr Martin
12. Etude Hydrologique des plaines de NIENA DIONKELE ET  
FOULASSO - LELASSO  
Rapport définitif, Tome 8  
J. M. LAMACHERE
13. Estimation des débits de crues decennales pour les bassins  
versants de superficie inférieure à 200 km<sup>2</sup>.  
En Afrique Occidentale  
J. Rodier et C. Auvray

14. Programme de réparation des barrages en terre en Haute Volta  
Rapport d'expertise  
PARIS : MI COOP 1980  
SOGREAH
15. Aménagement des bas fonds  
Clément Dominique  
PARIS SATEC 1975
16. Problèmes pratiques de mécanique des sols et de fondations  
Tome 1  
G. SANGLERAT, G. OLIVARI, B. CAMBOU

**ANNEXES**

Ouagadougou, le 6 juin 1984

SSA/919/ki/84

Monsieur le Directeur  
de l'ORD de Ouahigouya

OUAHIGOUYA

Réfection Barrage

- AMENE -

Monsieur,

Nous accusons réception de la lettre du Président du Bureau CDR de AMENE, nous sollicitant une aide financière pour la réfection du barrage de AMENE.

Nous leur notifions notre accord pour le financement de ces travaux jusqu'à concurrence de la somme de 1.500.000 F CFA.

Dans l'espoir que ce geste apaisera les soucis de la population laborieuse de AMENE, nous vous prions d'accepter, nos meilleures salutations.

Stanislas Spero ADOTEVI  
Représentant Résident

Ampliation: - M. ZOROME Boureima  
Président du Bureau  
CRD de AMENE.



BUREAU DE OUAGADOUGOU  
 120 OUAGADOUGOU HAUTE-VOLTA  
 : 5251 UV  
 TELEPHONE : 33-64-87/33-67-87  
 FAX : OUA/DA/1099/IK/PRO/84

OUAGADOUGOU, le 1<sup>er</sup> Octobre 1984

REF. :

Réfection du Barrage d'AMENE

Monsieur le Président  
 du Bureau CDR d'AMENE  
BURKINA FASO

Monsieur le Président,

Comme suite à notre lettre du 6 Juin 1984 notifiant  
 notre accord pour les travaux de refection du Barrage d'AMENE,  
 j'ai l'honneur de vous informer qu'une somme de frs CFA  
 1 500 000 est disponible.

Aussi, je vous serais reconnaissant de bien vouloir  
 vous présenter à nos bureaux avec le bordereau de réception  
 des travaux ou toutes autres pièces justificatives pour  
 permettre à mes services compétents d'effectuer le paiement.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'expression  
 de mes salutation les meilleures.

Dwight ANTWINE  
 Coordonateur des Programmes

: Direct. ORD OUAHIGOUYA

CALCUL DU COEFFICIENT D'ABATTEMENT K

Formule de Wallaume ORSTOM

$$K = 1 - (9 \times \log r - 42 \cdot 10^{-3} \times P + 152) \times 10^{-3} \times \log s.$$

Bassin de Gourga

Pour r = 10 ans  
Pm = 550 mm  
S = 45 km<sup>2</sup>

$$K_{10} = 1 - (9 \log 100 - 42 \cdot 10^{-3} \times 550 + 152) \times 10^{-3} \log 45$$

$$K_{10} = 0,77$$

Pour r = 100 ans

$$K_{100} = 1 - (9 \log 100 - 42 \cdot 10^{-3} \times 550 + 152) \times 10^{-3} \log 45$$

$$K_{100} = 0,76$$

Bassin d'Amené

Pour r = 10 ans  
Pm = 550 mm  
S = 150 km<sup>2</sup>

$$K_{10} = 1 - (6,59 \log 10 - 42 \cdot 10^{-3} \times 550 + 152) \times 10^{-3} \log 150$$

$$K_{10} = 0,70$$

$$K_{100} = 1 - (9 \log 100 - 42 \cdot 10^{-3} + 550 + 152) \cdot 10^{-3} \log 100$$

$$K_{100} = 0,68$$

CALCUL DE LA PLUIE MOYENNE (Pm) SUR LE BASSIN

Pm = Pluie journalière x coefficient d'abattement K

Bassin de Gourga

Pluie moyenne de fréquence decennale

$$P_{m10} = 85 \times 0,77 = 65,45 \text{ mm}$$

Pluie moyenne de fréquence centennale

$$P_{m100} = 144 \times 0,76 = 109,44 \text{ mm}$$

Bassin d'Amené

$$P_{m10} = 85 \times 0,70 = 59,5 \text{ mm}$$

$$P_{m100} = 144 \times 0,68 = 97,92 \text{ mm}$$

Calcul du volume moyen annuel ruisselé

3. Debit maximum de fréquence centennale

En supposant que tout l'excès de pluie ruisselle, calculons le débit maximum Q<sub>max</sub> de fréquence centennale.

### Bassin de Gourga

$$\text{Pluie excédentaire} = 109,44 - 65,45 = 43,99 \text{ mm}$$

$$V_R = 589\,050 + 43,99 \cdot 20^{-3} \times 45 \cdot 20^6 = 2\,568\,600 \text{ m}^3$$

$$T_B = 7 \text{ h}$$

$$Q_M = \frac{2\,568\,600}{7 \times 3\,600} = 101,93 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_M = 102 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{MAX}} = 102 \times 2 = 204$$

$$Q_{\text{MAX}} = 204 \text{ m}^3/\text{s}$$

### Bassin d'Amené

$$\text{Pluie excédentaire} = 97,92 - 59,5 = 38,42 \text{ mm}$$

$$V_R = 1\,785\,000 + 38,42 \times 150 \cdot 10^3 = 7\,548\,000 \text{ m}^3$$

$$T_B = 13 \text{ h}$$

$$Q_M = \frac{7\,548\,000}{13 \times 3\,600} = 161 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_M = 161 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{MAX}} = 161 \times 2,5 = 403 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{MAX}} = 403 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ces deux valeurs de  $Q_{max}$  sont trop fortes et correspondent à un coefficient de ruissellement de  $K_r = 0,50$ .

Avec  $K_r$  moyen on a les résultats suivants :

$$K_r \text{ moyen} = \frac{0,20 + 0,50}{2} = 0,35$$

### Bassin de Gourga

Volume ruisselé de fréquence centennale

$$V_R = P_m \times S \times K_r$$

$$V_R = 109,44 \times 45 \times 10^6 \times 10^{-3} \times 0,35 = 1\,723\,680 \text{ m}^3$$

$$T_B = 7 \text{ h}$$

$$Q_n = \frac{1\,723\,680}{7 \times 3\,600} = 68,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{Max} = 68,4 \times 2 = 136,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

### Bassin d'Amené

$V_R$  de fréquence décennale

$$V_R = 59,5 \times 10^{-3} \times 150 \times 10^6 \times 0,35 = 3\,123\,750 \text{ m}^3$$

$$Q_m = \frac{V_R}{T_B}$$

$$T_B = 13 \text{ h} \quad Q_m = 67 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{max} = 67 \times 2,5 = 168 \text{ m}^3/\text{s}$$

Fréquence centennale

$$VR = 97,92 \times 10^{-3} \times 150 \times 10^6 \times 0,35 = 5\,140\,800 \text{ m}^3$$

$$Q_m = 110 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{max}} = 275 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Les crues de projet sont données dans les tableaux suivants.

BASSINS	GOURGA	AMENE
Qp m <sup>3</sup> /s	137	275

ANNEXE 2

-----  
BARRAGE D'AMENE  
CARACTERISTIQUES DU DEVERSOIR

Revanche = 20 cm

Hauteur de la lame d'eau h :

$$h1 = 100,6 - 99,5 - 0,20 = 0,90$$

$$L = \frac{Qp}{m \cdot 2g \cdot x h^{3/2}}$$

$$L = \frac{275}{0,39 \times 2 \times 9,81 \times 0,90^{3/2}}$$

Démolition du deversoir de 30 cm

$$h2 = 0,90 + 0,30 = 1,20 \text{ m}$$

$$L = \frac{2,75}{0,39 \times 2 \times 9,81 \times 1,20^{3/2}}$$

Longueur deversoir : 121 cm

Cote crête deversoir : 99,2 m

**ANNEXE 3**

-----

**PROFILS EN LONG ET EN TRAVERS**  
**DES BARRAGES**