



**BUREAU D'INGENIERIE CONSEIL ET  
D'EXPERTISES POUR LE DEVELOPPEMENT**

BP : 47 Koulouba Niore du Sahel, Tel : 253 13 65, e-mail : kaba\_f@yahoo.fr

**P.A.C.E.D.E.L**

**PROGRAMME D'APPUI AUX COMMUNES ET AU DÉVELOPPEMENT LOCAL**

*Etudes d'aménagement des bas-fonds de Niankan dans la commune  
rurale de Diéoura.*

**SITE DE NIANKAN**

**MEMOIRE TECHNIQUE**

**Financement**

**ESSONNE SAHEL/CORENS**

*Date de dernière mise à jour : 15/03/2003*

*Juin 2003*

# MICROBARRAGE DE NIANKAN

## FICHE TECHNIQUE DE L'OUVRAGE

<b>Intitulé du projet</b>		<b>PROJET DE CONSTRUCTION D'UN MICRO BARRAGE A NIANKAN</b>
<b>Bénéficiaires</b>		Village de Niankan
<b>Localisation du site</b>		Village : Niankan commune rurale de : DIEOURA Cercle : DIEMA  Longitude : - 9,849009 Latitude : 14,300769
<b>Accès au site</b>		A partir de Lakamané – par piste carrossable jusqu'à Niankan sur 45km environ.
<b>Objectif du Projet</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- retenue d'eau pour la pratique des activités de riziculture pluviale</li> <li>- du maraîchage</li> <li>- arboriculture</li> <li>- recharge la nappe phréatique</li> </ul>
<b>Principe de fonctionnement</b>		L'ouvrage est constitué d'un déversoir poids en béton cyclopéen construite sur un cour d'eau temporaire en vue de stockée les eaux de ruissellement. La retenue ainsi constituée permettra l'exploitation des terres agricoles, l'abreuvement des animaux pendant toute année et la recharge de la nappe phréatique.
<b>Hydrologie</b>	Pluviométrie	Pan = 650mm P10 (24 heures) = 101,5mm
	Crue du projet	Q10 = 134,01 m <sup>3</sup> / seconde – Q100 = 300,37 m <sup>3</sup> / seconde ; superficie du bassin versant S = 25,6 km <sup>2</sup>

<b>Descriptif de l'Ouvrage</b>	Déversoir	Nature : déversoir poids en maçonnerie de moellon Talus amont vertical – talus aval vertical 1/1 <u>Longueur utile</u> L = 87m <u>Largeur</u> en crête = 0,50m Côté crête : PEN = 291m Hauteur maxi par rapport au TN = 4,25m Protection aval empierrement libre
	Bassin de Dissipation	Nature : bassin à ressaut <u>Longueur</u> : 2 m <u>Largeur</u> : 87 m <u>tapis de sable</u> : ép 5 <u>tapis de gravier</u> : ép 5 barbacane PVC50 : nb 18
	Bajoyer	<u>Rive gauche</u> : 144 m <u>Rive droite</u> : 24,00 m <u>Côte crête</u> : 292,00 m
	Longueur totale de l'ouvrage	<b>255 m</b>
	Ouvrage de vidange	1 pertuis à 2 passes de 400cmX150cm chacune batardeaux métalliques 25X150 nb =2X18
	Retenue	Plan d'eau normale PEN: 291,00m Plus hautes eaux PEH : 292,00 m Superficie inondée : 9,652 ha Volume d'eau stockée : 239 370 m <sup>3</sup> Superficie exploitable : 7,722 soit 80% de la superficie inondable
<b>Coût du projet</b>	<b>37 132 599</b>	
<b>Coût du m<sup>3</sup> d'eau stockée</b>	<b>155,13 Fcfa</b>	
<b>Echéance du projet</b>	<b>2005</b>	
<b>Financement</b>	<b>CORENS</b>	
<b>Maître d'ouvrage délégué</b>	<b>Agence KARED</b>	
<b>Etude et Contrôle</b>	<b>BICED</b>	
<b>Date des travaux</b>	<b>Début des travaux :</b> <b>Fin des travaux :</b>	

# SOMMAIRE

Pages

*Introduction :* \_\_\_\_\_ 5

## CHAPITRE – I “BASSIN VERSANT”

*1-/ Le bassin versant :* \_\_\_\_\_ 7

*1-1/ Délimitation :* \_\_\_\_\_ 7

*2-/ Caractéristiques numériques du bassin versant* \_\_\_\_\_ 8

*3-CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU BASSIN VERSANT* \_\_\_\_\_ 9

## CHAPITRE – II “ETUDE DE LA RETENUE”

*I - LES BESOINS* \_\_\_\_\_ 11

*1-1-Les besoins humains* \_\_\_\_\_ 11

*1-2-Les besoins pour le bétail* \_\_\_\_\_ 11

*1-3-Besoins agricoles* \_\_\_\_\_ 11

*II- LES PERTES DE VOLUME DE LA CUVETTE DUES AUX DEPOTS SOLIDES* 12

*III - Les pertes par infiltration dans la retenue* \_\_\_\_\_ 12

*IV - LES PERTES PAR EVAPORATION* \_\_\_\_\_ 13

*V - COURBE HAUTEUR -VOLUME (cf. Fig. 1)* \_\_\_\_\_ 14

*VI - COURBE HAUTEUR -SUFACE ( cf. Fig. 2)* \_\_\_\_\_ 15

*7-COURBE D'EXPLOITATION DE LA RETENUE* \_\_\_\_\_ 16

## CHAPITRE – III“ETUDE HYDROLOGIQUE”

*I - DETERMINATION DES APPORTS* \_\_\_\_\_ 19

*II - DETERMINATION DE LA CRUE DE PROJET* \_\_\_\_\_ 19

*2-1 détermination de la pluie maximale journalière :* \_\_\_\_\_ 19

*2-2 Méthode de détermination de la crue de projet* \_\_\_\_\_ 20

*3-/ Choix du débit de crue du projet* \_\_\_\_\_ 24

## CHAPITRE – IV “EVACUATEUR DE CRUE”

*I - Choix du type de deversoir* \_\_\_\_\_ 26

*II - Laminage de la crue* \_\_\_\_\_ 26

## CHAPITRE – V “BASSIN DE DISSIPATION”

*4-1 Détermination des dimensions du bassin de dissipation du réservoir* \_\_\_\_\_ 29

## Introduction :

Au Mali, les eaux de surface non pérennes sont particulièrement intéressantes à exploiter pour toutes les régions éloignées des fleuves ; elles permettent par exemple, de prolonger ou de retarder un tarissement de nappe, d'augmenter par épandage d'eau les superficies irriguées, de constituer des réserves pour des besoins humains et pastoraux, de faciliter un maraîchage de contre-saison, etc....

Les micro-barrages constituent aujourd'hui une solution certaine des populations qui connaissent un déficit de production agricole d'une zone où l'agriculture est tributaire de la pluviométrie. Malheureusement cette pluviométrie est insuffisante et irrégulière.

C'est ainsi que le programme d'appui aux communes et au développement local des cercles de Niéro et Diéma encourage et soutient les initiatives locales orientées vers le renforcement de la sécurité alimentaire à travers les infrastructures productives comme les micro-barrages.

A la liste de ce que le programme a réalisé, vient s'ajouter la présente maîtrise d'œuvre du site de Niankan.

Peu ou mal exploité, ces eaux de surface non pérennes, sujets à la mobilisation pour la conciliation de besoins humains et contraintes physiographiques et hydrologiques, nécessitent une bonne connaissance des petits bassins versants qui les drainent.

L'étude de ce site consistera à réunir les éléments de maîtrise (données scientifiques) justifiant la faisabilité du projet et orientant une meilleure conception de l'ouvrage en vue.

**CHAPITRE – I**

---

**BASSIN VERSANT**

## **1-/ Le bassin versant :**

Le bassin versant de Niankan appartient à un ensemble de sous unités hydrologiques ayant un exutoire commun à (Bangassi).

En tête du système, la sous unité de Niankan est située au pieds des chaînes montagneuses de SANGHIA qui longent Foulanguédou jusqu'à Noumoukolo pour remonter à Madina Koura.

La morphologie du système est ramassée, cependant la sous unité de Nianka est plutôt allongée.

La position de la sous unité de Nianka peut bien nous permettre une étude isolée. Pour la suite des données de base, nous nous n'intéressons qu'à la sous unité de Nianka.

### ***1-/ Délimitation :***

Elle a été faite sur fond de carte IGN à l'échelle 1/200 000. Pour une meilleure lecture des lignes de ruissellement et des lignes de partage des eaux, un agrandissement a été faite avec extrapolation du facteur d'échelle. (Cf planche n°2)

## 2- Caractéristiques numériques du bassin versant

### 2-1 Superficie

La superficie du bassin versant de Niankan a été calculé par planimétrie (digital planimeter PLACOM). Elle est de :

$$S = 25.6 \text{ km}^2$$

### 2-2 Le périmètre du bassin

Avec le curvimètre on trouve comme valeur du périmètre

$$P = 26 \text{ Km}$$

### 2-3 Indice de forme du bassin versant

Il en existe plusieurs. Ils permettent de comparer les bassins de superficie identique Coefficient de compacité du bassin (formule de gravelius)

$$Kc = 0.282 * P * S^{-0.5}$$

$$Kc = 1.44$$

Cette valeur de Kc traduit un bassin relativement allongé.

### 2-4 Le rectangle équivalent

C'est le rectangle ayant même surface et même périmètre que le bassin versant, sa longueur L, ainsi que sa largeur l sont données par les relations suivantes :

$$L = S^{0.5} * (Kc / 1.128) * [1 + (1 - (1.128 / Kc)^2)^{0.5}]$$

$$L = 10.47 \text{ m}$$

### 2-5 La densité de drainage

$$D_d = L' * S^{-1/2}$$

L' : longueur totale des cours d'eau (réseau hydrographique du bassin versant) = 23.4 Km

S : superficie du bassin versant = 25.6 km<sup>2</sup>

$$D_d = 4.62$$

### 2-6 Répartition hypsométrique

I-1-5-1 La courbe hypsométrique du bassin versant donnant le pourcentage s de la superficie S du bassin versant située au-dessus d'une altitude donnée II en fonction de cette altitude H permet d'évaluer Ig.

Indice global de pente.

□ L'indice globale de pente est donnée par la relation suivante :

$$I_g = (H_{5\%} - H_{95\%}) / l.$$

Avec H<sub>5%</sub> et H<sub>95%</sub> des altitudes à 5 % et 95% de la surface donnée par la courbe hypsométrique.

Ne disposant pas un fonds de carte topographiques à l'échelle 1/50 000 où les courbes de niveaux sont visiblement matérialisées, nous avons la valeur reconstituée de l'ORSTOM qui donne Ig en fonction de :

source : évaluation des ressources en eau non pérennes du Mali (ORSTOM/PNUD)

ALTmax = 407

ALTmin = 215

Ig (m/Km) = 18.1

### *3-CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU BASSIN VERSANT*

#### *3-1 Géologie*

On ne dispose pas assez d'information sur la géologie de la zone étudiée tout de même en se référant sur la carte géologique du Mali (au 1/1 500 000) on identifie des formations géologiques de type argilo-gréseux avec des intrusions doléritiques surmontées d'une couche de cuirasse latéritique et de terre végétale, ce qui donne au bassin une classe d'infiltrabilité RI (relativement imperméable) après le Check list (Crue et apport "ORSTOM").

La région du kaartu où se trouve le bassin versant de Niankan appartient aux formations sédimentaires du précambrien.

*Remarque :*

L'hydrogéologie de la région du site est celle du craton Ouest Africain.

Typologie : zone de socle.

## **CHAPITRE – II**

---

### **LA RETENUE**

## CHAPITRE II : ETUDE DE LA RETENUE

### I - LES BESOINS

L'appréciation des besoins est fonction des différents usages prévus pour la retenue :

A ce niveau il est important de penser aux activités auxiliaires.

#### *1-1-Les besoins humains*

Le projet ne vise pas à un approvisionnement en eau potable de la population. Cependant des prélèvements dans la retenue pour les petits besoins domestiques (vaisselle et lessive etc. ...) sont prévisibles mais négligeables.

#### *1-2-Les besoins pour le bétail*

Il est important de prévoir des aménagements pour l'abreuvement du bétail qui seront des ouvrages auxiliaires du barrage.

Cela a l'importance d'éviter la pression du bétail sur les berges déjà susceptibles à l'érosion fluviale aux environ immédiats de l'ouvrage en période de fonctionnement.

En considérant 40 litres / j/UBT les besoins sont évalués comme ci-dessous

##### - Cheptel résident

Il est recensé 4000 UBT en 1984. L'accroissement des revenus des paysans suite à l'exploitation des superficies irriguées et la disponibilité d'eau pour l'abreuvement du bétail (présence de barrage) sont des facteurs très favorables pour l'accroissement sensible du bétail. Nous considérons pour le calcul que les besoins du cheptel seront considérés que pour cinq (05) mois (durée de rétention de l'eau dans le barrage).

Besoin :  $B_r = 8000 * 40 * 30 = 9600 \text{ m}^3 / \text{mois}$

##### - Cheptel transhumant (10000 UBT )

Besoin :  $B_t = 10000 * 40 * 30 = 12000 \text{ m}^3 / \text{mois}$

##### - Cheptel en transit (1000 UBT )

Besoin :  $B_{et} = 1000 * 40 * 10 = 400 \text{ m}^3 / \text{an}$

#### *1-3-Besoins agricoles*

Les observations pédologiques et agronomiques du bas-fonds nous renseignent sur la superficie exploitable qui est de 8 ha. A partir de là, on a pu aussi estimer les proportions de superficie aptes pour les différentes spéculations

- superficie apte pour la riziculture : 6.5 ha

- le maraîchage : 1.5 ha

Besoins pour la riziculture

En tenant compte de l'évaporation et de l'infiltration la riziculture dans le bas-fond de Niankan consommera :

14 000 m<sup>3</sup> / ha en saisons de pluie (Juin à Novembre ) soit 14000\*60.5\*/6 = 141167 m<sup>3</sup> / mois.

- **Besoins pour le maraîchage** : Pour le maraîchage qui se fait de Novembre à Avril il faut stocker 25 000 m<sup>3</sup>/ ha soit 19.5\*25000 / 6 mois. D'où 81 250 m<sup>3</sup> / mois

La courbe d'exploitation de la retenue indique un tarissement de celle-ci pendant que le maraîchage continue ; l'appoint d'eau pour la suite de l'activité est fourni par les puisards temporaires dans la cuvette près des sites de parcelles maraîchères.

## II- LES PERTES DE VOLUME DE LA CUVETTE DUES AUX DEPOTS SOLIDES

Les dépôts solides ont pour origine la sédimentation dans la cuvette des particules fines ou plus rarement grossières arrachées au bassin versant par les eaux de ruissellement.

Il existe beaucoup de formules empiriques permettant d'estimer le volume de dépôts solides sur une période donnée.

### - Formule EIER-CIEH

Dégradation spécifique moyenne  $D = 700 (P/500)^{-2.2} S^{-0.1}$

P : pluie annuelle moyenne = 650 mm<sup>1</sup>

S : superficie du bassin versant = 25.6 km<sup>2</sup>

D = 1,58 m<sup>3</sup> / km<sup>2</sup>/an.

Volume des dépôts annuels = D\*S = 40,34 m<sup>3</sup> /an

V<sub>30</sub> = 40,34\*30 = 1 210,27 m<sup>3</sup> sur 30 ans

**NB** : Les micro barrages rizicoles sont conçus de manière à minimiser l'accumulation des dépôts solides (envasement) qui perturbe de façon considérable le fonctionnement souhaité à court, moyen et long terme de l'ouvrage. Le seuil déversant des ouvertures est calé au TN ou légèrement supérieur à celui-ci pour favoriser l'évacuation des dépôts solides. (cf. les pièces dessinées).

## III - Les pertes par infiltration dans la retenue

L'infiltration est fonction de l'étanchéité de la cuvette. L'étanchéité est assez bonne en général pour la géologie du site et s'améliore au fur et à mesure du dépôt de colloïdes en suspension dans les eaux ruisselées. Une infiltration de 2 à 3 mm / j peut être retenue comme une moyenne acceptable (référence : Maîtrise des crues dans les bas fond p. 126 = ORSTOM ).

+ Nous retenons dans notre cas 2 mm / j

<sup>1</sup> Tableau pluviométrique annuelle au MALI reconstitué par l'ORSTOM/PNUD

#### IV - LES PERTES PAR EVAPORATION

POUYAUD donne une formule adaptée aux conditions climatiques sahéliennes et tropicales sèches.

$$Eret = 1.664 * (EbacA)^{0.602}$$

Eret : évaporation dans la retenue en mm /j

EbacA : évaporation mesurée dans un bac classe A en mm /j

Nous disposons pour les calculs des données de la station de Nioro (1979-1990)

	EbacA (mm / j)	Eret (mm / j)	Eret (mm / mois)
J	4.51	4.12	127,7
F	6.62	5.19	145,3
M	13.49	7.97	247,1
A	18.13	9.52	285,6
M	18.51	9.64	298,8
J	9.76	6.56	196,8
J	9.79	6.57	203,7
A	6.51	5.14	159,3
S	6.30	5.04	151,2
O	6.20	4.99	154,7
N	4.78	4.27	128,1
D	4.17	3.93	121,8
		Total annuel	2 220,2
		Total juillet à novembre	797

	Perte par Evaporation (mm /mois )	Perte par Infiltration(mm /mois)	Total
J	127,7	62	189,7
F	145,3	56	201,3
M	247,1	62	309,1
A	285,6	60	345,6
M	298,8	62	360,8
J	196,8	60	256,8
J	203,7	62	265,7
A	159,3	62	221,3
S	151,2	60	211,2
O	154,7	62	216,7
N	128,1	60	188,1
D	121,8	62	183,8
Total annuel	2 220,2	730	2 220,92
Total juil. à nov.	797	306	1 103

Tableau récapitulatif des pertes par évaporation et infiltration

Tableau d'établissement des courbes "hauteur – surface " et " hauteur – Volume".

Côtes	Surface	Hauteur	Surf. Moy	Volume	Vol.cum
Fonds	0	h	-	-	-
Fonds + h	$S_1$	h	$S_1/2$	$S_1h/2$	$V_1$
Fonds + 2h	$S_2$	h	$(S_1 + S_2)/2$	$(S_1 + S_2)h/2$	$V_2 + V_1$
Fonds + 3h	$S_3$	h	$(S_2 + S_3)/2$	$(S_2 + S_3)h/2$	$V_3 + V_2 +$
Fonds + nh	$S_n$	h	$(S_{n-1} + S_n)/2$	$(S_{n-1} + S_n)h/2 = V_n$	$\Sigma V_i$

## V - COURBE HAUTEUR -VOLUME (cf. Fig. 1)

De cette courbe on déduit le volume maximum de la cuvette correspondant à la retenue pleine à la cote 291 m.

$$V_{\max} = 239\,370 \text{ m}^3$$

La cote de la crête du déversoir sera fixée à cette valeur.

Cette courbe permet d'analyser le remplissage de la cuvette d'apprécier l'importance du volume des dépôts solides et de tirer la courbe d'exploitation.  
 Pour notre cas précis, on peut retenir :

### Courbe Hauteur / Volume

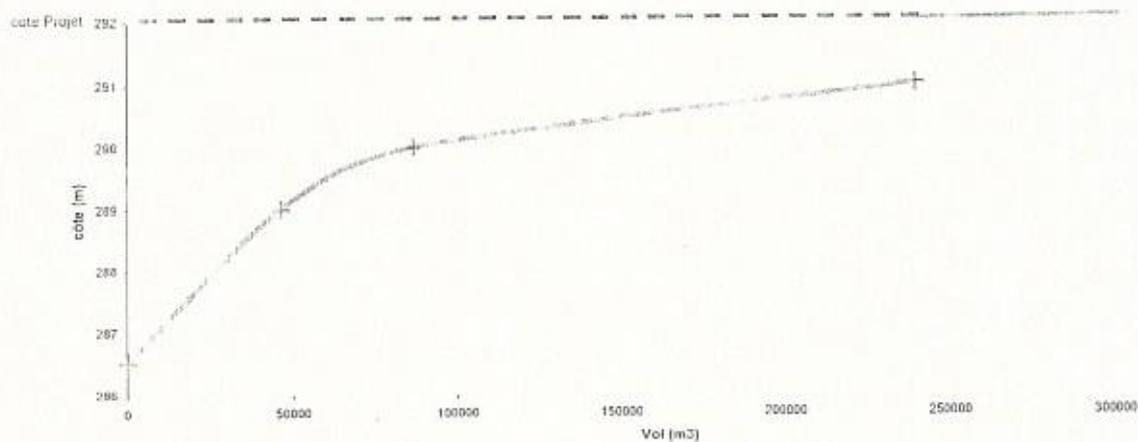


fig. 1 : Courbe hauteur/Volume

**Commentaire :**

De la côte de fond aux côtes 289 et 290 la cuvette accumule 80% de sa capacité avec référence prise à la côte projet (291). Ce qui démontre encore une fois de plus que le bas-fond accumule plus qu'il n'épand. Cette configuration est un atout pour la recharge de la nappe.

## VI - COURBE HAUTEUR -SUFACE (cf. Fig. 2)

C'est une courbe qui permet de faire une analyse croisée côte de calage de l'ouvrage principal et la superficie inondable correspondante.

C'est une base d'appréciation analytique du coût et de rentabilité de l'ouvrage.

De là on peut juger de la côte optimum de calage de l'ouvrage à laquelle on attend le maximum de superficie inondable pour un quantitatif minimal d'exécution de l'ouvrage.

+ Pour notre cas cette côte est de : 291 m pour une superficie inondable de **9,652 ha**

### Courbe Hauteur / Surface de la retenue

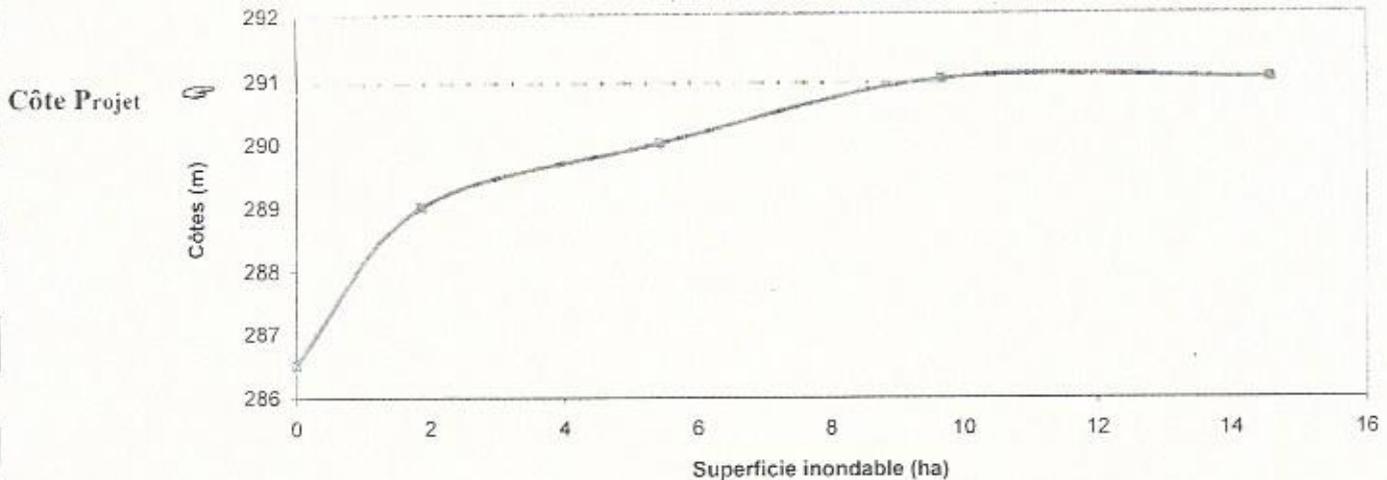


fig. 2 : Courbe hauteur/Surface

#### **Commentaire :**

De la côte de fond à la côte 289 la cuvette inonde seulement 20% des superficies inondables et à la côte 290 elle inonde 60% avec référence prise à la côte projet (291). L'épandage profitable à l'exploitation agricole commence à partir de la côte 290 jusqu'à la côte projet (les côtes supérieures).

Remarque : La mise en valeur agricole du bas-fonds sera difficile aux années de mauvaises pluviométries où il sera tout de même compliqué de concilier le calendrier d'exploitation et la gestion de la retenue.

## 7-COURBE D'EXPLOITATION DE LA RETENUE

Elle correspond à une simulation à pas de temps mensuels l'évolution du plan d'eau sur la courbe hauteur-volume. La simulation commence au mois d'août qui correspond dans la zone au mois où les micro-barrages rizicoles sont mis à eau (tous les éléments de batardeau sont montés pour obtenir le plan d'eau normale) au milieu de la saison des pluies où la cuvette peut se remplir et s'arrête au mois de décembre correspondant au retrait de l'eau sous la culture pour la maturation et récolte.

Le volume correspondant aux dépôts solides permet de fixer la cote du seuil des pertuis à 287,02 m.

Pour la simulation il a été tenu compte d'une campagne rizicole de quatre mois (août-septembre-octobre-novembre).

De la simulation on tire qu'en tenant compte de la cote de prise à 287,02 m il reste en fin novembre un volume de 100 000m<sup>3</sup> dans la retenue. Nous estimons que ce volume est raisonnable pour qu'on maintienne la cote du déversoir à 291 m.

Il aurait fallu baisser la cote du déversoir si le volume d'eau restant après simulation (intégration des lâchées pour la régulation lame d'eau et cycle végétatif du riz) était très important ou réduire les superficies inondables si au contraire la retenue se vidait

avant le mois de retrait d'eau sous la culture (ce qui équivaut à revoir la côte de calage de l'ouvrage) d'où tout l'intérêt de la courbe d'exploitation de l'ouvrage.

# **CHAPITRE – III**

---

## **Hydrologie**

## CHAPITRE III: ETUDE HYDROLOGIQUE

### **I - DETERMINATION DES APPORTS**

Il s'agit ici de répondre à la question quel est le débit minimum garanti pendant l'année afin de vérifier si la cuvette retenue pour notre barrage se remplit ou non.

#### Remarque :

N'eut été cette simplification de l'ORSTOM qui permettait de passer directement du volume annuel moyen au volume quinquennal et décennal sèche, il aurait fallu étudier statistiquement les pluies annuelles d'un poste pluviométrique proche de notre site afin de faire une comparaison, mais les données n'étant pas disponibles. Par exemple dans le cas de la formule de dubreuil le paramètre A (aptitude à l'écoulement) nécessite des données sur la nature des matériaux du lit.

Mieux, l'ORSTOM a fait une évaluation des ressources en eau non pérennes du Mali où il a déterminé par mesure hydrométrique ou par reconstitution "utilisation de modèle" les paramètres d'écoulement nécessaires pour le calcul de la lame d'eau et de la crue décennale.

### **II - DETERMINATION DE LA CRUE DE PROJET**

Outre la prise en compte des apports annuels pour le dimensionnement du barrage, l'on tient aussi compte des pluies exceptionnelles qui peuvent engendrer des crues qui ne pourraient pas être supportables par l'ouvrage. La détermination de la crue de projet consiste à déterminer le débit de crue pour lequel on souhaite protéger son ouvrage.

Dans le cas de notre barrage nous choisirons le débit de crue décennal (Q10) qui semble raisonnable d'après la plupart des documents traitant des petits barrages pour l'équipement rural en Afrique de l'ouest.

Ne disposant pas de chroniques de mesures hydrométriques importants dans la zone d'études nous utiliserons les méthodes spécialement élaborées par le CIEH et l'ORSTOM pour la détermination des crues dans les bassins versants non jaugés d'Afrique.

#### *2-1 détermination de la pluie maximale journalière :*

Cette étude se justifie par le fait que les méthodes évoquées ci-dessus nécessitent la connaissance de la pluie décennale humide de 24 heures.

Nous ne disposons pas de relevés de pluies journalières maximales dans la zone du site de construction du barrage.

Un ajustement statistique sur les précipitations journalières (loi de PEARSON III tronquée) a été effectué pour les principaux postes de mesure hydrométrique au Mali. Les isohyètes des précipitations journalières de fréquence décennale ont été établis (annexe-1).

Une graphique hauteur des précipitations journalières décennales en fonction des hauteurs annuelles en Afrique de l'Ouest a été élaborée par Rodier - Auvray (annexe-1)

- pluie journalière maximale décennale

L'analyse de ces deux figures nous permet de déterminer par interpolation linéaire la valeur de la pluie maximale journalière de fréquence décennale. Elle est de :

$$P_{10} = 101.5 \text{ mm}$$

## 2-2 Méthode de détermination de la crue de projet

### 2-2-1- Méthode ORSTOM

Le coefficient de ruissellement et le temps de base dépendent des caractéristiques physiques du bassin versant en premier lieu et en particulier de la perméabilité du sol.

Le bassin versant du bas fond de Niankan est relativement boisé avec une couverture assez abondante et une pente du terrain relativement forte.

Au regard de ces caractéristiques physiques et de la géologie on admet que le bassin versant appartient à la classe RI des catégories de perméabilité, et de pente  $I_g = 18.1$  m/km

ceci nous permet de calculer à partir des formules le coefficient de ruissellement, le temps de base et éventuellement le temps de monté.

#### □ Détermination de $A_{10}$ (coefficient d'abattement de la pluie journalière décennale)

Obtenu à partir de la formule :

$$A_{10} = 1 - [(161 - 0.042 * P_{an}) * \log(S) / 1000]$$

$$A_{10} = 0.81$$

#### □ Détermination de $kr_{10}$ (coefficient de ruissellement décennal)

La pluviométrie moyenne annuelle de la zone du Site est de : **650 mm**

(source : évaluation des ressources en eaux non pérennes du Mali ORSTOM/PNUD)

La zone du site se trouve dans la région du sahel occidental du Mali.

$$I_g = 18.1 \text{ m/km}$$

classe RI

$$S = 25.6 \text{ km}^2$$

$$\text{On a } S > 10 \text{ km}^2$$

$$I_g > 15 \text{ m/km}$$

On applique la formule suivante pour déterminer  $kr_{70}$  et  $kr_{100}$

$$kr_{70} = (a / (s + b)) + c$$

$$\text{Pour } I_g = 7 \quad a = 239$$

$$b = 17.7$$

$$c = 14.5$$

$$\frac{kr_{70} = 20.02}{\text{pour } I_g = 15}$$

$$a = 329$$

$$b = 18.5$$

$$c = 16.5$$

$$\frac{kr_{70} = 23.96}{\text{pour } I_g = 18.1}$$

$$\underline{kr_{70} = 25.49}$$

On utilise la même formule pour  $kr_{100}$

$$\text{pour } I_g = 7$$

$$a = 300$$

$$b = 20$$

$$c = 15$$

$$\frac{kr_{100} = 21.58}{\text{Pour } I_g = 15}$$

$$a = 421$$

$$b = 20.5$$

$$c = 17.5$$

$$\frac{kr_{100} = 26.63}{\text{Pour } I_g = 18.1}$$

$$\underline{kr_{100} = 28.59}$$

$$kr_{100} = 25.49 \%$$

$$kr_{70} = 28.59 \%$$

$$kr_{10} = 28.75 \%$$

□ **Détermination de la pluie décennale moyenne ruisselée (Pm10)**

$$Pm_{10} = \Lambda_{10} * P_{10}$$

$$Pm_{10} = 82,80$$

□ **Détermination de lame d'eau ruisselée décennale (Hr10)**

$$Hr_{10} = Kr_{10} * \Lambda_{10} * P_{10}$$

$$Hr_{10} = Kr_{10} * Pm_{10}$$

$$Hr_{10} = 23,80 \text{ mm}$$

□ **Détermination du volume d'eau décennal ruisselé (Vr10)**

$$Vr_{10} (m^3) = Hr_{10} * S$$

$$Vr_{10} = 609\,373 \text{ m}^3$$

□ **Calcul du temps de base Tb10**

Pour  $l_g = 15 \text{ m/km}$

$S < 10 \text{ km}^2$

$$\begin{aligned} T_{b10} &= 5 * S + 139 = 189 \text{ mn} && \Rightarrow \text{CI : I} \\ T_{b10} &= 5 * S + 120 = 170 \text{ mn} && \Rightarrow \text{CI : P} \\ \underline{T_{b10} = 179.5 \text{ mn}} &&& \Rightarrow \text{CI : RI} \end{aligned}$$

$S > 45 \text{ km}^2$

$$\underline{T_{b10} = 55 * S^{0.35} + 30 = 238.44 \text{ mn}}$$

“Première interpolation sur la surface”

$S = 25.6 \text{ km}^2$

$$\underline{T_{b10} = 216.34 \text{ mn}}$$

Pour  $l_g = 25 \text{ m/km}$

$S < 10 \text{ km}^2$

$$\begin{aligned} T_{b10} &= 4.1 * S + 116.5 = 157.5 \text{ mn} && \Rightarrow \text{CI : I} \\ T_{b10} &= 4.1 * S + 101 = 142 \text{ mn} && \Rightarrow \text{CI : P} \\ \underline{T_{b10} = 149.75 \text{ mn}} &&& \Rightarrow \text{CI : RI} \end{aligned}$$

$S > 100-140 \text{ km}^2$

$$\underline{T_{b10} = 42 * S^{0.35} + 20 = 230.50 \text{ mn}}$$

“deuxième interpolation sur la surface”

$S = 25.6 \text{ km}^2$

$$\underline{T_{b10} = 182.72 \text{ mn}}$$

Pour  $l_g = 18.1 \text{ m/km}$

$S = 25.6 \text{ km}^2$

$$\underline{T_{b10} = 205.92 \text{ mn}}$$

□ **Détermination du débit décennal**

$$Q_{m10} = V_{r10} / T_{b10}$$

$$\underline{Q_{mr10} = 49.32 \text{ m}^3/\text{s}}$$

NB :  $\alpha_{10} = 2.6$  (pour un réseau dendritique Cf. la délimitation du bassin versant)

$$Q_{r10} = \alpha_{10} * Q_{m10}$$

$$\underline{Q_{r10} \approx 128.24 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Constitution ou prise en compte de l'écoulement retardé.

Zone sèche et bassin relativement imperméable.

$$Q_{ret10} = (0.03 + 0.06) / 2 * Q_{r10}$$

$$\underline{Q_{ret10} \approx 5.77 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$Q_{10} = Q_{r10} + Q_{ret10}$$

$$Q_{10} \text{ ORSTOM} \approx 134.01 \text{ m}^3/\text{s}$$

□ **Détermination du débit de crue centennale**

Il a été estimé par la méthode de GRADEX :

$$Q_{100} = Q_{10} * (1 + (P_{100} - P_{10}) / P_{10} * (T_b / 24)^{0.12} / K_{r10})$$

Zone sahélienne  $(P_{100} - P_{10}) / P_{10} = 0.45$

$$Q_{100} \approx 300.37 \text{ m}^3/\text{s}$$

Résumé des résultats des calculs pour la méthode ORSTOM :

N°	Désignations	Valeurs	Observations
1	P10	101.5	
2	A10	0.81	
3	Hr10	23.80	
4	Vr10	609.373	
5	Kr10	28.75	
6	Tb10	205.92	
7	Pm10	82.80	
8	Qr10	128.24	
9	Qmr10	49.32	
10	Qret10	5.77	
11	Q10	134.01	Objet de notre calcul pour le dimensionnement de l'ouvrage
12	Q100	300.37	

### 2-2-2- Méthode CIEH

L'application de cette méthode pour un bassin versant donné nécessite la détermination de

- la pluviométrie moyenne interannuelle du site

$$P_{an} = 650 \text{ mm}$$

- la superficie  $S = 25.6 \text{ km}^2$

- l'indice de pente  $I_g = 18.1 \text{ m/km}$

- coefficient de ruissellement décennal

$$k_{r10} = 28.75\%$$

Le débit décennal est déterminé avec les abaques ou par application des équations correspondantes aux zones auxquelles appartient le bassin versant de Niankan.

Dans le cadre de notre projet nous avons retenu les équations suivantes pour la détermination de  $Q_{10}$  : n° 8; 11; 22; 41.

$$0.461 * 25.60.596 * 28.800.457 = 79.43$$

$$2.01 * 25.60.649 * 3.60.066 * 0.480.824 = 62.59$$

$$0.410 * 25.60.524 * 140.982 = 60.66$$

$$0.095 * 25.60.643 * 3.60.406 * 141.038 = 51.76$$

$$0.410 * 25.60.425 * 140.923 = 53.84$$

Les résultats montrent que  $Q_{10}$  se situe probablement entre 50 et 100. Une valeur moyenne de  $70 \text{ m}^3/\text{s}$  pourra être retenue.

$$Q_{10} \text{ CIEH} = 70 \text{ m}^3/\text{s}$$

### *3-/ Choix du débit de crue du projet*

Le choix de ce paramètre important revient à l'ingénieur aménagiste et sera fait en fonction de la sécurité recherchée de l'ouvrage et de son coût.

La durée de notre ouvrage étant fixée à 30 ans et les biens qui pourraient être endommagés en cas de rupture du barrage pouvant être considérables (village, valorisation...), nous retiendrons la crue décennale maximale, soit  $Q_{10}$  de la méthode ORSTOM qui va dans le sens de la sécurité.

$$Q_p = 134 \text{ m}^3/\text{s}$$

La crue centennale maximale aurait conduit à des dimensions assez considérables pour un potentiel aménageable moins répondant ( Cf. analyse "courbe hauteur – surface" et "courbe hauteur – volume").

Bien qu'elle offre plus de sécurité même au-delà de la durée de vie fixée de l'ouvrage pour l'étude elle augmente de façon considérable le coût de l'ouvrage.

D'autant plus que la crue décennale maximale offre la sécurité recherchée pour la durée de vie fixée de l'ouvrage, elle sera retenue comme la crue de projet pour un meilleur optimum "objectif – coût – sécurité".

**CHAPITRE – IV**

---

**EVACUATEUR DE CRUE**

## CHAPITRE IV :-EVACUATEUR DE CRUE

La conception du barrage a été orientée à évacuer la crue à travers l'ouvrage principale. Cela a conduit à un choix d'évacuateur de crue central. L'écrêtement de la crue se fera au moyen d'un déversoir dont il faut choisir le type pour les calculs de dimension.

### **I - Choix du type de deversoir**

Notre choix s'est porté sur le déversoir rectangulaire mixte (une partie en béton ordinaire et une partie en maçonnerie de moellons) pour les raisons suivantes :

- raisons technique
- . disponibilité des matériaux (blocs de roche ou de cuirasse)
- . possibilité de supporté des lames d'eau importante et d'assurer une meilleurs étanchéité par rapport aux autres types de déversoir
- . Raison sécuritaire : ce type de déversoir offre plus de sécurité que ceux en gabion.
- . Raison économique la proximité des zones d'emprunts des matériaux de remplissage induit une économie par rapport au déversoir en béton nécessitant que l'emploi de ciment si les granulats se trouve sur place.

### **II - Laminage de la crue**

Q<sub>cmax</sub> : crue de projet sans tenir compte de l'effet de laminage

$$Q_{cmax} = m * L_1 * h * (2gh)^{1/2} = 134$$

$$L_1 = Q_{cmax} / m * h * (2gh)^{1/2} = 175 / (0.366 * 1 * (2 * 10 * 1)^{1/2})$$

$$\underline{L_1 = 146.45 \text{ m}}$$

calculons x0                      posons A = m \* h \* l<sub>i</sub> \* (2gh)<sup>1/2</sup>

$$x_0 = m^2 * g * L_1 * Q_{max} * t_m^3 / S^3$$

$$m = 0.366$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\underline{x_0 = 24,982}$$

L<sub>1</sub> = longueur du déversoir en m

h = hauteur d'eau déversante = 0.5 m

S = surface du plan d'eau = 96 520 m<sup>2</sup>

t<sub>m</sub> = temps de montée

pour S > 6km                      t<sub>m</sub> = 32 \* S<sup>0.35</sup> + 23

$$\underline{t_m = 1 800 \text{ s}}$$

$$\underline{x_{01} = 17,210}$$

$$\log(x_{01}) = 1.24 \Rightarrow \beta_1 = 83\% \text{ (1}^{\text{ère}} \text{ lecture sur abaque)}$$

$$Q_{em1} = \beta_1 * Q_{emax}$$

$$\underline{Q_{em1} = 111,22 \text{ m}^3}$$

on trouve :

$$\text{en posant } \Lambda = mh(2gh)^{1/2}$$

$$L_2 = Q_{em1} / \Lambda$$

$$\underline{L_2 = 121,55 \text{ m}}$$

$$\underline{x_{02} = 16,39}$$

$$\log(x_{02}) = 1.21 \Rightarrow \beta_2 = 81\% \text{ (2}^{\text{ème}} \text{ lecture sur abaque)}$$

$$\underline{Q_{em2} = 108,54 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$L_3 = Q_{em2} / \Lambda$$

$$\underline{L_3 = 118,62 \text{ m}}$$

$$x_{03} = L_3^2 * b = 0.904$$

$$\log(x_{03}) = -0.043 \Rightarrow \beta_3 = 57\%$$

$$\underline{\beta_3 = 80,5\% \text{ (3}^{\text{ème}} \text{ lecture sur abaque)}}$$

$$Q_{em3} :$$

$$\underline{Q_{em3} = 107,87 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$L_4 = Q_{em3} / \Lambda$$

$$\underline{L_4 = 117,89 = L_5}$$

$$Q_{em4} :$$

$$\underline{Q_{em4} = 99,84 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$L = 118 \text{ m}$$

#### ***Validité de la détermination de l'effet de laminage***

Calcul de Q d'après la formule

$$\text{On trouve } Q = 26,65 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q/Q_{cm} = 26,65/134 = 19,88\%$$

$$Q_{em}/Q_{cm} = 94,25/134 = 72,5\%$$

$$Q/Q_{cm} < Q_{em}/Q_{cm} \quad \text{condition de validité vérifiée}$$

**CHAPITRE – IV**

---

**BASSIN DE DISSIPATION**

## IV - Dimensionnement du bassin de dissipation

### 4-1 Détermination des dimensions du bassin de dissipation du réservoir

Le bassin de dissipation est du type "Bassin à ressaut"

Il plusieurs types de bassin à ressaut selon la valeur du nombre de Froude.

Trouvons le nombre de Froude

Le nombre de Froude est obtenu à partir de certaines dimensions du bassin à ressaut.

De manière pratique pour les valeurs de  $h/H_0$  allant de 0.05 à 0.7 et pour des valeurs de  $Y_n/H_0$  allant de 0.1 à 0.8, on peut déterminer  $D$  à partir de l'abaque (enfoncement de la fosse de dissipation en fonction de la profondeur du lit avec la pelle et de la hauteur de la lame d'eau au dessus du seuil) annexé au document.

$$Y_n/H_0 = 0.254$$

$$h/H_0 = 0.1116$$

$0.1 < 0.1116 < 0.15$ , correspondant à une courbe se trouvant entre 0.1 et 0.15 sur l'abaque.

$$Y_n = 1.138 = Y_2$$

$$D/H_0 = 0.246,$$

$$D = 1.102$$

$$F = V/(g \cdot Y_n)^{0.5}$$

$$V = 2 \cdot g \cdot [0.9 \cdot (H+h) - Y_n]$$

$$V = 8.178 \text{ m/s}$$

$$F = 2.424$$

Une fois le nombre de Froude déterminée trois abaques complémentaires permettent de trouver les dimensions par simples lectures :

NB : Les différents abaques sont annexés au document.

$L$  : Longueur du ressaut

$Y_1$  : Tirant d'eau avant le ressaut,

$Y_2$  : Tirant d'eau après le ressaut

$$Y_2/Y_1 = 2.5$$

$$Y_1 = 0.87$$

$$L/Y_2 = 4.75$$

$$L = 5.41$$

$H_{s2}/H_{s1} = 16\%$ , perte d'énergie en bout de ressaut.

16% de l'énergie abrasive des courants sont dissipés ; ce pourcentage garantit un régime fluvial voire laminaire à la sortie du bassin.

Malgré cette disposition sécuritaire de protection de l'ouvrage, la conception prévoit :

Un empiérement libre tout tour du bassin consolidé par une ceinture de gabion sur le pourtour du bassin et le prolongement de la fosse.

# DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF DU MICRO BARRAGE DE NIANKAN

## Cadre de devis quantitatif et estimatif du déversoir de l'ouvrage de NIANKAN :

N°	Désignation	Unités	Quantités	P. U	Montants
<b>I- TERRASSEMENT :</b>					
1-1	Nettoyage et préparation du terrain	m <sup>2</sup>	466,7	300	140 010
1-2	Fouille pour fondation, écran et contrefort	m <sup>3</sup>	93,0	1 250	116 250
	<b>Sous total 1</b>				<b>256 260</b>
<b>II- FONDATION :</b>					
2-1	Béton de propreté dosé à 150 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	2,5	40 000	100 000
2-2	Blocage des fouilles en béton cyclopéen dosé à 300 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	44,94	28 000	1 258 320
2-3	Blocage des fouilles en béton cyclopéen dosé à 250 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	64,28	30 000	1 928 400
2-4	<b>Sous total 2</b>				<b>3 286 720</b>
<b>III- ELEVATION :</b>					
3-1	Ecran d'étanchéité et arase de la crête de l'ouvrage en béton dosé à 350 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	32,583	46 000	1 498 818
3-2	Maçonnerie de moellons dosé à 300 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	26,1	46 000	1 200 600
3-3	Maçonnerie de moellons dosé à 250 Kg /m <sup>3</sup> pour contrefort	m <sup>3</sup>	70,2	37 500	2 632 500
3-4	revêtement en béton ordinaire dosé à 350 Kg /m <sup>3</sup> pour compensation de côte	m <sup>3</sup>	272,6	35 000	9 541 000
	<b>Sous total 3</b>				<b>14 872 918</b>
<b>IV- FINITION :</b>					
4-1	Béton de forme dosé à 300 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	5,8	43 000	249 400
4-2	Enduit amont et aval dosé à 350 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	445,3	6 500	2 894 450
	<b>Sous total 4</b>				<b>3 143 850</b>
	<b>Total</b>				<b>21 559 748</b>

Arrêté le devis de construction du déversoir à la somme de : VINGT UN MILLION CINQ CENT CINQUANTE NEUF MILLE SEPT CENT QUARANTE HUIT francs CFA

### DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES :

L'ordre d'exécution des éléments de métré est le suivant :

#### terrassment :

Aucune souche d'arbre ne doit rester après nettoyage à 10 m aval et à 10 m amont.

#### fouille :

une fouille sera réalisée aux dimensions indiquées dans le devis et plan :

largeur de fouille : 0,60 m

profondeur de fouille : variable (la proposition de l'entreprise doit intégrer tous les cas de figure c'est à dire "toutes les variantes" : rencontre de terrain instable, ... etc.)

#### fondation :

À réaliser entièrement en béton cyclopéen. Les planches de coffrage doivent être adaptées

Le béton doit être nécessairement vibré. L'utilisation de moellons hétérogènes, angulés de forme irrégulière est conseillée. Le sable, graviers et gravillons doivent être propres "utilisation des carrières de Faranbouné est conseillée". La progression linéaire de réalisation vers la surface doit être au plus de 35 cm par jour. L'arrosage du béton doit être organisé à pouvoir utiliser 0,1 m<sup>3</sup> d'eau par m<sup>3</sup> de béton coulé. De préférence l'arrosage doit s'opérer en fin de journée.

#### élévation :

une habileté particulière doit être observée à ce niveau. Le contrefort doit être exécuté concomitamment avec le mur écran.

#### finition :

rattrapage des côtes et réalisation d'enduit sur le mur écran et le contrefort.

**Cadre de devis quantitatif et estimatif du bassin de dissipation de l'ouvrage de NIANKAN :**

N°	Désignation	Unités	Quantités	P. U	Montants
<b>I- TERRASSEMENT :</b>					
1-1	Nettoyage et préparation du terrain	m <sup>2</sup>	733,33	300	219 999
1-2	Fouille pour fondation, bassin de dissipation et pose gabion	m <sup>3</sup>	146,09	1 250	182 613
1-3	Mise en place de tapis filtrant de sable	m <sup>3</sup>	23,34	10 000	233 400
1-4	Mise en place de tapis filtrant de gravier	m <sup>3</sup>	11,68	17 500	204 400
	<b>Sous total 1</b>				<b>840 412</b>
<b>II- DALLE DU BASSIN</b>					
2-1	Béton de propreté dosé à 150 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	0,16	40 000	6 400
2-2	Maçonnerie de moellons dosé à 300 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	4,39	37 500	164 625
2-3	Maçonnerie de moellons dosé à 250 Kg /m <sup>3</sup> pour bassin de dissipation	m <sup>3</sup>	17,04	35 000	596 400
2-4	Ecran d'étanchéité en revêtement du bassin en béton dosé à 350 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	1,63	46 000	74 980
2-5	Blocs chicanes en BA dosé à 350 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	2,76	165 000	455 400
2-6	Barbacane en PVC50	ml	25	2 000	50 000
2-7	Muret terminal dosé à 350 Kg /m <sup>3</sup> pour dissiper l'énergie abrasive de l'eau	m <sup>3</sup>	0,18	46 000	8 280
2-8	Pose de gabion : 50X70X100	U	112	10 000	1 120 000
2-9	Empierrement libre	m <sup>3</sup>	100	10 000	1 000 000
	<b>Sous total 2</b>				<b>3 476 085</b>
<b>III- FINITION :</b>					
3-1	Béton de forme dosé à 300 Kg /m <sup>3</sup> sur le bassin de dissipation	m <sup>3</sup>	1,82	43 000	78260
3-2	Enduit dosé à 350 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	139,16	6 500	904540
	<b>Sous total 3</b>				<b>982 800</b>
	<b>Total</b>				<b>5 299 297</b>

**Arrêté le devis de construction du bassin de dissipation à la somme de : CINQ MILLIONS DEUX CENT QUATRE VINGT DIX NEUF MILLE DEUX CENT QUATRE VINGT DIX SEPT francs CFA**

**DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES :**

L'ordre d'exécution des éléments de métré est le suivant :

terrassement :

Aucune souche d'arbre ne doit rester après nettoyage à 10 m aval et à 10 m amont.

fouille :

une fouille sera réalisée aux dimensions indiquées dans le devis et plan :

largeur de fouille : 87 m / longueur de fouille : 2 m / Profondeur de fouille : 0,50 m

fondation :

À réaliser entièrement en béton cyclopéen. Les planches de coffrage doivent être adaptées

Le béton doit être nécessairement vibré. L'utilisation de moellons hétérogènes, angulés de forme irrégulière est conseillée. Le sable, graviers et gravillons doivent être propres "utilisation des carrières de Faranbouné est conseillée". La progression linéaire de réalisation vers la surface doit être au plus de 35 cm par jour. L'arrosage du béton doit être organisé à pouvoir utiliser 0,1 m<sup>3</sup> d'eau par m<sup>3</sup> de béton coulé. De préférence l'arrosage doit s'opérer en fin de journée.

élévation :

une habileté particulière doit être observée à ce niveau. Le contrefort doit être exécuté concomitamment avec le mur écran.

finition :

rattrapage des côtes et réalisation d'enduit sur le mur écran et le contrefort. le polissage lors du profilage doit être observée.

**Cadre de devis quantitatif et estimatif des bajoyers de l'ouvrage de  
NIANKAN :**

N°	Désignation	Unités	Quantités	P. U	Montants
<b>I- TERRASSEMENT :</b>					
1-1	Nettoyage et préparation du terrain	m <sup>2</sup>	266,67	300	80 001
1-2	Fouille pour fondation	m <sup>3</sup>	53,13	1 250	66 413
<b>Sous total 1</b>					<b>146 414</b>
<b>II- FONDATION :</b>					
2-1	Blocage des fouilles en béton cyclopéen dosé à 300 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	5,28	28 000	147 840
2-2	Blocage des fouilles en béton cyclopéen dosé à 250 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	7,56	30 000	226 800
<b>Sous total 2</b>					<b>374 640</b>
<b>III- ELEVATION :</b>					
3-1	Béton de propreté dosé à 150 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	0,47	40 000	18 800
3-2	Ecran d'étanchéité et arase du crête de l'ouvrage en béton dosé à 350 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	4,89	46 000	224 940
3-3	Maçonnerie de moellons dosé à 300 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	13,16	37 500	493 500
3-4	Maçonnerie de moellons dosé à 250 Kg /m <sup>3</sup> pour bassin de dissipation et talus	m <sup>3</sup>	51,11	35 000	1 788 850
3-5	Parement aval en béton ordinaire dosé à 350 Kg /m <sup>3</sup> pour dissiper l'énergie de l'eau sur 3 ml	m <sup>3</sup>	0,53	46 000	24 380
<b>Sous total 3</b>					<b>2 550 470</b>
<b>IV- FINITION :</b>					
4-1	Béton de forme dosé à 300 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	3,65	43 000	156 950
4-2	Enduit amont et aval dosé à 350 Kg /m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	278,32	6 500	1 809 080
<b>Sous total 4</b>					<b>1 966 030</b>
<b>Total</b>					<b>5 037 554</b>

**Arrêté le devis de construction du bassin de dissipation à la somme de : CINQ MILLION TRENTE SEPT MILLE SEPT CENT TRENTE SEPT CINQ CENT CINQUANTE QUATRE francs CFA**

**DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES :**

idem déversoir

## Cadre de devis quantitatif et estimatif de l'appareillage hydromécanique de l'ouvrage de NIANKAN :

N°	Désignation	Unités	Quantités	P. U	Montants
<b>I- BATARDEAUX</b>					
1-1	F et P de batardeaux y compris application de la peinture anti-rouille	U	32	20 000	640 000
1-2	F et P de joints plastiques	ml	96	1 000	96 000
	<b>Sous total 1</b>				<b>736 000</b>
<b>II- CANNELURE DE COULISSAGE</b>					
2-1	F et P de fer en U 110 y compris application de la peinture anti-rouille	ml	11	40 000	440 000
	<b>Sous total 2</b>				<b>440 000</b>
					<b>1 176 000</b>

Arrêté le devis de construction des batardeaux à la somme de : UN MILLION CENT SOIXANTE SEIZE MILLE francs CFA

## Cadre de devis quantitatif et estimatif des instruments de suivi hydraulique et hydrométrique de l'ouvrage de NIANKAN :

N°	Désignation	Unités	Quantités	P. U	Montants
<b>DISPOSITIF DE SUIVI HYDRAULIQUE ET HYDROMETRIQUE</b>					
1-1	Échelle de crue	Élément de 4 m	1	200 000	200 000
	Limnimètre de bas-fonds	U	6	60 000	360 000
1-2	Piézomètre	U	1	3 500 000	3 500 000
	<b>Total</b>				<b>4 060 000</b>

Arrêté le devis de construction des batardeaux à la somme de : QUATRE MILLION SOIXANTE MILLE francs CFA

### DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES :

L'ordre d'exécution des éléments de météré est le suivant :

commande de fourniture :

une commande de service pour la confection d'équipements hydromécaniques (batardeaux et cannelure de coulissage), d'instruments de mesure hydrométriques (échelles de crue, limnimètres) doit être passée après la réalisation des gros ouvrages en béton.

cahier de charge du fournisseur :

*échelles de crue (2,00 m) :* au nombre de 2, elles doivent être confectionnées avec les IPN 140 et une plaque d'écriture (feuille de tôle) de 10 cm de large et de 2m de long encastrable dans l'IPN. L'échelle est munie à sa base d'une potence de scellement. Les écritures doivent être faites en style des mires topographiques avec une échelle permettant une lecture à 60 m. préalablement nettoyé contre la rouille, il faut sur l'IPN une bicouche de peinture anti-rouille, une couche de peinture blanche, une alternance en quinconce de rouge comme sur les mires topographiques et les chiffres en noir.

*limnimètres de bas-fonds (1,00 m) :* au nombre de 4, ils doivent être confectionnés avec les "U" 80. L'écriture est directement portée sur le fer en U.

*limnimètres du déversoir :* au nombre de 2, ils doivent être confectionnés avec une feuille de tôle dimension (10 cm X 1m).

*batardeaux (32) :* 32 commandés, mais 20 de service et 12 de rechange. Réalisés en fer forgé avec les dimensions indiquées dans le devis et plan.

pose :  
une habileté particulière doit être observée à ce niveau. Une échelle de crue est à planter au niveau des ouvertures entre les deux ouvertures; l'autre sur une contre-pente à pouvoir recouvrir le point le plus bas et le PEN pendant la PHE.

la pose des équipements dans le corps de l'ouvrage se fait au moment de la finition pendant le rattrapage des côtes, l'équerrage et la réalisation de l'enduit. La pose des limnimètres de bas fonds se fera sous le conseil du responsable de la valorisation afin de mieux maîtriser l'inondation vers les superficies valorisables.

## Récapitulatif du coût par corps 'ouvrage

N°	Désignation	Caractéristiques	Montants
1	Déversoir	Long de 87 m	21 559 748
2	Bassin de dissipation	Long de 2 m Large de 87	5 299 297
3	Bajoyers	17,25 + 137 = 154,25	5 037 554
4	Batardeaux	Nombre = 32	1 176 000
5	Equipements de suivi du fonctionnement	Suivi de la crue, suivi de la recharge de la nappe, suivi de l'inondation pour une meilleure valorisation agricole	4 060 000
<b>Total</b>			<b>37 132 599</b>

Arrêté le devis de construction du barrage de NIANKAN à la somme de : TRENTE SEPT MILLIONS CENT TRENTE DEUX MILLE CINQ CENT QUATRE VINGT DIX NEUF francs CFA (Pour une réalisation des travaux en l'entreprise)

## Décomposition de la participation villageoise

N°	Désignation	Unités	Quantités	P. U	Montants
1	Gravier	m <sup>3</sup>	700	2500	1 750 000
	Sable	m <sup>3</sup>	140	2500	350 000
2	Pierre sèche	m <sup>3</sup>	280	3000	840 000
3	Moellons	m <sup>3</sup>	320	4000	1 280 000
4	Eau (1,5 m <sup>3</sup> /j)	m <sup>3</sup>	180	1000	180 000
5	Main d'œuvre non qualifiée à raison de 20 prs/jrs pendant 120 jours	h/j	2400	1000	2 400 000
6	Logement pour l'entreprise et le contrôle	U	3	10 000	30 000
7	Nourriture de l'équipe technique (entreprise et contrôle)	j	130	1000	130 000
<b>Total de la participation villageoise</b>					<b>6 960 000</b>
<b>Montant des travaux en entreprise</b>					<b>37 132 599</b>
<b>Montant des travaux en régie villageoise</b>					<b>30 172 599</b>

Arrêté le montant de la contribution villageoise pour la construction du barrage de Niankan à la somme de : SIX MILLIONS CENT NEUF CENT SOIXANTE MILLE francs CFA

Et la construction en régie villageoise de : TRENTE MILLIONS CENT SOIXANTE DOUZE MILLE CINQ CENT QUATRE VINGT DIX NEUF francs CFA