



Étude de construction du micro barrage de **SAMANTARA**

DOSSIER D'AVANT PROJET DÉTAILLÉ

FINANCEMENT :

- Bénévoles franco malien pour l'aide au développement de samantara
- Village de samantara

Document Révisé : 15 / 01 / 2007

Janvier 2007

RESUME DU PROJET

1-Localisation et accès

Le site du projet se localise dans le village de Samantra. Partie intégrante de l'entité socio historique du Kaarta, il relève de la commune rurale de Sandaré suite au découpage territorial issu de la décentralisation. Il est accessible à partir de Sandaré par une piste saisonnière à praticabilité intermittente longue de 12 kilomètres environ.

Il est repérable par les coordonnées géographiques suivantes :

14°46' Latitude Nord

10°14' Longitude Ouest.

2-Intitulé : Projet d'aménagement de construction d'un micro barrage dans le village de Samantara

3-Objectifs

- Intensification de la riziculture et de l'horticulture,
- Pérennisation du stock d'eau et de la production agricole pendant une bonne partie de l'année,
- Abreuvement des animaux
- Recharge de la nappe phréatique.

4-Elément constitutif du projet

- 1 barrage déversoir

5-Coût du projet : = 40 002 718 Fcfa

6-Superficie mise en valeur : 16 ha

Sommaire

RESUME DU PROJET	2
INTRODUCTION ET CONTEXTE DE L'ETUDE	5
I/ GENERALITES	6
1.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE	6
1.2 HISTORIQUE DU PEUPLEMENT ET GROUPES ETHNIQUES	6
1.3 ACTIVITES SOCIO ECONOMIQUES	7
A) AGRICULTURE.	7
B) ELEVAGE	7
C) PECHE	7
D) MIGRATION.	7
E) COMMERCE ET ARTISANAT	8
1.4 ORGANISATIONS VILLAGEOISES ET STRUCTURES D'ENCADREMENT	8
A) ORGANISATIONS VILLAGEOISES	8
B) STRUCTURES D'ENCADREMENT	8
II JUSTIFICATION DE L'AMENAGEMENT	8
III/ PROJET D'AMENAGEMENT	9
A) OBJECTIFS	9
B) PRINCIPE ET SCHEMA D'AMENAGEMENT	9
C) CHOIX DU SITE	9
D) ETUDES FONCIERES	10
IV/ PLACE DE LA PLAINE DANS L'ENSEMBLE DU SYSTEME DE PRODUCTION	10
V/ ETUDE TOPOGRAPHIQUE.	11
VI ETUDE HYDROLOGIQUE	11
A) CARACTERISTIQUE DU BASSIN VERSANT	11
B) ESTIMATION DE LA CRUE DU PROJET	12
VII/ ETUDES PEDOLOGIQUES ET GEOTECHNIQUE	13
VIII / DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE	14
IX / DESCRIPTION	16

<u>X / DÉVIS ESTIMATIF</u>	17
10.1) EVALUATION DU COUT DU PROJET	18
10.2) EVALUATION DE LA PARTICIPATION PHYSIQUE DE LA POPULATION A LA CONSTRUCTION DU BARRAGE	19
10.3 PLANNING D'EXECUTION DES TRAVAUX	19
<u>XI/ VALORISATION DE L'AMENAGEMENT</u>	20
<u>XI/ ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT</u>	21
<u>XII / ETUDE ECONOMIQUE ET FINANCIERE</u>	23
<u>ANNEXES 1</u>	26
<u>ANNEXES 2</u>	28

INTRODUCTION ET CONTEXTE DE L'ETUDE

Cette étude commanditée par le village de Samantra s'inscrit dans le cadre de la sécurité alimentaire et la promotion des cultures irriguées pour la population. Elle vise l'aménagement et la mise en valeur agricole de leur plaine.

Ce sous terroir situé à l'ouest du village est un espoir pour le village sur le plan agricole, pastoral et halieutique.

L'expérience heureuse des micro barrages vécue par certains de leurs voisins dans le « Soroma » a motivé les villageois à entreprendre des actions en vue de mettre en valeur leur plaine.

C'est ainsi que sans étude préalable un ouvrage en enrochement avait été réalisé par la population en 2002, mais sans succès.

Convaincu qu'une réalisation d'une telle envergure n'est possible sans étude préalable, une délégation du village s'est rendue au siège du B.I.C.E.D à Nioro dans le but de mener une étude de faisabilité complète et fiable.

Les objectifs assignés à l'aménagement sont :

- Amélioration et intensification de la riziculture
- Facilitation de l'accès à l'eau par la recharge de la nappe phréatique pour les besoins divers (domestiques, pastoraux et horticoles).

Pour mener à bien cette mission, le B.I.C.E.D a constitué une équipe pluridisciplinaire composée de :

- topographe
- aménagiste
- agro économiste

Les aspects abordés dans l'étude sont relatifs à :

- la situation agro socio économique du village
- Les contraintes liées à l'exploitation de la plaine
- la proposition d'un schéma d'aménagement de la plaine
- la mise en valeur de l'aménagement
- l'impact de l'aménagement sur l'environnement agro écologique et socio économique
- la rentabilité des investissements.

Aujourd'hui à cause du manque d'aménagement, tous les écoulements sont perdus par ruissellement.

La zone actuelle s'apparente à une terre de culture sèche avec des rendements souvent dérisoires.

I/ GENERALITES

1.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le village de Samantra se trouve à 12 km du chef lieu de commune (Sandaré) et à 93 km de Nioro, le chef lieu de cercle.

Il est limité par les villages de:

- Nañadji et Wassagamatéré au Nord,
- Séoundé au Sud,
- Dialara à l'Est,
- Sandaré et Sérédji à l'Ouest.

Le climat, de type sahélien, est caractérisé par une saison sèche (de novembre à mai) et une saison pluvieuse (de juin à octobre). La pluviométrie moyenne annuelle oscille autour de 600mm.

La végétation dominante est la steppe herbacée constituée d'espèces variées : *Combretum sp*, *Guiera sénégalsis*...

Les sols sont à dominance argilo-limoneuse à argileuse.

La plaine est arrosée par un important cours d'eau qui reçoit les écoulements d'une multitude de petits cours d'eau en amont.

1.2 HISTORIQUE DU PEUPLEMENT ET GROUPES ETHNIQUES

Originaires de Ségou, les habitants de Samantra sont arrivés dans le Kaarta à la suite de la guerre sainte conduite par El Hadji Oumar Tall vers le milieu du 19^{ème} siècle. A la mort du chef musulman, certains de ses disciples, de la famille Sissoko quittèrent Nioro pour aller fonder le village de Samantra vers 1890. Quelques années après ils fondèrent le village de Wassamanguatéré puis celui de Sandaré. Depuis sa création, 16 chefs de village se succédés. L'actuel chef de village, Sékou Traoré est le dernier intronisé en 2003.

A la mort du chef de village, le plus âgé devient le chef de village sans aucune forme particulière de succession.

La population totale est estimée à 1 926 habitants repartis entre 116 concessions ou familles.

Elle est constituée majoritairement de bambaras et de soninkés. A côté ceux ci on note la présence de quelques maures et peulhs pasteurs.

La société est très fortement hiérarchisée avec une distinction en 3 classes sociales fixant les attributions de chaque groupe selon les événements.

Les principaux mœurs au niveau du village reposent surtout sur la protection des ânesses et l'interdiction de chaussures sur le mirador.

1.3 ACTIVITES SOCIO ECONOMIQUES

a) Agriculture.

Elle est la principale activité des villageois. On distingue 3 types de sols :

- sols argileux des zones d'inondation enrichies par les apports alluvionnaires. Ils conviennent à la culture du riz (par endroit), du maïs et du coton.
- Sols limono-argileux sur les versants est utilisé pour la culture du sorgho.
- Sols limono-sableux cultivé en arachide par les femmes.

Le mil et le sorgho constituent les principales productions agricoles et occupent plus de 60% des emblavures. Ils constituent l'alimentation de base de la population.

Le niveau d'équipement est moyen avec un minimum d'une charrue /U.P.A. Depuis quelques années, l'horticulture est en nette progression. Nombreux sont ceux qui sont motivés pour cette activité. Le facteur limitant reste l'eau car la plupart des puits maraîchers profonds d'environ 10 m manquent d'eau en Mars-Avril

b) Elevage

L'effectif du cheptel est très important. Les statistiques donnent :

➤ Bovins :	700
➤ Ovins/caprins :	1500
➤ Asins/équins :	200

Vu l'importance du cheptel, on constate un déficit alimentaire et hydrique aiguë en contre saison entraînant la transhumance vers des zones favorables.

c) Pêche

Elle est pratiquée de façon traditionnelle dans les mares et les rivières.

d) Migration.

A l'instar des autres villages de la région, l'émigration est très développée.

Le village compte aujourd'hui plus de 50 ressortissants en France.

Les migrants constituent les vrais acteurs. En plus des aides apportées aux familles respectives, ils participent à toutes les actions de développement en faveur du village. A leur actif on note la réalisation de puits à grand diamètre, de forages, la mise en place de magasins de consommation et la fourniture de nombreux matériels et équipements collectifs.

e) Commerce et artisanat

- **Commerce** : Samantra est un gros bourg de consommation et compte quelques magasins de ventes de produits de premières nécessités.
- **Artisanat** : il est peu développé et se limite à la forge, la poterie, le tissage et la savonnerie.

1.4 ORGANISATIONS VILLAGEOISES ET STRUCTURES D'ENCADREMENT

a) Organisations villageoises

Le village de Samantra est très réputé pour ses dynamiques associatives et coopératives. En plus de ses propres dynamiques villageoises, il existe des structures tant à l'intérieur qu'à l'extérieur oeuvrant pour le développement harmonieux du village. Parmi ces dynamiques on peut citer les associations Sofola, Kama et le groupement des femmes de Samantra.

Basées sur la solidarité et l'entraide entre les membres, elles font en général des prestations de services (confection brique, transport, cultures) dont les recettes sont versées dans la caisse.

Souvent il est question d'exploitation de parcelle collective dont les recettes servent à alimenter leur caisse.

b) Structures d'encadrement

Les services techniques de l'Etat, ONG (KARED Nioro, BICED) et le **PRO.D.E.S.O.** (projet de Développement de l'Elevage au Sahel Occidental) sont les principaux partenaires.

Le PRODESOS apporte un appui pour l'amélioration des pâturages, l'abreuvement des animaux et la couverture sanitaire dans la zone.

II JUSTIFICATION DE L'AMENAGEMENT

Parler de la justification de l'aménagement, c'est faire un diagnostic approfondi de la situation et une analyse des facteurs qui motivent ce projet.

Les enquêtes auprès des bénéficiaires, les observations sur le terrain et les études topographiques et hydrologiques réalisées ont permis de faire le constat suivant :

- perte des écoulements par ruissellement et par infiltration faute de maîtrise
- diminution des emblavures réservées aux cultures dérobées.

- limitation du potentiel de production de la plaine
- réduction du stock d'eau : les animaux peuvent s'abreuver seulement 1 mois après l'arrêt des pluies
- baisse notable du niveau de la nappe phréatique entraînant un problème crucial d'eau en contre saison chaude.
- manque d'eau pour les activités de contre saison (horticulture)

Ces conséquences combinées au déficit pluviométrique ont favorisé l'insécurité alimentaire au village.

III/ PROJET D'AMENAGEMENT

a) OBJECTIFS

Les objectifs assignés à cet aménagement sont :

- développement et amélioration de la riziculture,
- facilitation de l'abreuvement des animaux,
- horticulture et recharge de la nappe phréatique.

b) PRINCIPE ET SCHEMA D'AMENAGEMENT

Le principe de l'aménagement est la réalisation d'un ouvrage de retenue d'eau en vue de la riziculture en submersion contrôlée dans la plaine.

Cet ouvrage sera muni d'un système de régulation permettant de contrôler la lame d'eau dans les parcelles.

c) CHOIX DU SITE

Deux (2) sites potentiels ont été retenus suite aux études techniques. Les avantages et les inconvénients de chaque site ont été exposés par l'équipe technique du B.I.C.E.D. lors d'une réunion en assemblée.

Ce qui a permis de se prononcer sur le site 2 (cf tableau avantages et inconvénients des 2 sites).

	Description des sites	Avantages	Inconvénient
Site 1	Situé un peu loin du village	. maîtrise de l'irrigation . pertes faibles en eau importante . surface cultivable importante	. volume des travaux très important . éloignement par rapport au village . coût de l'ouvrage très élevé . conflits d'intérêt entre bénéficiaires (agriculteurs et éleveurs)
Site 2	Situé en aval du Premier site, à	. volume de travail moins élevé par rapport	. inondation de certaines parcelles

	proximité du village	au premier . inondation directe des surfaces rizicultivables . sol bien humidifié . possibilités de cultures dérobées . facilité de gestion de l'ouvrage régulateur	. conflits entre riziculteurs . pertes d'eau par vidange
--	----------------------	---	---

d) ETUDES FONCIERES

Le site proposé pour l'aménagement relève des domaines d'exploitations agricoles du village de Samantra. Ici le foncier relève de l'autorité du chef de village.

Il faut signaler que la plaine est globalement exploitée pour le maraîchage par les femmes en majorité en raison de la prédominance du droit d'usage.

Après aménagement, il est convenu que l'exploitation de la plaine soit faite de façon collective. La surface aménagée sera divisée en deux dont une partie pour les hommes et l'autre partie pour les femmes.

Les conflits fonciers, s'ils existent opposent le plus souvent exploitants agricoles et éleveurs ou entre exploitant agricole et le village pour les zones de pâturages ou les zones réglementées. Les cas de conflits individu à individu sont très rares sinon inexistants.

Selon le chef de village, il ne se pose pas de problème foncier à partir du moment où les prêts de parcelles sont accordés aux gens dépourvus de terre ou même venant d'ailleurs à condition qu'ils soient de bonne moralité.

IV/ PLACE DE LA PLAINE DANS L'ENSEMBLE DU SYSTEME DE PRODUCTION

Le village possède une grande plaine qui offre des possibilités pour différentes activités (agriculture, élevage)

Elle est aujourd'hui sous valorisée à cause du manque de maîtrise des écoulements.

La plaine, de par sa superficie (environ 16 ha) et la richesse de son sol, constitue un potentiel important pour le développement du village.

Ce potentiel sera mis à profit pour faire de cette plaine un grenier céréalier pour le village avec la possibilité d'au moins 2 cultures par an.

Plusieurs activités y sont menées sans concurrence il s'agit de l'agriculture, l'élevage et occasionnellement le pêche.

Il existe une gestion traditionnelle de la plaine établie par les villageois en relation avec les systèmes de production pratiqués.

La plaine a jadis assuré plusieurs fonctions :

- pratiques de cultures dérobées, du maïs et de la patate douce;
- utilisation des résidus de récolte pour l'alimentation des animaux ;
- lieu d'abreuvement des animaux ;
- pêche.

VI/ ETUDE TOPOGRAPHIQUE.

L'étude topographique a porté sur l'établissement des plans suivants :

- Plan de nivellement au 1/1000 avec un quadrillage de 20 m x 20 m c'est à dire un point tous les 20 mètres.
- la réalisation du profil en long de l'axe du barrage sur une longueur de 282m.

L'examen de ces différents documents ont permis de concevoir l'aménagement et de dégager les quantités de matériaux nécessaires à la construction de l'ouvrage.

VI ETUDE HYDROLOGIQUE

a) CARACTERISTIQUE DU BASSIN VERSANT

Le bassin versant se dessine dans un vaste plateau imprimé de collines et de petites vallées inondables pendant la saison des pluies.

Son relief est quasiment compris entre les courbes d'altitude 280 et 300 m. La superficie déterminée sur carte IGN avoisine 88 km². La pente moyenne est par corrélation estimée à 6‰

Cette corrélation s'exprime par la formule : $Im \approx \frac{0,026}{\sqrt{S}}$

Ce qui nous permet de ranger le relief dans la catégorie R3.

La végétation est du type savane arbustive avec une prédominance d'espèces épineuses.

Les sols à majorité limono-argileux sont quasiment dépourvus de couverture arbustive plus particulièrement au niveau des versants.

La perméabilité du bassin est du type P3 (bassins homogènes assez perméables).

La pluie décennale (P10) du lieu déterminée sur carte d'isohyète donne pour le bassin une hauteur pluviométrique de 100 mm.

b) ESTIMATION DE LA CRUE DU PROJET

Estimation de la crue du projet (Qp)

La plaine de Samantra reçoit les écoulements d'un bassin versant de 88 km², localisable entre les isohyètes 500 et 700 mm.

La précipitation moyenne annuelle de la zone se situe autour de 600mm.
La pluie journalière décennale correspondante pour la zone, selon la carte des isohyètes est égale à 100mm.

Estimation par la méthode ORSTOM

➤ Méthode déterministe

Données de base

-Superficie du bassin versant $S=88\text{Km}^2$

-Hauteur de pluie annuelle $P_{an}=600\text{mm}$

-Pluie journalière $P_j=100\text{mm}$

Le coefficient d'abattement A, calculé à l'aide de formule :

$$A = 1 - 0,001(9\text{Log}_{10}T - 0,042P_{an} + 152)\text{Log}_{10}S$$

Avec :

A= coefficient d'abattement

T=période de retour (T=10ans)

S= superficie du bassin versant en km²

P_{an} = pluviométrie annuelle en mm

donne $A=0,73$

On calcule ainsi le volume de l'averse d'après la relation :

$$V_1 = A \times P_j \times S$$

On trouve $V_1=6\,476\,265\text{m}^3$

Le relief a été classé R₃ à partir de la pente longitudinale du bassin qui est de 6‰.

Avec une perméabilité P₃, le coefficient de ruissellement Kr est égal à 20% (donné par abaque).

De ce fait, le volume de la crue V₂ est :

$$V_2 = Kr \times V_1$$

$$V_2 = 1\,295\,253\text{m}^3$$

Le temps de base du bassin, évalué à 27heures, le débit moyen de la crue est donné par :

$$Q_{moyen} = \frac{V_2}{T_b}$$

On trouve $Q_{moyen} = 13,33\text{m}^3/\text{s}$.

Pour ces types de bassins, en tenant compte des écoulements retardés, la valeur de $Q_{\max}$ équivaut à 2,5 fois le débit moyen.

$$Q_{\max} = 2,5 \times 13,33 \approx 33 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Pour la crue du projet, nous adoptons le double du débit décennal, ce qui nous amène à prendre $Q_p = 66 \text{ m}^3 / \text{s}$.

➤ Méthode des abaques

Données de base

- Superficie du bassin versant $S = 88 \text{ km}^2$
- Hauteur de pluie annuelle $P_{\text{an}} = 600 \text{ mm}$
- Pluie journalière $P_j = 100 \text{ mm}$

La lecture sur abaque nous donne pour P3, R3 en zone sahélienne

$$Q_{10}^* \approx 33 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Pour la crue du projet il faut prendre le double de la crue décennale. Ce qui nous amène à $Q_p = 66 \text{ m}^3 / \text{s}$

Nous voyons donc que les deux résultats sont identiques.

VII/ Etudes pédologiques et géotechnique

1°) Pédologie

Elle vise à déterminer l'aptitude des sols en place pour le choix des spéculations appropriées à la mise en valeur. Les travaux ont consisté à l'identification du site et à l'implantation des fosses de sondage suivant un carroyage de $100 \text{ m} \times 100$ (indiqués sur le plan topographique par S : trous de sondage). A partir de tests in situ, la texture des sols a été déterminée de même que son aptitude par rapport aux cultures envisagées.

Il ressort de cette étude que la majorité des sols en place présente une texture argilo limoneuse de couleur gris sombre en surface. Ils deviennent progressivement foncés et plus lourds (texture argileuse) dans les horizons inférieures.

Cette aptitude offre des conditions assez favorables pour la riziculture en submersion contrôlée.

On trouve aussi des sols de texture argilo sableuse à la surface qui ne change pratiquement pas en profondeur. Ces sols occupent les parties les plus basses, aux voisinages immédiats du lit du marigot. Peu durs à l'état sec, moins plastiques et non adhésifs à l'état humide, ils présentent une bonne aptitude pour la riziculture.

Sur les versants on rencontre des sols de texture limoneuse à la surface qui deviennent limono argileuses dans les couches inférieures. Ils sont de couleur brune, très friable à l'état sec et plus ou moins adhésif à l'humectation.

Ils présentent de fines fentes de retrait observables surtout à travers les profils. Cette disposition offre des intérêts surtout pour le maraîchage et l'arboriculture.

2°) Géotechnique

Il porte sur la détermination de la capacité de portance du sol en place. Là nos investigations ont porté sur l'ouverture de fosses de sondage dans les lits mineur et majeurs et l'observation des puisards situés dans la zone.

Dans le lit mineur du marigot, on note la présence d'une formation de type plutonique qui constitue la couche socle et présente dans tous les sous-sols du lit mineur.

Elle apparaît dans tous les puisards situés à proximité du marigot à partir de 5 m de profondeur environ. Au niveau du lit mineur elle se trouve à une profondeur de 1,6m 1,80 m.

La capacité de portance de ce sol est assez suffisante pour pouvoir recevoir un déversoir en massif maçonné.

Dans les lits majeurs, la présence du tapis argileux à une profondeur moyenne de 1m constitue une assise favorable pour un ouvrage en maçonnerie et un remblai compacté. Aux voisinages immédiats du marigot (dans le lit majeur), la couche argileuse se situe à 1m, par contre sur les périphéries elle est localisable à partir de 0,5m.

2) QUALITE ET DISPONIBILITES DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION

⇒ Les moellons : ils sont utilisés comme pierres de maçonnerie. Les pierres disponibles dans la zone sont essentiellement de la même formation rocheuse.

Il s'agit principalement de roches cristallines dures notamment le granite.
Le critère de choix est surtout la distance de transport et la facilité d'accès.

⇒ Le sable : Il est utilisé comme agrégat en maçonnerie et sert également à la construction du tapis filtrant prévu au niveau des enrochements.

⇒ Le gravier : Il à celui de ramassage disponible dans un rayon de 10 km maximum du site.

⇒ L'argile : Elle est destinée à la construction des digues de rives.
Le type d'argile disponible au niveau du site est de l'argile plastique.

VIII / DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE

⇒ Côte du plan d'eau normal: La zone traditionnellement cultivée en cultures de décrues est entièrement inscrite à l'intérieur de la courbe 97. 60.

Suite à l'aménagement nous tenterons de porter le plan d'eau à une cote plus élevée. Les différentes simulations autorisent le rehaussement du plan d'eau à la cote 98.90

⇒ Longueur du déversoir : Le déversoir sera du type central. Son emplacement dans la partie centrale vise surtout à minimiser les risques d'érosion des berges.

Pour des raisons économiques et compte tenu de la charge d'eau admissible dans la zone de dissipation, nous fixons la longueur du déversoir à 80 m.

⇒ Caractéristiques de la retenue : La capacité naturelle de réserve du marigot sans aménagement est estimée à 57 000 m³

La réserve d'eau créée par le barrage est estimée à 535 800 m³. La capacité totale de la retenue s'élève donc à 592 800 m³. La hauteur maximale d'eau est de 4,40 m.

⇒ Epaisseur de la lame d'eau déversante : la formule de base pour le calcul de la lame d'eau déversante est :

$$Q \approx mL\sqrt{2g}H^{3/2}$$

Avec Q le débit du projet égal à 66 m³/s

$$m = 0,4$$

$$L = 80 \text{ m}$$

$$g = 9,81$$

La hauteur d'eau (H) au passage de la crue du projet sera :

$$H \approx \left(\frac{Q}{mL\sqrt{2g}} \right)^{2/3} = \left(\frac{66}{0,40 \times 80 \sqrt{19,62}} \right)^{2/3}$$

On trouve H=0,60

⇒ Débit d'évacuation - temps de vidange : Pour permettre une montée progressive de l'eau dans la plaine compatible avec la riziculture un système de régulation a été prévu. Par exemple quand une crue arrive alors que les plants de riz sont assez jeunes pour supporter une lame d'eau importante on doit pouvoir régler le plan d'eau à une hauteur supportable par le riz.

Deux pertuis équipés de batardeaux de 1,5m d'ouverture sont donc prévus pour jouer ce rôle de régulation.

Pour permettre la formation d'une réserve d'eau pour l'abreuvement des animaux la cote du plan d'eau dans le marigot sera maintenue à la cote 97.60. Les paysans enlèveront ou rajouteront les batardeaux pour réguler le plan d'eau dans les exploitations.

Le calcul du débit à évacuer par les pertuis permet de déterminer la durée de vidange de la retenue en fonction du volume d'eau compris entre la hauteur H du plan d'eau maximale et la hauteur (h) désirée. Ceci permet de voir si le temps de vidange est compatible avec la culture pratiquée.

$$V = \frac{S_1 H}{2,67} - \frac{S_2 H}{2,67}$$

S_1 est la superficie du plan d'eau à la cote H

S_2 la superficie du plan d'eau à la cote h

Le débit moyen du pertuis

La surface rizicultivable est dans le présent projet, comprise entre les côtes 97.60 et 98.90 soit un plan d'eau de 1,30m

En cas de crue précoce il faudra vidanger la plaine de la côte 98.90 à la côte 97.60. Le volume d'eau à évacuer est de 187 530m³.

Le débit moyen du pertuis est donné par la formule :

$$Q = mL\sqrt{2g}\left(\frac{H-h}{2}\right)^{3/2}$$

Le temps de vidange

$$T = \frac{V}{Q \times 3600}$$

Le temps de vidange correspond à 15 heures.

Ce temps de vidange est compatible avec la durée de submersion supportable par le riz.

N.B : Les calculs ci dessus indique que le repiquage est plus avantageux que le semis direct ; en ce sens que le repiquage éviterait de vidanger complètement la plaine après une pluie ou attendre plusieurs jours pour le ressuage du sol en vue de sèmer. Il évitera également une noyade des semis en cas de crue précoce.

C'est pourquoi il est conseillé d'utiliser le système de repiquage et de choisir des variétés du riz à cycle très court.

Les pépinières seront réalisées près des puits pour les irriguer avant l'arrivée des pluies. Notons que le repiquage augmente les rendements dans des proportions importantes et permet de mieux lutter contre les mauvaises herbes.

IX / DESCRIPTION

L'ouvrage projeté est un barrage seuil en maçonnerie de moellons prenant appui au deux extrémités sur une digue en argile compactée

Il comporte un déversoir muni d'un système de régulation en passe d'eau équipé de batardeaux. Ce déversoir sera long de 80 m avec une section de forme trapézoïdale sur toute sa longueur.

Les fondations seront profondes de 1 à 1,80 m sur toute la longueur de l'ouvrage.

Le parement aval de la section trapézoïdale aura un fruit de 1/1.

Le déversoir est suivi en aval au pied du talus par un bassin de dissipation dans lequel doit se situer le ressaut hydraulique.

Il est terminé par un seuil de 0,40m de haut et d'une bêche d'ancrage de 0,5m de profondeur.

L'ensemble sera réalisé en maçonnerie de pierre dosées à 300kg/m^3 .

Le parement aval du perré (enrochement) aura un fruit de 1/2. La digue sera de section trapézoïdale avec un talus amont et aval incliné suivant une pente de 1/2.

Sa section sera large de 1 m et calée à côte 100,00 .Il est prévu une bêche ancrage de 0,5 m de profondeur.

Pour permettre un meilleur compactage, le remblai sera exécuté par couche de 15 à 20 cm.

Le remblai d'argile sera surmonté d'une couche de transition en latérite compactée épaisse de 10cm. Compte tenu du passage des animaux dans la zone, la digue sera sécurisée par un revêtement en perré maçonné dosé à 250kg/m^3 .

X / DEVIS ESTIMATIF

Le devis ci-après suppose que les travaux seront réalisés en régie.

Le choix de mode de réalisation répond à un souci de minimisation du coût du projet tout en assurant son appropriation par la population elle-même.

En effet, la population négociera avec un tâcheron de la place la réalisation de certaines tâches comme la fourniture du matériel et des matériaux et la réalisation des travaux demandant l'emploi de la main d'œuvre qualifiée. Elle pourra se faire assisté par le représentant du bureau de contrôle choisi pour la surveillance des travaux.

La disponibilité en main d'œuvre dans le village permet de répondre au besoin du chantier, mais pour y parvenir il faut une bonne organisation. C'est pour quoi nous prévoyons, avant le lancement des travaux, un voyage d'étude sur un site expérimenté en matière d'organisation pour les travaux de même nature.

Ce voyage permettra à la population de mieux se préparer pour les travaux en mettant en place des structures capables de mobiliser le maximum de personne.

10.1) EVALUATION DU COUT DU PROJET

a) BARRAGE

DESIGNATION	Unité	Qtés	PU (F CFA)	Montant
I Travaux préparatoires				
Amenée et repli du matériel	FF	FF	400 000	400 000
Installation du chantier	U	1	250 000	250 000
Sous total I				650 000
II Terrassement				
Débroussaillage	m ²	1 840	150	276 000
Décapage emprise de la digue	m ²	900	140	126 000
Déblai pour fondation de l'ouvrage avec transport et dépôt	m ³	345,4	2 500	863 500
Remblai d'argile compactée	m ³	677,28	4 500	3 047 760
Couche de transition en latérite compactée ép 10cm	m ³	42,64	8 000	341 120
Sous total II				4 654 380
III Béton et maçonnerie				
Béton de propreté dosé à 200kg/m ³ , ép 10cm	m ³	5,6	45 000	252 000
Béton cyclopéen dosé à 300kg/m ³	m ³	103,8	40 000	4 152 000
Béton cyclopéen dosé à 250kg/m ³	m ³	449,44	35 000	15 730 400
Perré maçonné dosé à 300kg/m ³	m ²	688,80	3 500	2 410 800
Enduits verticaux au mortier de ciment dosé à 300kg/m ³ , ép=4cm	m ²	849,6	3 500	2 973 600
Sous total III				25 518 800
IV Protections				
Fourniture et pose Gabions semelles 2x1x1	m ²	122	35 000	4 270 000
Fourniture et pose d'Enrochement aval	m ³	220,8	2 500	552 000
Fourniture de filtre de 10cm en tout venant	m ³	14	8 500	119 000
Fourniture et pose de batardeaux (0,05x0,2x0,8)	m ²	13,95	71 250	993 938
Sous total IV				5 934 938
Total Partiel				36 758 118
Suivi et contrôle d'exécution	ff	0,1	36 758 118	3 675 812
Divers	ff	0,05	36 758 118	1 837 906
Total Général				42 271 835

b) VOYAGE D'ETUDE /FORMATION

Désignation	Unité	Qté	P.U (f.cfa)	Montant
1 Nourriture et hébergement	jour	8	25 000	200 000
2 Honoraire encadreur	jour	13	45 000	585 000
3 Location véhicule	jour	8	100 000	800 000
4 Matériel	Forfait		50 000	50 000
Total				1 635 000

Le coût total de l'investissement s'élève à : Quarante trois millions, Neuf cent six mille, Huit cent trente cinq francs cfa (43 906 835 F CFA)

NB Le fonds de roulement pour l'achat des intrants (semences, engrais, produits phytosanitaires), sera financé par le village.

10.2) EVALUATION DE LA PARTICIPATION PHYSIQUE DE LA POPULATION A LA CONSTRUCTION DU BARRAGE

Nature des travaux	Volume (m3)	Effectif nécessaire (h/J)	Tarif journalier (f cfa)	Valeur CFA
Débroussaillage	1840m2	10	1 000	10 000
Ramassage et transport des matériaux				
-sable	106	60	1 000	60 000
-gravier	180	150	1 000	150 000
-moellons	505	225	1 000	225 000
-tout venant	14	7	1 000	7 000
Exécution des fouilles d'encrage (déblai)	490,77	327	1 000	327 000
Réalisation digue (remblai)	719,92	576	1 500	864 000
Main d'œuvre maçonnerie	427,3	1710	1 000	1 710 000
Mise en œuvre des enrochements	428	285	1 000	285 000
TOTAL		3340		3 638 000

10.3 PLANNING D'EXECUTION DES TRAVAUX

La réalisation des travaux en mode régie commande la mise en place d'un planning d'exécution adapté qui tient compte de la capacité réelle d'organisation et de prise en charge des travaux par la population.

Pour une meilleure gestion du temps et de la main d'œuvre disponible certaines tâches comme l'approvisionnement en matériaux et les travaux de main d'œuvre qualifiée pourront être confiées à un tâcheron sous forme d'un contrat de prestation entre lui et le village. Le délai d'exécution des travaux ne doit pas excéder 4 mois.

XII/ VALORISATION DE L'AMENAGEMENT

Il est évident que la réalisation de l'ouvrage fait l'unanimité au village, l'objectif prioritaire étant l'eau pour la riziculture. Au delà de cette priorité, les villageois se sont fixés plusieurs objectifs subsidiaires (abreuvement des animaux, recharge de la nappe phréatique, horticulture).

Dans le but de bien clarifier les enjeux de l'aménagement un voyage d'étude sera organisé sur un site expérimenté en matière de valorisation d'aménagement hydro agricole.

Ce voyage qui se réalisera avant le début des travaux a un triple objectif :

- D'abord préparer la population à la bonne organisation des travaux de mise en œuvre des différents ouvrages du projet.
- Former les membres du comité de gestion, à la gestion des vannes et à l'entretien des ouvrages qui en générale sont potentiellement les principales sources de conflit entre les exploitants.
- Former les exploitants des parcelles à la mise en œuvre des nouvelles techniques culturales qui s'impose suite aux changements des conditions hydrologiques du bas fond.

Il concernera principalement les membres du comité de gestion et quelques exploitants, et comprendra deux phase:

- une phase de visite de réalisations suivies de causerie avec les exploitants et les responsables chargés de la gestion des ouvrages;
- Une phase de formation théorique sur les itinéraires techniques de la riziculture et du maraîchage, la visualisation de Diapos, les démonstrations pratiques.

Les thèmes suivants seront abordés:

- *organisation du chantier* : formation des équipes, répartition des tâches, la gestion des conflits, difficultés éventuelles etc. ;
- *foncier* : modalités de répartition des terres, consensus entre propriétaires et non propriétaires de parcelles ;
- *Valorisation* : A ce niveau les thèmes à débattre concerneront :
 - * les activités menées dans la plaine: possibilité d'une gestion concertée
 - * les variétés en fonction de la frange d'eau
 - * le calendrier agricole
 - * les techniques culturales
 - * la gestion de la vanne
 - * les instances mises en place pour la gestion et l'entretien de l'outil :
 - * constitution, fonctionnement, les difficultés vécues, les stratégies adoptées.

Les réponses à toutes ces questions édifieront les visiteurs sur ce que c'est qu'un barrage, et les aidera à améliorer leurs connaissances en matière de riziculture en submersion semis contrôlée.

La visite sera restituée au village par les membres du comité de gestion en présence du formateur. Ce dernier utilisera à profit les idées fortes ressorties pour sensibiliser l'ensemble des bénéficiaires.

⇒ Valorisation agricole : La surface de la plaine est estimée à environ 16 ha.

L'ouvrage prévu (cf dimensions étude d'aménagement) permet d'alimenter 16 ha, soit plus de 60% du potentiel existant. Lorsque le barrage est plein en hivernage, 10 ha seront inondés (lame d'eau de 1 à 2 m). Par contre, les 16 ha pourront être exploités en riz (lame d'eau moyenne de 1 m).

Après aménagement, les variétés conseillées sont celles hâtives, plus rustiques pour la zone (Gambiaka, Dourado, c74)

La maîtrise de ces parcelles dépendra de la bonne gestion des batardeaux d'une part, du calendrier agricole et des techniques culturales adoptées par les exploitants (es) d'autre part.

Dans le but d'éviter les conflits d'intérêts au niveau de la communauté, nous proposons un calendrier souple de gestion des batardeaux permettant une valorisation optimale de la plaine (stockage d'eau en amont pour infiltration et riziculture en hivernage, maraîchage en contre saison).

Gestion batardeaux	Période	Stade de développement des cultures
Fermeture batardeaux Ouverture batardeaux Fermeture batardeaux	Début juin-mi juillet Mi juillet-mi août A partir de mi- août	Labour- semis Semis- levée- tallage Tallage- Montage - Epiaison - Floraison - Maturation

Aussi la technique de repiquage et la culture de variétés tolérantes à la lame d'eau devront être pratiquées.

Les versants immédiats du bas fond et les parcelles plus en amont et en aval du barrage sont réservés à l'horticulture

Actuellement, les surfaces occupées en horticulture sont estimées à 2ha
Malheureusement, les parcelles sont moins valorisées à cause du manque d'eau dans les puits en contre saison (mars, avril, mais).

La recharge de la nappe phréatique permettra de mieux rationaliser les jardins existants et d'étendre les surfaces exploitées (de plus de la moitié de la surface totale actuelle)

XI/ ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Désignation	Impacts		Mesures d'atténuation
	Impacts positifs	Impacts négatifs	
Eau	Accès facile à eau (besoins domestiques+)	Risque de noyade et de pollution Accumulation de	

	Pastoraux) Eau pour agriculture Autosuffisance alimentaire	cheptel	
Végétation et faune	Améliorations des conditions de vie des espèces aquatiques	Destruction des espèces végétales et fauniques non aquatiques	
Sol	Sol gorgé d'eau Remontée de la nappe phréatique Extension des surfaces cultivées en contre saison	Réduction de surface Cultivable en hivernage Inondation des puits Proche de la plaine	
Piste		Inondation de quelques pistes	
Economique	Réduction période de soudure Développement des activités agro- sylvo Pastorales et piscicoles Diversification des sources de revenus		
Foncier	Valorisation du potentiel terre		
Sanitaire			
Technique	Amélioration des connaissances sur les techniques d'aménagements et de valorisation de la plaine		
Environnemental	Plantation d'arbres fruitiers		
Pastoral	Facilité d'abreuvement en contre saison Utilisations des résidus de récoltes		
Organisationnel	Amélioration de la capacité Organisationnelle de la population à travers la composition des équipes de travail et la création d'un comité de gestion de l'ouvrage		

XII / ETUDE ECONOMIQUE ET FINANCIERE

N.B : 10 ha aménagés concernent le riz et 6 ha pour le maraîchage et 8 ha.

L'objectif principal étant l'agriculture, l'étude de rentabilité a été faite sur la base des surfaces exploitées en riz et en maraîchage.

Le calcul de la rentabilité a été fait sur la base du nombre d'hectare aménagé et cultivé en riz.

Quand au maraîchage : les surfaces prévisionnelles ont été retenues en fonction de l'importance des spéculations observées et des surfaces estimées dans les jardins existants :

- aubergine =1ha
- oignon = 1ha
- laitue =0,25
- chou =0,25 ha
- gombo =1ha
- tomate =0,5ha
- patate douce =2ha
- papayer = disséminé

Les éléments de base pour le calcul de la rentabilité figurent dans le tableau ci-dessous.

Spéculations	Superficie (ha)	Besoins en semis ou en plants	Valeur (F cfa)	Rdt moy T ou P/ha	Production	PU F cfa/kg ou f	Valeur f cfa
Aubergine	1	150g	26 250	41 667P	31 250P	10	1 562 500
Oignon	1	4kg	129 375	20t	20t	250	5 000 000
Laitue	0,25	50g	14 700	44 444P	11111P	15	166 665
Chou	0,25	750g	27 000	11 111P	2777P	300	833 100
Gombo	1	4kg	230 400	5t	5t	300	1 500 000
Tomate	0,5	250g	39 375	15t	7,5t	200	1 500 000
Patate	2	90 000 b	225 000	10t	20t	100	2 000 000
Papayer			30 000	2 500P	900f	150	135 000
Total			722 100				12 697 265

N.B :

P :piéd

f :fruits

Les prix des semences ont été collectés dans le commerce sur le marché.

En considérant :

- Surfaces exploitées en riz : 10 ha
- Surfaces exploitées en maraîchage : 6 ha

Nous avons

charges:

⇒ charges riz

Semence : 125 F CFA X 100 kg x 10 ha = 125 000 f cfa

Sous total 1 = 125 000 f cfa

⇒ Charges maraîchage :

Semences + plants :

Aubergine 26 250 f cfa

Oignon 129 375 F CFA

Laitue 14 700 f cfa

Gombo 230 400 f cfa

Chou 27 000 f cfa

Tomate 39 375 f cfa

Papayer 30 000 f cfa

Produits phyto (forfait) 150 000 f cfa

Engrais 672 000 f cfa 150 kg/ha légumes 50 kg/ha arbres fruitiers)

Sous total 2 1 544 100 f cfa

TOTAL = 1 669 100 F CFA

L'amortissement : Nous avons considéré une durée de vie de 15 ans pour l'ouvrage

Ce qui revient à une annuité de : 1 889 978 F CFA.

B/ Produits

⇒ Produits riz : 175 F CFA x 900 kg x 10 ha = 1 575 000 F CFA

Sous total 1 = 1 575 000 f cfa

⇒ Maraîchage

Sous total 2 = 12 697 265

En considérant une perte de 10% pour le maraîchage, nous aurons :

Sous total 2 = 12 697 265 f cfa - 10% = 11 427 539 f cfa

Total produits = 1 575 000 f cfa + 11 427 539 F CFA = 13 002 539 f cfa

Compte d'exploitation prévisionnel

Années	A1	A2	A3
Charges			
Semences	847 100	847 100	847 100
Produits phytosanitaires	150 000	150 000	150 000
Engrais	672 000	672 000	672 000

Autres	-	-	-
Amortissement	1 889 978	1 889 978	1 889 978
Total charges	3 559 078	3 559 078	3 559 078
Produits			
Riz	1 575 000	1 575 000	1 575 000
Maraîchage	12 697 265	12 697 265	12 697 265
Total produits	14 272 265	14 272 265	14 272 265
résultat	10 713 187	10 713 187	10 713 187

Le taux de rentabilité économique (T. R.E)

$$T.R.E = \frac{14\,272\,265}{40\,002\,718} \times 100 \approx 35,68\%$$

Le taux de rentabilité économique est de 41,73 % chaque année avec des possibilités d'accroissement de superficie (25% d'augmentation chaque année).

CONCLUSION GENERALE

Le projet contribuera à rétablir et à améliorer le régime hydrologique du marigot. Les indicateurs ci dessous sont révélateurs.

Paramètres	Avant l'Aménagement	Après l'aménagement
Surface inondée (ha)	3	16
Volume d'eau stockée (m3)	57 000	592 800
Hauteur lame d'eau (m)	0,50	1,90
Surface rizicole (ha)	0	16,0

Il permettra sans nul doute aux villageois d'améliorer leurs conditions de vie par :

- Une augmentation et une amélioration de la production agricole, pastorale et halieutique
- Une diversification des sources de revenu

Le taux de rentabilité de 35,68% enregistré dès la 1^{ère} année pour le volet agricole montre que le projet est rentable.

Signalons que l'écoulement des produits maraîchers, les marchés ciblés sont ceux de Nioro à 93km, Kayes 137km, Bafoulabé 172km, Yelimané 152km. Un autre aspect important est la satisfaction des besoins en eau de la population et du cheptel

Ce dernier point étant difficile à estimer quantitativement, nous pouvons estimer que le stockage d'un volume important d'eau facilitera l'abreuvement des milliers d'animaux présents dans la localité

Il existe déjà une gestion traditionnelle de la plaine. L'aménagement devra contribuer à son renforcement et à son amélioration

Ceci n'est possible qu'à travers la sensibilisation, l'information et la formation des bénéficiaires autour de la gestion de la vanne.

Annexes 1

- Ouvrage de dissipation

La longueur de protection à l'aval du déversoir est essentiellement fonction de l'importance de la hauteur totale de chute et du débit spécifique à transiter.

La valeur optimale est obtenue en appliquant des méthodes de calculs basées sur la détermination du nombre de Froude et des caractéristiques du ressaut. Mais pour les ouvrages de petite dimension, on adopte généralement une longueur égale à 2 ou 3 fois la hauteur totale de la chute. Dans cette étude, nous renforcerons le dispositif de protection initiale par des enrochements de 2m de large.

En application de la formule envisageable pour les ouvrages de lutte anti érosive, les formules suivantes permettent de fixer la longueur du bassin de dissipation

$$y = 1,90 H^{0,225} \times q^{0,54}$$

Avec y la profondeur limite de la fosse sous le niveau aval

q est le débit spécifique = Qp/S

D'autres formules faisant appel aux dimensions des grains peuvent être utilisées

$$y = 4,75 \frac{H^{0,2} \times q^{0,54}}{d_{90}^{0,32}}$$

$$X = 1,15 \sqrt{\frac{(H - y^2)}{h}} + 0,67$$

H la hauteur de chute

X est la longueur du ressaut hydraulique

On trouve X= 9,51m que l'on arrondit à 10m

Calcul de stabilité

Stabilité au renversement et au glissement

La poussée de l'eau sur le parement amont, ainsi que les forces de sous pression, agissent pour renverser l'ouvrage autour de l'axe représenté par le pied de son talus aval.

L'ouvrage est stabilisé par la poussée par son propre poids et déstabilisé par la poussée de l'eau stockée derrière l'ouvrage ou déversant dessus, et par les forces de sous pression de l'eau dans la fondation.

Un dimensionnement précis de l'ouvrage doit faire appel à la méthode dite des « moments » : la forme et le poids de l'ouvrage étant calculés de manière à ce que le moment des forces déstabilisatrices soit contrecarré par celui des forces stabilisatrices. Ce calcul est relativement complexe, aussi utilise-t-on deux méthodes pour approcher le même résultat.

- Méthode statique : elle donne des résultats qui ne sont donc pas rigoureux mais conviennent.

Le déroulement est le suivant

- Poussée de l'eau : s'applique au 1/3 inférieur de l'ouvrage et s'exprime par la formule :

$$Q = \frac{\delta(H + 2h) \times H}{2}$$

Avec δ poids volumique de l'eau = 1000 kg/m³ H, la hauteur de l'eau à la cote du déversoir, h l'épaisseur de la lame d'eau sur le crête du déversoir.

- Forces de sous pressions

$$S_p = \frac{\delta L(H + 2h)}{2}$$

- L : largeur de base du barrage

Profil type

- Stabilité au glissement

$$\frac{(P - S_p) \text{ coeff de frottement}}{Q} = 1$$

P : poids de l'ouvrage

La résistance au cisaillement est offerte par la fondation, grâce à sa cohésion et à son coefficient de frottement avec la maçonnerie.

On suppose que la poussée de terre et l'encrage du bassin sont nuls

Données :

Densité de la maçonnerie = 2,3 t/m³

Densité de l'eau = 1,1 t/m³

La hauteur maximale de l'ouvrage H = 4,30 m $\alpha = 35^\circ$

Poids du barrage	Poussée de l'eau E				Sous pression (U)		
P (P1+P2+P3)	δA t/m ²	δB t/m ²	E1 t/m	E2 t/m	UB t/m ²	Uc t/m	U t/m
18,56	0,47	3,96	1,69	6,28	3,96	0	7,01

Moments des forces appliquées

Efforts		Forces (t/m)		Bras de levier	Moments (t,m)	
		F _v	F _H		Stab	Destab
Poussée de l'eau	E1		1,69	1,42		2,39
	E2		6,28	0,72		4,52

P ouvrage	P1	4,14		2,36	9,77	
	P2	8,93		1,74	15,34	
	P3	5,49		1,68	9,22	
Sous pression	U	7,01		1,85		12,97
Somme		11,27	6,50		34,33	19,88

Au vu de ces résultats, le barrage se montre stable vis-à-vis des risques liés au renversement et au glissement

Lutte contre le renardage

Le renard une infiltration d'eau à travers l'ouvrage.

La vérification de la formule suivante permet de lutter contre le phénomène.

$$L_v + 1/3 L_h \geq C H$$

Avec

H : hauteur maximale d'eau en amont = 1,87max

C : coefficient du terrain = 4

Annexes 2

1. Plan d'étude topographique
2. Plan d'aménagement
3. Plans d'exécution

Région de Kourou
Cercle de Niou du Sahel
Commune de Samatra
Village de Samatra

REPUBLIQUE DU MALI
Un Peuple - un But - Une Foi

ETUDES DE LA PLAINE DE SAMATRA

PLAN TOPOGRAPHIQUE

Financement: Benevoles Franco - Maliens pour l'aide
au Développement de Samatra

Réalisée par le Bureau d'Ingénieurs Conseils et d'Expertise
pour le Développement (BICED)
Siège Social Niou du Sahel Tel 254 03 65

Lévé / Réport

M. Traoré

Echelle
1/1000

Mai 2006

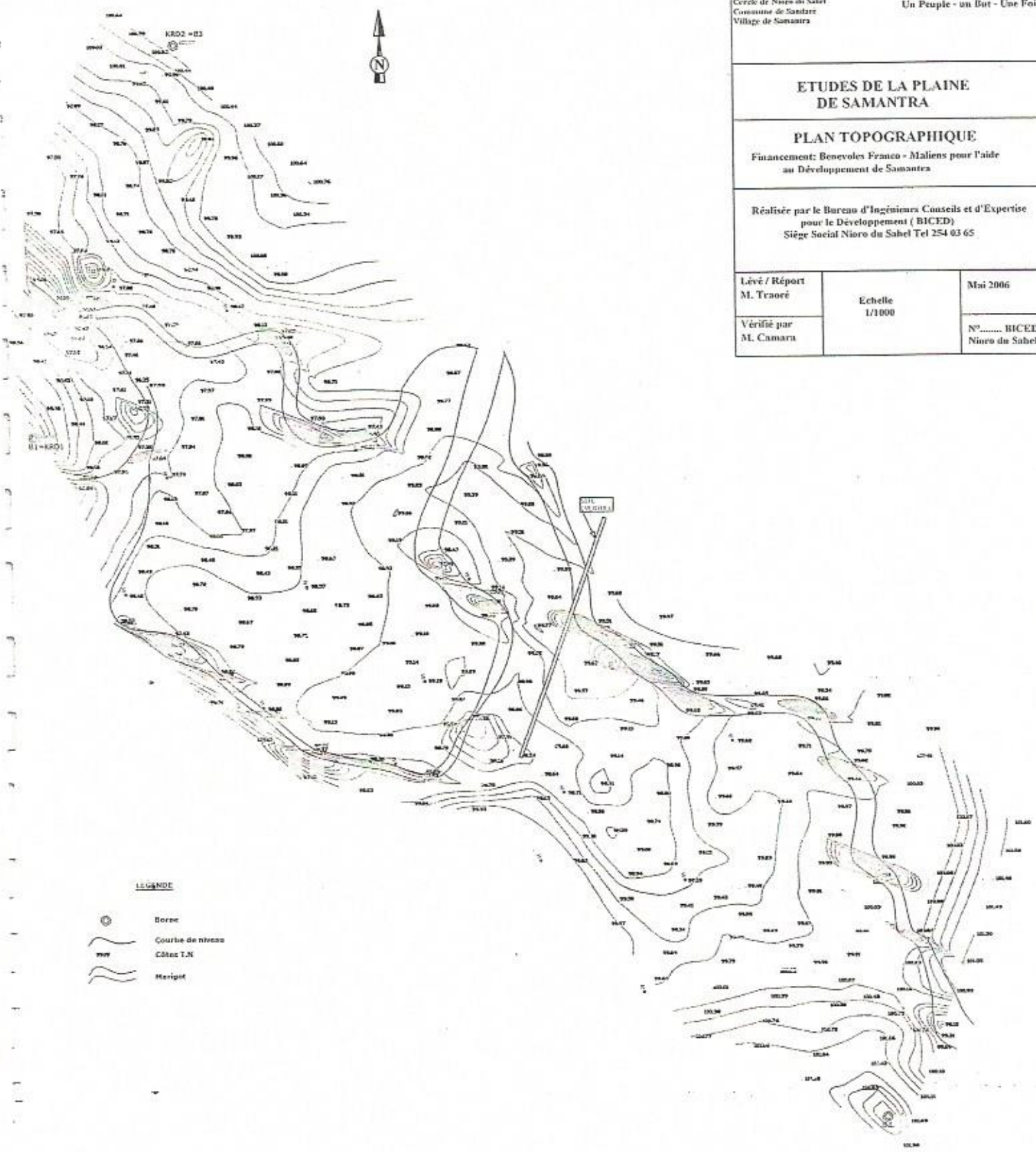
Vérifié par

M. Camara

N°..... BICED/
Niou du Sahel

LEGENDE

-  Borne
-  Courbe de niveau
-  CSTAC T.N.
-  Marigot



10° 20'

10° 20'

BASSIN VERSANT DU BAS FOND DE SAMANTRA

ECHELLE 1/200,000

14° 50'

14° 50'



SURFACE: 88 Km²

PERIMETRE: 37 Km

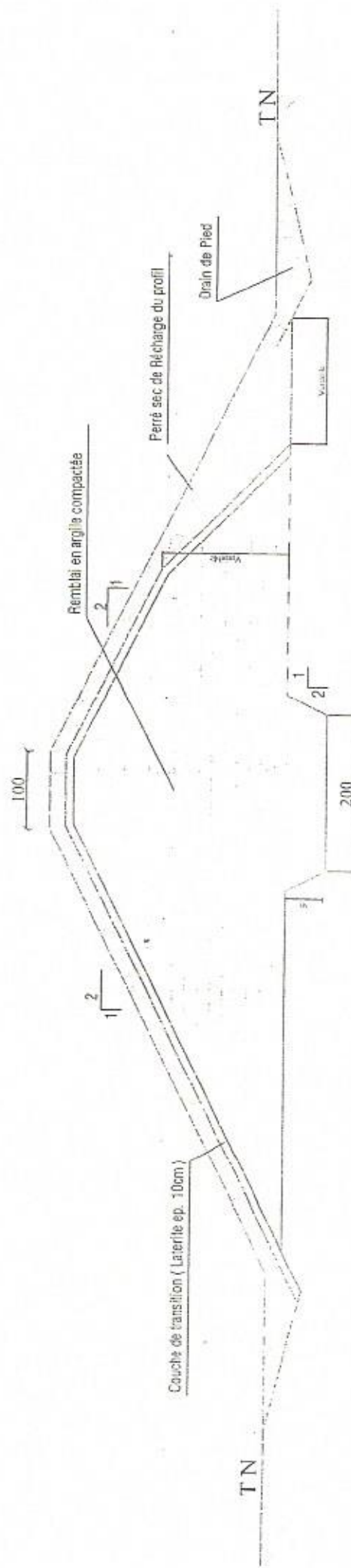
14° 40'

14° 40'

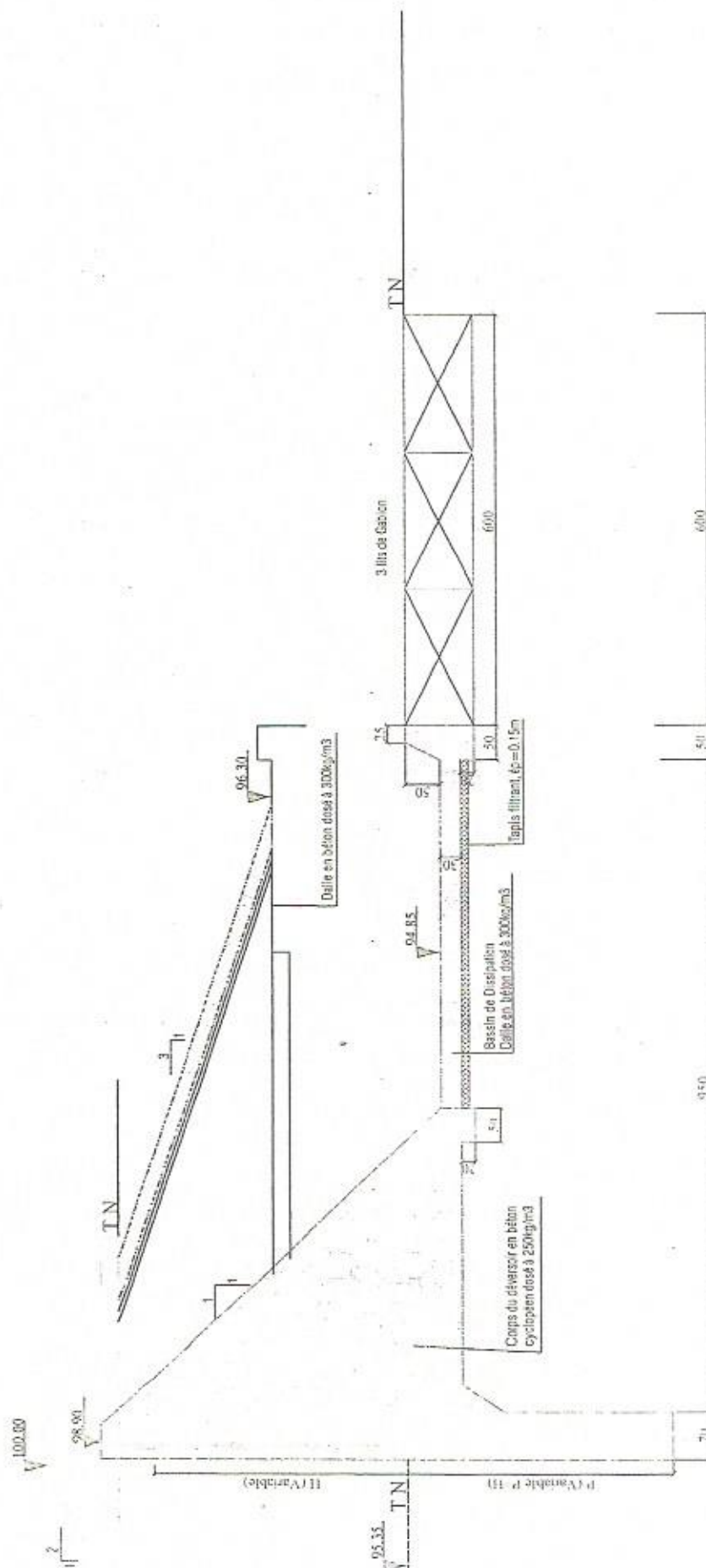
10° 20'

10° 20'

COUPE SUR LA DIGUE



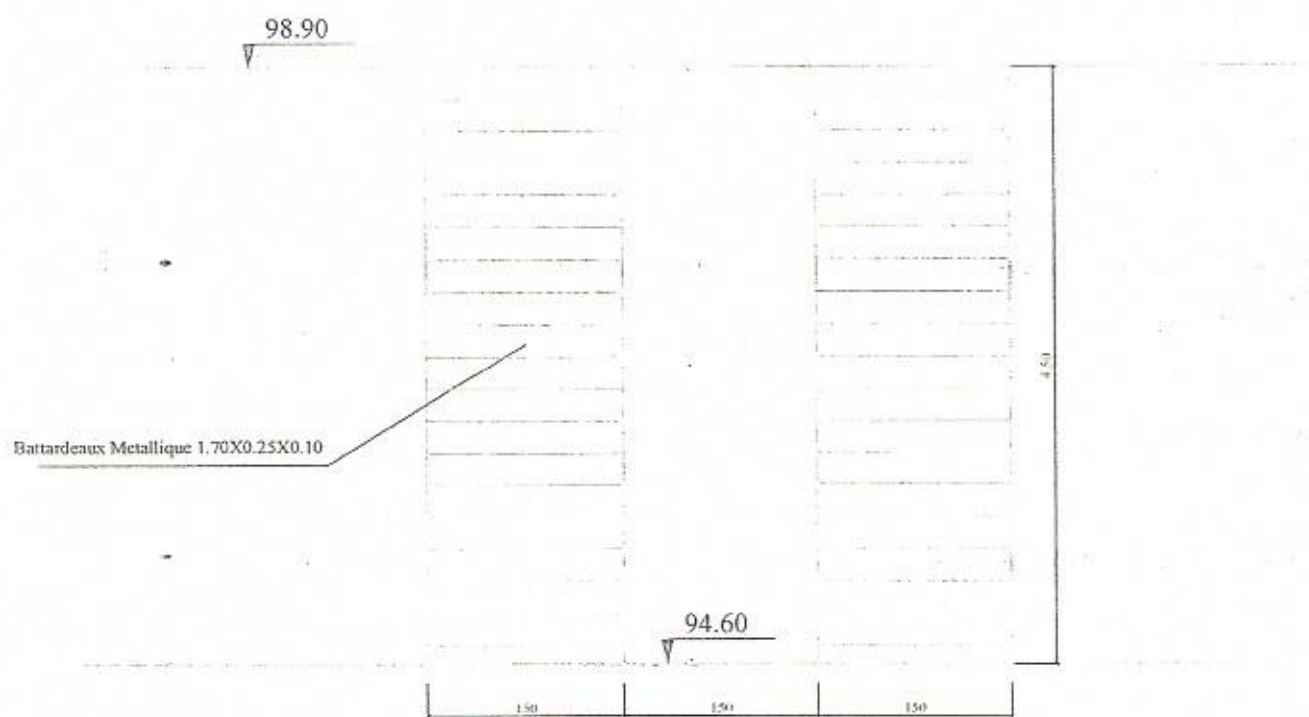
COUPE SUR LE DEVERSOIR



DETAIL SUR L'OUVRAGE DE VIDANGE



Vue en Plan



Vue de Face