

# MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 1999

Présenté par :

GUINDO Issa

## Etude de faisabilité d'aménagement d'un bas- fond dans le village de Toba

E. I. E. R.	
Enregistré à l'Arrivée	
le _____ s/N°	372/99

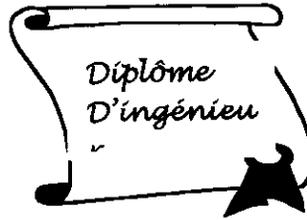
MENTION :

Encadrement  
L. COMPAORE

## ERRATA

<b>DE PARAGRAPHERS</b>	<b>AU LIEU DE ....</b>	<b>LIRE.....</b>
-contexte	l'association souhaite monté un dossier	l'association souhaite monter un dossier
-étude pédologique	les prélèvement ont été effectués les meme matériels	les prélèvements ont été effectués les mêmes matériels
-étude socio-économique	des fiches techniques	des fiches d'enquête
-étude topographique	l'encaissement de la cuvette est moyenne une longueur de 500 un maillage de 50 * 50	l'encaissement de la cuvette est moyen une longueur de 500 m un maillage de 50 m * 50 m
-avantages barrage de retenue	beaucoup d'activité de contre saison rendement potentiels	beaucoup d'activités de contre saison rendements potentiels
-tableau hauteur –volume .colonne 2/ligne2 .courbe d'utilisation de la retenue	.173 la surfaces à irriguer fosse de dessablages en aval immédiat du drain	0.73 la surface à irriguer fosse de dessablage en aval immédiat du tapis drain
IV-12	production projee	production projetée
VI- titre	cash – flow avec aménagement	cash – flow avec amortissement
Tableau 22	12 ans 6 mois	11
Délai de récupération	délai de récupération 13 ans	mois 6 mois délai de récupération est égal à 12 ans

Issa Guindo



A ma mère :	Fatoumata	GUINDO
A mon père	Tidiani Belco	GUINDO
A tous mes frères et sœurs		
A mon oncle	Amadagaly	GUINDO
A tous ceux qui ont contribué à ma réussite		

*Trouvez, ici la légitime satisfaction morale et ma  
profonde reconnaissance pour les multiples peines que vous  
avez endurées pour moi.*

# REMERCIEMENTS



*Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à Monsieur Moussa Laurent COMPAORE pour sa disponibilité et le concours de ses compétences*

*Mes remerciements vont également à Monsieur KIENGA MATHIEU, à qui je suis reconnaissant de son aimable coopération.*

*Un grand merci aux habitants de Toba, pour l'accueil qu'ils m'ont réservé, particulièrement au président du groupement des agriculteurs : M. OUEDRAOGO Salifou.*

*Les riches enseignements que j'ai reçus m'ont beaucoup aidé à la réalisation de ce document. Que tous les professeurs de l'EIER en soient remerciés.*

*Ceci est le témoignage de ma reconnaissance à tous les élèves ingénieurs de la 28<sup>e</sup> promotion, et à tous mes compatriotes de l'EIER.*

# AVANT - PROPOS

Le présent document de mémoire de fin d'étude vient parachever les trois années d'études effectuées à l'EIER. Nous formons le souhait qu'à l'aide de ce document, les promoteurs du projet bénéficient d'un aide de financement au près des bailleurs de fonds, c'est à ce titre ; l'étude aurait atteint son objectif

Issa GUINDO  
Elève ingénieur de l'équipement rural

# LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1 :</b>	 utilisation de la flore à Toba
<b>Tableau 2 :</b>	 résultats des sondages
<b>Tableau 3 :</b>	 le pH des sols du périmètre
<b>Tableau 4 :</b>	 résultat des tests d'infiltration
<b>Tableau 5 :</b>	 caractéristiques du bassin versant
<b>Tableau 6 :</b>	 récapitulatif des calculs de la crue du projet
<b>Tableau 7 :</b>	 étude comparative des deux options d'aménagement
<b>Tableau 8 :</b>	 composition du cheptel
<b>Tableau 9 :</b>	 besoin en eau du cheptel
<b>Tableau 10 :</b>	 besoin en eau de la tomate
<b>Tableau 11 :</b>	 besoin en eau du riz pluvial
<b>Tableau 12 :</b>	 récapitulatif des besoins
<b>Tableau 13 :</b>	 évaporation sur la retenue
<b>Tableau 14 :</b>	 récapitulatif des besoins et des pertes
<b>Tableau 15 :</b>	 courbe hauteur – volume du barrage
<b>Tableau 16 :</b>	 simulation de présence d'ouvrage
<b>Tableau 17 :</b>	 débit maximum de pointe d'irrigation
<b>Tableau 18 :</b>	 dimensions du canal secondaire
<b>Tableau 19 :</b>	 dose d'engrais à prescrire
<b>Tableau 20 :</b>	 production d'une campagne agricole
<b>Tableau 21 :</b>	 devis des travaux du barrage
<b>Tableau 22 :</b>	 compte d'exploitation prévisionnel
<b>Tableau 23 :</b>	 variation du besoin en fond de roulement
<b>Tableau 24 :</b>	 flux financier prévisionnel
<b>Tableau 25 :</b>	 recette / dépenses au niveau de l'UPA
<b>Tableau 26 :</b>	 pluviométrie annuelle
<b>Tableau 27 :</b>	 pluies journalières maximales
<b>Tableau 28 :</b>	 répartition de la pluviométrie mensuelles
<b>Tableau 29 :</b>	 calcul test de perméabilité

## **RESUME**

Le développement socio- économique des sociétés rurales en Afrique subsaharienne suppose la maîtrise des ressources en eau de surface qui ont une importance vitale dans le système de production agricole et animale.

Ce constat inspire largement le présent rapport ; qui fait suite à une requête des ressortissants du village de Toba ; pour une étude de faisabilité de l'aménagement d'un bas – fond. Il s'inscrit dans le cadre d'un mémoire de fin d'étude.

Nous nous sommes fixés comme objectifs :

- ❖ -une identification des problèmes auxquels se heurte le développement de la localité de Toba ;
- ❖ -à partir du diagnostic du milieu, choisir le type d'aménagement approprié aux contextes physique, humain et socio- économique ;
- ❖ et en fin faire une étude technique de l'option retenue.

Le document commence par une description physique, humaine et socio –économique de la zone d'étude ;

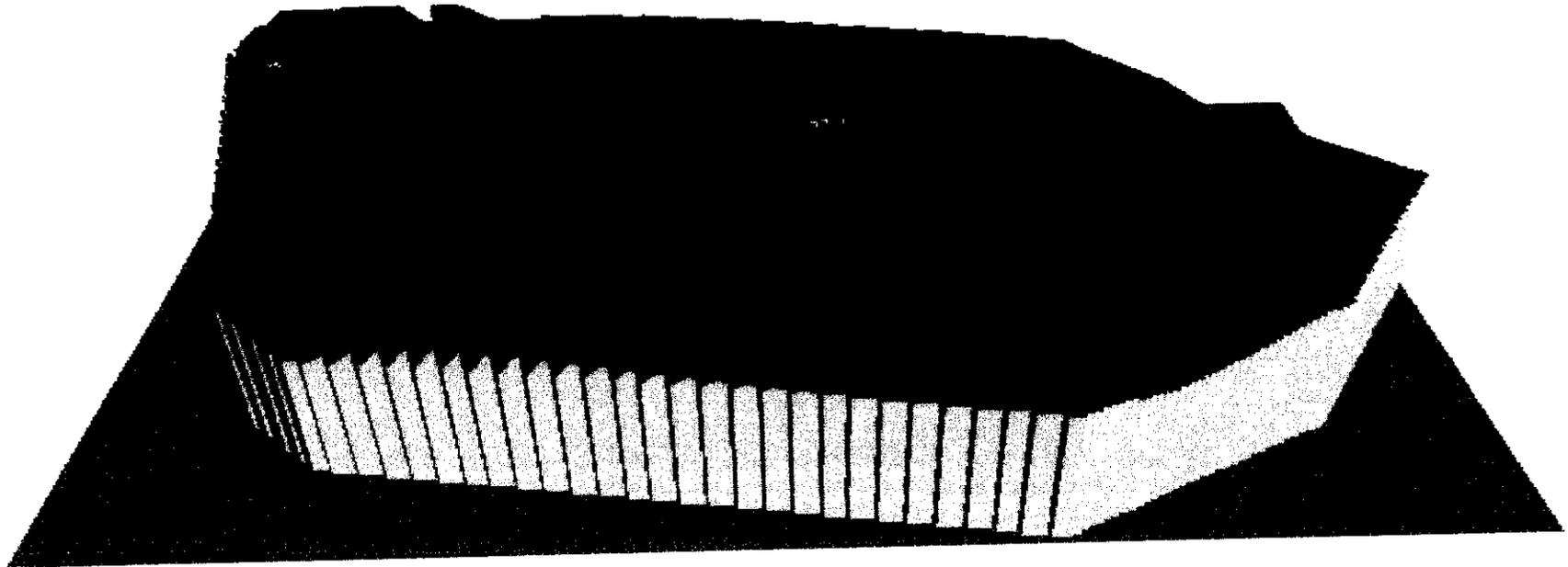
- l'inventaire sommaire des ouvrages de maîtrise des ressources en eau de surface est donné au troisième chapitre ;
- les chapitres :4,5,6,7 et 8 présentent respectivement l'étude du barrage, l'étude du périmètre, la mise en valeur, les termes de référence de l'étude d'avant projet détaillé, et l'étude économique ;
- la seconde partie porte sur l'évaluation des conséquences de l'aménagement sur les caractéristiques agro –écologique et socio – économique du milieu ;
- les notes de calcul sont données dans la troisième partie du rapport. Les illustrations, les données de base de calcul et les fiches géotechniques ; constituent la partie annexe du rapport.

# FICHE TECHNIQUE

<p>▲ INTITULE :</p> <p>▲ ORGANISME RESPONSABLE DU PROJET :</p> <p>▲ ZONE D'ETUDE :</p> <p>▲ ETHNIE :</p> <p>▲ POPULATION :</p> <p>▲ TAUX D'ACCROISSEMENT :</p> <p>▲ ACTIVITES :</p> <p>▲ POSITION GEOGRAPHIQUE DU SITE :</p> <p>▲ ANNEE D'ETUDE :</p> <p>▲ SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT :</p> <p>▲ CRUE DU PROJET :</p> <p>▲ TYPE D'OUVRAGE :</p> <p>▲ CARACTERISTIQUES DE LA DIGUE ;</p>	<p style="text-align: center;"><i>étude de faisabilité de l'aménagement du bas - fond de TORA</i></p> <p>groupement LACANTONNA Toba Messi 1007 habitants 2% Agriculture et élevage</p> <p>❖ longitude Ouest : 2° 45' ❖ Latitude Nord : 12° 45'</p> <p>1998 70KM<sup>2</sup> 81 m<sup>3</sup> /s barrage en terre</p> <p>❖ Nature: <i>digues homogènes en matériaux argileux</i></p> <p>❖ Longueur: 500 m</p> <p>❖ Largeur en crête: 3,5 m</p> <p>❖ Hauteur maximale / TN : 4,75 m</p> <p>❖ Talus: 1 / 2</p> <p>❖ Revanche: 1 m</p> <p>❖ Protection talus amont: <i>porré arrangé à la main</i></p> <p>❖ Protection du talus aval: <i>grave latéritique</i></p>
<p>▲ CARACTERISTIQUES DU D'AUVERSOIR :</p>	<p>❖ Type: <i>profil Craig</i></p> <p>❖ Position : <i>centrale</i></p> <p>❖ Nature : <i>béton cyclopéen</i></p> <p>❖ Longueur: 35 m</p> <p>❖ Hauteur maximale / TN: 3 m</p> <p>❖ Protection aval: <i>bassin de type II</i></p>
<p>▲ CARACTERISTIQUES DE LA CUVETTE ;</p>	<p>❖ volume maximum: 500.000 m<sup>3</sup></p> <p>❖ Cote plan d'eau normal: 288,27 m</p> <p>❖ Superficie: 47 ha</p>
<p>▲ OUVRAGE DE PRISE :</p> <p>▲ ZONBE D'EXPLPOITATION :</p> <p>▲ IRRIGATION A LA PARCELLE :</p> <p>▲ MISE EN VALEUR PREVUE :</p>	<p><i>prise d'eau en pied de digue en aval du barrage irrigation à la rate</i></p> <p>❖ Huit (8) hectares de cultures maraîchères</p> <p>❖ Trois (3) hectares de riziculture pluviale</p> <p>❖ abreuvement du bétail</p>

▲ DEVIS DES TRAVAUX DU BARRAGE :	110.022.505 FCFA
▲ DEVIS DES TRAVAUX DU PERIMETRE :	32.000.000 FCFA
▲ COUT A L'HECTARE :	18.400.544 FCFA
▲ TAUX DE RENTABILITE INTERNE :	8 %
▲ DELAI DE RECUPERATION DES INVESTISSEMENTS :	12 ans
▲ MODE DE FINANCEMENT :	
	❖ Investissement humain villageois
	❖ Demande de financement

**Mosaïque du Bas Fond  
de TOBA/ Département de Yaba  
Province du NAYALA**



## SOMMAIRE

<u>DEDICACE</u>	1
<u>REMERCIEMENTS</u>	2
<u>AVANT – PROPOS</u>	3
<u>LISTE DES TABLEAUX</u>	4
<u>RESUME</u>	5
<u>FICHE TECHNIQUE</u>	6
<u>INTRODUCTION</u>	9
<u>TERME DE REFERENCE</u>	10
<u>METHODOLOGIE DE L'ETUDE</u>	12

## PREMIERE PARTIE : MEMOIRE EXPLICATIF

I-	GENERALITES	17
L1	<b>PRESENTATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE</b>	17
L2.	<b>CLIMAT ET VEGETATION</b>	20
L2.1	<b>GEOLOGIE ET RELIEF</b>	21
II	ETUDES PRELIMINAIRES	22
II.1.	<b>ETUDE SOCIO – ECONOMIQUE</b>	22
II.1.1.	CONTEXTE HUMAIN	
II.1.2	TENURE FONCIERE	
II.1.3	SYSTEME DE PRODUCTION AGRICOLE	
II.1.4	SYSTEME DE PRODUCTION ANIMALE	
II.1.5	ACTIVITES EXTRA – AGRICOLES	
II.1.6	LES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES ET SOCIALES	
II.1.7	ORGANISATION SOCIALE.	
II.1.8	LA PROBLEMATIQUE DU DEVELOPPEMENT SOCIO-ECONOMIQUE	
II.1.9	LES ATTENTES DES PROMOTEURS	
II.1.10	LES FACTEURS DE FAISABILITE :	
II.1.11	CONCLUSION A L'ETUDE SOCIO- ECONOMIQUE	31
II.2.	<b>ETUDE TOPOGRAPHIQUE</b>	
II.2.1	TRAVAIL REALISE	
II.2.2	CONCLUSION SUR L'ETUDE TOPOGRAPHIQUE	34
II.3	<b>ETUDE GEOTECHNIQUE</b>	
II.3.1	TRAVAIL REALISE	
II.3.2	LES ESSAIS AU LABORATOIRE	
II.3.3	PUITS D'OBSERVATION DANS L'AXE DE L'OUVRAGE	
II.3.4	CONCLUSION	36
II.4.	<b>ETUDE PEDOLOGIQUE</b>	
II.4.1	ANALYSES	
II.4.2	CONCLUSION	38
II.5.	<b>ETUDE HYDROLOGIQUE</b>	
II.5.1	CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DU BASSIN VERSANT	
II.5.2	ETUDE STATISTIQUE DES PLUIES	
II.5.3	ESTIMATION DE LA CRUE DU PROJET : Q 100	

Ecole Inter - Etats d'Ingénieurs de l'Équipement Rural de Ouagadougou

II.5.4.	ETUDE DES APPORTS	43
II.6.	LA TOPOSEQUENCE DU BASSIN VERSANT	
III- CHOIX DU TYPE D'AMENAGEMENT		46
IV- ETUDE DU BARRAGE		47
IV.1	EVALUATION DES BESOINS EN EAU	47
IV.1.1	ALIMENTATION EN EAU DES HUMAINS	
IV.1.2	ALIMENTATION EN EAU DES ANIMAUX	
IV.1.3	BESOINS AGRICOLES	50
IV.2	EVALUATION DES PERTES	
IV.2.1	PERTE PAR EVAPORATION	
IV.2.2	LES INFILTRATIONS	
IV.2.3	LES PERTES PAR ENVASEMENT	52
IV.3	LA COURBE HAUTEUR - VOLUME	52
IV.4	COURBE D'UTILISATION DE LA RETENUE :	55
IV.5	OUVRAGE DE PRISE	50
IV.6	ETUDE DE L'EVACUATEUR DE CRUE	
IV.6.1	TYPE D'EVACUATEUR	
IV.6.2	ETUDE DU LAMINAGE	
IV.6.3	POSITION DU DEVERSOIR	
IV.6.4	LE BASSIN A RESSAUT	57
IV.7	LA HAUTEUR DE LA DIQUE	57
IV.8	LA LARGEUR EN CRETE	57
IV.9	PENTE DES TALUS	58
IV.10	PROTECTION DES TALUS	58
IV.11	TRANCHEE D'ANCRAGE	58
IV.12	PROTECTION CONTRE LES INFILTRATIONS DANS LA DIQUE	58
V- ETUDE DU PERIMETRE		59
V.1	LE RESEAU D'IRRIGATION	59
V.2	LE RESEAU DE DRAINAGE	61
VI- ETUDE DE MISE EN VALEUR		64
VI.1	LES SPECULATIONS	64
VI.2	SUPERFICIE AMENAGEE	64
VI.3	LA FERTILISATION	64
VI.4	PRODUCTION PROJEE	65
VI.5	FACTEURS DE PRODUCTION	65
VII- AVANT PROJET DETAILLE		66
VII.1.	TERMES DE REFERENCE	66
VII.1.1	ETUDE HYDROLOGIQUE	
VII.1.2	ETUDE TOPOGRAPHIQUE	
VII.1.3	ETUDE GEOTECHNIQUE	
VII.1.4	ETUDE D'INGENIERIE DE CONCEPTION DU BARRAGE	
VII.1.5	ETUDE PEDOLOGIQUE	

École Inter - Etats d'Ingénieurs de l'Équipement Rural de Ouagadougou

VII.1.6	ETUDE D'INGENIERIE DE CONCEPTION DU PERIMETRE	
VII.1.7	ETUDE SOCIO - ECONOMIQUE	
VII.1.8	ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	68
<b>VII.2</b>	<b>LE COUT</b>	
VIII-	CALCUL ECONOMIQUE	71
<b>VIII.1</b>	<b>INVESTISSEMENT INITIAL</b>	71
VIII.1.1	COUT DE L'ETUDE DE FAISABILITE	
VIII.1.2	COUT DE REALISATION DES TRAVAUX	
VIII.1.3	COUT DE L'ETUDE D'AVANT PROJET DETAILLE	
VIII.1.4	ENCADREMENT ET FORMATION	
VIII.1.5	COUT DES TRAVAUX ET CONTROLE DU PERIMETRE	74
<b>VIII.2</b>	<b>LES CHARGES DE FONCTIONNEMENT ET D'ENTRETIEN</b>	
VIII.2.1	LES FRAIS D'ENTRETIEN	
VIII.2.2	CHARGES D'EXPLOITATION	
VIII.2.3	L'AMORTISSEMENT DES OUVRAGES	
VIII.2.4	LES REVENUS D'EXPLOITATION	76
<b>VIII.3</b>	<b>COMPTE D'EXPLOITATION PREVISIONNEL A L'HECTARE</b>	76
<b>VIII.4</b>	<b>LE TAUX DE RENTABILITE INTERNE - DELAI DE RECUPERATION</b>	78
<b>VIII.5</b>	<b>LE DELAI DE RECUPERATION / -DRG</b>	78
<b>VIII.6</b>	<b>MARGE BRUTE DE L'UPA</b>	79
<b>VIII.7</b>	<b>EFFETS GENERALISES</b>	
<b>DEUXIEME PARTIE ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT</b>		
I-	INTRODUCTION:	81
II-	PRESENTATION:	81
II.1	POTENTIALITES AGRICOLES	82
II.2	POTENTIALITES HYDRAULIQUES	82
II.3	DESCRIPTION DU SITE	82
III-	IMPACTS NEGATIFS ET POSITIFS	82
III.1	IMPACTS NEGATIFS	82
III.1.1	LA DEGRADATION DE LA VEGETATION	
III.1.2	LA DEGRADATION DE LA FAUNE	
III.1.3	LA DEGRADATION DES SOLS	
III.1.4	LA MODIFICATION DE LA QUALITE DES EAUX	
III.1.5	LA DETERIORATION DE LA SANTE DES POPULATIONS	
III.1.6	LES PROBLEMES SOCIAUX	85
III.2	LES IMPACTS POSITIFS	
III.2.1	LES AVANTAGES SOCIAUX	
IV-	LES MESURES D'ATTENUATION	86
IV.1	POUR LA DEGRADATION DES SOLS	86
IV.2	POUR LA DEGRADATION DE LA VEGETATION	87
IV.3	POUR LA DEGRADATION DE LA FAUNE	87

Ecole Inter - Etats d'Ingénieurs de l'Équipement Rural de Ouagadougou

<b>IV.4</b>	<b>POUR LA DEGRADATION DE LA SANTE DES POPULATIONS</b>	<b>87</b>
<b>IV.5</b>	<b>POUR LA POLLUTION DES EAUX</b>	<b>87</b>
<b>IV.6</b>	<b>POUR LES ACCIDENTS DE TRAVAIL</b>	<b>87</b>
<b>IV.7</b>	<b>POUR L'INONDATION DES CHAMPS</b>	<b>88</b>

## TROISIEME PARTIE: NOTE DE CALCUL

<b>I</b>	<b>CALCULS HYDROLOGIQUES</b>	<b>91</b>
<b>I.1</b>	<b>ETUDE DES PLUIES</b>	<b>91</b>
<b>I.1.1</b>	PLUIES ANNUELLES	
<b>I.1.2</b>	PLUIES JOURNALIERES MAXIMALES DE 24 HEURES	<b>95</b>
<b>I.2</b>	<b>CALCUL DE LA CRUE D'ETUDE</b>	
<b>I.2.1</b>	CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU BASSIN VERSANT	<b>98</b>
<b>I.2</b>	<b>CALCUL DES APPORTS MOYENS ANNUELS</b>	
<b>II</b>	<b>CALCULS PEDOLOGIQUE</b>	<b>100</b>
<b>II.1</b>	<b>LA PERMEABILITE</b>	<b>100</b>
<b>III</b>	<b>CALCULS BESOIN EN EAU ET PERTES</b>	<b>102</b>
<b>III.1</b>	<b>BESOIN EN EAU</b>	<b>102</b>
<b>III.2</b>	<b>PERTE PAR ENVAISEMENT :</b>	<b>102</b>
<b>IV</b>	<b>CALCUL DES OUVRAGES</b>	<b>104</b>
<b>IV.1</b>	<b>CALCUL DU DEVERSOIR</b>	<b>104</b>
<b>IV.1.1</b>	LA LONGUEUR	
<b>IV.1.2</b>	CALCUL DE LA LONGUEUR DU BASSIN	
<b>IV.1.3</b>	DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES DU BASSIN DE DISSIPATION	
<b>IV.1.4</b>	TAPIS DRAIN	
<b>V</b>	<b>CALCUL DU DEVIS QUANTITATIF</b>	<b>107</b>
	<b>QUATRIEME PARTIE: ANNEXES:</b>	<b>109</b>

# INTRODUCTION GENERALE

Dans les pays sahéliens, depuis pratiquement trois décennies, les modifications de l'environnement climatique associées à la croissance démographique, à la dégradation des terres et à l'entrée de l'agriculture dans l'économie de marché, ont profondément changé les conditions de mise en valeur agricole traditionnelle des bas - fonds en Afrique soudano - sahélienne.

Compte tenu de cette nécessité impérative d'adaptation aux conditions défavorables et aux mutations socio - économiques, les paysans ont été conduit à modifier l'utilisation de leur terroir, en plaçant leurs cultures dans les zones réceptrice de ruissellement, et dans les grands axes de drainage : les bas - fonds.

Les bas - fonds, axes de convergence préférentielle des eaux de surface, des écoulements hypodermiques et des nappes phréatiques, aux sols chimiquement fertiles, présentent désormais aux yeux des paysans sahéliens un intérêt agro-économique grandissant. Dans les régions où les bas - fonds n'étaient généralement pas exploités, les tentatives spontanées de mise en valeur individuelle ou collective se multiplient. La maîtrise des crues dans les bas - fonds est devenue une préoccupation majeure des sociétés rurales, qui ont besoin d'ouvrages adaptés aux composantes naturelle, agronomique, sociale, économique et financière de leur milieu.

C'est dans cette perspective que l'association pour le développement du village de Toba dénommée « LAGAM'NOMA » a entrepris l'étude de faisabilité d'un bas - fonds à Toba qui fait l'objet de ce présent rapport, et s'inscrit dans le cadre du mémoire de fin d'étude à l'EIER au titre de l'année académique 1998 - 1999.

# LES TERMES DE REFERENCE

A -

**ASSOCIATION POUR LE DEVELOPPEMENT  
DU VILLAGE DE TOBA  
« LAGAM'NOMA »**

**BURKINA FASO  
Unité - Progrès - Justice**

## PROJET DE TERMES DE REFERENCE D'UNE ETUDE DE FAISABILITE DE L'AMENAGEMENT DU BAS - FOND DE TOBA

### A-1-CONTEXTE

Toba connu sous le nom de Namalgué, est une localité située au Nord - Ouest du Burkina faso, à 180 km environ de Ouagadougou, la capitale du pays, et à 12 km à l'Est de Toma, chef lieu de province du Nayala. Peuplé essentiellement de Mossi, Toba est un village à vocation agropastorale.

Une rivière à écoulement temporaire, traverse le village d'Est en Ouest. Dans les années 1960, l'abondance des pluies favorisait les cultures maraîchères d'Octobre à Avril. Les activités de contre - saison constituaient une source de revenus substantiels pour les paysans.

La rareté des pluies dans ces dernières années a provoqué un exode massif de la population vers les régions de l'Ouest du Burkina. La saison sèche est marquée par un manque crucial d'eau s'oppose à tout développement de l'élevage à cause du problème d'abreuvement du bétail. Ainsi le village se trouve confronté à un problème de développement socio - économique, l'absence des activités de contre saison compromet la fixation des jeunes dans leur terroir.

Dans le souci de promouvoir le développement du village, a vu le jour en 1995 une association pour le développement du village de Toba dénommé « LAGAM'NOMA ». Cette association est le fruit de l'aide d'ONG et d'amis, de petits projets communautaires de développement local.

Dans l'optique de soumettre à des bailleurs de fonds des requêtes de financement, l'association souhaite monté un dossier de projet fiable. Les données disponibles sur le village sont :

- ❖ Une carte au 1 /200.000 de la région ;
- ❖ une esquisse d'un plan de courbes de forme de la cuvette ;

## 2 -1-OBJECTIFS

L'objectif de l'étude est de présenter la faisabilité de l'aménagement du bas - fond; pour une exploitation rationnelle de ses possibilités. L'étude doit présenter des variantes d'aménagement du bas - fond tout en mettant l'accent sur la participation communautaire villageoise.

## 3 - TRAVAIL DEMANDE

Elaborer un dossier de faisabilité de l'aménagement , fiable permettant d'aboutir à un financement au près des bailleurs de fonds.

## 4 - MOYENS MIS A LA DISPOSITION DE L'ELEVE - INGENIEUR

L'association mettra à la disposition de l'élève ingénieur une équipe topographique pour les levés de terrain. Les travaux de bureau ( report, mise au net...) seront pris en charge par l'association ainsi que les repas et l'hébergement lors des travaux de terrain.

B

# METHODOLOGIE DE L'ETUDE

## B-1 \* LES OBJECTIFS DE L'ETUDE

La présente étude fait suite à une requête de l'association pour le développement du village de Toba au près de l'école inter - états d'ingénieurs de l'équipement rural (EIER). Elle s'inscrit dans un cadre de mémoire de fin d'étude.

L'objectif de l'étude, est en premier lieu d'étudier et d'analyser le milieu afin d'élaborer des propositions d'aménagement, et en second lieu, de choisir en fonction de toutes les informations disponibles (physique, sociale, agronomique et économique), l'aménagement le mieux adapté. La finalité de l'étude de faisabilité de l'aménagement du bas - fond de Toba, est l'élaboration d'un dossier de recherche de financement au près des bailleurs de fonds.

## B-2 \* METHODOLOGIE

En prenant en compte les termes de référence, la méthodologie que nous avons adoptée pour réaliser l'étude de faisabilité se présente en trois phases:

- |                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| ☛ Première phase  | : approche préliminaire ;   |
| ☛ Deuxième phase  | : étude technique de base ; |
| ☛ Troisième phase | : étude du projet .         |

### B-2 \* .1\* APPROCHE PRELIMINAIRE

#### \* ANALYSE DES DOCUMENTS

Nous avons mené des investigations documentaires afin de collecter les éléments d'information générales (pédologique, géologique, hydrologique, environnementales, météorologiques ...) sur la zone à aménager. Toutes les informations ont été analysées avant d'entreprendre la reconnaissance du site.

#### \* RECONNAISSANCE DU SITE

Après les premières analyses documentaires, une reconnaissance de terrain a été entreprise. Elle a concerné les aspects suivants :

- ❖ L'observation générale du terrain (topographie, sols, utilisation de l'espace, la végétation..) ;

- ❖ rencontre avec les personnes ressources (chefs de village, chef des terres<sup>o</sup>)

### \* ENQUETE SOCIO - ECONOMIQUE

Dans le but d'intégrer les aspects socio - économiques dans l'étude du projet, nous avons mené des enquêtes sur un échantillon de 33 UPA sur une population 160 UPA. Nous avons bénéficié de l'appui des jeunes du village pour la réalisation de l'enquête.

## B-2 2.2\* ETUDES TECHNIQUES DE BASE

### \* ETUDE TOPOGRAPHIQUE

Le plan topographique (plan à l'échelle 1/2000 du site ) a été fourni par les promoteurs du projet. Il a servi de support pour l'établissement du profil en long du marigot et le profil en travers de l'axe présumé de la digue.

### \* ETUDE GEOTECHNIQUE

Elle a consisté a la recherche d'une zone d'emprunt, par la réalisation d'un puits d'un mètre de profondeur et au prélèvement d'échantillons. Au niveau de l'axe de la digue, nous avons réalisé un puits d'observation. Les puits de sondage ont été réalisés dans la cuvette. Les matériels utilisés sont :

- ☞ barre à mine ;
- ☞ pioche ;
- ☞ pelle

Les essais suivants ont été réalisés :

- ☞ analyse granulométrique ;
- ☞ la sédimentométrie ;
- ☞ proctor normal ;
- ☞ limites d'Atterberg.

### \* ETUDE PEDOLOGIQUE

Nous avons procédé à des tests de perméabilité sur le site du périmètre dans des trous (3) de 50 cm de profondeur, et 15 cm de diamètre. Les prélèvements ont été effectués pour la détermination du pH des sols. Les mêmes matériels de l'étude géotechnique ont été utilisés.

### \* ETUDE HYDROLOGIQUE

Sur la base des données météorologiques, et de la visite de reconnaissance de la zone, nous avons déterminé :

- ☛ les caractéristiques du bassin versant ;
- ☛ les pluies annuelles (médiane, fréquences décennale et quinquennale) et journalières maximales de fréquence décennale ;
- ☛ la crue du projet (fréquence centennale) ;
- ☛ les apports annuels (moyens, fréquences décennale et quinquennale) ;
- ☛ l'envasement annuel de la retenue par les matières solides.

### \* ETUDE SOCIO - ECONOMIQUE

Un dépouillement des fiches techniques nous a permis de procéder à une analyse des problèmes socio - économiques et d'identifier les besoins des promoteurs.

### B-2 2.3\* ETUDE DU PROJET

Les résultats de la deuxième phase nous a permis d'élaborer une étude technique sommaire de l'ouvrage, retenu pour l'aménagement du bas - fond, après une étude technique (sommaire) comparative des variantes. L'étude du projet s'est articulée autour des points suivants :

### \* ETUDE DU BARRAGE

Elle a consisté à :

- ☛ dimensionner le déversoir et le bassin de dissipation;
- ☛ dimensionner et caler la digue en fonction des besoins et des pertes ;
- ☛ proposer des techniques de protection des ouvrages ;
- ☛ établir le devis quantitatifs et estimatifs du barrage.

### \* ETUDE DU PERIMETRE

Nous avons fait des propositions d'aménagement du périmètre en aval du barrage, et procédé au dimensionnement des ouvrages suivants :

- ☛ le canal principal d'irrigation ;
- ☛ les canaux tertiaires ;
- ☛ le canal secondaire ;
- ☛ la colature de ceinture.

### \* ETUDE DE MISE EN VALEUR

Nous avons fait des propositions d'amendement des sols, pour un meilleur rendement de l'exploitation. et la technique d'irrigation à adopter

### \* ETUDE ECONOMIQUE

Cette partie à consister à étudier :

- ☞ les dépenses d'investissement ;
- ☞ les dépenses d'exploitation ;
- ☞ le taux de rentabilité interne ;
- ☞ le délai de récupération des investissements.
- ☞ les effets généralisés(sommaires) du projet.

### \* ETUDE d'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Cette partie à consister à inventorier les conséquences positives et négatives du projet sur le milieu naturel et sur les populations de la région. Des propositions de mesures d'atténuation des effets néfastes ont été faites.

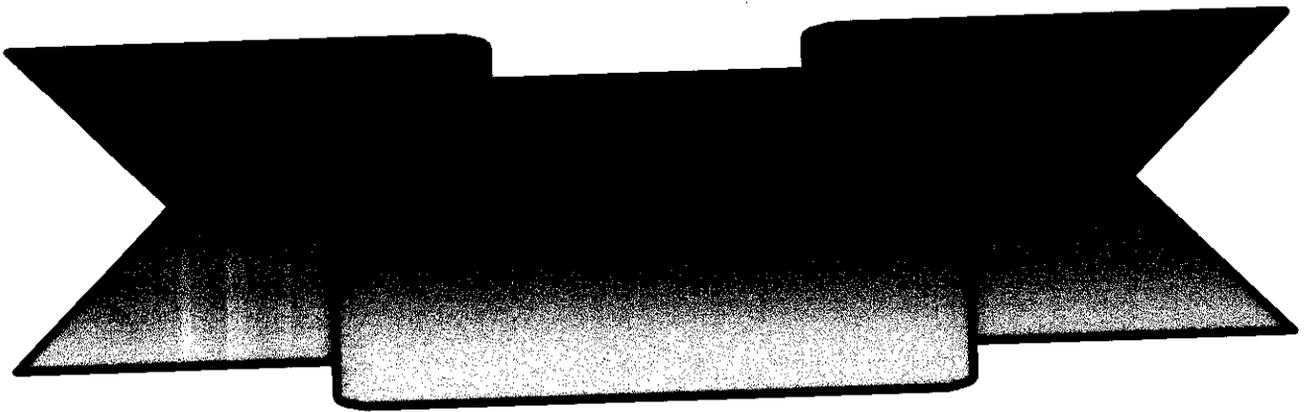
### B-2 4\* PERSONNEL AFFECTE A L'ETUDE

- ☞ L' élève ingénieur :
- ☞ Le professeur encadreur :
- ☞ le représentant du promoteur :

M. GUINDO Issa ;  
M. Moussa Laurent COMPAORE ;  
M.KIENTGA Mathieu

### B-2 5\* CALENDRIER DE L'ETUDE

Recherche documentaire :	10 Mars au 20 Mars
Phase terrain :	10 Avril au 17 Avril
Phase étude :	20 Avril au 28 Mai
Observations de l'encadreur sur la version provisoire :	29 Mai au 2 Juin
Correction et préparation de la version définitive :	3 Juin au 13 Juin
Remise de la version définitive :	14 Juin



## I

**GENERALITES****I.1 PRESENTATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE**

Toba est un village situé dans la préfecture de Yaba et dans la province du Nayala. Il est situé au Nord - Ouest du Burkina faso et à *180 km* environ de la capitale (Ouagadougou).

Il est desservi par :

la route Ouaga - Koudougou :	<i>100 km</i> ( route goudronnée)
la route Koudougou - Toma :	<i>68 km</i> (route enterre)
la piste Toma - Toba :	<i>12 km</i> ( sentier).

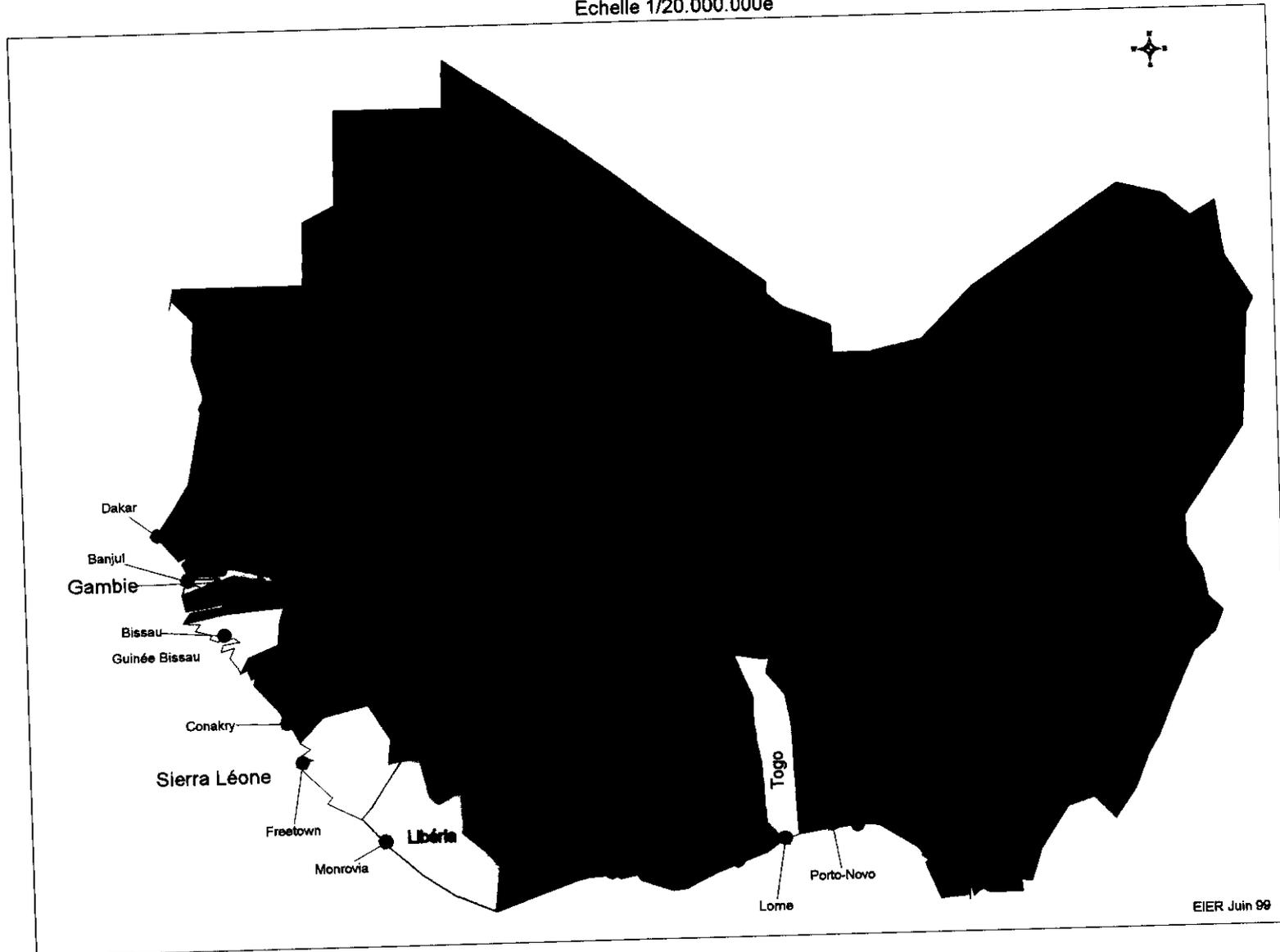
Position géographique :

☛ *12 ° 45 ' latitude Nord*

☛ *2 ° 45 ' longitude Ouest*

# AFRIQUE DE L'OUEST

Echelle 1/20.000.000e



## Légende

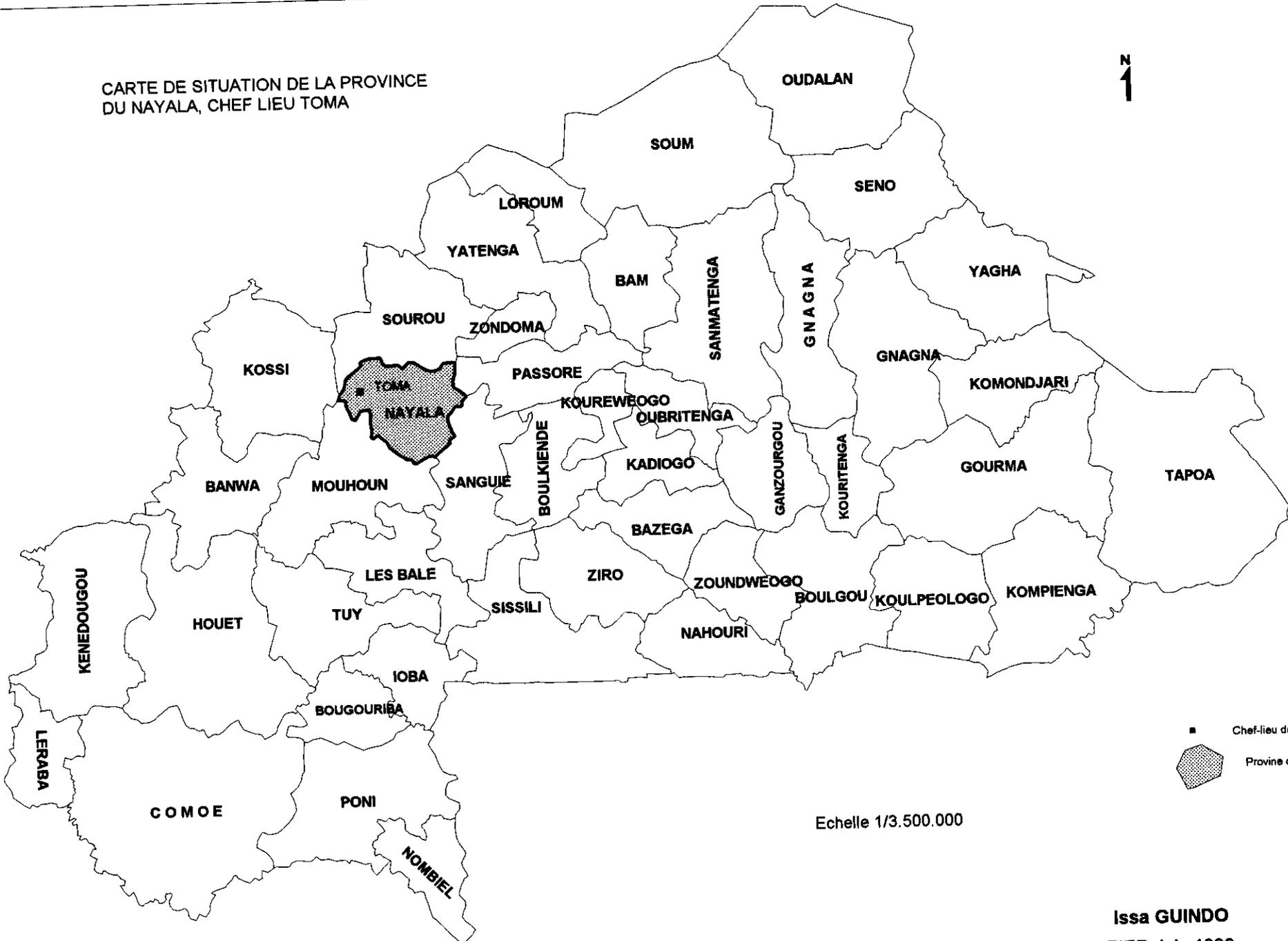
- Capitale d'état
- Limite d'état

EIER Juin 99

**Issa GUINDO**  
**EIER Juin 1999**

Source: Données MapInfo

CARTE DE SITUATION DE LA PROVINCE  
DU NAYALA, CHEF LIEU TOMA



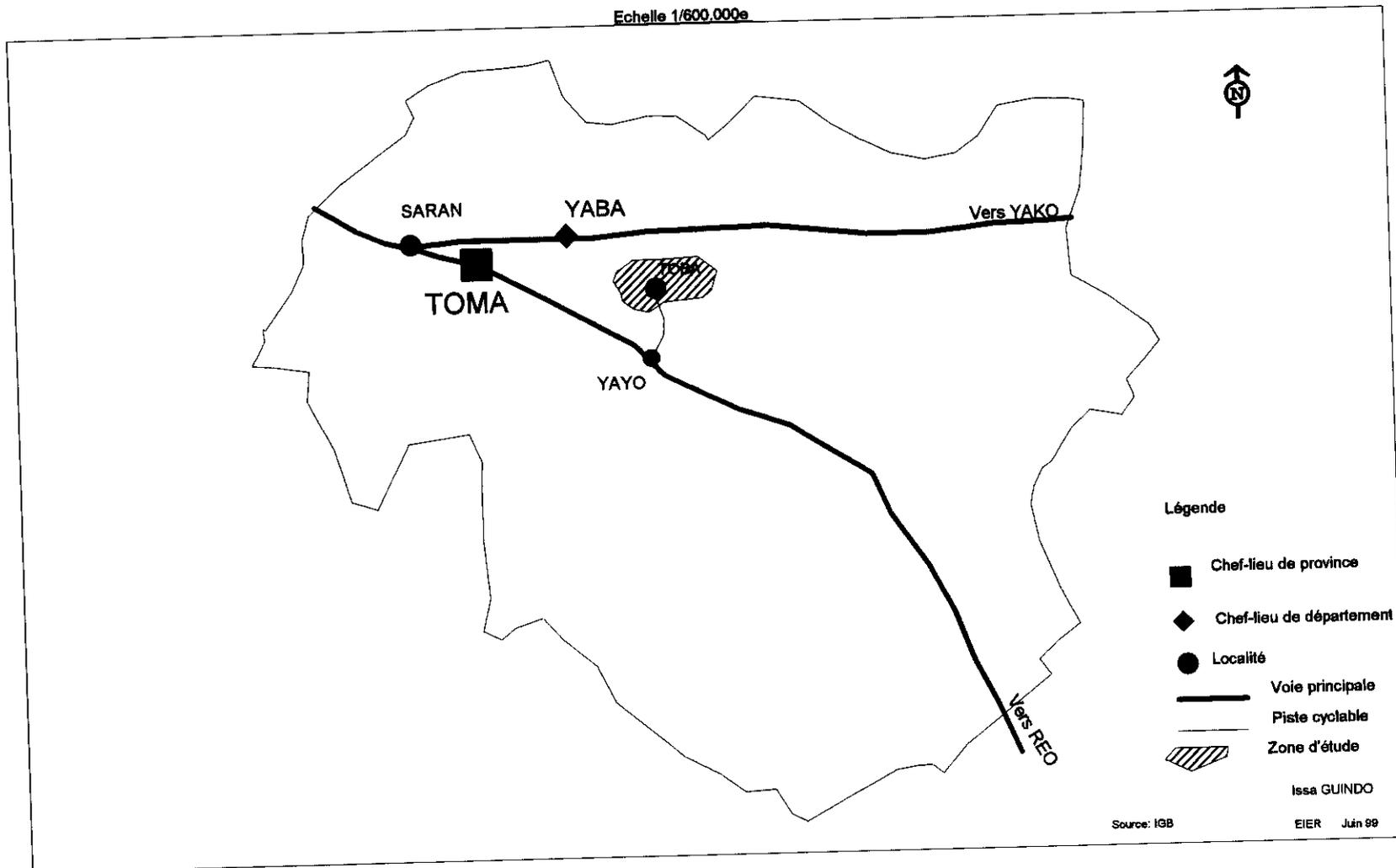
- Chef-lieu de Province
- ▨ Province concernée

Echelle 1/3.500.000

Issa GUINDO  
EIER Juin 1999

# CARTE DE LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE

Echelle 1/600.000e



## 12. CLIMAT ET VEGETATION

Le climat est de type sahélien caractérisé par deux saisons bien marquées :

- ❖ une saison des pluies de quatre mois ( de juin à septembre) ;
- ❖ une saison sèche de huit mois (octobre - mai) ;
- ❖ des précipitations moyennes de 705 mm ;
- ❖ un régime torrentiel de pluie de forte intensité ;
- ❖ une répartition temporelle et spatiale très aléatoire des pluies au cours de la saison ;
- ❖ une évaporation de l'ordre de 300 mm / mois.

La végétation de la région est caractérisée par :

- ❖ une savane arborée comprenant une strate supérieure constituée de *Andasonia digitata* (baobab), *Khaya senegalensis*, etc...
- ❖ une strate moyenne composée de petit arbre et arbustes : *Ziziphus mauritania*, *Tamarindus indica*, *Butyrospermum parkii* (karité), acacia seyal, balanites aegyptiaca, acacia senegal, etc...
- ❖ une strate herbacée qui se dessèche après l'hivernage : *Andropogon gayanus*, *Andropogon tectorum*, etc...

La forêt galerie se développe dans les bas - fonds.

▲ **Tableau 1 : utilisation de la flore à Toba**

ESPECES	BOIS	PRODUIT ALIMENTAIRE	
		MEDICAMENT	FOURRAGE
<b>Acacia albida</b>	+	+	+
<b>Acacia senegal</b>	+	+	+
<b>Andasonia digitata</b>	-	+	-
<b>Butyrospermum parkii</b>	-	+	-
<b>Ziziphus mauritania</b>	+	+	+
<b>Balanites aegyptiaca</b>	-	+	+
<b>Tamarindus indica</b>	+	+	-
<b>Acacia seyal</b>	+	+	+
<b>Andropogon ayanus</b>	-	-	+
<b>Andropogon gayanus</b>	-	-	+

+ : utilité

- : pas d'utilité

## 1.2.1 GÉOLOGIE ET RELIEF

La région d'étude repose sur le socle Précambrien Antebirimien. La formation géologique est migmatite gneissique à biotite. Le relief est dans l'ensemble constitué d'ondulations de terrain.

## II

**ETUDES PRELIMINAIRES****II.1. - ETUDE SOCIO – ECONOMIQUE**

L'étude socio- économique ci- après résulte des enquêtes que nous avons effectuées dans le village. Les résultats du dépouillement sont présentés sous forme de tableau en annexe 01

**II.1.1. CONTEXTE HUMAIN**

Les fondateurs du village sont les Samos. Les habitants actuels sont originaires de la province du Passoré, où ils quittèrent à la recherche de terre agricole.

Le village de Toba est caractérisé par son homogénéité ethnique constituée de Mossi..

Le recensement de 1995 a estimé la population à 1607 habitants. En appliquant à cet effectif, le taux d'accroissement de 2 %, on obtient une population de 1739 habitants à la date de l'étude du projet d'aménagement ( 1999) répartie entre quatre quartiers qui sont :

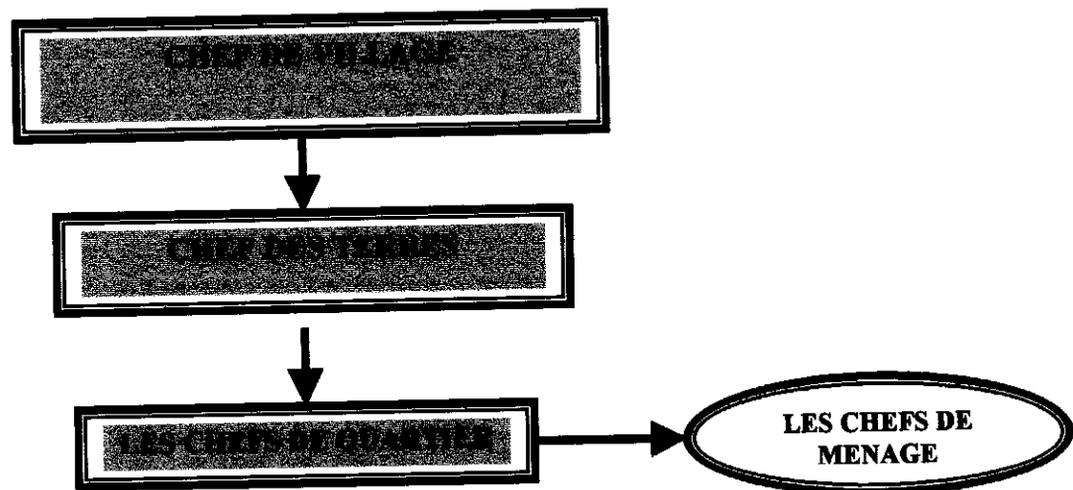
- ❖ Souka ;
- ❖ Zimidi ;
- ❖ Kalentogo ;
- ❖ Yalgo.

Les Mossis de Toba tissent des bonnes relations avec les populations autochtones (villages voisins peuplés de Samos) de la région .

Sur le plan des confessions religieuses, les musulmans seraient majoritaires, devant les chrétiens. On note la présence de quelques animistes. Quant aux pratiques coutumières, elles sont rares, l'unique bois sacré du village fait l'objet des sacrifices à l'approche de l'hivernage.

L'organisation administrative traditionnelle ne présente pas de particularité. Elle est structurée de la manière suivante :

École Inter - Etats d'Ingénieurs de l'Équipement Rural de Ouagadougou



Le chef de village administre, dirige et gère les problèmes liés à la vie quotidienne de ses administrés. Il est secondé par le chef des terres qui s'occupe des questions coutumières et foncières. Ensuite nous avons les chefs de quartier au nombre de quatre.

L'administration est représentée au village par un délégué administratif. Il joue le rôle de porte parole des deux pouvoirs.

Le pouvoir religieux est représenté par l'Imam du village : il est le chef des cérémonies religieuses : baptême, funéraille, mariage religieux, etc....

## II.1.2 TENURE FONCIERE

A Toba, le propriétaire (ressortissant du village) a le droit absolu de gestion et de contrôle d'utilisation des terres qu'ils exploite. Selon les villageois, dans le cadre d'un éventuel aménagement du bas - fond; d'intérêt villageois, les exploitants des parcelles dans l'emprise du projet, ont exprimé leur volonté de se plier à la volonté collective. Les conflits relatifs à la terre ne sont pas fréquents dans le village.

## II.1.3 . SYSTEME DE PRODUCTION AGRICOLE

L'agriculture est la première occupation des ménages. Elle est pratiquée d'une manière extensive sur les plateaux et sur les versants. Le bas - fond est la zone de cultures intensive et sécurisante.

Les cultures vivrières, qui garantissent une certaine sécurité alimentaire, prédominent largement : le mil, le sorgho, le niébé et le maïs. Les cultures de rentes sont rares, néanmoins on cultive dans le village, le coton, l'arachide et quelquefois du riz pluvial dans le bas - fond. Avant les longues périodes de sécheresse, le bas - fond était une zone culture de pomme de terre, de patate douce et des cultures fruitières. La jachère est pratiquée par les paysans et varie de 2 à 4 ans selon la disponibilité en terres cultivables du paysan. La rotation entre les trois spéculations : mil, arachide et coton est pratiquée dans certaines parcelles.

Pour les travaux, les paysans ne disposent que des outils d'attelage (charrues, herses..) modestes. L'utilisation de l'engrais est limitée à cause de son coût élevé ( NPK : 11.000 F/ 50 kg) et les rendements sont aléatoires dû à la fertilité faible des sols et à la non maîtrise de l'eau. Le jardinage de contre saison n'existe pas dans le village car les puits traditionnels tarissent précocement. Le taux de commercialisation des cultures est en général faible du fait que la priorité est donnée à l'autoconsommation. La culture du coton bénéficie de l'encadrement de la SOFITEX ( société des fibres et textiles du Burkina). Celle-ci s'occupe de toute la filière coton : fourniture d'intrants, commercialisation (achat et transport). Il est important de noter que la culture du coton dans le village de Toba, ne répond pas aux aspirations des paysans aux yeux de qui, elle devait être une source de liquidité pour faire face à la période de soudure. La baisse de la production du coton est motivée, d'après les paysans :

- ➡ par un déficit hydrique pendant certaines périodes clé du système végétatif ;
- ➡ par l'action des parasites.

Dans le système de production agricole du village il n'y a pas de division de travaux agricoles selon le genre ce qui fait que les femmes sont présentes à toutes les phases des travaux champêtres. Outre ces travaux, les femmes s'occupent de la transformation du karité et du néré et des tâches ménagères quotidiennes (corvée d'eau, cuisine, etc..)

#### II.1.4 SYSTEME DE PRODUCTION ANIMALE

Bien que l'élevage occupe la seconde place d'activité des paysans (en temps et en travail consacré à cette activité), elle n'est pas négligeable à l'échelle du ménage. Chaque famille possède : des bovins, des petits ruminants et des volailles.

Les bœufs sont surtout destinés à la culture attelée et à l'élevage pastorale. En cas de besoin au moment des fêtes, les animaux sont vendus ou tués pour être consommés. La transhumance n'est pas très pratiquée dans le village, les zones de parcours se situent dans le bas - fond et les parcs sont autour des concessions. L'insuffisance de l'alimentation en eau du cheptel et quelques maladies bovines constituent de sérieux handicaps pour l'élevage. Néanmoins, périodiquement le service de la santé animale procède à des campagnes de vaccination.

Le cheptel est composé de :

470 bovins  
1400 ovins  
2100 caprins  
280 azins

## II.1.5 ACTIVITES EXTRA – AGRICOLES

Après les travaux champêtres, les villageois généralement n'ont pas d'autres activités de contre - saison entraînant ainsi un chômage saisonnier surtout au niveau de la couche juvénile. Le petit commerce pratiqué par une très faible minorité n'est pas représentatif à l'échelle du village. La saison sèche est la période de réparation ou de construction de maisons ou de grainiers.

## II.1.6 LES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES ET SOCIALES

A Toba il y a trois forages équipés de pompes « volonta » . Les besoins en eau du cheptel et des humains sont partiellement couverts à cause du débit très faible des forages. Les rares puits traditionnels du village tarissent précocement après les pluies.

L'absence d'un marché local, conduit les populations à fréquenter les marchés extérieurs suivants :

☛ Bangogo : 5 km ;  
☛ Sillé : 4 km ;  
☛ Kera : 8 km ;  
☛ Sapala : 12km.

Les petits ruminants, et les surplus céréaliers, constituent les principales ventes sur ces marchés respectifs. Les achats représentent des volumes importants et disproportionnés par rapport aux ventes.

### II.1.7 ORGANISATION SOCIALE.

Les groupements dans le village sont :

- ❖ le groupement des agriculteurs ;
- ❖ le groupement des femmes.

Le champ collectif existe dans le village, la récolte est le plus souvent vendue pour faire face à certaines dépenses d'intérêt collectif. Les femmes interviennent dans les champs des particuliers dans un but lucratif. Par le passé grâce à l'octroi de crédit par l'ADRTOM (association pour le développement de la région de Toma), les femmes pratiquaient l'emboûche bovine.

Le centre d'alphabétisation du village est le fruit d'un investissement financier et humain collectif.

### II.1.8 LA PROBLEMATIQUE DU DEVELOPPEMENT SOCIO-ECONOMIQUE

L'analyse de l'étude socio - économique nous a permis de situer le manque d'eau comme le problème principal et l'entrave majeur à l'auto- développement de Toba. Le manque d'infrastructure de santé primaire contraint les villageois à transporter les malades à vélo jusqu'au dispensaire le plus proche : Bounou (8km). L'abandon des études par les enfants est généralement motivé par les difficultés financières des parents.

Le manque d'activité de contre saison a conduit les populations à migrer vers les régions de l'Ouest du pays. Cette migration persistante et évolutive est un fléau social qui pose un problème de surexploitation des terres agricoles dans les régions d'accueil.

La faune a subi les conséquences néfastes de l'assèchement précoce du bas - fond

## II.1.9 LES ATTENTES DES PROMOTEURS

### A COURT TERME

L'objectif primordial que les villageois ont assigné au projet est de pratiquer le maraîchage en vue de disposer de légume pour la consommation alimentaire et surtout pour la commercialisation. Le secteur est non seulement générateur de revenus, mais aussi permet d'occuper les jeunes en saison sèche ce qui contribuera à freiner l'exode rural et l'émigration.

L'objectif secondaire est l'abreuvement du bétail. En effet, selon eux, la réalisation du projet permettra le maintien sur place du cheptel d'où un meilleur suivi et un encadrement correct de l'activité pastorale. Il en résultera donc un accroissement du bétail qui de nos jours, constitue un gros pourvoyeur de devises pour les populations rurales.

Le projet facilitera les travaux de société comme la lessive, la construction, le compostage, etc. ....

### A MOYEN TERME

Explorer les possibilités de pisciculture en vue d'une relance des activités de pêche. Les populations aimeraient voir cette activité se développer.

### A LONG TERME

Le rehaussement du niveau de la nappe du village, par la réalisation d'un ouvrage de retenue.

## II.1.10 LES FACTEURS DE FAISABILITE :

### LE SITE DU PROJET

Le site se trouve à une distance raisonnable des quatre quartiers du village. On y note la présence des petits champs de sécurité céréalière. Le petit verger de mangoier ne constitue pas une source de revenu pour le propriétaire, qui est prêt à céder sa parcelle pour un intérêt collectif.

Le site est dépourvu de lieu de culte et de maisons d'habitation.

## LA GESTION ET LA PRISE EN CHARGE DE L'OUVRAGE

Un comité de gestion aura la charge de l'administration de l'ouvrage.

Ce comité aura pour tâche :

- ❖ La surveillance de l'ouvrage ;
- ❖ le contrôle et la gestion de l'eau ;
- ❖ l'exécution de tous les travaux d'entretien.

une cotisation et une contribution financière seront exigées de tous les exploitants désirant bénéficier des aménagements

## ATTRIBUTION DES PARCELLES AMÉNAGÉES

Le comité de gestion composé des responsables traditionnels, des chefs de quartier, se chargera de l'attribution, avec priorité à accorder aux déguerpis.

## TAILLE DU MARCHÉ

Dans cette partie géographique de la province du Nayala, les retenues d'eau où, l'on pratique les cultures maraîchères sont assez rares. Les villages les plus proches ; producteurs de produits maraîchers sont :

Magoya :	à 17 km de Toba
Dassa :	à 50 km
Bounou	à 7 km

La production de ces trois villages selon un sondage auprès des villageois est loin de satisfaire les besoins de Toba et les villages les plus proches comme :

Kera :	902 habitants
Bankongo :	2124 habitants
Doloba :	433 habitants
Sapala :	1768 habitants
Issapogo :	1134 habitants
Raotienga :	194 habitants
Tiema :	1479 habitants
Zare :	952 habitants
Yayo :	152 habitants
Toba :	1607 habitants

soit un potentiel de **10.745 consommateurs.**

## QUANTITE A PRODUIRE

A l'issue d'un sondage sommaire au près d'une dizaine de familles a Toba, une famille de 10 personnes consomment journalièrement en moyenne :

- 300 g de Tomate ;
- 400 g d'oignon ;
- 200 g d'aubergine.

En généralisant ces données nous constatons que la production pour couvrir les besoins annuels (légumes frais et séchés) des 10 745 consommateurs doit être :

tomate : 116 tonnes ;  
oignon : 155 tonnes ;  
aubergine : 77 tonnes.

Les productions prévisionnelles avec l'hypothèse d'une monoculture de l'une des trois spéculations sont les suivantes :

tomate : 144 tonnes ;  
oignon : 137 tonnes ;  
aubergine : 108 tonnes.

Le rendement des spéculations respectives a été appliqué sur la superficie de 8 hectares de superficie d'exploitation des 180 UPA (160 au départ du projet)

### CONDITION DE COMMERCIALISATION

L'achat des produits maraîchers représente une part importante dans les dépenses des ménages, environ 10%. Les produits sont les plus commercialisés, sur les différents marchés fréquentés par les populations de Toba. Les produits sont vendus par tas, mais après une pesée et une extrapolation, nous avons obtenu les prix au kilogramme suivants :

tomate : 160 FCFA ;  
oignon : 125 FCFA ;  
aubergine : 50 FCFA.

Les différents marchés fréquentés sont :

☛ Bangogo : 5 km ;  
☛ Sille : 4 km ;  
☛ Kera : 8 km ;  
☛ Sapala : 12 km ;  
☛ Kinti : 15 km ;  
☛ Zogo : 15 km.

La concurrence est l'un des problèmes majeurs en matière de commerce, dans le cas d'étude c'est une éventualité qui est moins à craindre car l'offre sera inférieure à la demande. Les paysans vont surtout pratiquer la polyculture au détriment de la monoculture qui peut être une source d'engorgement du marché.

Pour faciliter la production et la commercialisation les producteurs seront organisés en groupement de maraîchers, à l'image des producteurs de coton.

Parallèlement à la production maraîchère, il sera intéressant de valoriser le séchage des produits maraîchers par la voie de l'énergie renouvelable (solaire). Cette technique qui est déjà vulgarisée au Burkina sera une solution au problème de conservation des légumes non-vendus et non consommés des récoltes.

## II.1.11 CONCLUSION A L'ETUDE SOCIO- ECONOMIQUE

Le village de Toba possède de nombreux atouts, pour l'aménagement du bas-fond, néanmoins le projet d'aménagement rencontre des contraintes de plusieurs ordres :

- ❖ contraintes démographiques : forte croissance de la population qui a pour conséquence d'accroître la pression foncière ;
- ❖ contraintes socio-culturelles : analphabétisme et faible taux de scolarisation,

Le projet d'aménagement ne peut être viable à moyen et à long terme que si l'on arrive à étouffer toutes ces contraintes

## II.2. ETUDE TOPOGRAPHIQUE

### II.2.1 TRAVAIL REALISE

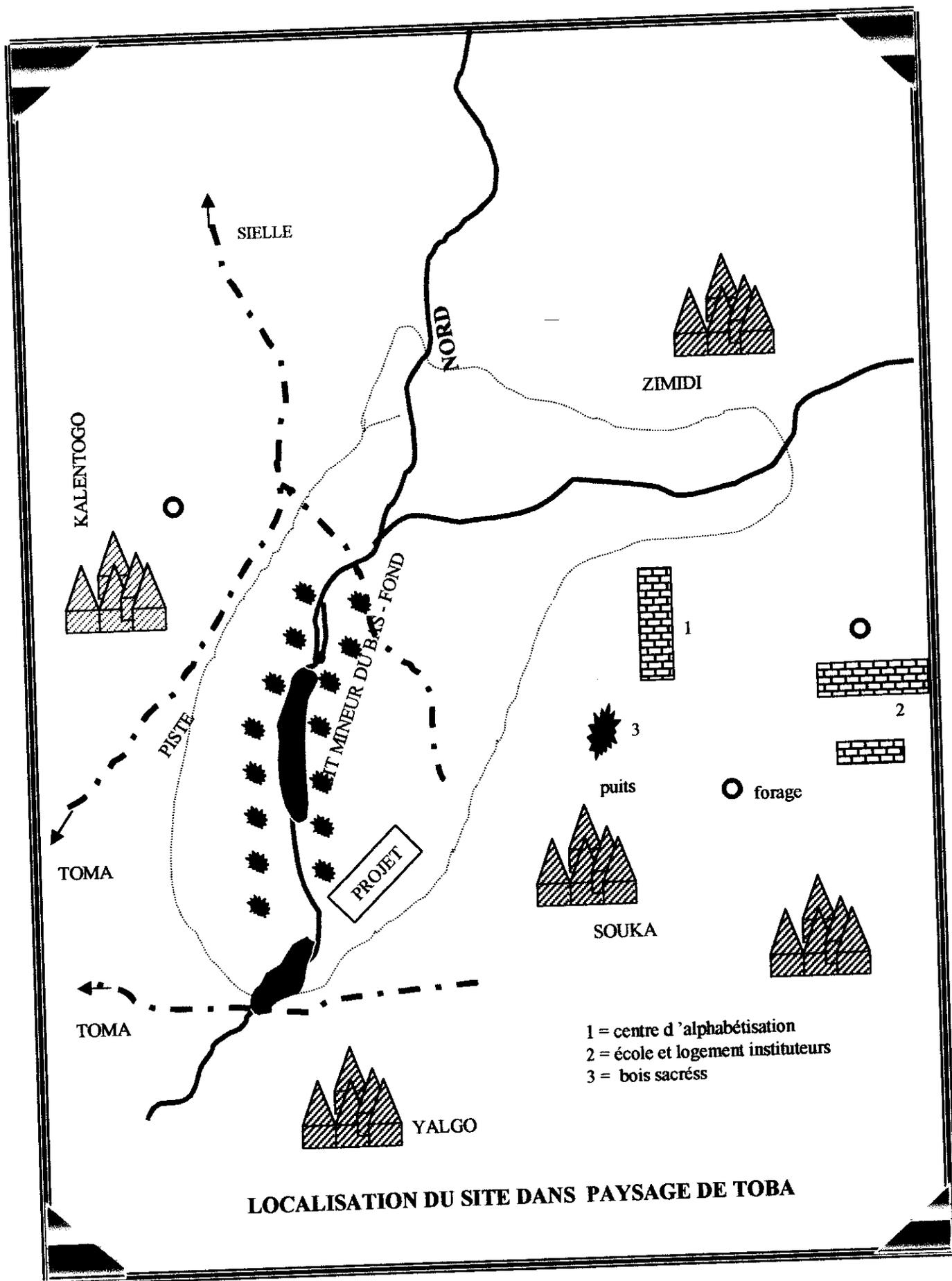
Le travail réalisé à consister à :

- ❖ réaliser le levé de la cuvette à l'échelle 1/2000 ; dans un maillage de 100 \* 50 m ce qui nous permis de faire un plan au 1/2000 (☞ annexe 02) ;
- ❖ l'établissement d'un profil en long de l'axe du marigot et d'un profil en travers dans l'axe de l'ouvrage projeté (☞ annexe 03 et 04).

L'encaissement de la cuvette est moyenne. Le profil en travers indique une dénivelée de 5 m avec une longueur de 500 d'une éventuelle digue

## II.2.2 CONCLUSION SUR L'ETUDE TOPOGRAPHIQUE

Les résultats obtenus, nous laissent envisager un barrage sur le site; Il faut cependant noter que l'étude topographique a été insuffisante, et devra être améliorée dans les études ultérieures ; cela permettra de faire une estimation plus précise sur la capacité de stockage de la retenue. Dans l'optique d'un aménagement de périmètre en aval du barrage ; cette zone doit faire l'objet de levé topographique avec un maillage de 50 \* 50.



## II.3 ETUDE GEOTECHNIQUE

### II.3.1 TRAVAIL REALISE

Une reconnaissance a été faite dans la cuvette et dans l'axe de la digue projetée :

- ❖ un puits (1) d'observation dans l'axe de l'ouvrage d'une profondeur de 3 m et situé dans lit mineur
- ❖ six (6) fosses d'infiltration d'une profondeur de 50 cm et 15 cm de diamètre , ont été réalisées dans la cuvette et dans le périmètre projeté
- ❖ une (1) zone d'emprunt a été identifiée. Elle est située environ à 100 m de l'ouvrage. Un puits à ciel ouvert d'une profondeur de 1 m a été réalisé . les analyses au laboratoire (essai proctor Standard, les limites d'Atterberg, l'analyse granulométrique et la sédimentométrie) ont été effectuées (voir annexe)
  
- ❖ trois (3) puits de sondage ont été réalisés dans la cuvette. La profondeur moyenne est de 1 m, pour un diamètre de 1 m. Il a été effectué des prélèvements remaniés pour les analyses au laboratoire (granulométrie et sédimentométrie).

### II.3.2 LES ESSAIS AU LABORATOIRE

#### Zone d'emprunt

Les essais suivants ont été réalisés au laboratoire :

- ➔ granulométrie et limites d'Atterberg
- ➔ sédimentométrie
- ➔ proctor normal

L'analyse granulométrique a donné les résultats suivants :

☞ gravier :	1%
☞ sable :	9%
☞ limon :	49%
☞ argile :	30%

La présente texture correspond à un sol limon argileux.

Les essais de limites d'Atterberg ont donné les résultats suivants :

- ☞ limite de liquidité : 28 %
- ☞ limite de plasticité : 18 %
- ☞ indice de plasticité : 10 %

A l'issue de l'essai Proctor Standard, nous avons trouvé les résultats suivants :

- ☞ teneur en eau optimale :  $w_{opt} = 14 \%$
- ☞ densité sèche optimale :  $\gamma_d = 1.80 \text{ tonne / m}^3$

Les résultats de l'analyse granulométrique et des limites d'Atterberg montrent que le matériau en présence est de l'argile limoneuse à moyenne plasticité (CL). Une densité sèche optimale de 1.8 t/m<sup>3</sup> et une teneur en eau optimale de 14 %; indique un bon matériau

### Les puits de sondage

**Tableau 2** résultats de sondages

PUITS	LOCALISATION	TEXTURE	OBSERVATIONS
P1	lit mineur	limono - argileux	homogène sur plus de 1 m
P2	lit majeur. Rive gauche	limono argilo sableux	sablo argileux en surface
P3	lit majeur. Rive droite	limon argileux	sablo argileux en surface

L'analyse granulométrique a donné les résultats suivants :

- sondage ① :
  - sable : 17%
  - limon : 50 %
  - argile : 35 %
- sondage ②
  - gravier : 1 %
  - sable : 36%
  - limon : 53 %
  - argile : 10 %
- sondage ③
  - gravier : 1%

sable : 36 %  
limon : 49 %  
argile : 14 %

### II.3.3 PUIITS D'OBSERVATION DANS L'AXE DE L'OUVRAGE

La méthode à consister à creuser un puits d'observation et à identifier la nature du matériau rencontré. Un puits est loin d'être représentatif, il nous permis d'avoir des indications sommaires. Il ressort de l'observation :

- ❖ de 0 à 2 m : argile consolidée ;
- ❖ de 2 m à 3 m : argile latéritique

### II.3.4 CONCLUSION

Il est important de signaler que l'étude géotechnique ainsi réalisée ne saurait remplacer une étude géotechnique d'exécution qui s'impose avant l'aménagement proposé. Comme suggestions pouvant aller dans ce sens, on peut noter comme travail à faire :

- ❖ réalisation des puits de sondage dans la cuvette; avec un tous les deux hectares;
- ❖ dans l'axe de l'ouvrage :
  - cinq (5) essais pénétrométriques jusqu'au refus;
  - cinq (5) puits à ciel ouvert de 5 m de profondeur le long de l'axe de l'ouvrage avec des prélèvements d'échantillons pour les essais au laboratoire suivants :
    - cisaillement lent;
    - cisaillement rapide;
    - compressibilité;
    - oedométrie.

## II.A. ETUDE PEDOLOGIQUE

La carte des ressources en sols du Burkina indique pour la région les caractéristiques suivants :

Le sol dominant a les caractéristiques suivants :

- ❖ la profondeur utile supérieure à 100 cm ;
- ❖ la texture est sableuse en surface et argilo sableuse en profondeur ;
- ❖ drainage interne limité en profondeur ;
- ❖ complexe absorbant
  - base inéchangeable 3 à 8mé

• taux de saturation 60 à 80 %

- ❖ pas de carence en  $P_2O_5$
- ❖ pas de présence d'élément chimique défavorable ;
- ❖ la teneur en MO est moyenne

## II.4.1 ANALYSES

Nous avons procédé à une identification visuelle des unités de sol en aval de la retenue projetée. Cette identification a révélé l'existence de sols relativement homogènes. Le test de perméabilité par la méthode de Porchet, a donné une perméabilité de l'ordre de  $10^{-5}$  m /s (voir tableau 4). Cette valeur correspond à des sols peu perméables ; et une texture limoneuse

Les résultats de la détermination du pH sont consignés dans le tableau qui suit :

**Tableau 3 : pH des sol du périmètre**

échantillons	K2	K4	K5
pH eau	6.5	7.15	7.01
pH KCL	5.52	6.10	5.98
pH eau - pH KCL	0.98	1.05	1.02

Ces résultats montrent que le pH des sols étudiés sont voisins du pH neutre. C'est un pH convenable à la plus part des spéculations.

**Tableau 4 : des résultats de test d'infiltration :**

K	Description	Distance (m)	Coef. d'infiltration
K1	lit mineur	20	$1.7 \cdot 10^{-6}$
*K2	rive gauche : bas versant	100	$1.4 \cdot 10^{-5}$
K3	rive gauche : bas versant	200	$1.9 \cdot 10^{-5}$
*K4	rive droite : bas versant	400	$2.9 \cdot 10^{-5}$
*K5	rive gauche : bas versant	700	$1.6 \cdot 10^{-5}$
K6	lit mineur	1500	$5.3 \cdot 10^{-6}$

\*= en aval de l'ouvrage ( périmètre)

## II.4.2 CONCLUSION

L'étude pédologique sommaire que nous avons effectuée a montré que les sols étudiés ont une texture fine et ont un pH voisin du neutre. Ils sont de ce point de vue favorables à la culture du riz et à la culture maraîchère. Il est cependant indispensable d'affiner l'étude pédologique dans les études antérieures afin d'avoir une meilleure identification des sols ; à partir de leur composition chimique.

## II.5. ETUDE HYDROLOGIQUE

### II.5.1 CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DU BASSIN VERSANT

Le bassin versant occupe une superficie de 70 km<sup>2</sup> et représente une orientation Sud - Ouest - Nord - Est. Il est moins allongé; 13 km de long pour 8 km au maximum de large. Le lit mineur est bien marqué par endroit et le réseau hydrographique est radial.

Le plateau est occupé par une butte cuirassée, les sols des versants sont sablo - limoneux à sablo argileux et gravillonnaire en surface. Dans la partie amont du bas - fond, les sols d'apport colluvio - alluvial sont sablo limoneux en surface et , argileux en profondeur. Dans la partie aval les dépôts sont argileux sur une grande profondeur recouverts souvent par une couche sablo gravillonnaire sur une mince épaisseur, ou argilo limoneux.

Les caractéristiques du bassin versant sont récapitulés ci - dessus :

Tableau 5 : des caractéristiques du bassin versant

Coordonnées / exutoire	2° 45 ' W	12° 45 ' N
S: superficie	km <sup>2</sup>	70
P : périmètre	km	34
Pente longitudinale	%	0.15
Pente transversale	%	3
I <sub>c</sub> : indice de compacité	1.15	
L : longueur du rectangle	Km	10
l : largeur rectangle	km	7
I <sub>r</sub> : indice globale pente	m/km	2.6
Réseau hydrographique	radial	
I <sub>geor</sub> :	m/km	7
Infiltrabilité	RI	
Dégradation	moins marquée	

## II.5.2 ETUDE STATISTIQUE DES PLUIES

Les données pluviométriques utilisées sont celles de Toma , qui est la station pluviométrique la plus proche. Il a été procédé à des tests d'ajustement à la loi de Gauss et de GUMBEL respectivement pour les pluies annuelles et journalières maximales.

### II.5.2.1 TEST D'AJUSTEMENT SUR LES PLUIES ANNUELLES

Avec un échantillon de trente quatre (34) valeurs, l'ajustement à la loi normale de Gauss, on obtient, avec une intervalle de 80 %, les résultats suivants :

- ❖ Pluviométrie annuelle moyenne : 705 mm ;
- ❖ Pluviométrie annuelle décennale sèche : 550 mm ;
- ❖ Pluviométrie annuelle décennale humide : 950 mm ;
- ❖ Pluviométrie annuelle quinquennale sèche : 600 mm ;
- ❖ Pluviométrie annuelle quinquennale humide : 800 mm ;
- ❖ Ecart type : 127 mm.

## II.5.2 TEST D'AJUSTEMENT SUR LES PLUIES JOURNALIÈRES MAXIMALES

L'ajustement de trente trois (33) valeurs extrêmes à la loi de GUMBEL avec un intervalle de confiance de 80 % a donné les résultats principaux suivants :

- ❖ Pluie journalière de fréquence décennale (humide /sèche ) : P10 = 76 / 43 mm
- ❖ Pluie journalière de fréquence quinquennale : P5 = 68 mm / 46 mm ;
- ❖ Mode  $X_o$  = 51.80 mm
- ❖ Echelle : S = 11.02 mm ;
- ❖ Ecart type : = 14.13 mm.

## II.5.3 ESTIMATION DE LA CRUE DU PROJET : Q 100

La crue du projet est fondamentale pour le dimensionnement de l'évacuateur de crue du barrage. La méthode ORSTOM a été utilisée pour la détermination de la crue , choix qui se justifie par les domaines d'utilisation de la méthode qui sont :

- ❖ Une superficie inférieure à 120 km<sup>2</sup> ;
- ❖ une pluviométrie annuelle inférieure à 900 mm.

Les calculs sont détaillés dans la partie note de calcul, nous les récapitulons dans le tableau ci - dessous.

Tableau 6 : des résultats de calcul de la crue du projet

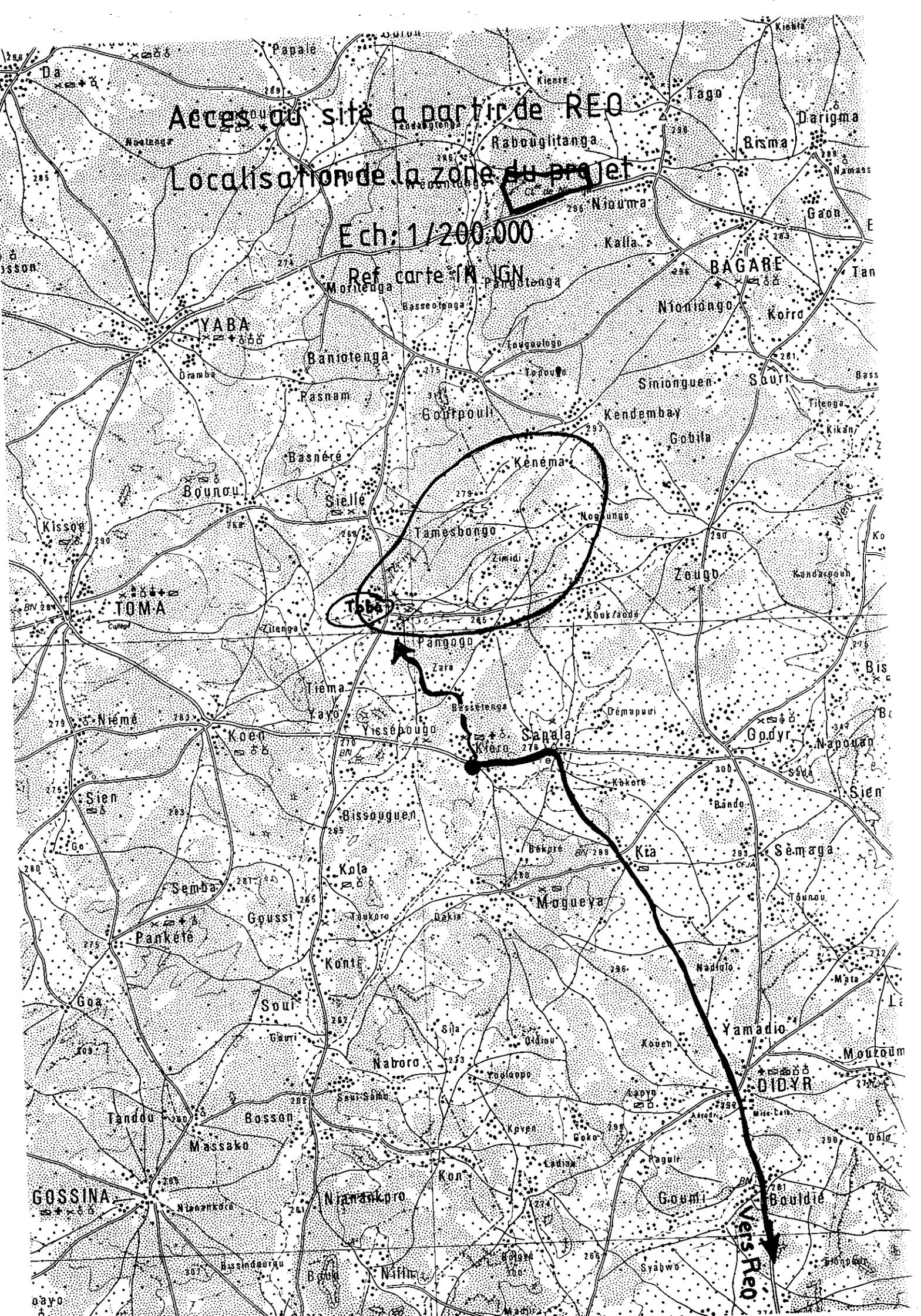
PARAMETRES	UNITE	VALEURS
A :coefficient d'abattement	/	0.76
$P_{m10}$ :pluie moyenne sur le bassin	mm	58
$K_r$ :coefficient de ruissellement	/	0.18
$V_r$ : volume d'eau ruisselé décennal	m <sup>3</sup>	730.800
Tb : temps de base	mn	700mn
$Q_{mr10}$ : débit moyen de ruissellement	m <sup>3</sup> /s	17.4
$\alpha_{10}$ :coefficient de pointe	/	2.6 check - list $\Rightarrow$ 3
$Q_{r10}$ :débit maximum de ruissellement	m <sup>3</sup> /s	52.2
$Q_{10}$ : débit de pointe	m <sup>3</sup> /s	54
$V_{ret10}$ : volume d'écoulement retardé	m <sup>3</sup>	90.720
$V_{c10}$ :volume total de crue	m <sup>3</sup>	821520
$T_{m10}$ :temps de montée	s	9.900
Q100 :	m <sup>3</sup> /s	81

Accès au site à partir de REQ

Localisation de la zone du projet

Ech: 1/200.000

Ref carte IN IGN



## II.6. LA TOPOSEQUENCE DU BASSIN VERSANT

La toposequence se présente de la manière suivante :

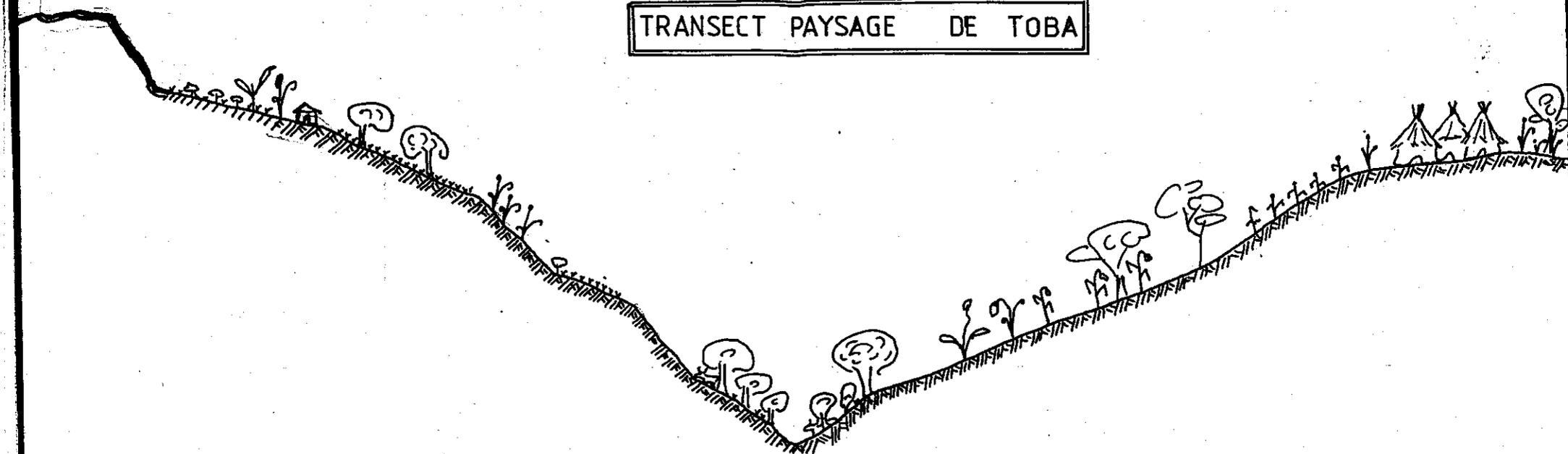
☉ **zone haute** caractérisée par des buttes cuirassées. La terre est rocheuse (latéritique) et non propice à la culture, elle est destinée au parcours du bétail. La végétation n'est pas bien dense.

☉ **le haut versant** : sol sableux gravillonnaire où se pratique la culture du mil. La végétation est la savane arborée, c'est une zone de culture et d'habitation .

☉ **le versant moyen** : terre sablo limoneuse, le couvert végétal est composé de quelques arbres. Zone d'intensification de cultures, bien que la fertilité soit faible. Les cultures sont faites sur des billons perpendiculaires à la pente

☉ **le bas - fond** proprement dit : c'est une zone régulièrement inondée pendant la saison des pluies, mais c'est une inondation temporaire. Par endroit le lit mineur est bien marqué. La sédimentation des remblais argileux et la bonne production de biomasse de restitution y autorise la culture du sorgho de bas - fond et du riz pluvial. La zone est aussi utilisée pour le parcours du bétail, la coupe de bois de chauffe et à la confection des briques de construction. La végétation est dominée par la forêt galerie.

## TRANSECT PAYSAGE DE TOBA



UTILISATION vegetation sur paysage	sommet de butte	haut versant	versant moyen	bas versant	bas - fond	versant	plateau
	cuirasse de latérite	cuirasse démantelée	sol de sablo gravillonnaire	affleurement de la cuirasse	sol argilo-limoneux	sol sablo-gravillonnaire	affleurement de la cuirasse
	sol nu	tapis herbacé	savane arbustive	sol nu	forêt galerie	savane arbustive	savane arbustive
	chasse	champs de mil concession	champs de mil cueillette parcours	—	brique bois de chauffe parcours verger de mangue riziculture sorgho	champs de maison mil arachide	habitation champs de maïs parc de bétail

## III

**CHOIX DU TYPE D'AMENAGEMENT**

Sur la base des objectifs fixés par les promoteurs, un ouvrage de stockage d'eau pendant la saison sèche; permettant la pratique des travaux de contre - saison tels que les cultures maraîchères; serait une solution technique aux difficultés que rencontrent les populations Toba.

Un barrage de retenue d'eau et un seuil rizicole sont les deux ouvrages qui puissent répondre aux besoins des villageois dans les contextes physiques, humains et économiques du milieu.

Le tableau ci-après, nous présente les avantages et inconvénients des deux variantes

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<b>BARRAGE DE RETENUE</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ volume stocké important sur une longue partie de l'année</li> <li>➤ l'eau stockée réalimente la nappe en amont</li> <li>➤ favorise le développement de la pêche</li> <li>➤ favorable a beaucoup d'activité de contre - saison</li> <li>➤ accès à l'eau facile</li> <li>➤ abreuvement directe des animaux</li> <li>➤ attraction pour les animaux sauvages</li> <li>➤ rendement potentiels élevés</li> <li>➤ maîtrise de l'eau pour toutes les cultures</li> <li>➤ favorise le développement de micro- climat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ aménagement très coûteux à l'investissement et à l'entretien</li> <li>➤ nécessite des études approfondies</li> <li>➤ évaporation importante</li> <li>➤ eau susceptible d'être polluée</li> <li>➤ introduction des problèmes de santé</li> <li>➤ noie une surface importante des surfaces cultivables</li> <li>➤ étanchéité difficilement maîtrisable</li> <li>➤ risque élevé en cas de rupture</li> <li>➤ noyade</li> </ul>
<b>SUEIL RIZICOLE</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ favorise la riziculture pluviale et inondée</li> <li>➤ gestion simple</li> <li>➤ peu exigeante en surface de terres cultivables</li> <li>➤ possibilité de cultures maraîchères sur les franges de la retenue</li> <li>➤ entretien peu coûteux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ retenue non pérenne</li> <li>➤ bas - fond large et plat</li> <li>➤ Cultures maraîchères conditionnées par la capacité de recharge de la nappe</li> <li>➤ n'est pas un moyen sur des activités de contre saison souhaitées par la population</li> </ul>

**Tableau 7 : étude comparative des deux variantes d'aménagement**

Nous remarquons qu' à partir de ce tableau comparatif, le barrage de retenue d'eau est le plus approprié par rapport aux attentes à long et à court terme des villageois. Il est important de rappeler que ce choix ne peut être définitif qu'après les études détaillées géotechniques et pédologiques, mentionnées dans les recommandations.

## IV

**ETUDE DU BARRAGE****IV.1 EVALUATION DES BESOINS EN EAU**

La retenue doit satisfaire les besoins tant humains, pastoraux qu'agricoles. Elles subit aussi diverses pertes d'eau d'infiltration - évaporation - pertes par envasement de la cuvette

**IV.1.1 ALIMENTATION EN EAU DES HUMAINS**

La population était estimée au recensement de 1995; à 1607 habitants. Sur la base d'un taux d'accroissement de 2. %, elle sera dans l'ordre de 3212 habitants dans trente (30) ans (hypothèse d'échéance du projet). La consommation par habitant est estimée à 20 l/j en saison chaude ce qui correspondra à un besoin de 15417 m<sup>3</sup>.(saison sèche)

Nous supposons que le taux de desserte des trois forages est égal à 80% d'où un besoin en eau des humain de 3083 m<sup>3</sup>

**IV.1.2 ALIMENTATION EN EAU DES ANIMAUX**

Tableau 8 : évaluation du cheptel :

ESPECES	VILLAGE	VILLAGES VOISINS	TOTAL
bovin	470	40%	658
ovin	1400	50%	2100
caprin	2100	50%	3150
azin	280	50%	420

consommation des espèces :

ovin - caprin : 20 l/jour/tête

azin : 30l/jour/tête

bovin : 20l/jour/tête

Tableau 9 : les besoins du cheptel :

	nov	déc	janvr	fév	mars	avril	mai
ovin-caprin	79	53	53	79	105	105	105
azin	11	9	9	11	13	13	13
bovin	26	20	20	26	30	30	30
total	116	82	82	116	148	148	148

(en m<sup>3</sup>)le besoin du cheptel durant la saison sèche est égale à 840 m<sup>3</sup>

#### IV.1.3 BESOINS AGRICOLES

Les spéculations sont les suivantes :

- ☛ tomate
- ☛ oignon
- ☛ chou
- ☛ aubergine

Pour les calculs; nous avons considéré la monoculture en tomate du fait que; c'est la spéculation la plus exigeante en eau.

Base de calcul :

- ❖ Cycle végétatif : quatre (4) mois début décembre – fin mars
- ❖ Irrigation à la raie
- ❖ Réserve en eau nulle au début de la campagne ;
- ❖ Pluie efficace nulle durant la campagne •

**Tableau 10 : besoins en eau de la tomate :**

	DECEMBRE	JANVIER	FEVRIER	MARS
<b>E<sub>BAC</sub></b> mm	269	274	289	319
<b>ETP</b> mm	175	178	188	207
<b>K<sub>c</sub></b>	0,6	0.83	1.15	0.96
<b>ETM</b> mm	105	148	216	199
<b>E</b>	06	0.6	0.6	0.6
<b>BN</b> mm	10.5	148	216	199
<b>BB</b> mm	175	246	360	331
<b>BB TOTAL =</b>	1112 mm soit		11120 m <sup>3</sup> / ha	

Nous prévoyons la culture du riz pluvial, dont le cycle végétatif est de 4 mois : 1<sup>er</sup> Juillet au 30 Octobre, avec arrêt de l'irrigation le 25 Octobre. Dans le calcul des besoins agricoles, les besoins du riz pluvial ne sont pris en compte qu'à partir de fin Septembre (arrêt des pluies).

**Hypothèses :**

- ❖ Les besoins en eau des trois premiers mois sont restitués à la retenue par les apports
- ❖ La variation de la lame d'eau est égale à 30 mm durant le mois d'Octobre ;
- ❖ Bien que l'irrigation soit arrêtée le 15 novembre, pour une raison de pondération, nous avons pris en considération le mois complet.

**Tableau 11 : besoins en eau du riz pluvial**

	ETP	Kc	ETM	P	Pe	ETM-Pe	Percol	dH	BN	E	BB
<b>OCT</b>	147	1.1	162	32	29	132	120	30	282	0.7	403

Les valeurs sont en mm

- Oct** : octobre
- BN** : besoin net
- ETP** : évapotranspiration potentielle
- Kc** : coefficient cultural
- ETM** : évapotranspiration maximale
- dH** : variation de la lame d'eau.
- Pe** : pluie efficace
- E** : efficience
- P** : pluie
- Percol** : percolation
- BB** : besoin brut

Sur la base de

- ❖ -500 m<sup>2</sup> par ménage pour la culture maraîchère soit un total de 8 ha ;
- ❖ -3 ha de riziculture pour l'ensemble du village

La zone identifiée pour le périmètre, en aval du barrage dispose de surface exploitable largement supérieure à 8 hectares d'après la reconnaissance pédologique sommaire déjà effectuée. L'étude détaillée peut confirmer cette potentialité.

**Tableau 12** récapitulatif des besoins

MOIS	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN
BESOIN	12090	496	14406	20052	29172	26886	533	533	533

en m<sup>3</sup>



Mois non agricoles

## IV.2 EVALUATION DES PERTES

### IV.2.1 PERTE PAR EVAPORATION

Elles ont été estimées à partir des valeurs d'évaporation du bac de classe A au niveau de la station météorologique de Di – Sourou. Pour avoir l'évaporation sur la retenue nous avons eu recours à la relation de Bernard POUYAUD de l'ORSTOM correspondant aux climats sahéliens et tropical sec :

$$E_{\text{ret}} = 1.664 * (E_{\text{bac A}})^{0.602}$$

**Tableau 13** évaporations :

	Oct	NOV	DEC	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN
E bac A	218	269	274	289	319	393	380	378	292
E ret	168	186	191	198	201	234	233	229	196
cumul	168	354	545	743	944	1178	1411	1640	1836

(En mm)

E bac A : évaporation du bac classe A

E ret : évaporation sur la retenue d'eau

L'évaporation durant la campagne agricole est de l'ordre de 1178 mm,

## IV.2.2 LES INFILTRATIONS

Nous avons considéré une infiltration moyenne de 1 mm /jour, soit 0.24 m pour la saison sèche.(8 mois), ou 0.03 mm /jour

**Tableau 14** récapitulatif des besoins et des pertes :

	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN
<b>BESOINS</b>	12090	496	14406	20052	29172	26886	533	533	533
<b>PERTES</b>	168	186	191	198	201	234	233	229	196

## IV.2.3 LES PERTES PAR ENVASEMENT

Pour l'estimation du volume d'envasement dans la retenue, nous avons utilisé la formule de KARAMBIRI ( 1998) . C'est une méthode expérimentale basée sur des observations de plusieurs sites de barrage au Burkina Faso.

Le bassin versant comporte des petits villages et le relief est peu accidenté, d'où la valeur des termes suivants :

**r** : paramètre morpho = 0.3 ;

**h** : paramètre anthro= 0.3

L'expression de la formule de KARAMBIRI est la suivante :

$$D = 137 * (P/700)^{-2.02} * S^{-0.05} * (0.25 + 1.13 * (h + r))^{1.15}$$

$$V = D * S$$

- ❖ **D** : dégradation spécifique annuelle ( m3 / km2 / an) ;
- ❖ **V** : volume annuel de dépôts solides ( m3 / an) ;
- ❖ **P** : pluviométrie moyenne annuelle (mm) ;
- ❖ **S** :superficie du bassin versant (km2) ;

Les calculs détaillés dans la partie notes de calcul ont donné un volume d'envasement de 7000 m3 / an

### IV.3 LA COURBE HAUTEUR - VOLUME

Le profil en travers de l'axe du marigot et le profil en travers de l'axe présumé de la digue ont permis d'établir la courbe hauteur volume du barrage. Le volume est déterminé à partir de la hauteur du barrage par l'expression suivante :

$$V = (L * l * H) / 2.67 :$$

Où H est la hauteur d'eau, L la longueur de la retenue et l la largeur mouillée du barrage

Les résultats de calcul sont consignés dans le tableau ci - après :

**Tableau 15 : hauteur volume du barrage**

Cote :m	296.00	296.50	297.00	297.50	298.00	298.27
Hauteur : m	.173	1.23	1.73	2.23	2.73	3
Largeur : m	120	140	176	240	290	325700
Longueur :m	700	1050	1275	1325	1350	1600
Volume :m3	22.966	67719	145397	265595	400297	585269

### IV.4 COURBE D'UTILISATION DE LA RETENUE :

C'est à partir des hypothèses suivantes; que nous avons établi la courbe d'utilisation de la retenue :

- ❖ La retenue est supposée être pleine en fin septembre à la cote 298.27 m
- ❖ A partir du mois d'octobre les apport sont nuls.

Nous avons retranché les besoins et les pertes sur un intervalle de temps d'un mois. A la fin de la campagne agricole (fin mars) la cote du plan d'eau se trouve à la cote 296.57 m. La cote de l'ouvrage de prise pour le périmètre irrigué en aval doit être inférieure ou égale à cette cote. La cote de calage définitive ne peut être déterminé qu'à partir des calages des canaux d'irrigation du périmètre vers la prise. Les paramètres comme : la surfaces à irriguer et le plan d'eau normal peuvent être ajustés; si la cote de la prise dévient une contrainte. Les résultats des levés topographiques du périmètre permettra de caler la prise d'eau sous la digue.

Nous signalons que la cote moyenne du terrain naturel au niveau du périmètre identifier est comprise entre 294.95 et 295 m car la cote moyenne du lit majeur au niveau de la digue est de 295.00 m et la pente longitudinale du bas - fond est de

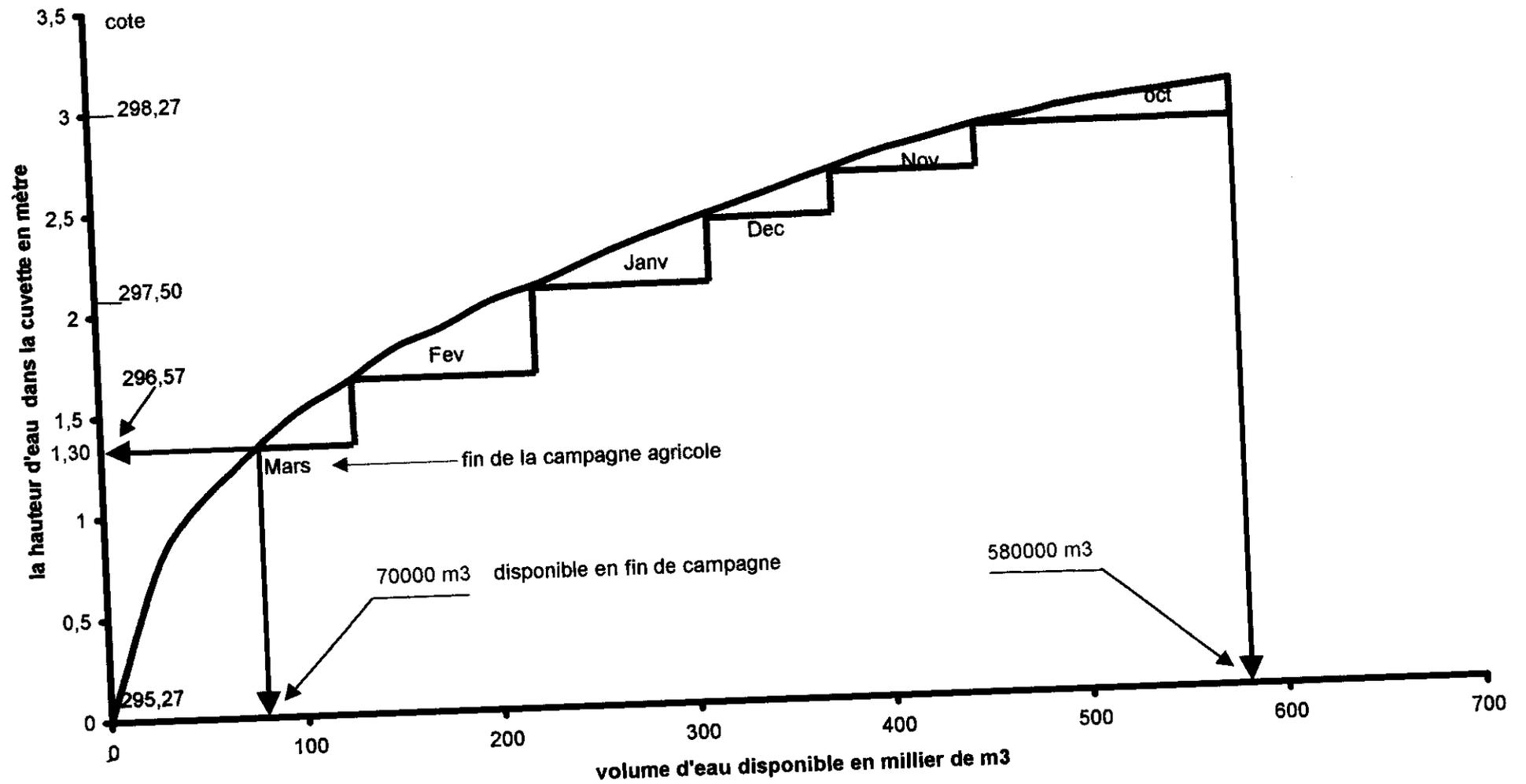
École Inter - Etats d'Ingénieurs de l'Équipement Rural de Ouagadougou

l'ordre de 3%. La cote 296.57 m est suffisante pour dominer le périmètre :

**Tableau 16 récapitulatif de la simulation de présence d'ouvrage**

<b>COTE PLAN D'EAU NORMAL</b>	298.27 m
<b>COTE EVENTUELLE DE LA PRISE</b>	296.57 m

courbe hauteur - volume du barrage de Toba



## IV.5 - OUVRAGE DE PRISE

Les cultures seront appliquées à l'aval du barrage. Pour l'exploitation de la retenue d'eau il sera nécessaire d'effectuer une prise au niveau du barrage. La canalisation en fonte, sera noyée dans le corps de l'ouvrage (prise en pied de digue). Elle sera constituée ainsi :

- ❖ un ouvrage en béton à l'amont : fosse de dessablages
  - ❖ une grille de protection contre les débris qui pourraient obstruer la prise
  - ❖ une canalisation en fonte munie d'écran d'étanchéité en béton ou tubes métalliques soudés
  - ❖ une vanne aval permettant le contrôle du débit
- (voir annexe 07 pour l'illustration)

Le niveau de pose est choisi de manière à ce que les dépôts solides de la cuvette ne viennent pas combler la fosse rapidement d'une part et de manière qu'il puisse vaincre les pertes de charge totales (ouvrage de prise, perte de charge linéaire et singulière dans les canaux) d'autre part.

### DETERMINATION DU DIAMETRE DE LA CONDUITE ENTERREE

- ❖ Détermination du débit :

Sur la base d'une irrigation s'effectuant pendant 10 heures par jour (6 h à 16 h) et pendant six jours par semaine (le dimanche étant jour de repos), on obtient les résultats suivants :

**Tableau 17 : Débits maxima de pointe d'irrigation**

	Nj : en jour	Nh en heure	R	F en jour	BB m <sup>3</sup> /ha	DPC L/ha	DMP L/ha
<b>Novembre</b>	30	10	26/30	26	1750	.68	2
<b>Décembre</b>	31	10	26/31	27	2460	.92	3
<b>Janvier</b>	31	10	27/31	27	3600	1.34	4
<b>Février</b>	28	10	24/28	24	3310	1.37	4

Avec :

- ❖ Nj : nombre de jours de la période
- ❖ Nh : nombre d'heure d'irrigation par jour
- ❖ R : nombre de jours d'irrigation de la période / sur nombre de jours de la période
- ❖ F : nombre de jour d'irrigation de la période

- ❖ BB : besoins brutes
- ❖ DFC : débit fictif continu :  $BB * 1000 / (3600 * 24 * N_j)$
- ❖ DMP : débit maximum de pointe :  $DFC * 24 / (R * N_h)$

La valeur maximale des débits de pointe est  $DMP = 4 \text{ l/s/ha}$ . Pour 8 ha à aménager, le débit en tête est  $Q = 32 \text{ l/s}$ . En ajoutant 10% comme marge de sécurité on aboutit à un débit  $Q \approx 40 \text{ l/s}$ . La formule de BRESS donne un diamètre égal à 300 mm.

## IV.6 ETUDE DE L'EVACUATEUR DE CRUE

### IV.6.1 TYPE D'EVACUATEUR

Parmi la gamme de déversoir nous avons porté notre choix sur le déversoir type Craeger car il permet d'évacuer de gros débits, et en plus; sa forme épouse bien la lame déversante réduisant ainsi les effets destructeurs (érosion).

### IV.6.2 :ETUDE DU LAMINAGE

L'étude de laminage a permis de déterminer la charge au dessus du seuil et la longueur de déversement. Nous avons fixé la lame d'eau à 0.75 m. La méthode de laminage par l'équation de continuité a donné une longueur de déversoir de 35 m pour un coefficient de laminage de 75 % (calcul du déversoir ~~est~~ note de calcul).

### IV.6.3 POSITION DU DEVERSOIR

Le déversoir sera central, placé dans le lit mineur, afin d'éviter l'érosion régressive mais aussi de réduire les coûts supplémentaires inhérents aux protections exigées par un déversoir latéral.

### IV.6.4 LE BASSIN A RESSAUT

Pour éviter les affouillements au droit du déversoir, nous prévoyons un bassin de dissipation en béton cyclopéen. Le nombre de froude calculé est égal à 6 ; le type de bassin est le II , dont les caractéristiques ; après les calculs (~~est~~ note de calcul) sont les suivants :

- ❖ \* la longueur du bassin : 4 m ;
  - ❖ \* la hauteur du seuil : 0.35 m ;
  - ❖ \* la hauteur du bloc chicane : 0.40 m
- (☞ annexe 08 pour l'illustration)

## IV.7 LA HAUTEUR DE LA DIGUE

La hauteur de la digue est égale à la hauteur normale des eaux (PEN) majorée de la charge maximale au dessus du déversoir (0,75m) et de la revanche(1 m). La valeur de la revanche , calculée avec la formule de Mallet et Pacquant est égale à 1 m, avec :

❖ Hauteur des vagues :  $h = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} * \sqrt{f} = 0.9 \text{ m}$  ; avec  $f =$  longueur de la cuvette

❖ Vitesse de propagation des vagues :  $V = \frac{3}{2} + \frac{2}{3} * h = 2.1 \text{ m/s}$

La hauteur de la digue est égale à 4.75 m. La crête de la digue sera calée à la cote 300 02 m.

La revanche :  $R = A * (h * V^2 / 2g)$

## IV.8 LA LARGEUR EN CRETE

La largeur en crête est calculée par la formule de KNAPPEN :  $b = 1.65 \sqrt{H}$ . La hauteur de la digue étant égalée à 4.75 m nous avons une largeur en crête de 3.50 m.

Pour se prémunir contre l'érosion de la crête, on mettra en place une couche de couronnement de 20 cm d'épaisseur en matériau graveleux. Deux murets de crête en maçonnerie de moellon, protégeront les talus; des griffes d'érosion. Ils doivent être ancrés dans la digue de 50 cm.

## IV.9 PENTE DES TALUS

La digue est homogène et le matériau du corps de la digue est supposé être approprié au compactage. Avec une hauteur de la digue de 4.75 m ; le tableau de dimensionnement des talus donne la pente 1 V/ 2H pour le talus amont et aval

#### **IV.10 PROTECTION DES TALUS**

Pour une raison économique, nous proposons une protection du talus amont par un perré rangé à la main, avec implantation d'une butée de pied du talus. Les enrochements (moellons latéritiques disponibles dans la zone du projet) devront avoir un diamètre moyen de 25 cm.

Le talus aval sera revêtu par un matériau latéritique légèrement tassé.

#### **IV.11 TRANCHEE D'ANCRAGE**

La profondeur de la tranchée sera a priori prise égale à la hauteur du plan d'eau normale et à 0.5 m dans les zones non inondées (cas courants). Il est toute fois nécessaire d'approfondir l'étude géotechnique afin de déterminer les zones à recouper par ces tranchées afin d'éviter les infiltrations préjudiciables à l'ouvrage.

#### **IV.12 PROTECTION CONTRE LES INFILTRATIONS DANS LA DIGUE**

Pour lutter contre les infiltrations dans la digue, nous prévoyons un tapis-drain monocouche d'une épaisseur minimale de 50 cm. La largeur du drain est le tiers de l'emprise du remblai. Dans la partie centrale de la digue, la largeur du drain est égale à 8 m, la largeur diminue progressivement vers les rives. On disposera en aval immédiat du drain, un drain en gravier

V

# ETUDE DU PERIMETRE

La zone d'exploitation se situe en aval du barrage, sur la rive droite du lit mineur, et à une distance de 150 m de l'axe de la digue. L'irrigation à la raie sera adoptée pour les raisons suivantes :

- les spéculations maraîchères sont des cultures à la ligne;
- la texture argilo - limoneuse des sols du périmètre;
- le rendement hydraulique net;
- la simplicité.

L'aménagement consistera à réaliser les ouvrages suivants :

## V.1 LE RESEAU D'IRRIGATION

Il comprend :

❖ Un canal tête morte dont les caractéristiques hydrauliques sont :

- ✦ Largeur du plafond :  $b = 0.3$  m
- ✦ profondeur :  $H = 0.7$  m avec 0.30 m de revanche
- ✦ pente moyenne :  $i = 0.015$  % (pente projet)
- ✦ débit en tête :  $Q = 40$  l/s
- ✦ longueur : à déterminer pour les études ultérieures
- ✦ construction : plots de 5 m en béton ordinaire ; la jonction la jonction entre plots successifs est assurée par du joint bitumineux.

Les caractéristiques hydrauliques du canal tête morte sont calculées avec le débit en tête correspondant au débit maximal de pointe (voir le calcul du diamètre de la canalisation de la prise d'eau sous la digue) égal à 4 l/s/ha. Le calcul de la section est fait en section hydrauliquement favorable.

École Inter - Etats d'Ingénieurs de l'Équipement Rural de Ouagadougou

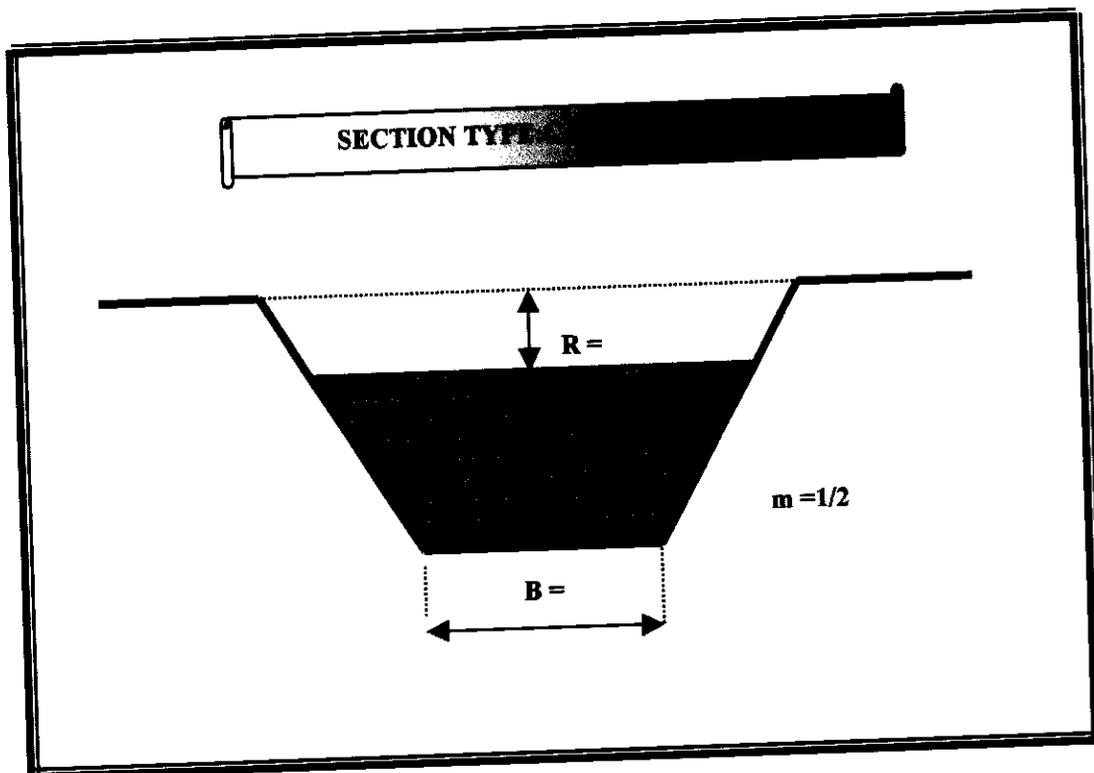
Pour une estimation de la main d'eau égale à 10 l/s ; le quartier hydraulique sera :

$W = (\text{main d'eau}) / (\text{débit maximal de pointe})$ , soit 2.5 hectares

❖ Si un canal tertiaire transporte une main d'eau, le nombre de tertiaires sera égal à trois unités.

❖ \* **les canaux tertiaires** : sont trapézoïques. Les caractéristiques hydrauliques sont les suivantes :

- ❖ Largeur du plafond :  $b = 0.3 \text{ m}$
- ❖ profondeur :  $H = 0.4 \text{ m}$  avec 0.10 m de revanche
- ❖ pente moyenne :  $i = 0.015 \%$  (pente projet)
- ❖ débit en tête :  $Q = 10 \text{ l/s}$
- ❖ longueur : à déterminer dans les étude ultérieures
- ❖ construction : en terre compactée



❖ \* **un canal secondaire** : il part directement de la tête morte. Dans notre schéma d'aménagement il peut être dénommé aussi canal principal. Les trois canaux tertiaires sont desservis à partir de ce canal secondaire réalisé en maçonnerie de parpaing plein. La section hydraulique est rectangulaire

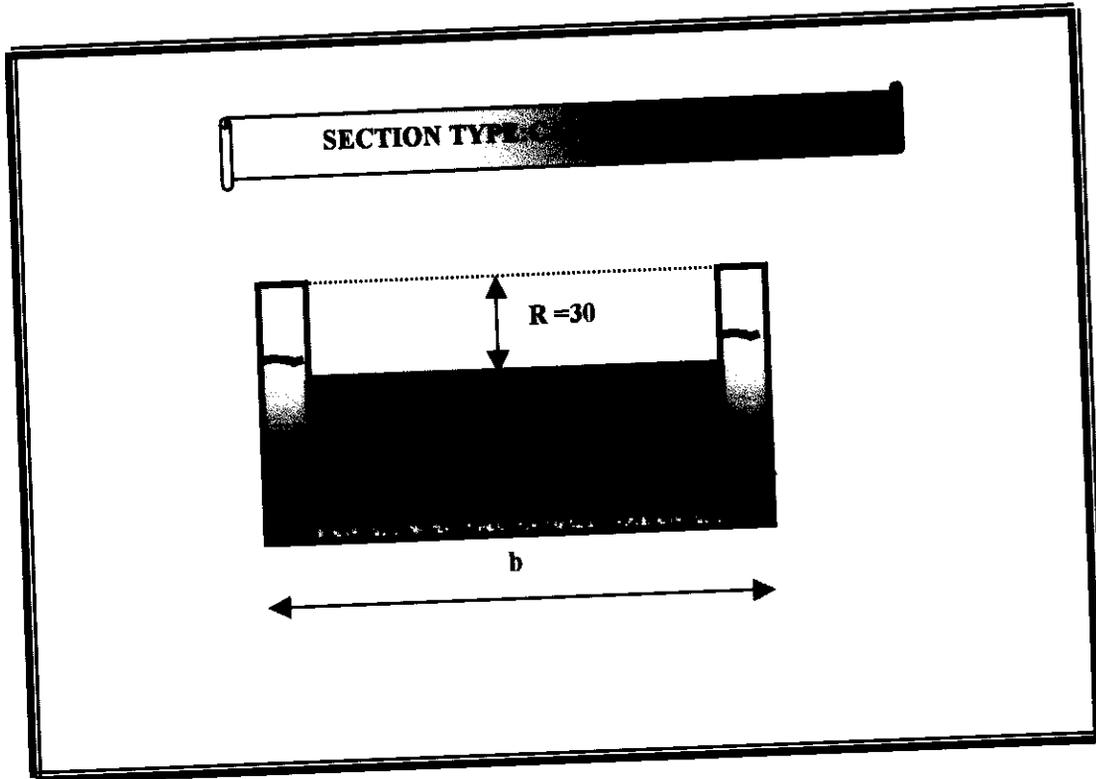


Tableau 18 : dimension du canal secondaire

	H	B	PENTE	DEBIT DE dimens.
SECTION : 1	0.20 m	0.40m	0.1%	30 l/s
SECTION :2	0.2 m	0.40 m	0.08%	20
SECTION :3	0.17 m	0.34	0.04%	10

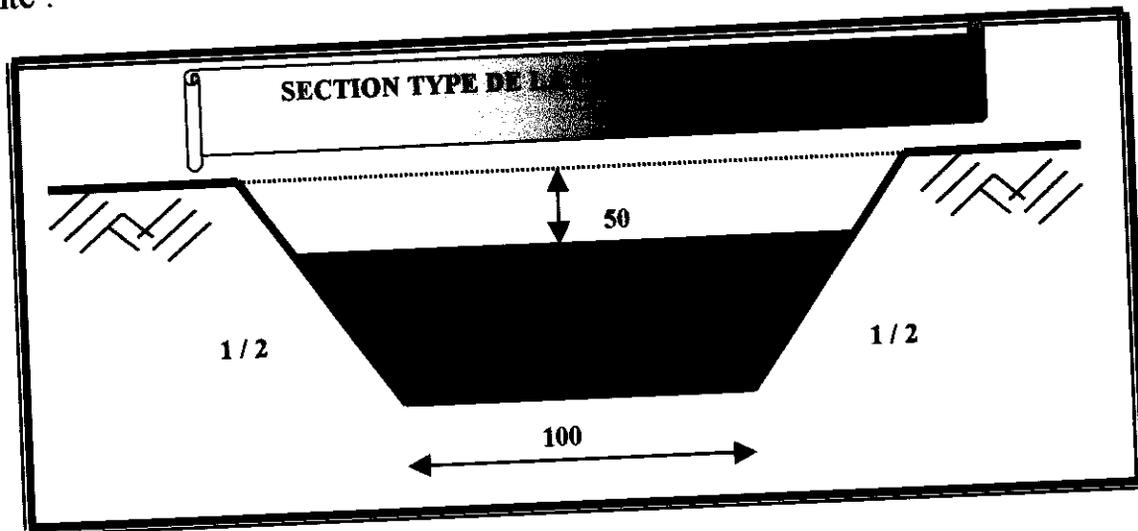
Le schéma d'aménagement est illustré à la page qui suit.

## V.2 LE RESEAU DE DRAINAGE

Il est important de protéger le périmètre des eaux provenant des bassins supérieurs par une colature de ceinture. Le dimensionnement de la section hydraulique est fait en considérant la pluie journalière maximale décennale, sur un bassin de 400 m de large 666 m de long (longueur du périmètre). Le coefficient de ruissellement adopté est celui du Kr10 égale à 18 %. Pour un débit de dimensionnement de 202 l / s, la colature de ceinture présente les caractéristiques suivantes :

- Section : trapézoïdale ;
- Tirant d'eau : 1 m ;
- Largeur au plafond : 1 m
- Fruit du berge : 1/2 ;
- Revanche : 0.5 m ;

- Vitesse : 060 m / s ;
- Pente : 0.1 %



Le réseau de drainage est constitué aussi :

- ❖ Des colatures tertiaires de forme triangulaire
- ❖ Des colature secondaires de forme triangulaire
- ❖ Une colature principale de même forme que les précédentes située dans la partie basse du périmètre.
- ❖ Ces colatures sont des petites rigoles réalisées manuellement par les exploitants.

Le périmètre sera doté d'une digue de protection contre les eaux du lit mineur. Le tirant d'eau dans le lit mineur est au maximum égal à 0.50 m. La digue aura une hauteur de 1 m.

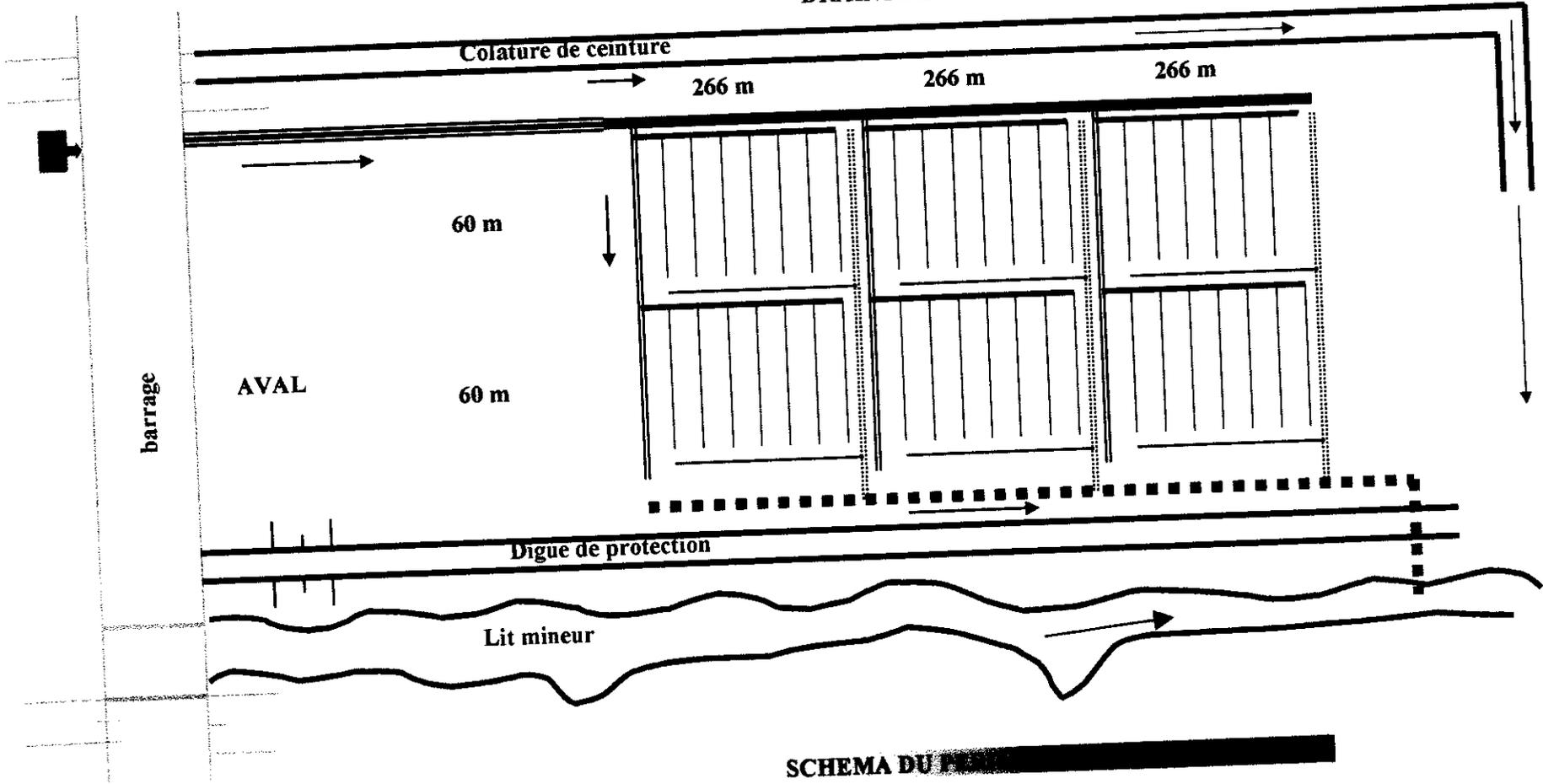
Pour faciliter la circulation des hommes, la colature de ceinture comportera un à deux dalots de franchissement.

Les différents ouvrages de prise seront des prises TOR (tout ou rien).

Les abaques de (USDA,1979) donne , pour un sol peu profond, un espacement moyen de 0.60m, et une longueur de 90 m. Pour des contraintes de configuration (distance entre la prise et l'axe du lit mineur), nous adoptons une longueur de 60 m (schéma du périmètre).



- RAIE
- ..... DRAIN SECONDAIRE
- DRAIN QUATER
- ..... DRAINTERTIAIRE
- ==== TETE MORTE
- CANAL SECONDAIRE
- ==== CANAL TERTIAIRE
- ARROSEUR



SCHEMA DU ...



## VI

**ETUDE DE LA MISE EN VALEUR****VI.1 LES SPECULATIONS**

La mise en valeur du périmètre est orientée vers les cultures maraîchères principalement dominées par les spéculations suivantes :

- ❖ La tomate ;
- ❖ L'oignon
- ❖ L'aubergine

La culture du riz pluvial permettra de mettre en valeur l'aménagement durant la saison des pluies.

**VI.2 SUPERFICIE AMENAGEE**

L'étude pédologique sommaire révèle une disponibilité en sol agricole suffisante, pour la mise en valeur de huit hectares pour le maraîchage et trois hectares pour la riziculture pluviale.

La carte des ressources en sols du Burkina indique que les sols de la zone d'étude, ont une teneur en matière organique faible exceptés les sols argileux du lit majeur. La somme des bases échangeables sont de l'ordre de 3 à 8 milliéquivalent, pour un taux de saturation comprise entre 60 à 80 %. Ces deux caractéristiques procurent aux sols une capacité d'échange de 4 à 13 milliéquivalent. Le pH des sols du périmètre convient en général a toutes les spéculations.

**VI.3 LA FERTILISATION**

Pour la fertilisation minérale, l'urée sera utilisée car elle est déjà insérée dans les habitudes paysannes par le biais de la filière coton. Les paysans utiliseront la fumure organique pour la fertilisation organique. L'utilisation simultanée de l'urée et de la fumure organique donne un meilleur résultat par rapport à l'utilisation séparée.

**Tableau 19: Doses d'engrais à prescrire**

	TOMATE		OIGNON		AUBERGINE	
	à l'hectare	parcelle UPA 500 m <sup>2</sup>	à l'hectare	parcelle UPA 500 m <sup>2</sup>	à l'hectare	parcelle UPA 500 m <sup>2</sup>
urée	90 kg	4.5 kg	80 kg	4 kg	100 kg	5 kg
fumure	30 tonnes	1.5 tonnes	25 tonnes	1.25 tonne	30 tonnes	1.5 tonne

(source : Institut National d'Etude et de Recherche Agricole)

Pour le riz il faut 200 kg / ha d'urée

### VIA PRODUCTION PROJEE

A ce stade de l'étude nous n'avons pas les superficies destinées aux différentes spéculations maraîchères. A partir de l'hypothèse suivante :

- Tomate : 5 ha ;
- Oignon : 2 ha ;
- Aubergine : 1 ha ;
- Riz : 3 ha

.Nous obtenons les productions suivantes :

SPECULATIONS	TOMATE	OIGNON	AUBERGINE	RIZ
Production pour une campagne	125 tonnes	40 tonnes	20 tonnes	15 tonnes

**Tableau 20 de la production d'une campagne agricole**

Nous rappelons que la campagne agricole des cultures maraîchères suit celle de la riziculture pluviale.

### VI.5 FACTEURS DE PRODUCTION

Les intrants agricoles sont les engrais chimique ( l'urée ou /et le N- P-K) et la fumure organique. Les équipements agricoles seront les outils d'attelage classiques (charrue) et les petits outillages agricoles ( daba, pioche, etc..).La taille des familles étant assez élevée, la main d'œuvre proviendra d'elles.

## VII

**ETUDE D'AVANT PROJET DETAILLE****VII.1. TERMES DE REFERENCE**

La présente étude, est une étude de faisabilité, elle est insuffisante pour la réalisation des travaux d'aménagement du barrage et du périmètre. Dans la perspective d'une étude d'avant projet détaillé, nous avons élaboré les termes de référence suivants :

**VII.1.1 ETUDE HYDROLOGIQUE**

Le but de l'étude hydrologique sera de déterminer de façon beaucoup plus précise :

- ❖ Les apports sur le bassin versant ;
- ❖ Les dépôts solides ;
- ❖ Les crues centennale et décennale.

**VII.1.2 ETUDE TOPOGRAPHIQUE**

Elle portera sur :

- ❖ Un levé de détail de la cuvette et du périmètre en aval du barrage, à l'échelle 1/2000 ;
- ❖ L'établissement des profils en travers de divers sections du cours d'eau pour le choix définitif du site ;

**VII.1.3 ETUDE GEOTECHNIQUE**

Elle visera à :

- ❖ Déterminer les caractéristiques mécaniques et hydrauliques des sols d'assise de la digue en vue du calcul de la stabilité, et l'estimation de l'infiltration dans la fondation ;
- ❖ Confirmer par essais complémentaires (essais oedométrique, de cisaillement, de perméabilité sur le matériau compacté), le choix de la zone d'emprunt.

## VII.1.4 ETUDE D'INGENIERIE DE CONCEPTION DU BARRAGE

Elle aura pour but de :

- ❖ Concevoir les ouvrages hydrauliques (digue, déversoir, bassin de dissipation) ;
- ❖ Etudier la stabilité des ouvrages hydrauliques ;
- ❖ Planifier l'entretien de l'ouvrage.

## VII.1.5 ETUDE PEDOLOGIQUE

Elle portera sur :

- ❖ Les qualités physiques du sol : texture, capacité d'infiltration, porosité, profondeur, réserve utile ;
- ❖ Les qualités physico - chimiques du sol : taux de N-P-K, de carbone, capacité d'échange cationique (CE), somme des bases échangeables ;
- ❖ Qualités biologiques : taux de matière organique, présence de micro-organisme ;
- ❖ L'analyse de l'eau d'irrigation avant l'exploitation du périmètre.

## VII.1.6 ETUDE D'INGENIERIE DE CONCEPTION DU PERIMETRE

Elle aura pour but de :

- ❖ Concevoir les ouvrages hydrauliques ;
- ❖ Dimensionner les réseaux d'irrigation, de colature ;
- ❖ Dimensionner les ouvrages nécessaires à la protection du périmètre

## VII.1.7 ETUDE SOCIO - ECONOMIQUE

Elle visera à :

- ❖ Analyser l'impact socio- économique de l'aménagement sur les systèmes agraires existants ;
- ❖ Déterminer les contraintes socio - économiques et les propositions de solution pour y remédier ;
- ❖ Approfondir la compréhension de la tenure foncière ;
- ❖ Déterminer les formes d'organisation des futurs usagers et les appuis qui leur seront nécessaires ;
- ❖ Effectuer le calcul de la rentabilité économique et financière.

## VII.1.8 ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Elle analysera :

- ❖ Les modifications du régime hydrique ;
- ❖ Les modifications de l'équilibre de la flore et de la faune
- ❖ Les effets négatifs de l'aménagement sur les hommes (maladies hydriques) ;
- ❖ Proposer des mesures d'atténuation.

## VII.2 LE COUT

### ➤ ETUDE TOPOGRAPHIQUE :

#### TERRAIN

- ✓ un opérateur topo : 15 jours \* 20000/jour = 300000 F
- ✓ déplacement aller – retour : 180 f/km \* 180 = 32400 F
- ✓ honoraire du chauffeur : 2500 F/jour\*15 jours = 37500 ;
- ✓ amortissement matériel : 50000 F

#### BUREAU

- ✓ Un opérateur topo : 10 jours \*20000/jours = 200.000 F

✓

Total :1 = 619900F

### ➤ ETUDE GEOTECHNIQUE :

#### TERRAIN

- ✓ Déplacement aller- retour : 2 \* 180 km \* 180 F/km = 64800F ;
- ✓ Un journée de géotechnique : 80000 F ;
- ✓ Un ingénieur du génie rural :24000 F ;
- ✓ Cinq manœuvres : 5 \* 1000 /jours \*2 = 10000 F

#### LABORATOIRE

Frais forfaitaire de 500000 F

Total : 2 = 678800 F

### ➤ ETUDE TECHNIQUE DU BARRAGE

- ✓ Un ingénieur du génie rural :  $10 \text{ jours} * 24000 \text{ F/jour} = 240000 \text{ F}$  ;
- ✓ Un technicien supérieur :  $10 \text{ jours} * 20000 \text{ F/jour} = 200000 \text{ F}$  ;
- ✓ Un consultant :  $1 \text{ jour} * 80000 \text{ F/jour} = 80000 \text{ F}$

Total 4 = **520.000 F**

### ➤ ETUDE SOCIO - ECONOMIQUE

#### TERRAIN

- ✓ Deux enquêteurs \* 5 jours \* 10000 F/jour \* 2 = 100000 F

#### BUREAU

- ✓ 7 JOURS \* 10000 F/jour\*2 = 140000 F

Total 5 : **240000 F**

### ➤ ETUDE PEDOLOGIQUE

- ✓ FORFAIT DE **500000 F**

### ➤ ETUDE TECHNIQUE DU PERIMETRE

- ✓ Un ingénieur de genie rural :  $24000 \text{ F/jour} * 20 \text{ jours} = 480000 \text{ F}$  ;
- ✓ Un technicien supérieur :  $20000 \text{ f/jour} * 20 = 400000 \text{ F}$
- ✓ Un consultant :  $1 \text{ jour} * 80000 \text{ F/jour} = 80000 \text{ f}$

Total 7 : **960000 F**

Sous total 1 := **3.518.700 F**

### ➤ ETUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

3 % du sous total 1 soit **105 561 F**

### ➤ ELABORATION DES DOSSIERS

Frappe, tirage, édition soit un total de 100000 F

Sous Total 2 := **3.724.261 F**

Imprévus estimés à 10% du sous - total 2 ; soit 372.426 F

**Total général = 4.096.6878 FCFA**

Nous informons que la source de ces coûts et honoraires est la cellule de formation à l'ingénierie de l'EIER.

## VIII

**ETUDE ECONOMIQUE****VIII.1 INVESTISSEMENT INITIAL**

L'investissement initial du projet comprend les volets suivants :

- ❖ Coût de l'étude de faisabilité
- ❖ Coût de réalisation et de contrôle des travaux du barrage
- ❖ Coût de l'étude d'avant projet détaillé
- ❖ Coût de la formation et de l'encadrement
- ❖ Coût de réalisation et de contrôle des travaux du périmètre

. NB : les montants sont en FCFA

**VIII.1.1 COUT DE L'ETUDE DE FAISABILITE**

Ce coût se compose de :

- ❖ Honoraire et indemnité de terrain de l'élève ingénieur ;
- ❖ Location de véhicule
- ❖ Coût des travaux topographiques (terrain et bureau)
- ❖ Frais de rédaction

**TOTAL :**

**834.600 FCFA**

Mode de financement :

investissement financier villageois

## VIII.1.2 COUT DE REALISATION DES TRAVAUX

Le devis des travaux est récapitulé dans le tableau ci - après

**Tableau 21 :DEVIS ESTIMATIF**

DEBROUSSAILLAGE	6.500	M2	225	1.462.500
DEBLAIS POUR FONDATION	5600	M3	1.600	4.160.000
REMBLAIS COMPACTE	5818	M3	3.325	21.612.500
BETON RME BAJOYER350 KG	49	M3	135.000	2.025.000
BETON CYCLOPEEN	318	M3	55.000	33.550.000
*PERRE SEC AMONT	6650	M2	4.200	7.157.875
*REVETEMENT AVAL	1995	M2	1.000	4.842.000
*RAMASSAGE DE MOELLON	2000	M3	2.250	2.402.000
TRANSPORT MOLLON	1995	M3	3.000.000	3.156.750
OUVRAGES DE PRISE	1	U		3.000.000
*MISE EN PLACE TAPIS-DRAIN	1575	M3	4.200	2.520.000
COUCHE DE POSE PERRE	665	M3	6.200	719.200
REMBLAIS LATERITIQUE COMPACTE	690	M3	3.900	202.800

\* investissement humains villageois

le total du devis	=	92.155.750 FCFA	
Installation et repli =		4.500.00 FCFA	
<hr/>			
+Majoration de 5%	=	101.488.537	FCFA
+Etude et Surveillance 9%	=	110.622.505	FCFA

Coût de réalisation et de contrôle des travaux : **110.622.505 FCFA**

Avec :

☛ investissement humains villageois : **46.541.775 FCFA**  
 ☛ recherche de financement : **64.080.730 FCFA**

NB :les sources des prix unitaires sont : l' ONBAH, EROH et la CFPI/ EIER

### VIII.1.3 COUT DE L'ETUDE D'AVANT PROJET DETAILLE

Les coûts sont estimés à 4.096.687 FCFA

☞ Mode de financement : demande de financement

### VIII.1.4 ENCADREMENT ET FORMATION

L'aménagement hydroagricole entraîne un bouleversement des structures traditionnelles et des mentalités, qui doit être préparé avec soin, le plus longtemps possible avant les travaux. C'est au moment où les travaux sont décidés qu'interviennent les premières mesures d'animation des populations qui sont touchées directement par le projet

Coût forfaitaire : ..... 170.000 FCFA

☞ Mode de financement : ..... demande de financement

### VIII.1.5 COUT DES TRAVAUX ET CONTROLE DU PERIMETRE

❖ ☞ le réseau d'irrigation

Le coût estimatif moyen global du réseau d'irrigation est de *1.666.666 FCFA/ha*

❖ ☞ le réseau de drainage

Le coût estimatif moyen du réseau de drainage est de *23.333 FCFA/ha* aménagé

❖ ☞ le réseau de piste

Le coût estimatif moyen du réseau de piste est de *133.333 FCFA/ha*

❖ ☞ la digue de protection

Le coût estimatif moyen des digues de protection est de *1.000.000 FCFA/ha*

❖ ☞ les travaux divers

Les travaux divers sont le planage grossier et le labour auxquels s'ajoutent la première mise en valeur

Le coût estimatif moyen est de 233.333 FCFA/ha

DEVIS DES TRAVAUX A L'HECTARE : ..... 3.056.665 FCFA

INSTALLATION ET REPLIS : 1.000.000 FCFA

SURVEILLANCE ET CONTROLE DES TRAVAUX : ..... 2.000.000 FCFA

Total 1 : ..... 3.156.665 FCFA

IMPREVUS : 10%

COUT ESTIMATIF MOYEN A L'HECTARE : 3.472.331 FCFA

**Soit 4.000.000 FCFA / ha**

*NB : Ces coûts moyens ont été pris sur la base des projets similaires déjà réalisés au Burkina Faso*

LE TOTAL DES INVESTISSEMENTS : ..... 147.748.358 FCFA

(barrage + périmètre)

Les investissements sont repartis ainsi :

☛ investissement humains villageois : 47.380.375 FCFA

☛ demande de financement : 100.367.983 FCFA

Pour une superficie totale de 8 ha :

LE COUT A L'HECTARE : ..... 18.468.544 FCFA

## VIII.2 LES CHARGES DE FONCTIONNEMENT ET D'ENTRETIEN

### VIII.2.1 LES FRAIS D'ENTRETIEN

Les coûts annuels d'entretien des aménagements sont de l'ordre de 0.5 % à 2% du montant global des investissements d'aménagement. Ces coûts concernent essentiellement ; le curage du réseau d'irrigation et d'assainissement, et les travaux d'entretien du barrage. Dans le cas actuel, les frais d'entretien sont de 0.5 % des investissements pendant les cinq premières années, puis 1% par la suite. On obtient

les résultats suivants :

- ❖ ☞ De la première à la cinquième année : 92.342 FCFA
- ❖ ☞ A partir de la sixième année 184.685 FCFA

### VIII.2.2 CHARGES D'EXPLOITATION

Ce sont les frais de main d'œuvre et les frais des intrants agricoles; Afin de ne pas surestimer ni sous estimer les charges d'exploitation, nous les avons déterminées à partir des coûts sur le marché. La taille des familles étant assez élevée, la main d'œuvre proviendra d'elles. Seuls les frais des intrants agricoles sont pris en compte. Pour un hectare on a :

- ❖ Semence : 5.500 FCFA \* 300 kg = 1.650.00 FCFA
- ❖ Engrais urée : 250 FCFA \* 90 kg = 22.500 FCFA
- ❖ Traitement : 17500 FCFA \* 20 boîtes = 350.000 FCFA

La charge d'exploitation à l'hectare du riz est estimé à 178.00 FCFA, ; sur des périmètres similaires au Burkina Faso

Les frais relatifs à la campagne s'élève à **2.200.500 FCFA**

### VIII.2.3 L'AMORTISSEMENT DES OUVRAGES

L'amortissement appliqué ; est linéaire sur la durée de vie des ouvrages. La durée de vie d'un périmètre aménagé est égale à 30 ans. Cette durée sera la base de calcul du taux de rentabilité interne.

### VIII.2.4 LES REVENUS D'EXPLOITATION

L'estimation des revenus d'exploitation dépend du type de cultures et du niveau d'encadrement des exploitants. Sur la base; que les conditions seront réunies pour la bonne exploitation des parcelles, le rendement moyen avec l'hypothèse de la monoculture de tomate est de 25 tonnes / ha/ campagne. Cependant, nous considérons un rendement moyen de 20 tonnes / ha / campagne pendant les cinq premières années.

Sur la base du prix de vente actuel du kilogramme de tomate à 160 FCFA, et le prix au producteur du kilogramme de riz; les revenus annuels / ha sont estimés à 3.825.000 FCFA pendant les cinq premières années et à 4.625.000 FCFA à partir de la sixième année.

### VIII.3 COMPTE D'EXPLOITATION PRÉVISIONNEL A L'HECTARE

Dans l'établissement du compte d'exploitation prévisionnel, deux hypothèses ont été faites ; il s'agit de la détermination du résultat en ne tenant compte d'aucun amortissement, et en tenant compte de l'amortissement du périmètre et du barrage.

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

**Tableau 22: compte d'exploitation prévisionnel par hectare**

	De la 1 <sup>ère</sup> à la 5 <sup>e</sup> année	6 <sup>e</sup> à la 30 <sup>e</sup> année
I- REVENU BRUT ANNUEL	3825000	4625000
II- CHARGES ANNUELLES		
II - 1 frais d'entretien	92342	184685
II - 2 charge d'exploitation	2200500	2200500
TOTAL	2292842	2385185
Cash - flow sans amortissement	1535239	2239815
II - 3 amortissement de l'aménagement	615618	615618
TOTAL	2908460	3000803
Cash - flow avec aménagement	916540	1624197

### VIII.4 LE TAUX DE RENTABILITE INTERNE - DELAI DE RECUPERATION

L'analyse financière exige l'évaluation de l'efficacité et de la rentabilité des différentes possibilités d'investissement.

Le taux de rentabilité interne (TRI) évalue l'efficacité du projet en matière de recouvrement des capitaux investis.

#### BASES DE CALCUL :

- ❖ ☞ L'exploitation étant une activité saisonnière, les besoins en fonds de roulement correspondents à la somme des dépenses d'exploitation ;

- ❖ ☞ Le financement des investissements et du besoin en fonds de roulement sera effectué à l'année zéro
- ❖ ☞ L'exploitation sera exonéré de l'impôt sur les bénéfices industriels et commerciaux
- ❖ La Variation du besoin en fond de roulement se présente comme suit :

**Tableau 23** : Besoin en fonds de roulement :

année	0	1	2	6	30
<b>BFR</b>	0	2292842	2292842	2385185	2385185
<b>ΔBFR</b>	0	2292842	0	92343	0

**Tableau 24** des Flux financiers prévisionnels

ANNEES	0	1	2 à 5	6 à 29	30
<b>Production</b>	0	382500	3825000	4625000	4625000
<b>Récupération BFR<sub>e</sub></b>					2385185
<b>Total Ressource</b>	0	3825000	3825000	4625000	7010185
<b>Investissement</b>	18468544				
<b>ΔBFR</b>		2292842	0	92343	0
<b>Dépenses exploitation</b>		2292842	2292842	2385185	2385185
<b>Total Emplois</b>	18468544	4585684	2292842	2477528	2385185
<b>FLUX FINANCIER</b>	-18468544	-760684	1532158	2147472	4625000
<b>cumul des flux</b>	-18468544	-19229228	-13100596	38438732	43063732

5<sup>e</sup> année29<sup>e</sup> année

➡ La valeur actuelle nette(VAN) au taux de 5 % = 10268961 FCFA

➡ La valeur actuelle nette(VAN) au taux de 10 % = -2499451 FCFA

$$\text{Interpolation : } \frac{5\% \times 10268961}{(10268961 + 2499451)} = 4\%$$

le taux de rentabilité interne : TRI = 5 + 4 = 9 %

Le taux de rentabilité interne est égal à 9 % sans les amortissement

Pour un taux de rentabilité interne de 9 %, l'investissement peut être accepté ; si le taux d'intérêt du crédit alloué au financement est inférieur 9%

### VIII.5 LE DELAI DE RECUPERATION / DRC

A partir des cumuls des flux financiers; le cumul des flux à la 11<sup>e</sup> année est négative et celui de la 12<sup>e</sup> année est positif par conséquent :

$$DRC = 11 \text{ ans} + \frac{|\text{Flux } 12^{\text{e}} \text{ année}| * 12 \text{ mois}}{(|\text{Flux } 11^{\text{e}} \text{ année}| + |\text{Flux } 13^{\text{e}} \text{ année}|)}$$

$$DRC = 12 \text{ ans } 6 \text{ mois} \quad \text{c'est à dire } 13 \text{ ans}$$

*Délai de récupération des fonds investis est égal à 13 ans sur 30 ans de vie de l'aménagement*

### VIII.6 MARGE BRUTE DE L'UPA

- ❖ DEPENSES AU NIVEAU DE LA PARCELLE DE L'UPA ( 500 m<sup>2</sup> de parcelle)

DEPENSES D'EXPLOITATION A L'ha	SURFACE UPA 500 M2	DEPENSES D'EXPLOITATION UPA
2385185		119259

- ❖ RECETTE D'EXPLOITATION AU NIVEAU DE L'UPA

RECETTE D'EXPLOITATION A L'ha	SURFACE UPA 500 M2	RECETTE D'EXPLOITATION UPA
4625000		231250

**Tableau 25 : recette et dépense d'exploitation de l'UPA**

La marge brute est alors égale à :

RECETTE D'EXPLOITATION UPA -- DEPENSES D'EXPLOITATION UPA

231250 FCFA – 119259 = **111.991 FCFA**

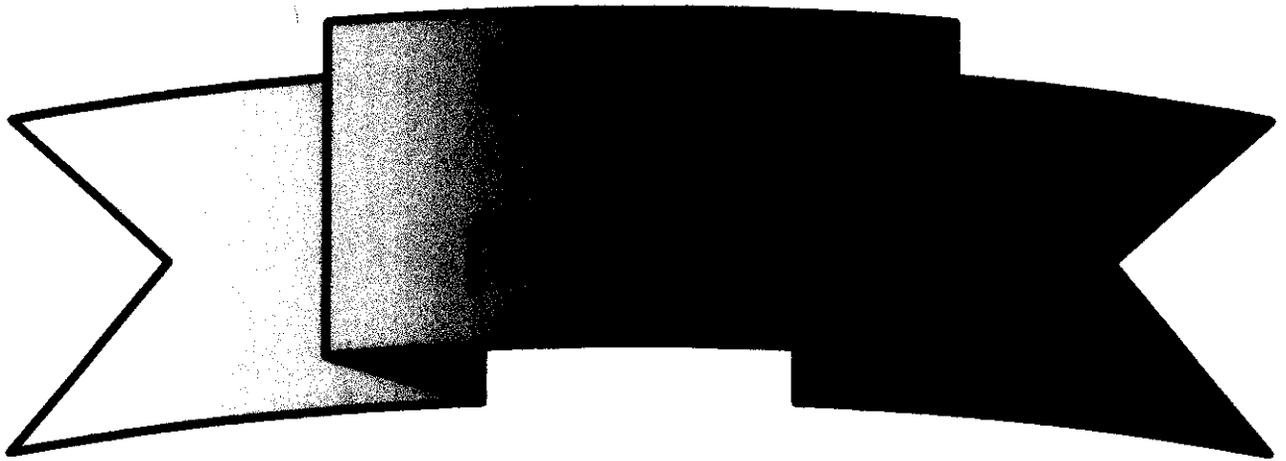
La marge brute au niveau de l'UPA est égale à **111.991 FCFA**

Sur la base d'une étude menée par l'INERA (institut national d'étude et de recherche agricole du Burkina), le revenu minimum par exploitant (UPA) au Burkina pour une période de 12 mois est de 80.000 FCFA. Le bénéfice brut de l'exploitant (sans le coût de la main d'œuvre familiale) sur 4 mois. est de 111.991 FCFA..

Il est important de chiffrer la main d'œuvre familiale afin d'avoir le bénéfice réel de l'exploitation. Ainsi pour 1 hectare il faut 500 Homme / jour en 4 mois (source INERA). A l'échelle de l'UPA, ce besoin devient 25 Homme / jour. Sur la base de 1000 FCFA/ homme / jour, le coût de la main d'œuvre familiale est de 25.000 FCFA ; soit un bénéfice réel de 86991 FCFA

## VIII.7 EFFETS GENERALISES

Les effets étudiés jusqu'ici sont ceux qui touchent directement les exploitants du périmètre, ce sont les effets restreints. Les sommes produites par les ventes des produits, par les dépenses en capital et de gestion; produisent, elles aussi des effets sur d'autres secteurs de l'économie : ce sont les effets généralisés. L'aménagement aura un impact sur la production animale, par la production du fourrage vert qui améliore la reproduction des espèces. Le fourrage vert se développera sur les franges de la retenue au moment de la décrue. Les effets secondaires sont multiples, l'effet recherché par les villageois est la fixation de la population.



**I****INTRODUCTION**

Le Burkina est un pays sahélien qui connaît une crise écologique prononcée due essentiellement aux sécheresses répétées ainsi que la désertification quasi permanente.

Cette situation est caractérisée par un déficit pluviométrique important compromettant dangereusement la production agricole d'où un déficit céréalier et une famine presque généralisée.

Face à cette situation, le gouvernement dans sa politique d'autosuffisance et de sécurité alimentaire, a mis en place une stratégie de production basée sur la maîtrise des eaux de surface en vue d'une production agricole en amont ou en aval des ouvrages.

Cependant l'enthousiasme populaire né au niveau de ces aménagements s'est progressivement estompé au niveau des techniciens par l'apparition d'un certain nombre d'impacts négatifs sur l'environnement. Ces atteintes à l'environnement sont dues essentiellement à un manque ou à une insuffisance d'étude d'impact sur l'environnement qui constitue un outil précieux d'aide à la prise de décision ainsi qu'un moyen judicieux d'aboutir à une production continue et soutenue de manière durable.

C'est dans cette optique qu'il a été institutionnalisé au Burkina Faso par la loi n° 002 - 94/ ADP du 19 / 01 / 94, portant code de l'environnement, l'Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE) et cette loi demeure pour l'instant l'instrument juridique dans la mise en œuvre de la politique d'aménagement du terroir.

Le présent volet a pour objectif de décrire les impacts environnementaux que peut engendrer l'aménagement du bas - fond de Toba. Il s'articulera autour de quatre points :

- ① - les impacts négatifs de l'aménagement ;
- ② - les impacts positifs de l'aménagement ;
- ③ - les mesures d'atténuation et de compensation.

## II

# PRESENTATION

Il s'agit d'un projet de construction d'un barrage en terre dans le village de Toba, province du Nayala, au Nord Ouest du Burkina Faso. C'est un projet de petite envergure s'articulant autour de trois principales actions :

- ➔ l'installation du chantier ;
- ➔ la construction du barrage ;
- ➔ la mise en eau et l'exploitation de la retenue.

### II.1 POTENTIALITES AGRICOLES

Les potentialités en terre agricoles sont estimées à **.8. ha**. La superficie exploitée par ménage est égale à **500 m<sup>2</sup>**.

### II.2 POTENTIALITES HYDRAULIQUES

La capacité de la retenue est estimée à **580 000...m<sup>3</sup>**

### II.3 DESCRIPTION DU SITE ( cf chapitres antérieurs )

## III

# IMPACTS NEGATIFS ET POSITIFS

### III.1 IMPACTS NEGATIFS

Sans toute fois occulter ses biens faits et ses avantages certains; tout projet d'aménagement hydro - agricole transforme l'environnement naturel et humain sur lequel il agit.

Dans le cas de Toba, les principaux impacts négatifs qui peuvent résulter sont :

- ❖ la dégradation de la végétation ;
- ❖ la dégradation de la faune ;
- ❖ la dégradation des sols ;
- ❖ la modification de la qualité de l'eau ;
- ❖ la détérioration de la santé des populations.

### III.1.1 LA DEGRADATION DE LA VEGETATION

Les raisons qui vont conduire à la dégradation des sols sont :

- ❖ La superficie très limitée par ménage n'autorise pas toujours un revenu net pour couvrir tous les besoins annuels de la famille, qui va s'agrandir, notamment à cause du retour de certains membres de la famille. Les ménages auront le plus souvent recours à des champs de brousse. Cela se traduit par des défrichements incontrôlés sur de grandes superficies.
- ❖ Les opérations d'aménagement se traduiront par l'abattages des arbres dans l'emprise des travaux. La phase de mise à eau entraînera la noyade de la petite et de la grande végétation : 47 ha de végétation. La destruction des 30 pieds de manguiers dans le lit majeur du marigot amputera le village d'une grande partie de sa potentialité en arbres fruitiers. La zone du verger de mangue sert aussi de lieu de repos aux animaux domestiques pendant les heures chaudes de la journée. Le bas - fond ne sera plus utilisé comme zone de parc de bois de chauffe d'une part, et de zone de parcours d'autre part.
- ❖ Les nouvelles zones de cueillette du bois de chauffe seront dégradées très rapidement à cause de l'intensification des coupes.

La dégradation de cette végétation se manifeste aussi par :

- ➔ la diminution de la diversité biologique : disparition de la végétation naturelle au profit des espèces cultivées ;
- ➔ les effets dégressifs de l'excès d'eau et de la salinisation des sols qui limitent la gamme d'espèces cultivables.

### III.1.2 LA DEGRADATION DE LA FAUNE

Elle sera la résultante de plusieurs facteurs dont :

- ❖ le changement de l'écosystème dû à l'aménagement : déboisement et disparition de la végétation arborée et des ressources pastorales, la construction de la digue s'opposant à la mobilité des animaux, la pollution des eaux par les produits toxiques comme les engrais ;

École Inter - Etats d'Ingénieurs de l'Équipement Rural de Ouagadougou

- ❖ l'augmentation de la densité humaine, de la chasse ;
- ❖ la pullulation d'animaux parasites, de rongeurs, de moineaux, dont le contrôle est souvent très difficile.

### III.1.3 LA DEGRADATION DES SOLS

On doit s'attendre aux conséquences suivantes à long terme :

- ❖ le recours quasi - exclusif aux engrais minéraux est une cause indéniable de chute de rendement à long terme pour traduire la chute du capital humique des sols et une plus grande sensibilité des horizons à l'érosion;
- ❖ la formation de nappes phréatiques généralisées ou localisées peu profondes en raison d'eau d'irrigation ;
- ❖ le corollaire de la conséquence précédente est la concentration des sols en surface par ascension capillaire;
- ❖ la salinisation et l'alcalinisation des sols : augmentation du pH, toxicité des divers ions, carence en oligo - élément, etc..

### III.1.4 LA MODIFICATION DE LA QUALITE DES EAUX

L'utilisation excessive et répétée des engrais , pesticides et herbicides, les défections humaines et animales, les activités ménagères, vont détériorer la qualité première des eaux de surface et probablement souterraines.

### III.1.5 LA DETERIORATION DE LA SANTE DES POPULATIONS

L'augmentation de la population humaine, l'utilisation des eaux du barrage pour les besoins humains et animaux, les lames d'eau indésirées dans les parcelles, seront d'autant de facteurs de détérioration de la santé des populations par le développement de maladies endémiques telles que le paludisme, la bilharziose, les amibiases, la diarrhée, etc ....

Les risques de noyade seront très importants dans le village.

### III.1.6 LES PROBLEMES SOCIAUX

Les problèmes sociaux qui peuvent être liés à l'aménagement sont :

- ❖ le problème d'insertion de familles émigrées (estimée à plus de vingt), car les superficies exploitables sont limitées ;
- ❖ les éventuels conflits entre les éleveurs des villages voisins et les exploitants des parcelles ;
- ❖ affectation des mœurs due à l'arrivée massive des ouvriers venant d'origines diverses avec des mœurs différents, lors des opérations d'aménagement ;
- ❖ accident de travail pendant les travaux, il peut y avoir des chutes des hommes ou des objets sur des individus ;
- ❖ capacité limitée d'hébergement du village pour les ouvriers

### III.2 LES IMPACTS POSITIFS

L'aménagement du bas - fond de Toba, sera un ~~ensemble~~ d'activités et d'opérations qui consommeront des ressources financières, écologiques et humaines limitées et dont les villageois attendent des revenus ou autres avantages monétaires ou non monétaires. Parmi ces avantages, nous citerons :

#### III.2.1 - LES AVANTAGES SOCIAUX

- répartition des revenus

La commercialisation des produits maraîchers sera une source de revenu importante pour les UPA. La potentialité en débouchés des produits est très large pour les exploitants. Le revenu par ménage est égal à 111.960 FCFA / campagne

- emplois

La saison sèche sera la période des cultures maraîchères dans le village, ce qui contribuera à réduire le sous - emploi et le chômage. Les emplois seront de deux types :

- ➡ les emplois permanents liés à l'exploitation du bas - fonds durant toute la vie du barrage ( environ 30 ans) ;
- ➡ emplois temporaires liés à la phase de construction du barrage.

Le nombre d'emplois qui sera généré, sur la base de 5 actifs par UPA est estimé à 900 emplois

migration

L'un des avantages sociaux du barrage de Toba sera la fixation des populations au village et le retour au bercail de celles qui sont parties du village.

- nutrition et santé

Les problèmes de santé et de nutrition sont importants à Toba. Les populations souffrent de carence en protéine (après une enquête des services sanitaires). On assistera au développement de la pêche dans le village, d'où une amélioration sur le plan nutritionnel.

nouveaux métiers

Lors de la réalisation du barrage, les villageois qui participeront aux travaux, seront formés sur le tas. La pêche et le maraîchage seront les deux grandes nouvelles activités que les villageois vont inclure dans leur tâche quotidienne.

- avantages écologiques

L'impact de la retenue sur la faune et la flore sera d'une importance capitale. La zone sera un point d'attraction des petits et gros gibiers tels que les singes et les biches qui reconstitueront leur habitat dans le terroir. La recharge de la nappe va beaucoup favoriser le développement de la végétation par l'arboriculture destinée surtout aux brise - vents.

## IV MESURES D'ATTENUATION ET DE COMPENSATION

Ces mesures sont destinées à corriger et / ou à atténuer les impacts négatifs sus - cités résultant de la construction et de la mise en valeur du barrage. Les mesures envisagées couvrent les domaines suivants :

### IV.1 POUR LA DEGRADATION DES SOLS

Les techniques préventives et curatives seront :

- ❖ définition et compréhension claires des doses d'engrais, périodes et modalités d'application des engrais chimiques tels que le N-P-K et l'urée ;

- ❖ nécessité d'un apport d'engrais organique : fosses fumiers ;

## **IV.2 POUR LA DEGRADATION DE LA VEGETATION**

- ❖ mise en place systématique de brise - vents autour des surfaces agricoles ;
- ❖ création de bosquets d'arbres et de haie vive dans le village.

## **IV.3 POUR LA DEGRADATION DE LA FAUNE**

- ❖ l'organisation de l'élevage dans le village;
- ❖ réglementation de la chasse de gibier.

## **IV.4 POUR LA DEGRADATION DE LA SANTE DES POPULATIONS**

Pour atténuer les effets secondaires résultant du déplacement des populations, les mesures suivantes seront à prendre :

- ❖ sensibilisation et éducation des populations aux mesures d'hygiène ;
- ❖ création d'un dispensaire ;
- ❖ aménagement d'une zone en abreuvoir pour les bêtes ;
- ❖ campagne préventive de vaccination.

## **IV.5 POUR LA POLLUTION DES EAUX**

- ❖ sensibilisation des populations ;
- ❖ utilisations contrôlées des engrais et pesticides ;
- ❖ interdiction de toute forme de pêche à l'aide de produits toxiques.

## **IV.6 POUR LES ACCIDENTS DE TRAVAIL**

- ❖ éducation des populations et des employés ;
- ❖ mise en place des mesures de sécurité sur le chantier et ses environs immédiats ;
- ❖ souscription d'une police d'assurance appropriée par l'entrepreneur.

## IV.7 POUR L'INONDATION DES CHAMPS

- ❖ indemnisation des familles victimes, par la collectivité villageoise
- ❖ veiller à ce que les victimes puissent avoir de l'espace pour cultiver



## E CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La réalisation d'un ouvrage de maîtrise de crue, exige une forte mobilisation des ressources financières, qui freinent toute action d'aménagement de bas - fond; chez les populations rurales. A ce effet la réalisation du barrage de Toba, passe par une recherche de financement au près des bailleurs de fonds ; qui trouveront traité dans ce rapport ; les faisabilités écologique, sociale, et économique du projet. L'amélioration du bien être des promoteurs est indéniablement liée au secteur de l'agriculture de contre - saison et à l'accroissement de la production animale.

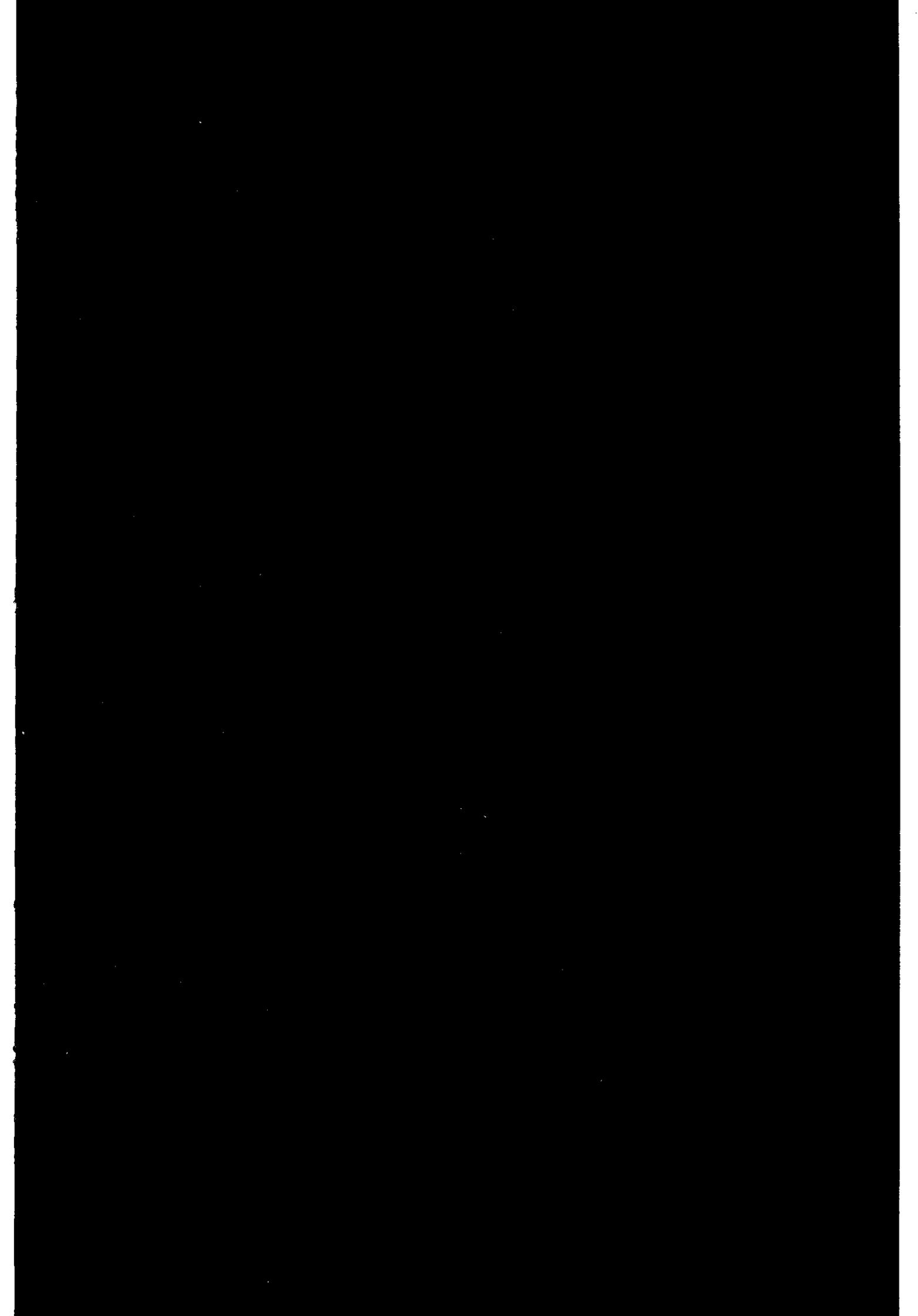
La rentabilité du projet pour les exploitants; passe par une subvention des investissements demandés. Le cas échéant (prise en charge de l'amortissement), le taux de rentabilité interne sera inférieur au taux calculé de 9%.

Enfin d'accroître le bien être des exploitants, on peut faire les recommandation suivantes :

- ☒ -créer un organe d'encadrement chargé de faire appliquer les conseils techniques et de gestion
- ☒ -une sensibilisation sur les avantages et les inconvénients des cultures de rente, afin que les exploitants ne privilègent pas ces cultures au dépend des cultures céréalières ;
- ☒ redynamiser le groupement des agriculteurs, et actualiser son règlement intérieur dans le cadre de l'organisation de la commercialisation; de la production et l'approvisionnement en facteurs de production.

Il est important de signaler que l'étude de reconnaissance ne saurait remplacer l'étude pédologique et géotechnique d'exécution qui s'impose avant l'aménagement proposé. Comme suggestions pouvant aller dans ce sens, les termes de références de l'avant projet détaillé dans les chapitres antérieurs indiquent le travail qui reste à faire

Il est inutile de vouloir construire un ouvrage à investissement élevé si l'on est pas capable de l'entretenir ensuite correctement. Il faut éviter que le problème d'entretien ne soit négligé au bénéfice des tâches de construction. L'aménagement hydro - agricole d'un bas - fond reste donc une aventure humaine dont le succès dépend du soin accordé à sa préparation et à sa réalisation, mais aussi des efforts quotidiens des exploitants qui doivent pouvoir tirer profit de leur travail.



# I CALCULS HYDROLOGIQUES

## I.1 ETUDE DES PLUIES

### I.1.1 PLUIES ANNUELLES

RANG	ANNEE	PLUIES (mm)	Fréquence non dépass.	RANG	ANNEE	PLUIES (mm)	Fréquence non dépass.
1	1987	496.6	.015	18	1991	702.8	.515
2	1993	501.6	.044	19	1992	710.3	.544
3	1984	516.6	.074	20	1974	710.5	.574
4	1986	589	.103	21	1995	719.5	.603
5	1985	591.4	.132	22	1970	731.7	.632
6	1983	605.4	.162	23	1969	753.5	.662
7	1990	615.8	.191	24	1998	764.1	.691
8	1982	617.8	.221	25	1981	785	.721
9	1967	630.5	.25	26	1989	788.9	.75
10	1997	637.5	.279	27	1988	793.9	.779
11	1973	639.3	.309	28	1964	795.2	.809
12	1977	641.6	.338	29	1968	833.5	.838
13	1980	665.1	.368	30	1972	851.6	.867
14	1978	674.8	.397	31	1963	940.4	.897
15	1971	689.6	.427	32	1965	942.6	.927
16	1976	694	.459	33	1966	978.1	.956
17	1979	694.5	.485	34	194	994.2	.985

Tableau 26 : pluies annuelles

la moyenne calculée :  $m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i = 715 \text{ mm}$

$$\text{l'écart type calculé : } \delta = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - m)^2} = 127 \text{ m m}$$

avec  $N = 34$

intervalle de confiance est égale à 80%

$z(80\%) = 1.28$

$$X_F = m + \delta U_i \pm z(80\%) \times \delta / \sqrt{N} \times \beta(F_i)$$

$$X_F = m + \delta U_i \pm 27.9 \times \beta(F_i)$$

	0.01	0.10	0.2	0.5	0.8	0.9	0.98	0.99
$\beta(F_i)$	3.84	1.76	1.43	1.25	1.43	1.76	2.92	3.84
$U_i$	-3.84	-1.28	-0.84	0	0.84	1.28	2.05	3.84
$m + \delta U_i$	227	552	608	715	0.22	878	975	1202
$27.9\beta(F_i)$	107	49	40	35	40	49	81	107
$X_A^+$	120	503	568	680	782	829	894	1095
$X_A^-$	334	601	648	750	862	927	10156	1309

Sur le graphique plus de 80% des points sont l'intervalle de confiance, ce qui confirme la validité des observations.

## I.1.2 PLUIES JOURNALIERES MAXIMALES DE 24 HEURES

RANG	ANNEE	PLUIES (mm)	Fréquence non dépass.	RANG	ANNEE	PLUIES (mm)	Fréquence non dépass.
1	1984	33.77	.029	18	1975	58.2	529
2	1993	35.5	.059	19	1969	59.6	559
3	1976	40.2	.088	20	1973	59.6	588
4	1986	40.8	.118	21	1985	59.7	.618
5	1992	42.3	.147	22	1958	60.5	.647
6	1980	45.5	.176	23	1983	60.5	.676
7	1974	46.4	.206	24	1978	62.4	.706
8	1970	50.4	.235	25	1971	66.6	.735
9	1964	51.3	.265	26	1994	69.4	.765
10	1982	52.4	.294	27	1977	70.3	.794
11	1996	52.7	.324	28	1987	70.6	.824
12	1968	54	.353	29	1990	70.7	.853
13	1967	54.5	.382	30	1966	74.2	.882
14	1983	55	.412	31	1979	76.3	.912
15	1995	55.6	.441	32	1981	77.1	.941
16	1963	57.2	.471	33	1965	85.5	.97
17	1991	57.6	.5				

Tableau 27 : pluies journalières maximales

La moyenne calculée : 57.75 mm

écart type calculé : 12.34 mm

N = 33  $\Rightarrow$   $\alpha_n = 0.481$   $\beta_n = 0.892$ mode :  $X_0 = m - \alpha_n \sigma = 51.80$  mméchelle :  $S = \beta_n \sigma = 11.02$  mmla moyenne de la loi :  $m = X_0 + 0.57 S = 58$  mmécart type de loi :  $\sigma = 1.283 S = 14.13$  mm

la droite calculée :

 $X_F = X_0 + s U_F$  avec  $U_F = -\ln(-\ln(X_F))$  $X_{(0.95)} = 51.8 + 11.02 \times 2.97 = 84.53$  mm $X_{(0.1)} = 51.8 + 11.02 \times (-0.834) = 43$  mm

Ces deux droites permettent de tracer la droite calculée.

$$X_F = X_0 + s U_F \pm 1.28 (s / \sqrt{n}) \beta(F_i)$$

avec une intervalle de confiance de 80 % on aura :

$F_i$	.05	0.1	0.2	0.5	0.7	0.8	0.9	0.95	0.98
$\beta(F_i)$	1.46	1.3	1.24	1.44	1.84	2.24	3.16	1.46	7.08
$U_F$	-	-	-	0.367		1.5	2.25		3.902
	1.097	0.834	0.476						
$X_F = X_0 + s U_F$	39.7	42.61	46.55	55.84		68.33	76.6		94
$1.28(s / \sqrt{n}) \beta(F_i)$	3.58	3.19	4.5	5.5		7.8	10.95		17.38
$X_A^+$	43.28	42.89	42.74	43.2	44.2	45.2	47.5	50.7	57
$X_A^-$	36.12	36.51	36.7	36.16	35.2	34.2	31.9	28.8	22.32

$$X_{(0.9)} = X_0 + U.S \pm A(f, n) (\sigma / \sqrt{n}) . t(\alpha, n)$$

$$X_0 + U.S = 76.6 \text{ mm}$$

$$A(f, n) = A(10 \text{ ans}, 33) = 2.31$$

$$A(f, n) (\sigma / \sqrt{n}) = 2.31 \times (14.13 / \sqrt{33}) = 5.68$$

$$\alpha = 95 \% \text{ et } n = 33 \Rightarrow t(\alpha, n) = 2$$

$$A(f, n) (\sigma / \sqrt{n}) . t(\alpha, n) = 2 \times 5.68 = 11.36 \text{ mm}$$

$$X_{(0.9)} = 76.6 \pm 11.36 \text{ mm}$$

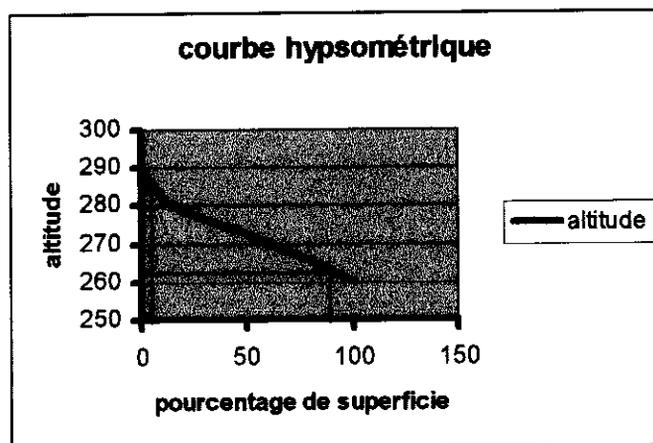
on prend pour la suite des calculs  $P_{10} = 76 \text{ mm}$

## I.2 CALCUL DE LA CRUE D'ETUDE

### I.2.1 CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DU BASSIN VERSANT

- ❖ Superficie : 70 km<sup>2</sup> ;
- ❖ Pluviométrie annuelle moyenne : 705 mm
- ❖ Pluviométrie journalière maximale décennale : 76 mm
- ❖ Périmètre : 34 km ;
- ❖ Indice de compacité :  $I_c = P / (2 \sqrt{3.14 * 70}) = 1.15$  ;
- ❖ Longueur équivalente :  $L = (P + \sqrt{P^2 - 16 S}) / 4 = 10$  km ;
- ❖ Indice globale de pente :

Altitude	Superficie	
	Km <sup>2</sup>	%
m		
290	0	0
280	10.5	15
270	42	60
260	70	100



$$I_g = dH/l = 26 / 10 = 2.6 \text{ m / km ;}$$

- ❖ Dénivelée spécifique  $D_s = I_g * \sqrt{S} = 22$  ;
- ❖ Infiltrabilité – perméabilité : le bassin versant est relativement imperméable/ classe RI ;
- ❖ Coefficient d'abattement A :  
 $A = 1 - ((161 - 0.042 * P_{an}) / 1000 * \log S)$  ( formule de Vuillaume ( 1974) ) ;
- ❖ Indice globale de pente corrigée  $I_g \text{ cor}$ : nous considérons une indice globale de

- ❖ pente corrigée de 7 m / km ;
  - ❖ Coefficient de ruissellement Kr 10 :
- $$Kr_{70} = a / (S + b) + c = 239 / (70 + 17.7) = 14.5 = 17\%$$
- $$Kr_{100} = 300 / (70 + 20) = 15 = 18\%$$
- $$Kr_{10} = 17 + (76 - 70) / (100 - 70) * (18 - 17) = 18\%$$

### 1.2.1.1 METHODE ORSTOM

domaines d'utilisation :

- ❖ superficie inférieure à 120 km<sup>2</sup>
- ❖ pluviométrie annuelle inférieure à 900 mm

#### calcul de Q10:

⊙ **pluie moyenne sur le bassin P<sub>m10</sub>** : calculée en appliquant à P<sub>10</sub> le coefficient d'abattement A déterminé à l'aide de l'équation de Vuillaume

$$P_{m10} = 0.76 \times 0.76 = 58 \text{ mm}$$

⊙ **volume ruisselé décennal V<sub>r10</sub>** :  $10^3 \times S \times P_{m10} \times Kr_{10} = 10^3 * 70 * 58 * 0.18$   
 $V_{r10} = 730.800 \text{ m}^3$

⊙ **temps de base T<sub>b10</sub>** : déterminé à partir des figures connaissant S et Ig  
 $T_{b10} = 700 \text{ mm.}$

⊙ **débit moyen de ruissellement Q<sub>mr10</sub>** : est donné par la relation  $V_{r10} / T_{b10} = 730800 / (700 * 60)$   
 $Q_{mr10} = 17.4 \text{ m}^3 / \text{s}$

⊙ **coefficient de pointe α<sub>10</sub>** : est égal à 1.9 . Le check - list conseille 3 pour le reseau radial

$$\alpha_{10} = 3$$

⊙ **débit maximum de ruissellement : Q<sub>r10</sub>** : est donné par l'expression  
 $\alpha_{10} * Q_{mr10} = 3 * 17.4$   
 $Q_{r10} = 52.2 \text{ m}^3 / \text{s}$

⊙ **débit de Pointe Q<sub>10</sub>** : il est estimé après examen des terrains perméables qui permet d'évaluer la part de l'écoulement retardé ; Pour notre cas l'indice d'infiltrabilité est RI : après interpolation on trouve 4 % de Q<sub>r10</sub> : soit  $52.2 * 1.04$   
 $Q_{10} = 54 \text{ m}^3 / \text{s}$

● volume d'écoulement retardé  $V_{ret_{10}}$  : peut ainsi être estimé :  $Q_{10} * 4\% * T_{b_{10}}$

$T_{b_{10}}$

$$V_{ret_{10}} = 90720 \text{ m}^3$$

● volume total de crue  $V_{C_{10}}$  :  $90720 + 730.800$

$$V_{C_{10}} = 821520 \text{ m}^3$$

● temps de montée  $T_{m_{10}}$  : avec  $I_g = 7 \text{ m / km}$  pour  $S = 70 \text{ km}^2 > 6 \text{ km}^2$

$$\Rightarrow T_{m_{10}} = 32 * S^{0.35} + 23$$

$$T_{m_{10}} = 165 \text{ mn}$$

### Calcul de la crue du projet : Q100

On passe de Q10 à Q100 par un coefficient multiplicateur C.

$$C = (1 + ((P_{100} - P_{10}) / P_{10}) * (T_{b_{10}} / 24)^{0.12} / K_{r_{10}})$$

En zone sahélienne,  $(P_{100} - P_{10}) / P_{10} = 0.45$ . Pour  $T_{b_{10}} = 700 \text{ mm}$ ,  $K_{r_{10}} = 18\%$ , on trouve  $C = 3$ . Nous retenons un coefficient  $C = 1.5$  en supposant que le risque n'est pas trop grand en cas de rupture.

$$Q_{100} = 1.5 * 54 = 81 \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$V_e = K_e * s * P_{an} = .11 * 70^E6 * 0.705 = 5418500m^3$$

Les apports en année quinquennale sèche et décennale sèche sont estimés par la méthode de l'ONBAH :

- ❖ Quinquennale sèche :  $V_5 = 0.7 V_e = 3.799.950 \text{ m}^3$
- ❖ Décennale sèche :  $V_{10} = 0.5 V_e = 2.714.250 \text{ m}^3$

## II CALCULS PEDOLOGIQUE

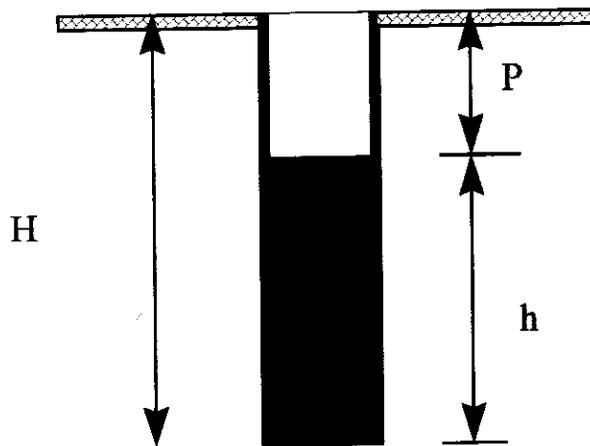
### II.1 LA PERMEABILITE

La méthode utilisée pour déterminer la perméabilité »in situ « est celle de PORCHET. La méthode consiste à :

creuser un trou cylindrique dans la cuvette ;

⌚ remplir le trou d'eau et attendre 20 mn (temps de saturation) ;

⌚ mesurer pour les temps  $t_1$  et  $t_2$  les profondeurs  $P_1$  et  $P_2$



$$K = \frac{R}{2 \times (t_2 - t_1)} \times \ln \frac{\left(h_1 - \frac{R}{2}\right)}{\left(h_2 - \frac{R}{2}\right)} \quad (\text{formule de PORCHET})$$

**Tableau 29 des résultats des test de perméabilité:**

	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	P <sub>1</sub> cm	P <sub>2</sub> cm	cm	cm	(mm/h)
T1	0	108	7	13	7.5	50	6
T2	20	83	19	30			50
T3	0	48	1	27			68
T4	4	52	4	35			104
T5	0	63	0	28			57
T6	30	52	0	10			19

### III CALCULS BESOIN EN EAU ET PERTES

#### III.1 BESOIN EN EAU

##### ALIMENTATION EN EAU DES HUMAINS :

population en 1995 : 1607 habitants

taux d'accroissement : 2 %

population en 2030 :  $1607 * (1 + 2\%)^{35} = 3212$  habitants

consommation spécifique : 20 l/j /habitant

besoin en eau :  $3212 \text{ habitants} * 20 \text{ m}^3 * 30 * 8 \text{ jours} = 15417 \text{ m}^3$

20% des besoins :  $0.2 * 154170 \text{ m}^3 = 3083 \text{ m}^3$  durant la saison sèche

Les autres besoins sont détaillés dans le mémoire explicatif

#### III.2 PERTE PAR ENVASEMENT :

L'estimation du volume d'envasement dans la retenue est donnée par la formule de KARAMBIRI (1998)

$$D = 137 * (P/700)^{-2.02} * S^{-0.005} * (0.25 + 1.13 * (h + r))^{1.15}$$

$$V = D * S$$

Avec

- ❖ D : dégradation spécifique annuelle ( m<sup>3</sup> / km<sup>2</sup> / an) ;
- ❖ V : volume annuel de dépôts solides ( m<sup>3</sup> / an) ;
- ❖ P : pluviométrie moyenne annuelle (mm) ;
- ❖ S : superficie du bassin versant (km<sup>2</sup>) ;
- ❖ h : paramètre anthro ;
- ❖ r : paramètre morpho

Le bassin versant comporte des petits villages, donc  $h = 0.3$

Le relief est peu accidenté :  $r = 0.3$

Calcul :

$$D = 137 * (705/700)^{-2.02} * 70^{-0.005} * (0.25 + 1.13 * (0.3 + 0.3))^{1.15}$$

$$D = 100 \text{ m}^3 / \text{km}^2 / \text{an}$$

Le volume d'envasement annuel sera :

$$V = D * S = 100 * 70 = 7000 \text{ m}^3 / \text{an}$$

## IV CALCUL DES OUVRAGES

### IV.1 CALCUL DU DEVERSOIR

(Voir annexe 09 pour le schéma)

#### IV.1.1 LA LONGUEUR

##### ❖ DONNEES DE BASE

Superficie du plan d'eau : 47 ha

Lame d'eau maximum acceptée : 0.75 m

Coefficient du débit du déversoir :  $m = 0.49$

Débit du projet : 81 m<sup>3</sup>/s

Temps de montée : 9.900 secondes

##### ❖ PREMIER CALCUL DE LA LONGUEUR DU DEVERSOIR

$$L1 = \frac{Q_{cm}}{m \times \sqrt{2 \times g \times h^{3/2}}} = 46 \text{ m}$$

##### ❖ CALCUL DE L'EFFET DE LAMINAGE

$$Xo = \frac{m^2 \cdot g \cdot L1 \cdot Q_{cm} \cdot Tm}{S^3}$$

$$Xo = \frac{0.4^2 \times 9.81 \times 86 \times 91 \times 9900^3}{1.810.000^3} = 3.77$$

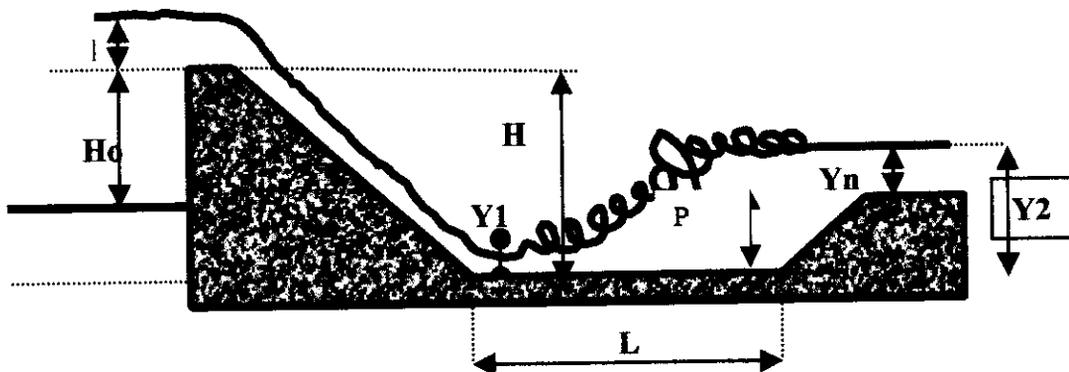
$$\log Xo = \log 3.77 = 0.58$$

$$\beta = 75\%$$

$$\text{d'où } L = L1 \cdot 0.58 = 35\text{m}$$

la longueur du déversoir est égal à **35 mètres**

#### IV.1.2 CALCUL DE LA LONGUEUR DU BASSIN



$$H = P + H_0 = 0.53 + 3 = 3.53 \text{ m}$$

On a

$$V_1 = \sqrt{2 \times g \times (0.9 \times (H + h) - Y_1)}$$

$$Y_1 = \frac{Q}{L \times V_1}$$

après une itération successive on aboutit aux résultats définitifs suivants :

$$V_1 = 8.23 \text{ m/s} \text{ et } Y_1 = 0.17 \text{ m}$$

#### CALCUL DU NOMBRE DE FROUDE

$$F = \frac{V_1}{\sqrt{g \times Y_1}} = \frac{8.12}{\sqrt{9.81 \times 0.26}} = 6 \quad \text{par conséquent le ressaut se produit très}$$

nettement

la vitesse  $V_1 = 8.23 \text{ m/s} < 15 \text{ m/s}$  alors le bassin sera de type II

La longueur du bassin est obtenue à partir des abaques de « Design of Small Dams »

### IV.1.3 DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES DU BASSIN DE DISSIPATION

Obtenus à partir des abaques de « Design of Small Dams »

Hauteur après le ressaut :  $Y_2 = 6 * Y_1 = 6 * 0.26 = 1.56 \text{ m}$

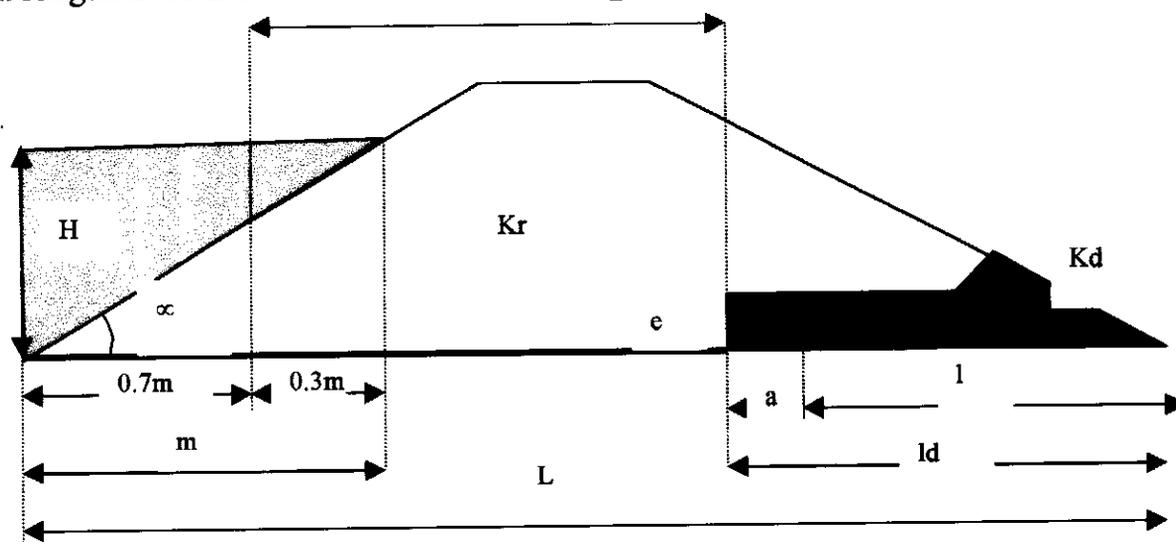
La longueur du bassin :  $L = 2.3 * Y_2 = 2.3 * 1.56 = 3.5 \text{ m}$

Hauteur du seuil :  $h_4 = Y_1 * 1.25 = 0.33 \text{ m}$

Hauteur du bloc chicane :  $h_2 = 1.5 * Y_1 = 1.5 * 0.26 = 0.40 \text{ m}$

### IV.1.4 TAPIS DRAIN

La longueur du drain – filtre  $l_d = 1/3 L$



Avec  $L = 22.5 \text{ m}$

$l_d = 1/3 * 22.5 = 7.5 \text{ m}$

Épaisseur du drain :  $e = 2 \sqrt{(1 * q)/K_d}$

Le calcul de  $E$  est lié au coefficient de perméabilité de du matériau du drain et du Remblai qui doivent être déterminés à la phase ultérieure du projet.

## V CALCUL DU DEVIS QUANTITATIF

### 6.1. DEVIS QUANTITATIF

Longueur déversoir	=	35 m
Longueur de l'ouvrage	=	500 m
Digue en terre	=	465 m

❖ Débroussaillage :

$$20 \text{ m} * 258 \text{ m} = 6.50 \text{ m}^2$$

❖ Déblais pour fondation

$$2 \text{ m} * 500 \text{ m} * 4 = 5600 \text{ m}^3$$

❖ Remblais compacté

$$4.75 \text{ m} * 350 \text{ m} * 3.5 \text{ m} = 5818 \text{ m}^3$$

❖ Béton armé pour bajoyer 350 kg/m<sup>3</sup>

$$(22.5 \text{ m} + 3.5 \text{ m}) / 2 * 4.75 \text{ m} * 0.4 \text{ m} * 2 = 49 \text{ m}^3$$

❖ Béton cyclopéen pour déversoir 300 kg/m<sup>3</sup>

$$((0.3 \text{ m} + 3.83 \text{ m}) / 2 * 3.83 \text{ m} + (0.3 \text{ m} * 4 \text{ m})) * 35 = 318 \text{ m}^3$$

❖ Perré sec amont

$$10 \text{ m} * 665 = 6650 \text{ m}^2$$

❖ revêtement aval

$$0.3 \text{ m} * 10 \text{ m} * 465 \text{ m} = 1995 \text{ m}^2$$

❖ Ouvrages de prise

1 unités

❖ Ramassage de moellon

$$0.3 \text{ m} * 10 \text{ m} * 665 \text{ m} + \text{majoration} = 2000 \text{ m}^3$$

❖ Transport moellon

1995 m<sup>3</sup>

❖ Mise en place drain tapis

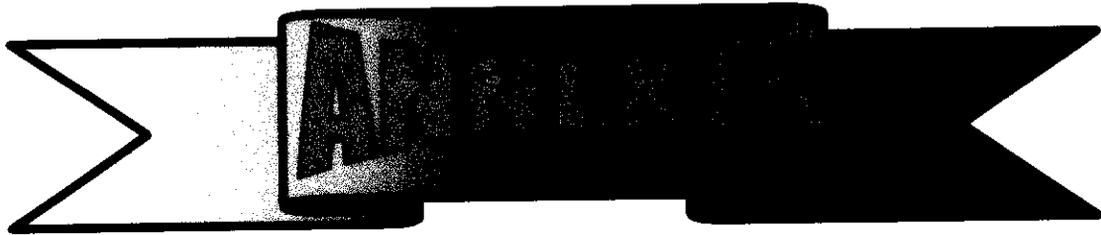
$$(7.5 \text{ m} * 350 \text{ m}) / 2 * 0.6 \text{ m} * 2 = 1575 \text{ m}^3$$

❖ Couche de pose perré amont

665 m<sup>3</sup>

❖ Remblais latéritiques compactés

0.3 m \* 3.5 m \* 665 m = 690 m<sup>3</sup>



## LISTE DES ANNEXES

<b>ANNEXE :01</b>	résultat des enquêtes	P. 110
<b>ANNEXE :02</b>	plan topographique du bas- fond	P. 112
<b>ANNEXE :03</b>	profil en long du marigot	P. 113
<b>ANNEXE :04</b>	profil en travers de l'axe de la digue	P. 114
<b>ANNEXE :05</b>	fiche de calcul géotechnique	P. 115
<b>ANNEXE :06</b>	donnée de base des calculs hydrologiques	P. 129
<b>ANNEXE :07</b>	ouvrage de prise	P. 137
<b>ANNEXE :08</b>	schéma du déversoir	P. 140
<b>ANNEXE :09</b>	fiche technique des spéculations	P. 141
<b>ANNEXE :10</b>	coupe géologique du puits d'observation	P. 142

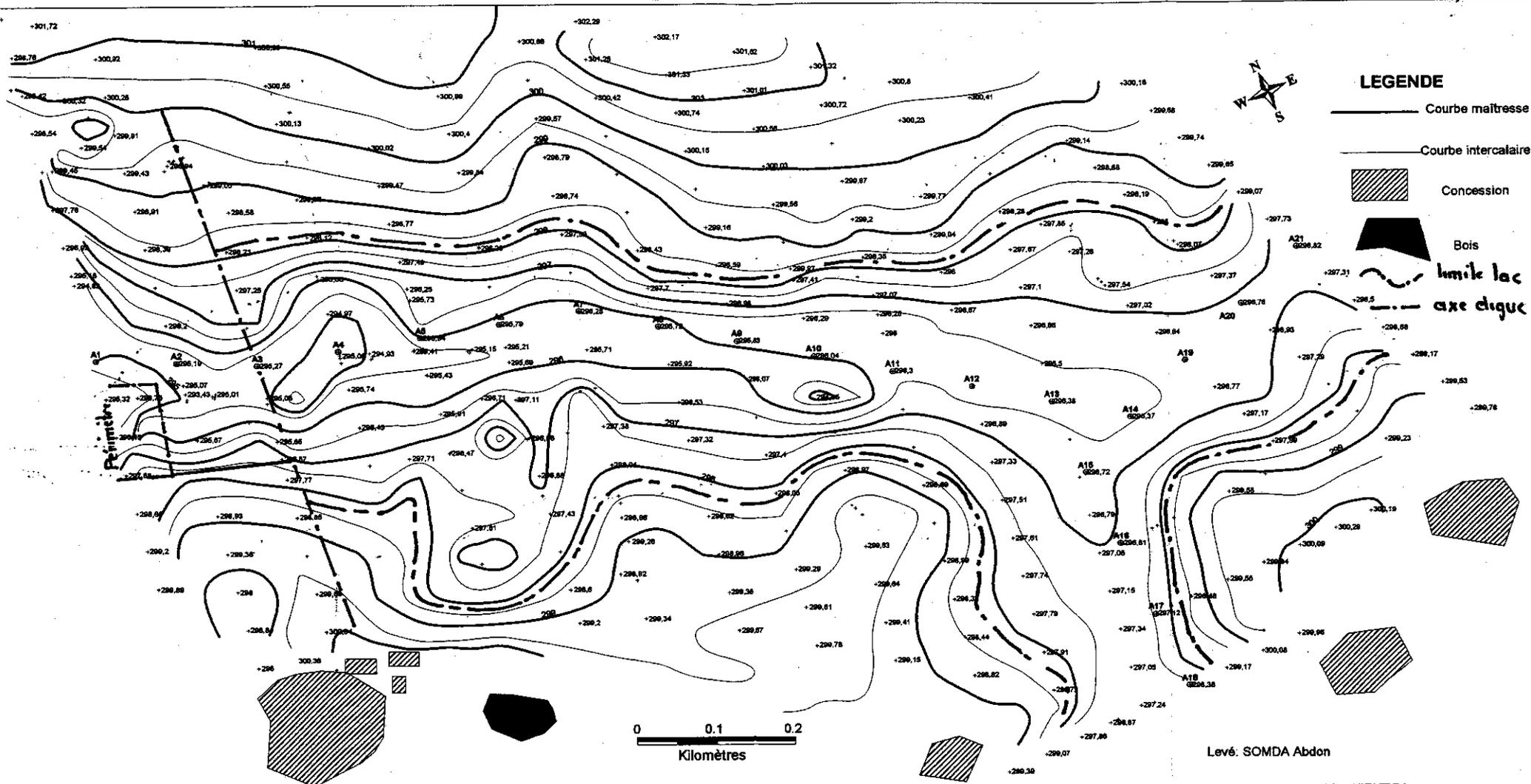
## ANNEXE : 01

## ENQUETE SOCIO - ECONOMIQUE

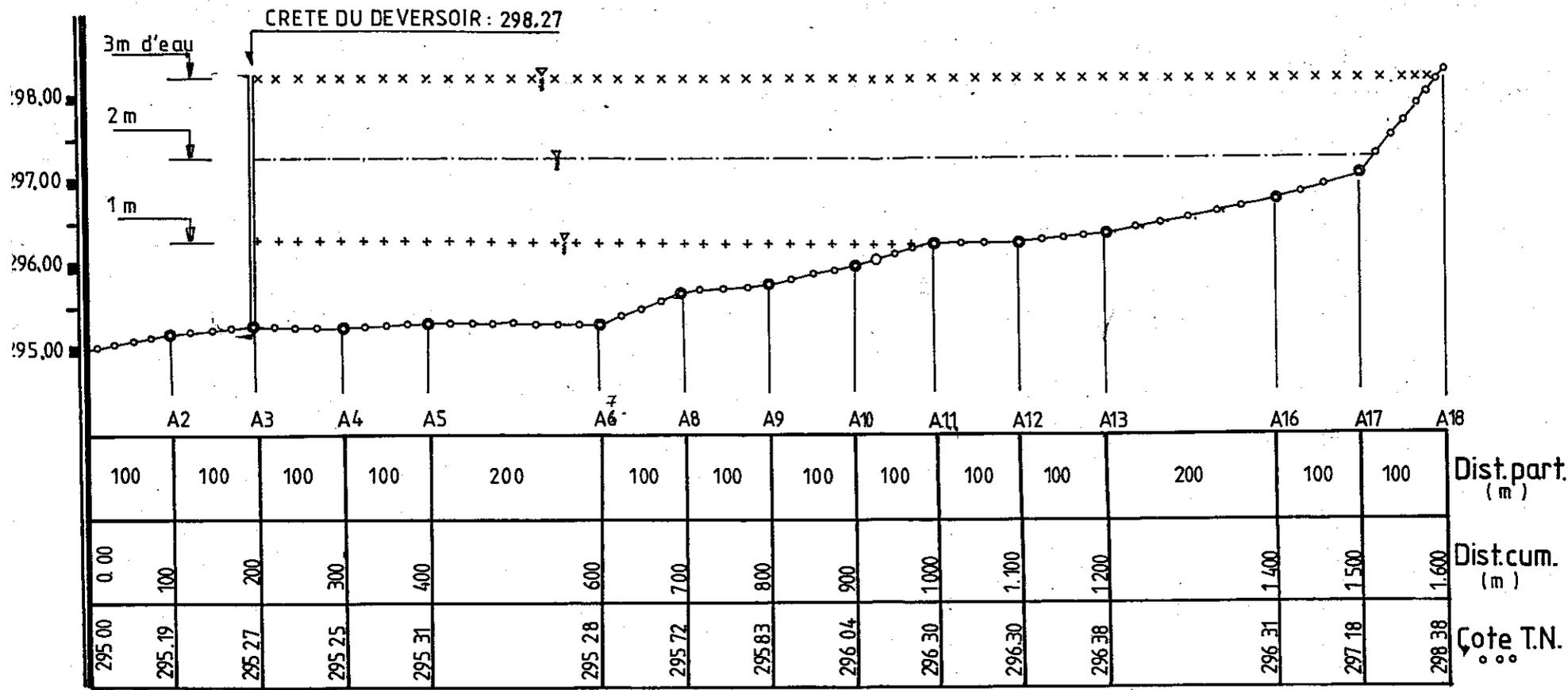
TABLEAU DES RESULTATS DE L'ENQUETE

TAILLE DE LA POPULATION (UPA) : 180	
TAILLE DE L'ECHANTILLON : 33	
RENSEIGNEMENTS	% DE L'ECHANTILLON
sexe de l'enquêté	masculin : 100%
activité principale	agro - pasteur : 100%
	mil : 100%
cultures vivrières principales	
	sorgho : 33%
	sorgho : 3%
cultures vivrières secondaires	niébé : 6%
	maïs : 15%
	coton : 27%
cultures de rente principales	
	arachide : 45%
cultures de rente secondaire	riz : 6%
	oui : 84%
jachère	
	non : 16%
difficultés de l'agriculture	eau : 100%
	parasite (coton) : 100%
	atteinte : 3%
autosuffisance alimentaire	
	non atteinte : 97%
	bovin : 78%
élevage principal	ovin : 69%
	caprin : 69%
	volaille : 90%
élevage secondaire	azin : 18%

Echelle: 1/5000e



ETUDE DE FAISABILITE DE L'AMENAGEMENT DU BAS-FOND DE TOBA



Profil en long de l'axe du marigot

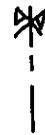
Echelle : 1/5.000 horizontale  
1/50 verticale

ETUDE DE FAISABILITE DE L'AMENAGEMENT DU BAS-FOND DE TOBA

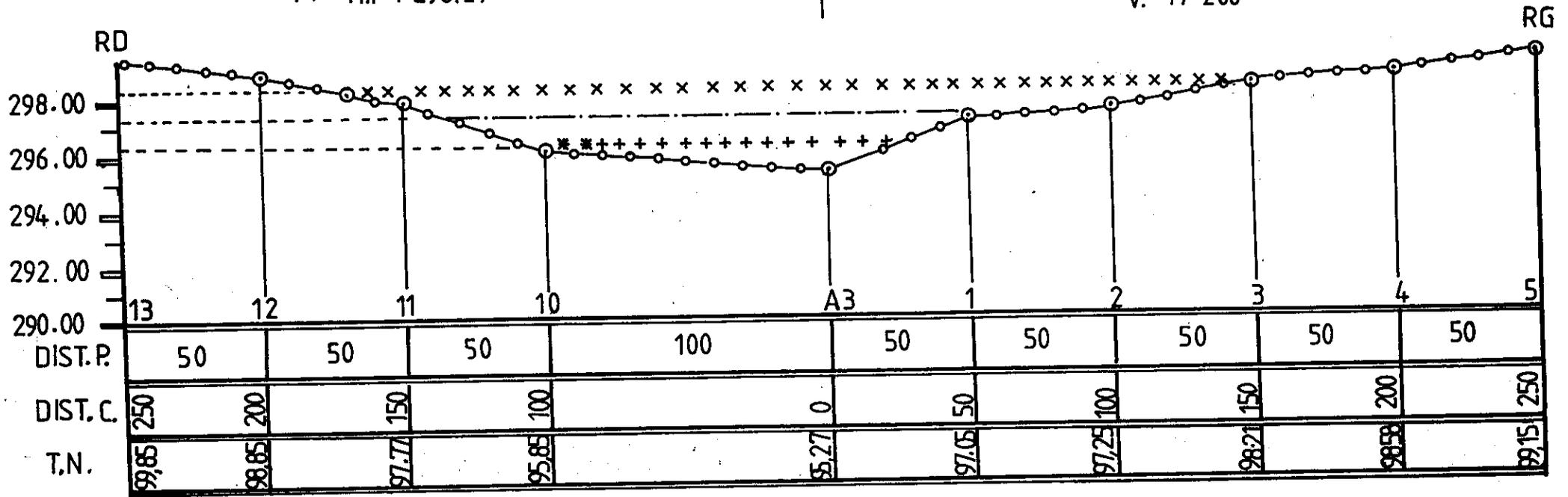
PLAN D'EAU

PROFIL EN TRAVERS DE L'AXE DE L'OUVRAGE

x x 3 m : 298.27  
 - - - 2 m : 297.27  
 + + 1 m : 296.27



Echelles : H. 1 / 2000  
 V. 1 / 200



## ANNEXE 05 : GEOTECHNIQUE

E. I. E. R.  
OUAGADOUGOU

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Dossier.....  
 Provenance.....  
 Echantillon S<sub>1</sub>.....  
 Eléments.....  
 Opérateur.....  
 Nature.....  
 Date.....

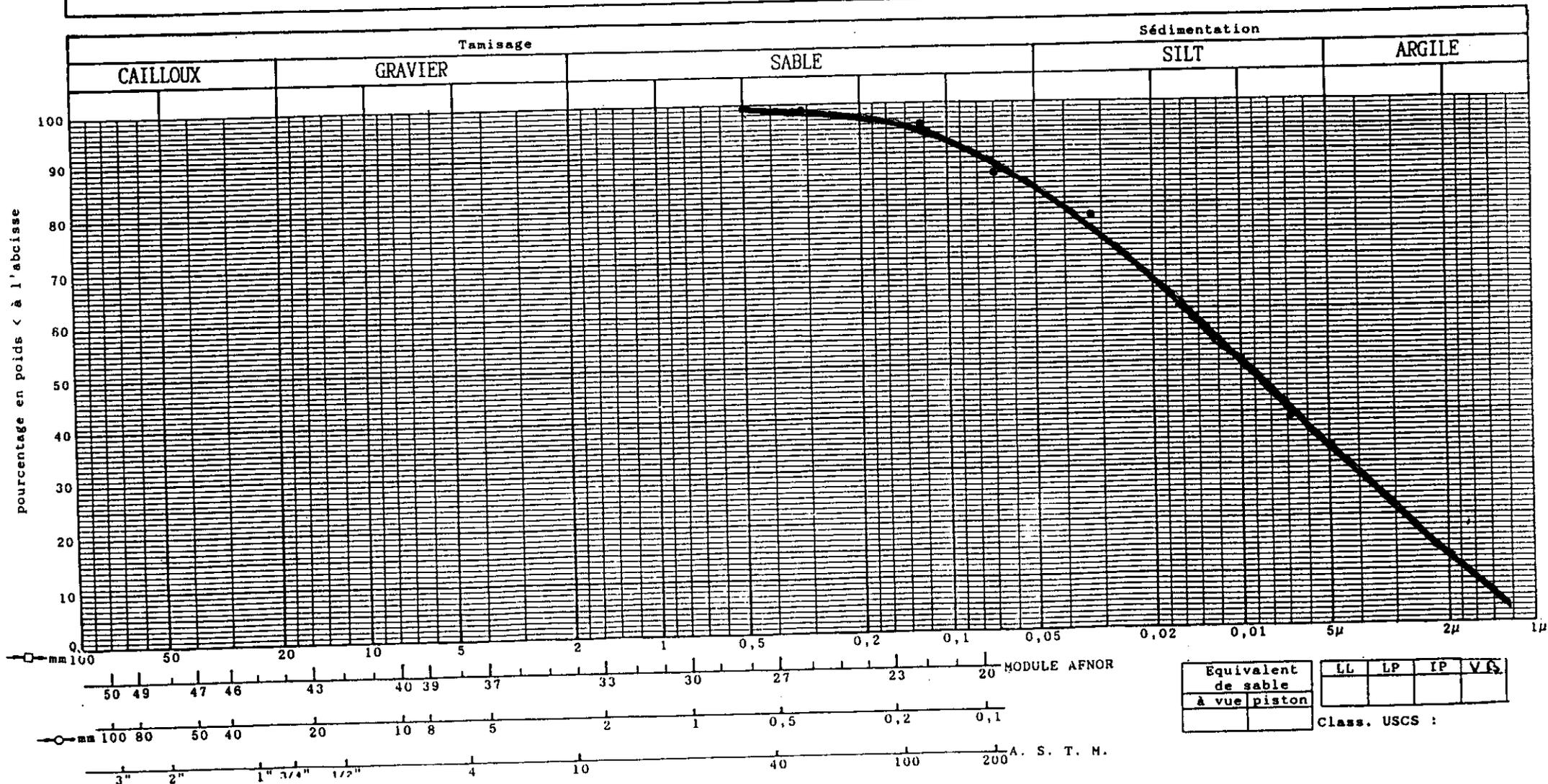
MODULE.	40	38	36	34	32	30	28	26	24	22	20
POIDS TARE + MATERIAU							46,2	49,2	49,7	53,5	97,1
POIDS TARE	44,8										
POIDS MATERIAU							1,4	4,4	4,9	8,7	52,3
P.M. Ø DES GRAINS - A L'OUVERTURE DU TAMIS							498,6	494,2	489,3	480,6	428,3
%							0,997	0,988	0,979	0,96	0,86

E. I. E. R.  
OUAGADOUGOU

Dossier : \_\_\_\_\_

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Provenance : Toba  
 Echantillon : S1  
 Opérateur : GUINDO  
 Date : 21-04-99



Equivalent de sable à vue piston	LL	LP	IP	VS

Class. USCS :

E. I. E. R.  
OUAGADOUGOU

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Dossier... *ETUDE DE FAISABILITE DE L'AMENAGEMENT DU BAS-FOND de T6B1*  
 Provenance...  
 Echantillon... **S2**  
 Eléments...  
 Opérateur... **GUINDO . I**  
 Nature...  
 Date... **22 Avril 1999**

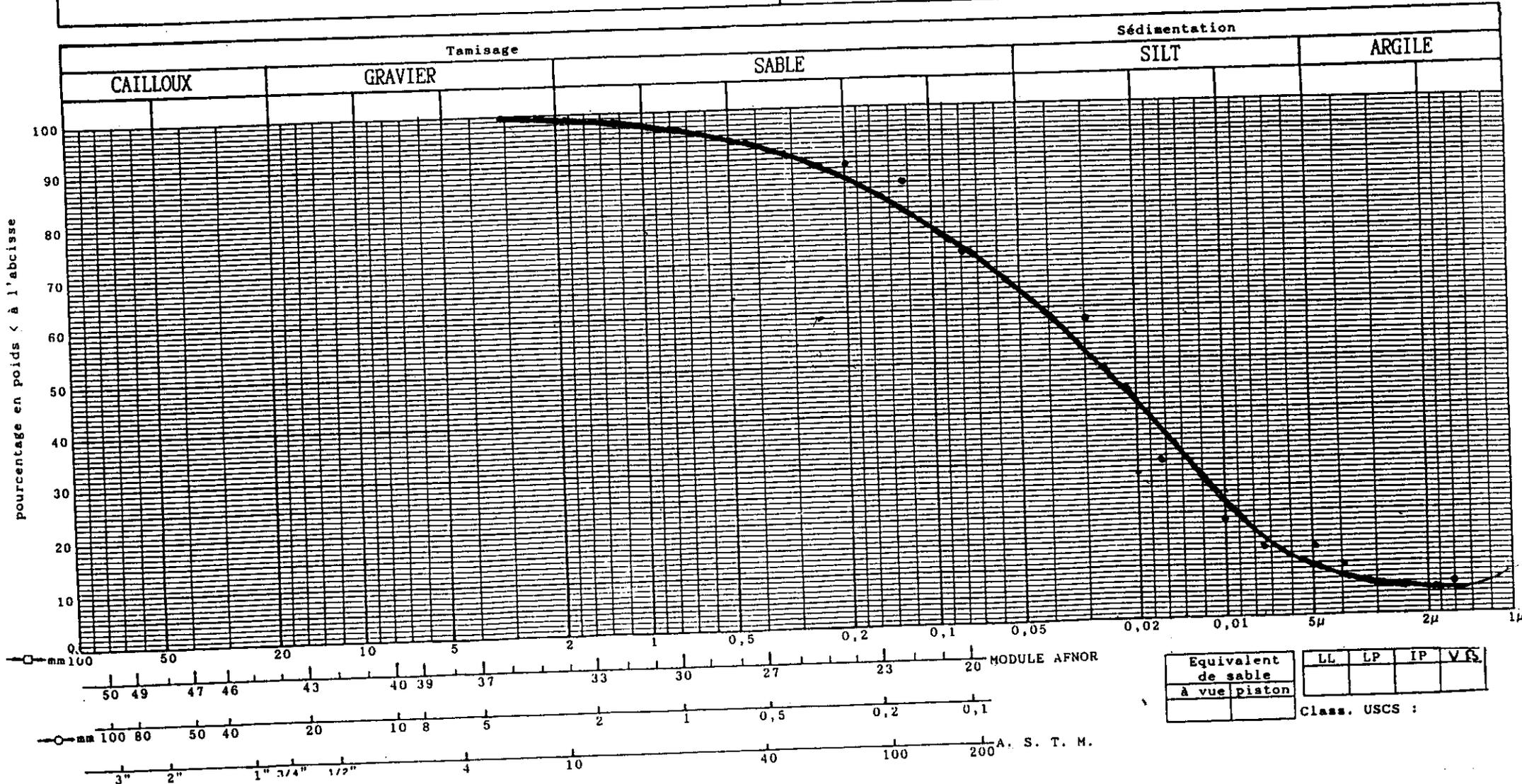
MODULE.	40	38	36	34	32	30	28	26	24	22	20
POIDS TARE + MATERIAU			45,4	47,7	49,1	53,8	57,8	58,8	57,7	65,6	113,2
POIDS TARE	44,8										
POIDS MATERIAU			0,6	2,9	4,3	9	13	14	12,9	20,8	60,4
P.M. Ø DES GRAINS - A L'OUVERTURE DU TAMIS			499,4	497	492,7	483,7	470,7	456,7	443,8	423	354,6
%			100	0,99	0,98	0,97	0,94	0,91	0,89	0,85	0,71

E. I. E. R.  
OUAGADOUGOU

Dossier : \_\_\_\_\_

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Provenance : Toba  
Echantillon : S2  
Opérateur : GWINDO  
Date : 21-04-99



Equivalent de sable à vue piston	LL	LP	IP	V.F.

Class. USCS :

E. I. E. R.  
OUAGADOUGOU

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Dossier.....  
 Provenance.....  
 Echantillon... S3 E...  
 Eléments.....  
 Opérateur.....  
 Nature.....  
 Date.....

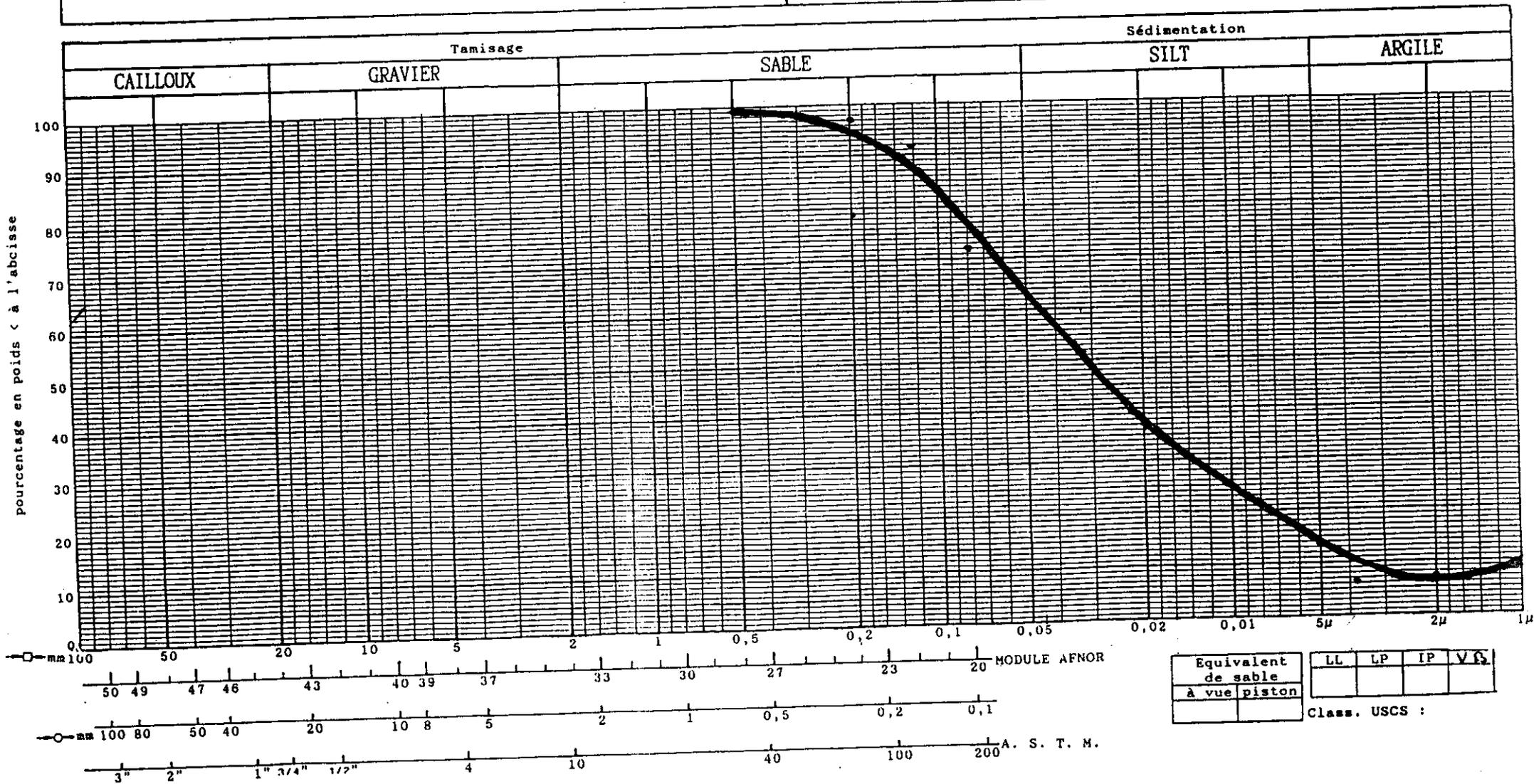
MODULE.	40	38	36	34	32	30	28	26	24	22	20
POIDS TARE + MATERIAU		45,8	46,0	48,3	47,1	46,7	47,7	50	51,9	60,5	154,9
POIDS TARE	44,8										
POIDS MATERIAU		1	1,2	3,5	2,3	1,9	2,9	5,2	7,1	15,7	110,1
P.M. Ø DES GRAINS - A L'OUVERTURE DU TAMIS		499	497,8	494,3	492	490,1	487,2	482	474,9	459,2	349,1
%		0,998	0,996	0,989	0,98	0,98	0,97	0,96	0,95	0,92	0,70

E. I. E. R.  
OUAGADOUGOU

Dossier : \_\_\_\_\_

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Provenance : Toba  
Echantillon : S3  
Opérateur : GUINDO  
Date : 21-04-99



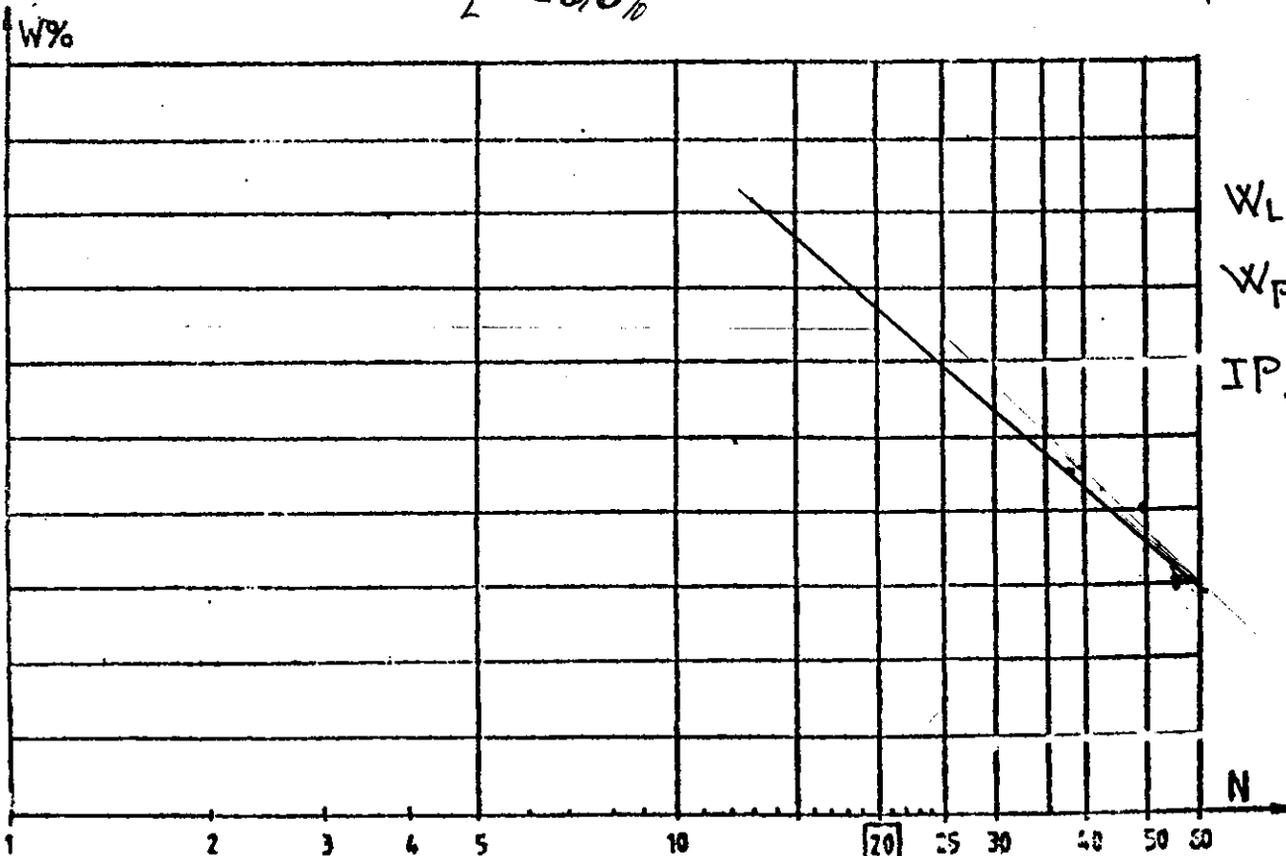
LIMITES D'ATTERBERG

Provenance : ..... *TERRE* .....  
 Echantillon : ..... *EMPRUNT* .....  
 Nature : .....  
 Opérateur : ..... *GHINDO* .....  
 Date : ..... *23. AVRIL. 99* .....

Nombre de coups	LIMITE DE LIQUIDITE				LIMITE DE PLASTICITE		
	38	50	55				
N° de la tare	<i>Rex</i>	<i>59</i>	<i>359</i>		<i>Don</i>	<i>Me</i>	<i>CD6</i>
Poids total hum.	<i>28,11</i>	<i>29,42</i>	<i>27,42</i>		<i>33,195</i>	<i>33,005</i>	<i>33,588</i>
Poids total sec.	<i>26,82</i>	<i>26,48</i>	<i>26,53</i>		<i>33,286</i>	<i>32,413</i>	<i>33,223</i>
Poids de la tare	<i>21,97</i>	<i>24,87</i>	<i>22,85</i>		<i>30,522</i>	<i>29,260</i>	<i>31,134</i>
Poids de l'eau	<i>1,29</i>	<i>0,94</i>	<i>0,89</i>		<i>0,515</i>	<i>0,592</i>	<i>0,365</i>
Poids net mat.	<i>4,85</i>	<i>3,61</i>	<i>3,68</i>		<i>2,758</i>	<i>3,153</i>	<i>2,089</i>
Teneur en eau %	<i>26,6</i>	<i>26,04</i>	<i>24,18</i>		<i>18,67</i>	<i>18,76</i>	<i>17,47</i>

$W_L = 28,0\%$

$W_P = 18,3\%$



$W_L = 28\%$   
 $W_P = 18\%$   
 $IP = 10\%$

$IP = W_L - W_P = 28 - 18,3 = 10\%$

E. I. E. R.  
OUAGADOUGOU

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Dossier... Etude Barrage de Toba  
 Provenance.....  
 Echantillon... Emprunt.  
 Eléments.....  
 Opérateur... GUINDO...  
 Nature.....  
 Date.....

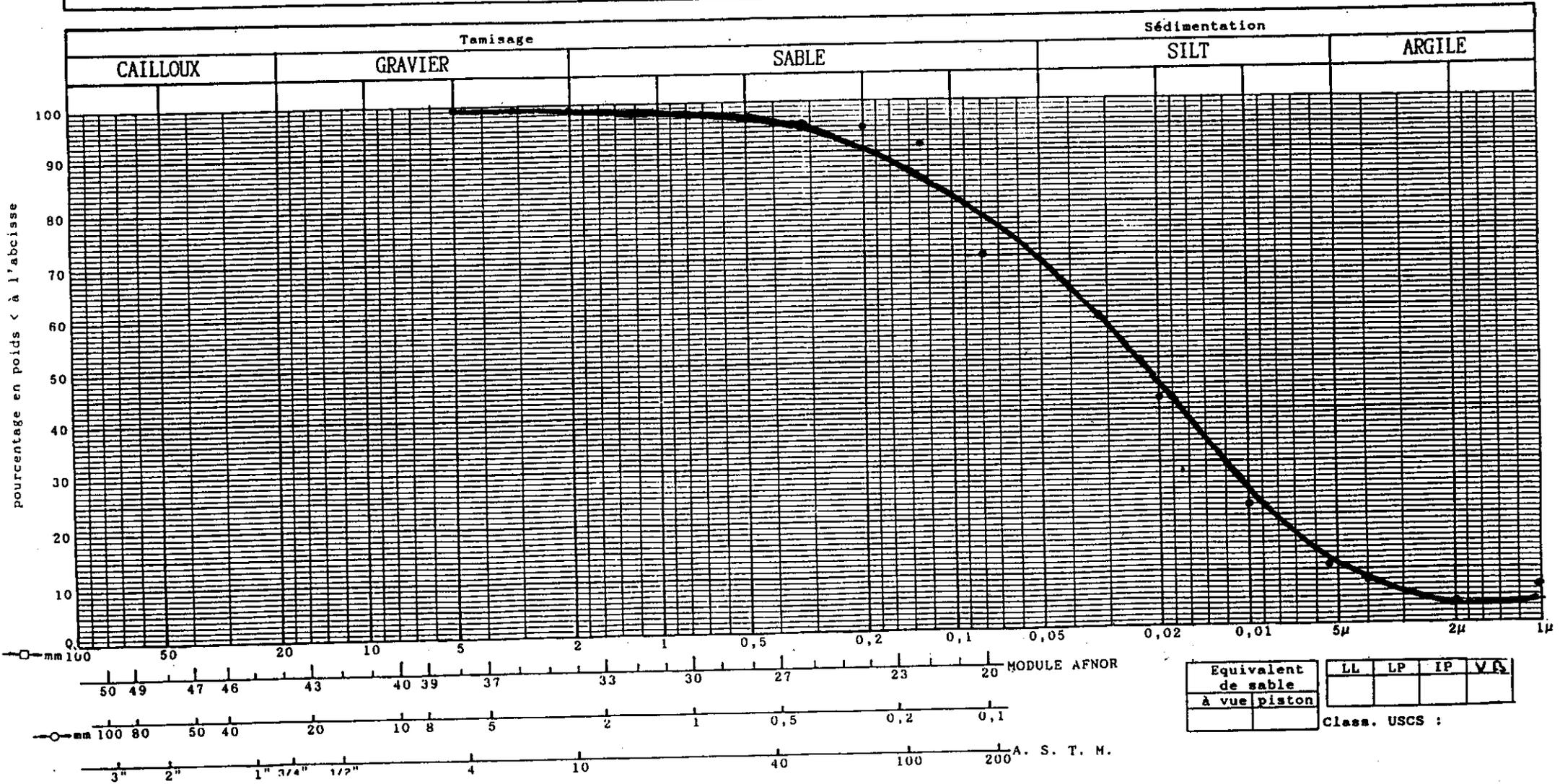
MODULE.	40	38	36	34	32	30	28	26	24	22	20
POIDS TARE + MATERIAU							47,1	51,9	50,9	69,2	144,8
POIDS TARE	44,8										
POIDS MATERIAU							2,3	7,1	6,1	24,4	100
P.M. Ø DES GRAINS = A L'OUVERTURE DU TAMIS							497,7	490,6	484,5	480,1	360,1
%							0,99	0,98	0,97	0,92	0,72

E. I. E. R.  
OUAGADOUGOU

Dossier : \_\_\_\_\_

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Provenance : Toba  
Echantillon : Emprunt  
Opérateur : GUINDO  
Date : 21-04-99



Equivalent de sable	LL	LP	IP	V.S.
À vue piston				

Class. USCS :

E.I.E.R.  
LABORATOIRE SOLS ET MATERIAUX

# ESSAIS PROCTOR

PROVENANCE :... *T.C.B.A.* .....  
 N° ECHANTILLON :... *EMARRINT.* .....  
 NATURE :.....  
 ESSAIS MODIFIES :  ESSAIS STANDARDS :   
 ELEMENTS :.....

DOSSIER :.. *ETUDE... DU BAS-FOND* .....  
 RECEPTION :.....  
 OPERATEUR :... *GUINDO.. I.SSA* .....  
 DATE :... *24- Avril.. 1999* .....

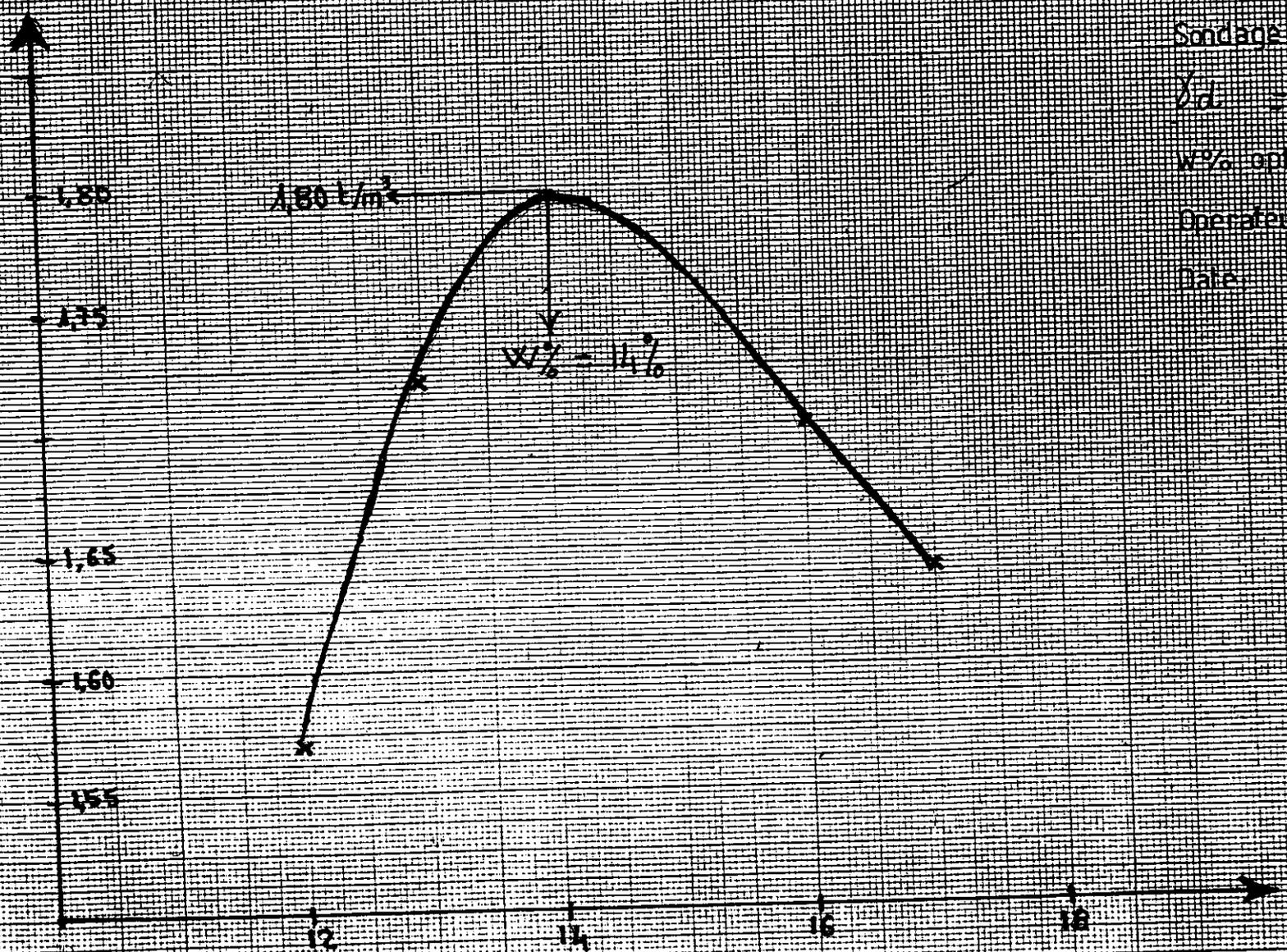
T E N E U R E A U	N° DE LA TARE	3615	X <sub>0</sub>	AMA	53								
	POIDS TOTAL HUMIDE	155,1	238,6	186,5	153,7								
	POIDS TOTAL SEC	142,7	215,7	166,5	135,9								
	POIDS DE LA TARE	34,9	45,7	43,9	35,0								
	POIDS NET DE L'EAU	12,4	22,9	20	17,8								
	POIDS MATERIAU SEC	107,8	170	122,6	100,9								
	TENEUR EN EAU %	12	13	16	17								
	MOYENNE												

M O U L E	N° DU MOULE	816											
	POIDS TOTAL HUMIDE	3908,8	4084,1	4114,5	4077,8								
	POIDS DU MOULE	2216,5											
	POIDS NET HUMIDE	1692,3	1867,6	1898	1861,3								
	VOLUME DU MOULE	962,7											
	DENSITE HUMIDE $\gamma_h$	1,76	1,94	1,97	1,93								
	DENSITE SECHE	1,57	1,72	1,70	1,64								
	VOL. EAU DE MOUILLAGE	250 ml	300 ml	350 ml	400 ml								

M. L. THIESS CANSON & MONTEGOLFIER S.A. FABRIQUE EN FRANCE

ETIÈRE  
OUAGABOUGOU

Essais PROCTOR standard: battage de T<sub>25</sub>



Sondage: Empreint

$\gamma_d = 1,80 t/m^3$

$w\%_{opt} = 14$

Operateur: GUINTO

Date: 24-04-1959

**ANNEXE 06 : HYDROLOGIE**

PLUVIOMETRIE (mm) TOMA

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	TOTAL
1963	0.0	0.0	2.5	138.2	43.8	74.4	189.1	218.6	117.7	156.1	0.0	0.0	940.4
1964	1.0	0.0	0.0	18.9	75.1	68.5	270.3	206.1	135.0	5.3	0.0	15.0	795.2
1965	0.0	0.0	1.4	0.0	40.5	166.6	130.4	266.3	314.8	22.6	0.0	0.0	942.6
1966	0.0	0.0	4.4	1.9	77.0	152.6	186.6	289.0	215.7	50.9	0.0	0.0	978.1
1967	0.0	0.1	0.0	18.2	34.8	56.0	175.1	204.0	140.0	2.3	0.0	0.0	630.5
1968	0.0	4.0	72.8	20.7	105.1	51.9	250.3	178.0	111.2	37.4	0.0	2.1	833.5
1969	0.0	0.0	0.4	15.3	17.1	137.5	170.3	243.3	134.3	34.3	1.0	0.0	753.5
1970	0.0	0.0	0.0	19.5	63.6	100.7	258.5	107.6	163.6	18.2	0.0	0.0	731.7
1971	0.0	0.0	16.5	13.9	30.5	93.4	139.0	237.9	155.0	0.0	0.0	3.4	689.6
1972	0.0	0.2	0.8	0.0	88.9	142.7	192.1	185.4	102.4	139.1	0.0	0.0	851.6
1973	0.0	0.0	0.0	37.1	12.2	56.2	122.6	272.3	138.9	0.0	0.0	0.0	639.3
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5	83.0	137.0	272.9	183.2	19.9	0.0	0.0	710.5
1975	0.0	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0	0.0	0.0*
1976	3.8	0.0	5.5	0.0	111.3	87.5	164.9	108.6	102.5	109.9	0.0	0.0	694.0
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	89.3	114.0	117.4	163.5	132.0	25.4	0.0	0.0	641.6
1978	0.0	0.0	0.0	8.1	42.3	105.8	157.4	191.3	144.5	25.4	0.0	0.0	674.8
1979	0.0	0.0	0.0	6.2	89.5	90.8	158.5	155.7	170.1	23.7	0.0	0.0	694.5
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	106.2	150.1	247.4	104.2	27.2	0.0	0.0	665.1
1981	0.0	0.0	2.9	1.2	61.9	168.0	230.3	208.1	107.4	5.2	0.0	0.0	785.0
1982	0.0	0.0	5.4	3.6	80.7	160.1	97.2	146.7	62.7	60.1	0.0	1.3	617.8
1983	0.0	0.0	0.7	0.0	50.8	68.9	194.6	167.5	122.2	0.7	0.0	0.0	605.4
1984	0.0	**	8.5	43.5	53.0	86.2	88.2	106.3	78.3	47.1	5.1	0.0	516.2*
1985	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	123.9	234.5	161.3	67.9	0.9	0.0	0.0	591.4
1986	0.0	0.0	0.0	0.5	71.2	85.9	122.7	168.7	113.5	26.5	0.0	0.0	589.0
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	47.7	173.3	91.9	174.7	7.6	0.0	0.0	496.6
1988	0.0	0.0	0.0	52.2	3.8	92.8	174.8	287.8	170.7	11.8	0.0	0.0	793.9
1989	0.0	0.0	5.5	0.3	32.1	75.7	228.9	293.1	85.4	67.9	0.0	0.0	788.9
1990	0.0	0.0	0.0	7.2	93.9	75.4	189.5	139.9	72.3	37.6	0.0	**	615.8*
MOY	0.2	0.2*	4.7*	15.2*	52.4*	99.0*	174.2*	197.0*	134.1*	35.7*	0.2	0.8*	725.4*

PLUVIOMETRIE (mm) POUR TOMA

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	TOTAL
1969	0.0	0.0	0.4	15.3	17.1	137.5	170.3	243.3	134.3	34.3	1.0	0.0	733.5
1970	0.0	0.0	0.0	19.5	63.6	100.7	258.5	107.6	163.6	18.2	0.0	0.0	731.7
1971	0.0	0.0	16.5	13.9	30.5	93.4	139.0	237.9	155.0	0.0	0.0	3.4	689.6
1972	0.0	0.2	0.8	0.0	88.9	142.7	192.1	185.4	102.4	139.1	0.0	0.0	851.6
1973	0.0	0.0	0.0	37.1	12.2	56.2	122.6	272.3	138.9	0.0	0.0	0.0	639.3
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5	83.0	137.0	272.9	183.2	19.9	0.0	0.0	710.5
1975	0.0	**	**	**	**	**	**	**	**	**	0.0	0.0	0.0*
1976	3.8	0.0	5.5	0.0	111.3	87.5	164.9	108.6	102.5	109.9	0.0	0.0	694.0
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	89.3	114.0	117.4	163.5	132.0	25.4	0.0	0.0	641.6
1978	0.0	0.0	0.0	8.1	42.3	105.8	157.4	191.3	144.5	25.4	0.0	0.0	674.8
1979	0.0	0.0	0.0	6.2	89.5	90.8	158.5	155.7	170.1	23.7	0.0	0.0	694.5
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	106.2	150.1	247.4	104.2	27.2	0.0	0.0	665.1
1981	0.0	0.0	2.9	1.2	61.9	168.0	230.3	208.1	107.4	5.2	0.0	0.0	785.0
1982	0.0	0.0	5.4	3.6	80.7	160.1	97.2	146.7	62.7	60.1	0.0	1.3	617.8
1983	0.0	0.0	0.7	0.0	50.8	68.9	194.6	167.5	122.2	0.7	0.0	0.0	605.4
1984	0.0	**	8.5	43.5	53.0	86.2	88.2	106.3	78.3	47.1	5.1	0.0	516.2*
1985	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	123.9	234.5	161.3	67.9	0.9	0.0	0.0	591.4
1986	0.0	0.0	0.0	0.5	71.2	85.9	122.7	168.7	113.5	26.5	0.0	0.0	589.0
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	47.7	173.3	91.9	174.7	7.6	0.0	0.0	496.6
1988	0.0	0.0	0.0	52.2	3.8	92.8	174.8	287.8	170.7	11.8	0.0	0.0	793.9
1989	0.0	0.0	5.5	0.3	32.1	75.7	228.9	293.1	85.4	67.9	0.0	0.0	788.9
1990	0.0	0.0	0.0	7.2	93.9	75.4	189.5	139.9	72.3	37.6	0.0	**	615.8*
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	100.9	77.1	151.4	255.9	74.4	43.1	0.0	0.0	702.8 +
1992	0.0	0.0	0.0	10.1	58.5	95.9	181.8	249.0	75.0	33.8	6.2	0.0	710.3 +
1993	0.0	0.0	16.6	5.7	10.4	92.5	102.4	195.2	71.0	7.8	0.0	0.0	501.6 ~
1994	0.0	0.0	4.7	3.5	46.9	137.1	269.7	318.7	173.9	34.4	5.3	0.0	994.2 ~
1995	0.0	0.0	5.3	33.2	65.3	97.6	165.4	225.8	119.8	6.5	0.6	0.0	719.5 +
1996	0.0	0.0	0.0	13.7	41.5	34.9	163.2	**	136.3	48.9	0.0	0.0	438.5*
1997	0.0	0.0	1.7	15.4	77.4	74.6	137.1	170.0	127.7	33.6	0.0	0.0	637.5 X
1998	0.0	0.0	0.0	67.0	59.0	146.2	115.2	186.2	170.9	19.6	0.0	0.0	-764.1 +
MOY	0.1	0.0*	2.6*	12.4*	51.7*	98.6*	165.1*	198.5*	121.9*	31.6*	0.6	0.2*	694.0* X

# PLUVIOMETRIE MAXIMALE EN 24 HEURES

STATION : TOMA

PERIODE 1963 - 1996

LATITUDE 12°46 N LONGITUDE 02°54 W ALTITUDE 284 M

ANNEES	JAN.	FEV.	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOUT	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC	AN
1963	.	.	2.5	34.1	28.4	21.1	49.6	53.2	23.9	57.2	.	.	57.2
1964	1.0	.	.	15.1	42.6	19.3	51.3	50.1	25.1	5.3	.	7.4	51.3
1965	.	.	1.4	TR	17.4	34.9	26.9	84.2	85.5	10.2	.	.	85.5
1966	.	.	4.4	1.2	49.3	47.8	42.9	60.0	74.2	23.7	.	.	74.2
1967	.	0.1	TR	7.5	14.0	16.0	54.5	44.2	28.7	2.3	.	.	54.5
1968	.	4.0	54.0	20.2	50.3	15.7	42.9	29.1	33.9	27.2	.	2.1	54.0
1969	.	.	0.4	12.9	5.1	49.1	34.0	59.6	33.7	17.1	1.0	.	59.6
1970	.	.	.	14.9	24.8	22.5	43.1	21.1	50.4	7.4	.	.	50.4
1971	.	.	8.1	13.9	21.9	66.6	34.5	39.5	45.8	.	.	2.0	66.6
1972	.	0.2	TR	0.8	28.3	59.9	67.4	83.6	32.2	54.9	.	TR	83.6
1973	.	TR	.	34.3	5.4	23.2	55.4	54.9	59.6	TR	.	.	59.6
1974	.	.	TR	TR	10.5	25.0	31.9	46.4	39.6	10.5	.	.	46.4
1975	.	.	.	3.5	16.4	49.0	29.0	58.2	15.8	7.5	.	.	58.2
1976	3.8	.	5.5	TR	40.2	31.5	37.7	17.7	29.2	32.2	.	.	40.2
1977	.	.	.	.	48.4	70.3	25.4	34.4	20.3	10.4	.	.	70.3
1978	.	.	.	4.1	15.1	14.7	62.4	47.6	59.7	-	.	.	62.4
1979	.	.	.	0.4	76.3	22.9	52.2	27.9	47.8	12.9	.	.	76.3
1980	.	.	.	.	13.5	28.5	35.9	45.5	35.8	14.1	TR	.	45.5
1981	.	.	1.7	1.2	25.1	77.1	62.1	43.0	41.5	2.7	.	.	77.1
1982	.	TR	2.9	3.2	25.1	52.4	29.3	32.1	25.4	30.6	.	1.3	52.4
1983	.	.	0.7	TR	23.0	20.6	55.0	40.4	30.8	0.7	.	.	55.0
1984	.	.	7.4	31.9	31.9	32.2	33.7	24.8	21.4	14.7	5.1	.	33.7
1985	.	.	.	2.9	TR	59.7	54.1	33.7	16.5	0.9	.	.	59.7
1986	.	.	TR	0.5	20.6	23.3	40.8	36.8	26.8	22.3	.	.	40.8
1987	.	.	TR	.	0.9	22.8	36.6	34.2	70.6	6.7	.	.	70.6
1988	.	.	TR	24.5	3.8	18.8	37.7	60.5	37.1	5.9	.	.	60.5
1989	.	.	5.5	0.3	16.6	26.5	47.4	62.7	27.5	43.3	.	.	60.5
1990	.	.	.	7.2	32.6	24.9	70.7	30.9	39.4	32.9	.	-	70.7
1991	.	.	TR	TR	49.1	33.5	47.3	57.6	39.9	22.6	.	.	57.6
1992	TR	.	.	8.6	17.1	25.4	38.6	42.3	20.2	23.7	6.2	.	42.3
1993	.	TR	16.6	4.4	6.0	28.5	29.9	35.5	16.8	5.7	.	.	35.5
1994	.	.	2.6	3.0	16.9	46.7	69.4	62.1	52.4	14.6	5.3	.	69.4
1995	.	TR	5.3	25.1	17.9	55.6	52.6	41.9	28.3	6.5	0.6	.	55.6
1996	.	.	.	8.7	26.4	21.6	52.7	48.6	21.8	29.9	.	.	52.7
RECORD	3.8	4.0	54.0	34.3	76.3	77.1	70.7	84.2	85.5	57.2	5.1	7.4	85.5
DATE	2/ 1976	3/ 1968	30/ 1968	18/ 1973	9/ 1979	4/ 1981	13/ 1990	11/ 1965	3/ 1965	23/ 1963	3/ 1994	14/ 1994	3/9/ 1965

## TEMPERATURE, MAXIMUM (°C) POUR DI-SOUROU

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
1982	30.7	33.8	36.0	38.7	37.6	34.8	33.0	30.5	33.4	35.6	34.0	31.0	34.1
1983	29.0	35.2	36.5	40.1	39.3	35.3	32.1	31.9	32.9	35.6	36.4	32.7	34.8
1984	31.6	33.4	37.5	39.1	38.4	36.7	34.3	32.8	32.5	35.8	36.0	31.1	34.9
1985	32.6	34.2	38.0	38.9	40.3	36.8	31.5	31.2	32.1	36.6	37.2	31.0	35.0
1986	31.3	36.5	38.0	40.9	39.7	36.5	32.9	30.9	31.3	34.9	35.1	31.6	35.0
1987	34.4	37.0	37.8	41.2	41.7	36.2	35.6	32.4	33.1	36.4	37.2	33.9	36.4
1988	31.8	35.8	39.6	39.9	40.8	35.6	31.9	30.6	31.7	36.0	**	**	35.4*
1989	31.8	33.7	37.4	40.6	**	**	32.6	30.7	32.3	34.7	36.8	33.9	34.5*
1990	32.7	35.1	38.4	40.7	39.9	36.7	33.3	33.4	34.4	38.0	37.6	34.5	36.2
1991	34.2	36.4	39.0	40.3	37.5	35.7	33.9	31.9	34.1	35.8	36.8	33.3	35.7
MOY	32.0	35.1	37.8	40.0	39.5*	35.9*	33.1	31.6	32.8	35.9	36.3*	32.6*	35.3*

## TEMPERATURE, MINIMUM (°C) POUR DI-SOUROU

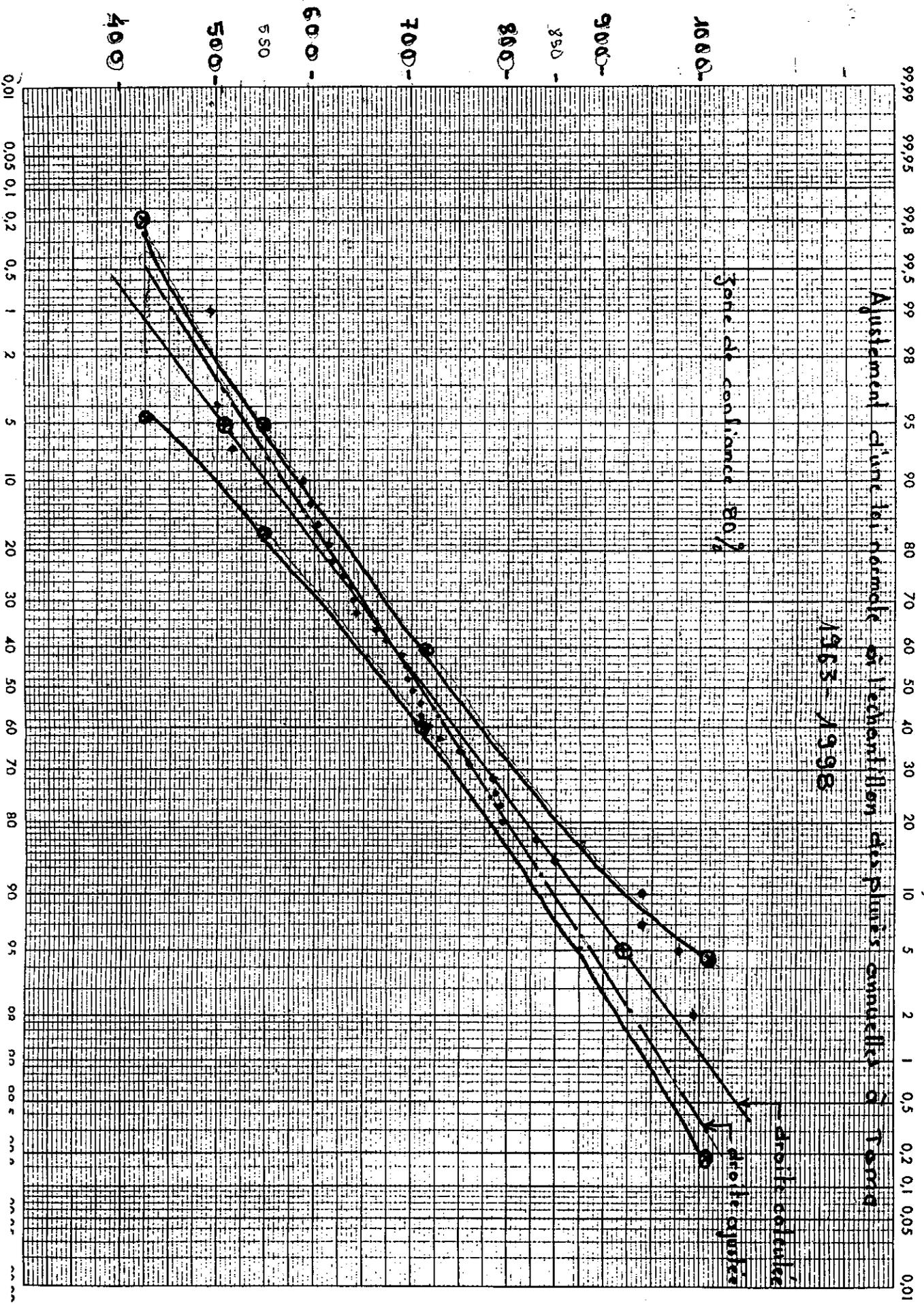
Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	MOY
1982	12.1	17.2	21.8	25.5	25.8	24.3	23.3	22.5	22.3	22.4	16.5	14.8	20.7
1983	13.9	18.9	20.8	27.1	28.3	25.2	23.2	23.3	22.4	19.3	16.0	14.6	21.1
1984	14.0	15.0	21.5	25.4	26.7	24.7	23.6	23.1	22.3	22.6	19.7	15.6	21.2
1985	16.8	18.0	24.5	25.6	27.3	25.5	22.6	22.3	22.3	22.0	19.0	15.0	21.7
1986	13.1	19.0	21.3	26.3	26.0	24.4	23.5	22.3	22.1	22.7	18.8	13.9	21.1
1987	15.1	18.1	22.9	23.5	28.2	24.4	24.6	23.3	23.4	23.3	18.7	16.3	21.9
1988	15.2	19.3	24.0	26.8	27.2	25.2	24.6	22.5	23.1	21.8	**	**	22.8*
1989	12.8	15.2	20.7	24.2	**	**	22.6	21.8	22.2	20.8	17.7	15.7	19.4*
1990	15.3	16.7	19.6	26.5	26.8	24.8	23.3	23.0	22.8	22.4	19.5	17.9	21.6
1991	15.8	18.9	23.0	25.9	26.0	25.1	23.6	22.3	22.3	22.3	18.9	15.3	21.6
MOY	14.4	17.6	22.0	25.7	26.9*	24.9*	23.3	22.6	22.5	22.0	18.3*	15.5*	21.4*

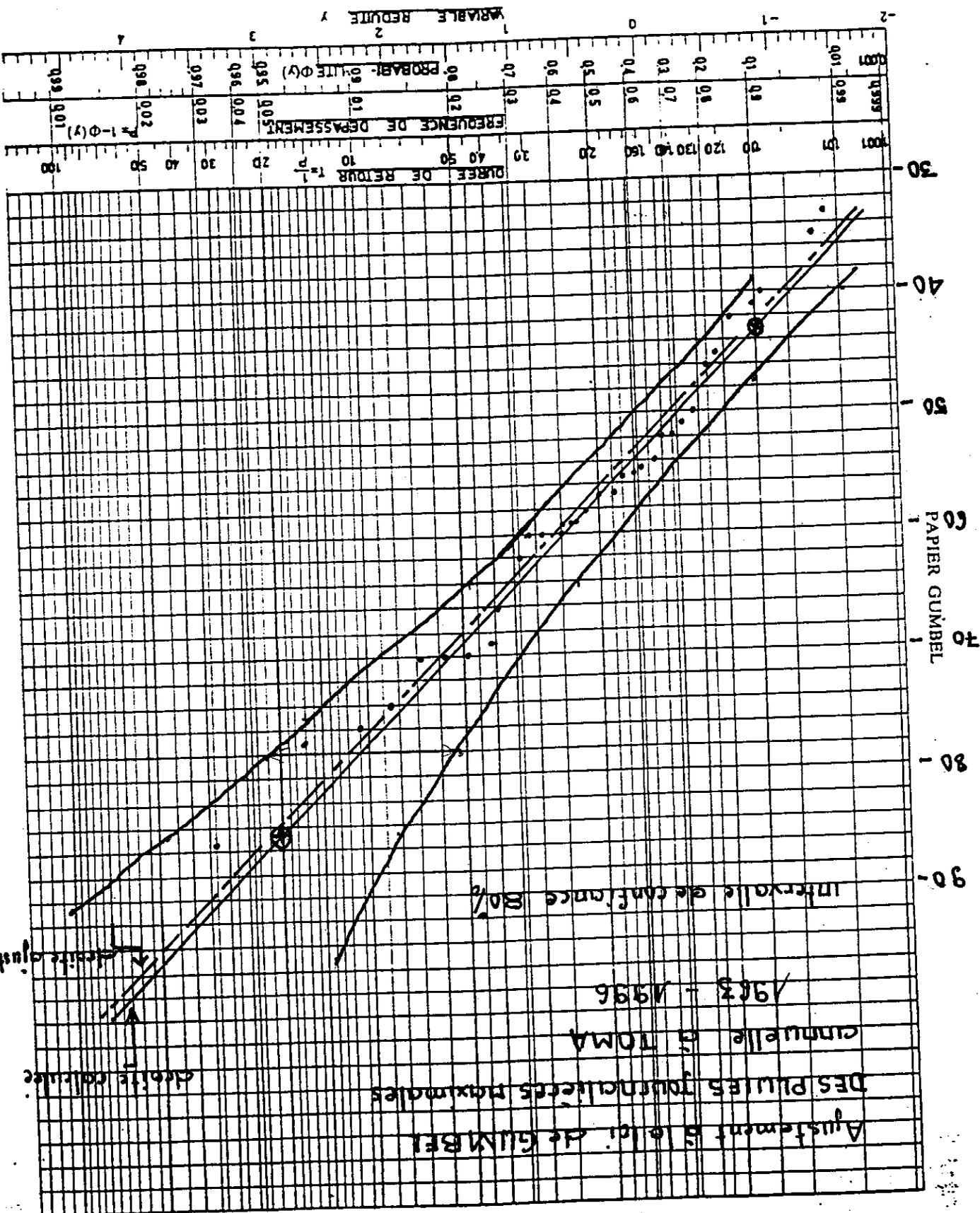
EVAPORATION, BAC (mm) POUR DI-SOUROU

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	TOTAL
1982	261	275	343	337	325	269	233	155	**	224	227	240	2888*
1983	300	307	383	373	390	279	224	188	196	253	272	251	3415
1984	257	307	361	342	410	**	251	207	**	215	263	260	2872*
1985	302	355	425	397	414	341	216	172	174	228	322	286	3631
1986	295	326	407	416	**	322	**	190	158	184	242	266	2805*
1987	283	297	372	448	408	256	269	186	173	219	268	289	3467
1988	285	353	420	363	374	285	204	226	146	209	**	**	2865*
1989	300	314	355	384	383	332	227	178	174	188	275	271	3381
1990	279	340	475	374	382	301	196	159	212	251	275	307	3551
1991	332	313	387	369	316	245	216	210	183	215	276	294	3354
<b>MOY</b>	<b>289</b>	<b>319</b>	<b>393</b>	<b>380</b>	<b>378*</b>	<b>292*</b>	<b>226*</b>	<b>187</b>	<b>177*</b>	<b>218</b>	<b>269*</b>	<b>274*</b>	<b>3466*</b>

ANNEXE 7  
PAPIER GAUSS

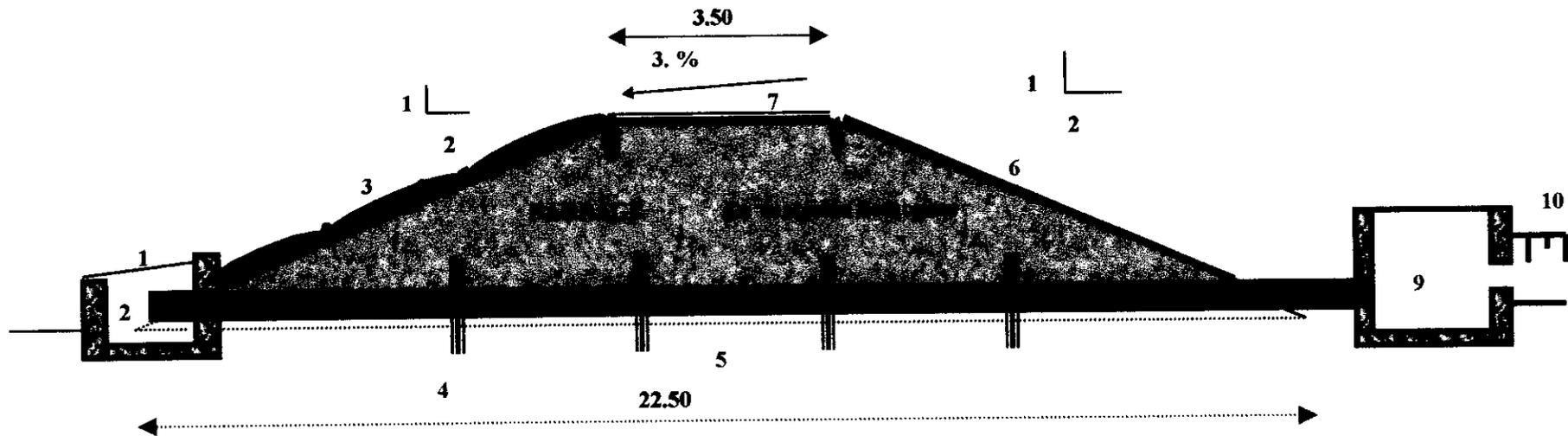
FRÉQUENCE DE DÉPASSEMENT (%)





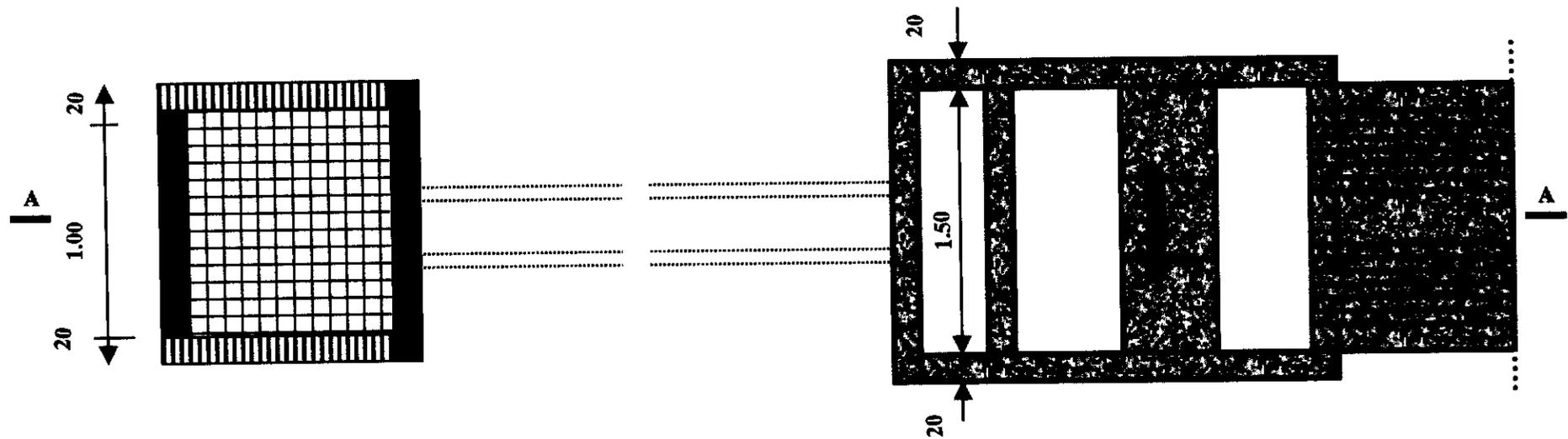
PROBABILITE $\Phi(Y)$	FREQUENCE DE DEPASSEMENT $1-\Phi(Y)$	DUREE DE RETOUR $1/p$
0.99	0.01	100
0.95	0.05	20
0.90	0.10	10
0.80	0.20	5
0.70	0.30	3.33
0.60	0.40	2.5
0.50	0.50	2
0.40	0.60	1.67
0.30	0.70	1.43
0.20	0.80	1.25
0.10	0.90	1.11
0.05	0.95	1.05
0.01	0.99	1.01

## PRISE D'EAU EN PIED DE DIGUE



- 1: grille amovible
- 2: fosse de dessablage
- 3: perré maçonné
- 4: écran d'étanchéité
- 5: canalisation en fonte diamètre 300 mm
- 6: revêtement latéritique
- 7: crête révetue de latérite
- 9: bassin de tranquilisation
- 10 canal tête morte

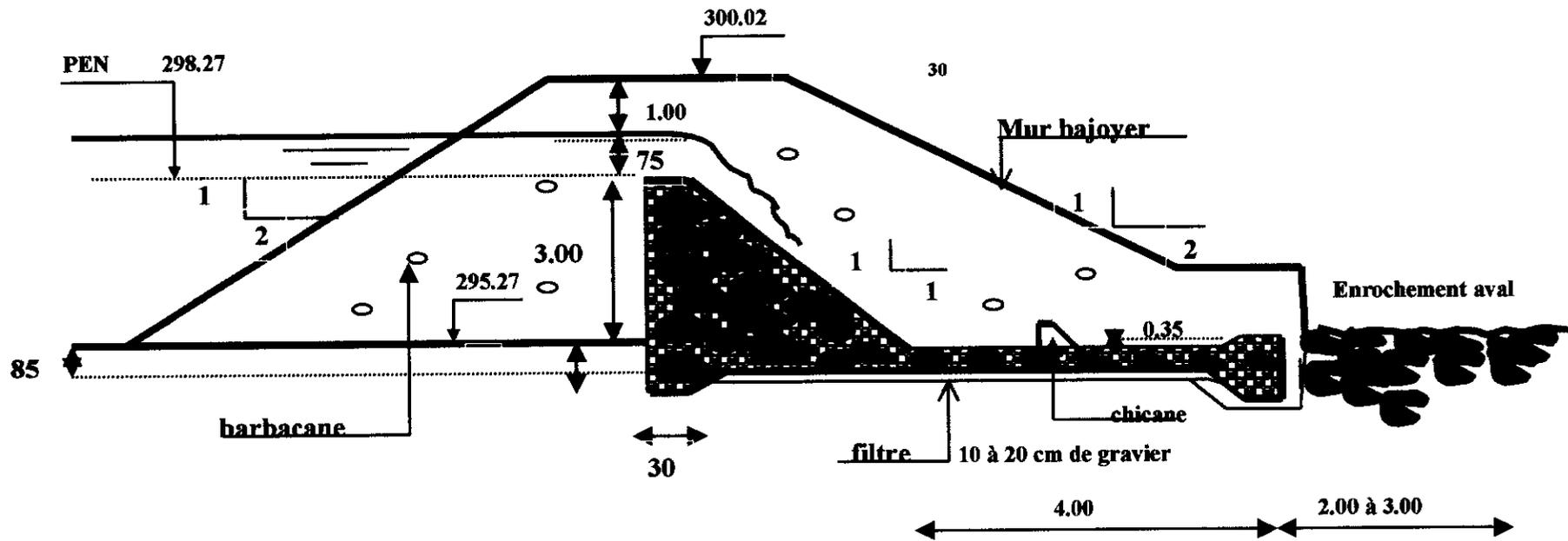
VUE EN PLAN DE LA PRISE



NB: c'est un schéma



### DEVERSOIR EN BETON CYCLOPEEN

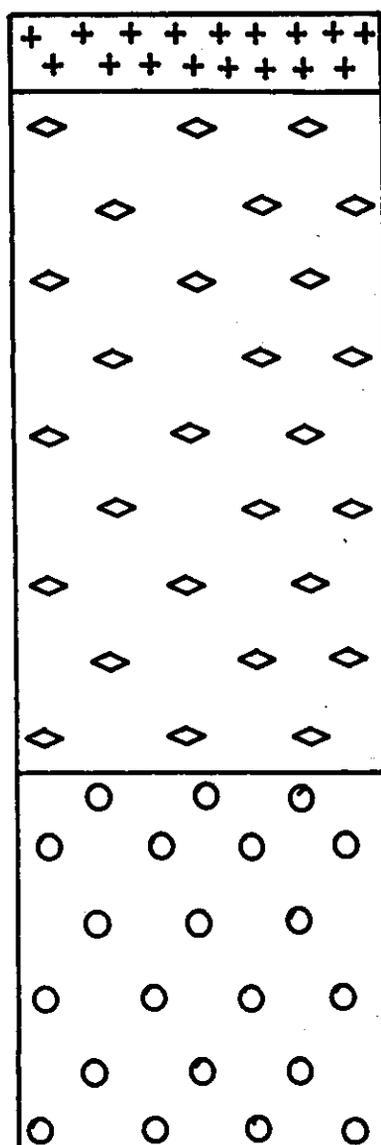


NB: c'est un schéma

## la fiche technique des spéculations

	TOMATE	OIGNON	AUBERGINE
<b>rendement</b>	15 à 35 tonnes / ha	18 à 20 tonnes / ha	15 à 25 tonnes / ha
<b>sol</b>	toutes terres profondes et ressuant bien :pH 6 -7	éviter un sol trop argileux :pH 6 - 6.5	sols riches en humus pH 6.5 - 7.2
<b>exigence climatique</b>	sensible à l'humidité élevée et à un fort vent	-température basse -pas trop d'eau	favorable à la chaleur
<b>préparation du sol</b>	billonnage	labour profond billonnage	billonnage
<b>durée du cycle</b>	120 à 150 jours	90 à 120 jours	110 à 160 jours
<b>densité de plantation</b>	0.8 m × 0.5 m	0.2 m × 0.1 m	0.9 m * 0.5 m
<b>besoin en semence à l'hectare</b>	300 à 500 kg	4 kg	30 kg

# PUITS D'OBSERVATION DANS L'AXE DE L'OUVRAGE



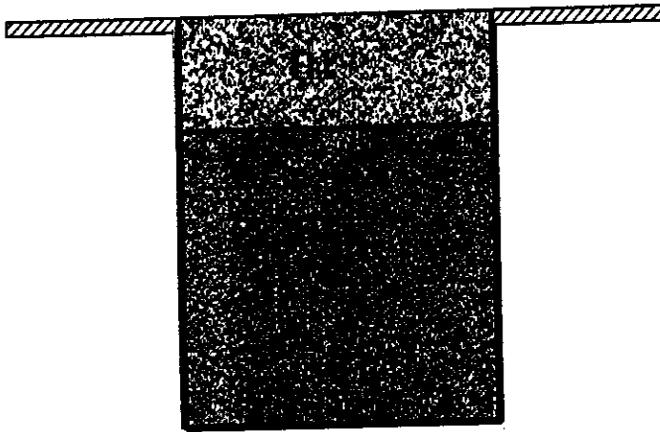
Ech: 1/20

	+ + + + + + + + +	◇ ◇ ◇ ◇ ◇	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
couleur	GRIS BRUN CLAIR	GRIS	BRUN GRISATRE
texture	LIMON ARGILEUX SABLEUX	ARGILEUX	ARGILEUX concretion ferrugineuse friable
profondeur	0 - 0,20 m	0,20 - 2 m	2 - > 3m

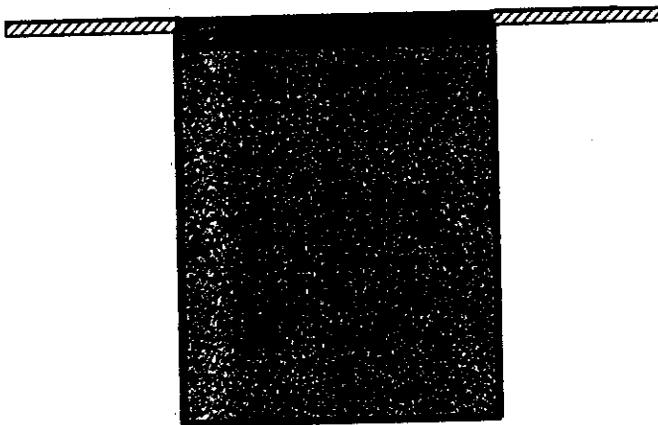
BAS - FOND DE TOBA

Ecole Inter - Etats d'Ingénieurs de l'Équipement Rural de Ouagadougou

PUITS DE SONDAGE



PUITS 2 ET PUIITS 3



PUITS 1

HORIZONS	PUITS	COULEUR	NOMENCLATURE
H1	2 et 3	marron	sable argileux
	1	gris	argile sableuse
H2	2 et 3	brun foncé	limon argileux
	1	gris foncé	argile limoneuse

**QUESTIONNAIRE D'ENQUETE**

date : ..... village : .....ethnie : ..... quartier : .....

**1 -IDENTIFICATION DE L'ENQUETE**

Nom : ..... Prénom : ..... Sexe : .....

Activité principale :

Eleveur :       Agriculteur :       Agropasteur :   
autre (précisez).....

Marié ...       Celibataire

nombre de personnes en charge :

**2 - SYSTEME DE PRODUCTION VEGETALE**

♦ Quelles sont les cultures vivrières que vous pratiquez ?

cultures	importance		zone de production			période		jachère	
	principale.	Secondaire	plateau	versant	bas - fonds	S. pluie	S. sèche	oui	non

◆ Quelles sont les cultures de rente que vous pratiquez ?

cultures	importance		zone de production			période		débouchés
	principale.	Secondaire	plateau	versant	bas - fonds	S. pluie	S. sèche	

◆ Quelle est la justification principale des zones de culture suivantes ? ( les zones exploitées par le paysan !)

plateau :.....  
 .....

versant :.....  
 .....

bas - fonds :.....  
 .....

◆ Quelles sont les difficultés rencontrées pour la production des cultures ?

cultures	difficultés	solutions locales	appui extérieur

◆ Quelles sont les cultures fruitières que vous pratiquez ?

espèces	nbre de pieds	difficultés principales	solution	appui extérieur

◆ Les productions vivrières de vos champs vous permettent - elles de couvrir les besoins alimentaires de la famille ?

OUI

NON

si OUI, quelle est la production totale par an ?.....  
pour quelle superficie de terre ?.....

si NON, comment y remédiez - vous ?

vente d'animaux

emprunt

autres

### 3 - SYSTEME DE PRODUCTION ANIMALE

◆ Quelle espèce possédez - vous ?

espèces	importance		destinations principales				transhumance	
	principale	secondaire	épargne	autoconsommation	vente	autres	non	si oui pourquoi
bovin								
ovin								
caprin								
porcin								
volaille								
autres								

◆ Quelles sont les principales difficultés rencontrées pour la production animale ?

<b>difficultés</b>	<b>solutions mises en oeuvre</b>	<b>appui extérieur</b>
<b>au village</b>		
<b>en transhumance</b>		

#### 4 - EXPLOITATION DU MILIEU NATUREL

◆ Quels types de produits vous prélevez dans la nature et pour quelle utilisation ?

<b>produits</b>	<b>zone de prélèvement sur le terroir</b>	<b>utilisation</b>
<b>VÉGÉTAUX</b>		
<b>ANIMAUX</b>		
<b>MINÉRAUX</b>		



si OUI quels sont les problèmes que vivent les habitants de Toba ?

Problèmes	importances		solution locale	appui extérieur
	principal	secondaire		

◆ Quelles sont les actions prioritaires à entreprendre dans votre village selon vous ?

hiérarchisez - vos réponses.

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

◆ Selon - vous quel sera l'impact de l'aménagement du bas - fonds sur votre village ?

positif

négatif

Citez les principaux

.....

.....

◆ Quelles sont les problèmes que l'aménagement du bas - fonds peut engendrer ?

problèmes fonciers

conflit agriculteur - éleveur

aucun

quelle solution préconisez - vous ?

.....

.....

.....

◆ Quel sera votre apport dans la réalisation des travaux d'aménagement du bas - fonds ?

a - investissement humain



b - investissement financier



a - investissement humain



b - investissement financier



## BIBLIOGRAPHIE

- ① **BERTON S.** « la maîtrise des crues dans les bas - fonds. Petits et micros barrage en Afrique de l'Ouest » Dossier GRET n°12, collection "le point sur..."  
Fevrier 1988, 471 p.
- ② **BLANCHET F.** « Etude hydrologique et agronomique d'un bas - fond de la region de Sikasso (Mali sud) ». Diplôme d'ingénieur des techniques agricoles pour les régions chaudes, janvier 1992, 51 p.
- ③ **COMPAORE M. L.** « Cours de barrage » Polycopié de cours EIER 259 p., novembre 1995
- ④ **COMPAORE M. L.** « Les données de base d'irrigation » 2<sup>e</sup> édition, polycopié de cours EIER, 175p., mars 1998
- ⑤ **FAO** « Crues et apports » Bulletin d'irrigation et de drainage n°54, FAO, Rome 1996, 231 p.
- ⑥ **GUELNGAR D.** « Principe d'aménagements hydro - agricoles de bassin versant » Polycopié de cours EIER, 50 p., octobre 1997
- ⑦ **RIPOHE J.** « Gestion de projet - analyse financière » polycopié de cours EIER, 76 p., 1994
- ⑧ **Jean ALBERGEL**  
**Jean Marie LAMACHERE**  
**François GADELLE**  
**Bruno LIDON**  
**Anne Marie RAN**  
**Wim Van DRIEL** « Mise en valeur agricole des bas - fonds au Sahel » Rapport final.  
CORAF - R3S - CIEH, janvier 1993, 331 p.

⑨ **Manuel BRIDIER**  
**Evaluation**  
**Serge MICHLOF**

« Guide pratique d'analyse de projets -  
et choix des projets d'investissement »  
ECONOMICA, 327 p., avril 1995

⑩ **T. ZPPEFELD**  
**J.C.VLAAR**

1990, 136 p.

« Mise en valeur des bas - fonds en Afrique de  
l'Ouest »  
CIEH, Université de Wageningen,