

ECOLE INTER-ETATS D'INGENIEURS DE OUAGADOUGOU

## L'EQUIPEMENT RURAL

03 B.P. 7023 OUAGADOUGOU 03  
BURKINA FASO

# MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

## ANNEE 1995 – 1996

Présenté par :  
*ASSAMAGAN Katey*

-----

### AVANT-PROJET SOMMAIRE DE RETENUE D'EAU ET AMENAGEMENT (ZAMAKOLOGO)

E. I. E. R.
Enregistré à l'Arrivée le 04 JUIL. 1996 s/N° 274/96

MENTION :

Professeur Responsable  
D. TRAN MINH  
H. FREITAS

Bénin - Burkina - Cameroun - Centrafrique - Congo - Côte d'Ivoire - Gabon  
Guinée - Mali - Mauritanie - Niger - Sénégal - Tchad - Togo

## DEDICACE

*A l' Eternel, notre DIEU et Parent du ciel,  
A mes Parents les Vrais,  
A mon amie Adela DOUMAGENG  
A mon père Akueté ASSAMAGAN,  
A ma famille,  
A mes frères et soeurs et à tous ceux qui me sont  
chers,  
Je vous dédie ce travail.  
L' arbre que nous avons toujours arrosé,  
commence par porter ses fruits.*

# Remerciements

Au terme de cette étude, je tiens à remercier:

-Monsieur Hyppolyte FREITAS, enseignant à l'EIER pour son encadrement,

-les membres de la direction régionale de l'hydraulique des Hauts-Bassins (Bobo) qui ont contribué à l'élaboration de ce travail en particulier

-Monsieur Halidou Kouanda, notre encadreur extérieur,

-Messieurs Benjamin Sanou et Lucien Sawadogo pour leur disponibilité lors de la phase de terrain;

-Monsieur Kouassi Evariste pour sa participation à la finition de ce document.

## RESUME

Suite aux requêtes des responsables administratifs des villages de FARA et de ZAMAKOLOGO à la Direction Régionale de l'Hydraulique des Hauts Bassins (BOBO), nous avons étudié un site pour un éventuel aménagement hydro-agricole.

Cette étude sommaire dont le présent document en est le support, a pour but de reconstituer les données nécessaires et poser les premières bases d'un avant-projet à partir des études socio-économiques et techniques menées sur le terrain.

Le présent document peut également servir de support pour la recherche de financement afin de poursuivre les études et aboutir à la réalisation; ce qui est d'ailleurs notre désir.

A l'issue de cette étude nous avons proposé un barrage en terre dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Hauteur 7 m
- Longueur 640 m
- Largeur en crête 4m
- cote du plan d'eau normale 392 m
- Evacuateur en profil Craeger ( L = 150 m )

Nous avons également proposé les termes de références de l'étude de l'Avant Projet Détaillé (APD) et évalué son coût.

## SOMMAIRE

<b><i>INTRODUCTION</i></b>	6
<b><i>CHAP 1: GENERALITES</i></b>	7
1-1 Situation administrative et géographique	
1-2 Le cadre physique	
1-2-1 Le relief et l'hydrologie	
1-2-2 Le climat et la végétation	8
1-3 Les aspects humains	
1-3-1 La démographie	
1-3-2 Les ethnies et les coutumes	
1-3-3 La hiérarchie sociale	
<b><i>CHAP 2: L'ECONOMIE ET LES INFRASTRUCTURES</i></b>	10
2-1 L'économie	
2-1-1 L'agriculture	
2-1-2 L'élevage	11
2-1-3 Les autres activités économiques	
2-2 Les infrastructures	12
2-2-1 Les infrastructures hydrauliques	12
2-2-2 Les autres infrastructures	13
<b><i>CHAP 3: LE PROJET</i></b>	14
3-1 La problématique	
3-2 Les objectifs de développement	
• Objectifs immédiats	
3-3 Le promoteur et ses capacités organisationnelles et financières	15
3-3-1 capacités organisationnelles	
3-3-2 capacités financières	
• Analyse financière et économique de l'activité de maraîchage	16
3-4 La condition féminine et le Projet	17
3-5 La gestion , les besoins de formation et le partenariat	
3-6 Les risques et les possibilités de maîtrise du projet	
3-6-1 Risques fonciers	18
3-6-2 Conflits agro pastoraux	19
<b><i>CHAP 4: L'ETUDE DU PROJET</i></b>	19
<b>I -Présentation de la zone de d'étude</b>	19
I-1 Situation du site	
I-2 Objet de l'étude	
<b>II - Etude hydrologique du bassin versant</b>	19
II-1 Identification du Bassin versant	

II-2 Climatologie	20
II-3 Etude des pluies	21
II-4 Etude des apports	22
II-5 Calcul de la crue du projet	23
- Crue décennale	
- Crue centennale	24
<b>III - Etude topographique</b>	
<b>IV - Etude géotechnique</b>	
<b>V - Essai d'infiltration</b>	25
<b>VI - PRESENTATION DE L'AMENAGEMENT</b>	
<b>A - Retenue d'eau</b>	
• Caractéristiques des ouvrages	26
* Evacuateur de crue	
* Digue	
* Bassin de dissipation	
<b>B - Périmètre irrigué</b>	27
1 - Nature et aptitude des sols	
* Essai d'infiltration	28
* Analyse granulométrique	
* Limite d'Atterberg	
2 - Proposition des cultures et estimations des besoins	29
2 - 1 Détermination des besoins	
a - Besoins humains et pastoraux	
b - Besoins agricoles	
2 - 2 Etude des pertes	30
a - Pertes par infiltration	
b - Pertes par évaporation	
c - Pertes par dépôts solides	
Etude comparée des revenus	31
<b>TERMES DE REFERENCES POUR L'APD</b>	32
<b>COUTS</b>	33
<b>CONCLUSION</b>	35
<b>BLBLOGRAPHIE</b>	36
<b>ANNEXES.</b>	

## INTRODUCTION

La Direction Régionale de l'Hydraulique des hauts Bassins est l'une des structures mise<sup>s</sup> en place par l'état Burkinabé à travers le ministère de l'environnement et de l'eau pour atteindre certains objectifs propres aux pays sous développés à savoir: l'autosuffisance alimentaire et l'amélioration du niveau de vie en milieu rural.

Elle a dans ses attributions, l'identification, la conception, réalisation et suivi des ouvrages hydro-agricoles afin de protéger et restaurer les sols en vue de l'accroissement des surfaces cultivables et partant de la production.

Aussi nous a t - elle demandé dans le cadre de notre travail fin d'études, de mener une étude à l'état d'Avant-projet sommaire sur le site de ZAMAKOLOGO et de proposer les termes de références pour l'étude de l'Avant-projet détaillé et estimer les coûts de cette étude.

Cette étude s'est déroulée en 2 étapes:

- Une phase de collecte de données socio-économiques et techniques sur le terrain
- Une phase de traitement de ces données dont le présent document est le support.

Dans le cas ou cette étude remplit les conditions d'un financement, elle sera approfondie pour aboutir à l'exécution des ouvrages suivant l'avant-projet détaillé dont nous avons jeté les bases.

## CHAPITRE 1: GENERALITES

### I.1- Situation administrative et géographique

Les villages de Fara et Zamakologo qui sont concernés par cet avant-projet de retenue d'eau et aménagement sont du département de Kourouma dans la province du Kéné Dougou. Kourouma qui a été érigé en département lors du découpage administratif de 1984, couvre une superficie de 1030 km<sup>2</sup>

Ils sont situés sur l'axe Dandé-Kourouma et ont pour coordonnées géographiques:

- FARA :    - longitude : 04° 40' 28" W  
              - latitude  : 11° 37' 12" N  
              - altitude  : 343 m

- ZAMAKOLOGO :  
              - longitude : 04° 43' 19" W  
              - latitude  : 11° 35' 27" N  
              - altitude  : 359 m

L'accès aux deux villages se fait par la route nationale n°9 sur une distance de 60 kms bitumés entre Bobo et Dandé puis par une bretelle non bitumée qui relie Dandé à Fara(13kms) et à Zamakologo (21kms).

Le village de Fara compte 8 quartiers: Danssoka, Kounfiè, Gnidan, Kannama, Malara, Seme et quartiers mossi.

Trois quartiers forment le village de Zamakologo à savoir Zaliekiela, Naziekaïnsi, Badjiékaila.

### 1.2 Le milieu physique

#### 1.2.1. *Le relief et l'hydrographie*

Le département de Kourouma se situe dans la partie septentrionale de la province de Kéné Dougou.

Cette partie se caractérise par la présence de vastes plaines marigots qui engendrent parfois des zones marécageuses pendant l'hivernage.

Le réseau hydrographique est caractérisé par la présence d'importants marigots qui tarissent en saison sèche ; ce sont notamment le Goro, le Kuo, le Tebe ....

## I22. Le climat et la végétation

Le climat est tropical et de type sud-soudanien, se caractérisant par deux grandes saisons:

- une saison des pluies de Mai à Novembre
- une saison sèche de Décembre à Avril

La température oscille entre 24,9°C et 30,2°C avec une amplitude thermique de 5,3°C.

La pluviométrie varie entre 900 mm et 1100 mm

La végétation rencontrée est une savane arborée constituée essentiellement de *Parkia Biglobosa*, *Butyrospermum Parkii*, *Terminalia aviciniodes*, etc., avec par endroit des forêt-galerie le long des cours d'eau.

Il est à noter que l'agriculture extensive exerce une pression considérable sur cette végétation; à cela s'ajoutent les effets de l'exploitation et de la commercialisation du bois de chauffe dans certains villages (Fara & Zamakologo).

## I.3- Les aspects humains

### I31. La démographie

En appliquant un taux de croissance de 2,7% aux données du recensement général de 1985, on obtient les valeurs suivantes :

#### *Evolution de la population de Fara*

tranche d'age	0-4	5-6	7-14	15-19	20-29	30-34	45-49	+50	nd	masc	fém	total
1985	307	124	267	120	205	196	34	138	*	653	738	1391
1996	412	166	358	161	275	263	46	185	*	875	989	1864

#### *Evolution de la population de Zamakologo*

tranche d'age	0-4	5-6	7-14	15-19	20-29	30-34	45-49	+50	nd	masc	fém	total
1985	21	11	31	15	20	23	1	8	*	72	58	130
1996	28	15	42	20	27	31	1	11	*	97	78	175

En réalité, ces estimations sont dépassées avec l'effet de l'immigration qui est assez forte dans les deux localités.

Les actifs représentent une proportion de 55,15% à Fara contre une proportion de 45,15% à Zamakologo.

### I32. *Les ethnies et coutumes*

Les sénoufos sont les autochtones et l'ethnie majoritaire dans les deux villages; on y rencontre des mossis, peulhs, bobo, dioula,...

La répartition proportionnelle des ethnies dans les deux villages est la suivante:

ethnies	sénoufos	mossis	peulhs	autres
Fara	78%	18%	3%	1%
Zamakologo	85%	12%	2,5%	0,5%

Les autres sont : bobo, marka, dioula...

En dehors de quelques différences, les coutumes sont pratiquement identiques dans les deux villges.

Les religions pratiquées par les populations des deux villages sont:

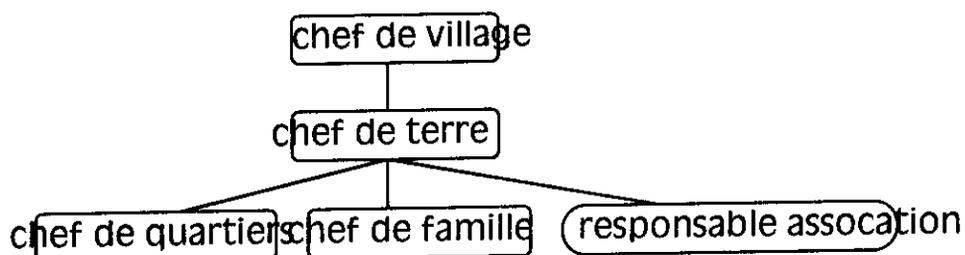
- le christianisme
- l'islam
- et l'animisme.

### I33. *La hiérarchie sociale*

Le système traditionnel permet le maintien de l'ordre social à travers l'autorité d'une génération sur une autre. La cohérence du groupe est garantie par cette autorité qui comporte un ensemble de droits et obligations réciproques. Selon ce système, les malentendus entre individus d'une même famille sont jugés par le chef de famille.

Les conflits entre familles sont jugés au niveau du conseil de village qui est administré par le chef de village.

Il existe donc une hiérarchie traditionnelle qui se présente comme suit :



## CHAPITRE II. L'ECONOMIE ET LES INFRASTRUCTURES

### II.-1 L'économie

#### II.11 L'agriculture

Elle la principale activité génératrice de revenus dans les deux villages . Elle est favorisée par les bonnes conditions pédo-climatiques; cependant les pratiques agricoles restent encore rudimentaires car se fondant sur la culture itinérante sur brûlis.

Selon une enquête du service de l'agriculture, le niveau d'équipement des producteurs est le suivant:

villages	% de culture motorisée	% de culture manuelle	% de culture attelée	Nombre d'étables fumières
Fara	0,45	43,65	55,,90	20
Zamakologo	2,5	32,5	65	4

Il apparaît un effort d'acquisition de matériel de production dans les deux localités; la culture attelée reste cependant majoritaire. L'agriculture dans le nord Kéné Dougou se caractérise par une forte domination céréalière et cotonnière.

La production des superficies emblavées se présente comme suit :

	Sorgho blanc	Maïs	Riz pluvial	Coton	villages
Superficie emblavées en <i>ha</i>	173	312	97	713	Fara
Rendement en <i>tonne/ha</i>	1,5	2,3	1,8	1,4	
Production en <i>tonne</i>	259,5	717	174,6	998,2	
Superficie emblavées en <i>ha</i>	85	300	15	105	Zamakologo
Rendement en <i>tonne/ha</i>	1,5	2,3	1,8	1,4	
Production en <i>tonne</i>	127,5	690	27	147	

## *Répartition des superficies emblavées, production, rendements par spéculation*

Le coton occupe une place de choix à Fara, il occupe 55,05% des superficies totales emblavées. Cette spéculation connaît un recul à Zamakologo. Le maïs est la principale production céréalière. En effet, il occupe 53,40% des superficies emblavées à Zamakologo tandis qu'à Fara la proportion en maïs est de 20,80

Selon les producteurs, bien que l'agriculture soit la principale activité génératrice de revenus, cette activité connaît en ce moment quelques difficultés qui sont en ce notamment:

- Le coût de production élevé
- Difficultés d'acquisition du matériel de production
- Prix d'achat bas des productions (principalement le coton).

### II.12 L'élevage

Au Burkina, la part du secteur primaire dans le produit intérieur brut(PIB) se chiffrait à 44% en 1987 se répartissant comme suit :

- 24% pour le sous secteur agriculture contre 17% pour le sous secteur élevage, faisant de l'élevage le second sous secteur de l'activité économique.

Depuis la dévaluation du franc CFA, le sous secteur de l'élevage connaît un essor particulier.

Le Kéné Dougou n'est pas une zone spécialisée dans l'élevage. On y rencontre cependant un élevage traditionnel transhumant. La densité du bétail est de l'ordre d'un bovin pour 10 hectares pour l'ensemble de la province ce qui est loin du seuil de surcharge.

L'estimation du cheptel dans les deux localités étudiées est la suivante:

Villages	Bovins	Ovins	Caprins	Porcins	Azins
Fara	1125	1.305	932	372	335
Zamakologo	340	108	72	45	32

Il apparaît une prédominance des bovins dans l'effectif total du cheptel suivi des ovins. En dehors des petits ruminants qui rapportent des revenus d'appoint, l'élevage des bovins est une forme d'épargne dans le milieu.

### 213. Les autres activités économiques

Le commerce n'est pas une activité assez développée dans les deux villages. En dehors des produits de l'agriculture qui constituent l'essentiel de cette activité commerciale, on rencontre quelques vendeurs de produits manufacturés.

En réalité les tabliers en question sont dans un premier temps des agriculteurs qui exercent l'activité de commerce aux moments libres.

L'arboriculture, le maraîchage et l'apiculture sont des activités qui rapportent des revenus d'appoint.

Le maraîchage est une activité en plein essor dans la zone surtout à Fara; de plus elle est une activité envisagée dans le cadre du présent projet.

## II-2 Les Infrastructures

### II.21 Les infrastructures hydrauliques

L'infrastructure hydraulique dans la zone comprend des puits à grand diamètre et des forages.

La répartition des points d'eau modernes par village est la suivante :

Villages	Types	Année de réalisation	Type de pompe	Réalisateur	Localisation	Etat fonction
	Forage	1989	DIACFA	Projet BOAD	Kounfiè	Fonctionne
	Puits busé	1985	Néant	USAID	Koufiè	Fonctionne
	Puits busé	1985	-	USAID	Quartier mossi	Fonctionne
	Puits busé	1985	MOYNO	USAID	Zalikaïla	1 pompe en panne

Le taux de desserte en eau potable dans les deux villages est respectivement le suivant:

FARA : 625 habitants par point d'eau moderne

ZAMAKOLOGO : 175 habitants par point d'eau moderne

Il apparaît alors un déficit à Fara conformément à la norme nationale qui est de 500 habitants par point d'eau moderne.

En réalité le déficit concerne les deux car l'estimation générale de la population de 1985 ne reflète plus la réalité du fait de l'immigration.

## II.22 *Les autres infrastructures*

Elles concernent l'infrastructure religieuse et scolaire: Chaque village dispose d'une mosquée, on rencontre à Fara une église .

C'est à Fara seulement qu'existe une école à trois classes construites 1981.

De ce qui précède, il apparaît un manque d'infrastructure dans les deux villages. Les populations des deux sont obligées de se rendre au chef lieu du département (Kourouma) pour bénéficier des services du CSPS(Centre de santé et de promotion sociale)

Il en est de même pour la scolarisation des enfants de Zamakologo.

## CHAPITRE 3 - LE PROJET

### III-1- La problématique

Les populations des deux villages surtout les jeunes marquent un intérêt de plus en plus grand pour le maraîchage. Plus de 100 exploitants maraîchers ont été dénombrés à FARA tandis qu'il est de l'ordre de 20 à ZAMAKOLOGO.

L'élevage qui était dans un premier temps une forme d'épargne des revenus des populations connaît de nos jours un essor remarquable dans la zone.

Les deux activités se trouvent contraintes par le manque d'eau.

Les maraîchers sont obligés de réaliser des puisards pour irriguer leur production.

En moyenne, 20 puisards de 2 à 3 mètres de profondeur chacun pour une superficie de 20 hectares.

Pour abreuver le bétail, les distances parcourues sont de l'ordre de 10 à 15 kms.

Durant l'étiage (Janvier à Avril) les troupeaux sont convoyés dans les plaines de Sikorla et Samorogouan à cause du manque d'eau ce qui engendre des conflits avec les exploitants des deux plaines.

### III-2 **Les objectifs de développement**

Il s'agit de favoriser à terme le développement des créneaux porteurs de sorte à générer des revenus pour améliorer les conditions de vie des populations de la localité.

Cela passe par une redynamisation du marché local et régional avec des effets corollaires sur des secteurs tel que le transport.

#### • Les objectifs immédiats

C'est de disposer de suffisamment d'eau pour abreuver le bétail dont les besoins durant l'étiage pour l'ensemble des deux villages sont à estimer à 6827 m<sup>3</sup>.

Après la satisfaction des besoins en eau du bétail, la priorité sera donnée à la satisfaction des besoins en eau du maraîchage.

A ce niveau, il est recherché une exploitation maximale du potentiel disponible (terre et eau)

### III-3 Le promoteur et ses capacités organisationnelles et financières

#### III.31 *Les capacités organisationnelles du promoteur*

Les requêtes du présent projet ont été formulé par les responsables administratifs des deux villages.

Pour parler de capacités organisationnelle, il sera plutôt question du dynamisme associatif dans les deux villages.

Au niveau traditionnel ce sont les <<tons>> ou associations de cultures dans chaque quartiers des deux villages.

Au moment des cultures, les prestations de ces associations sont payantes. Les groupements villageois d'agricultures (GVA) sont au nombre de trois (3) dont deux à Fara. Les groupements féminins sont inexistantes au niveau des deux villages.

C'est l'ensemble de ces associations et groupements qui ont la charge des réalisations communautaires dans les deux villages.

Les GV des deux villages étaient initialement rattachés à celui du chef-lieu du département.

L'autonomie de ces groupements est d'une date relativement récente (Zamakologo). Il existe dans chaque quartier des villages des équipes de travaux qui se relaient pour les réalisations communautaires.

#### III.32 *Capacités financières du promoteur*

Les tons ont chacun une caisse approvisionnée par les recettes des prestations payantes.

Cette caisse sert généralement à l'organisation des fêtes en saison sèche; cependant les tons interviennent financièrement quelque fois pour des réalisations communautaires.

L'essentiel des ressources financières des deux villages provient de la production et de la commercialisation du coton.

La production cotonnière et la valeur monétaire de cette production au cours de ces dernières années dans les deux villages se présentent comme suit:

Villages	92-93		93-94		94-95	
	Production en tonne	Valeur en FCFA	Production en tonne	Valeur en FCFA	Production en tonne	Valeur en FCFA
FARA	246,037	27.561.760	222,159	24.881.808	179,524	26.031.044
ZAMAKOLOGO	68,957	7.723.185	82,808	9.274.528	45,566	6.607.104

• *Analyse financière et économique de l'activité du maraîchage*

La production maraîchère connaît un essor spectaculaire dans les deux localités. Ce sont des exploitations dont les superficies varient entre 0,5 ha à 1 ha. Pour analyser cette activité, nous proposons le compte d'exploitation d'un producteur moyen.

Compte d'exploitation de SAMA Adama Exploitant maraîcher à Fara  
Superficie 0,5 ha

Spéculation produites : tomate, salade, choux, gombo piment.

Charges de production	Montants	
- Achat de NPK	21.000	
- Fumure organique	25.000	
- Urée	10.500	
- Semences	25.000	
- Pesticides	10.000	
- Travaux	80.000	
<b>Total</b>	<b>131.500</b>	<b>Valeur résiduelle</b>
<b>Equipements</b>		
- Puits non busé	25.000	6.250
- Arrosoirs	5.600	1.120
- Daba	2.600	520
- Cordes	22.500	7.500
<b>Totaux</b>	<b>80.700</b>	<b>15.390</b>
<b>Production</b>		
- Tomate	300.000	
- Gombo	20.000	
- Salade	15.000	
- Choux	15.000	
- Piment	10.000	
<b>Total</b>	<b>360.000</b>	

Il apparaît un cash flow positif pour cette activité avec une charge totale de 267.590 contre une valeur produite de 360.000 francs.

#### **III-4 La condition féminine et le projet.**

La condition féminine dans les deux villages étudiés découle de son rang social. Culturellement, il est concédé à la femme son importance pour fonder un foyer : perpétuer la lignée d'où l'importance de la procréation.

La femme travaille au côté de son époux, elle peut cependant bénéficier des revenus générés par son champ individuel d'arachide, d'oseille.. ou du petit commerce de beignets, dolo, beurre...

Dans les villages de Fara et de Zamakologo, les femmes ne sont pas organisées de sorte à pouvoir influencer les décisions du village.

Il s'en suit que pour le présent projet, elles n'ont pas été concertées; portant la production maraîchère est une activité à mesure d'améliorer leur condition de vie.

#### **III-5 La gestion, les besoins de formation, et le partenariat.**

Il est envisagé la mise en place d'un comité de gestion inter-village qui se chargera du suivi et de l'administration de la réalisation.

Une relative expérience de gestion existe dans les deux villages à travers les GVA. Cependant, pour un aménagement du genre, les besoins réels de formation existent.

La direction régionale de l'Hydraulique des hauts bassins est le partenaire technique du village à travers le programme RESO. Au niveau financier aucun contact n'a été entrepris jusqu'à nos jours.

#### **III-6 Les risques et les possibilités de maîtrise de ces risques**

##### **III.61 Les risques fonciers**

Le village de Zamakologo, se caractérise par une étroitesse de son terroir. Les terres propres au village se situent au bord du cours d'eau qui sert de frontière entre Zamakologo et Kabala d'une part et Fara d'autre part.

Le site étudié se situe dans le terroir de Kabala. Au cours de l'étude, le village de Kabala a souhaité que les délégations des deux villages en compagnie de l'équipe technique se rendent sur le site pour mieux appréhender le problème.

Il est alors possible que le site soit contesté à l'avenir. Dans tous les cas le consensus est à chercher.

### III-6-2 *Les conflits agro-pastoraux*

La présence d'un élevage transhumant dans la zone est à la base des conflits agro-pastoraux. Ces conflits sont plus fréquents dans les plaines de Sikorla et Samorogouan.

La réalisation d'une retenue d'eau peut être une source d'attraction du bétail dans les deux villages; ce qui impose l'observation de dispositions pour éviter les conflits agro-pastoraux.

## CHAPITRE 4 L'ETUDE DU PROJET

### IV-1 Présentation de la zone d'étude

#### IV-1-1 - Situation du site

Le bas fond de ZAMAKOLOGO concerné par la présente étude se situe dans le terroir de kabala à 16 km du village de ZAMAKOLOGO et à 8 km de FARA. La piste d'accès est difficilement praticable. Les coordonnées géographiques du site sont:

- longitude 05°42' W
- latitude 11°33 N

#### IV 1-2- Objet de l'étude

L' étude a pour objet, la conception d'une retenue d'eau et/ou ouvrages à vocation hydro-agricole et pastorale à l'état d'avant - projet sommaire. Cette étude pouvant être reprise dans le cadre d'avant-projet détaillé.

### IV-2 Etude hydrologique du bassin versant

#### IV -2 -1 - Identification du bassin versant

Le bassin versant à aménager couvre une superficie de 82 km<sup>2</sup> mesurée au planimètre électronique sur la carte IGB au 1/200.000. D'après les cartes géologiques et des milieux naturels du Burkina-Faso, respectivement de G.HORIN et de F.OUEDRAOGO et GUILLOT 1985, les caractéristiques géologique, pédologique et morphologique sont les suivantes:

- Géologie : Schistes de Toun
- Pédologie : Sols argileux
- Végétation : Elle est du type soudano-sahélien et constituée de savane arborée avec comme espèces, le parkia biglobosa, le butyospermum parkii.

#### **Géométrie:**

Les caractéristiques morphométriques du bassin versant sont consignées dans le tableau suivant :

Sup (km <sup>2</sup> )	Périmètre(km)	Coef de compacité	Long(Km) rect équi	Pente long	Indice de pente	Catégorie
82	60	1,85	27	2‰	7‰	R3P2

La pente longitudinale du talweg est obtenue grâce au profil en long du cours d'eau principal, fait partir de la carte topographique au 1/200.000.

A défaut des courbes de niveau pour tracer la courbe hypsométrique, l'indice global de pente a été pris égal à la pente longitudinale, puis corrigée par l'indice de pente transversale évaluée à 12‰.

### ***Classification du bassin versant***

#### **\* Infiltrabilité:**

Nous avons indiqué plus haut que les sols dans le Département sont argileux ce qui nous permet de les mettre en I(P2).

#### **\*Relief:**

La valeur de  $I_{corr}$  situe le bassin versant ,dans la classe R3 selon la classification de l' ORSTOM.

### **IV-2-2 Climatologie**

La région de ZAMAKOLOGO comme indiqué plus haut subit l'influence du climat tropical caractérisé par:

- une saison des pluies de Mai à Novembre
- une saison sèche de Décembre à avril

### **IV-2-3- Etude des pluies (Cf annexe 2)**

Les données pluviométriques utilisées sont celles de la station de Kourouma (longitude 04° 48' W et latitude 11°37'N altitude de 347 m).

Un contrôle de ces données par la méthode de la moyenne mobile sur 5 ans a été fait et par des tests d'ajustements à la loi de GAUSS et à la loi de GUMBEL ont été faits respectivement pour les pluies journalières et annuelles maximales.

L'ajustement donne des résultats suivants :

### *Pluies annuelles*

Avec un échantillon de 36 valeurs, l'ajustement à la loi normale ou de GAUSS pour un intervalle de confiance de 80% donne les résultats suivants:

- moyenne 988 mm
- pluie annuelle quinquennale sèche 840 mm
- pluie annuelle quinquennale humide 1125 mm
- pluie décennale sèche 765 mm
- pluie décennale humide 1025 mm

### *Pluies journalières maximales*

L'ajustement de 31 valeurs à la loi de GUMBEL dans un intervalle de confiance de 80% donne les résultats suivants :

- pluie moyenne: 71mm
- pluie decennale: 94 mm
- pluie centennale: 125 mm

Les paramètres de la loi étant :

- \* mode  $X_0 = 63,74$  mm
- \* échelle:  $s = 13,58$

### IV-2-4 *Etude des apports.*

Les apports constituent l'ensemble des écoulements superficiels passant par l'exutoire du bassin versant. C'est donc la quantité d'eau qui arrive dans la retenue pendant les années considérées et sur laquelle on peut compter. A défaut de données sur le bassin versant présentant les mêmes caractéristiques que le notre nous allons adopter la méthode de Coutagne

#### *\* Méthode de Coutagne*

Elle donne le coefficient d'écoulement en fonction de la température, de la pluie annuelle moyenne, de la surface et du Déficit D avec  $D = P_{an} - \lambda P_{an}^2$

et 
$$\lambda = \frac{1}{0,8 + 0,14T} = 0,21$$

On a

$$\frac{1}{8\lambda} \leq P_{an} \leq \frac{1}{2\lambda} \quad \text{d'où} \quad K_e = \frac{P_{an} - D}{P_{an}}$$

$D = 0.78$  et  $P_{an} = 0.988$

$K_e = 0.21$

Ke est corrigé pour le calcul du volume écoulé par 0,7 et 0,5 respectivement pour l'année quinquennale sèche et décennale sèche.

Soit

- Quinquennale sèche :

$$K_{e5} = 0,7k_e = 0,7 \times 0,21 = 14,7\%$$

- décennale sèche:

$$K_{e10} = 0,5k_e = 0,5 \times 0,21 = 10,5\%$$

Les volumes écoulés sont en années

- quinquennale sèche:

$$V_{e5} = 0,147 \times 0,84 \times 82.10^6 = 643210 \text{ m}^3$$

- décennale sèche:

$$V_{e10} = 0,105 \times 0,765 \times 82.10^6 = 6586650 \text{ m}^3$$

- année moyenne :

$$V_u = 0,147 \times 0,988 \times 82.10^6 = 11909350 \text{ m}^3$$

#### IV -2-5 Calcul de la crue du projet

La détermination de la crue de projet est nécessaire pour le dimensionnement d'un éventuel évacuateur de crue de barrage. Deux méthodes de calcul ont été utilisées pour l'estimation de la crue : Méthode ORSTOM et CIEH-EIER.

##### 1- Méthode ORSTOM

Elle donne la pluie décennale en fonction des paramètres suivants :

- pluie maximale journalière
- coefficient de ruissellement
- coefficient d'abattement
- la superficie du bassin versant
- du temps de base
- du coefficient de pointe

\* le coefficient d'abattement K est donné par la formule ou l'abaque de Vuillaume:

$$K=1-0,001x(9-0,042Pan+152)logS$$

ici S = 82km<sup>2</sup> et Pan=988mm                      K=0,77

\*Le coefficient de pointe  $\alpha_{10}$

Il est pris égal à 2,6

\*Le coefficient de ruissellement Kr<sub>10</sub> est déterminé à partir des abaques de la zone sèche et par interpolation Kr<sub>10</sub> = 40%.

\* Le temps de base (T<sub>b</sub>) est également déterminé à partir des abaques de l'ORSTOM en zone tropicale sèche (de transition) et en fonction de la superficie et de l'indice globale de pente corrigé.

$$S = 82 \text{ Km}^2$$

$$I_g = 7\text{‰}$$

$$T_b = 950 \text{ mm}$$

\*Crue décennale

La crue décennale est calculée par la formule

$$Q_{10} = \frac{K_{r10} * K * S * P_{10} * \alpha_{10}}{T_b}$$

On obtient alors Q<sub>10</sub>=108 m<sup>3</sup>/s.(Confère annexe).

Pour tenir compte du débit d'écoulement retardé en régime tropicale sèche et pour un indice d'Infiltration I, nous allons appliquer un coefficient  $\beta=1,03$

$$\text{On a : } Q_{\max}=\beta Q_{10}=1,03 \times 108=111 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{10}=111 \text{ m}^3/\text{s}$$

## 2 - Méthode CIEH

Elle repose sur la détermination de la crue décennale à l'aide d'abaques établis en fonction de la région et de la pluviométrie annuelle. Les abaques donnent des valeurs de crues oscillant entre 75 et 135m<sup>3</sup>/s. (Cf annexe3)

Pour la suite nous retiendrons la valeur donnée par la méthode ORSTOM parce qu'elle convient aux petits bassins versants. Q<sub>10</sub>=111m<sup>3</sup>/s

*\*Crue décennale: crue de projet*

Nous passons de la crue décennale à la crue centennale en utilisant le coefficient de passage déterminé suivant la méthode CIEH/EIER/ORSTOM établie par GRESILLIN-HERTER.

$$C=1+ ((P_{100}-P_{10})/P_{10}) \times (T_0/24)^{0,12} / K_{r10} \text{ soit } c=1.9$$

La crue centennale est donc  $Q_{100} = 211 \text{ m}^3/\text{s}$

$$Q_p = 211 \text{ m}^3/\text{s}$$

### **IV-3 Etude topographique**

Pour faire cette étude , nous avons utilisé:

- la carte IGB au 1/200000 (feuille NC-30-XX)
- les photographies aériennes
- levés topographiques sommaires des bas fonds.

Les objectifs de ces levés sont les suivants :

- apprécier la configuration du bas-fond et ainsi proposer les ouvrages les mieux adaptés
- donner les éléments suffisants pour permettre d'estimer les caractéristiques des ouvrages ( longueur, hauteur, et volume de la retenue).

Des bornes en béton ont été disposées au niveau des profils réalisés.

### **IV-4 Etude géotechnique**

Elle a pour but d'apprécier les éléments suivants :

- la qualité des sols d'assise des divers ouvrages
- la perméabilité des sols situés sous la digue
- la perméabilité et la porosité des sols de la cuvette .

Elle s'est déroulée en deux étapes :

- ouverture des puits de sondage .Ces puits sont situés sur l'axe préalablement choisi et dans la cuvette de la retenue. Les sols observés sont assez homogènes, on trouve essentiellement de l'argile.

.Ces puits sont situés sur l'axe préalablement choisi et dans la cuvette de la retenue.

Les sols observés sont assez homogènes, on trouve essentiellement de l'argile. Les sols d'assise devront faire l'objet d'une attention particulière au cours des études de l'APD.

- Prélèvement d'échantillons pour analyses géotechniques au laboratoire de l'EIER.

Les résultats sont consignés dans le tableau ci-après.

Sondage	Prof	Analyse granulométrique				Limites d'Atterberg			Classification
		Gravier	Sable	Limon	Argile	LL	LP	IP	
E	120-150	-	32%	18%	48%	33,09	19,60	13,49	CL
B	100-120	1%	20%	11%	62%	39,5	21	18,5	
N	100-150	3%	11%	1%	63%	38	21	17	

#### IV-5 Essai d'infiltration

Les essais in situ ont été faits suivant la méthode de PORCHET. De ces essais, il se dégage une vitesse d'infiltration moyenne de  $12,6 \cdot 10^{-6}$  m/s (Cf annexe).

#### IV-6 Présentation de l'aménagement

##### A- Retenue d'eau

Son choix est conditionné par:

- Les besoins en eau et leur évolution dans le temps pour la satisfaction des besoins pastoraux, agricoles et éventuellement domestiques
- les possibilités topographiques
- les caractéristiques géotechniques
- les capacités d'investissement du maître d'ouvrage.

Les études préliminaires nous permettent d'opter pour un barrage. C'est un ouvrage généralement en terre, qui permet de stocker un important volume d'eau en vue de son utilisation à des fins diverses.

Au BURKINA-FASO, c'est l'ouvrage le plus connu des populations et par conséquent le plus sollicité des populations.

Compte tenu des pertes par évaporation (près de 2m par an), les sites les plus favorables seront ceux qui présentent un rapport surface -volume le plus faible et une profondeur d'eau importante; c'est le cas pour notre site

### **\*Caractéristique des ouvrages**

#### *\* Evacuateur de crue*

Il est dimensionné pour évacuer la crue de projet et sera central en béton de type Craeger

- longueur 150 m
- tirant d'eau 0,75
- débit de la crue de projet  $Q_p = 211 \text{ m}^3/\text{s}$
- coefficient de débit  $m = 0,49$
- cote de déversoir (PEN) = 392,0m

#### *\* Digue*

Elle sera en remblai de terre homogène et compactée. Ses caractéristiques seront les suivantes :

- hauteur maximum 7m
- largeur en crête 4m
- pente talus Amont et Aval(m) 2 (1v/2h)
- Longueur totale 640 m

Elle sera calée à la cote 394m et le plan d'eau normal (PEN) la cote 392m ce qui laisse 2m de revanche entre la hauteur de déversement. L'estimation du volume, à partir des données topographiques et l'établissement de la courbe Hauteur-Volume donne  $560.000 \text{ m}^3$  d'eau.

Compte tenu des apports annuels calculés et de la faible capacité de la retenue, celle-ci se remplira même en année décennale sèche.

#### *\*Bassin de Dissipation*

Il aura la même longueur que le déversoir et sera raccordé en aval par un canal en terre.

### *\*Le drain de pied*

Pour lutter contre les infiltrations dans la digue, nous prévoyons un tapis drain mono couche avec une épaisseur d'au moins 50 cm. Un fossé de pied pour collecter les eaux l'aval est prévu.

### *\*Protection des talus*

Le talus amont sera protégé par des perrés rangés à la main avec implantation d'une butée au pied du talus. Le talus aval sera protégé par enherbement d'une couche végétale de 40 cm d'épaisseur en provenance du décapage du terrain naturel lors de l'exécution des tranchées.

## **B- Le Périmètre irrigué**

Comme indiqué plus haut, le souhait du maître d'ouvrage est d'avoir cette retenue pour satisfaire les besoins pastoraux, agricoles et éventuellement humains.

Aussi est-il question de voir la faisabilité d'un aménagement à l'aval de la retenue en déterminant la superficie aménageable ou irrigable. En réalité, l'estimation de la superficie irrigable doit se faire en tenant compte de la disponibilité en eau de la retenue.

Mais il faut d'abord s'assurer de l'existence de bonnes terres suffisantes pour l'aménagement.

Suite à notre visite sur le terrain, nous pouvons dire qu'il y a suffisamment de terres et le facteur limitant sera l'eau. Mais faudra-t-il que ces sols soient aptes aux cultures.

### **1- Nature et aptitude des sols**

Des essais et analyses préliminaires ont été faits sur le site et au laboratoire.

#### *. Essai d'infiltration*

Ils ont été réalisés par la méthode de PORCHET qui consiste à suivre l'infiltration de l'eau dans un trou de profondeur et de diamètre connus. On obtient une vitesse d'infiltration de 6,7 m/s (58 cm/jour) La valeur externe de la perméabilité est de  $8,5 \cdot 10^{-6}$  m/s soit 31 mm/h. La perméabilité de l'aval est donc moyenne.

*. Analyse au laboratoire*

Les analyses effectuées sont:

- l'analyse granulométrique (tamisage par voie humide)
- les limites d'Atterberg
- la mesure du ph
- la détermination de la couleur

Ces différents résultats sont consignés dans le tableau suivant:

- Analyse granulométrique

Echantillon	Sable	Limon	Argile	Couleur à l'état sec
Rive gauche	6%	14%	71%	Brun sombre
Rive droite	13%	13%	56%	Brun sombre

- Limites d'Atterberg

Echantillon	WL	WP	IP
Rive gauche ( L )	35,1	20	15,1
Rive droite ( H )	37	21	16

Ces résultats nous permettent de dire que les sols

- sont de l'argile peu plastique
- ont une excellente aptitude à la fissuration
- sont très stables et
- ont un grand risque d'asphyxie

- Résultats du ph

Echantillon	Rive Gauche	Rive Droite
Ph	5,59	5,70

L'analyse montre que le ph des sols étudiés est acide. Les spéculations qui conviennent pour cette gamme de ph sont entre autre le riz, le maïs, le pois.

## 2- Propositions de cultures et estimation des besoins

De ces résultats préliminaires et compte tenu du souhait des bénéficiaires et de la quantité d'eau disponible, les spéculations retenues sont le maraîchage de contre saison et pour exploiter l'aménagement durant l'hivernage, le riz pluvial et le maïs.

La superficie irrigable dépend de la quantité d'eau retenue dans le barrage et de l'évolution de celle-ci au cours des mois ceci en fonction des besoins .

### 2-1- Détermination des besoins

#### a) Besoins humains et pastoraux

La population est estimée à 2.040 habitants pour les deux villages et le cheptel compte 1465 têtes pour le gros bétail et 3200 têtes pour les petits ruminants. la consommation par tête de bétail tout confondu est prise égale à 25 l/j et à 15l/j/hab pour les hommes.

Les besoins durant l'hivernage seront compensés par la pluie . On obtient le tableau suivant en m.

	Nov	Déc	Jan	Fev	Mars	Avril
Humains	918	948	948	856	948	918
Pastoraux	4900	5063	5063	4573	5063	4900
Total	5818	6011	5429	5429	6011	5818

#### b) Besoins agricoles

Les besoins agricoles désignent les besoins en eau bruts. Ils représentent les volumes d'eau qu'il faut apporter à la plante pour son développement tout en tenant compte des pertes.

Ici, ils sont constitués de besoins liés à une campagne de maraîchage et de riz pluvial , l'irrigation du riz étant d'appoint.

Les valeurs sont consignés dans le tableau suivant ( m<sup>3</sup>/ha):

Déc	Jan	Fev	Mars	Avr	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov
1900	3350	4410	3870	97						
					3260	5030	2370	3230	4690	270
1900	3350	4410	3870	97	3260	5030	2370	3230	4690	270

Soit le tableau récapitulatif suivant en m<sup>3</sup>:

..	Déc	Jan	Fev	Mars	Avr	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov
Past	5063	5063	4573	5063	4900						4900
Riz pluv						3260	5030	2370	3230	4690	270
Mar	1900	3350	4410	3870	97						
Hum	948	948	856	948	918						918
Total	7911	9361	9839	9881	5915	3260	5030	2370	3230	4690	6088

## 2-2 ETUDE DES PERTES SUR LA RETENUE

### a- Pertes par Infiltration

Ces dernières varient beaucoup et sont maximales dès les premières années de service du barrage. Mais au fil des années, le colmatage né des dépôts solides et la saturation réduisent considérablement l'infiltration qui atteint alors un certain équilibre.

Dans ces conditions, les pertes peuvent être estimées à 1 mm/jour sur toute l'année sauf pendant l'hivernage où elles sont supposées compensées par la pluie.

### b- Pertes par évaporation

Elles sont calculés par la formule de Pouyard qui utilise l'évaporation du bac de classe A (E<sub>bac A</sub>) suivant la formule  $E_{\text{bac A}} = 1,664 \cdot E_{\text{bac}}^{0,602}$  en mm/j  
Pendant l'hivernage, l'évaporateur est supposé compensé la pluie.

Mois	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août
Evaporation	188	186	216	209	214	171	172	172

### c- Pertes par dépôts solides

Elles sont évaluées par la formule de Gressillon CIEH/EIER,

$$V_e = 700(P/500) - 2.2 \cdot S^{0.9} \text{ avec } P=988\text{mm}, S=82 \text{ km}^2$$

$$V_e = 8256 \text{ m}^3/\text{an}$$

### - Courbe d'utilisation de la retenue (Cf annexe)

Elle se construit à partir de la courbe Hauteur-Volume de la retenue et des différents besoins et pertes mensuels ( humains, pastoraux, agricoles, infiltration, évaporation, dépôts solides ).

Les différentes simulations faites nous ont amenés à envisager une campagne de riz pluvial et une campagne de maraîchage en saison sèche.

Les superficies aménagées sont déterminées par la quantité d'eau disponible après déduction d'autres besoins et pertes.

Ainsi, on a obtenu :

- 15 ha de maraîchage et
- 15 ha de riz pluvial,

Suivant le calendrier cultural ci après :

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Riz pluvial							15-----22					
Maraîchage	-----8											1----

#### \* Etude comparée des revenus

Loin d'être une étude exhaustive, elle permet de comparer globalement les marges brutes dégagées à l'hectare sur les spéculations avant et après l'aménagement.

Les spéculations prises en compte sont celles retenues à savoir; les cultures maraîchères. Pour 0.5 ha, on a :

	spéculation	rdt (t/ha )	prix moyen ( f cfa)	production (fcfa)	Charges (fcfa)	Marges brutes ( f cfa)
Avant amengt	maraîchage	-	-	360000	227590	132410
après Amengt	maraîchage	20	90	900000	227590	672410

Au vue de ces résultats, la marge bénéficiaire est grande soit une augmentation de 80.3%

Mais il ne faut pas perdre de vue que les produits maraîchers sont contraignants ce qui nécessite une main d'oeuvre abondante. La marge brute peut être ainsi affectée.

## **TERMES DE REFERENCES DE L'AVANT PROJET DETAILLE (APD)**

Le dossier de l'APD doit comprendre :

### 1 - *Etudes hydrauliques*

- Détermination de façon plus précise les apports
- Déterminer les dépôts solides
- Analyser les crues

### 2 - *Etudes topographiques*

- Levé de détails de la cuvette et des terres aménageables en aval à l'échelle 1/5.000 (surface à préciser)
- Profil en travers de section du cours d'eau  
échelle verticale 1/200  
échelle horizontale 1/2000

### 3 - *Etudes géotechniques*

Déterminer les caractéristiques mécaniques et hydrauliques des sols de fondation reprendre et compléter les analyses géotechniques

### 4 - *Etudes pédologiques et agro-climatiques*

Déterminer les qualités physiques des sols :

- Texture.
- Porosité
- déterminer les qualités physico-chimiques ,taux de N P K, taux d'azote et de carbone.
- qualité biologique de l'eau

\* Taux de matière organique , présence de micro-organisme

- spéculation par rapport aux contraintes pédologiques et agronomiques.
- calcul des besoins en eau des cultures, volume à mobiliser.

### 5- *Etudes d'Ingénierie*

- Concevoir les ouvrages hydrauliques
- Concevoir l'aménagement aval y compris la mise en valeur ;

## 6- Etudes socio-économiques

- Analyser l'impact socio-économique de l'aménagement sur les systèmes nouveaux,
- Déterminer les problèmes fonciers
- Etudier les blocages socio économiques et proposer des solutions
- étude comparative des superficies ou productions "gagnés" ou "perdus" avec l'aménagement.
- Calcul de la rentabilité économique et financière en rapport avec le coût d'investissement
- Organisation des futurs usagers et appuis éventuels
- Etudes d'impact sur l'environnement.

### COUT DE L'APD

I - ETUDE TOPOGRAPHIQUES		<u>2 154 000</u>
1- Travaux de terrain		
- 2 Opérateur topographe	20.000x10jx2	400.000
- 4 Porte mires	2500x10x4	1.000.000
- 2 Manoeuvres	1000x10x2	200.000
- Amortissement	50.000	50.000
- Chauffeur	180x90kmx2	32.400
- Déplacement	2500x10	25.000
2 - Travail de bureau		
- 1 ingénieur Topographe	24.000x2x1	48.000
- 2 opérateurs	20.000x2x10	400.000
II - ETUDES GEOTECHNIQUES		<u>867 000</u>
1- Travaux de terrain		
- Déplacement aller - retour	32.400	32.400
- Chauffeur	50.000	50.000
- Amortissement	50.000	50.000
- Géotecnicien	24.000x3	72.000
- 4 manoeuvres	1000x4x3	120.000
2 - Travaux de laboratoire		
- Essai de cisaillement	13.500x2	27.000
- Limites d'atterberg	6.000x10	60.000
- Perméabilité	27.000x5	135.000
- Essai proctor standard	21.000x2	42.000
- Sédimentométrie	9.000x10	90.000
- Granulométrie	18.900x10	189.000

III - ETUDE D'INGENIERIE		<u>580000</u>
- 2 Ingénieur GR	10x24.000x2	480.000
- 1 Technicien supérieur	20.000x1	20.000
- 1 Encadreur	80.000x1	80.000
IV - ETUDES SOCIO-ECONOMIQUE		<u>340.000</u>
1 - Travaux de terrain		
- 2 Enquêteurs	10.000x10x2	200.000
2 - Travaux de bureau		
- 2 Enquêteurs	10.000x7x2	140.000
V - ETUDES PEDOLOGIQUES		<u>619400</u>
- 1 Pédologue	24.000x3x1	72000
- 3 Manoeuvres	10.000x7x3	210000
- 1 Chauffeur	32.400	32400
- Déplacement	25.000	25000
* Laboratoire		
- Analyses et essai de sols	280.000	280000
- Frais généraux	7.5%	<u>342165</u>
VI - IMPREVU	10%	

TOTAL

53948015

## **BIBLIOGRAPHIE**

- 1- Hydrologie Tropicale B.CHUZEVILLE
- 2- Maîtrise des crues dans les bas-fonds (Dossier N°12)
- 3-Cours de Barrage (EIER Laurent COMPAORE)
- 4 -Petits Barrage pour l' équipement rural en Afrique (EIER-J.M.DURAND)
- 5 -COURS d'Agriculture Générale: Le climat et les besoins en eau des plantes A.  
IBRAHIMA
- 6 -Eléments de base d'un Projet d'irrigation A. IBRAHIMA
- 7 -Projet Intégrateur "Aménagement de l'espace Rural" 95
- 8-Mémoire de fin d'études A. KIEMA Juin 1995

# Annexes

– Extrait de la carte géographique (1/200.000 ) NC-30-XX

Annexes 1:	Caractéristiques morphométriques du bassin versant	37
Annexes 2:	Etudes des pluies	38
Annexes 3:	Etudes des crues	44
Annexes 4:	Etude géotechnique	45
Annexes 5:	Essai d'infiltration	46



## ANNEXE 1: Caractéristiques morphométriques du bassin versant

- La superficie du bassin versant mesurée au planimètre est 82 km<sup>2</sup>

$$S = 82 \text{ km}^2$$

- Le périmètre du bassin versant mesuré au curvimètre est 60 km

$$P = 60 \text{ km}$$

- Le coefficient de compacité est obtenu par la formule

$$Ke = 0.28 * P / \sqrt{S}$$

On a  $P = 60 \text{ km}$  et  $S = 82 \text{ km}^2$  d'où

$$Ke = 1,85$$

- La longueur du rectangle équivalent est donnée par la formule

$$L = \frac{P + \sqrt{P^2 - 16S}}{4}$$

Pour  $P = 60 \text{ km}$  et  $S = 82 \text{ km}^2$ , on a

$$L = 27 \text{ km}$$

- Indice global de pente

- pente longitudinale (moyenne)

Elle est obtenue à partir de profil en long du cours d'eau après élimination des 20% de superficie en amont et aval (voir graphique suivant) soit  $I_g = 2\text{‰}$

On a la pente transversale

$$I_t = 12\text{‰}$$

d'où

$$I_{geor} = \frac{I_g + I_t}{2}$$

soit  $I_{geor} = 7\text{‰}$

## ANNEXE 2 Etude des pluies

La station météorologique la plus proche est celle de Kourouma. Elle est située à environ 16 km du site .

*Source: direction nationale de la météorologie*

### Pluies annuelles

Années	Pluies (mm )
1960	1010,6
1961	975,6
1962	976,2
1963	1051,4
1964	1182,8
1964	905,3
1965	1061,4
1966	1022,5
1967	1315,0
1968	1058,7
1969	1166,5
1970	732,2
1971	981,4
1972	717,3
1973	1041,6
1974	1121,21
1975	1017
1976	956,6
1977	1156,5
1978	909,5
1980	872
1981	979,9
1982	970,2
1983	719,7
1984	790,3
1985	1173,8
1986	1004,5
1987	843,7
1988	1115,9
1989	911,3
1990	967,2
1991	1201,9
1992	1042,8
1993	906,7
1994	1277,4
1995	431,9

Ajustement par la loi de Gauss

- Fréquence de non-dépassement  $F$

Elle est donnée par la formule

$$F = \frac{i}{n} - \frac{1}{2n} \quad \text{avec}$$

$n$  : taille de l'échantillon

$i$  : rang de la pluie après classement de l'ensemble des pluies

- Paramètre de l'échantillon

- moyenne arithmétique

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{36} x_i}{36} \quad \text{soit } \bar{x} = 988 \text{ mm}$$

- écart type

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{36} (x_i - \bar{x})^2}{35}} \quad \text{soit } \sigma = 173 \text{ mm}$$

- Paramètre de la loi ajustée

$$x_i = \bar{x} + \sigma u_i$$

$F_i$	0,02	0,05	0,10	0,20	0,5	0,8	0,9	0,95	0,99
$u_i$	-2,05	-1,64	-1,28	-0,84	0	0,84	1,28	1,64	2,33

Pour  $F = 0,05$ ,  $u = -1,64$   $x = 988 - 173 * 1,64 = 704,3$

Pour  $F = 0,95$ ,  $u = 1,64$   $x = 988 + 173 * 1,64 = 1271,7$

Les deux points A (0,05; 703,3) et B (0,95; 1271,7) permettent d'avoir la droite ajustée jointe en annexe.

• Intervalle de confiance à 80 %

L'intervalle de confiance pour une fréquence  $F_i$  donnée, s'obtient par la formule

$$x_i = \bar{x} + \sigma * u_i + k \frac{\sigma}{\sqrt{n}} * \beta(F_i)$$

avec

$n, \sigma, \bar{x}$  définis comme précédemment

$F_i$  fréquence de non-dépassement

$\beta_i, u_i$ , dépendant de  $F_i$  et sont donnés dans le tableau suivant:

$$\alpha = 80 \% \quad k = 1,28$$

$F_i$	0,02	0,10	0,20	0,50	0,80	0,90	0,99
$\beta(F_i)$	2,92	1,76	1,43	1,25	1,43	1,76	3,84
$u_i$	-2,05	-1,28	-0,84	0	0,84	1,28	2,33
$x_i = \bar{x} + \sigma u_i$	633,4	766,56	842,68	988	1133,32	1209,4	1391,09
$k\sigma\beta/\sqrt{n}$	107,8	65	52,8	46,1	52,8	65	141,7
x min	526	701,56	789,88	941,9	1080,52	1144,4	1249,39
x max	741,2	831,56	895,48	1034,1	1186,92	1277,4	1532,79

x min est la borne inférieure et x max la borne supérieure de l'intervalle;

Le test montre que 86 % des points sont dans la bande définie par l'intervalle. la loi peut être retenue.

## Pluies journalières

Année	Pluie
1960	42,9
1961	89,1
1962	67,0
1963	89,5
1964	90,1
1965	75,4
1966	87,4
1967	70,6
1968	88,2
1969	49,4
1970	78,6
1971	88,6
1972	72,4
1973	51,2
1974	51,1
1975	79,2
1976	82,1
1977	62,8
1978	73,2
1979	58,2
1980	97,8
1981	67,3
1982	45,8
1983	69,5
1984	54,4
1985	80,5
1986	61,1
1987	55,5
1988	94,5
1989	70,5
1990	62,5

Etude des pluies

Ajustement par la loi de Gumbel

- Fréquence de non-dépassement  $F_i$

Elle est donnée par la formule

$$F_i = \frac{i}{n+1}$$

avec  $n$ : taille de l'échantillon

$i$ : rang de la pluie

- Paramètres de l'échantillon

- moyenne arithmétique

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{31} x_i}{n} \quad \text{soit} \quad \bar{x} = 71 \text{ mm} \quad (n=31)$$

- écart-type

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{soit} \quad \sigma = 15 \text{ mm}$$

- Paramètre  $x_0 = x$  s de la loi

mode :

$$x_0 = \bar{x} - \alpha_n \sigma$$

échelle

$$s = \beta_n \sigma$$

D'après le tableau suivant, on a

n	20	40	31
$\alpha_n$	0,493	0,477	0,484
$\beta_n$	0,941	0,876	0,905

$$x_0 = 71 - 0,484 * 15 = 63,74$$

$$s = 0,905 * 15 = 13,58$$

- Paramètre de la droite ajustée

$$x = x_0 + us$$

Fi	0,05	0,2	0,50	0,80	0,90	0,95
ui	-1,10	-0,48	0,37	1,5	2,25	2,97

D'après ce tableau, on a

$$F = 0,1 \quad u = -0,84 \quad \text{et} \quad x = 63,74 - 0,834 * 13,58 = 52,41$$

$$F = 0,95 \quad u = 2,97 \quad \text{et} \quad x = 63,74 + 2,77 * 13,58 = 104,07$$

Les deux points de coordonnées (0,1; 52,71) et (0,95; 104,07) permettent de tracer la droite ajustée jointe en annexe.

Intervalle de confiance à 80 %

L'intervalle de confiance pour une fréquence  $F_i$  donnée s'obtient par la formule

$$x_i = x_0 + u_i s \pm ks / \sqrt{n} \beta(F_i)$$

avec

$x_0, u, s$  définis comme précédemment  
 $F_i$  fréquence de non-dépassement  
 $\beta$  dépendant de  $F_i$

$$\alpha = 80 \% \quad k = 1,28$$

$F_i$	0,05	0,1	0,2	0,5	0,7	0,8	0,9	0,95	0,98
$\beta_i$	1,46	1,30	1,24	1,44	1,84	2,24	3,16	4,46	7,08
$u_i$	-1,10	-0,834	-0,48	0,37		1,5	2,25	2,97	
x min	44,24	48,41	53,35	64,27	71,98	77,11	84,43	90,15	94,59
x max	53,36	56,53	61,09	73,26	83,47	91,10	104,16	117,99	138,80

Le test montre que 84 % des points sont dans la bande définie par l'intervalle. La loi peut être retenue.

## Annexe 3: Etude des crues

### Crue décennale

Nous avons utilisé 2 méthodes pour le calcul des crues sur ce bassin aux caractéristiques suivantes:

- Superficie	S	:	82km <sup>2</sup>
- Indice global de pente corrigé	Igcor	:	70/100
- Pluviométrie annuelle	Pan	:	988 mm
- Coefficient de ruissellement	Kr10	:	40%
- Pluie journalière décennale	P10	:	94 mm
- Coefficient d'abattement	K	:	0,77
- Coefficient de pointe	α10	:	2,6
- Temps de base	Tb	:	950 mm

### A- Méthode ORSTOM

- Elle donne

$$Q_{10} = \frac{Kr_{10} * k * S * P_{10} * \alpha_{10}}{T_b} \quad \text{ce qui donne}$$

$$Q_{10} = 108m^3 / s$$

### B- Méthode CIEH

L'utilisation des abaques publiées par le CIEH ont donnée pour la zone les résultats ci-après:

Q10 ( S ; Ig )	123m <sup>3</sup> / s
Q10 ( S; P ; Ig )	75m <sup>3</sup> / s
Q10 ( S ; Kr10 )	105m <sup>3</sup> / s
Q10 ( S ; Kr10 ; Ig )	110 m <sup>3</sup> / s

## **Annexe 4 Etudes géotechniques**

Les résultats visuels sont consignés dans les fiches prévues à cet effet.  
La partie analyse a été faite au laboratoire "MECANIQUE DES SOLS " de l'EIER.

Elle regroupe les essais de granulométrie, sédimentométrie, limites d'Atterberg.  
Ces différentes analyses ont porté sur des échantillons remaniés.

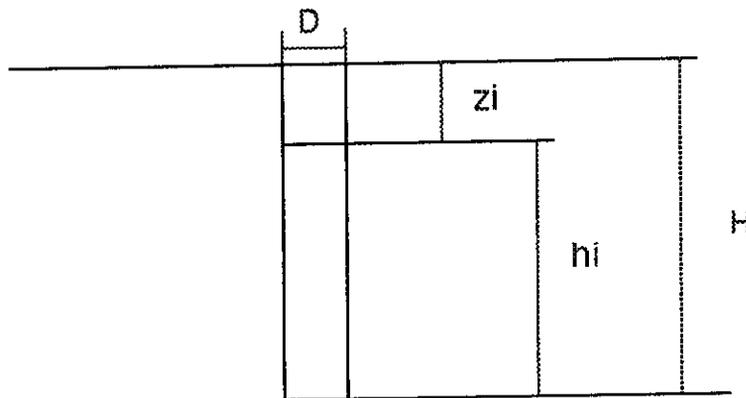
## Annexe 5 : Essais d'infiltration

Dans le but de connaître la perméabilité de cuvette, nous avons utilisé la méthode de Porchet.

Les résultats obtenus sont concordants. D'une manière générale, les vitesses d'infiltration varient de  $5,6 \cdot 10^{-6}$  à  $1,6 \cdot 10^{-6}$  m/s.

Pour l'étanchéité des cuvettes, les valeurs recherchées sont de l'ordre de  $10^{-7}$  à  $10^{-9}$  m/s. Donc les vitesses d'infiltration de l'ordre de  $10^{-6}$  sont acceptables.

### Protocole



$$K = \frac{R}{2\Delta T} * LN \left( \frac{h_i}{h_{i+1}} \right)$$

Site Zamakologo

zi (cm )	$\Delta Ti(mn)$	hi/hi+1	Coef*10 <sup>-6</sup>
6	10	40/38	1,28
8	10	38/35	2,06
11	10	35/28	2
24	30	22/17	2,14

zi(cm)	$\Delta Ti$ (mn)	hi/hi+1	Coef*10 <sup>-6</sup>
11	7	35/32	3,2
14	10	32/30	1,6
16	10	30/25	4,8
21	10	25/23	2,08
22	35	23/21	2,9

## CALCUL DU VOLUME DE LA CUVETTE

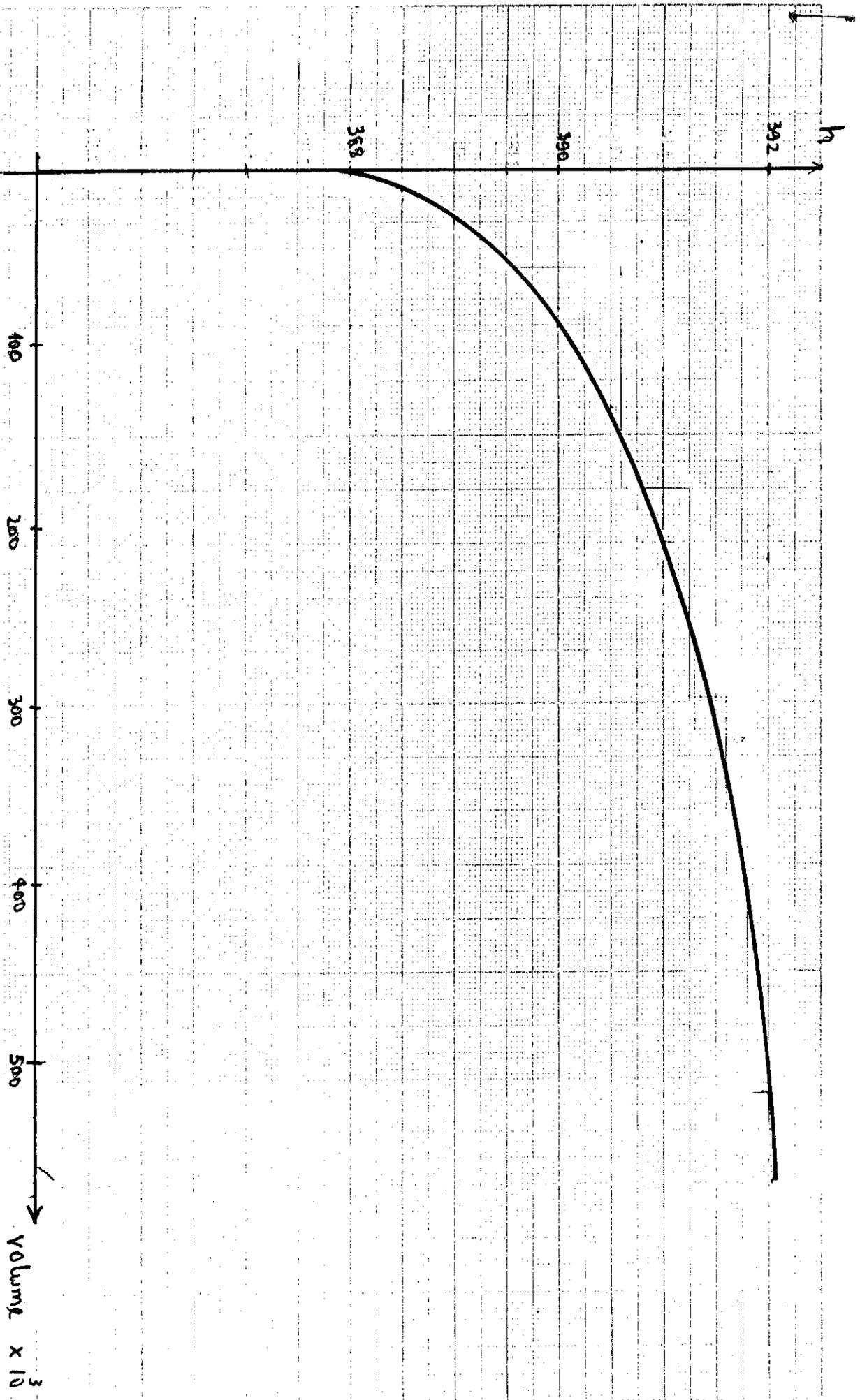
La méthode utilisée consiste à diviser en tranches de 0,50 m hauteur suivant les courbes de niveau et évaluer les surfaces  $s_1, s_2, \dots, s_n$  correspondantes mesurées par planimètre.

Le volume  $V_i$  de la tranche  $i$  est  $V_i = \frac{s_i}{s_{i-1}} * 0,5$

côtes	surface	surface(m <sup>2</sup> )	surf. moy	hauteur	vol. part	vol. cumul
387						
387,5	12,5	5000	2500	0,5	1250	1250
388	29,5	11800	8400	0,5	4200	5450
388,8	51,4	20560	16180	0,5	8090	13540
389	74,25	29700	25130	0,5	12565	26105
398,5	103,1	41240	35470	0,5	17735	43840
390	207,15	82860	62050	0,5	31025	74865
390,5	383,45	133800	118120	0,5	59060	133925
391	601,25	240500	196940	0,5	98470	233395
392	1022	408800	324650	1	324650	557045

Le volume total de la retenue au PEN est de 557045m<sup>3</sup>.

Ce tableau a permis de tracer la courbe hauteur- volume (  $H = f(V)$  )



## BESOIN EN EAU DES CULTURES MARAICHERES

Phases		Décembre		Janvier		Février		Mars		Avril	
Initiale	n (j) Kc ETP ETM	20 0,5 6,3 63									
Dev	n (j) Kc ETP ETM		11 0,75 6,3 52	19 0,75 7,5 106,9							
Mi-saison	n (j) Kc ETP ETM				12 1,15 7,5 103,5	18 1,15 8,9 184,9					
Fin-saison	n (j) Kc ETP ETM						10 0,9 8,9 80,1	19 0,9 8,7 148,8			
Récolte	n (j) Kc ETP ETM								12 0,8 8,7 83,5	9 0,8 8,1 58,3	
Total ETM		115		201,4		265,0		232,3		58,3	
Pe		0		0		0		0			
Eff		0,6									
BB (mm)		191		335		441		387		97	

E.I.E.R

QUAGADOUGOU

Dossier:

MEMOIRE

Provenance : ZAMAKOLOGO

Echantillon : H

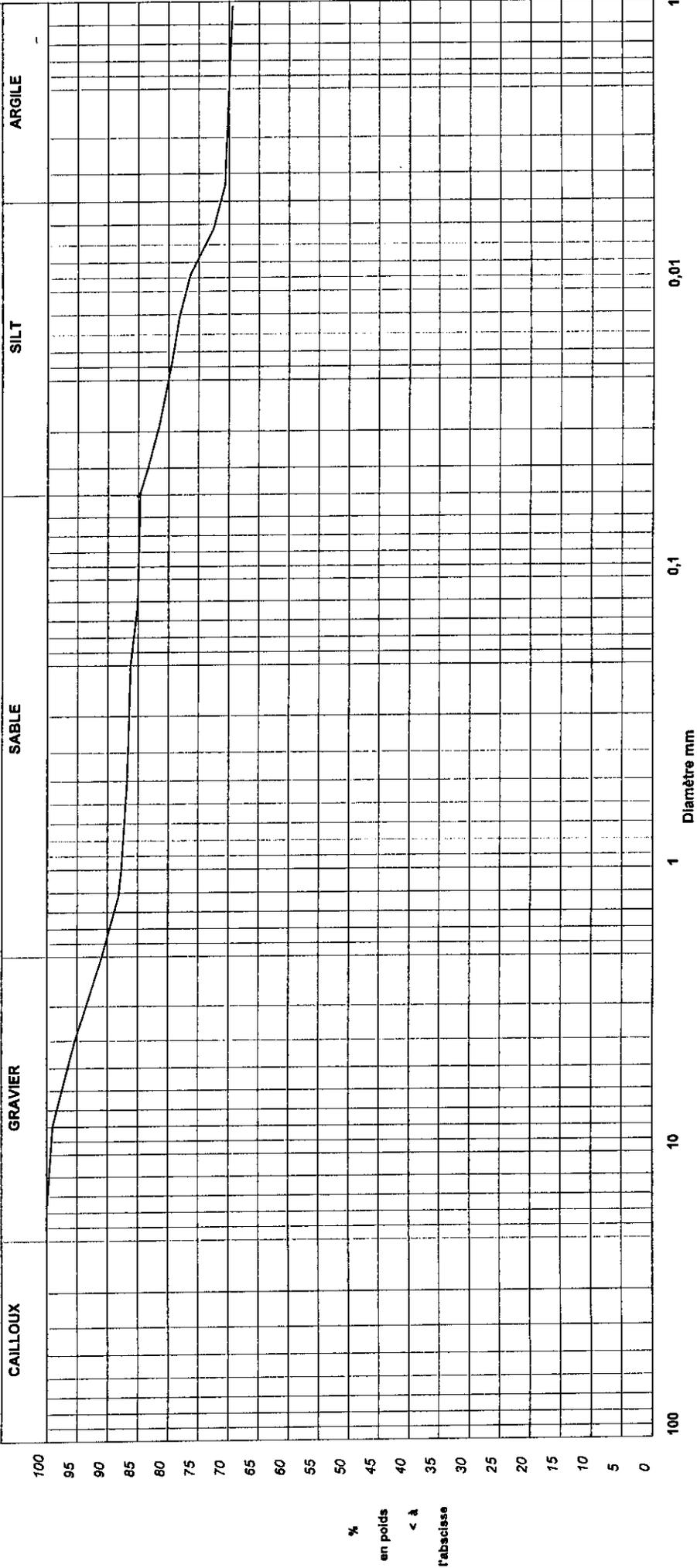
Opérateur : ASSAMAGAN

Date : 04/05/96

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Tamissage

Sédimentation



%  
en poids  
< à  
l'abscisse

E.I.E.R

OJAGADOUGOU

Dossier: MEMOIRE

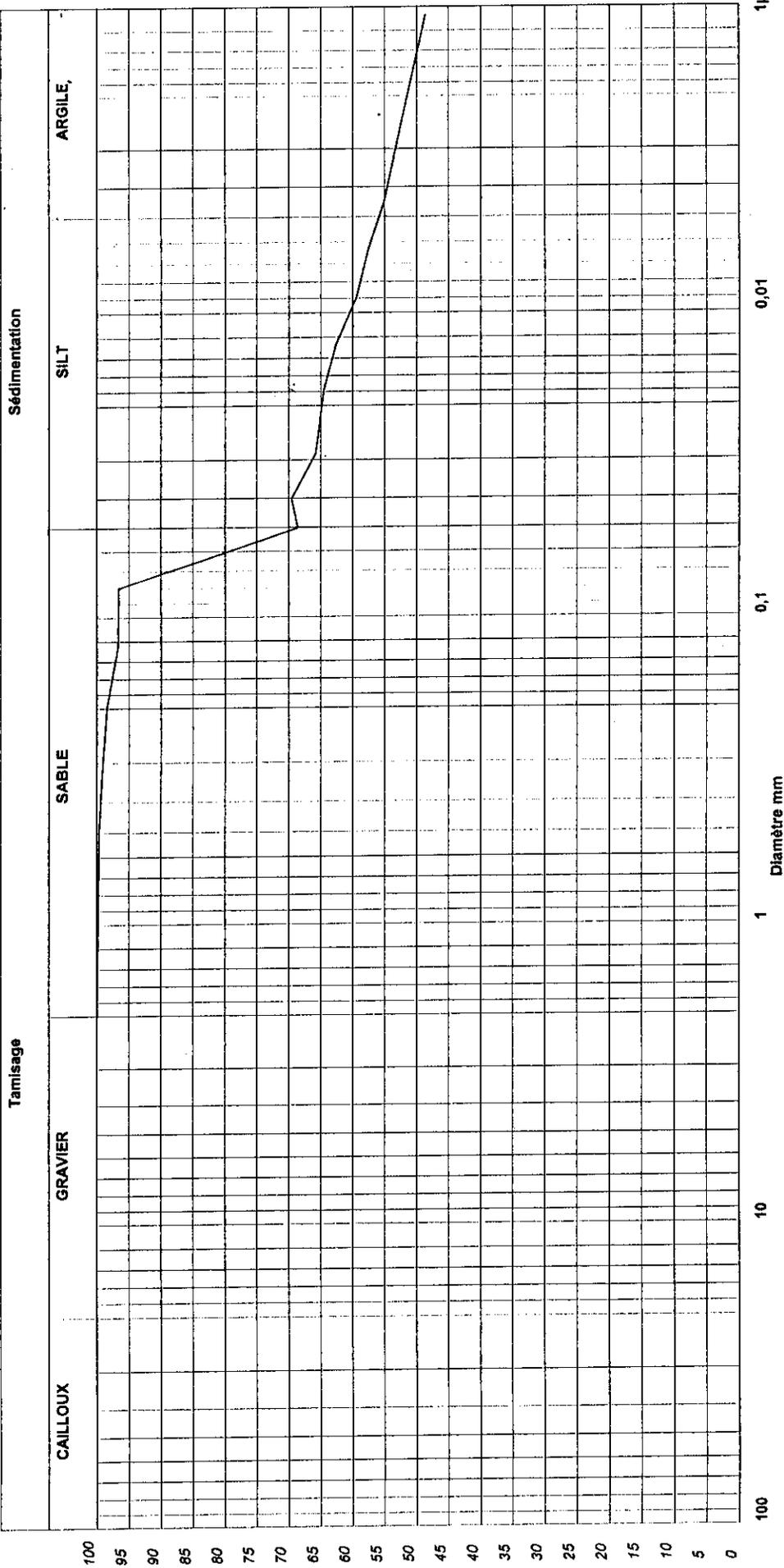
Provenance: ZAMAKOLOGO

Echantillon: E

Opérateur: ASSAMAGAN

Date: 04/05/96

ANALYSE GRANULOMETRIQUE



E.I.E.R

Oujadougou

Dossier: MEMOIRE

Provenance: ZAMAKOLOGO

Echantillon: L

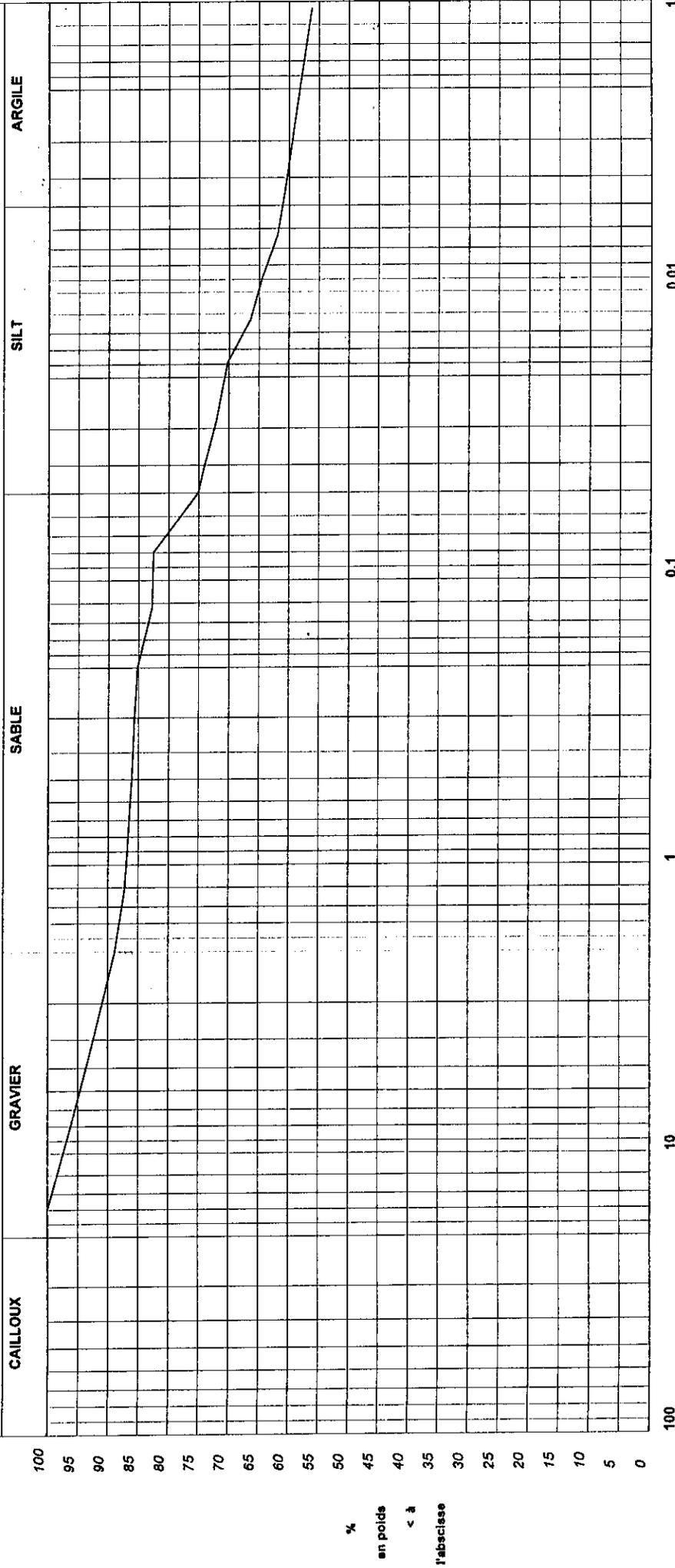
Opérateur: ASSAMAGAN

Date: 04/05/96

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Tamisage

Sédimentation



E.I.E.R

OUAGADOUGOU

Dossier:

MEMOIRE

Provenance: ZAMAKOLOGO

Echantillon: B

Opérateur: ASSAMAGAN

Date: 04/05/96

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Tamisage

Sédimentation

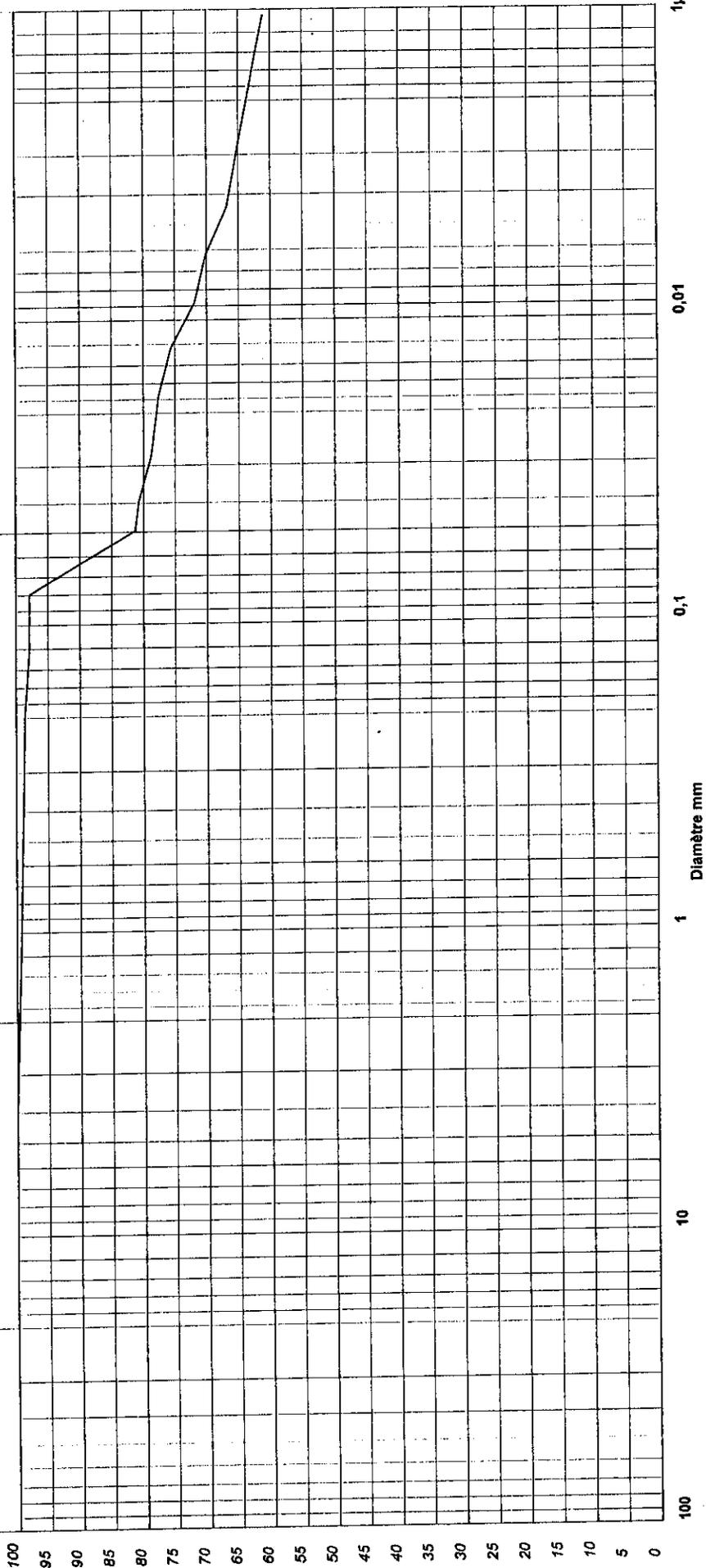
CAILLOUX

GRAVIER

SABLE

SILT

ARGILE



%  
en poids  
< a  
l'abscisse

Diamètre mm

E.I.E.R

OUAGADOUGOU

Dossier:

MEMOIRE

Provenance : ZAMAKOLOGO

Echantillon : N

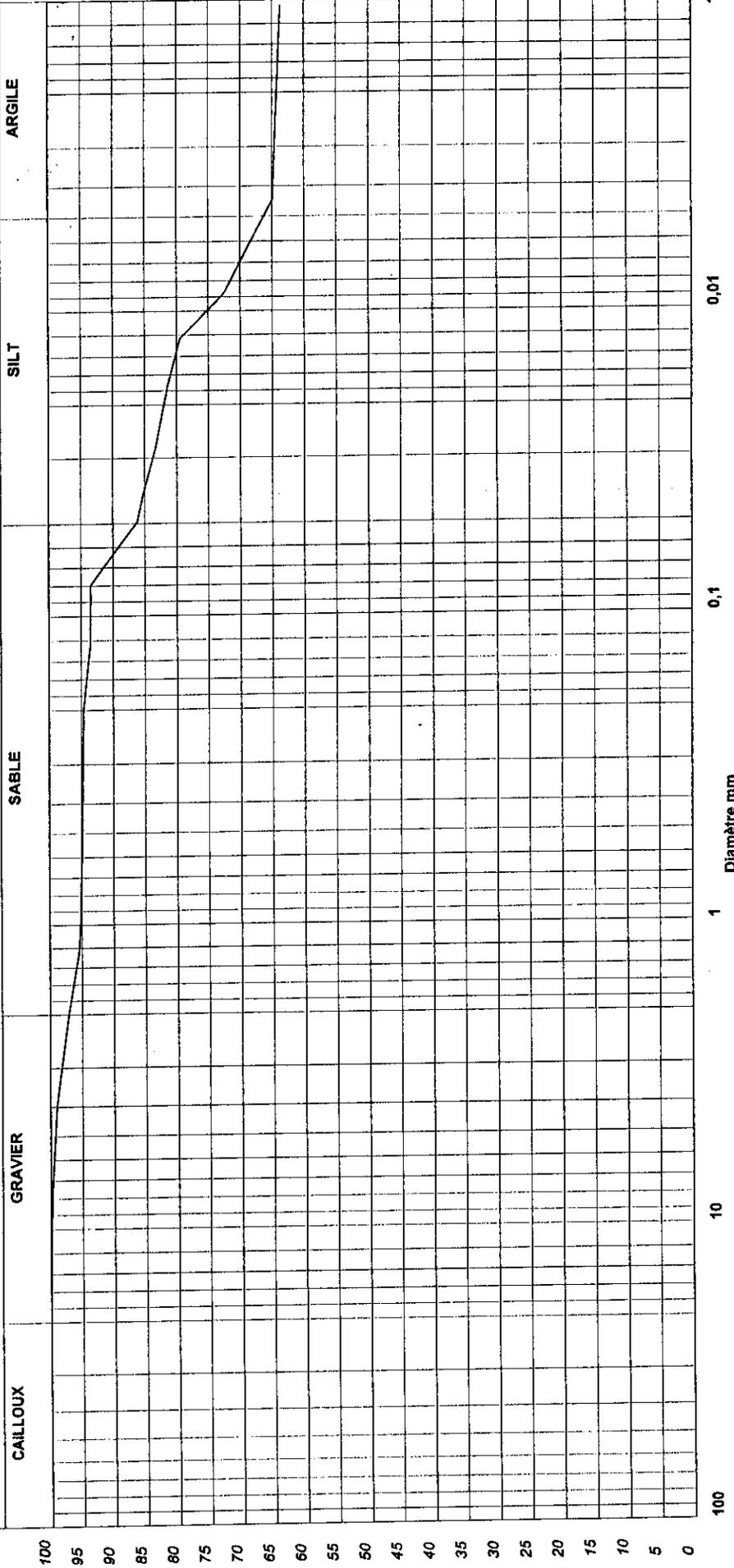
Opérateur : ASSAMAGAN

Date : 04/05/96

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Sédimentation

Tamisage



%  
en poids  
< à  
l'abscisse