



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

PRESENTE PAR :

KIEMA Alexis
ANNEE 1994-1995

AVANT - PROJET SOMMAIRE
DU BARRAGE DE SAMOROGOUAN

Mention :

E. I. E. R.	
Enregistré à l'Arrivée	
le 03 JUIN 1995	N° 256/95

Encadrement
L. COMPAORE

RESUME

Suite à une demande de l'Association pour le Développement Economique, Culturel et Social du Nanergué (ADESCNA), nous avons étudié deux sites d'aménagement hydroagricole, dans le département de Samorogouan. Ces ouvrages ont pour objectifs l'alimentation en eau des hommes et des animaux et l'irrigation gravitaire. L'étude a nécessité des phases préliminaires que sont les études socio-économique, géotechnique, topographique et hydrologique. Dans le site le plus modeste dont la capacité de stockage est de 86.000 m³, nous avons proposé un seuil déversant dans une perspective d'aménagement de l'ensemble du bassin versant. Au niveau du second site situé à l'aval d'une plaine, le volume d'eau stockable au Plan d'Eau Normal est de 162.151 m³. Un barrage en terre compacté y a été proposé. Les caractéristiques de ce barrage sont :

Digue : (en terre compactée)

Longueur	:	290 m
Largeur en crête	:	3,50 m
Largeur à la base	:	21,50 m
Hauteur maximale	:	3,90 m
Profondeur des eaux:		2,70 m

Deversoirs : (profil pseudo-creager)

Position	:	Centrale
Longueur	:	104 m

Prise : (1 prise)

Position	:	rive gauche
----------	---	-------------

Dans la dernière partie de l'ouvrage, nous définissons les termes de référence des études d'avant-projet détaillé et nous en déterminons le coût.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail de fin d'études, j'adresse mes remerciements à :

- Monsieur Laurent COMPAORE, mon encadreur interne ;
 - La Direction Régionale de l'Eau des Hauts Bassins, initiatrice du sujet et en particulier à l'équipe du sous-programme de revalorisation des Ressources en Eau du Sud-Ouest (RESO) ;
 - La Direction de l'Ecole Inter-Etats d'Ingénieurs de l'Equipement Rural ;
 - Monsieur Issa DRABO, responsable du Laboratoire de Mécanique des Sols ;
 - Tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réussite de ce travail.
-

SOMMAIRE

Introduction

I. GENERALITES

1. Situation géographique du département de Samorogouan
2. Climat et végétation
3. L'hydrographie
4. Géologie, hydrogéologie, pédologie et géomorphologie
5. Les sites

II. LES ETUDES PRELIMINAIRES

1. L'étude socio-économique
 - 1.1 Le milieu humain
 - 1.1.1 La démographie
 - 1.1.2 Ethnies, traditions et religions
 - 1.1.3 L'organisation sociale
 - 1.2 Les activités économiques
 - 1.2.1 L'agriculture
 - 1.2.2 Rentabilité des productions agricoles actuelles
 - 1.2.3 L'élevage
 - 1.2.4 La production fruitière
 - 1.3 Les infrastructures socio-économiques
 - 1.3.1 Les infrastructures commerciales et économiques
 - 1.3.2 Les infrastructures hydrauliques
 - 1.3.3 Les services publics et privés
 - 1.4 Les promoteurs du projet et leurs capacités financières
 - 1.5 Les mouvements associatifs
 - 1.6 Les objectifs de l'aménagement projeté
 - 1.7 Conclusion sur l'étude socio-économique.

2. L'étude géotechnique

2.1 Les moyens de reconnaissance géotechnique mis en oeuvre

2.1.1 Sur le site 1

2.1.2 Sur le site 2

2.2 Les résultats de la reconnaissance

2.2.1 Essais in situ

2.2.1.1 Site 1

2.2.1.2 Site 2

2.2.2 Essais en laboratoire

2.3 Interprétation des résultats

3. L'étude topographique

3.1 Le travail réalisé

3.2 Interprétation de l'étude topographique

3.3 Conclusion sur l'étude topographique

4. L'étude hydrologique

4.1 Géométrie du bassin versant

4.1.1 Superficie du bassin versant

4.1.2 Périmètre du bassin versant

4.1.3 Autres caractéristiques du bassin versant

4.2 Classifications du bassin versant

4.2.1 Classification vis-à-vis de l'infiltrabilité

4.2.2 Classification vis-à-vis du relief

4.3 Ajustement des pluies

4.3.1 Pluies journalières maximales

4.3.2 Pluies moyennes annuelles

4.4 Etudes des apports

4.4.1 Méthode de Coutagne

4.4.2 Méthode de Rodier

4.4.3 Conclusion

- 4.5 Détermination de la crue de projet
 - 4.5.1 La méthode ORSTOM révisée
 - 4.5.1.1 Détermination de K
 - 4.5.1.2 Détermination de Kr 130
 - 4.5.1.3 Calcul du temps de base
 - 4.5.1.4 Le coefficient de pointe
 - 4.5.1.5 Le débit maximal ruisselé
 - 4.5.2 La méthode CIEH
 - 4.5.3 Conclusion sur la détermination du débit de crue décennale Q10
 - 4.5.4 Estimation de la crue centennale Q100

III. LE PROJET

1. Estimation sommaire des besoins en eau
 - 1.1 Besoins en eau des animaux
 - 1.2 Besoins en eau des plantes
 - 1.3 Infiltration - évaporation
2. Positionnement du déversoir et estimation du volume d'eau stockée
3. Description sommaire des ouvrages
4. Etudes d'impacts
5. Propositions pour un aménagement du bassin versant de Samorogouan

Conclusion

IV. TERMES DE REFERENCES ET COUT DES ETUDES D'AVANT PROJET DETAILLE

- A) Les termes de références
- B) Le coût de l'A.P.D.

V. ANNEXES

VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

INTRODUCTION

Le Burkina Faso est un pays sahélien où le problème d'eau se pose avec acuité. La nécessité de bien gérer cette ressource s'impose. C'est ainsi que de nombreux programmes ont été développés pour la mobilisation de l'eau à des fins agricoles et de consommation. C'est le cas du programme de revalorisation des ressources en eau du Sud-Ouest (RESO), piloté par une équipe de 8 personnes de la Direction Régionale de l'Eau des Hauts Bassins. Dans le cadre de ses activités, ce programme nous a confié l'étude de sites de barrages dans le Département de Samorogouan, Province du Kéné Dougou.

Cette étude fait l'objet du présent mémoire de fin d'études.

Il s'agit d'une étude d'avant-projet sommaire. Cet avant-projet sommaire a consisté à identifier les sites, à mener des études socio-économique, géotechnique, topographique et hydrologique.

Ensuite, nous avons proposé des solutions d'aménagement pour chaque site : un seuil déversant pour le site le plus proche du village et un barrage dans le second.

Le calcul économique et le dimensionnement précis des ouvrages ne sont pas abordés dans cet avant-projet sommaire.

Ces aspects seront étudiés en avant projet détaillé.

Ce mémoire concerne uniquement la mobilisation de l'eau ; les aspects liés à l'irrigation des terres à l'aval sont abordés dans un autre mémoire de fin d'études réalisé conjointement avec celui-ci.

I. GENERALITES

1. Situation géographique

Le Département de Samorogouan se situe dans la Province du Kéné Dougou, à l'Ouest du Burkina Faso et à 22 km de la frontière malo-burkinabé. Il compte 17 villages dont celui de Samorogouan, site du présent projet et Chef lieu du Département qui est limité au Nord et au Nord-Est par le Département de Kourouma, au Sud et au Sud-Est par le Département de Djigouéra et à l'Ouest par celui de Sindou.

Les coordonnées géographiques du Département sont :

Longitude : 04° 56' 19" Ouest
 Latitude : 11° 23' 53" Nord

L'accès au Département peut se faire suivant 3 voies :

- La route RN1 Ouaga-Bobo, sur 365 km, puis la RN8 Bobo-Orodara sur 75 km, et enfin la régionale 26 Orodara-Samorogouan sur 50 km, soit au total 490 km.
 Le tronçon Bobo-Orodara est en cours de bitumage ; celui reliant Orodara à Samorogouan est difficilement praticable en saison pluvieuse.
- La route RN1 Ouaga-Bobo, puis la route Bobo-Banzon sur 63 km, enfin la route Banzon-Samorogouan sur 17 km soit une distance totale de 445 km. Le tronçon Banzon-Samorogouan est en cours de réfection.
- La route RN1 Ouaga-Bobo, puis la RN9 Bobo-Faramana jusqu'à Dandé, soit une distance de 60 km. L'on emprunte ensuite une piste rurale jusqu'à Kourouma sur une distance de 20 km, enfin, la régionale 35 Kourouma-Samorogouan sur une distance de 30 km soit au total 475 km.

2. Climat et végétation

Le Département de Samorogouan se situe dans la zone soudanienne et connaît 2 saisons de pluies : une saison sèche, de novembre à mai et une saison humide de juin à octobre.

La pluviométrie moyenne annuelle est de 1015 mm. Ceci favorise la croissance d'une végétation du type savane boisée. Le long des cours d'eau se développent de véritables forêts galeries avec comme espèces dominantes les palmiers à huile. Toutefois, l'afflux massif de migrants dans la zone a eu pour conséquence une coupe exagérée des arbres entraînant ainsi une dégradation du couvert végétal et un envasement des cours d'eau.

3. L'hydrographie

Dans le Département de Samorogouan coulent 4 principales rivières :

- La rivière Pindia qui coule du Sud à l'Est
- La rivière Sacrée de Djegouan, située à l'Ouest du Département
- La rivière Salodogo située entre le Sourou et N'Gorlani
- La rivière Zangoué coulant de Bléni à Sana.

Le projet d'aménagement hydro-agricole concerne la rivière Pindia.

Toutes ces rivières sont temporaires.

4. Géologie, hydrogéologie, pédologie et géomorphologie

La zone d'étude repose sur une formation sédimentaire avec des altérations kaolinitiques. Les roches sédimentaires sont des schistes verts et violacés avec intercalation de lits gréseux et micacés. Les photos aériennes font apparaître des carapaces latéritiques typiques des schistes de Toun, se distinguant des autres carapaces par une linéation. Ce contexte géologique a donné lieu à des sols sablo-argileux, ou argilo-sableux. On rencontre aussi des sols bruns vertiques dans les bas-fonds. (cf cartes géologique et pédologique en annexes).

D'après une étude dénommée «projet bilan d'eau» réalisée en mai 1990 par le bureau d'études IWACO pour le compte du Ministère de l'Eau, l'hydrogéologie de la zone se caractérise comme suit :

- Profondeur moyenne de la nappe phréatique : 56 m
- Débit moyen des forages positifs : 5,6 m³/h
- Recharge de la nappe : 30 à 50 mm / an
- Pourcentage de réussite de foration : 88 %

D'après la même étude, la zone présente une bonne potentialité d'exploitation intensive des puits et forages.

Sur le plan géomorphologique, on note la présence de quelques reliefs résiduels qui donnent naissance à des glacis aux pentes douces.

5. Les sites

Dans ce mémoire, deux sites ont été étudiés : le premier se trouve dans le village. Il a été proposé par les villageois ; le second se situe à 9 km plus loin avec à son aval une plaine marécageuse de 20 ha, extensible à 30 ha. Dans cette plaine, où la nappe remonte par capillarité en surface sont pratiquées des cultures maraîchères en saison sèche. Par contre la culture du riz n'y est possible qu'en saison pluvieuse. La plaine avait fait l'objet d'un projet d'aménagement initié par l'ONBAH (Office National des Barrages et des Aménagements Hydro-agricoles). Ce projet qui consistait à irriguer la plaine à partir de l'eau pompée dans le cours d'eau que nous étudions, n'a pas été réalisé à terme.

Dans tout ce qui va suivre, nous appellerons site 1 celui dans le village et site 2, le site identifié 9 km plus loin.

II. LES ETUDES PRELIMINAIRES

1. Les études socio-économiques

1.1 Le milieu humain

1.1.1 La démographie

Selon le recensement de 1985, le Département de Samorogouan comptait 13.500 habitants avec un taux de croissance de 2,7 %. Le Chef Lieu de Département comptait quant à lui 3.583 habitants. Le tableau ci-dessus donne la structure de la population du Chef lieu de Département.

Tranche d'âge	0-4	5-6	7-14	15-19	20-29	30-44	45-49	+ de 50	ND	Total
Années										
1985	641	291	836	285	493	482	112	440	3	3583
1995	838	380	1092	373	644	629	146	575	4	4681

Tableau 1 Structure de la population du Chef Lieu Samorogouan

N.D. Nombre de décès

Source : Institut National de la Statistique et de la Démographie (INSD)

Il ressort du tableau que la population active (15 - 69) représente 51,58 % de la population. Elle doit prendre en charge 49,42 % de la population.

1.1.2 Ethnies, traditions et religions

Selon une étude de l'Association pour le Développement Economique et Culturel du Nanergué (ADESCNA) la répartition par ethnies des habitants du village de Samourogouan se présente comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

Ethnies	Samogo	Sénoufos	Dioulas	Mossis	Peulhs
Pourcentage	90 %	5 %	2 %	2 %	1%

Tableau 2 Composition ethnique de la population du cillage de Samorogouan.

Les principales religions pratiquées dans le village sont : l'islam, le catholicisme et l'animisme.

Chaque année sont célébrées la fête d'adoration des terres, des génies et des fétiches (en mars ou en avril) et la fête des morts ou «SANGA-BA» (à l'approche de l'hivernage).

A ces cérémonies viennent s'ajouter des interdits tels que :

- Travailler en brousse le vendredi ;
- Commettre l'adultère en brousse ;
- Enterrer un mort en brousse.

1.1.3 L'organisation sociale

Parallèlement à l'Administration moderne, existe une hiérarchie traditionnelle :

- Le Chef de village
- Le Chef de terre (responsable des rites coutumiers et de la gestion du patrimoine foncier)
- Les Chefs de quartiers
- Les notables et les responsables d'associations.

L'habitat est du type groupé avec de grandes concessions dirigées par des chefs de concessions.

1.2 Les activités économiques

L'agriculture et l'élevage demeurent les principales activités économiques du Département.

1.2.1 L'agriculture

Elle occupe la majorité de la population active et produit du mil, du maïs, du sorgho et du riz au titre des cultures vivrières ; les cultures rentières sont essentiellement le coton (le village possède un groupement de producteurs de coton), la patate douce, les «taboussi» (tubercules de la famille du tarot) et l'arachide.

Quant au maraîchage, il est pratiqué en saison sèche (d'octobre à mai) ; les principaux produits maraîchers sont les choux, les tomates, les laitues, les oignons, les aubergines, les pastèques. (Cf tableau N° 5 pour les superficies).

L'essentiel des productions agricoles et rentières est écoulé sur le marché de Banzon (à 17 km du Département) et à Bobo-Dioulasso.

La culture itinérante sur brûlis est la principale technique d'implantation des nouveaux champs. De plus en plus, la durée de la jachère diminue, signe manifeste d'une pénurie d'espace aggravée par l'arrivée de migrants.

Les indicateurs ci-dessous permettent d'apprécier le niveau de l'agriculture :

Techniques culturales	Culture attelée	Semis en ligne	Utilisation d'engrais	Labours mécanisé sur prestations de services
Proportion des paysans pratiquant la technique	40 %	70 %	80 %	5 %

Tableau 3 : Pratique des techniques culturales

Source : Zone d'Encadrement Agricole (Z.E.A.) de Samorogouan.

A la lumière de ce tableau, l'agriculture à Samorogouan peut être qualifiée de semi-moderne.

Lors de la campagne agricole 1993-1994, où les agriculteurs ont dépensé 8.913.420 F CFA pour l'acquisition du matériel agricole, les quantités suivantes ont été produites :

Spécifications	Quantités produites en tonnes	Rendements en tonne / ha
Sorgho blanc	2366	1,00
Maïs	2636	1,20
Riz pluvial	170	3
Petit mil	10	0,70
Total cultures vivrières	5182	

Tableau N° 4 : Productions agricoles et rendements pendant la campagne 1993-1994 dans le Département de Samorogouan.

Source : Z.E.A. de Samorogouan

Ainsi, durant la campagne 1993-1994, la principale spéculation produite est le maïs, suivi du sorgho. Il ressort de ce tableau que chaque habitant du Département consomme 384 kg de cultures vivrières par an, ce qui dépasse largement la norme OMS de 200 kg / an / habitant.

On peut donc tirer les conclusions suivantes :

- Le Département de Samorogouan est auto-suffisant sur le plan agricole
- Il y a un excédent de 184 kg / habitant / an de vivres qui pourraient être commercialisés.

Cultures maraîchères	Tomates	Choux	Aubergine	Pastèque	Oignon	Laitue
Superficie (ha)	16,00	71,70	4,00	3,20	1,00	0,75

Tableau N° 5 : Superficies cultivées en cultures maraîchères

Sources : Z.E.A. de Samorogouan

1.2.2 Rentabilité des productions agricoles actuelles

La fertilité des sols conjuguée à la bonne pluviométrie que connaît le Département sont les atouts majeurs de l'agriculture. Le tableau ci-dessous donne les charges de production à l'hectare et les indices de rentabilité de quelques productions agricoles.

Spéculations	Coût des semences F CFA	Coût de traitement F CFA	Coût récolte F CFA	Total des dépenses F CFA	Rendement t/ha	Part consommée en t	Prix de vente F CFA/kg	Recettes F CFA	Indices (%) de rentabilité
Coton	750	75.300	8.950	85.000	1	-	145	145.000	1,70
Maïs	-	42.600	3.750	46.350	3	1	43,75	87.500	1,89
Sorgho	-	-	3.750	3.750	1,5	0,5	50	50.000	13,33
Mil	-	-	3.750	3.750	1	0,1	50	45.000	12
Arachide	10.000	-	10.000	20.000	0,5	0,1	114,28	45.712	2,28
Patate	-	23.400	10.000	34.400	6	0,5	50	275.000	7,93
Riz pluvial	16.000	84.200	10.000	110.200	3	0,5	83,2	208.000	1,88

Tableau N° 6 : Rentabilité de quelques spéculations

Sources : Représentation du CRPA à Samorogouan

Le tableau N° 6 montre clairement que le sorgho et le mil sont les spéculations les plus rentables. Curieusement, le coton qui est la moins rentable des spéculations bénéficie d'un système d'aide et d'appui.

Le même calcul appliqué à 2 spéculations maraîchères fait l'objet du tableau N° 7 d'où il ressort que la production de la tomate est économiquement plus avantageuse.

Spéculations	Charges de productions en F CFA	Recettes en F. CFA	Indices de rentabilité en %
Tomate	100.000	230.000	2,30
Choux	86.000	300.000	3,48

Tableau N° 7: Rentabilité de la tomate et des choux dans le village de Samorogouan

Source : Représentation du CRPA à Samorogouan

Les principales difficultés auxquelles est confrontée l'agriculture sont

- L'inexistence de crédits agricoles, d'où des difficultés pour acquérir du matériel et des intrants agricoles ;
- Le manque d'infrastructures routières pour l'écoulement de la production
- La présence des éléphants qui causent des torts considérables aux agriculteurs
- Les conflits entre agriculteurs et éleveurs.

1.2.3 L'élevage

L'élevage transhumant tend à se sédentariser avec le Centre d'Encadrement des Zones d'Intensification de l'Élevage Tropical (CEZIET). Ce Centre est né du projet Ouest Volta, financé par la Banque Mondiale qui visait la création d'une zone agro-pastorale. Le Centre encadre 101 éleveurs repartis dans 4 ranches. Le tableau suivant donne l'importance et les besoins en eau du cheptel :

Type	Nombre de têtes	Besoins en eau journaliers (m3)
Bovins	23.000	575
Ovins	2.500	20
Caprins	7.000	56
Total (m3)		651

Tableau N° 8 : Importance et besoins en eau du cheptel du Département de Samorogouan

Source : C.E.Z.I.E.T.

On estime que 30 têtes de bovins sont vendues en moyenne par mois, ce qui représente une contre-valeur financière de 4.500.000 F. Cependant, l'élevage rencontre les difficultés suivantes :

- Manque de pâturages
- Manque d'eau

1.2.3 La production fruitière

La mangue est la principale production fruitière. La cueillette est en parti autoconsommée. Le reste étant écoulé sur les marchés environnants. Toutefois, nous n'avons pas pu disposer de chiffres relatifs à cette activité économique.

1.3 Les infrastructures socio-économiques

1.3.1 Infrastructures commerciales et économiques

Le village de Samorogouan possède :

- Deux boutiques exerçant le commerce général
- Deux marchés : l'un est permanent, l'autre a lieu tous les lundis.

1.3.2 Les infrastructures hydrauliques

L'alimentation en eau du village est assurée par des puits traditionnels et 3 puits busés. Tous les 2 forages du village sont en panne.

1.3.3 Les services publics et privés

Le Département de Samorogouan compte les services ci-dessous :

- Une préfecture ;
- Un commissariat de police, qui couvre aussi les départements voisins de Kourouma et de Sindo ;
- Deux dispensaires : l'un dans le village de Samorogouan, l'autre dans celui de Lanviéra ;
- Dix postes de santé primaire (PSP) ;
- Un dépôt pharmaceutique privé ;
- 5 écoles ;
- Une représentation de l'environnement et du tourisme composée d'un seul agent qui couvre aussi les départements de Djigouéra et de Sindo ;
- Une représentation du CRPA (Centre Régional pour la Promotion Agro-pastorale) comprenant 3 agents ;
- 29 agents du CEZIET (Centre d'Encadrement des Zones d'Identification de l'Élevage Tropical).

1.4 Les promoteurs du projet et leurs capacités financières

Le présent projet est une initiative de l'ADESCNA (Association pour le Développement Economique, Social et Culturel du Nanergué). Elle a été créée en 1975. Elle regroupe en son sein la plupart des intellectuels du Département et possède des sous-sections à Bobo et à Ouaga, avec un représentant à Abidjan.

L'Association dispose d'un compte bancaire alimenté par les cotisations mensuelles de ses membres. Elle prend part activement aux projets de développement de la région.

1.5 Les mouvements associatifs

Le village de Samorogouan compte 8 associations de jeunes, de commerçants et de femmes dans les différents quartiers. Elles sont fondées sur l'entraide et disposent de fonds pour le financement de leurs activités. Le Groupement Villageois demeure le plus dynamique de toutes ces associations.

A ces associations viennent s'ajouter une équipe de football et un club de karaté.

1.6 Les objectifs de l'aménagement projeté

Il ressort des enquêtes menées auprès de la population qu'elle attend de l'aménagement :

- A court terme, la satisfaction des besoins en eau de consommation des hommes et des animaux et la disponibilité en eau pour l'irrigation du riz et des cultures maraîchères.
- A long terme, une amélioration des conditions de vie suite à l'accroissement des revenus qu'induirait la réalisation de l'ouvrage.

1.7 Conclusion sur l'étude socio-économique

Le Département de Samorogouan possède de nombreux atouts sur le plan agricole (bonne pluviométrie, bonne fertilité des sols). De plus, l'étude économique montre que le riz et les cultures maraîchères ont une rentabilité certaine. Toutefois, l'état des infrastructures routières, l'inexistence de crédits agricoles sont de sérieux freins au développement économique du Département.

II.2 ETUDE GEOTECHNIQUE

1. Moyens de reconnaissance géotechnique

1.1 Sur le site 1

L'étude a consisté à :

- Exécuter 2 puits à ciel ouvert sur chaque berge. Les puits d'une profondeur de 3,00 m, ont été exécutés manuellement à la pioche. Ils sont référencés S1 et S2 sur le plan de masse. Un échantillon remanié a été prélevé dans S1 pour des analyses en laboratoire (limites d'Atterberg et granulométrie). Par ailleurs, le puits S1 a donné lieu à un profil géotechnique joint en annexe. Des canalicules ont été notées dans les 2 puits.
- Exécuter à la tarière, une fosse d'infiltration dans la cuvette pour en apprécier l'infiltrabilité. Cette fosse d'un diamètre de 6 cm a une profondeur de 100 cm. Elle est référencée IO.

1.2 Sur le site 2

Pour la reconnaissance géotechnique, les moyens suivants ont été mis en oeuvre :

- douze puits à ciel ouvert exécutés manuellement, à la pioche, dans l'axe de l'ouvrage projeté. Ils sont référencés P1, P2,P12. Leurs profondeurs varient de 3,00 m (puits proches du lit mineur) à 1,10 m. Ils sont distants de 50 m, en moyenne. Des échantillons remaniés ont été prélevés dans P11 et P9 pour des analyses en laboratoire (limites d'Atterberg, granulométrie). Ils ont donné lieu à des profils géotechniques joints en annexe. Des venues d'eau ont été décelées dans P10 et P9 au cours de leur exécution. Il a été noté la présence de canalicules dans certains puits (cf profils géotechniques).
- trois (3) fosses d'infiltration exécutées à la tarière. Elles sont profondes de 100 cm chacune pour un diamètre de 6 cm. Elle sont référencées I1, I2, et I3 sur le plan de masse.

Par ailleurs, deux zones d'emprunt référencées Z1 et Z2 ont été identifiées. La zone d'emprunt Z1 se trouve en rive gauche tandis que la Z2 se situe à 400 m de l'ouvrage projeté, en rive droite.

Un puits à ciel ouvert, profond de 3,00 m a été creusé dans chaque zone d'emprunt. Des échantillons remaniés y ont été prélevés pour des analyses en laboratoire (essais Proctor Standard, oedometrie, cisaillement rectiligne rapide, limites d'Atterberg, granulométrie). Un profil géotechnique joint en annexe a été dressé pour chaque puits.

2) Résultats de la reconnaissance

2.1 Essais in situ

2.1.1 Site 1

Les profils géotechniques révèlent que le site est homogène. En effet, sous une couche d'argile kaolinisée d'environ 1,70 m de profondeur se superposent une couche de graves latéritiques d'une épaisseur d'environ 1,30 m suivie d'une couche de limon épaisse de 50 cm. L'essai d'infiltration donne une infiltrabilité de 10^{-5} m/s.

2.1.2 Site 2

L'essai d'infiltrabilité montre que celle-ci varie de 10^{-6} m/s à 10^{-5} m/s.

Les profils géotechniques révèlent, sous une couche limoneuse d'épaisseur variant de 20 à 70 cm, une succession de couches d'argile latéritique et de graves latéritiques. La couche d'argile latéritique cède la place à l'argile jaunâtre au fur et à mesure que l'on se déplace de la rive gauche vers la rive droite.

2.2 Essais en laboratoire

Les résultats des essais sont consignés dans la fiche de la page suivante.

3. Interprétations des résultats

3.1 Essais in situ

Les valeurs d'infiltrabilité montrent que les 2 sites ont une perméabilité suffisante pour constituer des cuvettes de barrages. L'envasement qu'engendrera la construction de l'ouvrage contribuera à améliorer davantage cette imperméabilité.

3.2 Essais en laboratoire

D'après la classification du Bureau Of Reclamation, les sols identifiés aussi bien dans les zones d'emprunt que dans les assises de fondation sont des argiles maigres.

Les propriétés de ces sols sont classées dans le tableau ci-après :

Perméabilité	Résistance au cisaillement	Tassement	Densité	Aptitude pour les barrages					Fondations (barrages)
				Perméabilité	Homogène	Zone 1	Zone 2	Zone 3	
14	11	5	9	impermeable	7	6			7
16	16	5	16		12	12			13

N.B. Les nombres de la troisième ligne représentent un rang de classement par valeur décroissantes. Le numéro 1 est affecté à la terre ayant la plus forte perméabilité, la plus forte résistance au cisaillement, etc.. ou la terre la plus apte à constituer un remblais homogène, une zone 1 (impermeable), une zone 2 (semi-permeable), une zone 3 (perméable) ou une fondation.

A titre de comparaison, on a fait figurer dans la 4ème ligne le rang le plus élevé pour chaque propriété.

FICHE TECHNIQUE REGROUPANT TOUS LES ESSAIS EN LABO (BARRAGE DE SAMOROGOUAN)

SONDA- GE	PROFON- DEUR EN CM	ANALYSE GRANULOM. % PASSANT AU TAMIS				LIMITES D'ATTERBERG			ACTI- VITE % 2 µm	PROCTOR NORMA		CLASSIFI- CATION USCS
		4 mm	2,50 m	1 mm	0,125 mm	LL %	LP %	IP %		D OPN T/m ³	W OPN %	
P11	250 - 300	88,7	76	46,11	2,52	44	23	21			CL	
P9	250 - 300	36,76	16,88	7,36	1,38	44	22,50	21,50			CL	
S1	280 - 310	88,75	78,00	62,44	11	39	26,33	12,67			CL	
ZE1	90 - 100	42,27	30,50	15,90	0,1	40	25	15		1,66	CL	
ZE2	90 - 100	37,24	25,74	13,74	0,00	39	26,3	12,7		1,58	CL	

Tableau N°9, extrait de «les Barrages en terre compactée, pratiques américaines» de G. POST et P. LONDE.

Ce tableau montre que les sols des zones d'emprunt et de fondations sont passables. Toutefois, ils ont une perméabilité bonne pour l'édification des digues de barrages. L'identification d'autres zones d'emprunt s'avère nécessaire.

Essais de cisaillement direct sur matériau compacté à 95 % d l'OPN

ZE1	{ Q = 30°	ZE2	{ Q = 29°
	{ C = 0,15 bars		{ C = 0,24 bars

Essais oedométriques (matériau compacté à 95 % de l'OPN)

ZE1	: $\sigma_p = 0,86$ bar	$C_c = 0,136$	ZE2	: $\sigma_p = 0,28$ bar	$C_c = 0,18$
-----	-------------------------	---------------	-----	-------------------------	--------------

II.3 Etudes topographiques

3.1 Le travail réalisé

- Etablir, dans chaque site, un profil en travers dans l'axe de l'ouvrage projeté ;
- Lever la cuvette de l'ouvrage de chaque site : ceci a permis de filer des courbes de niveau équidistantes de 0,50 m.

3.2 Interprétation des études topographiques

Ces études montrent que le site 1 manque d'encaissement. Le profil en travers donne une dénivelée maximale DM de 2,53 m, une largeur de digue (l) de 145,0m et une longueur de cuvette (L) de 630 m, soit un volume stockable (V) tel que

$$V = \frac{DM \times L \times l}{2,7} = 86.000 \text{ m}^3$$

Ce calcul sommaire a été réalisé sur le terrain. (Cf annexe) et nous a amené à identifier un deuxième site appelé ici site2.

Ce site est plus encaissé. D'après le profil en travers, la dénivelée maximale est de 2,70 m avec une longueur de digue de 290 m et une longueur de cuvette de 450 m.

3.3 Conclusion sur les études topographiques

La configuration du site 1 nous amène à recommander un seul déversant pour ce site. En effet, compte tenu de l'évaporation qui est de 1500 mm, le volume d'eau stockée par un barrage serait insuffisant pour une irrigation en saison sèche.

Pour le site 2, un barrage en terre compactée est envisagé. Toutefois, les études topographiques ont été insuffisantes et devront être améliorées en avant-projet détaillé pour un calcul définitif de la capacité de stockage dans le site 2.

II.4 Etudes hydrologiques

Le bassin versant étudié est un sous-bassin du Grand Bassin du Mouhoun ; il est à cheval entre les 2 sous-bassins nationaux (référencés sous les codes nationaux 31101 et 31100 dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau N° 10)

Codes des bassins	Superficie (km ²)	Débit interannuel Mm ³	Capacités totales de retenues Mm ³	Précipitations interannuelles mm	Lame d'eau écoulée mm	Coefficient d'écoulement
31100	9.224	322	9,21	810	34	4,2
31101	1.380	88,4	0	1.010	69	6,8

Tableau 10 : Caractéristiques des bassins nationaux 31100 et 31101

Source : Carte des ressources en eau de surface du Burkina Faso

4.1 Géométrie du bassin versant

Le bassin versant a été délimité grâce à la carte de l'Afrique de l'Ouest, zone de Bobo. L'échelle de cette carte est de 1/200.000. La délimitation a été affinée grâce aux photos aériennes de la zone. Un extrait de la carte sus-citée et l'interprétation des photos sont joints en annexe.

4.1.1 Surface du bassin versant

Elle est obtenue grâce au planimètre électronique. Elle vaut 49 km².

4.1.2 Périmètre du bassin versant

Le périmètre du bassin versant est obtenu à l'aide d'un curvimètre et vaut 37,5 km.

4.1.3 Autres caractéristiques du bassin versant

Elles sont résumées dans le tableau N° 11 :

Indice global de pente Ig	5,3 0/00
Pente longitudinale	6 0/00
Indice de compacité K	1,5
Longueur du rectangle équivalent	16 km
Densité de drainage	0,49 km/km ²

Tableau 11 : caractéristiques du bassin versant de Samorogouan.

Ce tableau appelle les commentaires suivants :

- Le bassin versant est allongé ($L > 1,5$)
- La densité de drainage est faible
- L'indice de pente est caractéristique de ceux des bassins de plaine

De plus, l'annexe 8 montre que le réseau est radial.

4.2 Classification du bassin versant

4.2.1 Classification vis-à-vis de l'infiltrabilité (Méthode ORSTOM révisée)

Nous avons indiqué dans les généralités que les sols dans le Département de Samorogouan sont en grande partie sablo-argileux ou argilo-sableux. Ces sols favorisent la naissance de croûte de battance qui disparaissent au niveau des champs de cultures. Cela nous amène à classer le bassin versant I/RI.

4.2.2 Classification vis-à-vis du relief

La valeur de l'indice globale de pente ($I_g = 0,5 \%$) situe le bassin à la limite des classes R2 et R3 selon la classification de l'ORSTOM. Ainsi, le bassin est classé R2/R3

4.3 Ajustement statistique des pluies

4.3.1 Pluies maximales journalières

L'ajustement a été réalisé grâce aux relevés pluviométriques du poste de Samorogouan. Ces relevés concernent la période de 1964 à 1993 soit 30 ans. Ils ont été fournis par la Direction Nationale de la Météorologie et ajustés suivant la loi du Gumbel. Un test a été réalisé et a confirmé la validité de ce choix (cf annexe). D'après la courbe obtenue, la pluie maximale décennale est de 130 mm.

4.3.2 Pluies moyennes annuelles

Les pluies moyennes annuelles ajustées suivant la loi de GAUSS sont celles de la période de 1965 - 1994. Comme précédemment, un test de validité par les intervalles de confiance a confirmé la validité de la loi de GAUSS (cf annexe). Les principaux résultats tirés de cette étude sont les suivantes :

Moyenne des pluies	:	1013 mm
Pluie médiane	:	1015 mm
Pluie quinquennale humide	:	1170 mm
Pluie décennale humide	:	1250 mm

4.4 Etude des apports

4.4.1 Méthode de Contagu

Le coefficient d'écoulement annuel s'écrit d'après cette méthode :

$K_e = dP_{an}^2$ où P_{an} désigne la pluie moyenne annuelle ;
d est un paramètre donné par la formule :

$$d = \frac{1}{0,8+0,14T}$$

T étant la température moyenne.

Dans le projet, faute de données sur la température de Samorogouan, celles de Bobo-Dioulasso ont servi au calcul. Ainsi :

$$T = 28,5^{\circ} \text{ C}$$

$$d = 0,21$$

$$K_c = 21,2 \%$$

D'après les formules de l'ONBAH (Office National des Barrages et des Aménagements Hydro-agricoles)

$$K_{c5} = 0,7 K_c = 14,8 \%$$

$$K_{c10} = 0,5 K_c = 10,6 \%$$

K_{c5} et K_{c10} désignent respectivement les coefficients d'écoulement en années sèches quinquennale et décennale.

4.4.2 Méthode de Rodier

Pour appliquer, cette méthode les bassins de Kazanga au Burkina Faso ont servi de référence. En effet, le bassin de Samorogouan présente des caractéristiques quasi-similaires à celles de ces bassins comme le montre le tableau N° 12.

	Kazanga	Samorogouan
Superficie (Km ²)	54,3	49
Densité spécifique (m)	35	34
Densité de drainage (km/km ²)	2,06	0,40
Pluie médiane (mm)	920	1015

Tableau N° 12 : Comparaison des caractéristiques des bassins de Kazanga et de Samorogouan

Ainsi, en année moyenne, les courbes de distribution de J. RODIER donnent un écoulement de 170 mm, soit un coefficient d'écoulement de 16,8 % ; en année quinquennale sèche, ce coefficient est de 10,8 %.

4.4.3 Conclusion

D'après des études réalisées par le bureau d'études IWACO en 1991 pour le compte de la Direction des Etudes et de la Planification du Ministère de l'Eau du Burkina Faso, les bassins 31101 et 31100 ont respectivement un coefficient d'écoulement de 6,8 % et de 4,2 %. Ces valeurs nous incitent à préférer celles fournies par la méthode de RODIER, qui paraissent plus proches de la réalité.

Ainsi, nous retiendrons pour la suite des calculs :

$$K_c = 16,8 \% \text{ et } K_{c5} = 10,8 \%$$

Dans ces conditions, les volumes d'eau écoulée s'écrivent :

$$V_u = K_c \cdot P_{an} \cdot S = 8.339.016 \text{ m}^3$$

$$V_5 = K_{c5} \cdot P_5 \cdot S = 3.439.800 \text{ m}^3$$

V_u , V_5 étant respectivement les volumes en année moyenne et en année quinquennale sèche.

4.5 Détermination de la crue de projet

Il s'agit dans cette partie de déterminer les crues décennale et centennale. Deux méthodes ont été utilisées : la méthode ORSTOM révisée et la méthode CIEH.

4.5.1 La méthode ORSTOM révisée

Elles nécessitent la connaissance des paramètres suivants :

- Le coefficient d'abattement spatial K de la pluie décennale
- Le coefficient de ruissellement K_r 130 de la pluie maximale de hauteur 130 mm
- Le coefficient de pointe
- La pluie maximale journalière décennale P10
- Le temps de base T_b
- La superficie du bassin versant.

4.5.1.1 Détermination de K

Il est fourni par les courbes de Vuillaume en fonction de la superficie et vaut 0,74.

4.5.1.2 Détermination de Kr 130

A partir des valeurs de Kr100 pour les classes Ig7 et Ig3, nous déduisons par interpolation la valeur de Kr100 pour Ig5I.

De la même façon, nous déterminons Kr100 pour Ig RI. La moyenne arithmétique des 2 valeurs ci-dessus trouvées donne Kr100 pour la classe I/RI. Nous reprenons le même processus pour déterminer Kr70 pour la classe I/RI.

Connaissant Kr70 et Kr100 pour la classe I/RI, Kr130 se détermine par extrapolation à partir de ces deux valeurs.

Tous calculs fait $Kr130 = 37,5 \%$

Le détail des calculs est présenté dans la note de calculs jointe en annexe.

4.5.1.3 Calcul du temps de base T_b

Le temps de base T_b pour la classe de relief R_2/R_3 se détermine par interpolation, à l'aide de ceux des classes. I_{g7} et I_{g3} soit $T_b = 1250$ mn

4.5.1.4 Coefficient de pointe

Il est pris égal à 2,6.

N.B. : Le bassin versant ne présente aucune particularité conduisant à modifier T_b ou α ni à procéder à quelque correction supplémentaire.

4.5.1.5 Débit maximal ruisselé Q_{maxr}

Il s'écrit $Q_{maxr} =$

$$\frac{x.K.P_{10}.K_r.130.S}{T_b} = 61,30 m^3/s$$

La part de l'écoulement retardé Q_{ret} est tel que $Q_{ret} = \beta Q_{maxr}$ ou β est estimé à 1,03.

Dans ces conditions, le débit décennal

$$Q_{10} \text{ s'écrit : } Q_{10} = 1,03$$

$$Q_{maxr} = 63,10 m^3/s$$

4.5.2 La méthode CIEH

Cette méthode donne Q_{10} sous forme d'abaques. Pour le bassin versant de Samorogouan, les résultats sont consignés dans le tableau 12.

Abaques	D S, K_{r10} , I_g	C S, K_{r10}	B S, P_{an} , I_g	A S, I_g
A0	75	70	50 m ³ /s	-
A01	60	70	50 m ³ /s	70 m ³ /s
AC	-	-	-	-
P3	-	70	-	-
HV	-	-	-	68 m ³ /s
HV, N, M_a	-	-	50	68 m ³ /s
P ₁	-	70	-	-

Tableau 13 : Valeurs de Q_{10} suivant les abaques A, B, C, D

Ces résultats montrent que le débit décennal Q_{10} est compris entre 50 m³/s et 75 m³/s.

4.5.3 Conclusion sur la détermination du débit de crue décennal Q_{10}

Nous choisissons la valeur fournie par la méthode ORSTOM. En effet, cette méthode est indiquée pour les petits bassins versants.

Ainsi,

$$Q_{10} = 63,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.5.4 Estimation de la crue centennale Q_{100}

$$\begin{aligned}
 Q_{100} &= C \cdot Q_{10} \text{ avec} \\
 Q_{10} &= \text{débit de crue décennal} \\
 C &= \text{un coefficient dépendant du temps de base et du} \\
 &\quad \text{coefficient de ruissellement}
 \end{aligned}$$

La valeur de C, fournie par des abaques, est estimée à 1,85.

Par suite,

$$Q_{100} = 116,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

III. LE PROJET

1. Estimation sommaire des besoins en eau

1.1 Besoins en eau des animaux

Le tableau N° 7 nous donne les besoins en eau du cheptel du Département de Samorogouan. Pour estimer ceux du cheptel du village, nous divisons les besoins du Département par le nombre de village qui le composent soit 17 villages. Nous obtenons ainsi une consommation journalière de 38,3 m³.

1.2 Besoins en eau des plantes

Ils seront fonction du choix des spéculations retenues au niveau du périmètre.

1.3 Infiltration - évaporation

Nous retenons une infiltration de 2 mm/j compte tenu de l'imperméabilité de la cuvette. L'évaporation est obtenue par la formule

$$E \text{ réelle} = 1,664 (EBACA)^{0,602}$$

avec

EBACA : l'évaporation fournie par le bac de classe «A» en mm/j

E réelle : l'évaporation réelle en mm/j

Le tableau 14 résume les différents besoins et pertes mensuels

Mois	Consommation des animaux (m ³)	Evaporation - infiltration (mm)
Octobre	1187,30	205,60
Novembre	1149,00	225,20
Décembre	1187,30	248,40
Janvier	1149,00	262,60
Février	1072,40	272,60
Mars	1187,30	253,00
Avril	1149,00	244,9
Mai	1187,30	247,1
Juin	1149,00	212,6
TOTAL	10417	1959,4

Tableau 14 : Besoins et pertes en eau mensuels

N.B. : Les besoins en eau des hommes sont négligés car le site est éloigné du village. Il en est de même des pertes dues aux dépôts solides compte tenu du caractère sommaire de l'étude.

2. Positionnement du déversoir et estimation du volume d'eau stockée

Pour éviter les problèmes d'érosion régressive, nous choisissons un déversoir central. Nous optons de caler la crête du déversoir à la cote 330,5.

Le volume de la retenue est obtenu en mesurant les surfaces S_1, S_2, \dots, S_n correspondant aux courbes de niveau distante d'une hauteur de 0,50 M. En partant du fond, le volume correspondant à chaque tranche s'écrit :

$V_i = (S_i + S_{i-1}) \times 0,5/2$. (voir notes de calculs en annexes). Le volume total est de 162-151 m³.

3. Description sommaire des ouvrages

La digue

Elle sera en terre compactée. Ses caractéristiques sont résumées ci-dessous :

- Longueur	:	290 m
- Pente amont	:	1/2,5
- Pente aval	:	1/2
(la faible hauteur de la digue justifie ces pentes)		
- Hauteur maximale	:	3,90 m
(en admettant une charge de 0,7 m sur le déversoir et une revanche de 0,5 m)		
- Largeur en crête		

Elle est estimée à l'aide de la formule de Knappen et de Preece :

$$b = 1,65\sqrt{H} \quad (\text{formule de Knappen})$$

$$b = 1,1\sqrt{H+1} \quad (\text{formule de Preece})$$

avec H hauteur de la digue en m

b largeur de la crête en m

$$\text{Les 2 formules conduisent à } b = 3,50 \text{ m}$$

$$\text{Largeur à la base} = 21,50 \text{ m}$$

L'évacuateur de crue

Il comportera :

- * Un déversoir central en béton en forme pseudo-Creager afin d'améliorer l'effet de laminage. La longueur est fournie par la formule

$$Q = ml \sqrt{gh^{3/2}} \text{ avec}$$

- h : charge sur le déversoir
- Q : débit de projet = Q_{100}
- m : coefficient de débit valant 0,40
- g : accélération de la pesanteur
- l : longueur du déversoir.

Soit une longueur de 111 m. Cette longueur se réduit à 104 m après optimisation.

- * Un bassin de dissipation.

Ce bassin aura la même longueur que le déversoir et sera raccordé à l'aval par un canal en terre.

La prise

Les terres propices à la riziculture étant en rive gauche, la prise sera implantée dans cette rive.

Le système proposé est la tour avec passerelle à commande amont afin d'éviter que la conduite d'alimentation soit en charge perpétuellement.

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. Il est prévu également un fossé de pied pour collecter les eaux à l'aval.

La protection des talus

Le talus amont sera protégé par un perré rangé à la main avec implantation d'une butée au pied du talus. Les encochements devront avoir un diamètre moyen d'eau moins 25 cm.

Quant au talus aval, il 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.

Tranchée d'ancrage

Compte tenu de la nature des sols rencontrés lors de l'exécution des puits à ciel ouvert, un approfondissement de ces puits est nécessaire afin de déterminer définitivement la profondeur de la tranchée d'ancrage.

4. Impacts du barrage du site 2

La réalisation du barrage du site 2 engendrera les conséquences suivantes

- l'afflux de migrants autour du barrage ;
- L'afflux des éléphants qui causent de sérieux dégâts dans le département ;
- les conflits entre agriculteurs et éleveurs.

Toutes ces questions devront être étudiées et résolues en avant-projet détaillé.

5. Propositions pour un aménagement du bassin versant

Le tableau N° 15 résume les avantages et inconvénients des ouvrages proposés pour chaque site.

	Inconvénients	Avantages
Site 1	<ul style="list-style-type: none"> - Volume stockable faible - Impossibilité d'alimenter en eau de consommation les hommes et les animaux 	<ul style="list-style-type: none"> - Plus proche du village - Favorable à l'agriculture - Possibilité de recharge de la nappe phréatique
Site 2	<ul style="list-style-type: none"> - Eloigné du village - Impossibilité d'alimentation en eau de consommation pour les hommes 	<ul style="list-style-type: none"> - Volume d'eau stockée plus élevé - Favorable à l'agriculture - Possibilité d'alimentation en eau des animaux - Possibilité de recharge de la nappe

Tableau N° 15 Avantages et inconvénients des sites 1 et 2

Ce tableau montre qu'aucune des solutions proposées au site 1 et au site 2 ne permet d'atteindre elle seule les objectifs évoqués au II.1.6. La réalisation de ces objectifs passe par un aménagement du bassin versant. Ainsi, on pourra simultanément concevoir un seuil déversant au site 1 et un barrage au site 2. Dans ces conditions, l'on pourra irriguer au site 1 une superficie d'environ 10 ha de riz pluvial. Cette superficie a été estimée sur le terrain.

En plus, l'extrait de la carte hydrogéologique joint en annexe montre que le Département de Samorogouan est hydrogéologiquement favorable à l'implantation des forages. Dans une perspective d'aménagement du bassin versant, il faudra multiplier ces forages. Le programme RESO constitue un cadre pour cette action.

Enfin, faute de pouvoir juguler le défrichement de la forêt, il est souhaitable d'inculquer aux paysans le concept de l'agro-sylviculture dans le but de limiter le phénomène érosif et par suite l'envasement des cours d'eau. Cette tâche de sensibilisation revient aux agents du CRPA.

V. CONCLUSION

Le présent mémoire nous a conduit à l'étude de 2 sites. Au premier site, nous avons préconisé la réalisation d'un seuil déversant au vue da sa configuration, au niveau du second, un barrage en terre a été proposé. L'ouvrage du site 1 permettra d'irriguer 10 ha de riz pluvial et de recharger la nappe phréatique tandis que celui du second site permettra d'irriguer une superficie de 1,34 ha de riz de contre-saison et d'alimenter en eau les animaux.

Au vue des limites de chaque ouvrage, nous avons recommandé un aménagement de l'ensemble du bassin versant à travers l'implantation de forages, la réalisation simultannée des ouvrages proposés au site 1 et au site 2, des actions de sensibilisation de la population.

Dans la dernière partie du mémoire, sont élaborés les termes de référence des études d'avant-projet détaillé.

IV. TERMES DE REFERENCE ET COUT DE L'APD DU BARRAGE DU SITE 2

A/ Les termes de référence

Le dossier d'avant-projet détaillé comportera les études et résultats ci-dessous :

1. Etudes hydrologiques

Le but des études hydrologiques est de déterminer de façon beaucoup plus précise :

- les apports du bassin versant
- les dépôts solides
- l'analyse des crues.

2. Etudes topographiques

Elles portent sur :

- un levé de détails de la cuvette et des terres aménageables en aval, à l'échelle 1/5000. La superficie est estimée à 40 ha
- l'établissement de profils en travers de diverses sections du cours d'eau pour le choix définitif du site et pour la conception des ouvrages (échelle verticale : 1/200 , échelle horizontale : 1/2000).

3. Etudes géotechniques

Elles visent à :

- déterminer les caractéristiques mécaniques et hydrauliques des sols de fondation en vue du calcul de stabilité et de l'estimation de l'infiltration dans l'axe de l'ouvrage
- confirmer par des essais complémentaires (essais oedométriques, de cisaillement, de perméabilité sur matériau compacté) le choix des zones d'emprunt.

4. Etudes d'ingénierie

Elles ont pour but de :

- concevoir les ouvrages hydrauliques ;
- concevoir l'aménagement aval y compris la mise en valeur ;
- la valoriser l'ouvrage à des fins autres qu'agricoles ;

5. Etudes socio-économiques

Elles visent à :

- analyser l'impact socio-économique de l'aménagement sur les systèmes ruraux existants ;
- déterminer les blocages socio-économiques et à proposer des solutions en rapport avec les réalités du milieu ;
- étudier comparativement les superficies et les productions «gagnées» et «perdues» avec l'aménagement ;
- déterminer les problèmes fonciers et les résoudre ;
- effectuer le calcul de rentabilité économique et financière en rapport avec le coût de l'aménagement ;
- déterminer la forme d'organisation des futurs usagers et les appuis qui leur seront nécessaires ;
- évaluer les risques de concurrence pouvant naître entre l'agriculture et l'élevage.

6. Etudes d'impact sur l'environnement

Elles visent :

a) à analyser :

- les modifications du régime hydrique (irrigation, drainage)
- les modifications des facteurs bioclimatiques (vent, humidité, température) ;
- les modifications du modelé de la surface par des travaux mécaniques (planage, réseaux de canaux, de routes, etc...)
- les modifications biologiques (défrichage) ;
- toutes les modifications de l'équilibre de la flore et de la faune induites par l'aménagement et en particulier le parasitisme sur les hommes, les plantes, les animaux et même les ouvrages.

- b) à déterminer les effets néfastes induits par toutes ces modifications sur l'ouvrage, sa périphérie et aussi très loin en aval ou en amont.
- c) à proposer des mesures pour supprimer, réduire ou compenser ces effets.
- d) à déterminer les coûts occasionnés par ces mesures de protection.

B/ Coût de l'A.P.D.

I. Etudes topographiques

*** Travaux de terrain**

- 2 opérateurs topographes	8 jours x 20.000 F / j x 2	320.000
- Déplacement aller-retour	180 F / km x 490 km x 2	176.400
- Un chauffeur	2500 F / j x 8 j	20.000
- Amortissement du matériel		50.000

*** Travaux de bureau**

- 2 opérateurs topographes	2 x 10 jrs x 20.000 F/ j	400.000
----------------------------	--------------------------	---------

TOTAL 1 **966.400**

II. Etudes géotechniques

* Travaux de terrain

- Déplacement aller-retour	2 x 490 km x 180 F / km	176.000
- Une journée de géotechnicien (1 professeur)		80.000
- Un ingénieur du Génie Rural		24.000

* Travaux de laboratoire

- Essais de cisaillement	13.500 F x 2	27.000
- Limites d'Atterbage	10 x 6.000 F	60.000
- Perméabilité sur matériaux compactés	5 x 27.000 F	135.000
- Essais proctor standard	2 x 21.000 F	42.000
- Sédimentométrie	10 x 9.000 F	90.000
- Granulométrie	10 x 18.900 F	94.500
TOTAL 2		728.900

III. Etudes techniques du barrage

- 1 ingénieur du Génie Rural	10 j x 24.000 F	240.000
- 1 technicien supérieur	1 j x 20.000 F	20.000
- 1 professeur	1 j x 80.000	80.000
TOTAL 3		340.000

IV. Etudes socio-économiques

* Travaux de terrain

- 2 enquêteurs	22 j x 10.000 F x 2	440.000
----------------	---------------------	---------

* Travaux de bureau

- 2 enquêteurs	12 j x 10.000 x 2	240.000
TOTAL 4		680.000

TOTAL 1 + TOTAL 2 + TOTAL 3 + TOTAL 4 =		2.715.300
Frais généraux	7,5 % x 2.174.840	203.648
COUT TOTAL DE L'APD		2.918.948

N.B. Les coûts sont :

- de la Cellule de Formation à l'Ingénierie de l'EIER pour la partie topographique, études techniques ;
- du Laboratoire de Mécanique des Sols de l'EIER pour la partie essais en laboratoire ;
- du Centre REgional Pour l'Assainissement à faible coût (CREPA).

V ANNEXES

- 1.Sondages de reconnaissance géotechnique
- 2.Courbes granulométriques
- 3.Courbes Proctor
- 4.Droites de Coulomb
- 5.Profils en travers
- 6.Résultats de l'interprétation des photos aériennes
- 7.Extrait de la carte géologique du Burkina (Région du Nord -Ouest)
- 8.Extrait de la carte de l'Afrique de l'Ouest (Région de Bobo)
- 9.Ajustement des pluies maximales journalières
- 10.Ajustement des pluies moyennes annuelles
- 11.Pluies moyennes annuelles relevées au poste de Samorogouan
- 12.Pluies maximales journalières relevées au poste de Samorogouan
- 13.Coût de l'avant-projet des études d'avant-projet sommaire
- 14.Résultat des essais d'infiltration in situ
- 15.Courbes oedométriques
- 16.Courbe hypsométrique
- 17.Note de calculs
- 18.Courbe hauteur -volume
- 19.Extrait de la carte pédologique du Burkina
(Région du Nord-Ouest)

1.SONDAGES DE RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE

CHANTIER :

Dossier :

SONDAGE DE RECONNAISSANCE

<p>TYPE DE L'APPAREIL :</p> <p>COTE N.O.F. DU SOL :</p> <p>PROFONDEUR DE L'EAU :</p> <p>DESCRIPTION DU SITE : <i>Rive gauche.</i></p> <p>DATE :</p>	<p>SONDAGE N° <i>B₁</i></p>
---	--

Cote	Profon- deur	Nature du terrain	Echan- tillons	W %	Classifi- cation USCS L.P.C.	Observations
	0.00	<i>terre végétale</i>				
	1.00	<i>Argasse latéritique</i>				
	2.00					
	3.00					
	4.00					
	5.00					
	6.00					
	7.00					
	8.00					
	9.00					

EI : Echantillons intacts sous gaine blanche

PR : Echantillons remaniés en sac plastique

W : Echantillons à la teneur en eau naturelle conservés dans un bocal

W₉₀ : Teneur en eau naturelle

CHANTIER :

Dossier :

SONDAGE DE RECONNAISSANCE

<p>TYPE DE L'APPAREIL :</p> <p>COTE N° DU SOL :</p> <p>PROFONDEUR DE L'EAU :</p> <p>DESCRIPTION DU SITE : <i>Rive gauche</i></p> <p>DATE :</p>	<p>SONDAGE N° <i>R₂</i></p>
--	--

Cote	Profondeur	Nature du terrain	Echantillons	W %	Classification USCS L.P.C.	Observations
	0.00	<i>terre végétale</i>				
		<i>Courasse latéritique</i>				
	1.00					
	2.00					
	3.00					
	4.00					
	5.00					
	6.00					
	8.00					

E1 : Echantillons prelevés sous gaine manchée

PR : Echantillons ramassés en sac plastique

W : Echantillons à la terre en eau naturelle conservés dans un bocal

W₀ : Teneur en eau naturelle

CHANTIER :

Dossier :

SONDAGE DE RECONNAISSANCE

<p>TYPE DE L'APPAREIL :</p> <p>COTE NIF DU SOL :</p> <p>PROFONDEUR DE L'EAU :</p> <p>DESCRIPTION DU SITE : <i>Rive gauche.</i></p> <p>DATE :</p>	<p>SONDAGE N° <i>B3</i></p>
--	-----------------------------

Cote	Profondeur	Nature du terrain	Echantillons	W %	Classification USCS L.P.C.	Observations
	0.00	<i>terre végétale</i>				
	1.00	<i>Graves latéritiques</i>				
	2.00					
	3.00					
	4.00					
	5.00					
	6.00					
	7.00					
	8.00					

EI : Echantillons intacts sous gaine blanche

PR : Echantillons remaniés en sac plastique

W : Echantillons à la teneur en eau naturelle conservés dans un bocal

W₉₀ : Teneur en eau naturelle

CHANTIER :

Docteur :

SONDAGE DE RECONNAISSANCE

<p>TYPE DE L'APPAREIL :</p> <p>COTE NGF DU SOL :</p> <p>PROFONDEUR DE L'EAU :</p> <p>DESCRIPTION DU SITE : Rive gauche</p> <p>DATE :</p>	<p>SONDAGE N° P₄</p>
--	---------------------------------

Cote	Profondeur	Nature du terrain	Echantillons	W ₉₀	Classification USCS L.P.C.	Observations
	0.00	terre végétale				
	1.00	Graves latéritiques				
	2.00					
	3.00					
	4.00					
	5.00					
	6.00					
	7.00					
	8.00					

EI : Echantillons intacts sous gaine blanche

PR : Echantillons remaniés en sac plastique

W : Echantillons à la terre en eau saturée conservés dans un bocal

W₉₀: Terre en eau saturée

CHANTIER :

Dossier :

SONDAGE DE RECONNAISSANCE

<p>TYPE DE L'APPAREIL :</p> <p>COTE NGF DU SOL :</p> <p>PROFONDEUR DE L'EAU :</p> <p>DESCRIPTION DU SITE : <i>Rive gauche</i></p> <p>DATE :</p>	<p>SONDAGE N° P₅</p>
---	---------------------------------

Cote	Profondeur	Nature du terrain	Echantillons	W ₉₀	Classification USCS L.P.C.	Observations
	0,00	<i>terre végétale</i>				
		<i>Graves latéritiques</i>				
		<i>Graves latéritiques</i>				
	1,00					
	2,00					
	3,00					
	4,00					
	5,00					
	6,00					

- EI : Echantillons intacts sous gaine manchée
- PR : Echantillons ramolles en sac plastique
- W : Echantillons à la terre en eau naturelle conservés dans un bocal
- W₉₀: Terre en eau naturelle

CHANTIER :

Dossier :

SONDAGE DE RECONNAISSANCE

TYPE DE L'APPAREIL :		SONDAGE N° P ₆
COTE NGF DU SOL :		
PROFONDEUR DE L'EAU :		
DESCRIPTION DU SITE : Rive gauche		
DATE :		

Cote	Profondeur	Nature du terrain	Echantillons	W ₉₀	Classification USCS L.P.C.	Observations
	0.00					
		limon				
		argile limoneuse				
	1.00	Graves latéritiques				
	2.00					
	3.00					
	4.00					
	5.00					
	6.00					
	8.00					

- EI : Echantillons intacts sous gaine blanche
- PR : Echantillons ramolles en sac plastique
- W : Echantillons à la teneur en eau naturelle conservés dans un bocal
- W₉₀ : teneur en eau naturelle

CHANTIER :

Devis :

SONDAGE DE RECONNAISSANCE

<p>TYPE DE L'APPAREIL :</p> <p>COTE NGF DU SOL :</p> <p>PROFONDEUR DE L'EAU :</p> <p>DESCRIPTION DU SITE : <i>Rive gauche</i></p> <p>DATE :</p>	<p>SONDAGE N° <i>P7</i></p>
---	-----------------------------

Cote	Profondeur	Nature du terrain	Echantillons	W %	Classification USCS L.P.C.	Observations
	0,00					
		<i>limon argileux</i>				
		<i>argile graveleuse</i>				
	1,00					
	2,00					
	3,00					
	4,00					
	5,00					
	6,00					

- E1 : Echantillons intacts sous gaine blanche
- PR : Echantillons ramolles en sac plastique
- W : Echantillons à la terre en eau naturelle conservés dans un bocal
- W% : Tenue en eau naturelle

CHANTIER :

Dossier :

SONDAGE DE RECONNAISSANCE

<p>TYPE DE L'APPAREIL :</p> <p>COTE NGF DU SOL :</p> <p>PROFONDEUR DE L'EAU :</p> <p>DESCRIPTION DU SITE : <i>Rive gauche</i></p> <p>DATE :</p>	<p>SONDAGE N° P8</p>
---	----------------------

Cote	Profondeur	Nature du terrain	Echantillons	W ₉₀	Classification USCS L.P.C.	Observations
	0,00	<i>limon</i>				<ul style="list-style-type: none"> • bonne tenue des parois • présence de canalicules
	1,00	<i>argile jaunâtre avec concrétions ferrugineuses</i>				
	2,00	<i>Graves latéritiques</i>				
	3,00					
	4,00					
	5,00					
	6,00					

EI : Echantillons intacts sous gainé manché

PR : Echantillons remaniés en sac plastique

W : Echantillons à la teneur en eau naturelle conservés dans un bocal

W₉₀: Teneur en eau naturelle

CHANTIER :

Dossier :

SONDAGE DE RECONNAISSANCE

<p>TYPE DE L'APPAREIL :</p> <p>COTE NGF DU SOL :</p> <p>PROFONDEUR DE L'EAU :</p> <p>DESCRIPTION DU SITE : <i>Rive gauche</i></p> <p>DATE :</p>	<p>SONDAGE N° 19</p>
---	----------------------

Cote	Profondeur	Nature du terrain	Echantillons	W ₉₀	Classification USCS L.P.C.	Observations
	0,00	<i>Limon</i>				bonne tenue des parois
	1,00	<i>Graves latéritiques</i>				
	2,00	<i>argiles jaunâtre avec concrétions ferrugineuses</i>				Venues d'eau
	3,00					
	4,00					
	6,00					
	8,00					

EI : Echantillons tirés sous gaine blanche

PR : Echantillons ramolus en sac plastique

W : Echantillons à la teneur en eau naturels conservés dans un bocal

W₉₀: Teneur en eau naturels

CHANTIER :

Dossier :

SONDAGE DE RECONNAISSANCE

<p>TYPE DE L'APPAREIL :</p> <p>COTE NGF DU SOL :</p> <p>PROFONDEUR DE L'EAU :</p> <p>DESCRIPTION DU SITE : <i>Rive droite</i></p> <p>DATE :</p>	<p>SONDAGE N° <i>P10</i></p>
---	------------------------------

Cote	Profondeur	Nature du terrain	Echantillons	W %	Classification USCS L.P.C.	Observations
	0,00	<i>limon</i>				<ul style="list-style-type: none"> • Venues d'eau à partir de 1,20m • Présence de canalicules.
	1,00	<i>limon argileux</i>				
	2,00					
	3,00					
	4,00					
	5,00					
	6,00					
	7,00					
	8,00					

EI : Echantillons intacts sous gaine blanche

PR : Echantillons remaniés en sac plastique

W : Echantillons à la teneur en eau naturels conservés dans un bocal

W₉₀: Teneur en eau naturelle

CHANTIER :

Dossier :

SONDAGE DE RECONNAISSANCE

<p>TYPE DE L'APPAREIL :</p> <p>COTE NGF DU SOL :</p> <p>PROFONDEUR DE L'EAU :</p> <p>DESCRIPTION DU SITE : <i>Rive droite</i></p> <p>DATE :</p>	<p>SONDAGE N° <i>PM</i></p>
---	-----------------------------

Cote	Profon- deur	Nature du terrain	Echan- tillons	W %	Classifi- cation USCS L.P.C.	Observations
	0,00					bonne tenue des parois
		<i>limon</i>				
		<i>limon argileux</i>				
	1,00	<i>argile jaunâtre avec concrétions ferrugineuses</i>				
	2,00	<i>argile jaunâtre</i>				
	3,00					
	4,00					
	5,00					
	6,00					
	8,00					

EI : Echantillons intacts sous gaine étanche

PR : Echantillons ramolles en sac plastique

W : Echantillons à la teneur en eau naturelle conservés dans un bocal

W₉₀: Teneur en eau naturelle

CHANTIER :

Dossier :

SONDAGE DE RECONNAISSANCE

<p>TYPE DE L'APPAREIL :</p> <p>COTE NQF DU SOL :</p> <p>PROFONDEUR DE L'EAU :</p> <p>DESCRIPTION DU SITE :</p> <p>DATE :</p>	<p>SONDAGE N°</p> <p>S1</p>
--	-----------------------------

Cote	Profondeur	Nature du terrain	Echantillons	W ₉₀	Classification USCS L.P.C.	Observations
	0.00	<i>limon</i>				<p>- bonne tenue des parois</p> <p>- Présence de canalicules</p>
	1.00	<i>Graves latéritiques</i>				
	2.00	<i>argile kaolinisée</i>				
	3.00					
	4.00					
	5.00					
	6.00					
	7.00					
	8.00					

EI : Echantillons intacts sous gaine blanche

PA : Echantillons ramolles en sac plastique

W : Echantillons à la teneur en eau naturelle conservés dans un bocal

W₉₀: Teneur en eau naturelle

CHANTIER :

Dossier :

SONDAGE DE RECONNAISSANCE

<p>TYPE DE L'APPAREIL :</p> <p>COTE N.G.F. DU SOL :</p> <p>PROFONDEUR DE L'EAU :</p> <p>DESCRIPTION DU SITE :</p> <p>DATE :</p>	<p>SONDAGE N°</p> <p><i>52</i></p>
---	------------------------------------

Cote	Profondeur	Nature du terrain	Echantillons	W %	Classification USCS L.P.C.	Observations
	0,00	<i>limon</i>				- bonne tenue des parois
	1,00	<i>Graves latéritiques</i>				- présence de canalicules
	2,00	<i>argile kaolinisée</i>				
	3,00					
	4,00					
	5,00					
	6,00					

EI : Echantillons intacts sous gainé manché

PR : Echantillons remaniés en sac plastique

W : Echantillons à la teneur en eau naturelle conservés dans un bocal

W₀: Teneur en eau naturelle

CHANTIER :

Dossier :

SONDAGE DE RECONNAISSANCE

<p>TYPE DE L'APPAREIL :</p> <p>COTE NGF DU SOL :</p> <p>PROFONDEUR DE L'EAU :</p> <p>DESCRIPTION DU SITE : <i>Rive droite</i></p> <p>DATE : <i>7-4-95</i></p>	<p>SONDAGE N° : <i>Z1</i></p>
---	-------------------------------

Cote	Profondeur	Nature du terrain	Echantillons	W %	Classification USCS L.P.C.	Observations
	0.00	<i>Terre végétale</i>				
	1.00	<i>Graves latéritiques</i>				
	2.00					
	3.00					
	4.00					
	5.00					
	6.00					

EI : Echantillons intacts sous gaine blanche

PR : Echantillons remaniés en sac plastique

W : Echantillons à la teneur en eau naturelle conservés dans un bocal

W₀: Teneur en eau naturelle

CHANTIER :

Dossier :

SONDAGE DE RECONNAISSANCE

TYPE DE L'APPAREIL :		SONDAGE N° Z2
COTE NGF DU SOL :		
PROFONDEUR DE L'EAU :		
DESCRIPTION DU SITE :	<i>Rive gauche</i>	
DATE	<i>7-4-95</i>	

Cote	Profondeur	Nature du terrain	Echantillons	W ₉₀	Classification USCS L.P.C.	Observations
	0.00	<i>Terre végétale</i>				
	1.00	<i>Graves latéritiques</i>				
	2.00					
	3.00					
	4.00					
	5.00					
	6.00					
	8.00					

EI : Echantillons intacts sous gainé manche

PR : Echantillons ramassés en sac plastique

W : Echantillons à la teneur en eau naturelle conservés dans un bocal

W₉₀: Teneur en eau naturelle

2.COURBES GRANULOMETRIQUES

E. I. E. R.
O U A G A D O U G O U

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Dossier : _____

Provenance : Sameroguan
 Echantillon : Zone d'emprunt 21
 Operateur : _____
 Date : _____

CAILLoux

GRAVIER

SABLE

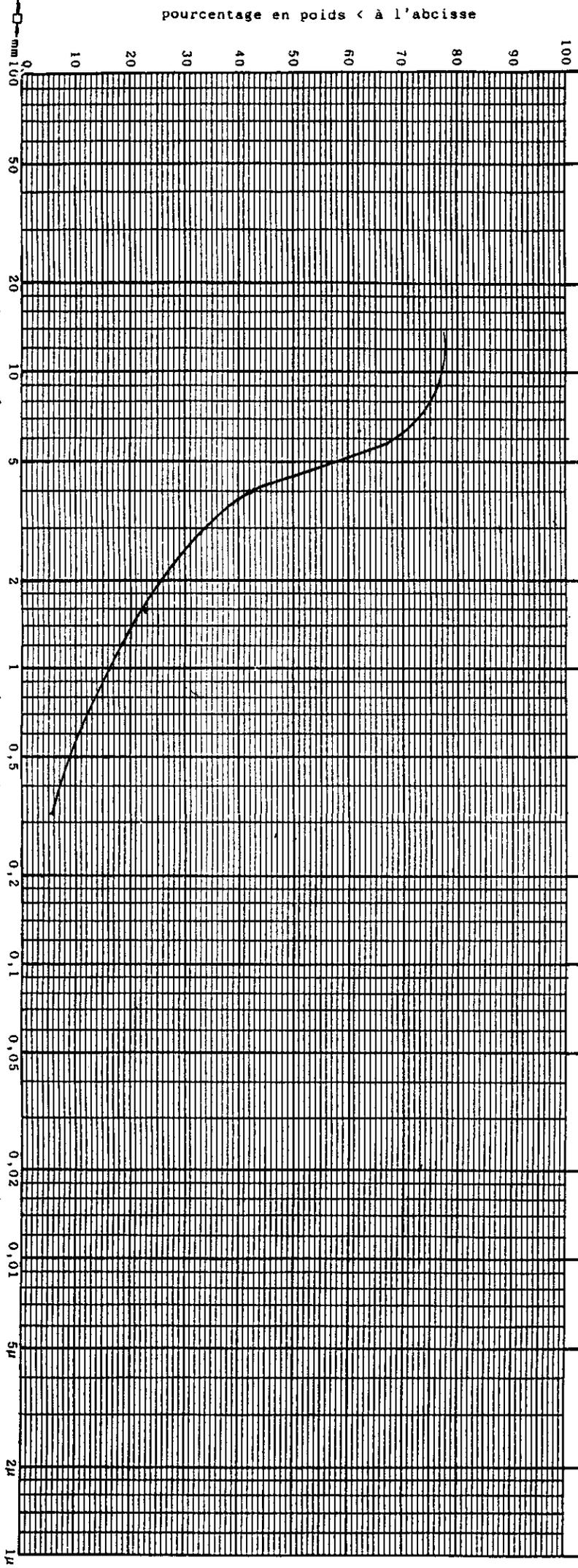
SILT

ARGILE

Tamissage

Sédimentation

pourcentage en poids < à l'abscisse



mm 100 80 50 49 47 46 40 20 10 5 3 2 1 1/4 1/2 4 10 40 100 200

3" 2" 1" 3/4" 1/2" 4 10 40 100 200

MODULE AFNOR

A. S. T. M.

Equivalent de sable à vue piston	LL	LP	IP	VLS
Class. USCS :				

E. I. E. R.
O U A G A D O U G O U

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Dossier : _____

Provenance : Samorogouan
 Echantillon : Zone d'empunt 22
 Opérateur : _____
 Date : _____

CAILLoux

GRAVIER

SABLE

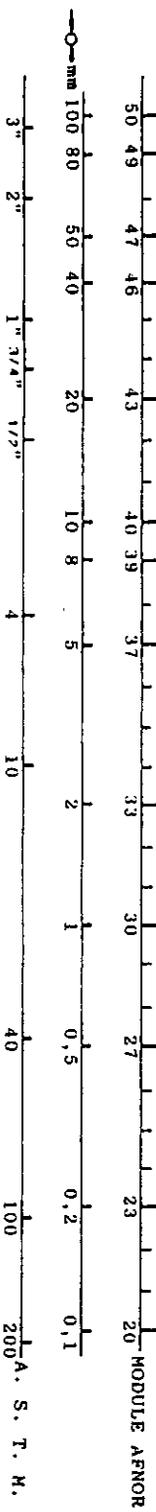
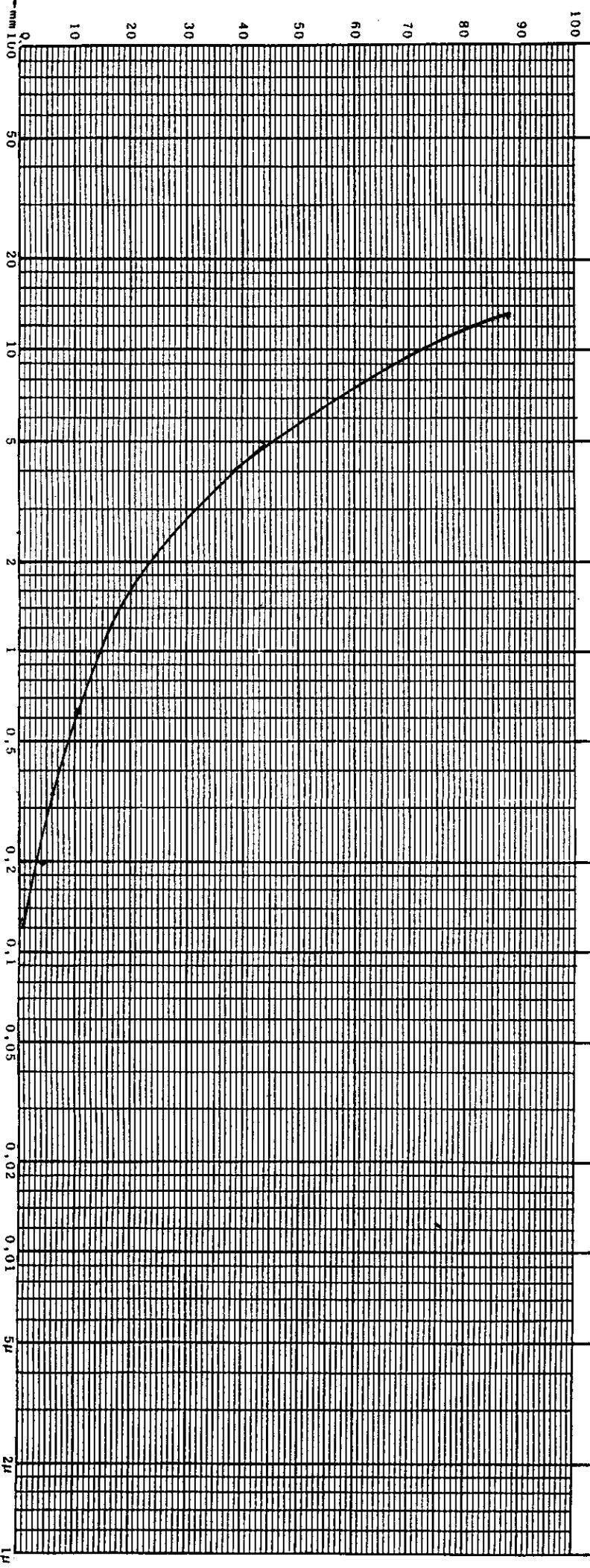
SILT

ARGILE

Tamissage

Sédimentation

pourcentage en poids < à l'abscisse



MODULE AFNOR

Equivalent de sable à vue piston

LL	LP	IP	VS
----	----	----	----

Class. USCS :

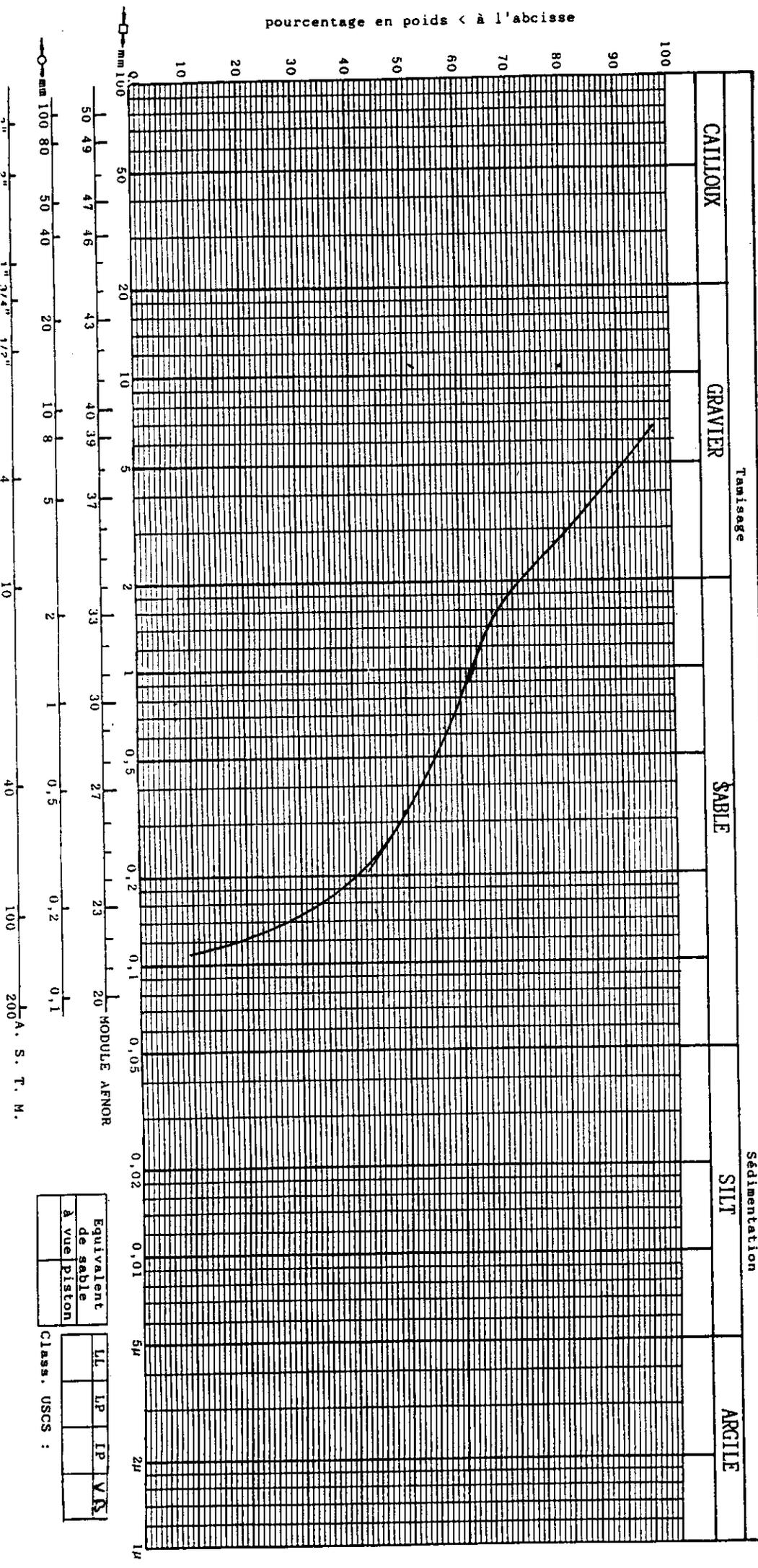
A. S. T. M.

E. I. E. R.
OUAGADOUGOU

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Dossier : _____

Provenance : Samoroguan
Echantillon : Ste-1
Opérateur : _____
Date : _____



Equivalent de sable à vue piston		LL	LP	IP	VA

Class. USCS :

A. S. T. M.

E. I. E. R.
O U A G A D O U G O U

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Dossier : _____

Provenance : Samorogouan
 Echantillon : P9
 Opérateur : _____
 Date : _____

CAILLoux

GRAVIER

SABLE

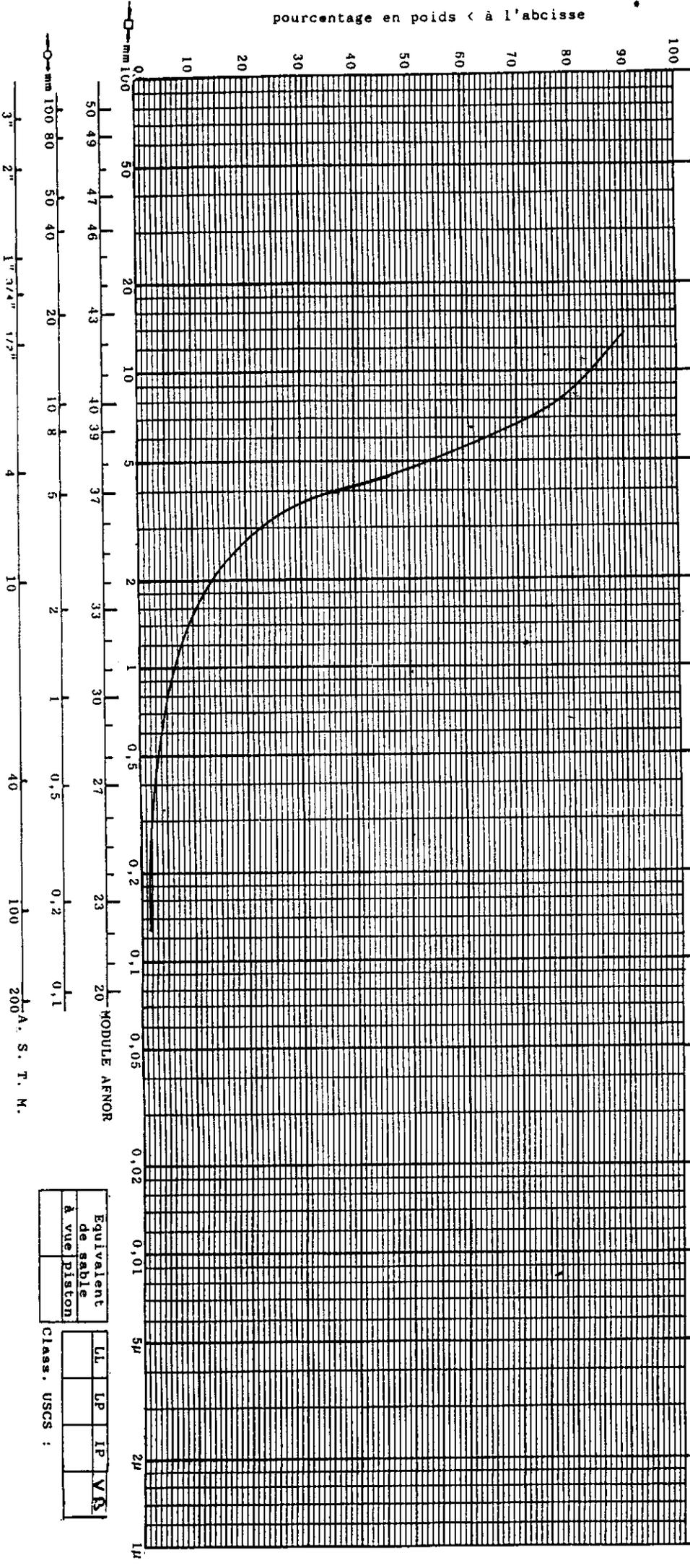
SILT

ARGILE

Tamissage

Sédimentation

pourcentage en poids < à l'abscisse



mm 100 80 50 49 47 46 40 20 10 8 5 2 1 0,5 0,2 0,1

3" 2" 1" 3/4" 1/2" 4 10 40 100 200

MODULE AFNOR

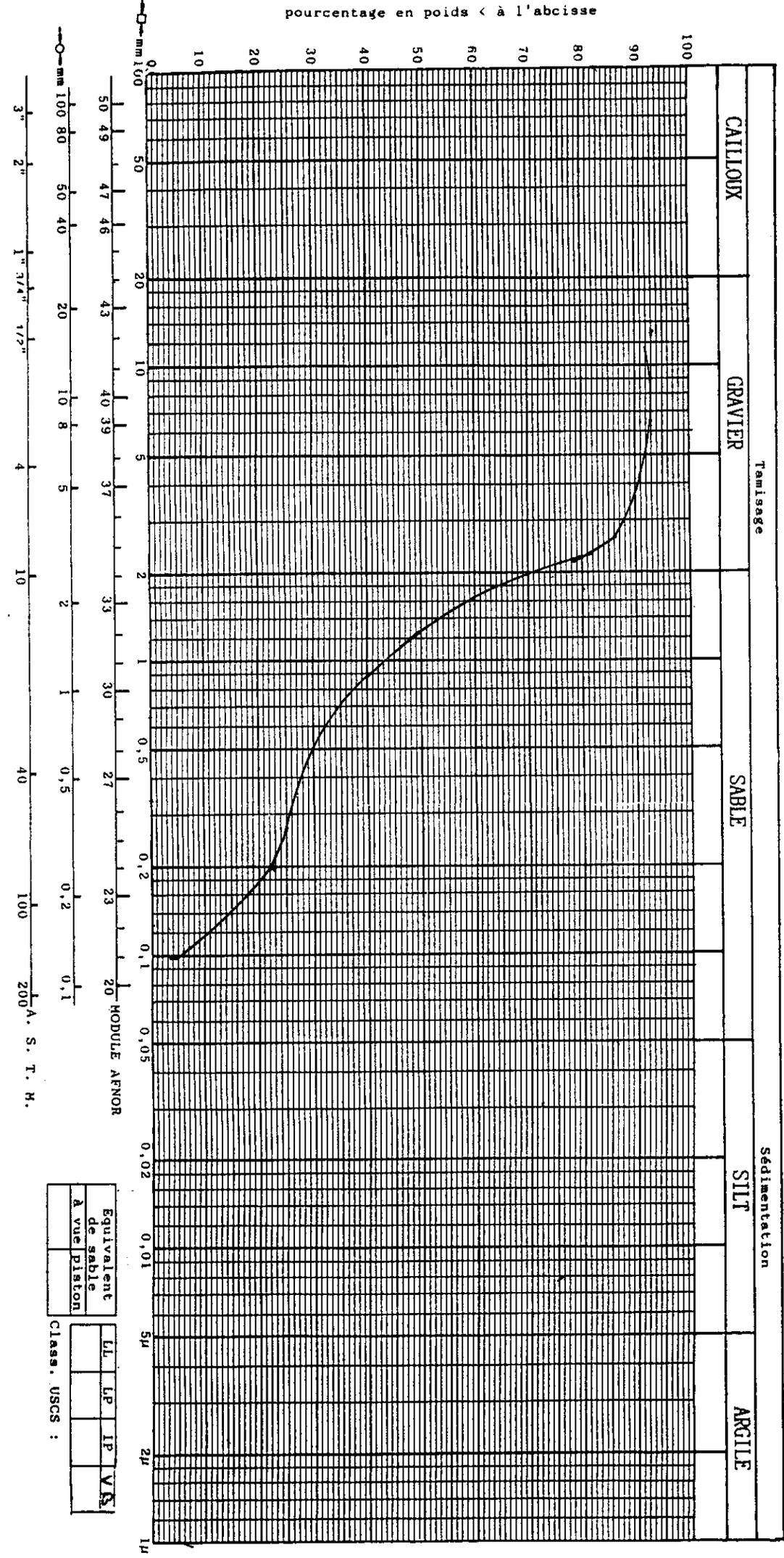
Equivalent de sable à vue piston	LL	LP	IP	V.S.
CLASS. USCS :				

E. I. E. R.
O U A G A D O U G O U

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Dossier : _____

Provenance : Sameragouan
Echantillon : P14
Opérateur : _____
Date : _____



Equivalent de sable à vue piston				
UL	LP	IP	VS	
Class. USCS :				

3.COURBES PROCTOR

E.I.E.R
OUAGADOUGOU

Essais PROCTOR standard :

barrage de Samangouan

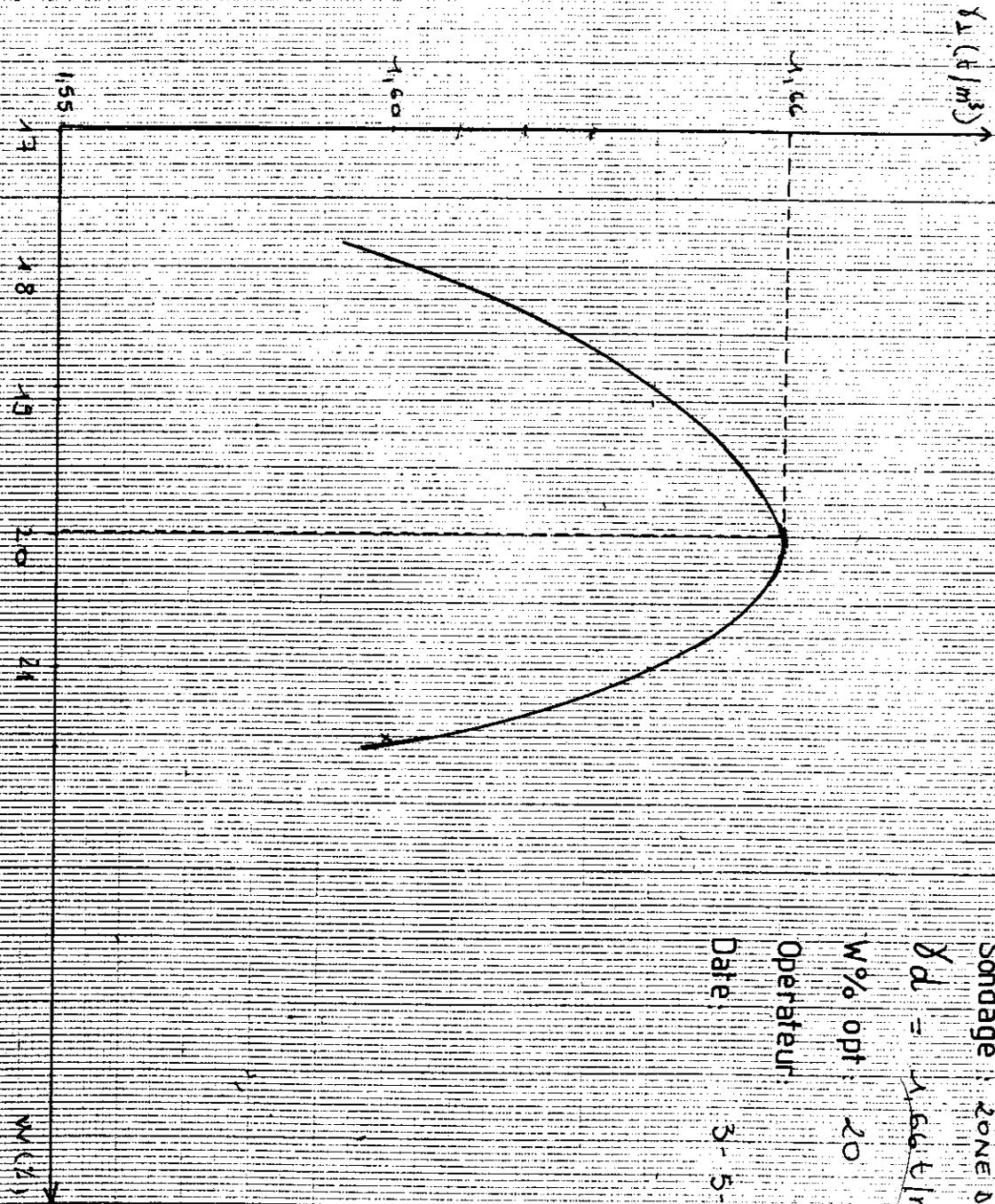
Sondage : zone d'empierrement Z1

$\gamma_d = 1.66 \text{ t/m}^3$

W% opt : 20

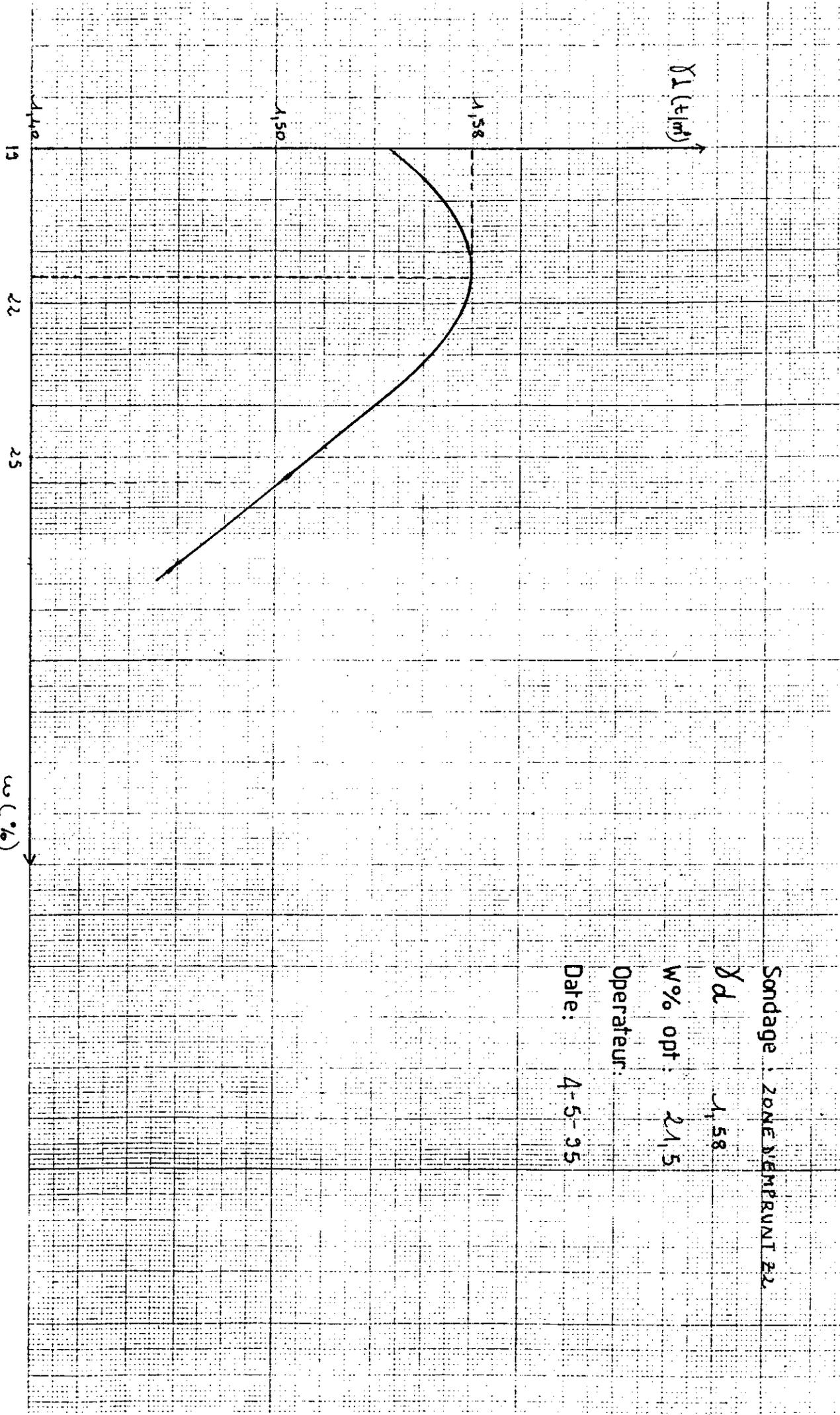
Operateur :

Date : 3-5-95



E.T.E.R
OUAGADOUGOU

Essais PROCTOR standard : barrage de Samorogouan



Sondage : ZONE VEMPRVNI 22

γ_d 1,58

W% opt 21,5

Operateur:

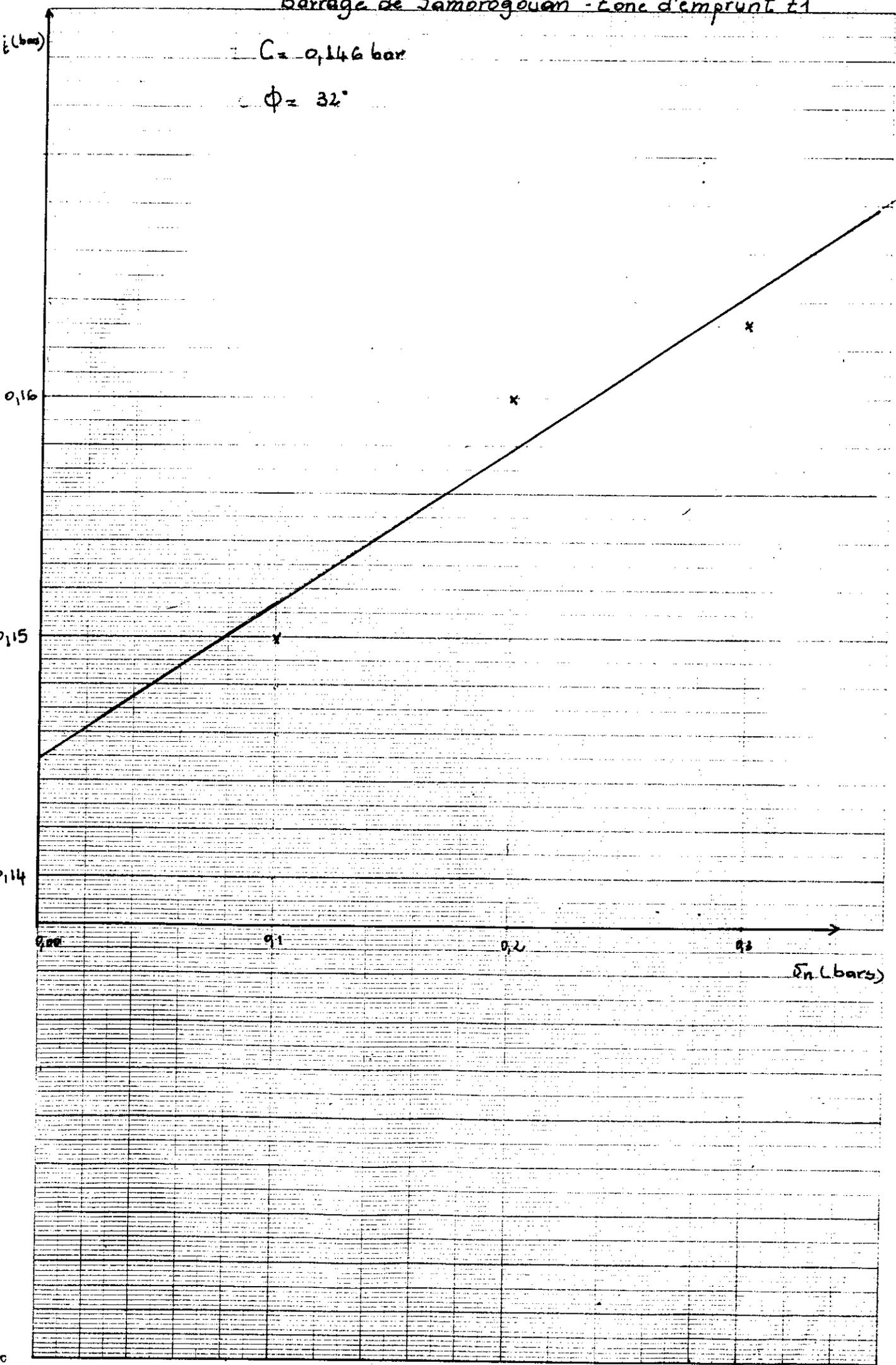
Date: 4-5-35

4.DROITES DE COULOMB

Barrage de Samorogouan - Tene d'emprunt z1

$C = 0,146 \text{ bar}$

$\phi = 32^\circ$



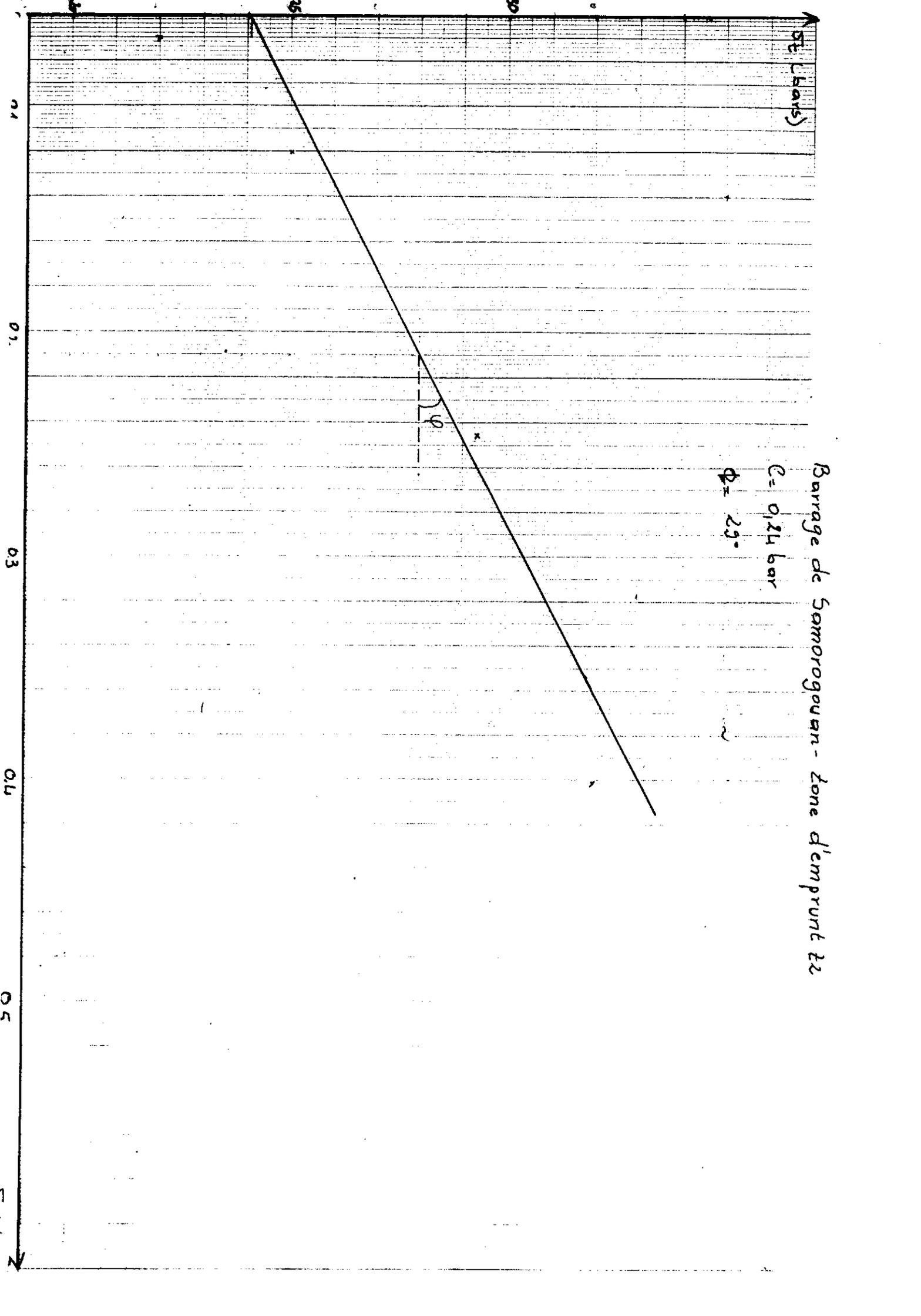
SE (HAYS)

Barrage de Somorogouan - Zone d'emprunt 22

$C = 0,24 \text{ bar}$

$\phi = 29^\circ$

9

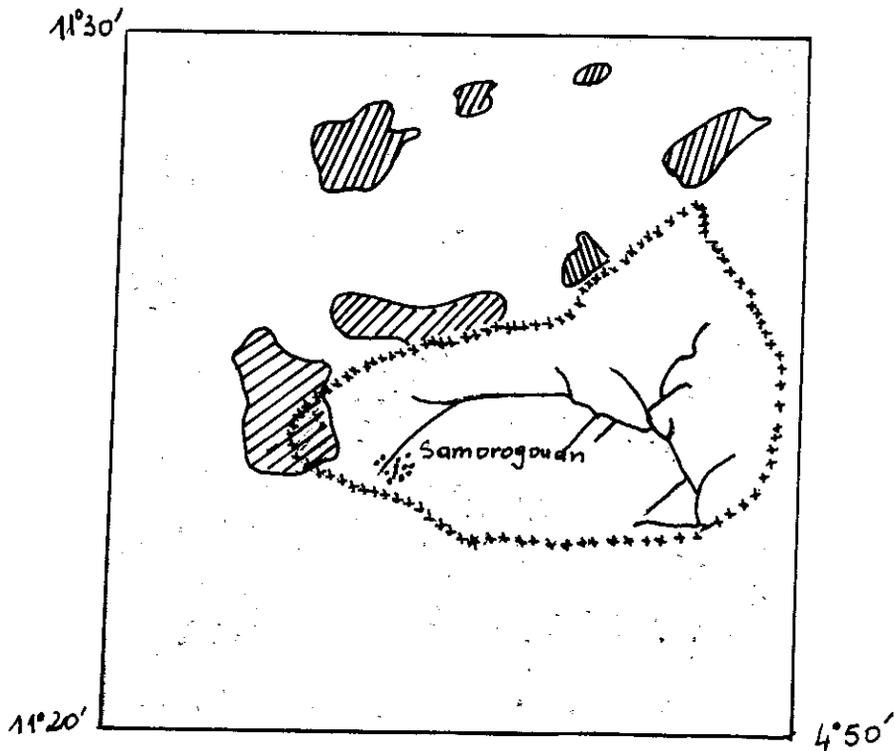


5.PROFILS EN TRAVERS

7.EXTRAIT DE LA CARTE GEOLOGIQUE DU BURKINA

Extrait de la carte géologique de la région
du Nord-Ouest du Burkina Faso

échelle: 1/200.000

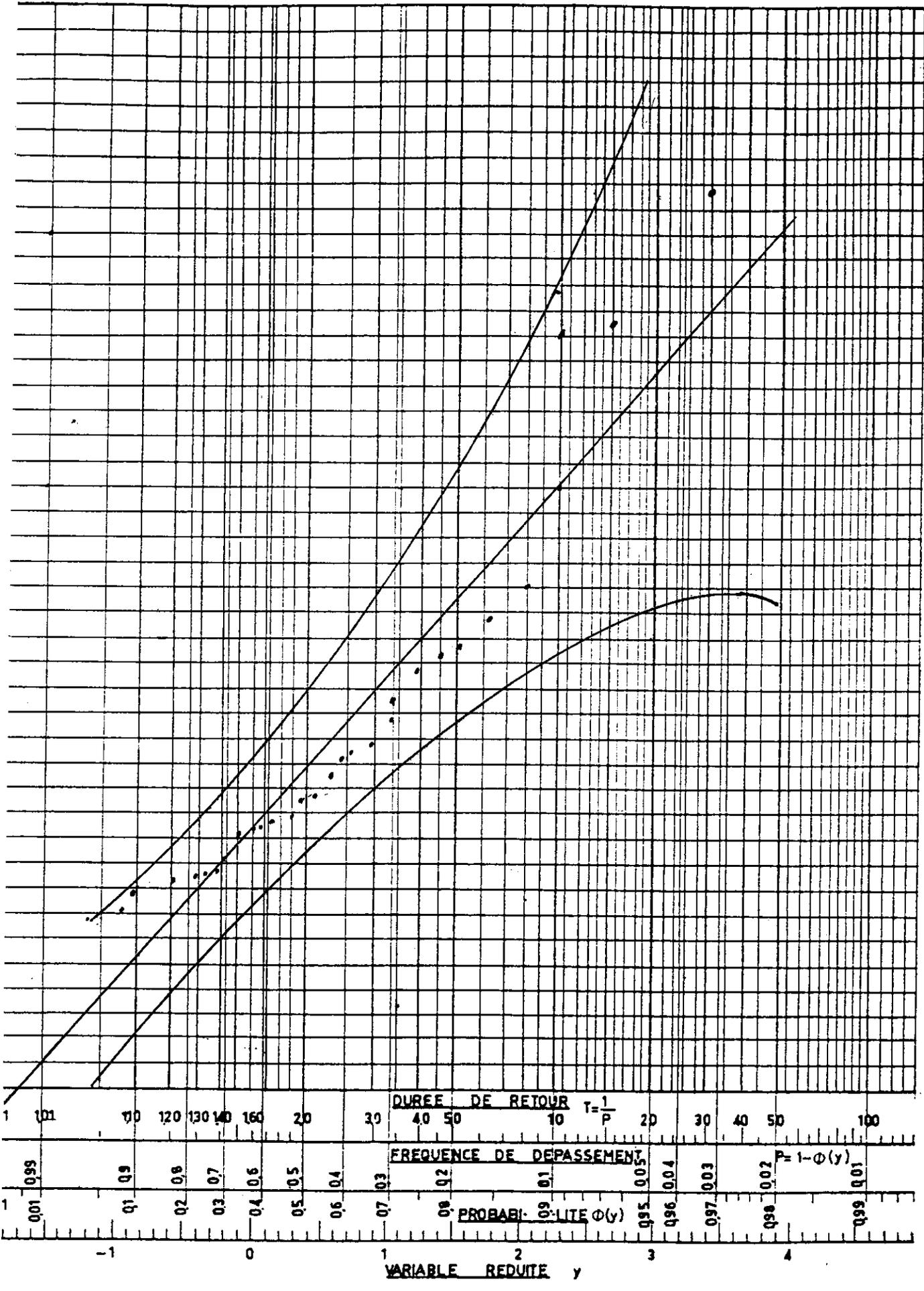


légende

- /// Grès de Hautiala
- ... Schistes de Coun
- xxx Limites du bassin versant

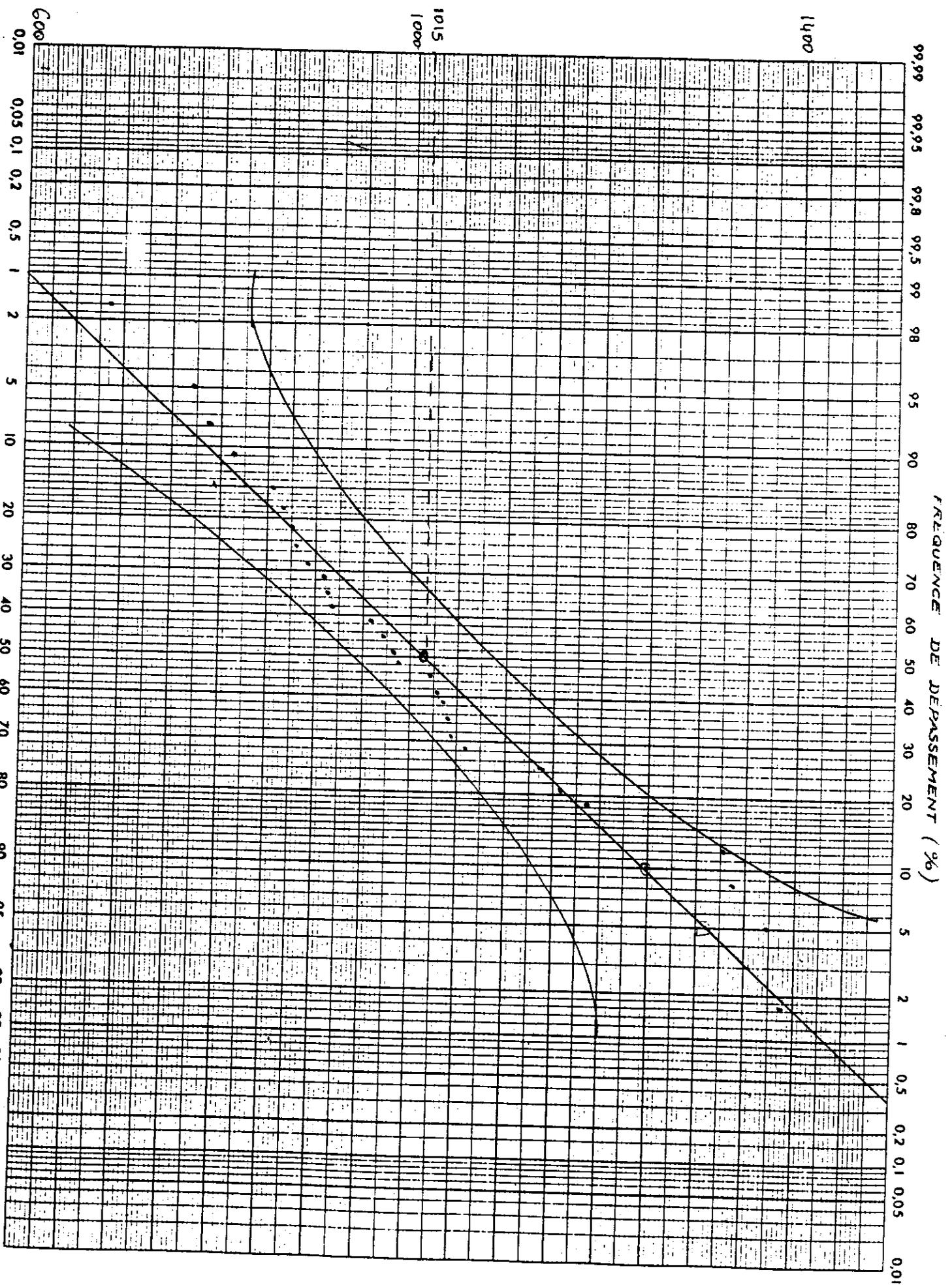
**_8.EXTRAIT DE LA CARTE DE L'AFRIQUE
(REGION DE BOBO)**

9.AJUSTEMENT DES PLUIES MAXIMALES JOURNALIERES



GUMBEL

10.AJUSTEMENT DES PLUIES MOYENNES ANNUELLES



11. PLUIES MOYENNES ANNUELLES

Pluies moyennes annuelles à Samorogaouan

Source : Direction Nationale de la Météorologie (Burkina Faso)

Année	Pluie (mm)
1994	985,8
1993	853,3
1992	891,4
1991	1326,2
1990	864,9
1989	915,1
1988	875,8
1987	912,0
1986	958,4
1985	973,6
1984	685,4
1983	813,4
1982	988,6
1981	878,5
1980	1132,1
1979	1201,9
1978	1026,2
1977	769,2
1976	1159,5
1975	1062,6
1974	1020,4
1973	788,4
1972	911,7
1971	1035,5
1970	1388,1
1969	1047,4
1968	1338,9
1967	1033,6
1966	1372,8
1965	1186,4

12. PLUIES MAXIMALES JOURNALIERES

Pluies journalières maximales : poste de Samorogouan
Période de 1964 à 1993

Source : Direction Nationale de la Météorologie du Burkina

Année	Pluies (mm)
1993	61,6
1992	62,2
1991	163,7
1990	187,1
1989	160,7
1988	97,4
1987	96,8
1986	45,4
1985	51,3
1984	63,3
1983	53,3
1982	51,6
1981	51,2
1980	75,5
1979	52,0
1978	60,1
1977	79,0
1976	56,9
1975	44,5
1974	47,2
1973	64,8
1972	72,9
1971	87,8
1970	94,2
1969	67,8
1968	68,8
1967	76,4
1966	84,2
1965	110,4
1964	104,0

13. COUT DE L'AVANT PROJET SOMMAIRE

COUT DE L'AVANT PROJET -SOMMAIRE (Barrage + Aménagement à l'aval)

I. Etudes topographiques

Travaux de terrain

1 technicien supérieur	20.000 x 6 jr =	144.000
2 chauffeurs	2.500 x 6 jr x 2 =	30.000
Déplacement Bobo-Samorogouan		115.000
Amortissement du matériel		50.000

Travaux de bureau

1 technicien supérieur	20.000 x 10 jr =	200.000
	<u>Total 1</u>	<u>539.000</u>

II. Etudes géotechniques et pédologiques

Essais en laboratoire

2 essais de cisaillement	13.500 x 2 =	27.000 F
2 essais Proctor Standard	21.000 x 2 =	42.000 F
12 analyses granulométriques	18.900 x 12 =	226.000 F
12 limites d'Atterberg	6.000 x 12 =	72.000 F
2 essais oedométriques	27.000 x 2 =	54.000 F
7 analyses sédimentométriques	9.000 x 7 =	63.000 F
7 analyses de PN	1.000 x 7 =	7.000 F

		491.800

Travaux de terrain

2 élèves-ingénieurs du Génie Rural 2 x 10.000 x 10 200.000 F

1 ingénieur du Génie Rural 24.000 x 2 48.000 F

Exécution de sondage de reconnaissance et des fosses d'infiltration 30.000 F

10 essais d'infiltration in situ 10 x 2.500 25.000

Total 2 303.000 F

III. Etudes d'ingénierie

2 élèves-ingénieurs 10.000 x 20 j x 2 = 400.000 F

Total 3 400.000 F

IV. Etudes socio-économiques

Travaux de terrain

2 enquêteurs 2.500 x 3 j = 30.000 F

Déplacement Bobo-Samorogouan (à motocyclette) 90 x 80 km x 2 14.400 F

Travaux de bureau

2 enquêteurs 5.000 x 2 x 3 jrs = 30.000 F

Total 4 74.000 F

V. Frais de frappe, de tirage et d'édition

75.000 x 2 150.000 F

Total 5 150.000 F

COUT TOTAL DE L'A.P.S. :=

Total 1 + total 2 + total 3 + total 4 + total 5 = 1.958.200 F

TOTAL GENERAL 1.958.200 F

14. RESULTAT DES ESSAIS D'INFILTRATION IN SITU

ESSAIS D'INFILTRATION IN SITU
 METHODE DE PORCHET
 SITE 2 DE SAMOROGOUAN

N° fosse	Profondeur Pi (cm)	Δt_i (mn)	Coefficient k(m/s)*10 ⁶	observations
I1(h=1,00 m)	60	20	7,0	$k_{moven} = 4,8 \cdot 10^{-6}$ m/s
	70	20	3,6	
	74	20	6,5	
	80	20	4,0	
	83	20	3,0	
I2(h=1,00 m)	85	20		$k_{moven} = 6 \cdot 10^{-6}$ m/s
	58	20	0,1	
	73	20	7,5	
	80	20	6,4	
	83	20	2,3	
I3(h=1,00 m)	84,5	20	4,4	$k_{moven} = 1,3 \cdot 10^{-5}$ m/s
	87	20		
	60	20	12	
	75	20	18	
	88	20	11	
	92	20		

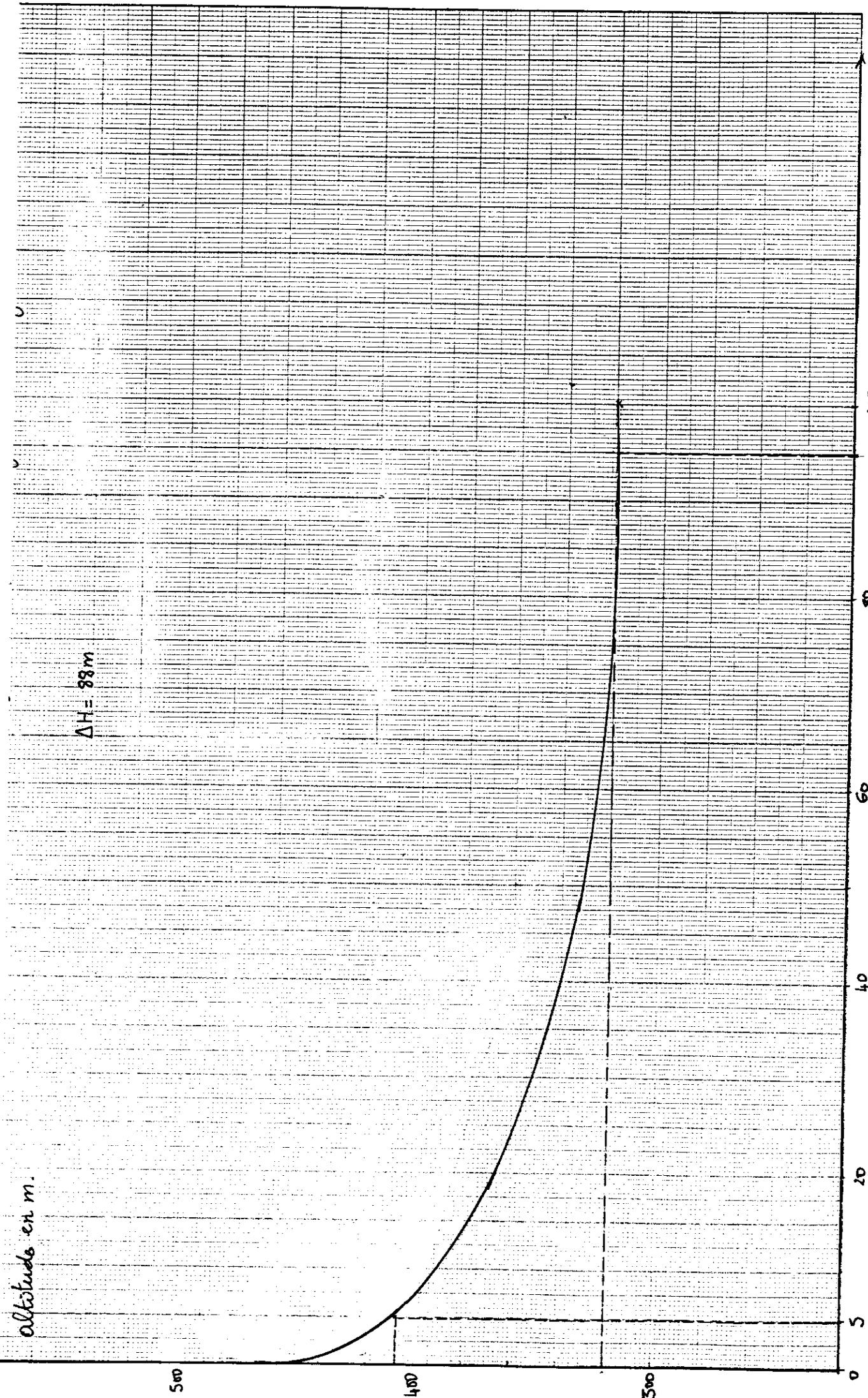
15. COURBES OEDOMETRIQUES

16. COURBE HYSOMETRIQUE

altitude en m.

$\Delta H = 88 \text{ m}$

pourcentage de la superficie totale



0 20 40 60 80 95 100

500

1000

500

0

5

20

40

60

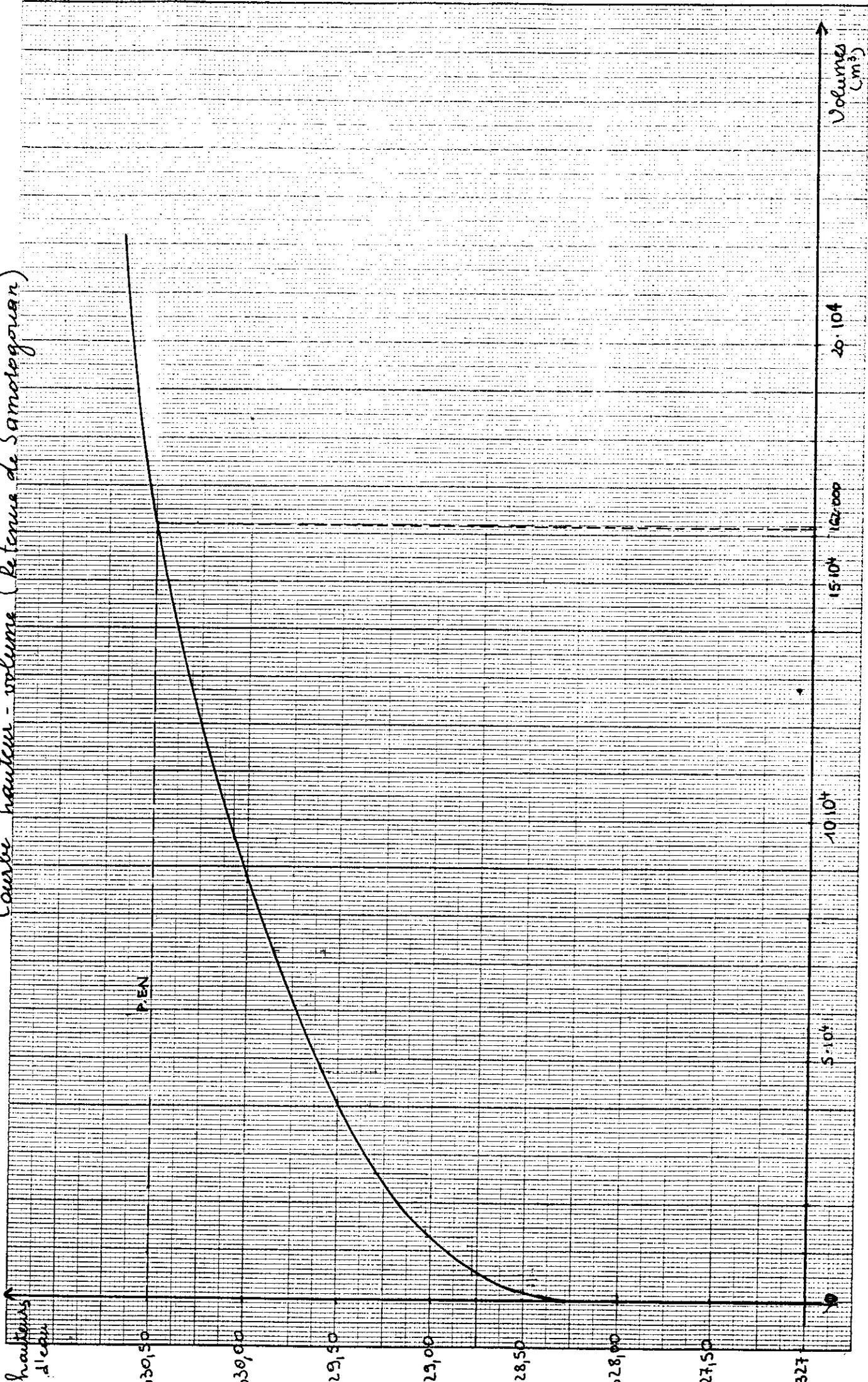
80

95

100

18. COURBE HAUTEUR -VOLUME

Courbe hauteur - volume (retenue de Samotogorov)



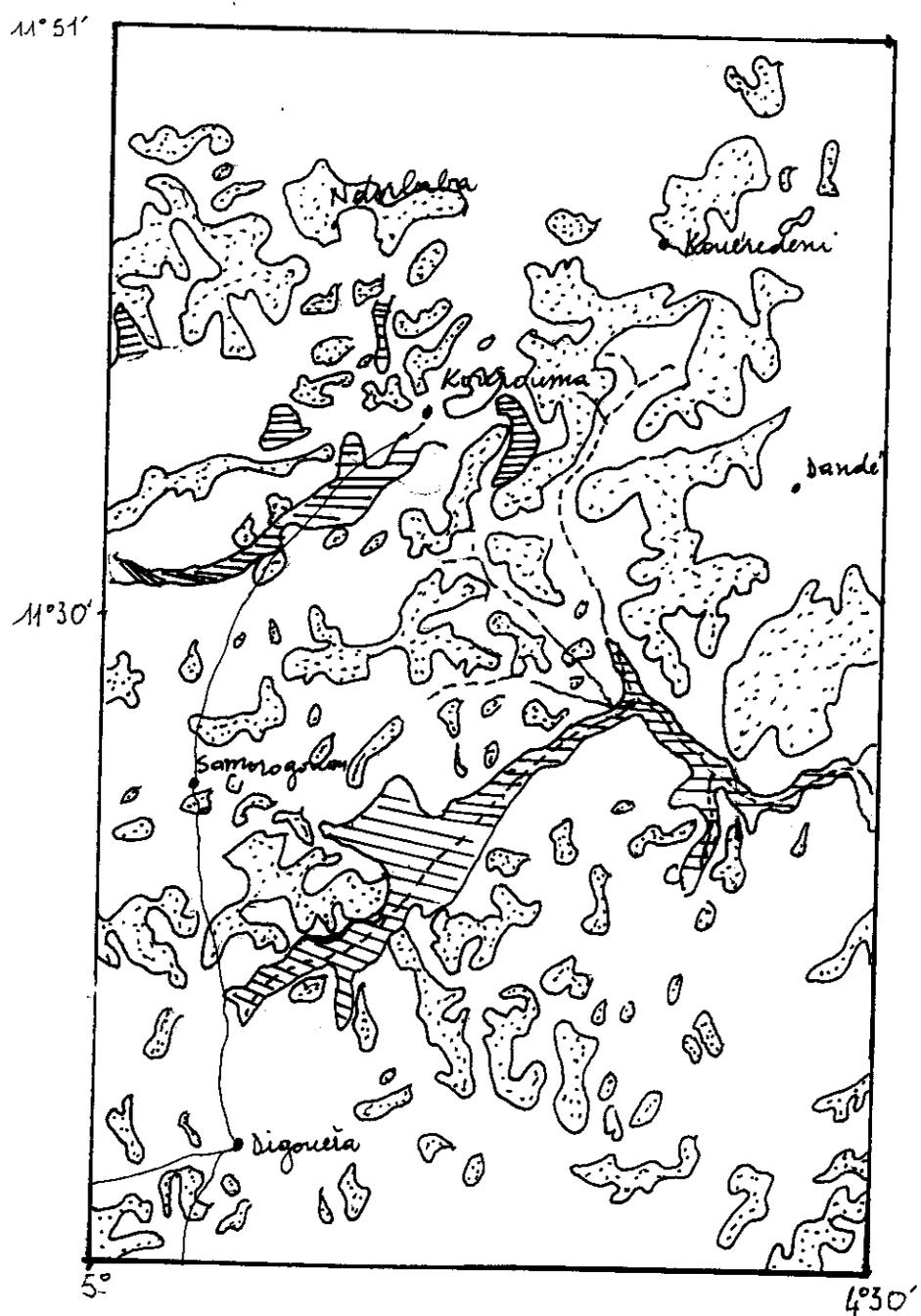
**19. EXTRAIT DE LA CARTE PEDOLOGIQUE DE LA REGION DU
NORD OUEST DU BURKINA**

Carte pédologique de reconnaissance du Burkina

Région Nord-Ouest (échelle: 1/500 000)

Légende

-  association à lithosols sur cuirasse ferrugineuse
-  sols hydromorphes sur matériaux alluvionnaires de texture variable, souvent argileuse
-  Sols minéraux bruts peu évolués sur grès
-  Cours d'eau
-  Route Nationale
-  Département



17. NOTE DE CALCULS

NOTE DE CALCULS D'HYDROLOGIE

2. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DU BASSIN VERSANT

1.1 - Coefficient de compacité k

$$k = 0.28 \frac{P}{\sqrt{s}}$$

avec

l : périmètre du bassin versant = 37,5 km

s : superficie du bassin versant = 4,9 km²

d'où

$$k = 0.28 \times \frac{37.5}{\sqrt{4.9}} = 1.5$$

1.2 longueur l du rectangle équivalent

$$L = \frac{p + \sqrt{p^2 - 16s}}{4} = 16 \text{ km}$$

1.3 - Indice globale de pente Ig :

$$I_g = \frac{DH}{L}$$

DH donné par la courbe hypsométrique = 85 m

$$\text{d'où } I_g = \frac{85 \text{ m}}{16 \text{ m}} \# 5,30\%$$

3. AJUSTEMENT DES PLUIES MOYENNES ANNUELLES PAR LA LOI DE GAUSS

a) - Fréquence de non dépassement

La fréquence de non dépassement F est donnée par la formule :

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

avec

n : la taille de l'échantillon des pluies

i : le rang de la pluie obtenu après classement de l'ensemble des pluies de l'échantillon donné en annexe.

b) Paramètre de l'échantillon

- moyenne arithmétique de l'échantillon

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{30} x_i}{30} = 1013,2 \text{ mm}$$

$$\text{Ecart type } \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{30} (x_i - \bar{x})^2}{29}} = 180 \text{ mm}$$

c) Paramètres de la droite ajustée par calcul

$$u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

Pour

$$F = 0,05, u = -1,64 \text{ d'où } x_1 = \bar{x} + \sigma u = 1013,2 - 1,64 \times 180 = 718 \text{ mm}$$

Pour

$$F = 0,95, u = 1,64 \text{ } x_2 = 1013,2 + 1,64 \times 180 = 1308,4 \text{ mm.}$$

Les deux points (0,05 ; 718 mm) et (0,95 ; 1308,4 mm) permettent d'obtenir la droite ajustée par le calcul, jointe en annexe.

Elle donne :

Pluie médiane $P_{med} = 1015 \text{ mm}$

Pluie décennale humide $P_{qn} = 1250 \text{ mm}$

Pluie quinquennale humide $P_5 = 1170 \text{ mm.}$

d) Intervalles de confiance à 95%

L'intervalle de confiance pour une fréquence F_i donnée s'obtient à l'aide de la formule ;

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

n, σ, \bar{x} , étant définis comme précédemment,

F_i : fréquence de non dépassement

β_i, u_i dépendent de F_i et sont donnés dans le tableau ci-dessous

$$k = 1,96$$

F_i	0.01	0.02	0.1	0.2	0.5	0.8	0.9	0.98	0.99
β_i	3.84	2.92	1.76	1.43	1.25	1.43	1.76	2.92	3.84
U_i	-2.33	-2.05	-1.28	-0.84	0.00	0.84	1.28	2.05	2.33
$x_i +$ (mm)	346.4	456.1	669.4	769.9	932.7	1012.3	1130.2	1190.1	1185.3
$x_i -$ (mm)	841.1	832.3	896.2	954.1	1093.7	1256.5	1256.5	1357.0	1574.0

Tableau n°1

x_i représente la borne inférieure de l'intervalle de confiance, $x_i -$ la borne supérieure.

Le test d'ajustement montre que tous les points sont dans la bande définie par les intervalles de confiance. La loi peut donc être retenue.

3. Ajustements des pluies maximales journalières par la loi de Gumbel

a) Fréquence de non dépassement

La fréquence de non dépassement F_i d'une pluie de l'échantillon de rang i est obtenue à l'aide de la formule

$$F_i = \frac{i}{n+1} \text{ n étant la taille de l'échantillon}$$

b) paramètres de l'échantillon

$$\text{moyenne : } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{30} x_i}{30} = 79,7 \text{ mm}$$

$$\text{Ecart type : } \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{30} (x_i - \bar{x})^2}{28}} = 35,3 \text{ mm}$$

paramètre d'échelle : $\beta_{30} \sigma = 31,7$ avec $\beta_{30} = 0,899$

Mode = $x_0 = \bar{x} - \alpha_n \sigma = 62,7$ mm avec $\alpha_n = 0,482$

c) Paramètres de la droite ajustée par calcul

Pour $F = 0,1$, $u = 0,834$, $x_1 = 62,7 - 0,834 \cdot 31,7 = 36,3$ mm

pour $F = 0,95$ $u = 2,97$ $x_2 = 62,7 + 2,97 \cdot 31,7 = 156,8$ mm

Les couples (0,1 ; 36,3 mm) et (0,95 ; 156,8 mm) permettent de tracer la droite ajustée par calcul. Elle donne 130 mm comme hauteur de la pluie maximale journalière décennale.

d) Intervalles de confiances à 95%

L'intervalle de confiance pour une fréquence F : donnée est défini comme suit

$$x_i = x_0 + u_s \pm k \frac{s}{\sqrt{n}} \beta(F_i)$$

$k = 1,96$

x_0 , s , sont définis comme précédemment

u , et $\beta(F_i)$ dépendent de F_i et sont définis dans le tableau ci-dessous

F	0.05	0.10	0.20	0.50	0.70	0.80	0.90	0.95	0.98
β_i	1.46	1.30	1.24	1.44	1.84	2.24	3.16	4.46	7.08
u_i	-1.1	-0.83	-0.48	0.37	1.03	1.50	2.25	2.97	3.90
$x_i -$ (mm)	11.3	21.64	33.41	58.00	74.5	84.80	98.2	106.3	106
$x_i +$ (mm)	44.4	51.1	61.6	90.8	116.20	135.7	169.9	207.4	266.6

Tableau n°2

Le test d'ajustement montre que 20 points sur 30 soit 96% sont situés dans la bande définie par les intervalles de confiance, la loi peut donc être retenue.

4 - ESTIMATION DU COEFFICIENT RUISSELLEMENT POUR LA PLUIE DECENNALE (NOUVELLE METHODE ORSTOM)

Le coefficient de ruissellement est fonction de la superficie du bassin versant, de la pluviométrie, de l'indice global de pente I_g et de la classe d'imperméabilité.

4.1 - Estimation DE K_v 70, coefficient de ruissellement pour la pluie decennale journalière de hauteur 70 mm

Pour la classe d'imperméabilité (I) on a :

$$k_r 70 = 39\% \text{ pour } I_g = 7\text{‰}$$

$$k_r 70 = 33\% \text{ pour } I_g = 3\text{‰}$$

$$\text{d'où } K_r 70 = \frac{33+39}{2} = 36\% \text{ pour } I_g = 5,3 \text{‰} \# 5 \text{‰}$$

Pour la classe d'imperméabilité (RJ)

$$k_r 70 = 22\% \text{ pour } I_g = 7\text{‰}$$

$$k_r 70 = 17\% \text{ pour } I_g = 3\text{‰}$$

$$\text{d'où } k_r 70 = \frac{22+17}{2} = 19,5\% \text{ pour } I_g = 5,3 \text{‰}$$

Ainsi pour la classe d'imperméabilité I/RI,

$$k_r 70 = \frac{36+19,5}{2} = 27,8\%$$

4.1 - Estimation de K_r 100, coefficient pour une pluie décennale journalière de hauteur 100 mm

Classe (I)

$$K_r 100 = 43\% \text{ pour } I_g = 7\text{‰}$$

$$k_r 100 = 38\% \text{ pour } I_g 3\text{‰}$$

$$\text{d'où } k_r 100 = 40\% \text{ pour } I_g = 5,3\text{‰}$$

d'où Classe (RI)

$$K_r 100 = 30\% \text{ pour } I_g = 7\text{‰}$$

$$k_r 100 = 20\% \text{ pour } I_g 3\text{‰}$$

$$\text{d'où } k_r 100 = 25\% \text{ pour } I_g = 5,3\text{‰}$$

$$\text{Par suite } k_r 100 = \frac{40,5+25}{2} \# 32,8\text{‰ pour la classe I/RI}$$

4.3. Estimation Kr 130, coefficient de ruissellement pour la pluie décennale journalière de hauteur 130 mm pour la classe (I/RI). kr130 est obtenue par extra polation des valeurs de kr100 et kr 70

$$\frac{k_r 130 - kr100}{130 - 100} = \frac{kr100 - kr70}{100 - 70} \text{ d'où } k_r 130 = 37,8\%$$

5 - CALCUL DE TEMPS DE MONTEE tb

tb = 1700 mn pour Ig = 3%

tb = 800 mn pour Ig = 7%

$$\text{D'où } tb = \frac{1700 + 800}{2} = 1250 \text{ mn pour } Ig = 5,3\%$$

6 - ESTIMATION DU DEBIT DE CRUE DECENNALE Q10

6.1 débit maximal ruisselé Qmaxr :

$$Q_{\max r} = \frac{\alpha \cdot k \cdot k_{r130} \cdot P_0 \cdot S}{tb}$$

avec

α : coefficient de pointe valant 2,6

k = coefficient d'abattement spatial fourni par les courbes de Guillaume et valant 0,74.

$k_{r130} = 37,8 \%$

$P_{10} = 130 \text{ mm}$

tb = 1250 mn = 75000s

S = superficie du bassin versant valant 49 km².

d'où $Q_{\max r} = 61,3 \text{ m}^3/\text{s}$

6.2. - Débit de décrue décennale Q10

Le débit s'obtient en prenant en compte la part de l'écoulement retardé.

$Q_{10} = \beta Q_{\max r}$ avec β un coefficient pris égal à 1,03

d'où $Q_{10} = 63,3 \text{ m}^3/\text{s}$

7 - ESTIMATION DU DEBIT DECRUE CENTENNALE Q100

$Q_{100} = CQ_{10}$ avec c un coefficient fonction de la zone climatique, de la superficie du bassin versant, du temps base. C = 1,84

Par suite $Q_{100} = 116,7 \text{ m}^3/\text{s}$

2 - CALCUL DU VOLUME DE LA CUVETTE DU SITE 2

La méthode utilisée consiste à diviser la cuvette en tranches de 0,50 m de hauteur, suivant les courbes de niveau et s'évaluer les surfaces S1, S2,.....Sn correspondantes. Le volume Vi de la

tranche i s'écrit $V_i = \frac{S_i + S_{i-1}}{2} \times 0,50 \text{ m}$.

Le tableau n°3 donne les superficies mesurées au planimètre électronique en fonction des côtes et les volumes correspondant. (l'échelle plan topographique utilisé est 1/1000)

COTES	L1 (cm2)	L2 (cm2)	$\frac{L_1 + L_2}{2}$	SUPERFICIE REELLE (5m ²)	HAUTEUR h (m)	VOLUMES DE LA TRANCHE	VOLUMES CUMULES (m3)
Fond	-	-	-	-	0.20	-	-
328.00	16.50	17.4	16.95	1695	0.50	423.75	423.75
328.50	29.80	30.70	30.25	3025	0.50	1180.00	1603.75
329.00	392.90	397.00	394.95	39.495	0.50	10630.00	12.233,75
329.50	730.40	732.10	731.35	73.135	0.50	28.157,50	40.391,25
330.00	1176,50	1118.90	1179.2	117.920	0.50	47.763,75	88155,00
330.50	1811.10	1750.20	1780.65	178.065	0.50	73.996.25	162.151.25

Tableau n°3 : Calcul du volume de la cuvette du site 2

L₁ : première lecture au planimètre

L₂ : seconde lecture au planimètre

Le volume total de la retenue au PEN (330,50 m) est donc 162.151,25 m³.

Le tableau n°1 a permis de construire la courbe d'utilisation jointe en annexe.

c) - Validité de la méthode de Xo

La méthode du xo est valide est valable si rapport Q/QcH fourni par un abaque est inférieur à β = 92%. Or ce rapport vaut 0,68%. La méthode de x₀ est donc valide dans notre cas.

3 - Optimisation de la longueur du déversoir

a) Les paramètres de base

La méthode du x₀, retenue pour optimiser la longueur du déversoir nécessite le calcul de x₀ par la formule ci-dessous :

$$x_0 = \frac{m^2 \cdot g \cdot L_1^2 \cdot Q_{cmax}^3 \cdot m}{S^3} \quad \text{avec :}$$

m : le coefficient du déversoir (m = 0,4)

S : la superficie du plan d'eau au PEN (S= 178.065 m²)

tm : le temps de montée (en s)

Q_{cmax} : le débit maximal de l'hydrogramme de crue (Q_{cmax} = 116,7 m³/s)

g : l'accélération de la pesanteur (g = 10 m/s²)

L₁ : la longueur du déversoir (m)

Le temps de montée se calcule à partir des valeurs de tm et de tb fournies par l'ancienne méthode ORSTOM et de celle de tb d'après la nouvelle méthode.

$$tm N = \frac{tmA \times tbA}{tb N} \quad \text{avec}$$

$t_m N$: temps de montée d'après la nouvelle méthode
 $t_m A$: temps de montée d'après l'ancienne méthode = 6,8 h
 $t_b N$: temps de base d'après la nouvelle méthode = 20,8 h
 $t_b A$: temps de base d'après l'ancienne méthode 35,5 h

Ainsi $t_m N = 3,98 = 14328s$

b) Les résultats

Ils sont consignés dans le tableau n°4

PARAMETRE	1 ERE ITERATION	2è ITERATION	3è ITERATION	4è ITERATION	5è ITERATION	6è ITERATION
L (m)	111.40	108.04	106.93	105.82	104.70	103.6
x_0	1207.2	1122.02	1112.27	1089.29	1047.12	1044.07
$\log x_0$	3.08	3.05	3.04	3.03	3.02	3.01
β (%)	97	96	95	94	95	92
Q_{en} (m ³ /s)	113.2	112.03	110.86	109.70	108.53	-

Tableau n°4 : résultats de la méthode du x_0

c) Validité de la méthode du x_0 .

La méthode du x_0 est valable si le rapport Q/Q_{CM} fourni par un abaque est inférieure à $\beta = 92$ %. Or ce rapport vaut 0,68 %. La méthode du x_0 est donc valide dans notre cas.

VI/ REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Manuel du technicien du génie rural
Travaux sur 1 périmètre irrigué : SOGREAH
2. Techniques des barrages et aménagement rural
Ministère de l'Agriculture, 315 p Paris, septembre 1977
3. Petits barrages en terre au Burkina Faso
CIEH - EIER
4. La maîtrise des crues dans les bas-fonds
Collection «faire le point» dossier N° 12
5. Cours de barrage 3ème année EIER
M. DURAND
6. Hydrologie tropicale et appliquée en Afrique Subsaharienne
Bernard CHUZEVILLE
7. Cours d'économie rurale par
Jacques RIPOCHE
8. Atlas agroclimatiques des pays du CILSS
9. Avant projet sommaire de l'aménagement du bas-fond de Koratenga
Rapport de stage de fin de deuxième année de SOULGA Rimpazangdé
élève-ingénieur à l'EIER
10. Les barrages en terre compactée
Pratiques américaines
O. POST et P. LONDE

Errata

Page 1

Paragraphe 1.1.

3ème ligne: lire: "Le tableau ci-dessous..."

Paragraphe 1.1.2

3ème ligne: lire: "...la répartition par ethnies des habitants de Samorogouan se présente..."

Pour le titre du tableau, lire: "Composition ethnique du village de Samorogouan."

Page 15

5ème et 6ème lignes: lire: "...d'où il ressort que la production de choux..."

Page 16

Paragraphe 1.2.3

3ème ligne: lire: "...nous n'avons pas pu disposé de chiffres relatifs à cette activité..."

Page 20

Paragraphe 2.2

lire: "Les résultats des essais sont consignés..."

Paragraphe 2.1.1

2ème ligne: lire: "En effet, sur une couche..."

Page 21

Paragraphe 3.2

7ème ligne: lire: "...la terre la plus apte..."

8ème ligne: lire: "...un remblai homogène..."

Le tableau de la page 21 est le tableau n°9 avec pour source "Les barrages en terre compactée, pratiques américaines" de G.Post et J.Londe.

Page 22

Le commentaire au dessus du tableau de la page 22 est relatif au tableau n°9.

Page 23

Paragraphe 3.1

La première ligne du paragraphe est: "Il a consisté à:"

Page 24

Dans la tableau n°10, les valeurs du coefficient d'écoulement sont en %.

Page 26

Paragraphe 4.3.1

4ème ligne: lire: "...suivant la loi de Gumbel".

Paragraphe 4.3.2

4ème et 5ème lignes: "les principaux résultats tirés de cette étude sont les suivants:"

Paragraphe 4.4.1

Le titre du paragraphe est: "Méthode de Coutagne"

Kuena

Page30

Paragraphe 4.5.1.5

4ème ligne: lire: "...où B est estimé à 0,03."

6ème ligne: lire: $Q_{10} = 1,03 * Q_{maxr}$

Paragraphe 4.5.2

3ème ligne: lire: "...dans le tableau n°13"

Page34

Paragraphe 2

7ème et 8ème lignes: lire: "Le volume total est de 162151 m³"

Page 35

6ème ligne: lire: " $Q = m * 1 * \sqrt{2 * g} * h^{3/2}$ "

Page 38

Paragraphe V

2ème ligne: lire: "...la réalisation d'un seuil déversant au vu de sa configuration"

3ème, 4ème, 5ème, 6ème lignes: **supprimer**: "L'ouvrage du site...d'alimenter en eau les animaux" **et remplacer par**: "A l'aval de ce barrage seront pratiquées des cultures maraîchères."

Dans la note de calculs

Paragraphe 1.1.1

lire: " $I_g = \frac{85m}{16km} = 0,53\%$ "

Paragraphe 3.d

Avant dernière ligne: lire: "Le test d'ajustement montre que 29 points sur 30 ..."

Paragraphe 4.1

Dernière ligne: lire: "par suite, $k_{100} = \frac{40,5 + 25}{2} \# 32,8\%$ "

Le paragraphe consécutif au paragraphe 7 est titré: "8. Calcul du volume de la cuvette du site 2". La partie c de ce paragraphe est à supprimer. le paragraphe suivant est titré: "9. Optimisation de la longueur du déversoir."