

ECOLE INTER-ETATS D'INGENIEURS
DE L'EQUIPEMENT RURAL DE OUAGADOUGOU
ANNEE 1981 -1982.



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

AMENAGEMENT DES PETITES AGGLOMERATIONS
(Adduction d'eau - Assainissement - Urbanisme)
Ville de Ziniaré

MAITRE DE MEMOIRE
Mr. J.C MENAGER
Ingénieur du GREF

MEMBRE DU COMITE
MONTI BETHIA
BIEN OUAGADOUGOU (R.H.V.)

E. I. E. R.
Enregistré à l'Arrivée
le _____ s N° 3/82

11^e PROMOTION

AVANT - PROPOS

L'aménagement d'une agglomération est un facteur capital pour la promotion d'une population particulièrement dans les zones rurales. Le problème se pose de savoir dans quels domaines peut-on intervenir pour améliorer notablement les conditions de vie.

Dans le cadre des mémoires de fin d'études, j'ai choisi d'étudier le sujet suivant :

Aménagement des petites agglomérations : cas de Miniaré.

L'étude concerne les domaines d'adduction d'eau, d'assainissement et d'urbanisme. Ce travail a commencé par une visite sur place pour recenser les besoins réels, puis par des recherches de données et enfin par une étude de faisabilité des différents projets.

Le travail que nous présentons est très sommaire étant donné la complexité des divers domaines et le temps limité pour étudier un sujet qui nécessite des mois.

Je remercie particulièrement, mon maître de mémoire Mr. Menager, Mr. Daou, professeurs à l'E.I.E.R., pour la clarté de leurs recommandations.

Nous remercions Mr. De Boissezon, professeur à l'E.I.E.R., les responsables des différents services contactés pour leur étroite collaboration.

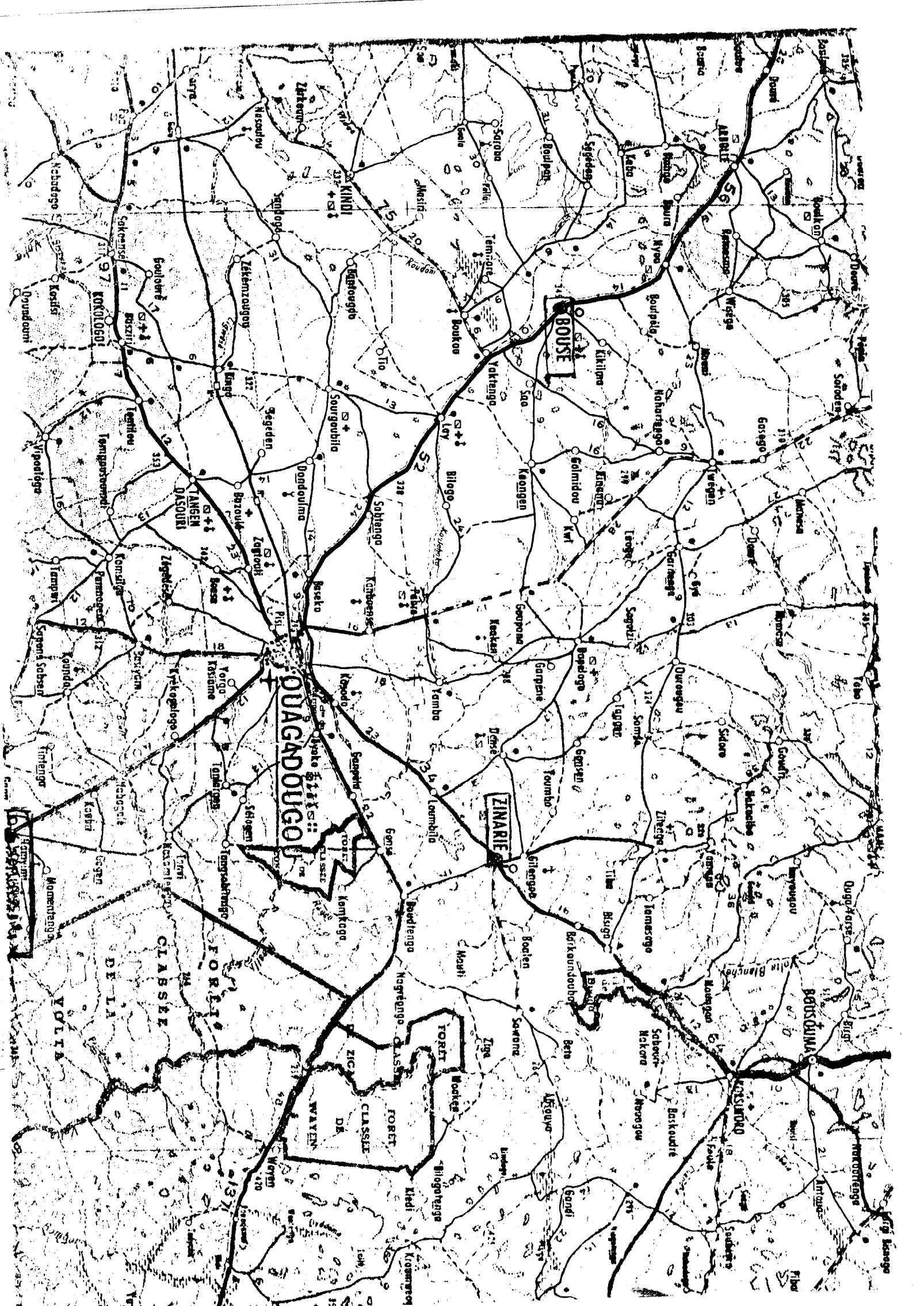
Nous espérons que ce mémoire contribuera à fournir des renseignements nécessaires à l'aménagement d'une agglomération rurale.

.../...

S O M M A I R E

- I. - PRESENTATION GENERALE
- II. - ETUDE DETAILLEE DE LA SITUATION ACTUELLE
- III. - LA SITUATION FUTURE
- IV. - LES TECHNIQUES PROJETEES
 - 1) Approvisionnement eau
 - 2) Assainissement
 - 3) Autres équipements
- V. - ASPECT ECONOMIQUE DE L'AMENAGEMENT
- VI. - INFLUENCE DES AMENAGEMENTS SUR LE DEVELOPPEMENT DE LA VILLE
Impact socio-économique.
- VII. - CONCLUSION GENERALE
- VIII. - ANNEXES
 - A) - ADDUCTION D'EAU POTABLE
 - 1) - Estimation des besoins
 - 2) - Débit d'équipement et cote piézométrique
 - 3) - Nombre de branchements particuliers
 - 4) - Calcul de débit de pointe
 - 5) - Calcul des diamètres et cotés du réseau
 - 6) - Structure des pressions du réseau
 - 7) - Station de pompage
 - 8) - Calcul du coup de bélier
 - 9) - Détermination du prix de l'eau
 - 10) - Plan du réseau de distribution
 - B) - ASSAINISSEMENT
 - 1) - Calcul et dimensionnement des canaux
 - 2) - Coût des travaux
 - 3) - Plan de situation des canaux
 - 4) - Planches.

.../...



I. - PRESENTATION GENERALE

La ville de ZINIARE est située à 35 km du Nord-Est de Ouagadougou et à 15 km du barrage de LOUMBILA, sur la route Ouaga-Kaya. Cette dernière traverse la ville en son centre.

Les coordonnées de la ville sont :

12° 35' de latitude nord
1° 17' de ^{longitude} ~~latitude~~ ouest.

Dans l'éventualité de l'exploitation des gisements de Manganèse de TAMBAO, la ville de ZINIARE est située sur la voie routière desservant ces gisements. Elle est également située sur des axes de transhumance de bétail vers Ouagadougou et à l'exportation.

Les recensements de 1975 a donné une population de 1 295 habitants avec un taux d'accroissement annuel de 2,06%. Le coefficient d'occupation du sol est très faible. Nous l'estimons environ à 40%. L'habitat est de type traditionnel. Comme infrastructures sociales la ville de Ziniaré dispose d'une école primaire de 6 classes, d'un centre de santé, d'une maison de jeunes. La religion catholique y est représentée. La population est à 80% paysanne. Elle vit de l'activité agricole où le maraîchage, encore à l'état artisanal, occupe une place de choix. Le commerce local est pratiqué par une centaine de personnes installées aux bords du marché. L'activité industrielle est limitée à l'artisanat.

Le climat de Ziniaré est du type Nord-Soudanien, avec une saison sèche de novembre à mai et une saison des pluies de juin à octobre. Le maximum des précipitations se situe en août.

Les températures maximales sont respectivement 38° en avril et 34° en janvier et les minima sont 30 en avril et 10° en janvier.

La pluviométrie moyenne de la région relevée sur la carte officielle est de 850 mm.

Le relief de la ville est très peu accentué. La ville est bâtie sur un socle précambrien, pas d'affleurement granitique. Sur la route Ouaga-Kaya, la carapace latéritique érodée apparaît jusqu'à la surface du sol.

.../...

Lors de la visite effectuée sur les lieux, on a ^{dénombré} demandé 2 forages et 9 puits. Un seul des forages fonctionne à l'aide d'une installation solaire avec des piles photo voltaïques. Quant aux puits, deux seulement étaient fonctionnels. Le déficit est comblé par l'apport des mares créées artificiellement dans le lit du marigot Ziniana qui traverse la ville.

Les situations économiques ne sont guère satisfaisantes. Le commerce se pratique pour la survie et autour du marché. Ce dernier a lieu périodiquement c'est-à-dire tous les 3 jours. C'est ce pour là également que l'abattoir fonctionne. Les cultures vivrières sont essentiellement destinées à la consommation locale.

Nous ne pouvons à priori parler d'évolution de la situation dans le futur sans être sûr des moyens disposés par les autorités et la population. Cependant nous restons optimistes pour un avenir meilleur.

.../...

II. - ETUDE DETAILLEE DE LA SITUATION ACTUELLE

La ville de Ziniaré compte environ 2 500 habitants. Le taux d'accroissement annuel fourni par les services de la statistique est de 2,06%.

La ville est bâti sur un terrain pratiquement plat avec une pente régulière. Le plan de lotissement fourni par le service cadastral a été vérifié lors de notre enquête. La constatation faite est que le plan est respecté dans son ensemble. La plus part des rues matérialisées sur le plan ne sont pas encore aménagées. L'hospitalité et la solidarité familiale ou ethnique entraîne un surpeuplement. L'occupation du sol est apparemment faible. La ville est repartie en trois zones : zone résidentielle, zone commerciale et zone traditionnelle. Le nombre total de lots prévus est de 1002. Les demandes sont supérieures à la disponibilité du service domanial. LA majeure partie de la population, ayant des revenus limités, construit elle-même leurs maisons avec des matériaux locaux. Les habitations sont assez modestes.

La situation actuelle de Ziniaré en matière d'équipements collectifs se limite à :

- un dispensaire - maternité de 12 lits
- une école de 6 classes en demi-pension
- un marché
- un abattoir traditionnel
- une maison des jeunes.

L'absence d'infrastructure, ou du moins de leur insuffisance, est générale. L'état des rues existantes laisse à désirer. En dehors de l'axe principale de la route Ouaga-Kaya, les autres rues sont assez étroites et mal entretenues. Il n'y a pas de voies bitumées. Tout ceci s'explique par le fait que les responsables administratifs ont rarement des moyens budgétaires suffisants.

L'absence d'équipements scolaires, d'équipements sanitaires est durement ressentie dans la région. Le manque d'infrastructure concerne la voirie, mais aussi l'alimentation en eau, l'assainissement, et bien sûr l'électricité. Signalons que les besoins en eau sont les plus ressentis. Dans ce domaine Ziniaré possède un embryon de réseau d'adduction d'eau indépendant de l'ONH. Une installation solaire alimente une pompe installée dans un forage et desservant un bac en béton pour la population.

Lors de notre dernier passage dans cette ville, l'équipement électromécanique venait d'être changé. Les caractéristiques actuelles du forage sont les suivantes :

niveau dynamique 28 m
débit journalier compris entre 8m³/j et 11 m³/j
puissance pompe 900 w
hauteur de refoulement 2 m.

Le résultat médiocre de la pompe est dû au temps d'ensoleillement qui est très court.

Une autre installation en service est le puits de l'école avec une profondeur de 35 m. Au cours de notre enquête nous avons dénombré 9 puits dont deux seulement étaient fonctionnels. Le niveau statique moyen est environ à 11 m/sol.

En saison sèche il faut parcourir des dizaines de km pour se procurer l'eau nécessaire. Un forage existe au sein du district mais la pompe ne fonctionne plus. Le seul marigot passant près de la ville est à sec. Le déficit d'eau est comblé par l'apport des mares créées artificiellement dans le lit du marigot Ziniana qui traverse la ville. Cet état de chose entraîne des maladies d'origines hydrique. Le chef de secteur de la santé a enregistré les cas des maladies suivantes au cours de l'année 1981.

1 374 cas de diarrhée (arabiane, extérite...)
119 cas de bilharziose
165 cas de vers de guinée.

Les besoins en eau sont très importants pour Ziniaré. L'eau en quantité suffisante et de qualité adéquate fait cruellement défaut.

Dans le cadre de l'alimentation en eau potable des villes secondaires de la Haute-Volta, une étude géophysique faite sur l'ensemble de la ville a permis de déterminer des zones de fissure. Un seul forage de reconnaissance a été exécuté à Ziniaré sur la route de Sawana à 1 km environ du centre de la ville. Les essais de pompage exécuté au débit maximum de la pompe pendant 6 heures ont donné les caractéristiques ci-dessous.

profondeur forage 61 m
débit horaire 11,5 m³/h
niveau statique 25,49 m
rabattement 9,04 m.

.../...

Ce seul forage peut pourvoir au besoin d'eau de la population pendant 20 années consécutives. L'analyse bactériologique présente quelques traces de contamination qui seront traitées à l'hypochlorite de calcium. L'analyse clinique s'est révélée positive.

Vue le nombre élevé de maladies à caractère hydrique, il est nécessaire de mettre en place le réseau d'adduction d'eau si modeste soit.

En même temps que la distribution d'eau, et pour compléter le cycle, il faut prévoir un système d'élimination des déchets liquides et solides. L'aménagement d'une agglomération c'est aussi la lutte contre les maladies, les vecteurs, les odeurs, ou du moins l'hygiène du milieu.

Notre visite sur place nous a permis de constater que l'assainissement est quasiment nul dans la ville de Ziniaré. Aucune infrastructure d'assainissement n'existe dans cette ville particulièrement dans l'évacuation des eaux pluviales et des eaux usées domestiques. Quant à l'évacuation des excréta, les systèmes mis au point ne sont pas tout à fait satisfaisants. On dépose par ci et là les excréments humains qui sont nuisibles pour la vue et pour la respiration. Nul n'ignore la pollution de l'environnement par ces excréta. Les éléments d'assainissement faisant défaut, le sol est fréquemment souillé et partant les eaux souterraines et de surface.

Quant aux ordures ménagères, elles ne sont pas collectées et évacuées loin des habitations. Les décharges sont improvisées et constituées à ciel ouvert le long des rues ou dans des terrains libres.

Ainsi ces dépôts attirent des rongeurs et des vecteurs tels que les moustiques et les mouches, qui véhiculent certaines maladies infectieuses. L'air également n'est exempt d'odeur désagréable.

.../...

III. - SITUATION FUTURE

Bien que le taux d'accroissement soit un peu fort, la population ne sera pas très importante dans les années à venir. Cependant l'extension du lotissement s'avère nécessaire car les lots actuels sont inférieurs aux demandes. Nous croyons que cette extension de la ville se fera le long de l'axe routier Ouaga-Kaya compte tenu de la topographie du terrain.

Dans le domaine infrastructure, aucun projet à court ~~et~~ moyen terme n'est envisagé. Quant aux équipements collectifs, l'extension du dispensaire-maternité fait partie du plan 1980-1990. Le nombre de lits passera de 12 à 50. Il est prévu la construction d'un centre social, une école primaire de 6 classes vera également le jour, aussi bien qu'un C E G avec internat pour 200 élèves. Pour dynamiser le commerce et lutter contre la hausse excessive des prix, les responsables administratifs ont sollicité l'implantation d'une boutique COMMERCE. Quant aux services, le premier responsable a sollicité un poste de police, un bureau de poste. Ce dernier est présentement jumelé avec la perception.

Dans le domaine de l'eau, les recherches ont abouti à des résultats satisfaisants. Un réseau d'adduction d'eau potable sera très bientôt mis en place. Les études de factibilité sont terminées et il ne reste que l'approbation des services techniques intéressés pour la mise en chantier. Il n'est prévu aucun projet industriel, ni d'élevage ni agricole susceptible de s'intéresser au réseau d'eau. Cette alimentation permettra à la population de consommer à la longue une quantité d'eau suffisante et saine. La consommation moyenne est estimée à 10 l/j/habitant. Le forage actuel permettra d'alimenter la ville pendant une vingtaine d'années. A partir de 2005 les services techniques penseront à faire un autre forage sur la route de Kaya en lieu déterminé par les prospections géophysiques.

Avec le projet de Manganèse de Tambao, la ville de Ziniaré connaîtra une affluence particulière. Ziniaré pourrait servir de grenier pour la ville de Ouagadougou. Devant ces constatations, les besoins en eau vont s'accroître, la pollution prendra des proportions inquiétantes.

L'eau jouant un rôle primordial dans la transmission de certaines maladies infectieuses, force est de constater qu'aucune action n'est envisagée pour l'assainissement du milieu. Le dynamisme qu'apportera l'eau à la masse salariale sera

enrayé par le manque d'hygiène du milieu. Concernant la collecte des ordures, les responsables affirment ne pas avoir de moyens ; de telle sorte qu'aucune action à court et à moyen terme n'est envisagée. Une attention particulière doit être portée sur l'épineux problème qui est la dégradation de l'environnement.

.../...

IV. - DISPOSITIONS TECHNIQUES PROJETEES

1) - Alimentation en eau

Pour satisfaire les besoins en eau de la population plusieurs possibilités se présentent : la possibilité d'offrir l'eau à partir des puits, celle des barrages et celle des forages. Nous analyserons rapidement les avantages et les inconvénients de chacune des solutions ci-citées.

- E'abord les puits : pour satisfaire tout le monde et éviter de longues attentes il faut creuser une multitude de puits. L'inventaire des puits existants a montré que 80% tarissent pendant la saison sèche. Aussi ils sont facilement polluables compte tenu de leur faible profondeur.

- Les barrages : il n'y a aucun site favorable à la construction d'un barrage. Ceux qui existent déjà dans la région ont une retenue de 500 000 m³ à 400 000 000 m³. Le plus important, celui de Loumbila sert à alimenter la ville de Ouagadougou, et sert aussi à irriguer un périmètre maraîcher.

La courbe de tarissement ne nous permet pas de faire une alimentation d'une autre ville à partir de ce lac. Par ailleurs l'adduction d'eau à partir d'un barrage est très coûteuse. Il faut construire une station de traitement, avoir un personnel qualifié et acheter des produits. Pour une ville de moyenne importance, ne présentant aucun projet à court et à moyen terme, la solution de l'alimenter en eau à partir d'un barrage entraînerait un prix du m³ consommé très élevé pour le consommateur, ou une subvention très importante de l'état.

- Les Forages : ceux-ci ont l'avantage de fournir une eau de profondeur. Des prospections géophysiques permettent de localiser les zones de fissuration. Un seul forage d'un débit important peut suffire pour l'alimentation en eau d'une petite ville. Bien que cette solution soit chère au départ, à la longue l'exploitation devient aisée et économique.

Au vue de toutes ces analyses, nous choisissons la dernière solution pour satisfaire les besoins en eau de la ville de Kiniaré.

.../...

Les termes de référence de l'ONE fixe comme objectif à atteindre dans les centres secondaires de la Haute-Volta une capacité d'installation pouvant fournir dès les premières années une consommation de 20 l/hab/jour. Cette consommation progressera et atteindra 50l/hab/jour à l'année d'échéance. La population est estimée à 1900 en 1975 avec un taux d'accroissement annuel de 2,06%. Cependant nous prenons pour ce projet un taux de 4% cela s'explique par le regroupement des villages satellites vers le lotissement et surtout de l'alimentation des villages avoisinants pendant la saison sèche. Aussi la ville de Kinkaré pourrait servir de zone de désenclavement pour la ville de Ouagadougou quand celle dernière sera saturée.

La méthode analytique sera utilisée pour le calcul de l'évolution de la population.

Suivant ces considérations l'évolution de la population est consignée dans le tableau ci-dessous.

Année	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005
Taux d'ac.	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Population	1900	2300	2800	3400	4200	5100	6200

Le projet sera opérationnel à partir de l'année 1985.

Pour évaluer les besoins en eau, nous considérons que le nombre de personnes dans les services reste constant dans le temps mais la consommation augmentera au fil des années. Initialement tous les services existants seront branchés. La consommation d'eau se fera les bornes fontaines, dans les branchements particuliers et dans les services.

Choix de l'échéance du projet. Plusieurs facteurs déterminent notre choix. Il s'agit des ressources disponibles, de l'évolution de la population et de l'évolution de la consommation journalière. Nous dressons le tableau-ci dessous pour montrer l'évolution de la consommation et celle du débit journalier au fil des années.

.../...

Année	1985	1990	1995	2000	2005
cons. spécif. l/h/j	20	30	40	40	50
Population	2 800	3 400	4 200	5 100	6 200
cons. journalière	56 000	102 000	168 000	204 000	310 000

Ce tableau est donné à titre indicatif pour avoir une idée de la consommation journalière. La quantité d'eau maximum que peut fournir notre seul forage, si l'on pompe 24h sur 24h, est égale à 288 m³/jour. Pour déterminer l'échéance de notre projet, nous tenons compte du débit journalier, de la quantité d'eau disponible et de l'amortissement du matériel d'exploitation. Les matériels s'amortissant le plus vite sont ceux de l'électromécanique ; leur durée de vie est de 10 ans si nous considérons ce facteur nous sommes tentés de prendre 10 ans comme année d'échéance. Cela nous paraît très court. De ce fait nous considérons le premier multiple de 10 pour fixer l'année d'échéance. Ainsi nous retenons 20 ans. L'année de calcul sera donc 2005.

La consommation journalière totale sera la somme des pertes et la quantité consommée effectivement. Signalons que les pertes représentent 20% de la consommation totale. Les estimations précises des besoins sont consignées dans un tableau (voir annexe A 1°). De ce tableau nous donnons les résultats suivants :

Année 1985 besoins totaux = 71 m³
Année 2005 besoins totaux = 198 m³

Le réseau de type ramifié sera dimensionné pour pouvoir distribuer la pointe saisonnière et les besoins nécessaires en temps de pointe saisonnière, compte tenu d'un coefficient de 1,5 pour définir la pointe saisonnière et en estimant au 1/10 du débit de cette pointe journalière le débit horaire.

La consommation en jour de pointe à l'horizon 2005 sera 288 m³.

La réalisation du projet suppose que toutes les maisons sont de plein pied.

Nous prévoyons un service incendie dont la réserve de 30 m³ sera intégrée au réservoir.

Ce choix est guidé par le fait que la ville de Ziniaré est démunie de tout

dispositif de lutte contre l'incendie. Une seule prise sera placée au pied du château pour les raisons suivantes : le marché étant le lieu critique un poteau incendie en cet endroit risque d'être manipulé exagérément, ou peut être endommagé par les véhicules, et puis le marché est tout proche du réservoir. La population sera alimentée en bornes fontaines qui seront au nombre de 8. Une borne fontaine alimentera 500 habitants pour une consommation constante de 15l/jour/hab. La distance moyenne entre bornes n'excèdera pas 350 m.

Nous estimons les branchements particuliers à 40 initialement pour atteindre 60 à l'année d'échéance. Ces chiffres ont été choisis par comparaison avec d'autres villes plus importantes en population et déjà équipées en réseau d'eau potable.

Le nombre de personnes alimentées par un branchement particulier est de 8. Leur consommation est estimée de 20 à 50 l/j/hab. max. Ces branchements particuliers ne sont pas localisés, ils sont déterminés en fonction de longueur de chaque tronçon c'est-à-dire proportionnels au longueur de tronçon.

Le réservoir, d'une capacité de 150 m³ représente $\frac{3}{5}$ de la consommation journalière à laquelle il est ajouté un volume de 30 m³ représentant la réserve incendie, il sera construit à l'est de la formation sanitaire du côté droit de la route de Zitenga, sur un terrain hors du lotissement à 50 m de celui-ci et à 300m de la route de Zitenga. En ce lieu la côte du terrain naturel est de 275 m c'est le point le plus haut de la ville.

Les caractéristiques du réservoir sont indiquées comme suit :

volume 150 m³
côte radier 289,7 m
côte sol 275 m
côte niveau bas réservoir 290,7 m
côte niveau haut 294,7 m
côte de refoulement 295,7 m

La détermination des diamètres de canalisations se fait de l'aval vers l'amont de chaque tronçon. Le réservoir étant diamétralement opposé au forage, le réseau sera du type refoulement distribution. Les conduites constituant ce réseau sont en pvc classe 10 bars. Les diamètres calculés vont de 63,2 à ϕ 125,8. Les vitesses sont comprises entre 0,4m/s et 1,15 m. La longueur totale des canalisations

.../...

est de 5730 m. Le débit varie de 1,8 l/s à 12,5 l/s. La pression générale est partout supérieure à 8 m. Les tranchées des canalisations auront une largeur de 0,6 m et 1 m de terre de remblai au dessus de la génératrice supérieure. Cela permettra une bonne isolation thermique et une répartition équilibrée des surcharges. Quant à la station de pompage, elle sera construit à côté du forage. Elle aura une superficie de 36 m² soit 4 × 9 et comprendra : une salle de machines pour 2 groupes électrogènes de 10kwa chacun, un bureau et un magasin de stockage du matériel. Signalons que les deux groupes électrogènes ne marcheront pas simultanément ; l'un servira de groupe de secours pendant que l'autre est en marche. L'eau sera pompée et refoulée au réservoir à l'aide d'une pompe immergée dont les caractéristiques sont les suivantes :

$$Q = 11 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{HMT} = 77 \text{ m}$$

Le temps de pompage est de 18h.

Avant d'être distribuée à la population, l'eau sera traitée par addition de chlore au moyen d'une pompe doseuse. Cette pompe sera installée dans une salle annexe qui sera construite à 2 m du forage ce dernier est situé environ à 1000 m du centre ville c'est à dire à partir de la borne astronomique placée près de la sous-préfecture et à 150 m du côté ouest de la route de Sawana. Il est situé à la côte 266 environ. Sa profondeur est de 61 m avec un niveau statique situé à 25,49 m par rapport au sol. Le débit est estimé à 11,5 m³/h.

Le gas-oil utilisé pour l'alimentation du groupe électrogène sera stocké dans un fût de 5000 litres assurant ainsi une autonomie de fonctionnement de 3 mois. Le fût sera placé à l'air libre non loin de la station sur des plots.

L'automatisme et la sécurité seront mises en place. Une protection basse (bougie de contact) reliée à l'armoire de commande, permettra l'arrêt automatique de la pompe en cas de dejaugage, dû à un incipient de fonctionnement du forage. Une ligne pilote à deux conducteurs assurera l'arrêt des pompes par une bougie au niveau haut du réservoir. Elle sera raccordée au relai sensible de l'armoire de commande.

.../...

IV - 2°) - Assainissement.

L'assainissement urbain est un facteur non moins important dans le développement socio-économique d'une communauté. C'est avec regret que nous constatons que ce domaine est souvent négligé par les services compétents. Le cas de Ziniaré mérite une attention particulière. Notre étude tient compte des moyens dont dispose la municipalité pour exécuter les différents projets. Ainsi notre premier souci est de proposer des solutions qui soient facilement réalisables avec peu de moyens. Pour drainer les eaux pluviales nous mettons en place deux collecteurs principaux en terre. Ces canaux auront une section trapézoïdale. Le fruit des berges est égal $1/2$. Ces collecteurs appelés C₁ et C₂, déverseront respectivement des débits de 4,21 m³/s et 2,5 m³/s. Pour la localisation de ces collecteurs voir à l'annexe B assainissement plan du réseau. Leur longueur respective est de 1340 m et 1360 m avec une pente de 3‰. Le canal C₁ aura une profondeur de 1,5 m et une largeur en base de 1,3 m. Quant au C₂, il aura une profondeur 1,5 m et une largeur de 1,1 m. Ces deux collecteurs principaux recevront les eaux des canaux secondaires qui seront réalisés par inclinaison de la lame du Bulldozer lors du tracé des rues.

Pour ce qui concerne les eaux usées domestiques à savoir les eaux de cuisine, les eaux de lessive et les eaux des douches nous préconisons l'évacuation individuelle. Chaque propriétaire de parcelle construira une fosse fixe à parois perméables. Le diamètre sera compris entre 1 et 1,5 m. La profondeur n'excedera pas 5 m pour éviter la pollution des nappes souterraines - (voir fig. n°3)

A l'état actuel des choses, la protection du sol et des nappes souterraines requiert une grande importance. Aussi nous devons agir pour arrêter la prolifération des vecteurs et des odeurs. C'est pourquoi l'évacuation des excreta constituera une partie non moins négligeable de notre étude. Nous savons que l'évacuation inadéquate et insalubre des fèces humains infectés conduit à la contamination du sol et des sources d'eau. Il est intéressant de noter que toutes les maladies infectieuses et épidémiques peuvent être éliminées par une évacuation saine des excréta. Voir fig. n°1 à l'annexe B. Notre objectif technique de ce type d'évacuation est d'isoler les excréments de manière à isoler les agents infectieux. Pour l'efficacité de notre assainissement, la compréhension, le soutien et la participation des populations intéressées sont nécessaires. Une amélioration technique du milieu sans éducation d'hygiène s'avère inutile. Pour nous cette éducation doit être basée sur les coutumes,

les traditions et les croyances locales.

Pour permettre à toutes les familles de réaliser notre projet nous avons cherché des solutions simples et économiques c'est-à-dire des solutions raisonnables. Compte tenu des revenus faibles des habitants et des nombreux avantages qu'offrent les cabinets à fosse (fig. 2), nous préconisons la construction de ceux-ci pour les gens qui n'ont pas de branchement individuel et les fosses septiques pour ceux disposant de branchement particulier. Sur le marché, dans les écoles et dans les lieux de rassemblement occasionnel la construction de cabinets à fosse public serait intéressant. L'emplacement de tout cabinet doit être situé à 15 m au moins de tout puits et à 6 m des habitations. Une super-structure protégera l'ensemble de la pluie, du soleil, du vent ect...

La fosse sera munie d'un couvercle à manche pour faciliter la manipulation de celui-ci. Les cabinets à fosse individuels seront ronds ou carrés. Les dimensions varieront de 0,9 m à 1,20 m de diamètre ou de côté et de 1,8 à 5 m de profondeur. Le volume de la fosse sera déterminé en fonction du nombre d'usages et de la nature des objets de nettoyage.

Tout comme les excréta, les résidus domestiques, composés d'eau, de matières minérales et de matières organiques peuvent être dangereux. Alors il faut leur réserver une place spéciale. Une étude précise devrait permettre de déterminer la quantité journalière par habitant. Faute de celle-ci, nous estimons cette quantité de 0,2 à 0,3 kg/hab/jour. Compte tenu des moyens dont dispose la municipalité et la population, la collecte et l'évacuation des ordures de la ville de Ziniaré se pose avec acuité. Toutefois un minimum d'effort est demandé à tout un chacun. En empêchant la multiplication des rongeurs et des vecteur, certaines maladies sont éliminées et partant de l'argent est gagné. C'est pourquoi nous suggérons à la population et à l'autorité compétente, la construction, dans chaque famille, d'une fosse à ordure. Cette fosse de forme rectangulaire aura des dimensions de 2 à 3 de largeur et de 4 à 6 m de longueur. La profondeur de la fosse n'excèdera pas 2 m. L'usage de cette fosse consiste à un étalement des déchets et à les couvrir d'une couche de terre. L'effluent liquide s'infiltrera et la matière se décomposera. De cette façon, les odeurs et les mouches seront éliminées.

D'une façon générale, l'enlèvement et l'élimination des déchets solides empêchera la multiplication des mouches, l'installation de réseau de drainage pour les eaux de surface et de systèmes d'évacuation des eaux usées limitera les moustiques et une observation des règles en construction évitera les rongeurs. Tout ceci
../...

contribuera à la prévention de certaines maladies.

IV - 3°) - Autres équipements

Parmi les équipements collectifs déjà en projet nous accordons une importance particulière à la construction de l'école ; nous proposons en outre l'aménagement du terrain de football. Les espaces libres laissés par le plan d'urbanisme ne permettent pas un emplacement de nouvelle aire de jeu dans la zone lotie. L'ancien terrain placé hors du lotissement est situé sur un terrain assez plat ; cependant il est nécessaire de l'aménager. La ville de Ziniaré, située à 15 kilomètres de Loumbila doit être raccordée au réseau qui arrive dans la station de pompage du laâ. Ce raccordement éviterait des dépenses supplémentaires pour la construction d'une centrale thermique.

L'axe principal ainsi que les portions de route Ziniaré-Zitenga et Ziniaré-Sawana doivent être reconstruites en égard aux nouvelles dispositions d'assainissement.

.../...

V - ASPECT ECONOMIQUE DE L'AMENAGEMENT

Cette étude concerne la réalisation des équipements que nous avons projetés et dont leur mise en place est fondamentale. Il s'agit de l'adduction d'eau, de la construction d'une école à 6 classes plus le logement du directeur, du projet d'assainissement et du projet de construction de rues. Les connaissances financières étant limitées, les valeurs que nous donnons sont à titre indicatif.

- Approvisionnement en eau

coût total = 41 millions

- Construction des canaux d'assainissement

coût total = 14,5 millions

Les hypothèses de calcul de ces deux aménagements sont en annexe A et B

- Voirie

le calcul est fait sur la base de 12 millions par km.

longueur totale de rue = 3,46 km

coût des travaux = $3,46 \times 12\ 000\ 000 = 41,5$ millions

- Construction de l'école

les hypothèses de calcul sont les suivantes :

chaque élève occupe une surface d'1 m²

nombre d'élèves par classe : 80

prix du mètre carré construit 120 000 CFA

Le coût de la construction s'élève à $120\ 000 \times 80 \times 6 = 5,76$ millions.

Le coût du logement du directeur est estimé à 1/3 du coût des classes soit $1/3 \times 5,76 = 1,92$ millions.

coût total école = 7,68 millions

Le coût estimatif de notre aménagement est la somme de ces différents chapitres. Il s'élève à 104,68 millions que nous arrondissons à 105 millions.

Coût total = 105 M

.../...

VI - INFLUENCE DES AMENAGEMENTS SUR LE DEVELOPPEMENT DE LA VILLE ET IMPACT SOCIO-
ECONOMIQUE.

L'aménagement sera à coup sûr un élément de décollage de la ville dans son processus de développement. En urbanisme le tracé correct des rues assure une aération de la ville, présence la pureté de l'air ce qui permet d'avoir un milieu viable. L'urbanisation offre de grandes possibilités d'améliorer le niveau de vie, l'instruction et les conditions de logement. La population connaîtra un accroissement rapide, la ville se modernisera et s'aggrandira avec les nouvelles constructions. La propreté de la ville sera garantie. L'approvisionnement en eau et l'évacuation des déchets liquides et solides sont considérés comme des services de santé et des services sociaux. L'amélioration des conditions d'hygiène crée un état de bien être favorable au développement. Un bon réseau distribuant une eau saine constitue un facteur essentiel du développement économique et social. Du point de vue de la santé, l'existence d'un tel réseau offre comme avantage d'éviter l'utilisation d'eau polluée et d'assurer un approvisionnement suffisant pour l'hygiène personnel. Ainsi le nombre de cas de maladies à caractère hydrique sera réduit. L'évacuation judicieux des excréta réduira également la morbidité due aux maladies transmises par les excréments. Tout cela contribue à donner santé et vigueur à la population, qui atteint ainsi une plus grande productivité dans tous les domaines. Toutes les conditions de mener une bonne vie étant réunies, l'exode des jeunes vers Ouagadougou sera limité.

.../...

VII. - CONCLUSION GENERALE

L'aménagement des petites agglomérations mérite une attention particulière de la part des responsables politiques et administratifs de la Hte-Volta. Il faut donc accorder toute l'importance à la santé publique à la sécurité, au confort et au bien être.

Il est inutile de dresser des plans si les moyens de les réaliser n'existent pas ; car il arrive très souvent que les projets d'intérêt social soient oubliés par manque de moyens. Par conséquent il faut que les particuliers ou les personnes morales acceptent d'aider financièrement ou matériellement l'état pour ses efforts d'équipement ; ainsi ils participeront au développement de la Haute-Volta.

Un aménagement sans la participation communautaire est noué à l'échec c'est pourquoi il faut associer les différentes couches sociales (responsables administratifs, les chefs coutumiers, les religieux) à l'élaboration du plan d'étude.

Nous ne cesserons d'insister sur la nécessité d'éduquer ceux pour qui nous travaillons. Tous les dispositifs projetés ne seront rentables que s'il y a un minimum d'entretien.

L'étude déjà commencée mérite d'être poursuivie sur le plan technique et sur le plan économique.

Ce mémoire m'a été bénéfique, il m'a permis d'apprécier l'intérêt du sujet traité et d'approfondir ma connaissance dans les différents domaines qui sont l'A E P, l'Assainissement et l'Urbanisme.

Enfin je ne peux que louer et encourager les efforts de la direction de l'EIER pour le maintien du mémoire de fin d'études, mémoire qui permet d'évaluer l'esprit critique de l'élève ingénieur.

B I B L I O G R A P H I E

- E.G WAGNER et J. N. LANOIX. Approvisionnement en eau des zones rurales et des petites agglomérations O N S 1961.
- J. VARRET cours d'adduction d'eau potable EIER 1978
- C. GOMELLA et H GUERREE - La distribution d'eau dans les agglomérations urbaines et rurales ; édition Eyrolles 1970.
- ANDRE SAURIN : Les résidus ménagers : traitement-collecte et composition; édition Eyrolles 1967.
- E. G WAGNER et J. N. LANOIX. Evacuation des excreta dans les zones rurales et les petites agglomérations O N S 1960.
- Comité d'Experts de l'OMS. L'urbanisme et l'aménagement urbain dans leurs rapports avec l'hygiène du milieu OMS 1965.
- GUERREE, C GOMELLA et B BALETTE.
Pratique de l'assainissement des agglomérations urbaines et rurales
édition Eyrolles 1970.

A N N E X E A

Adduction d'eau potable

1) - Estimation des besoins

a) - Repartition de la population

Population	Année 1985		Année 2005	
Populations totale	2800	2800	6200	6200
Population en BP	40 x 8	320	60 x 8	480
Population en BF	2800 - 320	2480	6200 - 480	5720

Remarque : La population à l'année d'échéance a été calculée par application de la formule suivante :

$$P_n = P_0 (1 + \alpha)^n$$

avec P_n = Population à l'année n

P_0 = population à l'année de départ

α = taux d'accroissement annuel

n = nombre d'année.

b) - tableau des besoins

Consommateurs	Année 1985		Année 2005	
consommation eu BP	20 x 320	6400	50 x 480	24 000
consommation eu BF	2480 x 15	37200	5720 x 15	85800
S/P - service	11 x 10	110	11 x 15	165
- logement	2 x 20 x 8	320	2 x 50 x 8	800
- service	forfait	50	forfait	100
élevage - logement	8 x 20	160	50 x 8	400
OF NACER	15 x 10	150	15 x 15	225
- service	forfait	50	forfait	100
eaux et forêts - logement	8 x 2 x 20	320	50 x 2 x 8	800
gendarmerie	10 x 10	100	10 x 15	150
ORD	forfait	80	forfait	100
garage administratif	forfait	100	forfait	150
for format. sanit. - service	200 x 12	2400	50 x 200	10 000
- logement	2 x 8 x 20	320	2 x 8 x 50	800
station essence	forfait	50	forfait	80
école - groupe	10 x 432	4320	15 x 800	12 000
- logement	8 x 20	160	50 x 2 x 8	800
CEG	-	-	50 x 200	10 000
abattoir			10 x 50	500
gare routière	800	800	1000	1000
marché	$\frac{1}{4} \times 5 \times 2400$ 2400	3500	$\frac{1}{4} \times 5 \times 6200$	10250
total	56590	56590		158220
besoins totaux	56590 x 1,25	70738	158220 x 1,25	197775

Remarque : les besoins sont en litre/s et seront arrondis en m³ soit 71 m³ et 198 m³

2°) - Tableau des débits d'équipement et des côtes piézométriques

Pour un fonctionnement correct, il faut dans la conduite une côte piézométrique Z^* telle que :

$$Z^* = Z_{\max} + J_1 + J_2 + \Delta H$$

avec Z_{\max} = altitude du robinet le plus élevé ici $Z_{\max} = Z + 1$

J_1 = perte de charge dans le compteur

J_2 = perte de charge dans les canalisations internes

ΔH = pression à la sortie du robinet.

Consommateurs	débit d'équipement		calibre du compteur	J_1	J_2	ΔH	Z_{\max}	cote piézo.
	l/s	m ³ /h						
BF	0,4	1,44	5	1	1	3	Z+1	Z+6
BP	0,65	2,34	5	2,5	2	3	Z+1	Z+8,5
S/P	1	3,6	7	3	3	3	Z+1	Z+10
elavage	0,62	2,23	5	2,5	2	3	Z+1	Z+8,5
UFNACER	0,5	1,8	5	1	2	3	Z+1	Z+7
eaux et forêts	0,8	2,88	7	2	2	3	Z+1	Z+8
gendarmerie	0,5	1,8	5	1	2	3	Z+1	Z+7
ORD	0,5	1,8	5	1	2	3	Z+1	Z+7
format. sanitaire	1,7	6,12	10	4	3	5	Z+1	Z+13
station essence	0,5	1,8	5	1	2	3	Z+1	Z+7
école	1,05	3,78	7	1,5	3	3	Z+1	Z+8,5
CEG	3	10,8	20	3	3	3	Z+1	Z+10
abattoir	1,05	3,78	7	1,5	3	3	Z+1	Z+8,5
gare routière	0,60	2,16	5	2,5	2	3	Z+1	Z+8,5
marché	0,8	2,88	7	2	2	3	Z+1	Z+8
garage adm.	0,5	1,8	5	1	2	3	Z+1	Z+7

Remarque : Les débits d'équipement sont calculés par la formule de simultanéité $Q_p = \frac{Q_i \times N}{N-1}$ avec Q_p = débit d'équipement
 Q_i = débit unitaire du robinet i
 N = nombre de robinets

3°) - Nombre de branchements particuliers par tronçon

Le nombre de branchements particuliers est proportionnel à la longueur de chaque tronçon. Ce nombre est donné par la formule ci-dessous.

$$\text{nbre } B_p = \frac{60 \times x}{y}$$

avec 60 = branchements totaux à l'échéance
 x = longueur du tronçon considéré en m
 y = longueur totale des tronçons.

Tronçon	longueur en cm		longueur en m		nombre de branchements
	Agglomération	hors Agglom.	Agglomérat.	hors Agglom.	
F ₁ - A		17,5		350	
A' - A	17		340		4
A - B ₁	17,5		350		4
A - C	18		360		4
C - B ₃	36		720		8
C - D	5,5		110		1
D - B ₆	13,5		270		3
D - E	13,5		270		3
E - R	29,5	5	590	50	7
E - B ₅	19,5		390		4
C - F	28		560		6
F - B ₇	20		400		5
F - G	30		600		7
E - B ₄	18,5		370		4

La conception de l'ouvrage a été donc faite de la manière la plus simple qu'il en soit afin d'éviter son coût élevé. Dans cet ordre d'idées, la mise en place d'un déversoir en béton n'est pas justifiable car un tel déversoir coûterait trop cher et rendrait le barrage non rentable. (Nous avons juste une petite retenue à vacation humaine et pastorale.)

Pour pouvoir assurer sa sécurité, nous avons proposé d'amorser les deux bouts de la digue pour évacuer ainsi la crue centenaire de 60 m³/sec (crue du projet).

Il est susceptible que des modifications aient lieu au cours de sa réalisation.

Bien que l'aspect économique du sujet n'ait pas été touché, nous sommes particulièrement satisfaits du travail de ce mémoire car il nous a donné l'occasion de nous mettre en contact avec le terrain. Nous avons eu connaissance de beaucoup de choses à savoir le choix du site d'un barrage, le levé topographique d'une surface... Cet exercice de relevé topographique nous a permis de connaître les difficultés qu'on peut avoir sur le terrain.

Bref, nous demeurons persuadés que cette expérience nous servira pour bien d'autres cas car il faut le dire, il n'est pas toujours possible dans la plupart de nos pays de disposer de toutes les données nécessaires à la réalisation de petits projets de cette taille - ci./.

5°) - Calcul des diamètres et optimisation du réseau

Les diamètres sont déterminés par tâtonnement à partir des débits équivalents qui passent dans les différents tronçons.

Le débit équivalent est calculé par la formule suivante

$$Q = Q_{\text{aval}} + 0,55 Q_{\text{route}}$$

$$Q_{\text{route}} = Q_{\text{amont}} - Q_{\text{aval}}$$

Pour l'optimisation du réseau, on cherche le chemin critique c'est-à-dire celui qui a imposé la cote du radier. Partant de ce chemin on cherche à minimiser le coût du réseau. Pour cela il faut jouer sur les diamètres des canalisations du chemin critique sans changer celui-ci. Une étude économique très rapide permet de choisir la cote de radier qui donne un coût assez bas.

Dans notre étude, le chemin critique est : R - E - D - C - A - B;
La cote de radier retenue est 14,7 m. on s'arrête à cette valeur car le terrain est plus haut vers Guilongou et si on devait alimenter cette zone il faut pouvoir assurer la pression nécessaire. Tous les résultats sont consignés dans le tableau intitulé calcul des diamètres.

.../...

b) - Récapitulatif pour la commande des canalisations

Tronçon	φ			
	63,2	78,2	97,4	125,8
F-A'		350		
A-A'		340		
A-B ₁			350	
C-A				360
C-B ₃		720		
F-G	600			
F-B ₇	400			
C-F			560	
D-C				110
D-B ₆	270			
E-D				270
E-B ₄	370			
E-B ₅	390			
R-E				640
total	2030	1410	910	1380

6) - Structure des pressions du réseau

nœud	tranchée (amont)	φ	cote piézo amont	h _l	cote piézo rive aval	cote au sol	Pression disp.	pression demandée	observation
R					289,5	275	14,7	13	cote rive 14,7 radier
E	RE	125,8	289,5	2,9	286,6	272	14,6	13	+1,6 passable
B ₅	EB ₅	63,2	281,6	1,60	280	271,50	8,5	8,5	o très bon
B ₄	E-B ₄	63,2	282,5	1,50	281	272,5	8,5	8,5	o très bon
D	E-D	125,8	286,6	1,30	285,3	269,70	15,6	8,5	+7,1 fort
B ₆	D-B ₆	63,2	280,1	1,10	279	270,50	8,5	8,5	o bon
C	D-C	125,8	285,3	0,50	284,8	269,30	15,5	8,5	+7 un peu fort
F	C-F	97,4	283,4	2	281,5	268,90	12,6	9	+3,6 bon
B ₇	FB ₇	63,2	281,5	2,50	279	270,50	8,5	8,5	o
G	FG	63,2	280,8	3,70	277,1	268,60	8,5	8,5	o
B ₃	CB ₃	78,2	281,6	2,3	279,3	270,80	8,5	8,5	o
A	CA	125,8	284,8	1,80	283	267,50	15,2 15,2	10	5,2 bon
B ₁	AB ₁	97,4	283	6	277	268,50	8,5	8,5	o
A'	AA'	78,2	279,8	2,6	277,2	266,40	10,8	10	+0,8

N.B : De façon générale les pressions sont satisfaisantes.

7°) - Calcul de la station de pompage et de la conduite de refoulement

a) - Choix du diamètre économique

Le choix est dicté par des considérations techniques et économiques, il faut limiter la consommation d'énergie donc les pertes de charge tout en réduisant l'investissement.

Le diamètre économique est donné par la formule de Brest

$$D = 1,5 \sqrt{Q}$$

Q est le débit de refoulement exprimé en m³/s

D = diamètre cherché est en m.

$$D = 1,5 \sqrt{3,19 \cdot 10^{-3}} = 0,0847$$

Le diamètre le plus proche est 0,085 donc nous retenons D = 78,2

b) - Détermination de la hauteur manométrique totale (HMT)

Côte du forage 266

Hauteur de refoulement est : 295,7 - 266 = 29,7

le niveau dynamique est - 34,83 m

la hauteur géométrique vaut

$$H_g = 34,83 + 29,7 = 64,53$$

$$HMT = H_g + P_c$$

la perte de charge dans le refoulement est de 12 m

$$HMT = 64,53 + 12 = 76,53$$

c) - Calcul de la puissance du groupe électrogène

- Puissance pompe

$$P_p = \frac{\gamma Q H_{mt}}{\eta}$$

γ = poids spécifique

$$= \frac{1000 \times 9,81 \times 11 \times 77}{0,7}$$

η = rendement = 0,7

Q = débit en m³/s

$$P_p = 3,29 \text{ kw}$$

- Puissance du moteur

.../...

Si la puissance de la pompe est inférieure à 4 kw alors la puissance du moteur vaut : $P_M = P_p \times 1,3$

$$= 3,29 \times 1,3 = 4,28 \text{ kw}$$

Puissance du groupe : elle est égale à $\frac{P_M}{\cos}$ ici $\cos = 0,8$

$$P_G = \frac{P_M}{0,8} = \frac{4,28}{0,8} = 5,35 \text{ kva}$$

Nous arrondissons cette valeur à 10 kva soit 13,58 cv
consommation horaire du groupe :

ou soit 1cv consomme 0,25 l/h

$$\text{Cons.} = 0,25 \times 13,58 = 3,40 \text{ l/h}$$

D	HMT	P_p	P_M	P_G	cons.
78,2m	77 m	3,29 kw	4,28 kw	10 kva	3,40 l/h

.../...

8°) - Calcul du coup de bélier

$$\Delta P = \frac{a v_0}{g}$$

avec a = vitesse de propagation des ondes dans la canalisation

v_0 = vitesse de l'écoulement de l'eau en m/s

g = accélération de la pesanteur = 9,80

a est donné par la formule suivante (Alliévi)

$$a = \frac{99000}{\sqrt{48,3 + k \frac{D}{e}}}$$

$$k = \frac{10^6}{E} \quad \text{pour le pvc } k = 33,3$$

E = module d'élasticité de la matière

$\frac{D}{e}$ = rapport diamètre intérieur de la canalisation/épais.

Le coup de bélier aura 1 vitesse maximum en considérant la canalisation de refoulement de plus faible diamètre et donc où la vitesse est la plus grande

$$e = \frac{D-d}{2} = \frac{90 - 78,2}{2} = 5,9 \text{ mm}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + \frac{33,3 \cdot 78,2}{5,9}}} = 447,4$$

$$P = \frac{0,65 \times 447,4}{9,8} = 29,67 \text{ soit } 30 \text{ m}$$

La pression dans la conduite est donnée par $P = H_g \pm \Delta P$

on prend H_g parce que les pertes de charge n'interviennent pas puisque la colonne d'eau est arrêtée. Les valeurs extrêmes sont les suivantes

$$P_1 = 64,53 + 30 = 94,53 \text{ m}$$

$$P_2 = 64,53 - 30 = 34,53 \text{ m}$$

La pression P_1 est < 10 bars (100 m de hauteur d'eau) valeur de la pression de service des canalisations utilisées et la pression P_2 reste > 0

Donc il n'y a pas lieu de prévoir la protection contre les effets du coup de bélier.

.../...

9) - Détermination du prix du m³ d'eau.

L'étude est faite à partir des besoins estimés en 1995. C'est l'année du renouvellement de la première partie du matériel.

D'autre part nous ne possédons pas les éléments qui permettraient de présenter un calcul de liquidité ; à savoir les sources de financement.

Les incidences de la partie financière étant limitées, notre étude ne portera que sur les frais d'investissement et les frais d'exploitation. Elle se compose de 3 parties.

- A - investissement
- B - partie fixe
- C - charges proportionnelles

A - INVESTISSEMENTS

a) - Canalisation

diamètre	longueur	prix/ml	prix total
63,2	2 030	1 835	3 725 050
78,2	1 410	2 363	3 331 830
97,4	910	2 743	2 496 130
125,8	1 380	4 229	5 836 020
TOTAL			15 389 030

b) - Genie civil

- Réservoir

$$4m + 0,3 \times 10 + 0,5 \times 4,7 = 9,35 \text{ M}$$

- Forage

$$61 \times 70\ 000 = 4\ 270\ 000\ 000$$

.../...

- Bâtiment

$$9 \times 4 \times 60\,000 + 2 \times 1,5 \times 60\,000 = 2\,340\,000$$

T O T A L = 15 960 000 CFA

e) - Robinetterie

- poteau incendie	: 350 000 CFA	350 000	CFA
- Compteurs	8 × 80 000 =	640 000	
	47 × 20 000 =	940 000	
	5 × 30 000 =	150 000	
	1 × 50 000 =	50 000	
	1 × 100 000 =	100 000	
- Bornes fontaines	8 × 150 000 =	1 200 000	
T O T A L	:	3 430 000	CFA

d) - Electromécanique

- pompe			
	$3,85 \times 70\,000 \times 2 =$	539 000	
- colonne pompe			
	$37 \times 7\,500 =$	277 500	
- groupe électrogène			
	$2 \times 180\,000 \times 10 =$	3 600 000	
- stérilisateur			
	$150\,000 \times 11 =$	1 650 000	1.650.000
T O T A L	:	66 066 500	CFA.

Le total des investissements se chiffre à : 40 845 530

soit 41 000 000 CFA.

B - PARTIE FIXE

1) - Charges d'entretien.

- Canalisation		
	$15\,389\,030 \times 2\%$	= 307 781
- Genie civil		
	$159\,600\,000 \times 2\%$	= 319 200
- Robinetterie		
	$3\,430\,000 \times 3\%$	= 102 900

.../...

- Electromécanique

$$6\ 066\ 500 \times 4\% = 242\ 660$$

$$\text{T O T A L} = 972\ 541 \text{ CFA.}$$

2) - Frais du personnel

- Chef du réseau

$$(66\ 000 + 25\% + 5\ 000) \times 12 = 1\ 050\ 000$$

- plombier et Electromécanicien

$$(53\ 000 \times 1,25 + 5\ 000) \times 12 \times 2 = 1\ 710\ 000$$

- 1 gardien

$$12 \times 20\ 000 \times 1,25 = 300\ 000$$

$$\text{T O T A L} = 3\ 060\ 000$$

3) - Frais divers = 300 000

C - Charges proportionnelles

$$Q \text{ pompée} = 52743 \text{ m}^3$$

$$Q \text{ vendu en BF} = 20\ 805 \text{ m}^3$$

$$Q \text{ vendu en service} = 13\ 651 \text{ m}^3$$

$$Q \text{ vendu en BP} = 6\ 891 \text{ m}^3$$

$$Q \text{ total vendu} = 41347 \text{ m}^3$$

$$\text{Quantité non vendue} = 11396 \text{ m}^3$$

Prix de stérilisation

$$52\ 743 \times 5 = 263\ 715$$

gas-oil consommé

$$59 \times 52\ 743 = 3\ 111\ 837$$

$$\text{dépense totale} = 7\ 708\ 093 \text{ F.CFA.}$$

Recette

en B F

$$70 \times 20\ 805 = 1\ 456\ 350$$

Solde = Dépense - recette

$$7\ 708\ 093 - 1\ 456\ 350 = 6\ 251\ 743$$

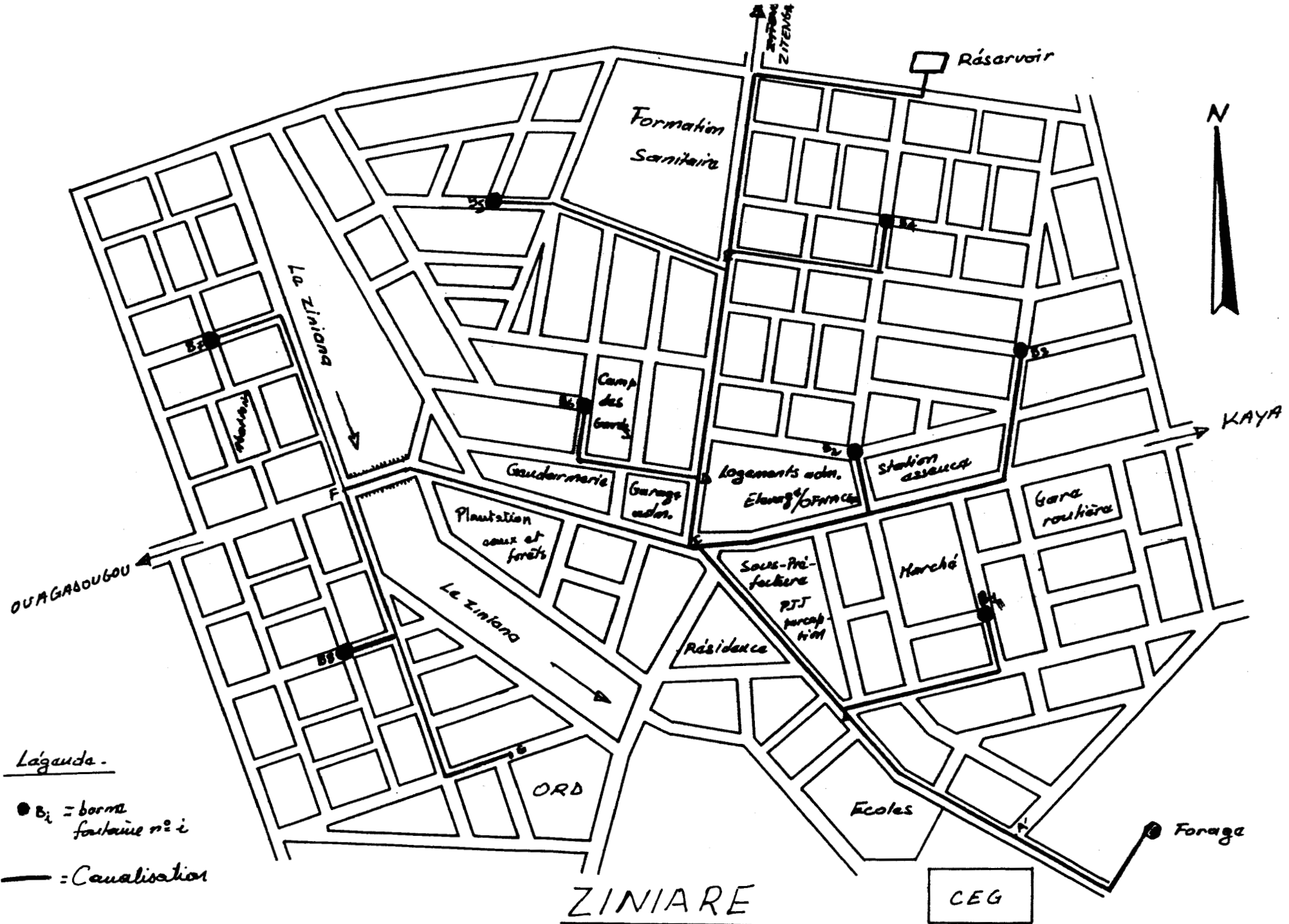
Prix du m³ à supporter par les branchements particuliers et les services.

$$P = \frac{6\ 251\ 743}{20542} = 304 \text{ CFA.}$$

$$20542$$

P du m ³ = 304 CFA

.../...



Légaude.

● B_i = borne fontaine n° i

— = Canalisation

ZINIARE
PLAN DU RESEAU de distribution

A N N E X E B

1°) - Dimensionnement des canaux

Nous utilisons la méthode superficielle pour calculer le débit d'eau à évacuer. Les canaux sont en terre non revêtus. La surface à drainer est divisée en deux zones appelées respectivement zone A et B.

Dans ces zones la surface des terrains non bâtis est négligeable.

Nous considérons la surface à assainir comme une zone d'habitation moins dense avec un coefficient de ruissellement $C = 0,4$.

Pour le calcul des débits nous utilisons la formule adaptée à la zone soudano-sahélienne.

$$Q = 850 \times I^{0,20} \times C^{1,11} \times A^{0,80}$$

avec I = pente moyenne

C = coefficient de ruissellement

A = surface à assainir en ha.

Pour la zone A on a :

$$I = 5\%$$

$$C = 0,4$$

$$A = 99 \text{ ha}$$

$$Q = 850 \times (0,005)^{0,20} \times (0,4)^{1,11} \times 99^{0,80} = 4,21 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pour déterminer les dimensions du collecteurs (C_1) nous utilisons la formule de Strickler tel que

$$Q = K S I^{1/2} R^{2/3}$$

avec . K = coefficient de Strickler = 40

S = section mouillée

i = pente du canal

r = rayon hydraulique = $\frac{S}{X}$

X = périmètre mouillé.

Les sections des canaux sont trapézoïdales

.../...

Nous faisons l'hypothèse que la hauteur d'eau dans le canal est égale à la largeur en base du canal. Le fruit est = 0,5

si b est la base
y la hauteur d'eau
m le fruit

les relations suivantes permettent de calculer y .

$$X = b + 2y \sqrt{1 + m^2}$$

$$S = y (b + m)$$

Pour le collecteur (C_1) avec $Q = 4,21 \text{ m}^3/\text{s}$ le calcul fait nous donne $y = 1,3$

si nous prenons une revanche de 0,2 m on a $h = 1,5 \text{ m}$

De même nous calculons le débit à évacuer dans la zone B. Dans cette zone les valeurs des paramètres sont les suivantes

$$I = 8\text{‰}$$

$$C = 0,4$$

$$A = 45 \text{ ha}$$

$$Q = 850 I^{0,20} C^{1,11} A^{0,80}$$

$$= 850 \times (0,008)^{0,20} (0,4)^{1,11} \times (45)^{0,80} = 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

La formule de Strickler $Q = K S I^{1/2} R^{2/3}$ permet de calculer la hauteur h du canal.

En utilisant les mêmes hypothèses que ci-dessus le calcul nous donne $y = 1,1 + 0,2 = h = 1,3$

2°) - Coût du projet

Dans cette partie, nous considérons le coût de la construction des canaux principaux - Les rigoles seront construites en même temps que le tracé des rues donc leur prix sera intégré dans le coût de la voirie.

Pour le collecteur (C_1) on a :

$$\text{la longueur } L_1 = 1540 \text{ m}$$

$$\text{la section } S_1 = 3,15 \text{ m}^2$$

$$\text{volume de terre enlevée } v_1 = 4221 \text{ m}^3$$

Pour le collecteur (C_2) on a également

$$\text{longueur } L_1 = 1360 \text{ m}$$

.../...

Section $S_2 = 2,21 \text{ m}^2$

Volume de terre $v_2 = 3006,6$ soit 3006 m^3

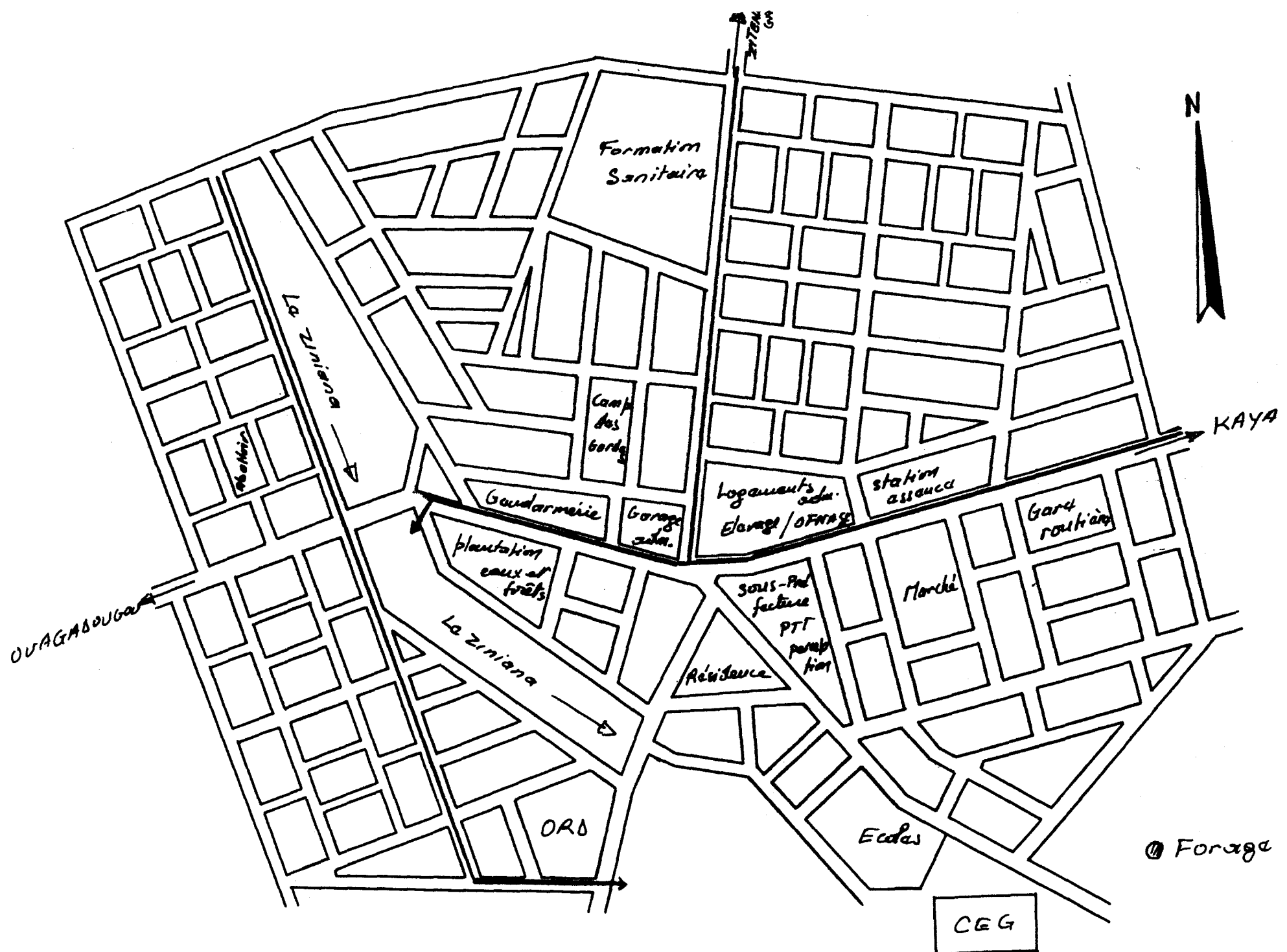
Le volume total de terre à enlever est :

$$v = v_1 + v_2 = 7227 \text{ m}^3$$

Si un m^3 de terre vaut $2\,000 \text{ FCFA}$, le coût du projet est égal :

$$C = 2\,000 \times 7227 = 14\,454\,000$$

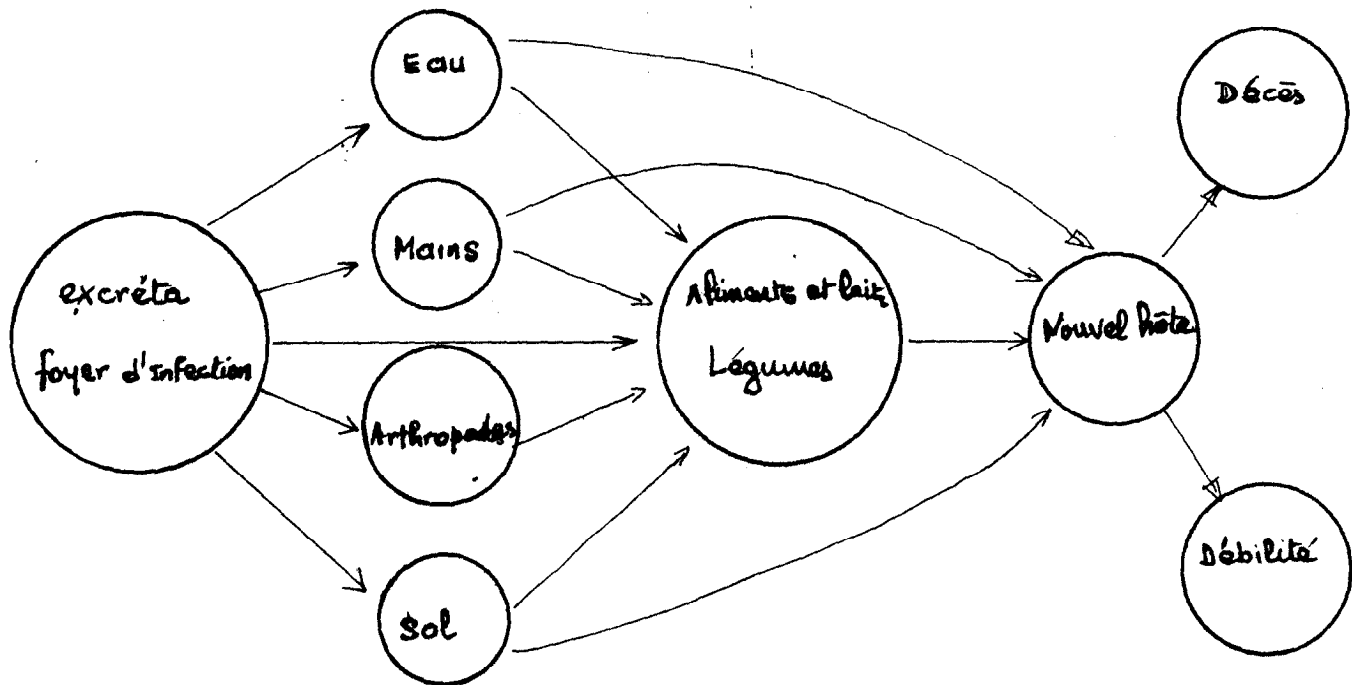
$C = 14,5 \text{ millions}$



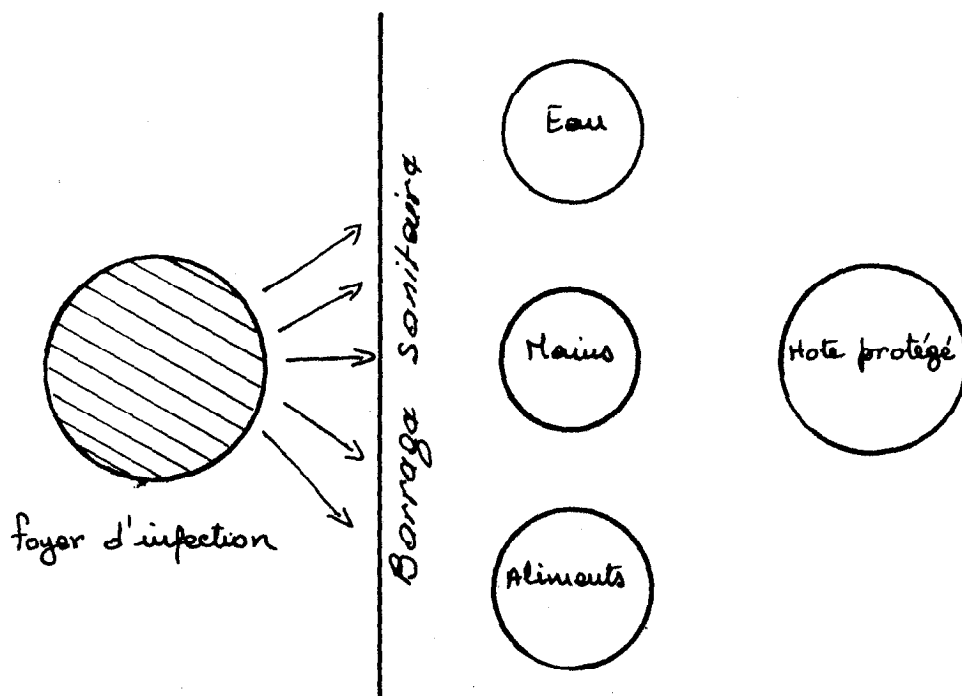
ZINIARE

Plan du réseau d'assainissement

Fig. 1. TRANSMISSION DE LA MALADIE A PARTIR DES EXCRETA

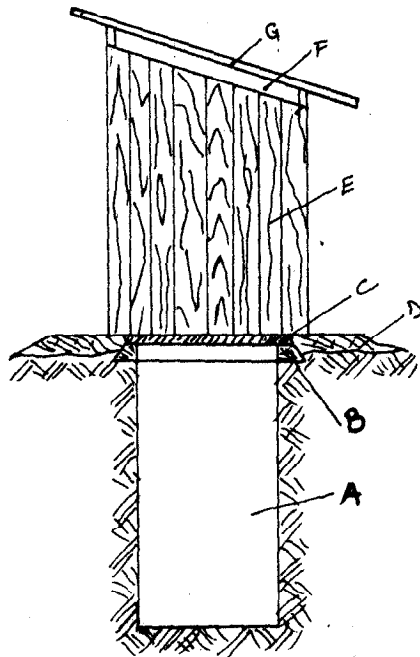


A. VOIES de transmission DE LA MALADIE A PARTIR DES EXCRETA



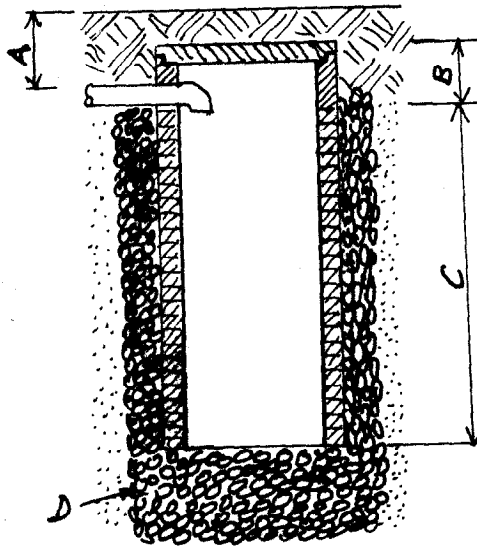
B. Arrêt de la transmission des maladies à transport fécal par l'assainissement

Fig. 2 Divers parties d'un cabinet en fosse



- | | |
|---------------|---------------------|
| A = fosse | E = Abri avec porte |
| B = Fondation | F = Aération |
| C = plancher | G = toit |
| D = terre | |

Fig 3. Puits perdu.



- | |
|--------------------------------|
| A = profondeur variable du sol |
| B = joints cimentés |
| C = joints ouverts |
| D = remplissage de pierres |

ECOLE INTER-ETATS

D'INGENIEUR DE

L'EQUIPEMENT RURAL DE OUAGADOUGOU

ANNEE 1981 - 1982.

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

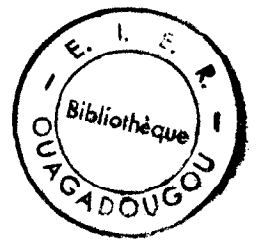
ETUDE POUR L'APPROVISIONNEMENT EN EAU D'UN VILLAGE.

E. I. E. R.
Enregistré à l'Arrivée
le _____ s/N° 202/82

ETUDE DE : Mrs. O N A ZO Ruben

DIENG Diama

Sous la direction de Mr. J. M GRESILLON



INTRODUCTION

L'eau est un bien à la fois utile et indispensable. Elle est utile car c'est elle qui nous permet de cuire nos aliments dont nous nous nourrissons chaque jour et nous nous en servons pour beaucoup d'autres fins encore. Elle devient indispensable car il serait difficile d'imaginer un milieu propre et sain dépourvu d'eau. L'eau participe à l'activité de notre organisme. Beaucoup de réactions chimiques internes ne sont possibles ou favorisées que par elle. Ces réactions chimiques libèrent considérablement de l'énergie dont nous avons besoin quotidiennement.

Avoir de l'eau chez soi n'est pas suffisant ; il faut encore que cette eau soit de bonnes qualités. Il y a un danger énorme quand on consomme une eau dont les qualités ne sont pas acceptables. En effet, l'eau joue un rôle primordial dans la transmission de beaucoup de maladies bactériennes intestinales tels que la fièvre typhoïde, la dysenterie bacillaire, le choléra...

Ce qui pose le problème de l'approvisionnement en eau des collectivités c'est ce double aspect à savoir l'aspect quantitatif et l'aspect qualitatif.

Le but de ce mémoire est d'analyser afin d'apporter des solutions viables à ce crucial problème qu'est celui de l'approvisionnement en eau d'une petite collectivité villageoise. Le manque d'eau certes, est un problème général à toutes les régions sahéliennes ou désertiques. Ce problème se pose avec grande acuité dans un petit village nommé Barama situé sur le plateau Mossi à 30 km de Ouagadougou, en République de Haute-Volta.

Bien que les données diffèrent d'une collectivité à une autre, toujours est-il que l'objectif à atteindre est de mettre à la disposition des populations villageoises, des quantités d'eau suffisantes dont les qualités sont aussi acceptables. Ceci n'est pas toujours facile dans certaines zones rurales où les ressources en eau disponibles sont si insignifiantes au point que les solutions à apporter exigent souvent de mobiliser d'énormes fonds pour le gouvernement et un grand effort de sacrifice pour les populations concernées.

Ce travail que nous présentons ici a été réalisé par deux élèves ingénieurs de 3^e année à l'Ecole Inter-Etats d'Ingénieur de l'Équipement Rural de Ouagadougou.

Il s'agit de :

M. ONA ZO RUBEN (Cameroun)

M. DIANE DIENG (Sénégal)

.../...

Le travail a été fait sous la direction de Monsieur ^AJEN MICHEL GRESILLON,
Docteur Ingénieur, Directeur de la dite École.

Nous voudrions bien qu'il trouve ici, nos sincères remerciements pour toutes
les suggestions et assistance qu'il nous a apportées tout au long de notre travail.

Le plan du travail se présente comme suit :

.../...

S O M M A I R E

- I. GENERALITES

- II. EVALUATION DE LA POPULATION / ENQUETE
 - a) Sources d'approvisionnement
 - b) Temps de transport
 - c) Le transport
 - d) Les besoins
 - e) Interprétation des résultats

- III. RESSOURCES EN EAU DISPONIBLES
 - Problèmes liés au manque d'eau
 - Causes des échecs des puits existants

- IV. POSSIBILITES D'APPROVISIONNEMENT
 - A- EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES
 - 1) Programme d'amélioration des puits existants
 - 2) Possibilités des forages

 - B- EAUX DE SURFACE
 - 1) Possibilités de réalisation
 - 2) Etude du Barrage
 - a) Détermination du bassin versant
 - b) Données topographiques et volume de la retenue
 - c) Crue du projet
 - c) La digue
 - e) Les protections à faire
 - f) Avantages et inconvénients du barrage

- V. CONCLUSION GENERALE

- VI. ANNEXE
 - Courbes et dessins.

I. G E N E R A L I T E S

Barama est une localité villageoise situé sur le plateau Mossi à une distance de trente kilomètres sur l'axe routier Ouagadougou Ouahigouya. C'est un grand village qui englobe sept petites unités non regroupées sur place mais dispersées dans un rayon de quatre kilomètres de la route. Il est situé en pleine zone sahélienne; la pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 860 mm. Le climat se caractérise par une longue saison sèche qui dure neuf mois alors que la saison des pluies ne dure que trois mois.

Dans l'ensemble, l'infrastructure y est presque inexistante. Seule une petite école primaire vient d'y voir le jour. Actuellement quelques salles de classes sont en cours de construction. L'école compte présentement 75 élèves fréquentant le seul cours CP II. LAY est le centre le plus proche de Barama situé à 6 km vers Ouahigouya. On y trouve un petit dispensaire, une école à cycle complet et quelques boutiques.

Le chiffre de la population d'après les statistiques de 1973 est de 1 350 habitants. A l'heure actuelle il devrait être déjà largement dépassé avec l'accroissement démographique.

La principale activité agricole pratiquée par les populations locales est la culture du mil et un peu d'arachides. En saison sèche la seule préoccupation à laquelle se prêtent les hommes se limite à la recherche de l'eau pour les besoins domestiques. L'essor de l'élevage est stoppé par le manque d'eau généralisé dans toute la communauté. Les éleveurs qui disposent d'assez grands troupeaux de bêtes sont obligés de quitter Barama pour aller vivre avec leurs troupeaux dans les villages environnants où l'on trouve quelques barrages de retenue d'eau.

Pour mieux analyser le problème de l'eau qui se pose dans ce village, nous allons tout d'abord procéder à une évaluation de la population.

.../...

II. EVALUATION DE LA POPULATION

Pour toucher du doigt la réalité de ce problème de l'eau, nous avons jugé nécessaire de mener une enquête auprès des paysans eux mêmes de l'ensemble des sept petites unités qui constituent Barama.

Cette enquête avait pour but de nous informer sur place sur le nombre de personnes qu'il y a dans le village, le nombre de têtes d'animaux afin d'évaluer les besoins en eau exprimés par la population. D'autre part, cette enquête nous aura permis de faire un inventaire des ressources et des principales sources d'approvisionnement en eau dont dispose le village.

Pour permettre une meilleure communication entre les paysans et nous, nous avons à nos côtés un interprète (le catéchiste du village qui tenait à leur expliquer le but de notre visite.

Dans chaque petit quartier, les gens cohabitent par petits regroupements familiaux. C'est ainsi que nous avons enquêté famille par famille ; ceci nous a facilité la tâche dans la mesure où il était plus aisé d'aller de concession en concession.

Pour la réalisation de cette enquête nous avons élaboré au préalable un questionnaire dont les principales lignes devaient faire ressortir les différents points suivants :

- le nombre d'hommes que compte la famille
- le nombre de femmes
- le nombre d'enfants
- le nombre de têtes d'animaux espèce par espèce
- les sources d'approvisionnement en eau (puits, petites retenues)
- distance des points d'eau par rapport au village, leur nombre, leur état, leur débit, leur profondeur...
- le nombre de gens qui s'occupent du transport de l'eau pour la famille
- les quantités apportées par jour, la qualité de cette eau
- les types d'ustenciles utilisés pour le transport

.../...

- les moyens de transport mis en oeuvre
- temps mis pour le transport, pour s'approvisionner.

En tout et pour tout, l'enquête menée a porté sur un total de 115 familles pour les sept villages qui constituent tout Barama. Le nombre de personnes recensées

— s'élève à :

275	hommes
359	femmes
996	enfants

soient 1 630 personnes.

Pour les animaux :

980	caprins
102	boeufs
93	porcs
100	ânes

a) - Sources d'approvisionnement

Les sources d'approvisionnement sont généralement des puits qui peuvent être soit busés ou non. On compte une multitude de puits non busés. Le nombre de puits busés est de 7 dont trois appartiennent au quartier situé sur la partie gauche de la route ; le reste pour les 6 autres quartiers.

Ces puits ne pouvant pas satisfaire même les besoins les plus élémentaires à usage humain ou pastoral, les gens sont obligés d'aller ^{hors} bas du village pour rechercher de l'eau. Suivant chaque quartier, les distances parcourues sont plus ou moins longues.

Certains vont jusqu'à 9 km, d'autres jusqu'à 7 ou 8 km. Il y en a qui parcourent 4 à 2 km. Il existe un seul quartier qui possède une petite retenue d'eau creusée artificiellement par les potiers locaux. Elle sert à la fois d'eau de boisson pour les hommes et pour les animaux.

Les débits prélevés dans les puits du village sont très faibles. En général, ils restent inférieurs à 40 canaris par jour soit près de 600 l/jour. Le débit maximum qu'on puisse obtenir dans l'un des villages est de 30 canaris/jour soit alors 750 l/jour.

.../...

Notons que certains puits n'arrivent même pas à délivrer 10 canaris par jour. C'est surtout le cas des petits puits qui sont dans l'enceinte du village.

b) - Temps de transport

Pour l'approvisionnement, il se fait à n'importe quelle heure, la nuit tout comme dans la journée. Il ne manque jamais de gens aux points d'eau 24 heures sur 24. On s'approvisionne par ordre d'arrivée ; il y a lieu de constater ici l'auto-discipline qui régit ces gens.

Les hommes qui, pour les longues distances vont à vélo, mettent deux à trois heures pour avoir leurs canaris remplis. Un même homme peut faire trois à cinq fois le même voyage. C'est surtout le temps d'approvisionnement qui est long car, il y a une très grande affluence aux points d'eau. Il faut donc attendre son tour. Ceci est une règle absolue que tout le monde est tenu de respecter. Jamais il n'y a eu des litiges entre les personnes à ce sujet nous ont confirmé les paysans. Il peut même arriver que certaines femmes passent la nuit à côté du point d'eau.

c) - Le Transport

Pour le transport de l'eau, il se fait d'une façon générale à pied pour les femmes et les enfants ; les hommes vont à vélo. Quelques familles assurent leur transport au moyen des charrettes. Les ânes sont alors utilisés pour ce transport. L'eau est transportée dans des canaris de grosseur variable. Les contenances peuvent varier entre 10 litres (pour les enfants) et de 15 à 18 l pour les femmes et les hommes.

d) - Le Besoins

Les quantités d'eau qu'il faut par jour s'évaluent en nombre des canaris. Elles varient d'une famille à l'autre selon le nombre de personnes dans la famille, les moyens de transport utilisés. D'une manière générale, on a 1,5 canari pour deux personnes ce qui représente approximativement 7 à 10 litres par personne et par jour. La consommation maximum atteint la valeur d'un canari par personne et par jour soit près de 18l/personne et par jour. La moyenne de la dotation en eau tourne autour de 10 litres par personne et par jour.

Pour les bêtes, la consommation est vraiment très limitée.

.../...

L'âne est l'animal qui boit le plus d'eau en consommant un canari par jour (10 à 15 l/jour). Les boeufs peuvent consommer 8 l/j.

Pour les caprins, ils se contentent de 5 à 6 l par jour. Les ânes, à cause de leur consommation élevée sont conduits aux points d'eau pour s'y abreuver pendant la journée.

En conclusion, nous retiendrons que la consommation d'eau dans le village de Barama reste très médiocre par rapport à la consommation indiquée pour les centres ruraux qui est de :

40 l/jour/habitant

20l/jour/tête de caprin ou ovin

30 à 50 l/J tête de bovin

e) - Interprétation des résultats :

D'après les résultats donnés par l'enquête, nous pouvons estimer un certain nombre de paramètres :

Pour une population de 1 630 personnes, il y a 1 275 bêtes ce qui représente en gros près d'une bête par habitant.

Nous pouvons considérer que nous avons un bovin par habitant dans l'évaluation des besoins. Notons cependant que ce nombre d'animaux doit être considéré comme étant sous-évalué car les paysans gardaient une certaine méfiance pour nous dire exactement le nombre d'animaux qu'ils ont. Ceci pour cause, les impôts sont proportionnels au nombre d'animaux que possède tout un chacun.

Quant au nombre d'enfants, nous pensons qu'il est un peu élevé dans la mesure où les enfants absents qui se trouvent par exemple en Côte d'Ivoire et ailleurs ont été comptabilisés. Ceci ne présente pas un gros inconvénient car un jour ou l'autre ils peuvent réintégrer leurs familles respectives gonflant ainsi le chiffre de la population. Dans tous les cas, nous retiendrons ce chiffre de 1 630 habitants dans tout ce qui va suivre.

En 1973, le recensement avait donné le chiffre de 1 350 habitants. Nous pouvons donc calculer le taux d'accroissement démographique annuel par la relation qui lie la population à l'année n , à la population prise comme origine. Nous avons

.../...

$P_n = P_0 (1 + \alpha)^n$; de 1973 à 1982 il s'est écoulé 9 ans et par conséquent, le taux d'accroissement est $\frac{(P_n)^{1/n}}{P_0} - 1$ soit $\frac{(1630)^{1/9}}{1350} - 1 = 2\%$. Ce taux de

croissance démographique nous paraît bien concorder avec la réalité pour de tels centres ruraux. C'est pourquoi les résultats révélés par notre enquête en ce qui concerne le nombre d'habitants, nous semblent fiables et nous en tiendrons compte dans l'évaluation des quantités d'eau à mettre à la disposition de cette communauté villageoise.

L'utilisation de l'eau se prête à la cuisson des aliments, à la boisson des hommes et des animaux et très rarement à la lessive. Il faut apporter au point d'eau, les quelques habits qu'on désire laver. Il n'est pas rare de constater que les gens peuvent y passer toute la journée. Les quantités d'eau utilisées pour la toilette sont très insuffisantes. Il faut juste le strict minimum pour pouvoir se débarbouiller. Les enfants passent plusieurs jours sans être lavés. Il en est de même des adultes. Comment peut-on ainsi vivre dans ces conditions où l'hygiène corporelle ne peut pas être assurée ?

Nous concevons que dans un monde où l'homme est perpétuellement à la recherche de son mieux être, il faut pour améliorer les conditions de vie des populations de Barama leur donner de l'eau qui soit à la fois suffisante puis de bonnes qualités. ^{atteindre} POUR cet objectif, nous nous proposons d'apporter quelques solutions à ce crucial problème de l'eau dans cette localité. L'état sanitaire des enfants reste très déplorable. Les vieux sont beaucoup plus abandonnés à eux mêmes et accusent une très grande morbidité.

L'enquête que nous avons ainsi menée nous a permis de vivre la réalité de ce grand problème et nous pensons donc que cela était nécessaire ; les résultats obtenus sont fiables.

Au cours de l'enquête, les paysans se sont montrés très intéressés et très sensibilisés par ce problème. Sans nul doute, ils attendent quelque chose après cette enquête. Nous saisissons cette occasion pour attirer l'attention des autorités afin que'elles se penchent sur ce déterminant problème.

.../...

III. RESSOURCES EN EAU DISPONIBLES.

D'après les témoignages recueillis auprès des paysans lors de notre enquête, il ressort que les seuls sources en eau dont dispose le village sont ~~légères~~ de satisfaire même les besoins les plus élémentaires à usage humain ou pastoral. Dans l'ensemble, les seules ressources en eau sont d'origine souterraine. Les eaux de surface sont systématiquement inexistantes dans ces lieux. Il n'y a pas de rivière ni de marigot même dans les villages environnants. Il n'y a pas de barrage. Il est à noter que le barrage le plus proche de Barana se trouve à Pabré localité située à une distance de 22 km.

Les possibilités d'alimentation en eau sont principalement faites au moyen des puits creusés manuellement. Il existe un nombre indéterminé de petits puits mais ne donnant pas de bons débits. Parmi eux, il en existe sept qui sont busés ; comparé au nombre d'habitants, on peut dire qu'il y a 234 personnes par puits busé. Avec ce nombre très élevé de consommateurs, on ne peut pas s'attendre à des résultats encourageants à moins que la nappe phréatique soit suffisamment alimentée. Il existe deux puits non busés donnant chacun cinquante canaris par jour. C'est les plus gros débits qu'on puisse obtenir dans l'ensemble.

La qualité de l'eau que l'on tire des puits existants est des plus déplorable. Les puits constituant des zones d'affluence des hommes et des animaux, sont largement souillés par les eaux de ruissellement de surface qui coulent sur les parois pour rejoindre le fond du puits. Ce problème est d'autant plus crucial dans la mesure où les 95% des puits sont non aménagés.

Pour puiser de l'eau, on se sert de petits seaux en caoutchouc attachés à une longue corde. Cette corde quant à elle, présente aussi un grand danger car à force de s'enrouler sur le sol lorsqu'on tire le seau, elle se salit de boue ce qui pollue davantage les eaux recueillies.

Il est frappant de constater que les gens boivent une eau fortement chargée de débris solides. Les puits n'étant pas suffisamment alimentés, au fur et à mesure que les gens puisent, on cure continuellement le fond ce qui fait que des sables et toutes sortes de matériaux sont récupérés dans le seau. La coloration de cette eau ainsi recueillie laisse à désirer.

.../...

Dans l'un des villages, nous avons constaté que les populations s'approvisionnent à partir d'une petite retenue d'eau stagnante. Il s'agit en fait des eaux de pluies qui se sont encaissées dans une espèce de cuvette creusée artificiellement par les potiers locaux. Force est de constater que les animaux de toutes sortes ne manquent pas de venir s'y abreuver en patageant. Nous avons bel et bien eu la confirmation que cette petite réserve sert bien d'eau de boisson pour les populations de ce petit village. La réserve est susceptible d'exister jusqu'en fin mai.

En conclusion, nous retiendrons que les ressources en eau dont dispose le village sont d'origine souterraine. Cette situation de manque d'eau crée un certain nombre de problèmes.

- Problèmes liés au manque d'eau.

Nul n'est sensé ignorer l'utilité et l'importance de l'eau dans la vie des hommes ou des animaux. Lorsqu'on ne dispose pas de l'eau en quantités suffisantes c'est alors qu'on se rend compte effectivement de la nécessité que revêt cette denrée. Sans elle aucune vie sur terre n'est possible.

Dans le village de Barana, le problème de l'eau se pose avec grande acuité. Les quantités d'eau que les populations tirent de leur multitude de puits creusés sont extrêmement faibles. Chaque année, des dizaines d'entre eux sont abandonnés parce qu'ils ne donnent rien. Plusieurs autres sont creusés au cours de la même année.

Le premier problème que pose ce manque d'eau est celui des distances. Les paysans nous ont rendu témoignage pour nous faire part des distances trop longues qu'ils parcourent pour aller rechercher de l'eau. Il n'est pas rare de constater qu'à Barana, certaines femmes sont obligées d'aller à pied à plus de 9 km transportant sur la tête des charges de 15 à 18 kg. Notons que, même à cette distance-là, on n'est pas sûr de trouver de l'eau en quantités voulues. C'est ainsi qu'à une telle distance, la femme est souvent obligée de passer la nuit au point d'eau en attendant que la nappe aquifère réalimente le puits. Les conséquences de cette

.../...

situation sont déplorables car certaines familles sont obligées de dormir affamées parce que la femme qui doit préparer le repas pour tous n'est pas rentrée à temps du point d'eau. Ceci accentue beaucoup plus le problème de sous-alimentation dont souffrent les enfants. Pour éviter de telles situations, certains hommes ayant dépassé l'âge de 60 ans, sont contraints d'aller à la recherche de l'eau à pied. Ceci ne peut que les aliter et les fatiguer beaucoup plus.

Le grand problème est d'ordre sanitaire. Comme nous l'avons déjà mentionné, les quantités prélevables sont si insuffisantes au point que les gens ne peuvent pas assurer leur hygiène corporelle indispensable. L'eau de boisson est de très mauvaise qualité et il n'y a plus à démontrer l'impacte que ceci a sur la santé des individus.

Terminons en disant que ce manque d'eau observé à Barama est un problème assez général. C'est un fait que dans les régions intertropicales même assez abondamment arrosées, les ressources en eau sont souvent très précaires à cause de la répartition très inégale des pluies. Les longues périodes de sécheresse qui succèdent aux périodes de pluies souvent même violentes sont à l'origine de ce crucial problème. Nous pouvons le résoudre de deux manières différentes : soit par l'exploitation des eaux souterraines soit par stockage des eaux de pluies.

* Causes des échecs des puits existants :

Pour résoudre le problème d'approvisionnement en eau des populations de Barama, nous pouvons avoir recours à la réserve d'eau souterraine. Avant d'envisager cette étude, il convient d'abord de dégager les principales causes qui entraînent l'échec des puits existants à présent.

Après la visite de plusieurs puits du village, nous pouvons dire que la nappe aquifère dont on est en présence est une nappe profonde dans des couches moins perméables. Il existe des puits de plus de 35 mètres de profondeur. S'agit-il d'une nappe d'altération ? Cette hypothèse est bien plausible si l'on tient compte des résultats que donnent ces puits. D'autre part, nous pouvons même penser qu'il s'agit d'une nappe discontinue car on constate que deux puits voisins ne donnent pas des résultats concordants. L'épaisseur de la nappe doit être faible alors que pour des nappes d'altération une épaisseur plus grande est nécessaire pour qu'elles

puissent assurer des ressources aquifères permanentes.

La mauvaise connaissance des différentes couches géologiques ne permet pas de mieux implanter les points de creusement des puits. Les populations ont recours à des méthodes traditionnelles souvent douteuses pour déterminer les sites des puits. La présence de couches d'argiles massives rencontrées au fond de certains puits est un mauvais indice. Nul n'ignore que l'argile empêche la libre circulation de l'eau à travers ses interstices; ce qui entraîne des vitesses de récupération faibles; c'est pourquoi, à certains points d'eau, il faut attendre plus longtemps pour que le puits se réalimente. Ce qui peut aussi être la cause de l'insuffisance des débits observés est la mauvaise exploitation de la nappe qui se fait en quelque sorte à fleur de nappe. Dans la plupart des temps, les travaux d'excavation sont souvent interrompus bien avant qu'on ait atteint très bien la nappe aquifère. Ceci est souvent dû à la présence de roches dures rencontrées tel que le granite. Nous avons vu plusieurs puits dans cet état. L'arrêt des travaux peut aussi être dû au phénomène d'éboulement des parois du puits. Ceci provoque souvent des accidents assez graves pour les paysans et les contraint à stopper l'approfondissement d'où une mauvaise exploitation de la nappe.

Dans tous les cas, ce que l'on constate est que, les puits qu'ils soient busés ou pas présentent tous un même problème qui est celui de l'insuffisance des quantités d'eau prélevables. Comment remédier à cette situation ?

.../...

IV. POSSIBILITES D'APPROVISIONNEMENT

A - Exploitation des eaux souterraines

Comme nous avons eu l'occasion de le souligner, les puits existants sont nombreux mais restent loin de couvrir les besoins en eau exprimés.

La population actuelle se chiffrant à 1 630 habitants, pour une dotation en eau modeste de 15 l/jour/habitant, il vient que les besoins humains valent 25 m³/jour. Ajouté à cela, les besoins animaux que nous prendrons à 10 l/jour/tête de bovin. D'après notre hypothèse qui consiste à considérer qu'on a pratiquement un bovin par habitant, il faut donc compter 1 630 bovins ; ce qui entraîne une quantité d'eau de 17 m³/jour. Les besoins totaux s'élèvent donc à 42 m³/jour. Si donc on envisage construire un ouvrage de captage d'eau souterraine, il faut s'assurer qu'on devrait avoir un débit minimum de 42 m³/jour soit 3,5 m³/heure (jour pris pour 12 heures de fonctionnement). A l'heure actuelle, le taux des besoins couvert par les puits reste inférieur à 5%.

Les calculs précédents n'ont pas tenu compte du taux de croissance démographique $\alpha = 2\%$. Nous allons choisir une échéance de 20 ans (à cause de ce faible taux d'accroissement démographique). La population à l'année d'échéance peut être estimée à 2 425 habitants. Pour les dotations en eau nous prendrons :

Pour les humains 20 l/j/habitant

Pour les animaux 15 l/j/tête de bovin

Les besoins humains journaliers sont : 2 425 x 20 = 49 m³

Les besoins animaux journaliers sont : 2 425 x 15 = 37 m³

(même hypothèse qu'on un bovin par tête d'habitant)

Les besoins totaux par jour = 49 + 37 = 86 m³

Le débit horaire en considérant qu'on a 12 heures par jour vaut alors 7m³/heure.

Un forage ou un puits qui peut délivrer un tel débit peut bel et bien résoudre le problème d'ici l'an 2002.

1) - Programme d'amélioration des puits existants

Parmi les puits visités, il y a deux qui ont attiré notre attention parce qu'ils se distinguent des autres du point de vue débit. Chacun d'eux délivre 50 canaris par jour (de 6 heures du matin jusqu'à 6 heures du soir). Ces quantités

.../...

certes sont faibles mais sortent quand-même du commun. L'un des puits est implanté à Gantodogo. Il est muni d'une margelle et a une profondeur de 35 mètres. Il est non busé. Le second puits se trouve au septième petit village plus loin. Ce dernier est non cimenté et non-busé. Sa profondeur est de 15 mètres. Nous pensons que le surcreusement de ces deux puits avec busage peut améliorer leur débit. Nous indiquons aussi que des études géophysiques soient menées à ces endroits.

2) - Possibilités des forages :

Vu les profondeurs trop grandes des puits, les forages s'imposent. La possibilité d'envisager des forages dans les lieux découle des études géophysiques déjà réalisées. Les forages, bien qu'ils soient plus coûteux que des puits simples, présentent plus d'avantages. A l'aide des forages, il est entendu que la zone de saturation sera pénétrée profondément au point qu'on aura une meilleure exploitation de la nappe. Les couches rocheuses à traverser étant de nature très dure (granite) la réalisation des puits ne promet pas d'espérer obtenir de meilleurs résultats. La profondeur des puits allant jusqu'à 40 mètres, il serait plus souhaitable que ce soit un forage qu'on réalise.

Le forage présente un autre avantage à savoir qu'il va donner une eau de très bonnes qualités avec des risques de pollution systématiquement écartés.

Les points de forage :

En 1978, des études géophysiques ont été menées sur le terrain à Barama dans le grand quartier situé à gauche de la route dans le sens Ouagadougou-Ouahigouya.

La demande avait été faite par S.O.S Sahel. En ce moment, il existait dans ce village un puits busé mais qui chaque année se trouvait toujours à l'état sec. Le but était donc de savoir s'il y avait intérêt à l'approfondir ou pas.

La brigade géophysique des services de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural (HER) s'est rendu sur les lieux et a mené une prospection dans les environs du puits. Leurs travaux ont comporté deux profils de trainé électrique de 600 et 500 mètres suivis de quatre sondages électriques.

Le rapport final de ces études a été concluant et affirmait qu'au niveau du puits en question, le sondage d'étalonnage réalisé a mis en évidence un profil d'altération comportant une cuirasse latéritique très résistante reposant sur des argiles conductrices mais peu épaisses séparées du bed rock sain par une forte

épaisseur de roche fissurée donc susceptible de donner un bon débit. L'approfondissement du puits pourrait donc se poursuivre à l'explosif ou si cette opération qui demande l'intervention d'un personnel qualifié était non envisageable, ils recommanderaient un forage d'au moins 45 mètres de profondeur. D'autre part, le sondage électrique SE₂ pourrait également constituer une bonne implantation si l'en envisageait la réalisation de deux forages pour ce village.

Déjà, les travaux d'approfondissement ont été menés mais il se trouve que le puits dont il est question est toujours à sec. Ceci nous paraît paradoxal parce que ça entre en contradiction avec les conclusions des études géophysiques. Face à cette situation, nous avons été amenés à réexaminer à titre de vérification l'interprétation des résultats ceci avec les mêmes mesures réalisées.

Nous avons été assistés par un géophysicien en service à l'IWACO Ouagadougou. Il s'avère tout d'abord que le point d'emplacement du puits en question n'est pas des plus favorable. Le surcreusement de ce puits ne pouvait donc pas apporter de grands changements. Par ailleurs, les points où ont été réalisés les sondages électriques SE₂ et SE₃ sont susceptibles d'être des points pouvant donner des résultats satisfaisants.

En effet, ils présentent des zones de résistivité faible décelant la présence d'un milieu conducteur qui peut être soit de l'eau soit une couche argileuse conductrice. Mais la mise en évidence de l'existence d'une roche dure fissurée a été une fois de plus confirmée. Ceci constitue donc un bon indice pour l'obtention de bons débits si on y réalise un ouvrage de captage d'eau (forage).

Quant à nous, nous pensons que, si le surcreusement du puits avait été conseillé par l'HER cela était certainement dû au fait qu'il fallait profiter du travail déjà accompli car, il était beaucoup plus aisé de continuer le creusement plutôt que d'entamer la construction d'un nouveau puits. Ceci est d'autant plus plausible dans la mesure où la distance qui sépare le puits des points favorables n'est pas grande (moins de 20 mètres).

Si le surcreusement n'a pas changé les choses, il y a lieu de se demander si effectivement il a été complet. En effet, les travaux ont été poursuivis à l'aide d'explosifs et comme l'on le sait bien, une telle opération est coûteuse c'est pour cela que nous croyons que le surcreusement n'a pas été terminé.

?.../...

La roche dure granitique n'a pas été franchie donc la nappe aquifère n'a pas été profondément atteinte et par conséquent, on ne peut pas s'attendre à obtenir de bons débits. Puisque l'incertitude règne même s'il faut poursuivre le creusement, nous demanderions que ce soit un forage qu'on implate au point de sondage électrique SE₂.

Cette solution que nous préconisons ne présente cependant pas que des avantages. Il faut se dire que si l'on réalise un forage, l'eau ne sera plus livrée gratuitement aux populations locales. En effet, il va falloir installer une petite pompe qu'elle soit manuelle ou pas pour pouvoir retirer l'eau du fond du forage jusqu'à la surface. Ceci nécessitera des frais de fonctionnement de la pompe qu'il faudra bien pouvoir amortir. Il faudrait alors que les paysans y participent ; c'est pourquoi il faudra envisager la vente de l'eau. Un prix sera ainsi fixé pour un canari d'eau par exemple et ceci doit vraiment être à la portée de tous. La situation économique de tous n'étant pas des plus enviable ; il n'existe pas d'activités d'où les paysans peuvent tirer des ressources financières.

Un petit sondage réalisé auprès d'eaux relatives à cette éventualité de vente d'eau a révélé que 30% seulement sont prêts à acheter de l'eau. Beaucoup se sont abstenus de se prononcer car disaient-ils, tout dépend du prix proposé. Dans tous les cas, il faudrait toute une campagne de sensibilisation des masses.

Nous ne pouvons pas affirmer à priori qu'un seul forage suffira pour couvrir tous les besoins. Ce que nous recommandons est que des essais de pompage soient réalisés. Un forage qui peut délivrer un débit de 7 m³/heure est suffisant pour la satisfaction des besoins totaux pour une échéance de vingt ans.

Les recherches géophysiques qui ont été menées dans l'un des sept villages peuvent aussi être entreprises dans d'autres où l'on peut peut-être découvrir d'autres sites plus intéressants.

Tout ceci il est vrai nécessite des fonds énormes c'est pourquoi nous nous sommes rendus à l'HER pour avoir une idée sur le coût d'exécution d'un forage.

D'une façon générale, les prix varient suivant plusieurs facteurs tels que la nature du sol, la saison pendant laquelle les travaux sont exécutés, la distance par rapport au lieu du forage (prix du transport du matériel) et surtout suivant la méthode de forage utilisée.

.../...

A titre orientatif, le rotary est moins coûteux que le battage à cause de ses vitesses d'avancement très faibles. Nous donnons ici quelques exemples de prix que nous avons eu.

Rien que pour les travaux d'exécution, les prix au mètre linéaire sont les suivants :

En terrain dur, pour un diamètre de 6 pouces à une profondeur qui varie de 0 mètre à 80 mètres pour le rotary on a 29 600 F le mètre linéaire.

Pour le battage, ϕ 400 mm, le prix du mètre linéaire est 85 000 FCFA. jusqu'à une profondeur de 30 mètres.

S'il faut donc envisager la réalisation d'un forage en SE₂ comme nous l'avons suggéré, pour une profondeur d'au moins 40 mètres, il faut compter près de 1 500 000 F CFA rien que pour sa réalisation. A ces frais s'ajouteront d'autres frais tels que les équipements et autres.

Dans le cas où la mise au point d'un ou de plusieurs forages nécessiterait des temps plus longs, nous avons pensé à une autre solution qui elle, donne la possibilité de s'alimenter à partir des eaux de surface.

B - Eaux de surface

Compte tenu des difficultés que pose l'exploitation des ressources d'origine souterraine, à savoir

- Accès difficile
- Insuffisance des débits prélevés

nous avons pensé que la difficulté peut être contournée en mettant à la disposition de la collectivité d'autres types de ressources en eau telles que les eaux de surface stockées artificiellement. Il s'agit de leur construire une petite retenue d'eau.

1) - Possibilités de réalisation

La réalisation de cet ouvrage nous a paru possible dans la mesure où la zone en question présente l'avantage de nous offrir deux sites favorables.

Ayant effectué des recherches sur le terrain, nous avons pu retenir deux endroits où l'on peut bien envisager l'étude d'un petit barrage.

Le premier site présente l'avantage d'être mieux situé du point de vue géographique car il est presque au centre des sept petits villages de Barama. C'est un site qui offre un autre avantage ; il est situé dans une zone non bâtie et non lotie. Le bassin versant est assez grand. Un rapide relevé topographique effectué sur une coupe en travers a révélé une dénivellée de 2,80 m. La longueur de la digue est voisine de 350 m. Le seul inconvénient que l'on peut redouter sur ce site est que la voie routière se situe en amont à une distance de près de 1,5 kilomètre. Il y a lieu de se demander si le remblai de la route ne sera pas noyé par les eaux de la retenue. Pour répondre à cette question, il convient de connaître la pente moyenne du thalweg de la route jusqu'à l'axe de la digue. Pour être en sécurité, il faut une pente supérieure strictement à 2% .

Le second site, quant à lui, est placé dans l'enceinte même de l'un des sept villages (quartier situé à gauche de la route). La réalisation d'un barrage dans ce site va à coup sûr noyer quelques maisons de ce village. La dénivellée mesurée d'après le levé topographique réalisé à cet endroit nous a donné 2,90 m d'un côté et 3,40 de l'autre. Le bassin versant y est un peu réduit par rapport au premier site. Il s'agit d'un bas-fond qui sillonne le village et qui se poursuit au delà de la route pour aller former un petit lit de marigot qui constitue ainsi le thalweg du premier site ci-dessus mentionné. Donc, ce second site se situe en amont du premier. La longueur totale de la digue fait 252 mètres.

Pour le choix du site, nous l'avons porté sur le second malgré cet inconvénient qu'il est dans une zone bâtie et qu'il est éloigné des six autres petits villages. Nous pensons qu'avec une dénivellée de près de 3 mètres le volume d'eau à stocker sera assez important. La cuvette présente aussi une forme plus évasée et étalée. La longueur de la digue est moindre (252 m) ce qui réduit le coût de l'ouvrage.

Notons en passant que notre choix a été limité par le temps. Il fallait procéder à des mesures plus précises quant à la détermination de la pente moyenne du thalweg du premier site, refaire avec exactitude le profil en travers tout ceci, compte tenu du temps dont nous disposions ne nous avantagerait pas. Nous pensons dans tous les cas que les deux sites se valent à quelque chose près. Une étude d'un barrage sur le premier site peut être bel et bien entreprise pourvu qu'on s'assure au préalable que la route ne sera pas inondée.

.../...

2) - Etude du Barrage

a) - Détermination du Bassin versant

Pour déterminer la surface du bassin versant, nous nous sommes servis des photographies aériennes réalisées sur Banara sur la carte au 1:200000 dont nous disposions ne présentait pas plus de détails. Nous avons été aidés par l'O.N.B.I où les recherches nous ont conduit à délimiter le contour du bassin versant.

A l'aide d'un papier millimétré, nous avons calqué tout le bassin et nous avons calculé la surface totale en fonction de l'échelle des photos. Nous sommes arrivés au résultat suivant :

Surface du bassin versant = 17 km² résultat qui nous a paru fiable.

b) - Données topographiques et volume de la retenue.

Nous avons effectué un petit levé topographique à l'aide d'un niveau de type N10 tout d'abord le long de l'axe de la digue puis dans la cuvette. Il convient de souligner que le levé n'a pas pu être fait complètement sur toute l'étendue de la cuvette. Le but pour nous était de nous faire une idée sur la configuration topographique du site afin de pouvoir estimer le volume d'eau stockable. Nous avons surtout fait un travail de dégrossissage de problème.

Pour avoir une idée de la pente, un cheminement a été fait le long du thalweg sur une distance de 750 m. Il s'en déduit une pente moyenne de 4,3‰ ; La côte du fond du thalweg étant de 100,000 m, jusqu'à la côte 102,80 le volume d'eau stockable est de l'ordre de 150 000 m³.

Etant donné que la dénivelée maximum est de 2,90 mètres, nous ne pouvons pas caler le plan d'eau à la côte 102,800 car dans ces conditions, nous n'avons plus une bonne revanche pour la digue. C'est pourquoi nous l'avons baissé 20 cm plus bas à la côte 102,600 ce qui nous confère une revanche de 30 cm par rapport à la digue.

A la côte 102,600, le volume d'eau stockable s'évalue à 125 000 m³ d'après notre courbe (Hauteur-Volume). La courbe d'utilisation de la retenue tracée à cet effet tenant compte des évaporations et des besoins humains et animaux nous conduit jusqu'au mois de mars avec un volume restant de près de 25 000 m³. Comme les

.../...

infiltrations ne peuvent pas être considérées comme étant négligeables, nous estimons raisonnablement qu'au delà du mois de mars, l'alimentation des populations à partir du barrage ne pourra plus être possible. La période allant de mi-septembre jusqu'en mi-mars pourra être couverte par le barrage.

c) - Crue du Projet

Loin de sous-estimer l'importance de ce barrage et bien que sa destruction éventuelle ne puisse pas entraîner des pertes de vies humaines en aval, nous pensons qu'il est nécessaire de le protéger contre une crue centenaire. La détermination de cette crue sera faite par la méthode du temps de ruissellement (t_r) méthode mise au point par M. Jean Michel Grésillon.

En effet, il existe un abaque donnant le temps de ruissellement en fonction de la surface du bassin versant. A l'aide d'un autre abaque, nous pouvons lire le débit spécifique par km² du bassin versant en fonction du temps de ruissellement. Nous obtenons :

pour $S_{BV} = 17 \text{ km}^2$ $t_r = 2,3 \text{ heures}$.

pour $t_r = 2,3 \text{ h}$ ou a $Q/S \text{ (m}^3/\text{sec/km}^2) = 3 \text{ m}^3/\text{sec/km}^2$.

le débit de la crue décennale Q_{10} se déduit de Q/S par multiplication par la surface totale du bassin versant.

soit $Q_{10} = 3 \times 17 = 51 \text{ m}^3/\text{sec}$.

le débit de la crue centenaire cherché s'obtient à partir de Q_{10} par multiplication par coefficient multiplicateur pris égal à 2.

d'où $Q_{100} = 2 \times Q_{10} = 2 \times 51 = 102 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Comme toutes les méthodes, cette méthode ne nous donne pas un résultat qui est à cent pour cent précis. Nous pensons qu'avec un bassin versant de notre taille (17 km²) ce débit est un peu grand pour être pris en compte dans les calculs de peur de trop surdimensionner les ouvrages évacuateurs. Nous pensons qu'une valeur de $Q_{100} = 60 \text{ m}^3/\text{sec}$ conviendrait raisonnablement c'est-à-dire 60% de Q_{100} précédent. Par d'autres approches, nous avons essayé d'estimer la même crue centenaire. Nous nous sommes servis de la méthode du C.I.E.H.

Nous sommes arrivés au résultat donnant $Q_{100} = 30 \text{ m}^3/\text{sec}$ valeur que nous estimons faible : -

Nous accorderons plus de crédibilité à la méthode précédente qui ne tient compte que de la relation pluie débit alors que la méthode de C.I.E.H fait inter-

.../...

venir d'autres paramètres tels que la perméabilité, la pente du bassin versant.

Pour déterminer ces grandeurs, des mesures précises n'ont pas été faites sur le terrain. Pour se faire une idée de la pente, nous avons réalisé un cheminement sur une distance de 750 mètres le long du thalweg où nous avons calculé la pente moyenne valant 4,3%. D'autre part, d'après l'abaque donnant les pentes en fonction des surfaces des bassins versants, nous trouvons pour la surface de notre bassin versant (17 km²) une pente de 4,7%. D'après le classement des pentes en catégorie R, nous sommes dans la classe R₂ des pentes faibles (pentes inférieures à 5%). Le surclassement au rang supérieur ne nous a pas paru nécessaire dans la mesure où nous notons que le profil du bassin est assez régulier, il n'y a pas de collines.

Pour le choix de la perméabilité, nous avons estimé raisonnable qu'une perméabilité de la classe P₃ est acceptable (bassin assez imperméable avec des zones perméables d'étendue notable. C'est généralement la classe la plus rencontrée. Les autres classes P₁, P₂, P₄ se situent dans les cas extrêmes. Il faut absolument des mesures pour les obtenir.

La pluie moyenne annuelle déduite de la courbe d'ajustement des pluies annuelles à la loi normale nous donne 860 mm ce qui nous détermine le régime climatique du lieu. Nous avons 860 mm > 800 mm donc c'est le type tropical.

La pluie décennale en 24 heures est fonction de la pluie moyenne annuelle. Nous l'obtenons d'après la courbe mise au point par O R S T O M ; Nous obtenons

$$P_{10} \text{ (mm)} = 111 \text{ mm.}$$

Le débit de la crue centenaire Q₁₀₀ cherché s'obtient :

S _{BV} = 17 km ²)	} Q ₁₀₀ [*] = 27 m ³ /sec et Q ₁₀₀ vaut :
R2 P3	}	
régime tropical		

$$Q_{100} = Q_{100}^* \frac{P_{10} \text{ (mm)}}{100} = 27 \times \frac{111}{100} = 30 \text{ m}^3/\text{s}$$

Nous nous garderons de prendre cette valeur de Q₁₀₀ = 30 m³/sec

Nous prendrons la crue centenaire du projet égale à 60 m³/sec. DONC le double du résultat.

Pour pouvoir évacuer cette crue centenaire sans pour autant mettre en place un déversoir, nous avons proposé des arasements aux deux bouts de la digue à partir

.../...

de la cote 102,600 (Cote du plan d'eau normal).

Le premier arasement à la partie droite (côté du village) lorsqu'on se tient face à la route se fera sur une distance de 150 mètres.

Le second arasement à l'autre bout de la digue se fera aussi sur 150 mètres. Ainsi par les deux côtés, on pourra évacuer la crue centenaire. sauvegardant ainsi la digue LA lame d'eau admise est de l'ordre de 0,30 m. Les protections à faire seront indiquées plus loin dans ce qui suit.

d) - LA DIGUE

Le type de digue qui sera construit est une digue homogène en matériaux argileux qui seront compactés. Sa longueur totale fait 232 mètres. La cote du thalweg étant de 100,00, la crête de la digue sera calée à la cote 103,372 ce qui lui confère une hauteur maximum au niveau du thalweg de 3,372 mètres. Le plan d'eau normal est fixé à la cote 102,600 et l'on a ainsi une revanche de 0,772 mètre entre le plan d'eau et la crête de la digue. La largeur en crête de la digue est choisie en fonction des besoins de circulation des véhicules en cas des réparations des dommages. Elle sera prise égale à 5 mètres. La cote aura une légère pente de 1% vers le talus amont du barrage ceci pour permettre aux eaux de ruissellement de rejoindre la retenue. Les pentes des parements amont et aval sont choisies en fonction de la hauteur de la digue (3,372 m) soit respectivement 1/2,5 et 1/2 pour assurer une meilleure stabilité.

LA FONDATION DE LA DIGUE

Le matériau d'assise de la digue ne présente pas des zones de mauvaises qualités de sol. Nous avons fait faire des trous tout le long de l'axe de la digue. Au total trois trous de 2 mètres de profondeur ont été creusés. La nature des différentes couches de sols ne révèle pas la présence de sables. De part et d'autre du thalweg, nous avons de la latérite dure et dans le bas-fond même nous avons presque un mélange de cette latérite avec un peu d'argile. Nous pensons donc que nous pouvons bel et bien ancrer notre digue. La tranchée d'ancrage qui sera creusée aura 3,5 m. de profondeur. Sa largeur en gueule mesurera 3 mètres alors que le fond aura 2,5 m.

Pour les zones d'emprunts pour le remblai de la digue, elles seront recherchées dans les environs du village (matériau argileux de préférence). Nous recommandons que ces zones ne soient pas recherchées dans la cuvette (amont du barrage) car elles constitueraient des poches d'infiltrations abondantes.

.../...

e) - Protections à faire

La première protection sera faite au niveau de la digue dans les zones de liaison arasement-digue. En effet, la digue sera positionnée de manière que les deux butes constituent ses deux bouts. Comme les dénivelées par rapport au thalweg ne sont pas égales des deux côtés, un côté est plus élevé que l'autre, nous avons choisi de caler la crête de la digue à la côte du point le plus élevé (côte 103,372). De l'autre côté nous ne sommes qu'à la côte 102,936, il va donc falloir surelever la digue de ce côté là de 0,40 m. pour atteindre la même côte 103,372. Cette surélévation se fera en pente de 1/1 et cette zone servira en même temps de jonction entre la digue et l'arasement. Il y aura donc une protection par du perré maçonné de manière que le bout de la digue ne soit pas une zone d'attaque pour les érosions. Puisqu'il est prévu deux arasements, la même protection sera faite à l'autre bout de la digue (liaison digue-arasement).

La seconde protection qui sera faite est relative au puits qui se trouve dans la cuvette même de la retenue. Ce puits risque d'être submergé par les eaux du barrage. Sa submersion risquant de le mettre hors d'état d'usage, nous indiquons donc que sa margelle soit encore surélevée de 1,5 m. On pourra mettre des marches d'escalier dont on se servira pour puiser de l'eau quand les eaux se seraient retirées. Pour les arasements, le plan d'eau normal étant calé à la côte 102,60, ceux-ci devront être nivelés à cette même côte-là. Il s'agira de construire deux petits bouts de mur avec de gros cailloux enterrés sur une profondeur de 0,40 mètre, la partie extérieure devra être nivelée dans un même plan horizontal.

La lame d'eau prévue pour le débit de la crue centenaire de 60 m³/sec est de 0,20 mètre. La pente du terrain observé étant assez forte, une protection par du perré sera faite pour se prémunir contre les érosions provoquées par la lame d'eau déversante.

f) - Avantage de ce barrage.

L'une des raisons fondamentales qui justifient la construction de ce barrage est l'effet probable de rechargement de la nappe phréatique par les eaux de la retenue.

En effet, grâce aux infiltrations, la nappe recevra une quantité d'eau qui pourra donner lieu à sa montée en surface. Ceci permettra alors aux puits voisins existants d'être réalimentés. Le niveau de l'eau pourra monter plus haut ce qui aura un effet positif car les populations pourront tirer des quantités d'eau nettement supérieures à celles qu'elles en tiraient actuellement.

.../...

Dans la cuvette, il existe, déjà un puits dont la protection sera faite de manière qu'il puisse assurer l'alimentation en eau pendant les deux mois de sécheresse (Avril et mai) qui n'ont pas pu être couverts par la retenue. Ainsi seront récupérés les milliers de mètres cubes d'eau qui se seraient infiltrés sous le barrage ; ceci revêt d'ailleurs un avantage car ces eaux seront bien filtrées au cours de leur passage au travers des différentes couches du sol. Elles seront de bonnes qualités même si elles ont été polluées à la surface. Le puits étant muni d'une margelle, les risques de pollution seront ainsi réduits

Inconvénient :

Ce qu'il convient de noter comme inconvénient est que le barrage étant placé en pleine zone bâtie (dans l'enceinte même du village) il est exposé à toutes sortes de pollutions tant d'origine humaine qu'animale. Les bêtes ne manqueront pas de venir s'y abreuver. Il faudrait bien que les paysans en soient conscients. C'est pourquoi il serait donc souhaitable que toute la retenue soit protégée par une clôture grillagée de manière que les bêtes n'aient pas accès jusqu'à l'eau. Ceci, il est vrai, augmente le coût de l'ouvrage mais il convient d'insister que cette prévention vaut la peine d'être faite car les conséquences qui peuvent en découler sont incalculables et n'ont pas de prix.

L'autre inconvénient est que trois familles vont sauter dans la cuvette.

.../...

V. CONCLUSION GENERALE

Nous retiendrons pour boucler ce travail que la première tâche qui a été faite a consisté d'abord à nous mettre en contact avec les populations de Barama. Nous avons pris connaissance par leur témoignage des différents problèmes que pose le manque d'eau généralisé observé dans cette communauté villageoise. Par une enquête nous avons pu évaluer le chiffre de la population actuelle ainsi que le nombre de têtes d'animaux que nous avons d'ailleurs estimé par tête d'habitant. Nous avons dressé ensuite un inventaire des différentes sources d'approvisionnement ainsi que les ressources en eau dont dispose le village actuellement.

Les conditions d'exploitation présentes de ces ressources sont très loin de couvrir même les besoins les plus élémentaires des hommes et des animaux. Face à cette situation, nous avons essayé de trouver des solutions afin de remédier à ce crucial problème. Pour ce faire, nous nous sommes donné une échéance de vingt ans et nous avons pris pour les dotations en eau les valeurs suivantes :

20 l/Jour/habitant

15 l/jour/animal

Les besoins pour les vingt années qui vont suivre ont été estimés à 86 m³/jour pour tous.

Dès lors, nous étions bien armés pour proposer des solutions aptes à satisfaire ces besoins exprimés. Plusieurs suggestions ont été faites

1°) L'exploitation des ressources d'eau d'origine souterraine par un programme d'amélioration de certains puits existants, par l'instauration d'un ou de deux forages à des points où ont été réalisés les sondages électriques en SE₂ , SE₃ .

2°) L'exploitation des eaux de surface par la construction d'un petit barrage. Il ne s'agissait pas ici de construire un ouvrage d'une grande importance tel qu'on le voit souvent. Le but visé était de mettre à la disposition des populations une petite retenue d'eau pouvant assurer leur alimentation pour six ou sept mois de sécheresse et notamment, à cause des infiltrations, l'effet probable de ce barrage sera d'assurer le rechargement de la nappe phréatique qui pourra ainsi alimenter les puits.

.../...

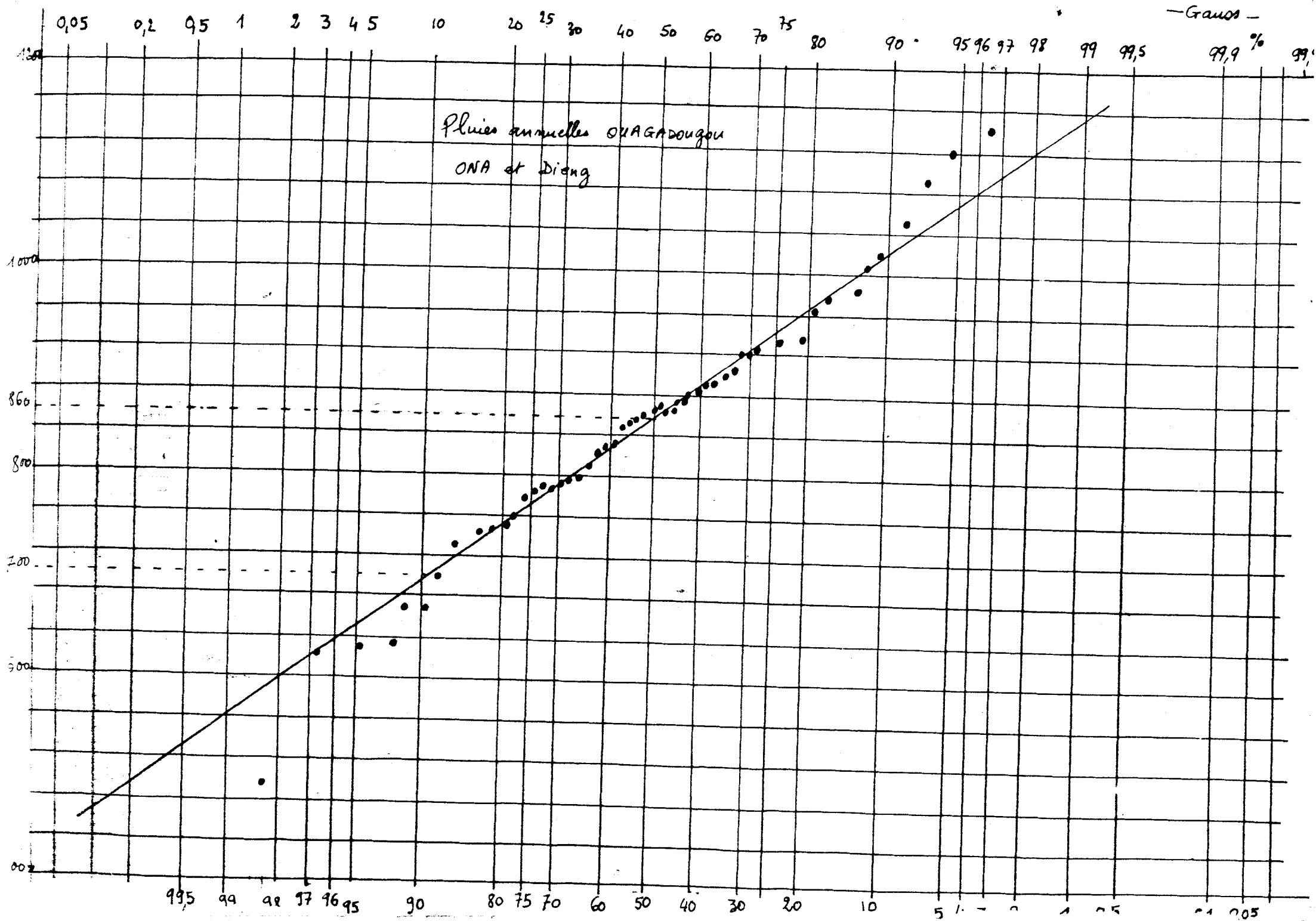
La conception de l'ouvrage a été donc faite de la manière la plus simple qu'il en soit afin d'éviter son coût élevé. Dans cet ordre d'idées, la mise en place d'un déversoir en béton n'est pas justifiable car un tel déversoir coûterait trop cher et rendrait le barrage non rentable. (Nous avons fait une petite retenue à vocation humaine et pastorale.)

Pour pouvoir assurer sa sécurité, nous avons proposé d'araser les deux bouts de la digue pour évacuer ainsi la crue centenaire de 60 m³/sec (crue du projet).

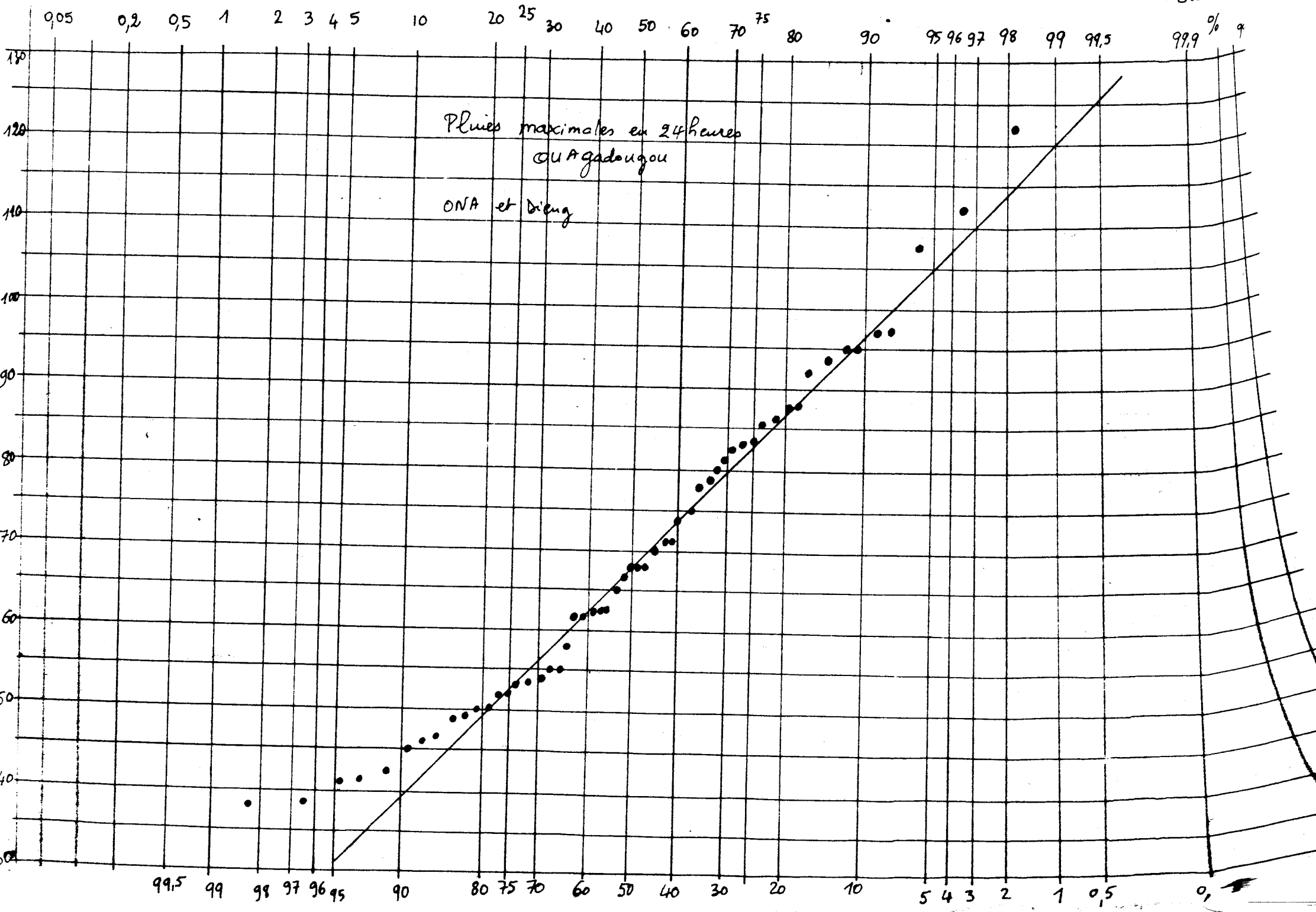
Il est susceptible que des modifications aient lieu au cours de sa réalisation.

Bien que l'aspect économique du sujet n'ait pas été touché, nous sommes particulièrement satisfaits du travail de ce mémoire car il nous a donné l'occasion de nous mettre en contact avec le terrain. Nous avons eu connaissance de beaucoup de choses à savoir le choix du site d'un barrage, le levé topographique d'une surface... Cet exercice de relevé topographique nous a permis de connaître les difficultés qu'on peut avoir sur le terrain.

Bref, nous demeurons persuadés que cette expérience nous servira pour bien d'autres cas car il faut le dire, il n'est pas toujours possible dans la plupart de nos pays de disposer de toutes les données nécessaires à la réalisation de petits projets de cette taille - ci./.

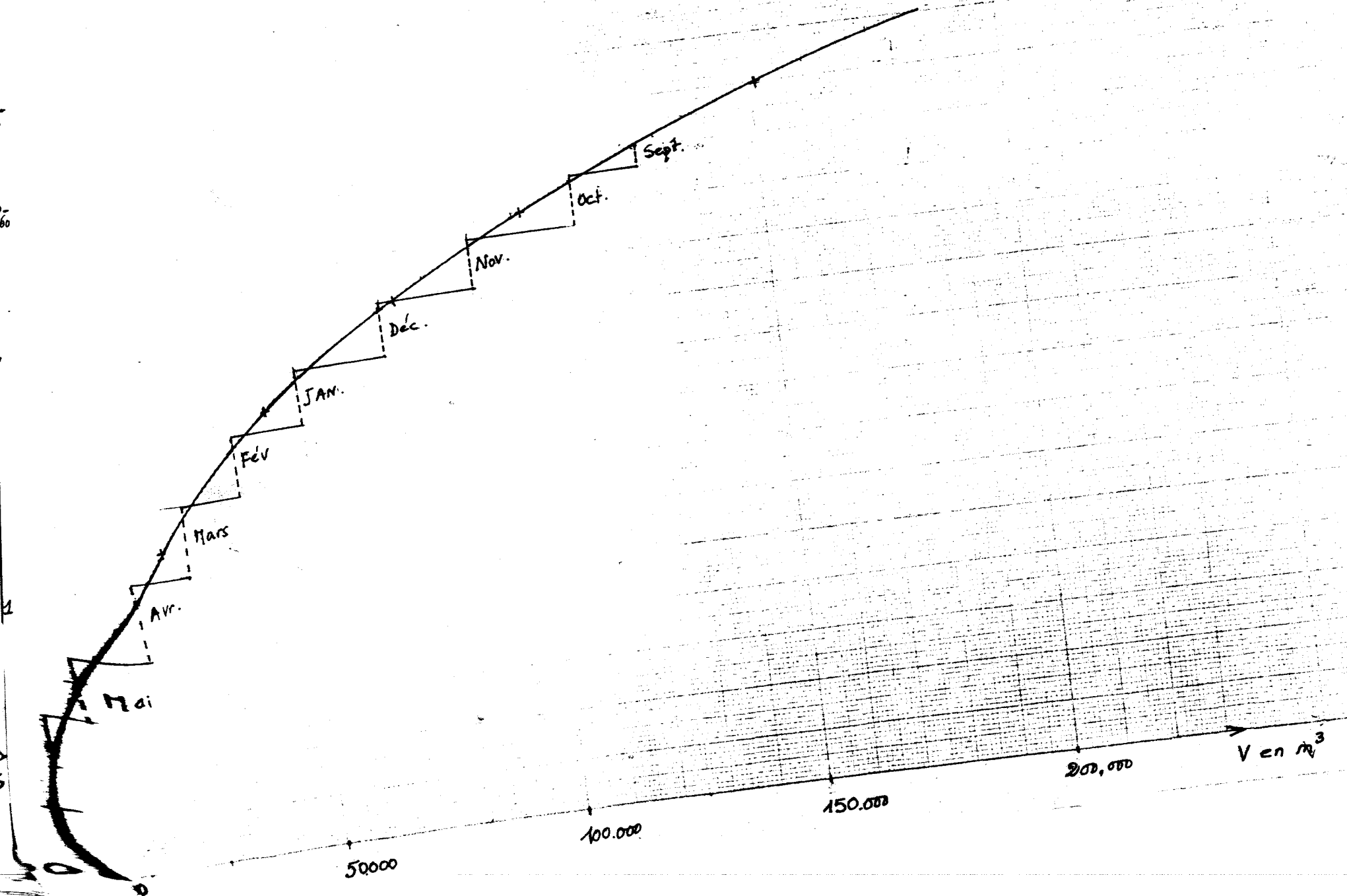


- Gauss -



Courbe d'utilisation de la retenue

en m



200,000 V en m^3

150,000

100,000

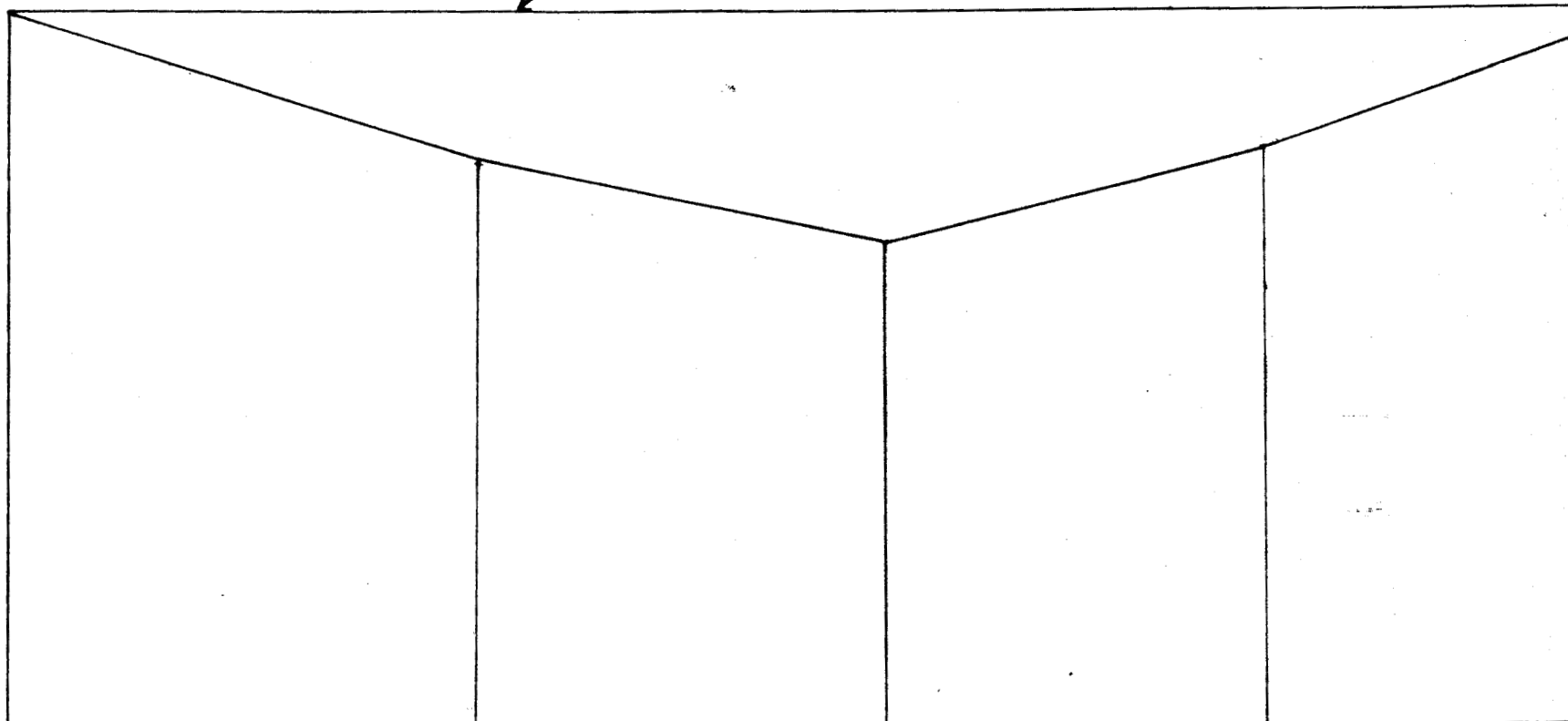
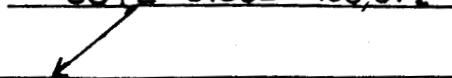
50,000

PROFIL EN LONG DE LA DIGUE

ECHELLE: $\frac{1}{100}$



COTE DIGUE : 103,372



PLAN DE COMP.	93,00				
COTE DU TERRAIN NAT.	103,372	101,15	100,0	101,31	
COTE DU PROJET	103,372	103,372	103,372	103,372	
DISTANCES PARTIELLES		67,00	60,00	55,00	50,00
DISTANCES CUMULEES	0,00	67,0	127	182	
N° DES PROFILS	1	2	3	4	

ECHELLE $\frac{1}{1000}$

PROFIL EN TRAVERS DE LA DIGUE

ECHELLE $\frac{1}{100}$

PLAN D'EAU

PERRE MAÇONNE

