

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
D'INSTRUMENTATION
MOUPEL GEMIA
BUREAU OUAGADOUGOU (R.H.V.)

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

11⁰ 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 factibilité 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.

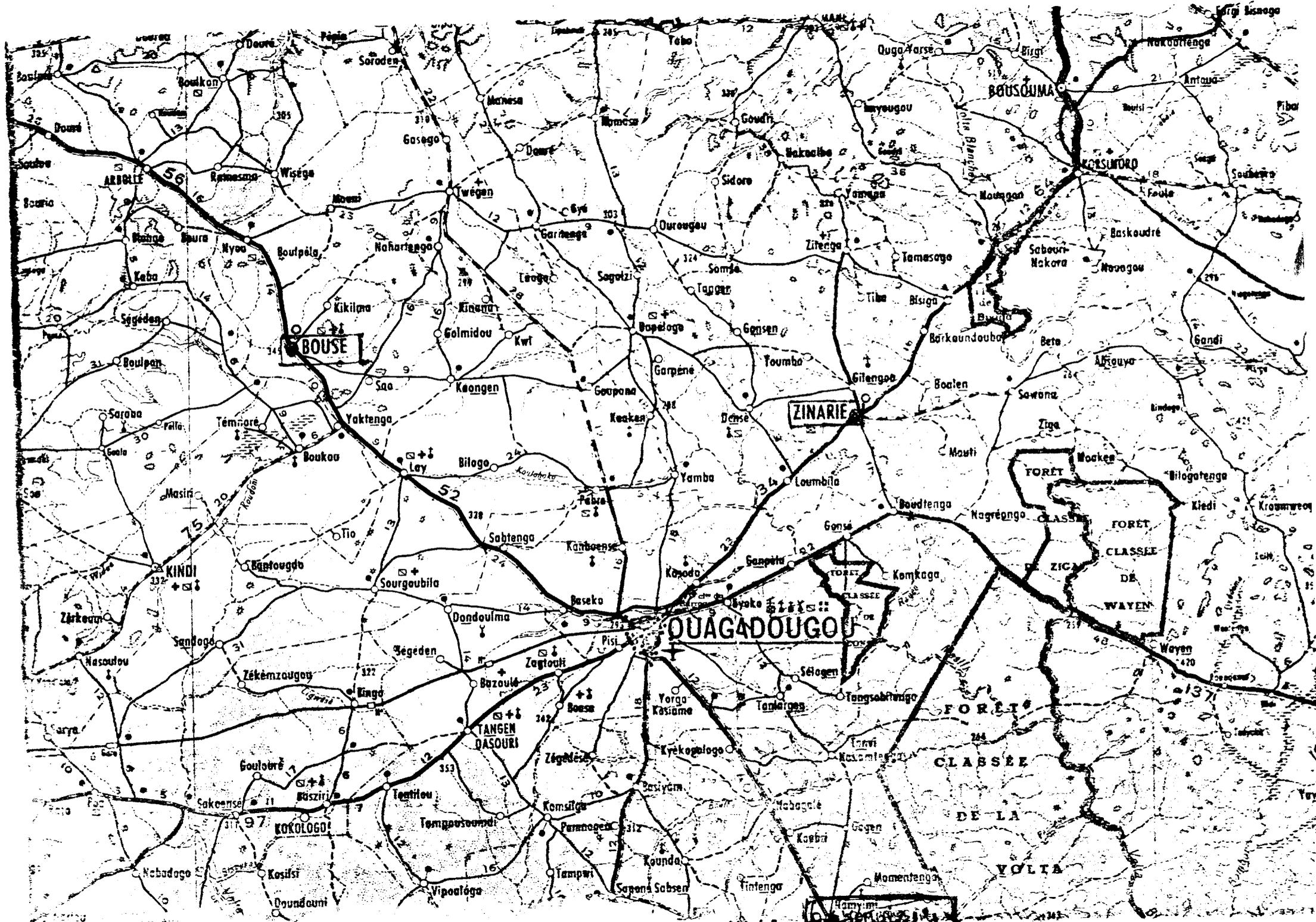
Nous espérons que ce mémoire contribuera à fournir des renseignements nécessaires à l'aménagement d'une agglomération rurale.

.../...

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 PROJETEESE
 - 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 optimisation 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 transhumances 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^{nt} 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'ONE. 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 3m³/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 département 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, entérite...)
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 9,34 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-il.

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 partout 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 de l'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 inférieures 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 administratif ont sollicité l'implantation d'une boutique SOUSCISOM. 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'intégrer 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 20 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 infectueuses, 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.

- É'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 polluable 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 cette 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 270 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 le réserve de 50 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 Savana. 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 excréta 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 salubre 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 raccordé au réseau qui arrive dans la station de pompage du lac. 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 - ASP E C T E C O N O M I Q U E D E L ' A M E N A G E M E N T

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 ₪

.../...

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, préserve 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 excretas 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 WIEP 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 en BP	20 x 320	6400	50 x 480	24 000
consommation en 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
élevage - Service	forfait	50	forfait	100
- logement	8 x 20	160	50 x 8	400
OF NACER	15 x 10	150	15 x 15	225
eaux et forêts - service	forfait	50	forfait	100
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. santé - 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	$\frac{1}{4} \times 5 \times 2000$ 2500	3500	$\frac{1}{4} \times 5 \times 6200$	10250
total	56590	56590		158220
besoins totaux	56590 x 1,25	70738	158220 x 1,25	197725

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

20) - 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
élevage	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

a/ Calcul des diamètres

32

Tronçon Am - Av	L(m)	Débit l/s					Aval			Canalisation					Z* calculé	Z sol	P. disp.	P. néc.	Z* re- tenue
		Amont	aval	route	équival.	autres	Z sol	P au sol	Z*	vitess	ϕ	δ	$J = LxJ$	$-1,1J$					
F ₁ -A	350				refault					78,2									
A-A'	340	3,64	0	3,64	2	3,19 (ref)	266,40	8,5	274,90	0,65	78,2	0,00705	2,40	2,60	277,5	267,8	9,7	12	279,8
A-B ₁	350	2,94	0,4	2,54	1,80	8,4 (circuite)	268,50	8,5	277	1,15	97,4	0,01565	5,48	6	283	267,80	-15,2	9	283
C-A	360	5,06	4,62	0,44	4,86	8,4	-	-	283	1,15	97,4	0,01565	5,63	6,20	289,2	269,30	-19,9	10	289,2
C-B ₃	720	3,21	0,4	2,81	1,95	-	270,80	8,5	279,30	0,4	78,2	0,00288	2,07	2,3	281,6	269,30	-12,3	10	281,6
F-G	500	2,34	0,5	1,84	1,51	-	268,60	8,5	277,10	0,50	63,2	0,00568	3,41	3,70	280,8	268,90	-11,9	8,5	280,8
F-B ₇	400	2,35	0,4	1,95	1,47	-	270,50	8,5	279	0,50	63,2	0,00568	2,27	2,50	281,5	268,90	-12,6	8,5	281,5
C-F	560	4,07	3,44	0,63	3,79	-	-	-	281,5	0,50	97,4	0,00329	1,84	2	283,5	269,30	-14,2	9	283,5
D-C	110	8,29	8,25	0,04	8,27	8,4	-	-	299,2	1,15	97,4	0,01565	1,72	1,90	291,1	269,70	21,4	8,5	291,1
D-B ₆	270	1,80	0,40	1,4	1,17	-	270,5	8,5	279	0,40	63,2	0,00377	1,02	1,10	280,1	269,7	10,4	8,5	280,1
E-D	270	8,97	8,83	0,14	8,91	8,4	-	-	291,1	1,15	97,4	0,01565	4,22	4,60	295,7	272	23,7	8,5	295,7
E-B ₄	370	1,92	0,4	1,52	1,24	-	272,5	8,5	281	0,40	63,2	0,00377	1,39	1,50	282,5	272	10,5	8,5	282,5
E-B ₅	390	1,92	0,4	1,52	1,24	-	271,5	8,5	280	0,40	63,2	0,00377	1,47	1,60	281,6	272	9,6	8,5	281,6
R-E	640	12,5	10,1	2,4	11,42	8,4	-	-	295,7	0,95	125,8	0,00793	5,07	5,60	301,3	275	26,3	13	301,3

Le chemin critique est: R - E - D - C - A - B₁

2^{ème} essai.

A-B ₁	350	2,94	0,4	2,54	1,80	8,4	268,5	8,5	277	1,15	97,4	0,01565	5,48	6	283	267,80	-15,2	9	283
C-A	360	5,06	4,62	0,44	4,86	8,4	-	-	283	0,70	125,8	0,00447	1,60	-1,80	284,8	269,30	-15,5	10	284,8
D-C	110	8,29	8,25	0,04	8,27	8,4	-	-	284,8	0,70	125,8	0,00447	0,49	0,50	285,3	269,70	-15,6	8,5	285,3
E-D	270	8,87	8,84	0,14	8,91	8,4	-	-	285,3	0,70	125,8	0,00447	1,20	-1,30	286,6	272	14,6	8,5	286,6
R-E	640	12,5	10,1	2,4	11,42	8,4	-	-	286,6	0,70	125,8	0,00447	2,86	3,1	289,7	275	14,7	13	289,7

4/ Calcul des débits de pointe.

(24)

Tronçon	Inventaire des équipements			Consommation journalière de pointe m^3/d				debit moy $q_m = \frac{\Sigma}{86400}$	debit d'équipement			debit de pointe globale					observation et sens d'écoulement
	BF	BP	Services	BF	BP	Service	Σ		l/s	BF	BP	Service	BF	Sew. prior.	B. Pet autres serv.	perte $\frac{1}{4} de q_m$	
[A-A']	0	4	école CEG	-	1,28	20,64	21,92	0,25	-	0,65	1,5 3	-	-	3,18	0,06	3,64	sortant de A vers A'
[A-B ₁]	1	4	marché	6,98	1,28	5,25	13,51	0,16	0,4	0,65	0,8	0,4	0,8	1,7	0,04	2,94	sortant de A vers B ₁
[A]	1	8	école CEG marché	6,98	2,56	25,89	35,43	0,41	0,4	0,65	1,5 3 0,8	0,4	0,8	3,32	0,10	4,62	entrant en A
[C-A]	0	4	S/P	-	1,28	0,81	2,09	0,024	-	0,65	1	x	x	x	x	x	Inventaire
[C-A)	1	12	école CEG marché S/P	6,98	3,84	26,38	37,2	0,43	0,4	0,65	1,5 3 0,8 1	0,4	0,8	3,64	0,11	5,06	sortant de c vers A
[C-B ₃]	2	8	OFNACER elevation station av. gare routière	13,96	2,56	1,67	18,19	0,21	0,4	0,65	0,5 0,62 0,5 1	0,8	-	2,36	0,05	3,21	sortant de c vers B ₃
[F-G)	1	7	ORD	6,98	2,24	0,1	9,32	0,11	0,4	0,65	0,5	0,4	-	1,94	0,03	2,34	sortant de F vers G
[F-B ₂]	1	5	abattoir	6,98	1,6	0,5	9,08	0,11	0,4	0,65	1,5 1,05	0,4	-	1,92	0,03	2,35	sortant de F vers B ₂
[F	2	12	ORD abattoir	13,96	3,84	0,6	18,4	0,21	0,4	0,65	0,5 1,05	0,8	-	2,59	0,05	3,44	entrant en F
[F-C]	0	6	gendarmérie eaux et forêt garage adm	-	1,92	0,94	2,86	0,033	-	0,65	0,5 0,8 0,5	x	x	x	x	x	Inventaire
[E-F)	2	18	ORD garage adm. abattoir	13,96	5,76	1,6	21,32	0,25	0,4	0,65	0,5 0,5 1,05	0,8	-	2,21	0,06	2,27	sortant de E vers F
[C	5	38	école CEG marché S/P ofnacer stat. exterie ORD gend. eaux et forêt garage adm. gare rout. abattoir elevation	34,9	12,16	29,64	76,7	0,89	0,4	0,65	1,5 3 0,8 1 0,5 0,5 0,5 0,5 0,8 0,5 1 1,05 0,62	2	0,8	5,23	0,22	8,25	entrant en C
[D-C]	0	1	-	-	0,32	0,94	0,32	0,004	-	0,65	-	x	x	x	x	x	inventaire
[D-C)	5	39	tous les serv. cités	34,9	12,48	29,64	77,02	0,89	0,4	0,65	$\Sigma=12,27$	2	0,8	5,27	0,22	8,29	sortant de D vers c
B ₆ -D	1	3	-	6,98	0,96	-	7,94	0,092	0,4	0,65	-	0,4	-	1,38	0,023	1,80	sortant de D vers B ₆
[D	6	42	tous les serv. cités	41,88	13,44	29,64	84,96	0,98	0,4	0,65	$\Sigma=12,27$	2,4	0,8	5,38	0,25	8,83	entrant en D
[E-D]	-	3	-	6,98	0,96	-	0,96	0,011	-	0,65	1,5	x	x	x	x	x	sortant de E vers D Inventaire
[E-D)	6	45	tous les serv. déjà cités	41,88	14,44	29,64	85,92	0,99	0,4	0,65	$\Sigma=12,27$	2,4	0,8	5,5	0,25	8,97	sortant de E vers D
B ₅ -E)	1	4	-	6,98	1,28	-	8,26	0,097	0,4	0,65	-	0,4	-	1,50	0,024	1,92	sortant de E vers B ₅
B _A -E)	1	4	-	6,98	1,28	-	8,26	0,097	0,4	0,65	-	0,4	-	1,50	0,024	1,92	sortant de E vers B _A
[E	8	53	services cités	55,84	16,96	29,64	102,44	1,19	0,4	0,65	12,27	3,2	0,8	5,79	0,30	10,09	entrant en E
[R-E)	0	7	station sanit.	-	2,24	10,64	12,88	0,15	-	0,65	1,7	x	x	x	x	x	inventaire
[R-E)	8	60	tous les Services	55,84	19,2	40,28	115,32	1,33	0,4	0,65	13,97	3,2	2,5	6,20	0,33	12,23	sortant de R vers E.

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 ₁ -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	tronçon (A-avant)	φ	cote piézo a-avant	h, h	cote piézo re-avant	cote au sol	Pression disp.	pression demande	observation
R					289,5	275	14,7	13	cote 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	278	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	8,5 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 1 cv consomme 0,25 l/h

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

D	H M T	P_p	P_m	P_G	cons.
76,2 m	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 (Alliéot)

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

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

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
T O T A L			15 389 030

b) - Genie civil

- Réservoir

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

- Forage

$$61 \times 70 000 = 427 000 000$$

.../...

- 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 × 70 000 × 2 =	539 000	
- colonne pompe	37 × 7 500 =	277 500	
- groupe électrogène	2 × 180 000 × 10 =	3 600 000	
- stérilisateur	150 000 × 11 =	1 650 000 1 650 000	
T O T A L	:	6 066 500	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 × 2% =	307 781	
- Genie civil	159 600 000 × 2% =	319 200	
- Robinetterie	3 430 000 × 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

$$59 \times 52\ 743 = 3\ 111\ 857$$

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

Recettes

en B F

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

$$\text{Solde} = \text{Dépense} - \text{recette}$$

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

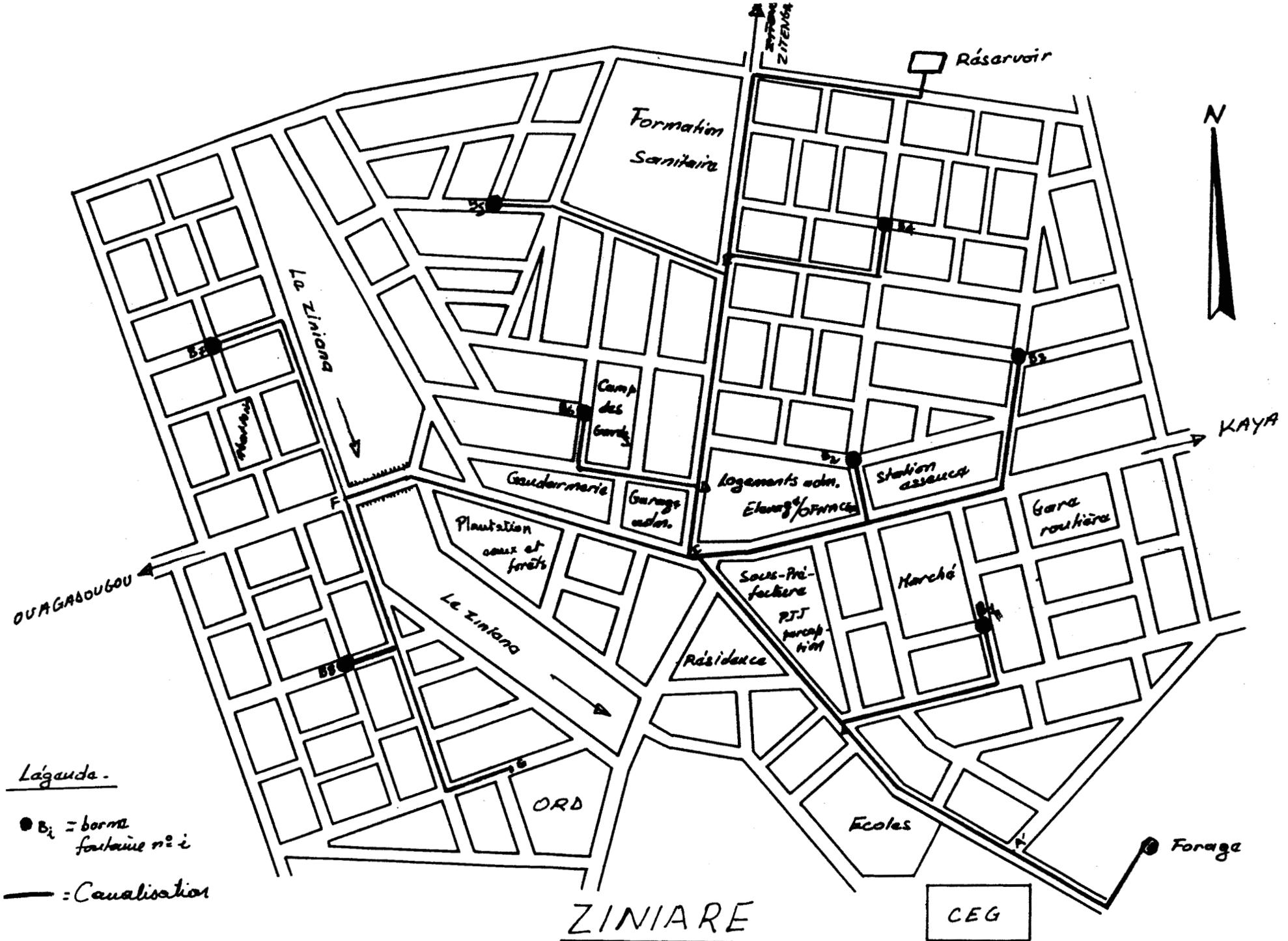
Prix du m³ à supporter par les branchements particuliers et les services.

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

$$20542$$

P du m ³ = 304 CFA

.../...



Légende.

● 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 (G_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

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

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 valeur des paramètres sont les suivantes

$$I = 8\%$$

$$C = 0,4$$

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

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

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

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 :

$$\text{la longueur } L_1 = 1940 \text{ m}$$

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

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

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

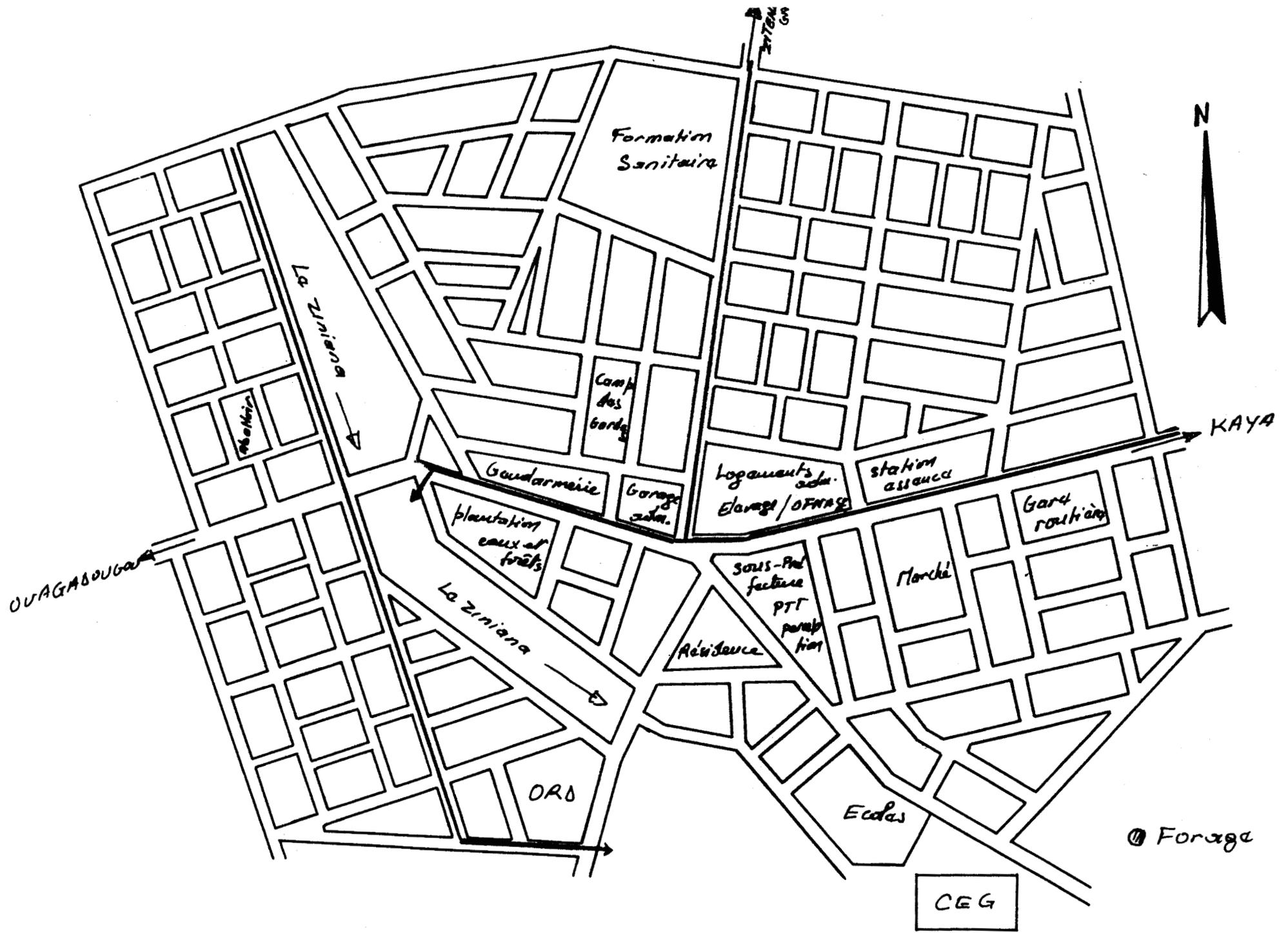
Le volume total de terre à enlever est :

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

Si un m^3 de terre vaut 2 000 FCFA, le coût du projet est égal :

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

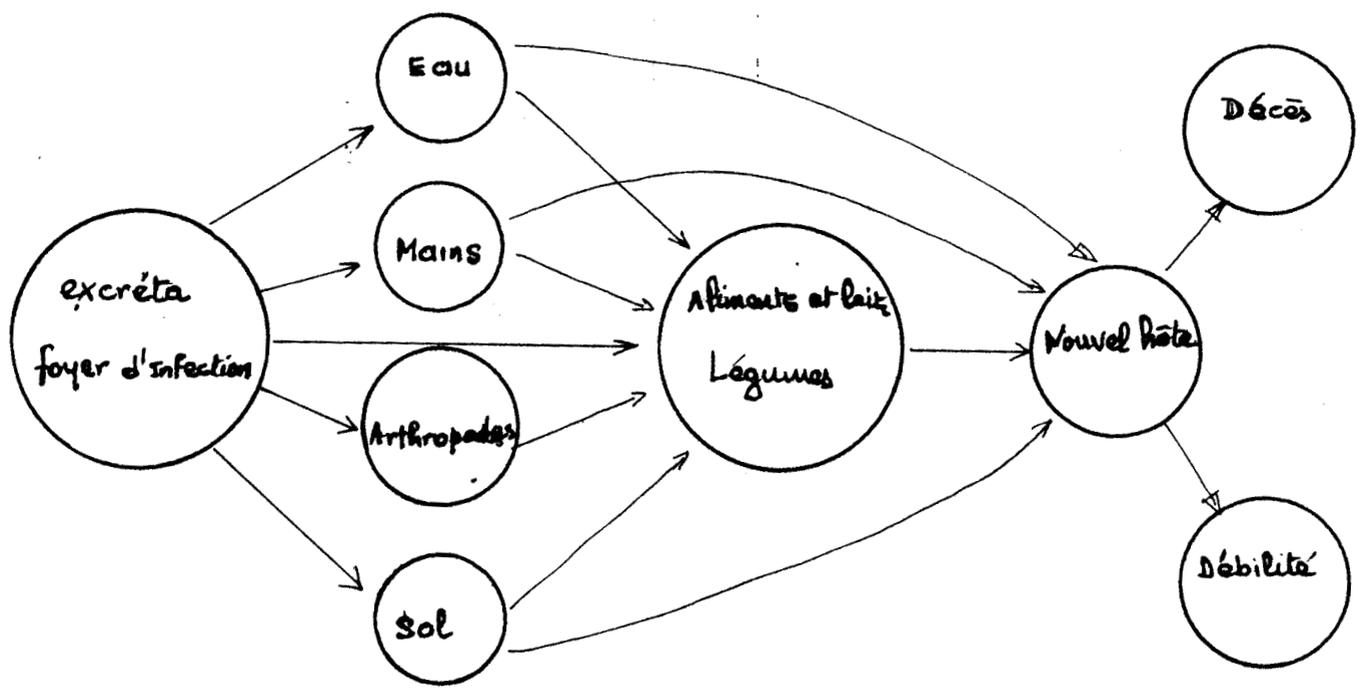
$C = 14,5 \text{ millions}$



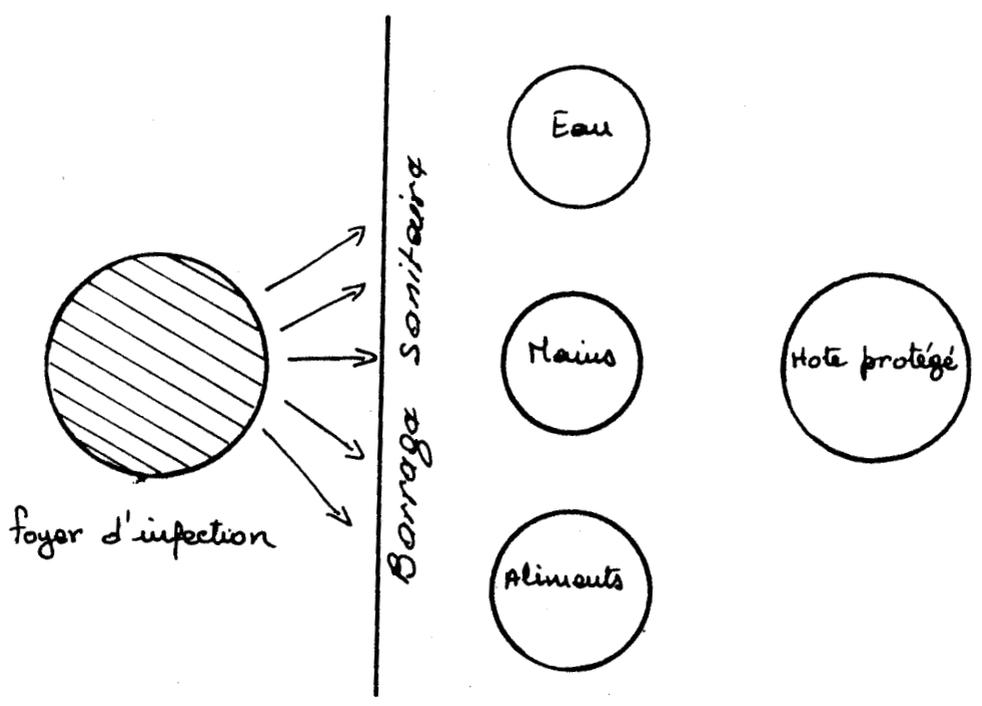
ZINIARE

Plan du réseau d'assainissement

Fig 1. TRANSMISSION DE LA MALADIE A PARTIR DES EXCRETA

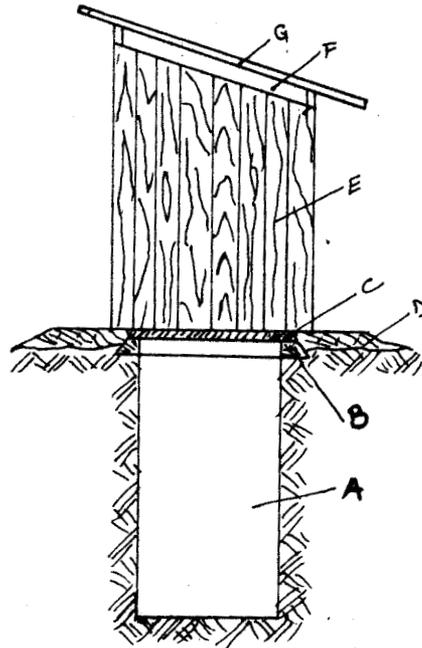


A. VOIES de transmission DE LA MALADIE A PARTIR DES EXCRETA



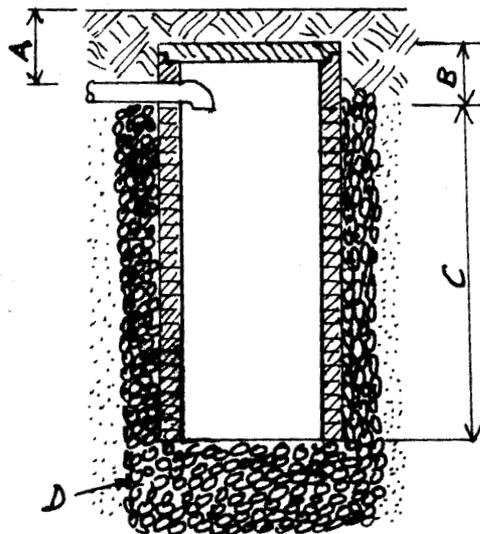
B. Arrêt de la transmission des maladies à transport fécal par l'assainissement

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 |