

RAPPORT
DE
L'ETUDE DES PLANS DES BASES
DU
PROJET D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE
DE
MBANZA-NGUNGU
EN
REPUBLIQUE DU ZAIRE

NOVEMBRE 1984

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE

GRB

84-82

532
61.8
GRB

RAPPORT
DE
L'ETUDE DES PLANS DES BASES
DU
PROJET D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE
DE
MBANZA-NGUNGU
EN
REPUBLIQUE DU ZAIRE

JICA LIBRARY



1029756[2]

NOVEMBRE 1984

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE

国際協力事業団

受入 月日	'85. 1. 16	532
		61.8
登録No.	11008	GRB

AVANT-PROPOS

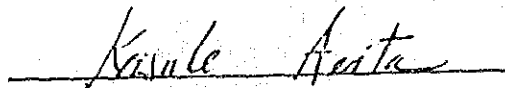
En réponse à la demande du Gouvernement de la République du Zaïre, le Gouvernement du Japon a décidé d'exécuter une étude sur le Projet de l'Alimentation en Eau potable pour la ville de MBANZA-NUGUNGU, (ci-après dénommé "le Projet"), et l'a confié à l'Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA). La JICA a délégué en République du Zaïre, une mission chargée d'effectuer les études nécessaires pour l'établissement des plans de base relatifs à ce Projet, dirigée par M. Kenji KOBAYASHI, Division de la Coopération Financière Non-remboursable du Ministère des Affaires Étrangères, du 21 Mai 1984 au 23 Juin 1984.

La mission a échangé ses vues avec les autorités concernées de la République et exécuté des études sur place. Dès le retour de cette mission au Japon, l'étude a été approfondie et le présent rapport a été rédigé.

Je souhaite que ce rapport permette la réussite du Projet et contribue au renforcement des relations amicales entre nos deux pays.

Je voudrais exprimer mes remerciements sincères aux autorités concernées de le Gouvernement de la République du Zaïre, pour leur coopération à la mission.

Novembre 1984



KEISUKE ARITA

Président de
l'Agence Japonaise de
Coopération Internationale

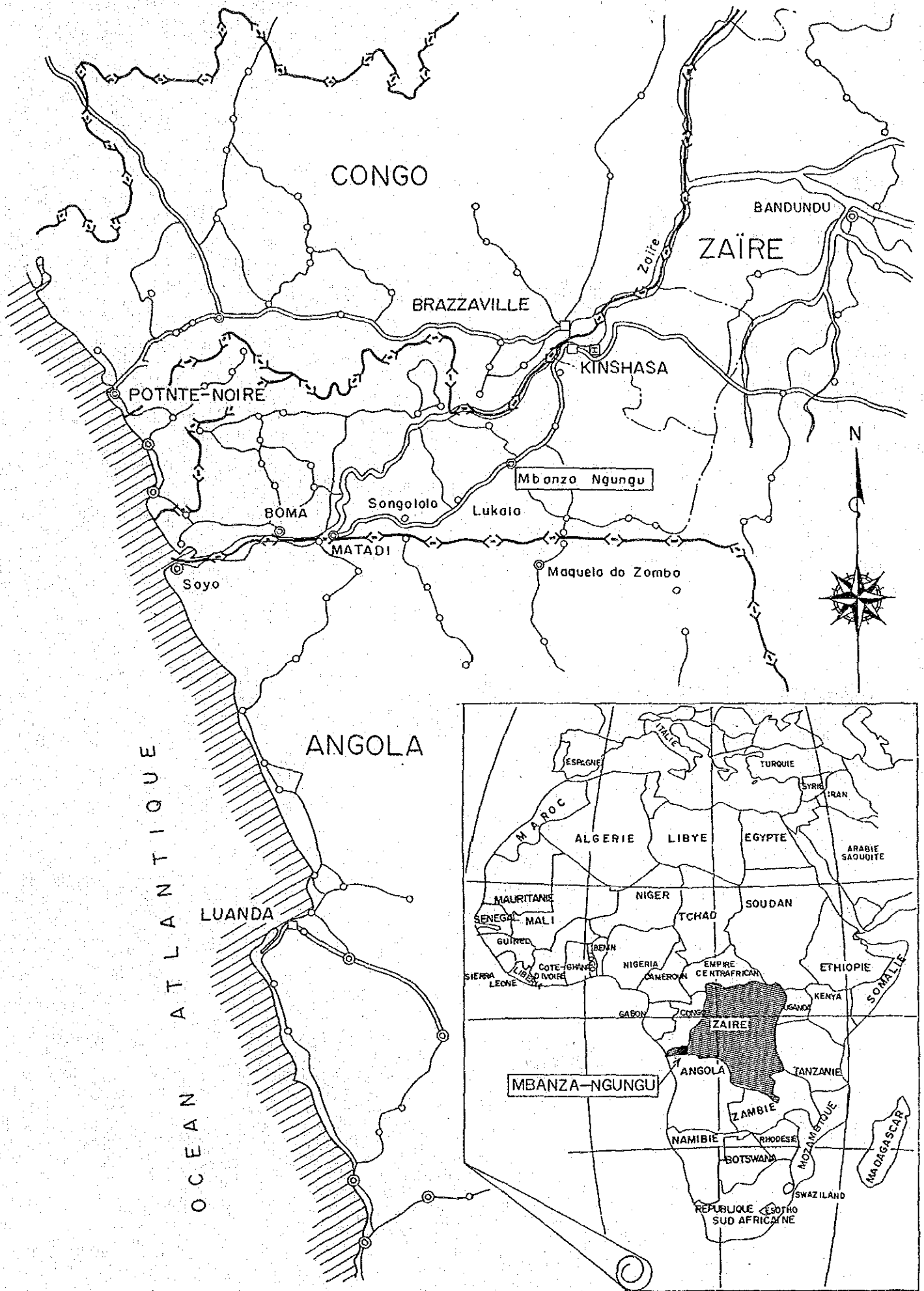


Fig. 1. Carte d'emplacement du Site

RESUME

RESUME

La république du Zaïre est, par sa superficie, le troisième pays d'Afrique et est très connu dans le monde pour ses ressources minérales, qui constituent la plus grande partie des recettes de l'Etat. Or, depuis 1975, les prix de ces minerais (cuiyre et cobalt) ont baissé sur le marché international, et se maintiennent à la baisse. Il s'ensuit des difficultés de trésorerie importantes pour le pays, provoquant une crise économique grave.

Dans le cadre du rétablissement d'une économie nationale saine, le gouvernement du Zaïre a arrêté toute une série de projets d'investissements publics qui produiraient des effets immédiats. Il réalise des investissements importants en priorité dans le secteur de la production directe et dans les infrastructures qui sont liées à ce secteur. C'est dans cette optique que le développement et l'amélioration des équipements en eau potable a été choisi comme une des priorités, car ce secteur touche directement la vie quotidienne du peuple.

Il est en particulier indispensable, pour assurer la stabilité sociale et la vie économique des centres urbains, de fournir en eau potable la population urbaine, laquelle est en accroissement rapide.

La REGIDESO (Régie de Distribution d'Eau de la République du Zaïre), organe d'Etat qui régie entièrement la fourniture en eau potable de tout le pays, a établi un plan décennal de développement. Elle travaille actuellement à l'exécution des projets prioritaires, grâce à des crédits souscrits auprès des organes financiers internationaux et à l'aide de gouvernements étrangers.

Le projet d'alimentation en eau potable de la ville de Mbanza-Ngungu a été soumis au gouvernement du Japon par le gouvernement du Zaïre, qui souhaite obtenir une coopération financière non-remoursable. Ce projet concerne l'amélioration des équipements déjà existants du réseau d'eau potable de la ville, et la construction de nouvelles structures pour une adduction supplémentaire. Ce projet qui concerne une des plus importantes villes du sud du Zaïre, a la priorité dans le plan de développement de la REGIDESO.

D'après les chiffres relevés en 1981, la population de la ville de Mbanza-Ngungu s'élève à 77.000 habitants, et son taux d'accroissement annuel est de 2,36 %. Or, les installations d'eau potable existantes actuellement ont été construites il y a environ 27 ans, sans qu'aucune amélioration notable n'y ait été apportée depuis lors et sans subir d'entretien suivi. Le réseau ne dessert que l'ancien quartier résidentiel construit avant l'indépendance, et le volume moyen fourni actuellement est de 2.400 m³ par jour environ, ce qui représente une capacité d'alimentation de 30 l par jour et par habitant, en moyenne, pour la totalité de la population desservie. De plus, l'eau captée pour les installations existantes provient en grande partie de la rivière Kusu-Kusu ; elle n'est pas protégée contre la pollution et contre les eaux boueuses. Par conséquent, durant la saison des pluies, les installations actuelles, à la fois sommaires et démodées, ne suffisent pas pour le filtrage, de sorte que l'eau qui arrive au robinet est mélangée avec les boues, et n'est pas bonne à boire.

On souhaite donc construire un système d'alimentation en eau potable qui puisse répondre non seulement à la demande actuelle mais aussi à la demande prévue, tenant compte du taux d'accroissement de la population, par le biais de l'amélioration des installations actuelles qui sont en très mauvais état, par le biais de la construction de nouveaux équipements, et aussi par le biais de la réfection du réseau qui a atteint les limites de durée d'utilisation. Ce programme constitue les grandes lignes de ce projet.

A la base de ce projet, on prévoit le réexamen de l'ensemble du plan d'équipement de l'alimentation en eau potable de la ville de Mbanza-Ngungu. Dans l'immédiat on procédera à l'extension du secteur desservi, qui comprendra non seulement l'ancien quartier résidentiel mais aussi le nouveau quartier Loma. Le volume d'eau fourni en moyenne et par habitant sera aussi augmenté. On prévoit en effet de permettre la fourniture en eau potable pour satisfaire la demande de 1995, compte tenu de l'augmentation de la demande programmée pour 10 ans. On prévoit donc de fournir 5.813 m³ par jour en moyenne -c'est à dire 55 l par jour et par personne, soit 2,4 fois plus que la capacité actuelle.

Pour arriver à ce résultat, les installations suivantes sont prévues:

- a) 8 forages concentrés dans la plaine de Loma et exécutés par la REGIDESO, et les pompes de captage.
- b) Une unité de pompes et les conduites de refoulement pour collecter l'eau des 8 forages, la réunir en un seul point, et l'envoyer jusqu'aux réservoir après stérilisation bactériologique.
- c) Deux réservoirs placés dans un endroit surélevé (réservoir principal et réservoir pour Loma) ainsi que les canalisations pour distribution de l'eau à partir de ces réservoirs, l'écoulement se faisant par gravité.

En dehors des équipements mentionnés ci-dessus, on effectuera les réparations des canalisations de distribution déjà existantes.

De plus, les tuyaux de distribution et d'alimentation déjà en service seront réparés lorsqu'ils seront jugés utilisables pour le nouveau réseau de distribution, ceci afin de réduire les coûts.

Les délais d'exécution du projet escomptés sont de 20,5 mois à partir de l'Echange de Note. Les travaux de construction sur place prendront 10,5 mois, y compris les essais de fonctionnement. A l'achèvement de la première moitié du projet, l'eau sera fournie à deux quartiers qui ne sont pas desservis actuellement, Loma et Disengomoka, à la capacité de 2.240 m³ par jour. A la fin des travaux, une capacité de 3.573 m³ par jour sera fournie aux trois quartiers de Ngungu, Révolution et Noki.

Afin de respecter ce programme de travaux, une coopération sera nécessaire de la part de la REGIDESO, chargée des forages et de la pose des câbles électriques.

A l'achèvement de ce projet, le quartier de Loma, qui représente 21 % de la superficie de la ville de Mbanza Ngungu et 13,5 % de sa population, non desservi jusqu'à présent, sera alimenté en eau potable. Les quatre quartiers actuellement desservis verront leur réseau de canalisation étendu et leur capacité de fourniture en eau sera multipliée par 2,4. Le niveau d'approvisionnement en eau sera multipliée par 2,4. Le niveau d'approvisionnement en eau sera donc considérablement amélioré

et couvrira en conséquence les besoins prévus pour 1995. De plus la pollution de l'eau disparaîtra presque complètement, du fait que l'eau sera captée dans les forages, de même que l'arrivée d'eau boueuse en saison des pluies, et que les coupures d'eau dans la journée pendant la saison sèche diminueront considérablement.

On estime le bien fondé d'une coopération financière non-remboursable de la part du gouvernement japonais, du fait de l'impact favorable que le projet apportera aux relations zaïro-japonaises d'une part, du fait de son coût raisonnable, et du fait qu'il répond à la demande du gouvernement du Zaïre d'autre part.

Il pourra constituer un modèle de système d'adduction d'eau et fournir de nombreuses suggestions techniques au pays. La République du Zaïre, qui s'efforce de dépasser les difficultés causées par une concentration grandissante de la population dans les centres urbains, pourra bénéficier de nouvelles techniques apportées par un pays industrialisé. C'est pourquoi les autorités zaïroises attendent beaucoup de la coopération qui touche à ce projet.

Pendant l'exécution du projet, la coopération étroite des autorités zaïroises sera nécessaire, en particulier au niveau de la REGIDESO, car les travaux de construction auront lieu dans les rues et allées très fréquentées et étroites, et des coupures d'eau fréquentes seront nécessaires. Il est également souhaitable que les forages des puits profonds et la pose des câbles électriques qui seront effectués par la REGIDESO se fasse en coordination avec la progression des travaux exécutés par les Japonais.

TABLE DES MATIERES

Carte d'emplacement du site	i
AVANT-PROPOS	ii
RESUME	iii
Chapitre I. INTRODUCTION	I-1
Chapitre II. CADRE DU PROJET	II-1
2.1 Situation Économique Générale de la République du Zaïre	II-1
2.2 Plan d'Investissement Public	II-1
2.3 Plan National de Développement du Réseau des Eaux Potables	II-2
2.4 Présentation de la REGIDESO et de son Plan	II-3
Chapitre III. PRESENTATION GENERALE DE LA VILLE DE MBANZA-NGUNGU	III-1
3.1 Situation Géographique et Voies d'Accès	III-1
3.2 Situation Sociale et Économique	III-1
3.3 Alimentation Actuelle en Eau Potable	III-2
3.4 Conditions Naturelles	III-6
3.4.1 Climat	III-6
3.4.2 Topographie et Géologie	III-6
3.4.3 Etat Actuel de l'Eau Souterraine et Qualité de l'Eau	III-8
3.5 Population et Densité de Population	III-16
3.6 Situation des Infrastructures	III-18
Chapitre IV. PROJET	IV-1
4.1 Objectif	IV-1
4.2 Condition de Réalisation	IV-2
4.3 Plans de Base	IV-6
4.3.1 Critères de Fixation de Quantités	IV-6
4.3.2 Conceptions de Base	IV-9
4.3.3 Plans et Schémas de Base	IV-16
Chapitre V. EXECUTION DU PROJET	V-1
5.1 Maître d'Oeuvre	V-1
5.2 Programme de Mise en Exécution	V-1

5.3	Programme du Projet	V-1
5.4	Portée des Travaux	V-2
5.5	Fonctionnement et entretien	V-3
5.5.1	Organisation	V-3
5.5.2	Coûts	V-4
5.6	Fournitures	V-4
5.6.1	Matériaux	V-4
5.6.2	Matériels	V-5
5.6.3	Personnel	V-5
Chapitre VI.	EVALUATION DU PROJET	VI-1
Chapitre VII.	CONCLUSIONS ET PROPOSITIONS	VII-1

A N N E X E S

MEMBRES DE LA MISSION D'ETUDE	1
PROGRAMME DE LA MISSION D'ETUDE	2
PROCES-VERBAL	6
ELARGISSEMENT DE LA SUPERFICIE DESSERVIE PAR QUARTIER EN 1995 ET A L'AN 2000	12
PLAN DE FOURNITURE D'EAU PAR QUARTIER	13
TABLEAU CALCULATIF DES BESOINS EN 1995	14
TABLEAU CALCULATIF DES BESOINS A L'AN 2000	15
DONNEES DU SONDAGE ELECTRIQUE DE LA VILLE DE MBANZA-NGUNGU	16
L 1 - L 6	16
K 1 - K 3	22
B 1 - B 2	25

P H O T O S

Photo 1, 2	27
Photo 3, 4, 5	28
Photo 6, 7	29
Photo 8, 9, 10	30
Photo 11, 12, 13	31
Photo 14, 15, 16	32
Photo 17, 18	33
Photo 19, 20, 21	34

ILLUSTRATIONS ET GRAPHIQUES

FIG. 1	CARTE D'EMPLACEMENT DU SITE	ii
2.1	ORGANIGRAMME GÉNÉRAL DE L'ADMINISTRATION CENTRALE DE LA REGIDESO	II-4
2.2	ORGANIGRAMME NATIONAL DE LA REGIDESO	II-6
3.1	DIVISION ADMINISTRATIVE	III-20
3.2	SITUATION GÉOGRAPHIQUE DE LA VILLE DE MBANZA-NGUNGU ET EMBLACEMENT DES COLLINES	III-19
3.3	ANALYSE GÉOLOGIQUE ET PHOTOGRAPHIQUE DES ENVIRONS DE LA VILLE DE MBANZA-NGUNGU	III-21
3.4	SCHEMA GÉOLOGIQUE DE LA NAPPE SOUTERRAINE	III-9
3.5	PLAN DES EMBLACEMENTS DU PRÉLÈVEMENT D'EAU ET DES SONDAGES ÉLECTRIQUES	III-22
3.6	DISPOSITION DES ÉLECTRODES SELON LA MÉTHODE SCHLUMBERGER	III-11
3.7	} ANALYSE DES RÉSULTATS DU SONDAGE ÉLECTRIQUE	III-23
⋮		
⋮		
3.17		
3.18	RÉSULTATS ANALYTIQUES DU SONDAGE ÉLECTRIQUE DE LA PLAINE DE LOMA	III-34
3.19	SCHEMA DE PRÉSENCE D'EAU SOUTERRAINE D'APRÈS LES DONNÉES DES SONDAGES PAR FORAGE AU CAMP MILITAIRE EBeya	III-35
3.20	SCHEMA DE LA STRUCTURE SOUTERRAINE DE LA PLAINE DE LOMA	III-13
3.21	RÉSULTATS ANALYTIQUES DU SONDAGE ÉLECTRIQUE DU BASSIN DE LA RIVIÈRE KUSU-KUSU	III-36
3.22	SCHEMA DE LA STRUCTURE SOUTERRAINE DES ENVIRONS DE L'USINE DE TRAITEMENT DE KUSU-KUSU	III-15
3.23	RÉSULTATS ANALYTIQUES DU SONDAGE ÉLECTRIQUE DES ENVIRONS DU VILLAGE DE BOKO	III-37
3.24	EVOLUTION DÉMOGRAPHIQUE DE LA VILLE DE MBANZA-NGUNGU (PAR QUARTIER)	III-38
3.25	EVOLUTION DE LA POPULATION ETRANGÈRE DE LA VILLE DE MBANZA-NGUNGU	III-39
4.1	SCHEMA D'ENSEMBLE	IV-18
5.1	ORGANIGRAMME DU NOUVEAU BUREAU (AVANT-PROJET)	V-8

TABLEAUX

TABLEAU 2.1	SITUATION DES PROJETS GOUVERNEMENTAUX AN ZAIRE . . .	II-7
3.1	QUALITÉ DE L'EAU COURANTE, SOUTERRAINE ET DE SURFACE	III-40
3.2	MOUVEMENT DE LA POPULATION DE LA VILLE DE MBANZA-NGUNGU	III-41
3.3	POPULATION ESTIMÉE DE LA VILLE DE MBANZA-NGUNGU (1982-2000)	III-42
3.4	ESTIMATION DE LA DENSITÉ DE POPULATION PAR QUARTIER, EN 1995 (MBANZA-NGUNGU)	III-42
4.1	SUPERFICIE ET POPULATION DESSERVIES	IV-6
4.2	VOLUME DES BESOINS	IV-7
4.3	VOLUME MAXIMUM DES BESOINS	IV-8
4.4	SPECIFICATIONS DES POPMPES DE REFOULEMENT	IV-11
4.5	LISTE DES MATERIELS	IV-19
4.6	LISTE DES RÉSERVOIRS ET BÂTIMENTS EN BÉTON	IV-19
4.7	LISTE DES PLANS ET SCHÉMAS ANNEXES	IV-20
N. 1	SCHEMA D'ÉCOULEMENT	IV-20
2	SCHEMA DES CANALISATIONS (1/2)	IV-21
3	DITO (2/2)	IV-22
4	SCHEMA DE LA STATION DE POMPAGE	IV-23
5	BÂTIMENT DE LA POMPE DE CAPTAGE (H1)	IV-24
6	STATION DE POMPAGE (H2)	IV-25
7	CITERNE (R-1)	IV-26
8	RÉSERVOIR DE LOMA (R-2)	IV-27
9	RÉSERVOIR DU SECTEUR PRINCIPAL (R-3)	IV-28
10	SCHEMA STANDARD D'UN BRANCHEMENT SPECIAL	IV-29
11	SCHEMA SIMPLIFIÉ DU RACCORDEMENT À LA POMPE DE CAPTAGE	IV-30
12	SCHEMA SIMPLIFIÉ DU RACCORDEMENT À LA POMPE DE REFOULEMENT	IV-30
5.1	PROGRAMME DU PROJET	V-6
5.2	COUT ESTIMATIF ET DETAILLE DE L'ENTRETIEN ET DE L'EXPLOITATION	V-7

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

I. INTRODUCTION

En 1982, le gouvernement de la République du Zaïre a préparé un Plan National de Développement de l'Alimentation en Eaux Potables basé sur les déclarations des Nations Unies relatives aux eaux potables et eaux usés. Ce plan nécessite un crédit de 220 millions de dollars américains, et le gouvernement travaille actuellement à sa réalisation.

Le présent projet d'alimentation de la ville de Mbanza-Ngungu en eau potable fait partie de ce Plan National. Le réseau existant datant de 1957, il est impératif de prendre des dispositions contre les problèmes de vieillissement des équipements qui s'aggrave de jours en jours, contre le manque d'eau, lui aussi encore aggravé par l'accroissement rapide de la population, et contre la pollution des sources. En effet, le développement des installations pour l'alimentation en eau potable contribue non seulement au mieux-être des habitants, mais aussi au développement de la région environnante. A ce titre, il occupe la première place dans les priorités du Plan.

Le gouvernement du Zaïre a donc demandé au gouvernement du Japon une coopération financière non-remboursable, étant donné qu'il se trouve dans l'impossibilité de réaliser seul un projet de développement radical des équipements, qui comprendrait aussi l'extension des équipements déjà existants.

Pour répondre à cette demande, entre le 21 mai 1984 et le 23 juin 1984 l'Agence Japonaise de Coopération Internationale a expédié sur place une mission chargée de préparer les plans de base avec à sa tête Monsieur Kenji Kobayashi qui était alors à la Division Coopération Financière Non-remboursable, Bureau de la Coopération Economique du Ministère des Affaires Etrangères.

La mission japonaise a rencontré à plusieurs reprises les responsables de la REGIDESO - organisme chargé de la réalisation du projet - à Kinshasa, s'est rendue à Mbanza-Ngungu où elle a effectué différentes expertises et collectionné les informations relatives à ce projet. D'après les nombreuses données ainsi recueillies, la mission a étudié l'applicabilité du projet dans le cadre d'une coopération financière non-remboursable, la substance et l'étendue de cette coopération. Ce rapport renferme les résultats de cette étude.

CHAPITRE II

CADRE DU PROJET

II. CADRE DU PROJET

2.1 Situation Économique Générale de la République du Zaïre

Selon le recensement de 1982, le République du Zaïre compte environ 28.290.000 habitants et le taux de croissance démographique est de 2,7 %. Le pays, riche en ressources minérales, en énergie hydro-électrique et en ressources forestières a des capacités énormes mais son PNB est estimé à 5.156 millions de dollars (soit 170 dollars par habitant et par an).

A peu près 20 % des recettes de l'Etat proviennent des industries minières et annexes. Or, depuis 1957, du fait de l'effondrement des prix du cuivre et du cobalt sur le marché international et du fait de la dégradation de la balance des paiements dû à l'accroissement rapide des dettes extérieures, le pays souffre d'un manque de devises étrangères et son économie stagne. Malgré la politique d'austérité du gouvernement, il y a peu d'amélioration dans l'immédiat et le pays doit effectuer le redressement de l'économie en ayant recours au paiement différé de la dette extérieure.

2.2 Plan d'Investissement Public

Afin de faire redémarrer l'économie, la République du Zaïre a établi un plan d'investissement public d'urgence (1979-1981), d'un montant total de 3.334 millions zaïres (novembre 1978). La répartition de ce montant par secteur est la suivante :

- Agriculture	11 %
- Industrie minière	26 %
- Transports	38 %
- Energie et eau	20 %
- Divers	5 %

La caractéristique de ce plan est qu'il donne la priorité au secteur de production directe, contrairement aux plans antérieurs qui donnaient la priorité au secteur des grandes industries et aux grandes infrastructures, car les effets économique de ce secteur se font ressentir à courte échéance. Priorité est également donnée aux infrastructures liées à ce secteur de production directe.

A l'intérieur du secteur Energie et Eau, la priorité est donnée à l'exploitation des ressources aquifères pour répondre au plan d'augmentation de l'alimentation en eau potable établi par la REGIDESO.

La République du Zaïre a décidé, sur le conseil des pays qui lui dispensent une aide, d'établir des plans d'investissements publics tous les trois ans. En mars 1981, elle a annoncé son Plan de Développement et son Plan d'Investissements Publics pour les années 1981 à 1983, d'un montant total de 6.868 millions zaïres. Sa répartition par secteur est la suivante :

- Agriculture	13,0 %
- Industrie minière	34,4 %
- Transports	20,1 %
- Energie et Eau	15,9 %
- Divers	16,6 %

Un tiers de la somme provient des ressources du pays, les deux tiers restants seraient obtenus dans le cadre de coopération financière étrangère.

2.3 Plan National de Développement du Réseau des Eaux Potables

Comme nous l'avons vu plus haut, la population du Zaïre est d'environ 28.290.000 habitants (chiffres 1982) dont le tiers (10.000.000 h) dans les villes. La REGIDESO fournit actuellement de l'eau potable à 1,7 millions de personnes dans les villes, ce qui représente 17 % de la population urbaine. Dans les centres urbains, plusieurs quartiers sont dépourvus d'eau potable, en particulier dans les villes de plus de 5.000 habitants ; les conditions d'hygiène y sont donc précaires. Pour remédier à cette situation, le gouvernement a établi la politique suivante, actuellement en cours de réalisation:

- a) Amélioration en quantité et en qualité de la production d'eau potable dans les villes, avec en premier lieu un plan décennal de développement du réseau urbain, dont l'objectif est d'alimenter en eau potable la totalité de la population urbaine de l'ensemble du pays avant 1990. Cet objectif a été ensuite révisé pour correspondre mieux aux conditions réelles, avec un étalement dans le temps : l'objectif nouveau est de toucher 60 % de la population urbaine avant 1985, 70 % avant 1990 et 100 % avant l'an 2000.
- b) Maximiser le nombre de bornes fontaines, afin d'atteindre les populations de faible niveau de revenu, tout en tenant compte des investissements qui sont limités.

- c) Donner la priorité à la formation du personnel chargé de l'entretien et du fonctionnement des installations, afin de maximiser leur rendement.
- d) Rassembler et ordonner les données sur les ressources à partir des nappes souterraines de l'ensemble du pays, ces sources étant de plus en plus importantes.

2.4 Présentation de la REGIDESO et de son Plan

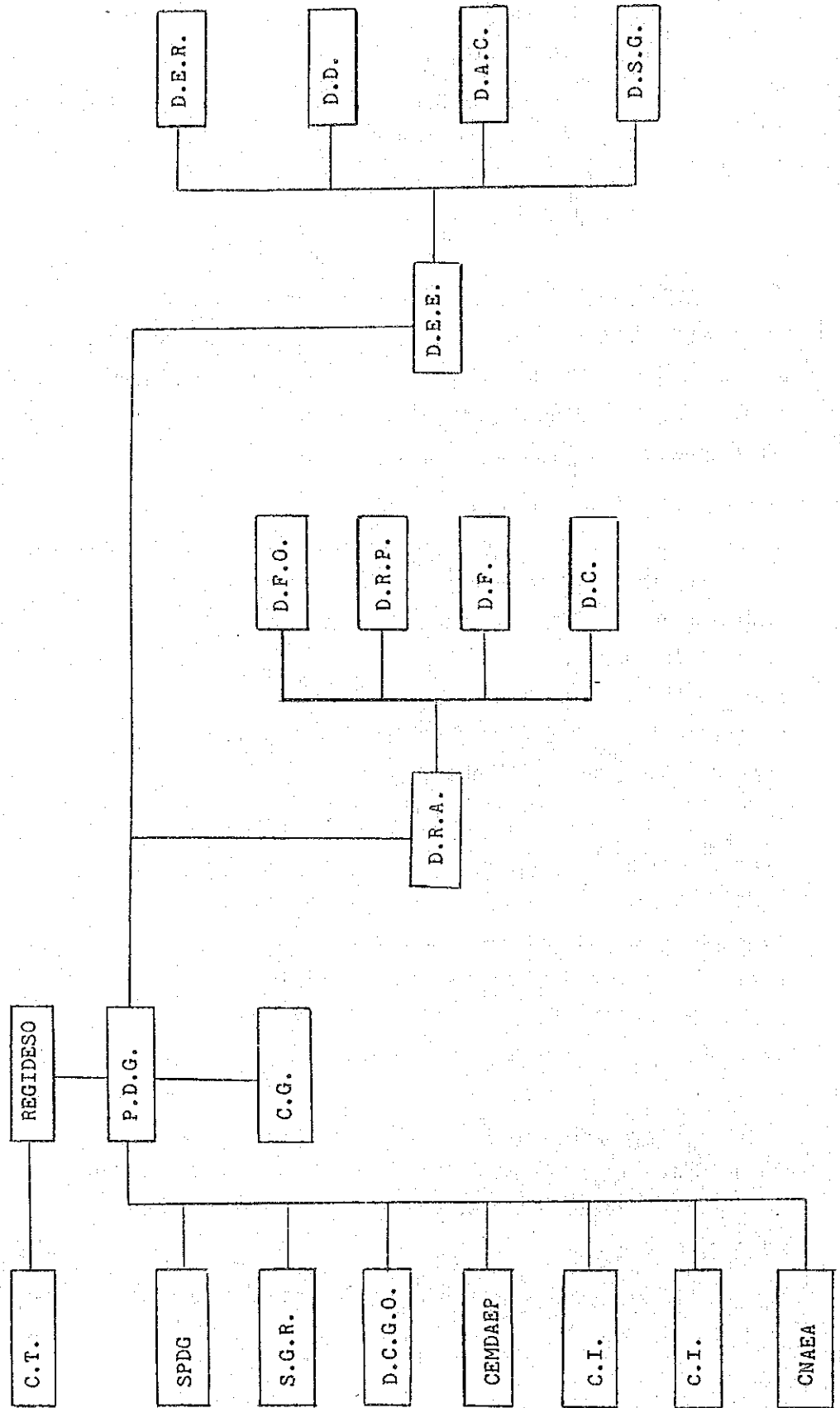
La REGIDESO, Régie de Distribution d'Eau de la République du Zaïre, est un organe d'Etat chargé de fournir de l'eau potable sur l'ensemble du pays. Son rôle est primordial dans l'élaboration du Plan National du Développement du Réseau de Distribution d'Eau Potable.

Comme nous le voyons fig. 2.1 la REGIDESO est placée sous la tutelle du Ministère de l'Energie et des Mines. Bien structurée, elle comprend une Division Exploitation et Equipements, une Division Financière et Administrative, et elle dirige le Centre d'Etudes Multi-Disciplinaires pour le Développement de l'Alimentation en Eau Potable ainsi que le Centre Informatique. La REGIDESO compte 9 Directions Régionales dont une à Kinshasa, et chaque Direction Régionale a plusieurs stations. Elle emploie actuellement 3.600 personnes.

La REGIDESO a préparé un plan décennal de développement, qui entre dans le cadre du plan d'investissement public du gouvernement, allant de 1980 à 1990. L'exécution de ce plan demande des capitaux qui dépassent largement ses capacités d'auto-financement. C'est pourquoi elle a fait appel à la coopération de banques et de fonds de développement comme la BDAF, le FDA, la BADEA, le FDE, et la BIE. Ce plan décennal comprend le deuxième plan de développement du réseau d'eau potable (touche 3 villes principales à l'intérieur du pays), le plan de développement du réseau d'eau potable de la capitale (Kinshasa), le plan de 15 villes, le plan de 25 villes, etc. Le présent projet de fourniture d'eau potable à la ville de Mbanza-Ngungu fait partie du plan des 15 villes, et en est l'élément essentiel.

Le tableau 2.1 indique les projets à financement extérieur.

FIG. 2.1 ORGANIGRAMME GENERAL DE L'ADMINISTRATION CENTRALE DE LA REGIDESO

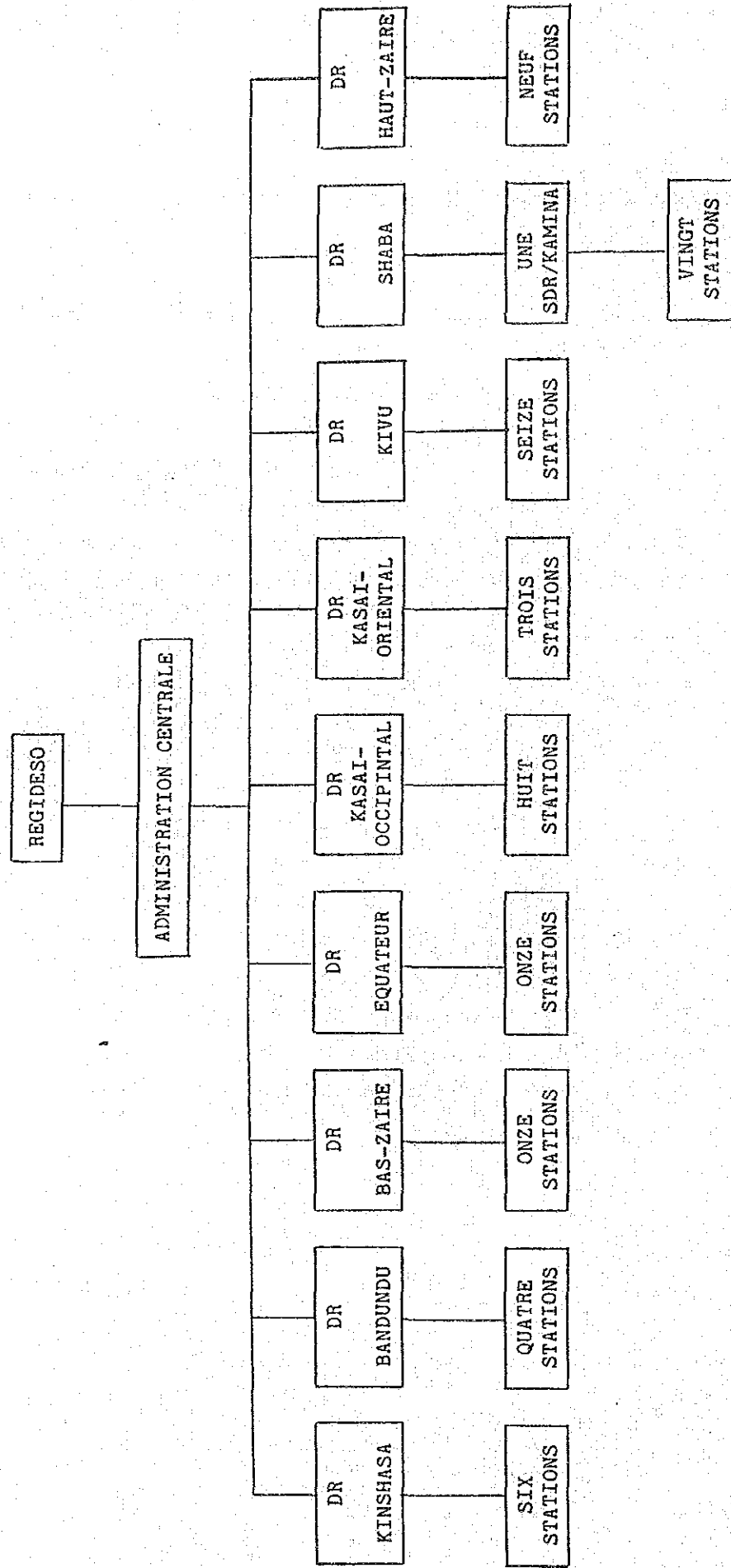


LEGENDE ORGANIGRAMME GENERAL DE LA REGIDESO ADMINISTRATION CENTRALE

- 1°. Commissariat de tutelle (Département des Mines et de l'Energie)
- 2°. R E G I D E S O
- 3°. PDG : Président Délégué Général
- 4°. C.G. : Comité de Gestion
- 5°. SPDG : Secrétariat du Président Délégué Général
- 6°. S.G.R. : Secrétariat Général de la REGIDESO
- 7°. D.C.G.O. : Direction de Contrôle et de Gestion des Objectifs
- 8°. CEMDAEP : Centre d'Etudes Multi-disciplinaires pour le Développement de l'Alimentation en Eau Potable
- 9°. C.I. : Centre Informatique
- 10°. C.N.A.E.A. : Comité National d'Action de l'Eau et de l'Assainissement
- 11°. D.F.A. : Département des Finances et de l'Administration
- 12°. D.F.O. : Direction de Formation.
- 13°. D.R.P. : Direction des Relations Professionnelles
- 14°. D.F. : Direction Financière
- 15°. D.C. : Direction Commerciale
- 16°. D.E.E. : Département d'Exploitation et d'Equipement
- 17°. D.E.R. : Direction d'Exploitation et de Réhabilitation
- 18°. D.D. : Direction de Développement
- 19°. D.A.C. : Direction des Achats
- 20°. D.S.G. : Direction des Services Généraux

ORGANIGRAMME NATIONAL DE LA REGIDESO

FIG. 2.2



D.R. = Direction Régionale

S.D.R. = Sous Direction Régionale

TABLEAU 2.1

SITUATION DES PROJETS GOUVERNEMENTAUX AU ZAIRE

Designation Du Projet	Sources de Financement	Montants De Financement		Nature des Travaux	Debut Travaux	Fin Travaux	Observations
		Devises	Zaires				
1. Projet 6 villes (LUBUMBASHI, KAMINA, KANANGA, MBUJI-MAYI, MBANDAKA, KINSANGANI)	PNUD, OMS, AID, BAD, BADEA, C.E.	US\$ 21,500,000	-	-Renforcement des installations de production -Construction des ouvrages de stockage (réservoirs) -Renforcement de la conduite d'adduction	1977	1980	Les travaux sont déjà terminés
2. Extension usine de NDJILE à KINSHASA	BAD Conseil Exécutif	UCB 5,000,000	Z 39,117,398	Extension de l'usine de traitement en eau potable de l'usine de NDJILI à KINSHASA	1979	1983	Travaux terminés
3. KANANGA phase II	BAD Conseil Exécutif	UCB 7,500,000	Z 37,663,466.78	Extension et réhabilitation du réseau de distribution d'eau potable de KANANGA	1981	1983	Travaux terminés
4. Projets 5 centre (UBUNDU, PUNIA, OPALA, IRUMU, BOKUNGU)	FAD Conseil Exécutif	UCF 6,955,200	Z 19,410,522	Installation d'un système complet d'alimentation en eau potable pour chaque centre	1982	1984	Travaux terminés pour le centre de BOKUNGU et sont en cours pour les autres centres

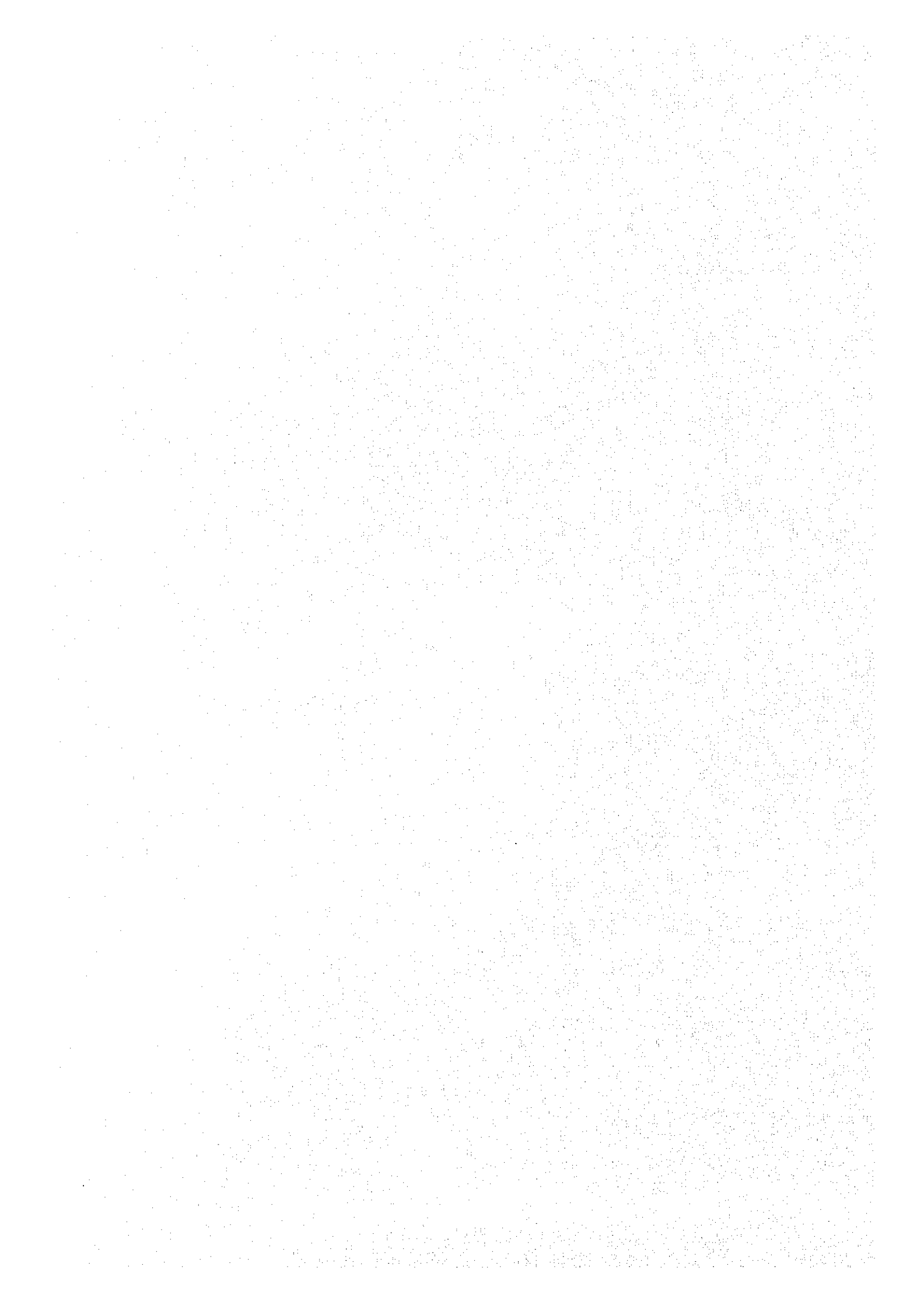
5. Projet deux villes (KINSANGANI, MBUJI- MAYI, 2è phase)	A.I.D. Conseil Exécutif	US\$ 18,000,000 Z 36,210,848	Extension et renforcement du réseau de distribution d'eau potable	1983	1984	Travaux en cours
6. KINSHASA 3è FED	FED Conseil Exécutif	ECUS 5,803,000 -	Extension réseau primaire de la ville de KINSHASA et construction d'un réservoir de 12,000m ³ à MAKALA			Travaux terminés
7. KINSHASA 3è FED	FED Conseil Exécutif	ECUS 4,850,000 -	Extension réseau secondaire et tertiaire de la ville de KINSHASA			Travaux terminés
8. Projet 3 villes (MATADI, BUKAVU, MBANDAKA)	PNUD, AID Conseil Exécutif	US\$ 1,130,000	Etudes de pré-investissement pour l'extension et le renforcement du réseau de distribution d'eau dans chaque ville	1980	1981	Etudes terminées
9. KINSHASA 5è FED	FED - C.E. ECUS 251,740 Z 45,680	ECUS 251,740 Z 209,138	Etudes pour l'AEP des zones d'extension de la ville de KINSHASA Construction réservoir de 24,000m ³ à MAKALA	1982	1984	Etudes terminées
10. Projet 8 centres (BOLOMBA, DJOLU, IKELA, KOLE, LUEBO, KATAKO-KOMBE, LUBUTU, RUNGU)	FED - C.E. UCF 1,644,800 Z 4,841,000	UCF 1,644,800 Z 4,841,000	Etudes de ressource en eau pour l'AEP de 8 centres (BOLOMBA, DJOLU, IKELA, KOLE, LUEBO, LUBUTU, RUNGU et KATAKO-KOMBE)	1983	1985	Etudes en cours

11. Projet 3 villes (MATADI, BUKAVU et MBANDAKA)	FAD - C.E.	US\$	1,551,000	Z	2,737,068	Etudes d'exécution pour l'extension et le renforcement du réseau de distribution dans chaque ville	1984	1984	Etudes en cours
12. Projet 7 centres (KENGE, IDIOFA, MASI- MANIMBA, TSHIMBULU, MWENE-DITU, LODJA, GANDAJIKA)	KFW C.E.	DM DM	1,800,000 2,200,000	Z	3,200,000	-Etudes des ressources en eau pour l'AEP de 7 centres -Achat fournitures équipements électro- mécaniques pour les centres de KENGE, MASI- MANIMBA et IDIOFA -Etudes d'exécution pour les centres de MWENE-DITU, GANDAJIKA et TSHIMBULU	1981	1984	Etudes de res- sources en eau terminées. Fourniture déjà mises en place pour KENGE et en commande pour IDIOFA et MASI- MANIMBA. Etudes d'exécution en cours
13. KIKWIT - EAU	BELGIQUE	FB	50,000,000	Z	6,036,462	Extension réseau de distribution d'eau potable	1984		Etudes en cours à la REGIDESO
14. KALEMIE - EAU	CANADA	US\$	249,965	Z	1,665,000	Etude d'extension et de renforcement des installations de pro- duction et de distri- bution d'eau potable	1984	1985	Etudes en cours

15. Projet 15 centres (BOMA, INKISI, MBANZA- NGUNGU, KISANGANI R.G. BUNIA, ISIRO, KALEMIE, KOLWEZI, LUBUMBASHI, KAMINA, GOMA, KINDU, KIKWIT, GEMENA, LISALA)	FAD	UCF 5,170,000 Z 16,037,820	Etudes de l'extension et de renforcement du réseau de distribution d'eau potable de 15 centres	Accord de crédit en cours de signature
16. KINSHASA 5è FED	FED	EUS 7,500,000	Extension du réseau de distribution d'eau potable dans les zones d'extension de la ville de KINSHASA	Analyse des offres terminée
17. Projet 25 centres	AID	US\$ 40,000,000	Etudes et travaux pour l'équipement et ren- forcement des installa- tions en eau potable dans 25 centres du ZAIRE	Accord de crédit en cours de pré- paration

CHAPITRE III

PRESENTATION GENERALE DE
LA VILLE MBANZA-NGUNGU



III. PRESENTATION GENERALE DE LA VILLE DE MBANZA-NGUNGU

3.1 Situation Géographique et Voies d'Accès

La ville de Mbanza-Ngungu est située à l'ouest de la République du Zaïre, à environ 150 km à l'ouest de Kinshasa. Ses coordonnées géographiques sont de 14° 55' 03" de longitude et de 5° 18' 10" de latitude sud (voir fig. 3.1). Plus à l'ouest et à 250 km de Mbanza-Ngungu se trouve la ville de Matadi, port de commerce prospère. Matadi est reliée à Kinshasa par une route nationale parfaitement revêtue, et par une ligne de chemin de fer à voie unique, qui constituent une artère importante de l'économie zaïroise.

Il faut compter environ 2 heures et demi pour aller de Kinshasa à Mbanza-Ngungu par la route et 4 heures par le train. Cependant il y a seulement 2 trains par jour donc la voie par fer n'est pas très pratique. La route est en bon état et la circulation peu dense, mais elle est très sinueuse, traverse des hauteurs et comporte beaucoup de virages dangereux. De plus les conducteurs sont assez imprudents, font des excès de vitesse, surchargent les véhicules, ne s'abstiennent pas de conduire en état d'ivresse. Les piétons ou des animaux traversent fréquemment la route. Il est donc très dangereux de conduire de nuit.

Au camp militaire de la ville de Mbanza-Ngungu se trouve une piste pour les petits avions, mais elle n'est pas ouverte au public.

3.2 Situation Sociale et Économique

Le territoire zaïrois (6,3 fois plus grand que le Japon) est divisé en 8 régions plus la capitale Kinshasa. Chaque région est subdivisée en sous-régions dont le nombre est de 24 (voir fig. 3.1). La ville de Mbanza-Ngungu est le chef-lieu de la Sous-Région des Cataractes, dans la Région du Bas-Zaïre. La ville est subdivisée en 5 quartiers : Ngungu, Révolution, Disengomoka, Loma et Noki.

Les secteurs économiques les plus importants sont constitués par l'agriculture, l'élevage, le commerce et les services. La population active est de 23.450 p., soit 28,4 % de la population totale qui est de 82.570 h. La population active est constituée pour 46,9 % (11.000 p.) par le secteur primaire (l'agriculture et l'élevage), et pour 53,1 % par les

secteurs secondaire et tertiaire (12.450 p). Les fonctionnaires représentent 7,6 % de la population active (1.776 personnes). Les chiffres sont de 1975.

Après 1975, consécutivement à l'indépendance de l'Angola (9/1975) et à l'immigration de 3.600 Angolais, la structure démographique de la ville a du subir quelques modifications, sans toutefois modifier beaucoup les secteurs économiques qui reposent toujours sur l'agriculture, l'élevage et le commerce.

En ce qui concerne l'agriculture, il est à noter la présence d'une mission chinoise chargée d'étudier des méthodes de plantation de riz, etc, à grande échelle. On peut espérer beaucoup de ce secteur, étant donné que l'immense plaine de Loma est située en altitude et bénéficie donc d'un climat relativement clément.

3.3 Alimentation Actuelle en Eau Potable

En ce qui concerne les quantités, on prend comme référence les critères suivants :

- a) 60 l en moyenne par personne et par jour pour les habitants bénéficiant d'une BP (borne particulière).
- b) 30 l en moyenne par personne et par jour pour les habitants qui partagent une BV (borne voisin).
- c) 15 l en moyenne par personne et par jour pour les habitants qui utilisent une BF (borne fontaine).

On obtient une consommation totale de 2.960 m³ par jour. Or le volume actuellement fourni est inférieur à ce chiffre, et est estimé à environ 2.400 m³. Le manque d'eau est particulièrement ressenti par la population la plus démunie qui dépend de la borne fontaine, le niveau de consommation n'atteignant pas les minima de l'MOS qui sont fixés à 15 l par jour et par personne.

Le réseau d'alimentation en eau potable actuellement en place a été installé il y a 27 ans (1957). Le système est, malgré quelques rallongements et réparations effectués depuis, très vétuste, et manque d'entretien. De plus la répartition de la distribution ne correspond pas à la répartition démographique. Ainsi de nombreux quartiers d'habitations, comme par exemple Loma, ne sont pas alimentés en eau potable.

De plus, la rivière Kusu-Kusu où les eaux sont captées, est polluée par des hydrocarbures et les huiles légères qui proviennent de l'oléoduc récemment endommagé. Mais comme il n'y a pas de source de remplacement, on est contraint de s'approvisionner à partir de ces eaux polluées.

Il y a donc des problèmes immédiats à résoudre pour l'alimentation de la ville en eau potable. La situation actuelle peut se résumer comme suit :

(1) Sources

La rivière Kusu-Kusu constitue le point principal de captage des eaux. C'est un petit cours d'eau qui prend sa source dans la ville même, dans le quartier de Noki, juste au sud de la gare de Mbanza-Ngungu. Selon les sondages effectués par la mission japonaise, son débit est de 350 m³/h. Pendant la saison sèche la rivière ne tarit pas mais le débit diminue. La moyenne annuelle est de 80 m³/h d'eau captée à partir de cette source. Cette rivière constituant un élément indispensable de la vie des riverains, on pense qu'il est pratiquement impossible d'augmenter sa capacité et qu'elle est à la limite de sa capacité. Il n'est donc pas possible de compter sur cette source, et il est urgent d'en exploiter de nouvelles pour répondre à la demande croissante des années à venir.

Comme nous l'avons vu plus haut, les eaux de la rivières sont très polluées, et de plus les capacités de l'usine de traitement existante, dont les installations sont très sommaires, sont déjà dépassées, en particulier lors des pluies qui entraînent des apports importants de boues que l'usine ne peut filtrer convenablement.

Comme sources secondaires, il existe deux puits peu profonds aménagés dans la zone de captage de la rivière Kusu-Kusu : le puits Luvaka dont le niveau d'eau est de 1,4 m et le débit de jaillissement 24 m³/h, et le puits secondaire dont le niveau d'eau est de 0,9 m et le débit de 1 m³/h.

Au total, la rivière Kusu-Kusu et les deux puits fournissent 100 m³/h (minimum 90 m³/h, maximum 120 m³/h) pour l'alimentation de Mbanza-Ngungu en eau potable. Dans le quartier de Loma, non

alimenté en eau potable, plusieurs puits ont été creusés, dans la zone de l'école de Loma, dans le camp militaire, etc, à une profondeur de 5 ou 6 m et avec un niveau d'eau de 1 ou 2 m. Ils sont utilisés, mais la quantité d'eau obtenue n'est pas suffisante.

Dans une vallée située à 10 km au sud-ouest de la ville se trouve la source Kula. Son débit de jaillissement est de 600 m³/h, ce qui représente un volume largement suffisant pour satisfaire les besoins de la ville de Mbanza-Ngungu. Cependant la source est très éloignée de la ville, et le niveau du terrain est à près de 200 m au dessous du niveau de la ville, ce qui laisse présumer de grandes difficultés pour amener l'eau jusqu'à la ville.

(2) Qualité de l'eau et système de traitement

L'eau qui est captée dans la rivière Kusu-Kusu est amenée dans un bassin de décantation, passe par un filtre de sable, est ensuite traitée à la chaux, avant de ressortir sous forme d'eau potable. Du sulfate d'alumine est ajouté dans le bassin de décantation afin de faciliter la floculation; il est cependant quelque fois difficile à obtenir. Le traitement n'est donc pas toujours satisfaisant.

Avant traitement, le PH de l'eau est de 5,6 à 6,0, ce qui veut dire que l'eau est un peu acide. Le contrôle du PH n'est pas rigoureux, ce qui laisse présumer que la corrosion interne des tuyauteries est considérablement accélérée.

(3) Système d'adduction et de distribution de l'eau

Le système actuel d'adduction utilise principalement les pompes de l'usine de traitement pour envoyer l'eau directement de la conduite de refoulement aux tuyaux de distribution et d'alimentation. Comme procédé d'appoint utilisé, en temps de faible demande, l'eau est stockée dans un réservoir en hauteur et amenée gravitairement quand, aux heures de pointe, la pression des tuyaux d'alimentation et de distribution décroît. Ce système est très bon marché, mais il est difficile de contrôler la pression de chaque canalisation ; il en résulte des différences de pression au robinet assez importantes. De plus, à mesure que la demande en eau

augmente ou que la hauteur de refoulement s'accroît, il faut augmenter la pression des pompes et la pression des canalisations, et on est limité par la résistance des tuyaux à la pression hydraulique.

(4) Etat actuel des tuyauteries

Deux sortes de tuyaux sont utilisés pour les canalisations : un tuyau en acier galvanisé de faible diamètre et un tuyau en acier recouvert de goudron (sur l'extérieur) de diamètre moyen. La plupart des canalisations sont enterrées, mais beaucoup se trouvent sous des routes non goudronnées et en pente, de sorte qu'ils sont soumis à une forte érosion, surtout dans les endroits où les conduites ressortent, car la partie exposée est mise en contact avec les pneus des véhicules. Il faudrait donc les réenterrer correctement. Les boîtiers de soupapes ou de compteurs n'ont souvent plus de couvercle et sont quelques fois remplis de sable et de terre. Il s'agit donc là d'un problème d'entretien.

Comme les installations sont vétustes, on compte en moyenne 27 fuites par mois, dont 22 aux branchements de la conduite principale et des conduites secondaires. Mais comme les matériaux de réparation sont difficiles à obtenir, on n'arrive pas à éliminer complètement les causes de ces fuites.

(5) Réservoirs

Les trois réservoirs existants sont des modèles en acier à assemblage rivetés. Ce sont de vieux modèles, qui, n'ayant pas suffisamment reçu de traitements anticorrosifs, sont très abîmés à l'intérieur, et risquent de s'éventrer. Sur les trois, un seul pourrait peut-être être récupéré.

(6) Prise d'eau

Dans les quartiers à forte concentration urbaine, il y a une prise d'eau en plein air pour une à trois parcelles (20 à 60 personnes) qui est soit une BV soit une BF, utilisée en commun. Leur nombre paraît suffisant actuellement, mais le diamètre des conduites n'est pas approprié et dans la plupart des cas une pression hydraulique suffisante ne peut être obtenue, et il sera

nécessaire d'y remédier. En outre, certains quartiers relativement récents ne sont pas pourvus de points d'eau.

3.4 Conditions Naturelles

3.4.1 Climat

Le climat de cette région est un climat équatorial tropical, avec une saison sèche de 4 mois entre la mi-mai et la mi-septembre. Donc le climat est caractérisé comme climat tropical de type soudanais.

En février, la saison des pluies est interrompue par une courte saison sèche de deux ou trois semaines.

La température moyenne annuelle de cette région est de 25° C environ, car le pays subit l'influence d'un courant marin froid du Benguela qui arrive du pôle sud. Les températures correspondent à ce que l'on trouve habituellement dans les régions situées à 25° de latitude sud.

La température mensuelle moyenne atteint 28° C pendant la saison des pluies, mais descend à 22° C pendant la saison sèche. Les écarts de températures minimales et maximales dépassent rarement 10° C.

Cette région est accidentée et de niveaux différents. Par conséquent les températures sont très différentes entre, par exemple, le plateau de Bengu ou la feuille Ngungu et les plaines. Le contraste est accentué en saison sèche, et la différence atteint 3° C. On relève, sur les hauteurs, des minima de 14° C. Les précipitations sont en général abondantes, dépassant 1.200 mm par an à cause des influences combinées de la mousson arrivant de Guinée et du courant marin froid du Benguela. La saison des pluies ne dure pas, mais les précipitations sont en moyenne de 130 mm par mois, avec un maximum de 20 mm en janvier.

Les vents dominants soufflent du secteur sud-ouest, et durant la saison sèche les brouillards sont fréquents dans les régions montagneuses.

3.4.2 Topographie et Géologie

(1) Topographie

La ville de Mbanza-Ngungu est au milieu d'un plateau qui s'étire sur une longueur de 25 km et dont la largeur est comprise entre 2 et 4 km. La ville passe de 750 m à 600 m (voir fig. 3.2).
à la page III-19.

Les bords du plateau sont entaillés de vallons, fortement érodés, et les pentes sont abruptes. Au nord-est de ce plateau, s'étend la grande plaine de Loma, qui commence à l'entrée de Mbanza-Ngungu et va jusqu'à la ville d'Inkisi.

La plaine est arrosés par quelques ruisseaux, et contient des lacs, étangs et marécages. Au sud-ouest du plateau il y a de nombreuses vallées au pentes abruptes, dans lesquelles le calcaire affleure en certains endroits. Des grottes, comme la grotte Bamba, se sont formées par désagrégation et érosion anciennes.

La région est caractérisée par l'existence de lacs et étangs formés dans les dépressions, dolines, qui résultent de l'éboulement souterrain des voûtes des grottes, ainsi que par l'existence de marécages similaires, particuliers aux régions riches en calcaire.

(2) Géologie

Le soubassement de cette région est composée par la faisceau de la Lukunga (calcaire, schisto-calcaires, chert, etc) datant du précambrien, audessus duquel s'entasse de facon irrégulière le système de Kalahari (sables fins, argile, graves, grès tendre, roches boueuses etc,) de l'ère tertiaire ainsi que des sables et des cailloux de l'holocène quaternaire. Le faisceau de la Lukanda affleure peu aux alentours de la ville de Mbanza-Ngungu, mais sa présence est confirmée dans les vallées au sud-ouest de la ville. Massif et compact, avec développement de fissures, les désagrégations et érosions anciennes favorisent la formation de grottes. Le relief terrestre paraît être un reflet de structure dolines. A titre d'exemple on peut citer la grotte Bamba et les lacs Bamba du camp Ebeya, "lac tranquille" et "lac du jardin botanique".

Le plateau sur lequel se trouve la ville de Mbanza-Ngungu est formé du système de Kalahari qui date de l'ère tertiaire, et est caractérisé par la présence de sables fins gris clair, de roches boueuses, en latérite, de grès, de calcaire gréseux, siliceux, etc, dont l'épaisseur est estimée entre 50 et 80 m aux alentours de la ville.

Dans la plaine de Loma on trouve des formations de l'holocène, de sables straticulés, de sables argileux de couleur grise ou ocre, de graviers, etc.

(3) Résultat de l'analyse géologique et photographique

La fig. 3.3 indique la situation géologique et géomorphologique des alentours de la ville de Mbanza-Ngungu obtenues par la méthode géologicophotographique et analyse des photos aériennes prises au stéréoscope pour avoir une image tridimensionnelle. Comme nous l'avons décrit auparavant, on remarque la présence des nombreuses dépressions de type dolines. On remarquera le mode de répartition des aluvions quaternaires (dépôts fluviaux). Topographiquement parlant, on reconnaît la répartition du bassin fluvial, et la présence de nombreux marécages, lacs et étangs indique clairement la présence de la nappe souterraine, que l'on peut estimer être importante.

Mais, du fait de sa situation peu élevée, il y a danger que le niveau de l'eau ne monte considérablement pendant la saison des pluies et les pluies torrentielles localisées. Il serait préférable d'éviter les installations permanentes. Par contre la couche précambrienne qui entoure la localité est relativement plate et de niveau plus élevé ; elle semble donc convenir mieux pour les installations permanentes.

3.4.3 Etat Actuel de l'Eau Souterraine et Qualité de l'Eau

(1) Hydrogéologie

L'eau souterraine relevée par notre mission peut être classifiée en trois groupes :

- (a) Eau sur lit formé par les couches quaternaires et les cailloux,
- (b) Eau sur lit formé des couches tertiaires de sables et de cailloux et d'une couche tertiaire de grés,
- (c) Eau sur lit développant des fissures et des lacunes dans les couches précambriennes de calcaire.

Le schéma de la fig. 3.4 illustre cette description.

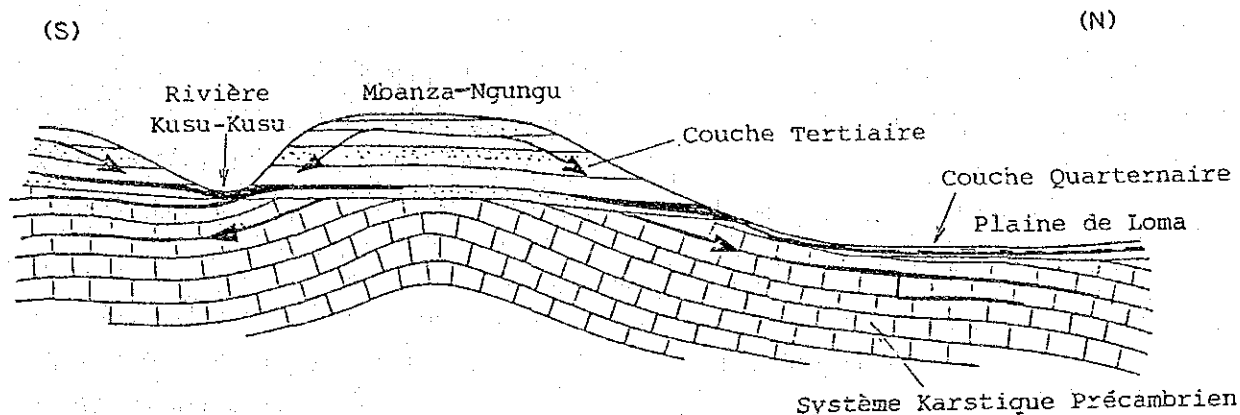


FIG. 3.4 SCHEMA GEOLOGIQUE DE LA NAPPE SOUTERRAINE

- L'eau (a) est utilisée pour les puits peu profonds de la plaine de Loma. Etant donnée la situation géologique, on pense que les nappes sont réparties sur plusieurs couches, et actuellement on utilise la nappe qui se trouve à peu près au même niveau que les rivières et ruisseaux des alentours, qui peut être considérée comme eau de surface.

Comme nous le voyons fig. 3.1. l'eau est faiblement acide et de PH 5,6, de faible ppm - 60ppm - comptés en CaCO_3 . L'analyse de PH n'indique ni ammoniaque ni acide nitreux. L'eau est donc bonne pour la consommation humaine.

- L'eau (b) est peu profonde - plusieurs mètres - comme on le voit au puits de Luvaka dans le bassin de la rivière Kusu-Kusu. La nappe se trouve dans les couches de sable et de graviers rougeâtres. L'eau est de faible acidité (5,6 - 5.8 PH) mais elle est dure (50 ppm en terme de CaCO_3), et la présence d'ammoniaque et d'acides nitreux n'a pas été détectée. L'eau est donc potable.

Tous les puits de la localité captent l'eau souterraine de cette première et deuxième catégorie, dans la localité où nos recherches ont été effectuées. Le niveau de ces puits est à moins de 10 m du sol.

- L'eau (c) est de l'eau qui se trouve dans les fissures ou cavernes des couches de calcaire qui forment le soubassement

du site. Dans la vallée, à environ 10 km au sud-ouest de la ville, on voit le calcaire du niveau du soubassement de Mbanza-Ngungu. On peut citer comme exemple la source Kola, qui jaillit d'une fissure du calcaire (jaillissement naturel) et dont le débit est suffisamment abondant pour former une rivière. Selon l'étude de la REGIDESO, ce débit est de 600 m³/h.

Cette eau est à peu près neutre, de dureté 205 ppm en terme de CaCO₃. On ne détecte ni ammoniaque ni acides nitreux. Elle est un peu opaque, mais cela est certainement dû à l'élément calcaire contenu dans l'eau. Après traitement, filtration et décantation, cette eau sera potable, et de bonne qualité.

Comme nous le voyons tableau 3.1, les eaux captées dans les puits peu profonds ou dans les rivières de la localité sont toutes acides et leur PH est situé entre 5,4 et 6,4. Elle peut servir d'eau potable après contrôle du PH, mais s'il ne peut être effectué faute de moyens financiers, cette qualité d'eau est très corrosive pour les installations et peut se polluer très facilement à la surface de la terre. Par conséquent il est préférable d'utiliser l'eau située le plus en profondeur possible. C'est pourquoi ce projet considère en priorité les nappes souterraines situées dans les calcaires précambriens. L'eau de la couche quaternaire ne sera utilisée qu'en cas d'impossibilité d'utilisation des nappes précambriennes.

(2) Sondage électrique

Pour estimer la profondeur et l'épaisseur de la nappe d'eau, un sondage électrique selon la méthode Schlumberger (utilisation d'électrodes) a été effectué selon le schéma de la fig. 3.6.

Le sondage a été fait en 6 endroits de la plaine de Loma, et en 3 endroits du bassin de la rivière Kusu-Kusu (voir fig. 3.5). Le sondage a également été fait en deux endroits des environs du village de Boko situé à 10 km environ au nord-est de Mbanza-Ngungu, pour servir d'élément de comparaison.

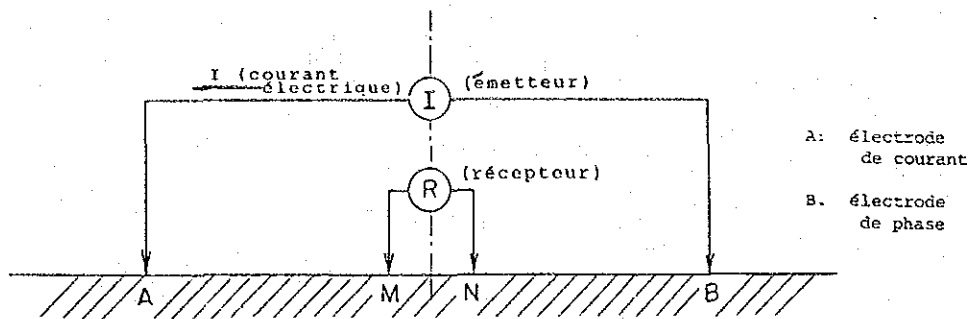


Fig. 3.6 DISPOSITION DES ELECTRODES SELON METHODE SCHLUMBER

Le sondage électrique a pour but d'explorer la structure souterraine par l'étude comparative de comportements électriques en sous-terrain. Lorsque l'on fait passer un courant I (ampère) dans la terre par l'intermédiaire des électrodes de courant A et B, s'il y a une différence de potentiel V (volt) entre les électrodes de phase M et N, la résistivité apparente ρ_a qui indique le degré de résistance électrique de sol peut être obtenue selon l'équation suivante :

$$\rho_a = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{V}{I} \cdot \frac{\overline{AB}^2 - \overline{MN}^2}{\overline{MN}} \quad (\text{ohm.m})$$

- \overline{AB} est la distance en mètres entre les électrodes A et B.
- \overline{MN} est la distance en mètres entre les électrodes M et N.
- Supposons que $\overline{AB} \geq 5 \overline{MN}$.

Si \overline{AB} est petite, la plupart du courant électrique se concentre près de la surface du sol et la résistivité apparente n'est enregistrée que dans les couches peu profondes. A mesure que \overline{AB} augmente la proportion de courant électrique qui atteint des couches plus profondes augmente, laissant apparaître leurs influences. On peut donc déduire la structure souterraine par étude comparative de la résistivité apparente entre ρ_a et \overline{AB} .

Quand les interstices de la couche sont remplis d'eau comme c'est le cas de la couche aquifère, la résistivité électrique est beaucoup plus faible que quand la couche contient peu d'eau. On peut donc estimer la teneur en eau des couches à partir des comparaisons de valeur de résistivité. Pour cette étude, un petit ordinateur a été utilisé avec la méthode de simulation avec masque

d'édition linéaire, pour l'étude de la structure souterraine. Les résultats de simulation sont indiqués dans les figures 3.7 à 3.17.

Les fig. 3.18, 3.21 et 3.23 sont les graphes de résistivité comparative qui montrent les résultats de l'analyse de chacune des localités de la plaine de Loma, du bassin de la rivière Kusu-Kusu et du village de Boko.

1) Plaine de Loma (fig. 3.18)

L'interface entre la couche à basse résistivité ($20 \Omega m$) et la couche à forte résistivité ($500-2000 \Omega m$) se trouve à une profondeur comprise entre 52,8 m (L-1) et 94 m (L-2), et descend en pente douce de L-6 vers L-2. La couche à forte résistivité devrait être la couche karstique qui compose le soubassement de la localité. La couche à forte résistivité a une épaisseur de 10 m environ et devrait correspondre à une couche de roches boueuses saturée d'eau, ou à une couche argileuse. Elle est un peu plus épaisse en L-1, ce qui devrait correspondre à l'emplacement des anciens conduits d'huile légère. Donc les résultats obtenus en L-1 ne seront pris en compte qu'à titre de référence.

La couche à résistivité moyenne ($70 - 780 \Omega m$) qui se trouve au dessus de la couche à faible résistivité est très épaisse atteignant presque la surface du sol, et devrait être composée d'une couche de sable et de graviers perméables, et saturée d'eau.

La fig. 3.19 donne le dessin schématique de l'état géologique des nappes souterraines, constitué à partir des données relevées lors des sondages par forage effectués par la REGIDESO aux environs du camp militaire Ebeya et de la plaine de Loma. La capacité des foreuses n'étant pas très grande, le sondage a été fait jusqu'à une profondeur de 52 m uniquement, mais il semble que juste avant l'arrêt du forage, on ait remarqué des fuites d'eau importantes.

A notre avis ceci est dû aux fissures du calcaire. Ce sondage par forage avait été fait près de l'endroit sondé électriquement et les résultats concordent. De plus, la

nappe représentée par le sondage électrique sous forme de couche épaisse à moyenne résistivité paraît être composée de plusieurs nappes.

A partir de tous ces résultats, on a pu préparer la fig. 3.20 qui représente la structure souterraine. Il est à noter que l'échelle verticale est 10 fois plus grande que l'échelle horizontale dans ce schéma.

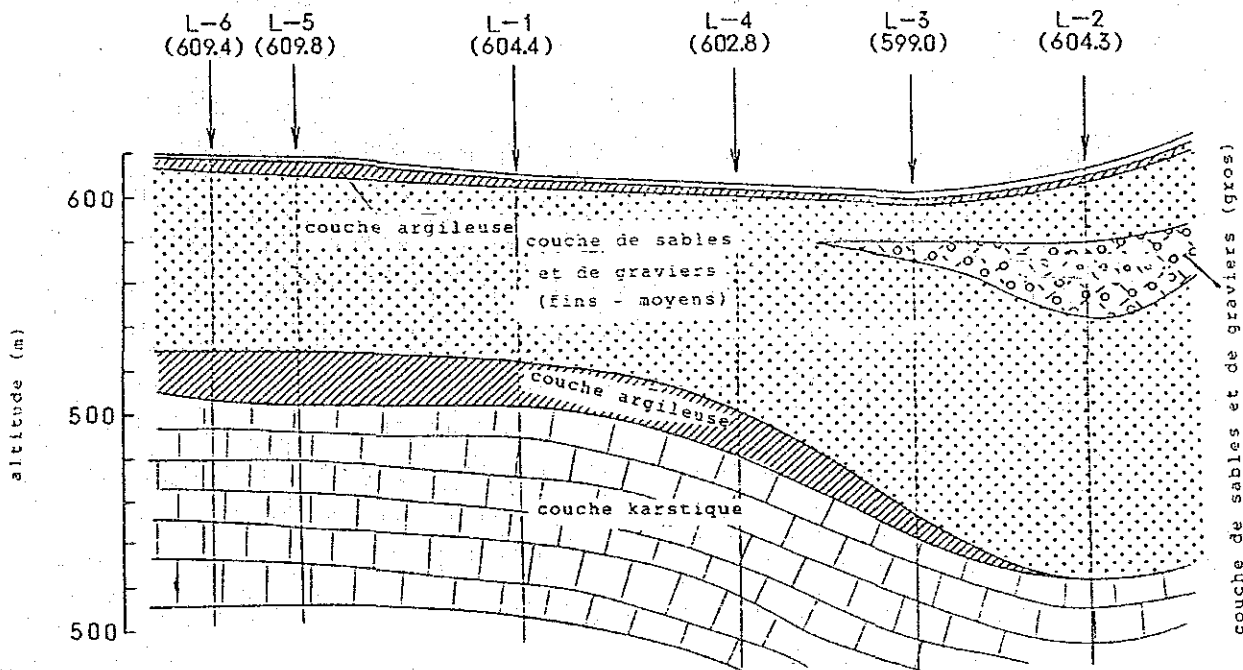


FIG. 3.20 SCHEMA DE LA STRUCTURE SOUTERRAINE DE LA PLAINE DE LOMA

Actuellement, dans la plaine de Loma, on n'utilise que l'eau captée par des puits peu profonds situés dans la couche perméable, à une profondeur de 10 m environ. Or nous pensons qu'il existe une autre nappe entre cette couche et la couche formée d'argile ou de roches boueuses, à environ 50 m de profondeur. Bien qu'on n'ait pas pu détecter sa présence par le sondage électrique, on peut escompter qu'il y a une nappe aquifère logée dans les fissures ou cavernes formées dans les couches calcaires situées à plus de 50 m de profondeur, comme c'est le cas pour la source de Kula.

En conséquence, on peut conclure que dans la plaine de Loma, en dehors de l'eau souterraine à faible profondeur

actuellement utilisée (entre 0 et 10 m), il existe de l'eau à moyenne profondeur (entre 10 m et 50 m) ainsi que de l'eau en grande profondeur (à plus de 50 m). Ces deux dernières catégories de nappe pourront être utilisées comme ressources.

2) Bassin de la rivière Kusu-Kusu

La fig. 3.21 indique les résultats obtenus par le sondage électrique effectué en 3 endroits différents du bassin de la rivière Kusu-Kusu.

D'après le graphique, près de la surface du sol il existe une couche à haute résistivité électrique (supérieure à $3.000 \Omega m$) qui s'étend sans interruption entre les stations K-1 et K-2 à une profondeur respective de 8 m et 10 m. Mais à la station K-3 la couche est peu profonde, n'atteignant que 1,5 m. Nous estimons que cette couche se compose de sables fins de très faible teneur en eau. Cependant à la station K-1, entre 2,8 et 6,2 m de profondeur, et à la station K-2, entre 2,5 et 8,5 m de profondeur, il existe une couche qui présente une résistivité électrique relativement basse. Cette couche se trouve intercalée entre deux couches à haute résistivité. Elle devrait représenter la couche d'eau phréatique qui n'est qu'une couche de sables fins imprégnés d'eau.

Par contre à la station K-1, à une profondeur de plus de 64 m et à la station K-2 à une profondeur de plus de 60 m, il y a une couche à basse résistivité ($43-50 \Omega m$), qui pourrait être constituée d'argiles ou de roches boueuses saturées, et il est possible qu'elle soit imperméable.

Bien qu'on ne puisse pas en conclure qu'elle se situe au même niveau, on a constaté qu'à la station K-3 il existe également une couche semblable, entre 34,5 et 46,5 m. La couche à moyenne résistivité qui couvre cette couche à basse résistivité indiquerait peut-être la présence d'une nappe située dans la couche de sables fins ou de graviers.

A partir de ces résultats, on a constitué la fig 3.22 qui représente la structure souterraine des environs de l'usine de traitement de Kusu-Kusu.

Remarque : dans cette figure, l'échelle verticale est 20 fois plus grande que l'échelle horizontale.

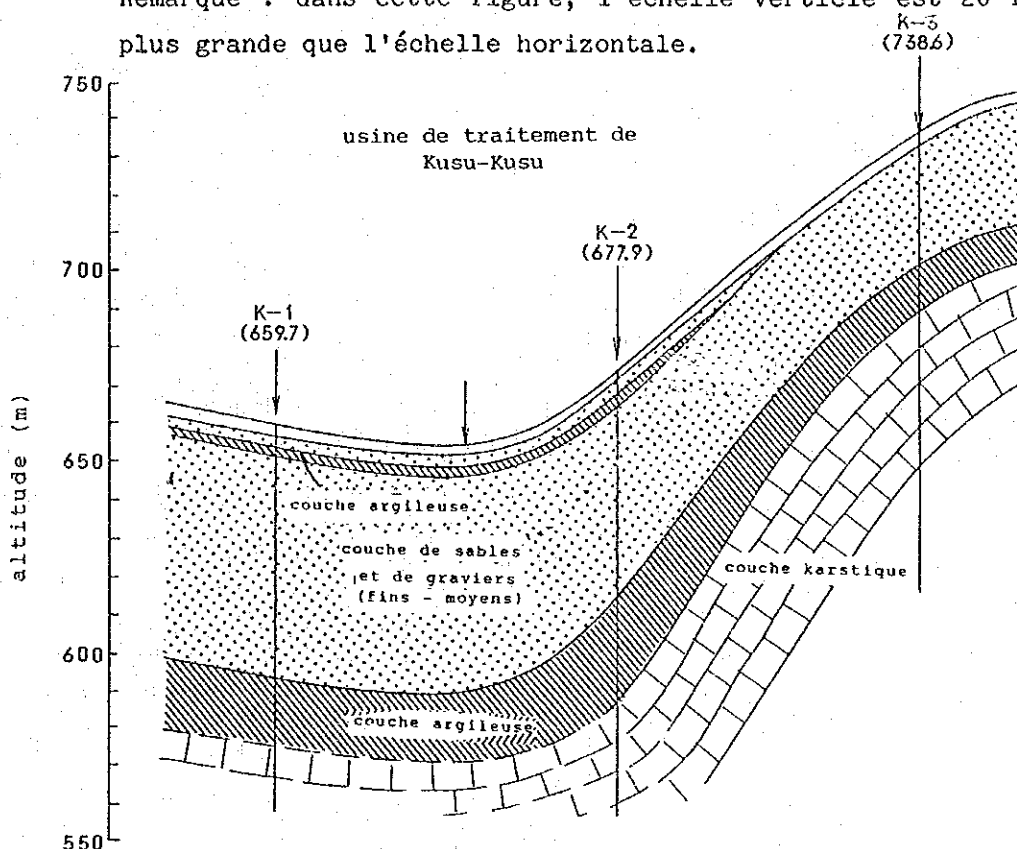


FIG. 3.22

SCHEMA DE LA STRUCTURE SOUTERRAINE DES ENVIRONS DE L'USINE DE TRAITEMENT DE KUSU-KUSU

3) Village de Boko (voir fig. 3.2)

Aux environs du village de Boko, la couche des calcaires se trouve près de la surface du sol, alors qu'elle se trouve à plus de 50 m de profondeur dans la plaine de Loma, aux environs de la ville de Mbanza-Ngungu. Par conséquent cet endroit a été considéré comme propice aux reconnaissances des nappes souterraines de la couche calcaire. Pour notre information nous avons exécuté un sondage électrique en deux endroits, B-1 et B-2 (voir fig. 3.5).

La fig. 3.23 donne les résultats de ce sondage. On peut observer que la couche est plus ou moins continue entre les deux stations B-1 et B-2, malgré une différence de profondeur qui nous a empêché de trouver une résistivité électrique commune à ces deux points. En effet, à la station B-1 la couche à haute résistivité se trouve entre la surface du sol et 16,5 m de profondeur, tandis qu'à la station B-2 elle se trouve entre la surface du sol et 6 m de profondeur. La deuxième couche est située entre 16,5 m et 161,5 m pour B-1 et entre 6 m et 25 m pour B-2 et est une couche de moyenne résistivité. En B-1, à partir de 161,5 m on trouve une couche à basse résistivité (30 Ω m) qui se situe entre 25 m et 31 m pour B-2. Après la couche à basse résistivité, la résistivité augmente à nouveau dans le cas de B-2.

Nous considérons que la couche à faible résistivité est une couche argileuse ou constituée de roches boueuses, saturée d'eau et qui pourrait être imperméable.

Il est donc possible que la couche à moyenne résistivité soit aquifère. En effet, à environ 30 m en aval du lieu de sondage B-1, dans une vallée, il y a une source utilisée par les autochtones. De ce fait on pourrait estimer que cette couche à moyenne résistivité renferme de l'eau souterraine en B-1, dans les calcaires et jusqu'à une profondeur de 160 m environ.

3.5 Population et Densité de Population

L'évolution de la population de la ville de Mbanza-Ngungu par quartier pour la période 1976-1981 est indiquée dans le tableau 3.2, qui est basé sur les données statistiques fournies par l'Administration de Territoire de la République de Zaïre. Pour les deux années 1982-1983, la population par quartier n'est pas clairement saisie et les chiffres sont donc peu fiables. Par conséquent ils ont été exclus du tableau. Par contre la population totale de la ville de Mbanza-Naungu est estimée à 82.784 habitants pour 1982 et à 90.591 habitants pour 1983. L'évolution

de la population par quartier, dans ce tableau, est tracée sous forme de graphique fig. 3.24. Dans la fig. 3.25, les habitants de la ville sont classés en Zaïrois, Angolais et autres étrangers, et la courbe évolutive de chaque catégorie est faite. La population totale de 1982-83 est tracée en pointillé à titre de référence.

Comme indiqué dans la fig. 3.24 et la fig. 3.25, la population de Mbanza-Ngungu a diminué entre 1976 et 1978, et à partir de 1979 elle recommence à augmenter. Ceci est dû principalement au décroissement brusque de la population angolaise qui a atteint 4.200 personnes en deux ans, dont la cause vient certainement de la déclaration d'Indépendance de l'Angola en 1975 qui a provoqué le départ massif d'Angolais habitant principalement dans le quartier Disengomoka en 1976, et d'Angolais habitant principalement dans le quartier Ngungu en 1977. Pendant cette période la population zaïroise était presque stable, de même que celle des autres étrangers qui n'a pas beaucoup bougé jusqu'à ce jour.

Cependant la population angolaise a commencé à augmenter graduellement à nouveau depuis 1979 ; cela signifie que leur immigration vers la ville de Mbanza-Ngungu a recommencé, leur nombre ayant augmenté de 600 personnes en 2 ans, entre 1979 et 1981, et on estime que cette immigration continuera. Il y aura donc accroissement de la colonie angolaise.

Par contre, la population zaïroise a augmenté brusquement de 4.000 personnes entre 1979 et 1980, et le taux d'accroissement de cette période atteint le chiffre anormal de 5,61 %. Cet accroissement reflète la migration de Zaïrois vers Mbanza-Ngungu. Ces deux derniers facteurs constituent donc une cause directe de l'accroissement rapide de la population de la ville.

Dans une situation aussi complexe, il est difficile de faire une prévision juste de la population future de Mbanza-Ngungu, mais si on exclue les données de 1976-1977 qui reflètent une diminution momentanée, le taux d'accroissement de la population, par quartier, calculé en traçant une courbe de régression involutive minimum donne les chiffres suivants:

- quartier Ngungu	2,16 %
- quartier Révolution	0,94 %
- quartier Disengomoka	2,23 %
- quartier Loma	5,27 %