

**UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR**  
**ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE**  
**CENTRE DE THIES**  
**DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL**



GC.0082

## **PROJET DE FIN D'ETUDES**

(en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur de Conception en Génie Civil)

**TITRE: RECONSTITUTION ET OPTIMISATION DU RESEAU  
D'ADDUCTION D'EAU POTABLE DE LA VILLE DE  
TOUBA**



Présenté et soutenu par: - Modou MBAYE

- Birame NDIAYE

Directeurs internes: Messieurs

- Séni TAMBA

- El hadji Bamba DIA'W

Directeur externe: Monsieur Diène FAYE

*juillet 2002*

## DEDICACES

Ce travail est dédié à :

- Ma défunte mère et mon père
- Mes frères et sœurs
- Mes amis
- Mes camarades de promotion

A vous tous, je vous dis merci.

Birame NDIAYE

-----@-----

Pour l'amour, la connaissance et la bonne collaboration qui nous lie, je dédie ce travail à :

- Ma mère Fama DIAKHATE
- Mon père Moctar MBAYE
- Mon pays le SENEGAL
- Mes frères et sœurs
- Tous mes amis et collègues
- Mes camarades de promotion.

Modou MBAYE

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à adresser nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué au bon déroulement de ce projet, en particulier :

- ❖ Monsieur Diène FAYE, Directeur de l'Exploitation et de la Maintenance du Ministère des Mines, de l'Energie et de l'Hydraulique, notre Directeur externe.
- ❖ Monsieur Sèni Tamba, Professeur à l'ESP de Thiès, notre encadreur dans ce projet.
- ❖ Monsieur El Hadji Bamba, Professeur à l'ESP de Thiès, notre encadreur dans ce projet.
- ❖ Madame Anta SECK, Chef du Service de Gestion et de Planification des Ressources en eau du Sénégal et ses agents messieurs Sambo BA, Mamadou SARR, Farba Omar SY, Moussa Cisse ...
- ❖ Monsieur Daouda GUINGUE, Directeur du Projet REGEFOR à Thiès et ses agents.
- ❖ Monsieur Doudou Cisse, Chef du Bureau Informatique à la DEM.
- ❖ Monsieur Mbaye NDAO, Chef de l'Unité de Maintenance de Touba et ses agents messieurs Dame Cisse, Amady Kane KA ...
- ❖ Le corps professoral et le personnel de l'ESP.

Ainsi qu'à tous ceux qui, de près ou de loin, n'ont ménagé aucun effort pour la réussite de ce travail.

## AVANT-PROPOS

Depuis les temps les plus reculés, l'eau a été et reste l'objet des préoccupations humaines dans tous les pays.

De ce point de vue, nous estimons que la ville de Touba mérite une attention particulière, compte tenu de la pénurie d'eau et de la démographie galopante qui sévissent dans plusieurs quartiers de la ville.

Dans cette optique, nous avons choisi d'orienter notre projet de fin d'études sur la reconstitution, l'informatisation et l'optimisation du réseau d'approvisionnement en eau potable de la ville de Touba.

Nous admettons que l'assainissement doit être étudié parallèlement à l'adduction, puisque les interventions dans ces domaines doivent être synchronisées, sinon les réseaux mis en place ne pourront pas être entièrement opérationnels.

Mais, compte tenu l'étroitesse du temps qui nous est imparti, nous avons dû laisser de côté les problèmes d'assainissement dans ce rapport.

Nous reconnaitrons toutefois que ce ne fut pas toujours aisé du fait de l'absence de données précises et d'informations complètes sur le milieu en étude. Ainsi, nous étions souvent contraints, dans l'élaboration de ce rapport, à recourir à des raisonnements, à des suppositions, à des déductions, à des corrélations qui, nous en sommes conscients, ne sauraient se prévaloir d'une rigueur mathématique.

## SOMMAIRE

La ville de Touba, à l'instar des autres localités du Sénégal, est confrontée à la raréfaction des ressources hydrologiques.

La Direction de l'Exploitation et de la Maintenance (DEM) du Ministère des Mines, de l'Énergie et de l'Hydraulique s'est fixée pour mission de satisfaire les besoins en eau des populations tant en quantité qu'en qualité.

C'est dans cette optique, qu'elle a entrepris, par l'intermédiaire d'étudiants en 5<sup>ème</sup> année Génie civil, des études en vue d'optimiser le réseau d'approvisionnement en eau potable de la ville de Touba. Ceci pour permettre :

- aux agents de l'Hydraulique de mieux exploiter et gérer le système d'AEP en place
- aux populations d'utiliser de manière efficace et durable les ressources en eau disponibles.

Ces études ont permis de faire le bilan et le diagnostic du réseau, d'évaluer les ressources ainsi que les besoins en eau des populations et enfin proposer des solutions pour le moyen terme.

Pour une bonne gestion du patrimoine et un meilleur suivi des opérations de maintenance, une représentation du réseau a été faite sur ArcView et complétée par la création de tables de données.

TABLE DES MATIERES

DEDICACES.....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
AVANT-PROPOS.....	iii
SOMMAIRE.....	iv
TABLE DES MATIERES.....	v
LISTE DES ABREVIATIONS.....	x
LISTE DES TABLEAUX.....	xii
LISTE DES FIGURES.....	xiii

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

**CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA VILLE DE TOUBA**

1.1- GENERALITES.....	4
1.2- SITUATION ADMINISTRATIVE.....	4
1.3- SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	6
1.3.1- Relief.....	6
1.3.2- Climat et pluviométrie.....	6
1.3.3- Végétation.....	6
1.4- SITUATION HYDROGEOLOGIQUE.....	8
1.4.1- Les ressources en eau.....	8
1.4.1.1- La nappe du Continental terminal.....	8
1.4.1.2- La nappe de l'Eocène.....	8
1.4.1.3- La nappe du Paléocène.....	8
1.4.1.4- La nappe des sables aquifères du Maestrichien.....	10
1.4.2- Observations sur la qualité de l'eau.....	10
1.4.2.1- Caractéristiques physico-chimiques.....	12
1.4.2.2- Caractéristiques bactériologiques.....	14

1.5- POPULATIONS-----	14
1.5.1- Estimation de la population actuelle-----	14
1.5.1.1- Accroissement géométrique-----	15
1.5.1.2- Population de Touba en 2001-----	16
1.5.2- Estimation des populations en période de Magal-----	16
<b>CHAPITRE II : BESOINS EN EAU</b>	
2.1- EVALUATION DE LA DEMANDE EN EAU GLOBALE DE LA VILLE-----	18
2.1.1- Consommation domestique -----	18
2.1.2- Consommation en eau des zones commerciales-----	18
2.1.3- Consommation en eau des zones industrielles -----	19
2.2- EVALUATION DE LA DEMANDE EN EAU EN PERIODE DE MAGAL -----	20
<b>CHAPITRE III : LE RESEAU D'AEP DE LA VILLE DE TOUBA</b>	
3.1- HISTORIQUE DU RESEAU ET INTERCONNEXION DES FORAGES -----	21
3.2- LE PATRIMOINE HYDRAULIQUE DE TOUBA-----	31
3.3- CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES ET INSTALLATIONS EN PLACE-----	31
3.3.1- Les ouvrages de captage-----	31
3.3.2- Les équipements d'exhaure -----	34
3.3.3- Les ouvrages de stockage-----	37
3.4- SITUATION EXISTANTE EN 2001 -----	38
3.4.1- Capacité optimale des équipements en place-----	38
3.4.2- Production maximale journalière-----	38
3.4.3- Déficit-----	39
3.4.4- Réserve disponible-----	39

3.5- SITUATION EXISTANTE EN 2002-----	41
3.5.1- Programme d'urgence pour l'alimentation en eau potable de Touba-----	41
3.5.1.1- Justification -----	41
3.5.1.2- Consistance-----	42
3.5.1.3- Coût-----	42
3.5.1.4- Résultats obtenus-----	42
3.5.2- Comparaison entre besoins et production actuels-----	43
3.5.2.1- Capacité optimale des forages -----	43
3.5.2.2- Production maximale des équipements en place-----	43
3.5.3- Réserve disponible-----	44
3.6- SYSTEME DE GESTION DES FORAGES DE TOUBA-----	44
3.6.1- Les différents systèmes de gestion installés par l'Etat du Sénégal-----	45
3.6.2- Le cas de Touba-----	46

#### CHAPITRE IV: LE GRAND MAGAL DE TOUBA 2002

4.1- CONTEXTE-----	48
4.2- PRODUCTION JOURNALIERE DES FORAGES-----	48
4.3- FONCTIONNEMENT DU RESEAU -----	50
4.3.1- Les fuites de réseau -----	50
4.3.2- Recensement et réparation des fuites-----	51
4.3.3- Les points d'eau et quartiers déficitaires du réseau -----	53
4.4- SUIVI DES BASSINS-----	54
4.5- APPOINT DES CAMIONS-CITERNES-----	55
4.5.1- Déploiement des camions-citernes -----	55
4.5.2- Répartition des citernes dans les différentes zones constituées-----	56
4.5.3- Volumes d'eau distribués par les camions-citernes-----	58



## CHAPITRE V RECONSTITUTION DU RESEAU ET OPTIMISATION DU SYSTEME D'AEP DE TOUBA

5.1- RECONSTITUTION DU RESEAU	63
5.1.1- Présentation du logiciel "Arc View"	63
5.1.2- Numérisation de la carte de la ville de Touba	64
5.1.2.1- Configuration de la tablette à numériser	63
5.1.2.2- Préparation de la carte sur support papier	63
5.1.2.3- Préparation de la vue dans laquelle numériser	65
5.1.2.4- Aligement de la carte sur support papier	66
5.1.2.5- Numérisation des entités	66
5.2- OPTIMISATION DU SYSTEME D'AEP DE TOUBA	65
5.2.1- La satisfaction de la demande en eau par le système d'AEP de Touba	66
5.2.2- Optimisation du réseau	67
5.2.2.1- Sectorisation du réseau	67
5.2.2.2- Les sectionnements : position et installation dans le réseau	70
5.2.2.3- Les maillages	71
5.3- Modèle de gestion	72

## CHAPITRE VI PLANIFICATION A MOYEN TERME

6.1- INTRODUCTION	75
6.2- ESTIMATION DES BESOINS GLOBAUX EN L'AN 2012	75
6.3- MESURES D'ACCOMPAGNEMENT	77

**CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS**-----78**ANNEXES**

- Annexe 1: Normes relatives aux eaux de consommation
- Annexe 2: Bulletin d'analyse de l'eau des forages de Touba
- Annexe 3: Recensement général de la population de Touba en 1988
- Annexe 4: Récapitulatif des différents diamètres et linéaires de conduites posées par le projet d'AEP de 2001 financé par le Khalife Général des mourides
- Annexe 5: Chronogramme de l'historique du réseau d'AEP de Touba
- Annexe 6: Financement des différents projets d'exécution des forages et de réalisation de réseau à Touba
- Annexe 7: Coupes géologiques ou lithologiques des forages de Touba
- Annexe 8: Coupes techniques des forages de Touba
- Annexe 9: Linéaire des conduites posées par FRANZETTI en 2002
- Annexe 10: Fiche de relevé de secteur lors du Grand Magal 2002
- Annexe 11: Fiche de suivi des bassins lors du Grand Magal 2002
- Annexe 12: Tableau synthétique des zones et comités de quartiers définis pour l'alimentation en eau du Grand Magal 2002
- Annexe 13: Tableau synthétique de répartition des citernes fixes

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**-----136

## LISTE DES ABREVIATIONS

AEP	: Approvisionnement en Eau Potable
AGETIP	: Agence d'Exécution des Travaux d'Intérêt Public
ASUFOR	: Association d'Usagers de Forages
AQTE	: Association Québécoise des Techniques de l'Eau
BA	: Béton Armé
BADEA	: Banque Arabe pour le Développement Economique en Afrique
BF	: Bornes-fontaines
BNE	: Budget National de l'Équipement (du Sénégal)
BP	: Branchements privés ou particuliers
Ca	: Calcium
CDE	: Consortium D'Entreprises
CE	: Château d'Eau
CEAO 2	: Communauté Economique de l'Afrique de l'Ouest/2 <sup>ème</sup> programme
CER	: Centre d'Expansion Rurale
CGEEOM	: Compagnie Générale des Eaux pour l'Etranger et l'Outre Mer
CGTH	: Compagnie Générale de Travaux Hydrauliques
CR	: Communauté Rurale
DEM	: Direction de l'Exploitation et de la Maintenance
Dg	: Demande en eau globale
DHA	: Direction de l'Hydraulique et de l'Assainissement
Du	: Demande unitaire
EPI	: Electropompe Immergée
ESRI	: Environmental System Research Institute

- FKDEA : Fonds Koweïtien pour le Développement Arabe
- GE : Groupe Electrogène
- Hbt : Habitant
- HMT : Hauteur Manométrique Totale
- Mg : Magnésium
- NBRE : Nombre
- OMS : Organisation Mondiale de la Santé
- PHVF/PC : Programme Hydraulique Villageoise et Pastorale/Programme Complémentaire
- Pt/Co : Platine-Cobalt
- PVC : Poly Vinyle de Chlorure
- REGÉFOR : Réforme du système actuel de Gestion des Forages motorisés en milieu rural
- RES. : Réservoir
- SAFI : Société Africaine de Forages et d'Injections
- SASIF : Société Africaine de Sondages, d'Injections et de Forages
- SDE : Sénégalaise Des Eaux
- SONAFOR : Société Nationale des Forages
- SONEES : Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal
- SIG : Système d'Information Géographique

## LISTE DES TABLEAUX

	Pages
Tableau 1.1 - Données de recensement de la CR de Touba Mosquée-----	14
Tableau 2.1- Résultats du Comité AQTE MISE A JOUR basés sur les statistiques de la ville de Sainte Foy -----	19
Tableau 3.1- Récapitulatif des différents diamètres et linéaires de conduites-----	25
Tableau 3.2- Caractéristiques des forages de Touba-----	33
Tableau 3.3- Caractéristiques des équipements d'exhaure des forages-----	35-36
Tableau 3.4- Caractéristiques ouvrages de stockage-----	37
Tableau 3.5- Débits d'exploitation des forages en 2001-----	38
Tableau 3.6- Capacité de stockage des ouvrages en 2001-----	40
Tableau 3.7- Débit de réception des forages de Touba en 2001-----	41
Tableau 4.1- Forages exploités par l'AEP de Touba-----	49
Tableau 4.2- Forages équipés de groupes électrogènes de secours -----	50
Tableau 4.3- Equipes et agents chargés de la réparation des fuites de Réseau-----	51
Tableau 4.4- Récapitulatif des fuites réparées-----	52
Tableau 4.5- Points d'eau ayant une insuffisance de pression lors du Magal-----	54
Tableau 4.6- Rotation des camions-citernes et volumes d'eau distribués-----	59-61
Tableau 5.1- Sectionnements des vannes-----	70

## LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1.1- Plan d'urbanisme de la ville de Touba-----	5
Figure 1.2- Situation géographique et administrative de la ville de Touba-----	7
Figure 1.3- Carte hydrographique du Sénégal/Zone de Touba -----	9
Figure 1.4- Carte hydrogéologique du Sénégal/Zone de Touba -----	11
Figure 1.5- Courbe d'évolution de la population de Touba de 1958 à 1988-----	15
Figure 3.1- Schéma du réseau initial de Touba-----	24
Figure 3.2- Localisation des forages de Touba-----	28
Figure 3.3- Le réseau d'AEP de la ville de Touba-----	30
Figure 4.1- Zones définies pour la rotation des camions-citernes à Touba -----	57
Figure 4.2- Répartition des volumes d'eau distribués par camion-citernes lors du Grand Magal 2002 -----	62
Figure 5.1- Sectorisation du réseau d'AEP de Touba-----	69

## INTRODUCTION

Élément essentiel des êtres vivants, l'eau est indispensable à la vie.

Ainsi, la vie organisée en commun, qui seule a permis à l'homme d'échapper par un long et patient effort à l'état primitif, a toujours été liée à l'eau.

L'eau est certes apparue très tôt comme un facteur primordial de l'hygiène individuel. En effet, à l'aube de l'histoire, les groupements humains se sont constitués sur les bords des fleuves et rivières en particulier. Ils ont mis ceux-ci à contribution pour assurer leur alimentation en eau ainsi que l'évacuation de leurs déchets. Toutefois, nous estimons que c'est un lien commun d'énoncer que dans le monde moderne, l'eau reste essentielle aux activités de l'homme et au maintien de sa santé.

Sans trop devoir y insister, nous constatons que dans le monde actuel, le problème des ressources en eau se pose avec une acuité particulière : aussi bien à l'égard des pays sous-développés dont une large part inclut des régions arides ou semi-arides, que de ceux dont l'essor industriel s'accompagne d'un accroissement inouï des besoins mais aussi d'une pollution croissante des cours d'eau.

La consommation de l'eau s'est en effet progressivement diversifiée et aujourd'hui, elle est devenue une matière première de portée essentielle. Du fait de ce rôle primordial, il résulte que la collectivité se doit d'assurer son alimentation en abondance, aussi bien pour la consommation individuelle que pour la satisfaction des autres besoins privés ou publics.

Cette satisfaction des divers besoins exige dans son principe, la mise en œuvre d'un système de distribution adéquat. Ceci constitue un problème complexe et ardu pour un pays en voie de développement du fait de l'augmentation rapide des

besoins due en partie à « l'explosion » démographique et aux exigences de plus en plus grandes de chacun.

Le SENEGAL qui est loin d'être désavantagé au point de vue des ressources en eau souterraines n'est pas également en reste vu les ressources financières très limitées.

Depuis plusieurs décennies, l'alimentation en eau potable (AEP) de la ville de Touba connaît de plus en plus de problèmes pour la satisfaction des besoins en eau de ses populations.

Ce phénomène est dû principalement à :

- un agrandissement très rapide de la ville, accompagné d'une démographie galopante,
- un développement fulgurant des infrastructures et des activités socio-économiques,
- la mise en place progressive d'un système d'AEP et d'équipements non conformes aux normes techniques d'installation, de fonctionnement et d'exploitation durables,
- la multiplicité des branchements clandestins (branchements privés, bassins de stockage à domicile...)
- l'inexistence d'un modèle de gestion approprié et applicable en milieu rural.

Les autorités, tant administratives que religieuses tentent chaque année de trouver des solutions partielles ou à court terme pour résoudre le problème du manque d'eau surtout durant les périodes de grandes affluences comme les « Magals » ou les « Ziarras » qui drainent des millions de pèlerins.

Parmi ces solutions, nous pouvons citer :

- des extensions régulières du réseau qui peuvent, comme celles de l'année dernière (2001), atteindre 47,800 km de conduites posées à l'intérieur de la ville de Touba,



- des réalisations et réhabilitations d'ouvrages hydrauliques de grande capacité (forages, châteaux d'eau, bassins...),
- des remplacements d'équipements d'exhaure de plus en plus performants,
- des projets de représentation schématique des conduites sur carte en vue d'une meilleure connaissance du réseau et ses caractéristiques.

Cependant, aucune de ces solutions n'a encore résolu les problèmes d'approvisionnement en eau potable de Touba de manière durable.

Ainsi, les autorités de la Direction de l'Exploitation et de la Maintenance (DEM) qui gèrent l'ensemble des forages ruraux du SENEGAL, ont voulu maintenant orienter la réflexion vers une étude du réseau. Vu la disponibilité des ressources hydrogéologiques et l'adaptation des moyens d'exhaure déjà installés pour un fonctionnement efficient du système d'AEP de la ville, la DEM nous a proposé le sujet intitulé : « Reconstitution et optimisation du réseau d'approvisionnement en eau potable de la ville de Touba »

Cette étude permettra entre autres de :

- faire le bilan et le diagnostic du réseau d'AEP de Touba,
- évaluer la production ainsi que les besoins en eau des populations,
- procéder à des travaux d'enquête et de collecte d'informations pour une reconstitution globale et l'établissement du réseau sur fond de carte grâce au logiciel ArcView,
- faire une analyse comparative entre la disponibilité de l'eau offerte par le réseau et la demande des populations,

afin de proposer des solutions pour le moyen terme.

CHAPITRE 1:

**PRESENTATION DE LA  
VILLE DE TOUBA**

## 1.1- GENERALITES

La Ville de TOUBA est ordonnée de manière radioconcentrique par rapport à la Grande Mosquée qui se présente comme le cœur de la ville. Le centre de ce schéma circulaire préconçu par la Volonté du fondateur du mouridisme reste la principale considération religieuse.

La localisation de la Grande Mosquée a entraîné de ce point de vue, de grosses conséquences géographiques. La Mosquée a imprimé sa volonté à la rocade qui est le repère circulaire principal (voir figure 1.1).

Capitale du mouridisme, la ville a été fondée en 1889 par Cheikh Ahmadou Bamba. Ville sainte, lieu de pèlerinage et de convergence des Mourides lors des Ziarras et Magals, elle a connu un développement fulgurant. Le problème qui se pose est que les installations et équipements hydrauliques n'ont pas suivi le développement de la ville, cause pour laquelle, chaque année, durant ces périodes, les problèmes de manque d'eau persistent.

Cette ville, non loin de manquer de ressources en eaux souterraines, est confrontée, à l'instar des autres localités du Sénégal, à des problèmes de fourniture d'eau.

Ce qui fait qu'aujourd'hui, le souci majeur des autorités est de trouver les voies et moyens qui permettraient de satisfaire la demande en eau des populations et pérenniser les ressources. L'atteinte de cet objectif passe fondamentalement par une utilisation rationnelle de l'eau.

## 1.2- SITUATION ADMINISTRATIVE

La ville de Touba est dans l'arrondissement de Ndame, département de Mbackié, région de Diourbel (voir Figure 1.2). Cette Communauté Rurale (Touba masquées), qui a pris depuis longtemps l'ampleur d'une grande ville de par son étendue et ses populations, est pratiquement confondue avec Ndame, centre administratif où sont installées les autorités de l'arrondissement (Sous-préfet, chef de CER).

Figure 1.1 Plan d'Urbanisme et Quartiers de la Ville Sainte de TOUBA



- Légende**
- Voies
  - Bâtiments en surface
  - Ouvrages
  - Forage • S&S
  - ▲ Forage • CS
  - ▲ Forage • CE+HD
  - Forage
  - Lot de parcelles
- Quartier

Planifié par: MOUKI MRAYE  
Dessiné: NGAYE



### 1.3- SITUATION GEOGRAPHIQUE

La ville est située entre 15°54'00" et 14°52'00" Ouest en longitude.

#### 1.3.1- Le relief

Le relief de la ville fait partie d'un vaste plateau monotone qui s'étend de la Casamance à la vallée du fleuve Sénégal. Ce plateau qui s'incline légèrement vers l'Ouest est recouvert soit d'une cuirasse ferrugineuse, soit par la masse sableuse des vieux ergs du Cayor et du Ferlo. La zone de Touba est prédominée par des sols ferrugineux tropicaux lessivés ou non dont les plus répandus sont les sols "Diors" qui donnent des résultats satisfaisants pour la culture de l'arachide.

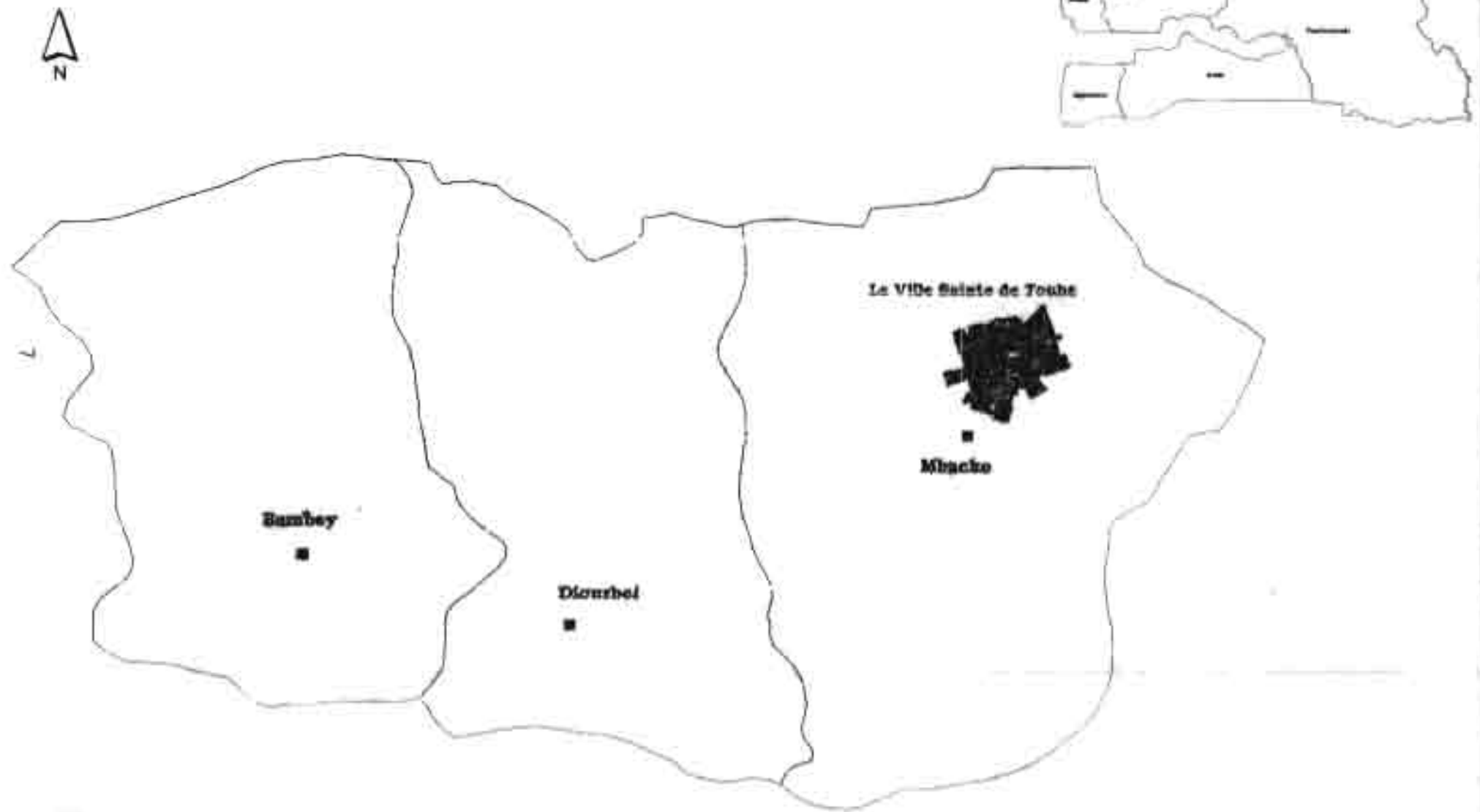
#### 1.3.2- Climat et pluviométrie

La zone de Touba a un climat rythmé par l'opposition entre une rigoureuse saison sèche et un bref hivernage qui dure de Juin à Octobre. Le climat est du type sahélien. Les températures moyennes mensuelles tournent autour de 24°. Les précipitations, jouant un rôle important dans l'économie nationale, sont assez faibles dans le secteur. Elles varient entre 200 et 400 mm en moyenne par an.

#### 1.3.3- Végétation

La végétation de la zone n'est pas verdoyante. Ce fait est dû aux différents caractères du relief et surtout de la pluviométrie qui n'est pas très abondante. Les types d'arbres qui prédominent sont les acacias, les baobabs, les tamariniers, espèces spécifiques du climat sahélien. Il n'existe pas ce réseau hydrographique dans la zone (voir Figure 1.3).

Figure 1.2 : Situation Géographique et Administrative de la Ville Sainte de Touba



## 1.4- SITUATION HYDROGÉOLOGIQUE

### 1.4.1- Ressources en eau

Le sous-sol de Touba renferme un certain nombre de nappes d'importance variable. Les nappes suivantes sont rencontrées de la surface du sol en profondeur:

#### *1.4.1.1- La nappe du Continental Terminal et du Quaternaire*

On trouve dans la zone de Touba, une nappe dans les sables argileux du Continental terminal. Elle n'existe qu'à la faveur d'une bonne pluviométrie permettant le remplissage des cuvettes locales (par exemple la vallée du Sine). Cette nappe, très insuffisante pour fournir de gros débits, est exploitée par les puits artisanaux qui se tarissent en période sèche.

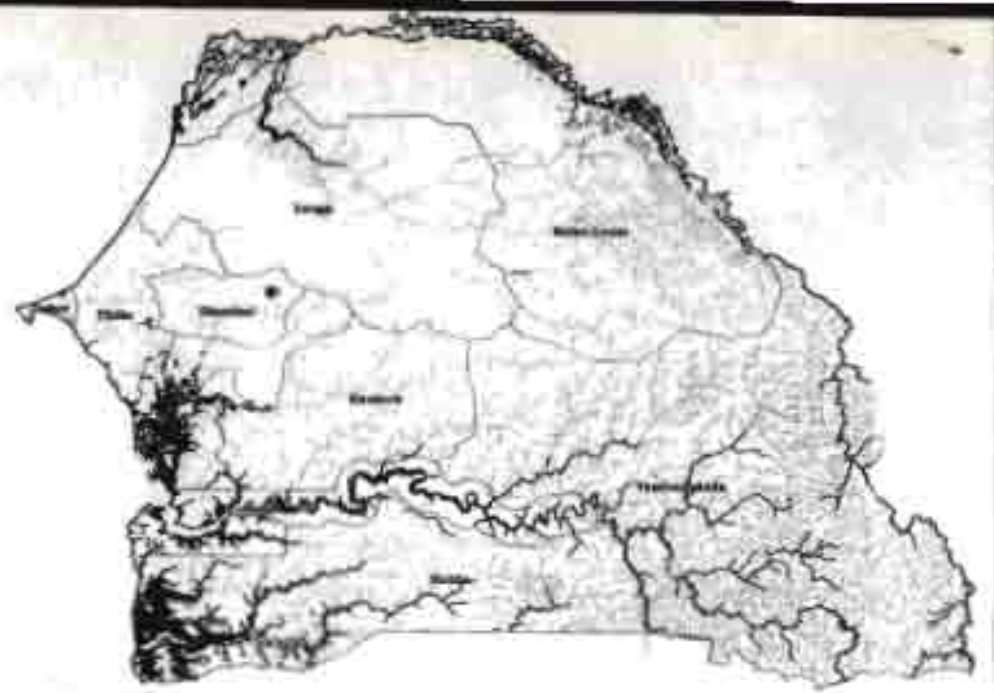
#### *1.4.1.2- La nappe de l'Eocène*

Touba se trouve dans la zone des terrains du Tertiaire, plus précisément dans la division de l'Eocène Moyen. Les faciès les plus courants de cet Eocène Moyen (Lutétien Inférieur) sont calcaires, marneux et parfois phosphatés. Dans le département de Mbacké, les débits sont presque nuls.

#### *1.4.1.3- La nappe du Paléocène*

Cette nappe se situe au dessus du Maestrichtien, est contenue en général dans les calcaires, marnes ou marno-calcaires. Sa puissance augmente d'Est en Ouest. La nappe est captée des fois en association avec les sables maestrichtiens : cas des sondages de Mbacké et de Touba. Au niveau de Touba, les débits sont très faibles pour une alimentation correcte de la ville.

Figure 1.3 Carte Hydrographique  
de la Ville Sainte de TOUBA



Legende

- Zone d'eau
- △ Zone d'eau pluviale
- △ Zone d'eau de pluie
- Zone
- Zone
- Pente = 5%
- Pente = 10%
- Pente = 15-20%
- Pente
- La ville
- ▲ Zone d'eau

Realisée par: M. S. MBAYE  
M. S. MBAYE

0 1 2 3 4 Kilomètres



#### 1.4.1.4- La nappe des sables aquifères du Maestrichtien

Situé dans les terrains du Crétacé, le Maestrichtien est le plus étendu des nappes aquifères du Sénégal. Les différents forages de Touba exploitent cette nappe à partir d'une profondeur de 210 m en moyenne. Les débits susceptibles d'être fournis par cette nappe se situent entre 150 et 350 m<sup>3</sup>/heure.

Donc on peut dire que la ville de Touba ne manque pas de ressources en eau souterraine.

Pour la répartition de ces différentes nappes, voir la carte hydrogéologique du Sénégal dans la figure 1.4.

#### 1.4.2- Observations sur la qualité de l'eau

La qualité de l'eau constitue en général l'argument prédominant d'un système de distribution d'eau potable. Elle est primordiale tant pour l'individu que pour l'industrie. Les qualités requises d'une eau donnée varient suivant sa destination (celle qui nous intéresse ici est la consommation humaine).

Les exigences des usagers étant très diverses et leur localisation très dispersée, l'usage courant consiste à climenter les agglomérations avec une eau de qualité moyenne dite « potable », c'est à dire pouvant être considérée sans inconvénient pour l'homme et répondant par ailleurs à des normes.

Ces normes, relatives à des critères

- physico-chimiques
- bactériologiques

peuvent varier d'un pays à l'autre, mais demeurent malgré tout assez comparables.

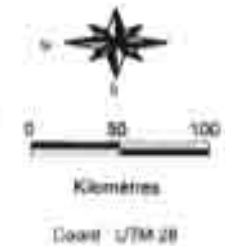
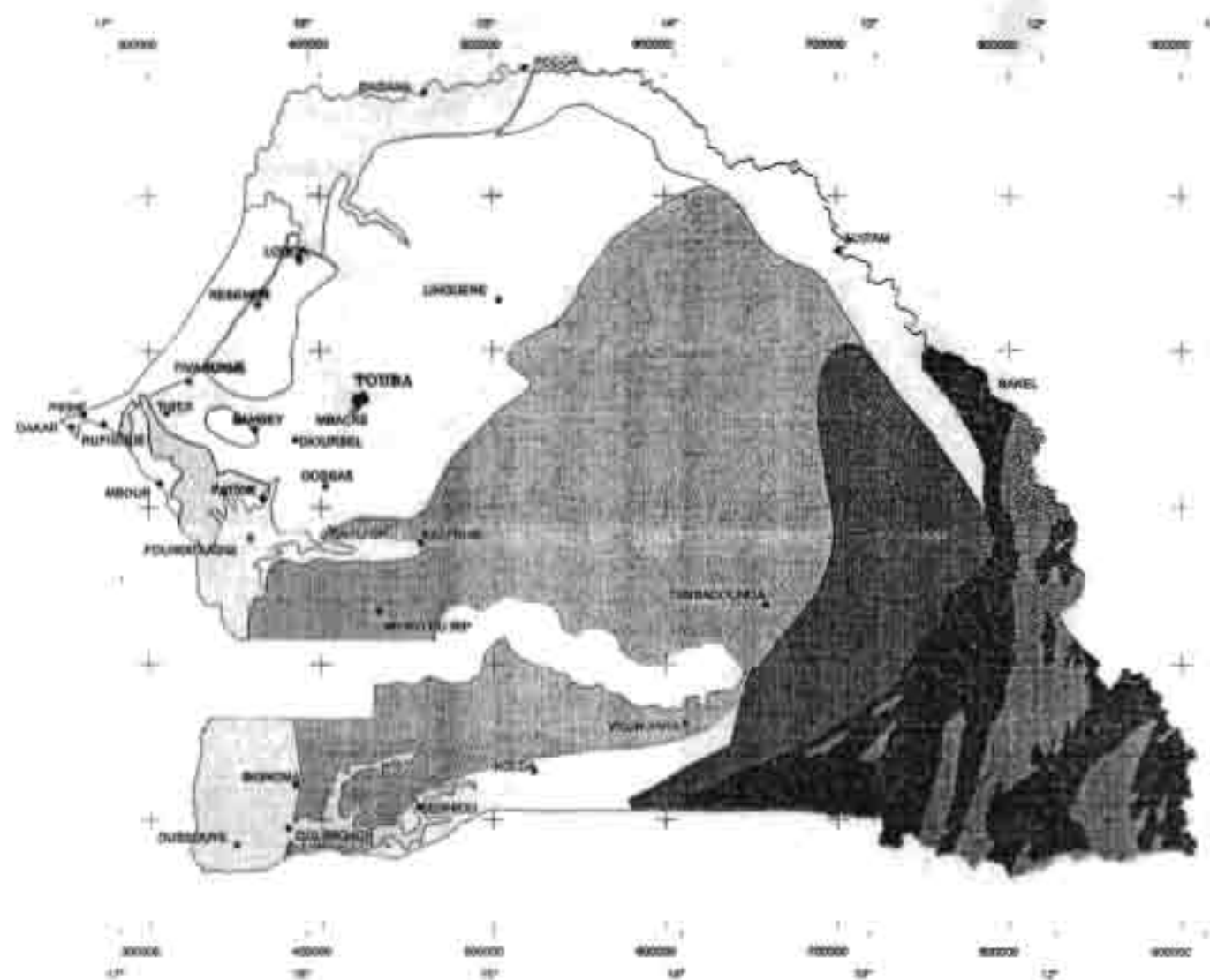
En l'absence de normes Sénégalaises en la matière, nous nous appuyerons sur celles fixées par l'OMS (annexe 1), afin d'évaluer la qualité de l'eau au niveau de Touba, ce à partir de la feuille des résultats d'analyse d'eau des forages présentée en annexe 2.



SGPRE

**Légende**

- \* Chef-lieu de département
- Hydrogéologie
- Quaternaire/continental-terminal
- Unité à eaux salées
- Cont-terminal/O.M/maast
- Cont-terminal/O.M
- Eocene/Maastrichtien
- Paleocène/Maastrichtien
- Maastrichtien
- Socle granitique
- Socle métamorphique
- Zone d'étude



Réalisé par  
SGPRE

Source :  
SGPRE

**Figure 1.4 : Carte Hydrogéologique du Sénégal**

Version : 2011/2006  
Analyse v. 2.1 / Exécutif Analyse 2.1  
Fichier src : / Annexe / Carte\_hydrogeol.dwg  
Modificateur : W. OUSSE  
Consulteur : G. Sarr

### 1.4.2.1- Caractéristiques physico-chimiques

#### a) Couleur

Toute eau destinée à la consommation se doit d'être incolore. Toute coloration peut en effet laisser présumer d'une pollution et provoque de toute façon la méfiance du consommateur à l'égard de cette eau. Cependant, les différents forages de Touba offrent tous une eau limpide. Nous soulignerons d'ailleurs que la belle couleur d'une eau (limpide) ne garantit pas l'absence de germes pathogènes. N'ayant pas des informations relatives sur la couleur en mg/l de Pt/Co, ce paramètre chimique ne pourra pas être interprété.

#### b) Saveur et odeur :

Ces deux paramètres constituent les contrôles de base pour juger de la qualité d'une eau de consommation. Au niveau de Touba, on note la présence d'eaux souterraines exemptes d'odeur, mais dont la saveur n'est pas des meilleures. Nous soulignerons d'autre part que les traitements nécessaires pour l'élimination de la saveur et de l'odeur sont extrêmement onéreux.

#### c) Dureté

La dureté d'une eau, principalement due à la présence de sels de calcium et de magnésium, se manifeste pratiquement par une difficulté dans la cuisson des légumes et dans la production de mousse avec le savon.

La dureté totale indique globalement la teneur en sels de Ca et de Mg. La plus grande valeur obtenue s'élève, pour l'ensemble des forages de Touba, à 13,50°F relevée du bulletin d'analyse de l'eau du forage F Kébé (annexe 2). Ce qui est bien inférieure à la valeur maximale désirable qui est de 50°F (annexe 1).

GRUPE LABORATOIRES  
DE LA  
DIRECTION DES MINES  
ET DE LA GEOLOGIE  
B.P. 268 - TEL 22.52.78  
DAKAR

Demande

d'Analyse n° ..... Bulletin d'Analyse n° 6.374  
DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE - DAKAR-HANN  
de M. .... URBAIN ET RURALE

Echantillons reçus au laboratoire .....

Le 18.04.81 N° 154

Echantillons envoyés le .....

Offier 133

Echantillon	F KEBE							
	mg	meq	mg	meq	mg	meq	d'Fr	meq
Cl <sup>-</sup>	1002,8	28,28						
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	12,5	0,26						
CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	357,0	5,85			Titre alcalimétrique TAC		29,25	5,85
CO <sub>3</sub> <sup>--</sup>		-			TA		-	0
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	< 2	-						
F <sup>-</sup>	1,0	0,05						
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>								
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	< 0,01	-						
Total anions		34,44						
Ca <sup>++</sup>	22,8	1,14			Dureté calcique		5,70	1,14
Mg <sup>++</sup>	19,0	1,56			Dureté magnésienne		7,80	1,56
Na <sup>+</sup>	714,0	31,04			Dureté totale		13,50	2,70
K <sup>+</sup>	24,4	0,62						
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	< 0,1	-						
Fe								
Total cations		34,36						
Extrait sec	2.110							
Dureté	d'Fr	meq	d'Fr	meq	d'Fr	meq	d'Fr	meq

A DAKAR le 17.04.81

Le Demandeur,

Le Chimiste

A DAKAR, le 23 Avril 1981

Le Chef de Laboratoire

#### 1.4.2.2- Caractéristiques bactériologiques

Nous n'avons pas pu disposer de résultats d'examens bactériologiques réalisés sur l'eau de Touba. A ce propos, nous ne pouvons donc que nous contenter des renseignements recueillis auprès du SGPRE, renseignements indiquant une bonne qualité bactériologique.

On pourrait penser que, puisqu'à Touba l'eau utilisée provient de nappes souterraines, la stérilisation n'est pas obligatoire, mais par simple précaution, cette désinfection s'impose au niveau de tous les châteaux d'eau pour parer à une éventuelle contamination.

### 1.5- POPULATIONS

#### 1.5.1- Estimation de la population actuelle

La population sera estimée à partir des données des recensements effectués en 1976 et 1988.

Le tableau suivant permettra de tracer la courbe d'évolution de la ville.

Année	1958	1970	1976	1988
Population	2127	7640	27 487	138 604

Tableau 1.1 : Données de recensement de la CR de Touba Mosquée.

Le total des 138 604 habitants découle de la somme des populations de l'ensemble des villages et hameaux. (voir annexe 3).

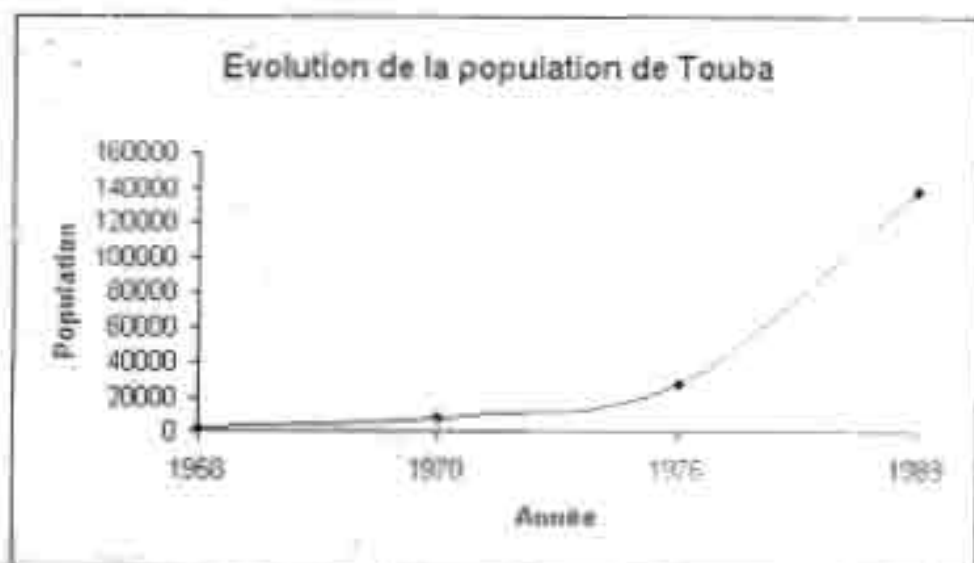


Figure 1.5: Courbe d'évolution de la population de la ville sainte de Touba de 1958 à 1988

Concernant l'estimation de la population, le modèle géométrique sera adopté. Ce fait est dû à la démographie galopante de la ville qui est bien justifiée en faisant l'analyse de la courbe d'évolution.

#### 1.5.1.1- Accroissement géométrique

Par définition, l'accroissement d'une population  $P$  est géométrique si l'augmentation  $dP$  de cette population dans l'intervalle de temps  $dt$  est proportionnelle à la population. Ainsi, nous utiliserons la formule des intérêts composés :

$$P_n = P_2 (1 + r)^n$$

$P_n$  : population au terme de l'intervalle de temps  $n$

$P_2$  : population au début de l'intervalle de temps  $n$

$n$  : intervalle de temps en années qui est égal à  $(t_n - t_2)$

$r$  : taux d'accroissement géométrique annuel (exprimé sous forme de fraction)

D'une façon rétrospective, on peut établir le taux d'accroissement géométrique d'une population qui est passé de  $P_1$  à  $P_2$  dans un intervalle de temps  $n$  égal à  $(t_2 - t_1)$ :

$$r = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

### 1.5.1.2- Population de Touba en 2001

Dans ce paragraphe, nous donnerons le taux d'accroissement géométrique de la population qui nous permettra d'estimer la population totale de la ville.

Nous avons :

$$P_2 = P_{1988} = 138604$$

$$P_1 = P_{1976} = 27487$$

$$n = 1988 - 1976 = 12 \text{ ans}$$

$$r = \left( \frac{138604}{27487} \right)^{\frac{1}{12}} - 1 = 0.14$$

$$r = 14\%$$

La population de Touba en 2001 se calcule comme suit :

$$P_{2001} = P_{1988} (1 + r)^{(2001 - 1988)}$$

$$P_{2001} = 138604 (1 + 0.14)^{(2001 - 1988)} = 761\ 270 \text{ habitants}$$

On obtient ainsi une population résidente de 761 270 habitants.

### 1.5.2- Estimation des populations en période de Magal

Plusieurs méthodes ont été étudiées pour l'estimation du nombre de pèlerins en période de Magal.

La première, que nous avons jugée la plus fiable, est le comptage des catégories de véhicules classés selon le nombre de passagers (véhicules particuliers, taxis, mini-bus, bus, camions...).

Ce comptage se fait 24h/24 sur tous les axes routiers menant vers Touba et durant toute les périodes de grandes affluences.

Le bilan permettra d'avoir une valeur approximative de la population pèlerine en période de Magal.

La deuxième méthode consiste à se baser sur des indices de consommation relatifs à des « produits » distribués et utilisés (eau, énergie...) par l'ensemble des populations durant le Magal.

Le report de l'indice choisi à la consommation moyenne en période normale du produit correspondant, pourrait permettre d'avoir un nombre estimé de la population totale en période de Grand Magal.

Cependant, aucune de ces données n'ayant pu être obtenue, nous avons émis, en plus des enquêtes menées, quelques hypothèses afin d'estimer la population pèlerine.

Ces enquêtes notamment sur les extensions des quartiers durant ces dernières années ont confirmé que Touba s'est au moins doublé en dix ans. Ceci se traduit par une augmentation du nombre de concessions qui passe de 15836 en 1988 à :

$$15836 \times (2001 - 1988) / 10 \times 2 = 41\ 174 \text{ concessions en 2001.}$$

Durant la période de Magal, on peut affirmer que chaque concession abrite en moyenne 30 à 40 pèlerins : d'où la moyenne finale retenue de 35 pèlerins par concession (jugée acceptable).

$$41\ 174 \times 35 = 1\ 441\ 090$$

La population pèlerine sera donc égale à 1 410 090 personnes.

Et la population totale de Touba en période de Grand Magal est égale à 2 202 360 personnes.



CHAPITRE 2.

# BESOINS EN EAU

## 2.1- EVALUATION DE LA DEMANDE EN EAU GLOBALE DE LA VILLE

Les consommations en eau varient beaucoup selon les conditions locales et reflètent le niveau de vie d'une population.

Dans le cadre de ce projet, les consommations sont plutôt d'ordre domestique, commercial et industriel.

### 2.1.1- Consommation domestique

C'est l'eau utilisée dans les maisons, les institutions publiques (hôpitaux, écoles...) pour la préparation des aliments, la boisson, l'hygiène personnelle et les autres usages domestiques.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), dans son effort pour assurer l'alimentation en eau potable des petites agglomérations des pays en voie de développement, a adopté une valeur moyenne de 40 l par habitant et par jour. Cette valeur prévoit une marge de 50% pour le gaspillage et les pertes inévitables quand on note une certaine distance entre le point d'eau et le domicile du consommateur.

Au niveau de Touba, nous adopterons la valeur de 30 l par habitant et par jour comme consommation moyenne journalière par habitant.

### 2.1.2- Consommation en eau des zones commerciales

Généralement ces consommations en eau sont mesurées dans chaque établissement à l'aide de compteurs. En absence de données, il faudra utiliser comme valeurs de référence les consommations en eau des zones commerciales établies par différents auteurs (Salvato, Hubbel,...)

Cette consommation sera tenue en compte lors de la détermination de la demande en eau globale de la ville.

### 2.1.3- Consommation en eau des zones industrielles

Cette consommation varie considérablement selon le type d'industrie. Il est donc impossible de fixer une valeur de consommation avec autant de fiabilité que dans les zones résidentielles. La meilleure façon de connaître cette consommation est d'effectuer un relevé des consommations en eau auprès de chaque utilisateur industriel.

Le type d'industrie qu'on rencontre dans la ville demeure être les fabriques de glace et de carreaux.

En l'absence de compteurs, cette consommation sera considérée dans la demande en eau de la ville.

Dans la suite, nous adopterons les résultats du comité AQTE-MISE A JOUR<sup>111</sup> (1974) en ce qui concerne la répartition de la consommation afin de déterminer la consommation unitaire globale.

USAGE	AQTE-MISE A JOUR	
	Avec compteur	Sans compteur
Domestique	57%	57%
Commercial	8%	8%
Industriel	12%	12%
Collectif	3%	3%
Pertes	20%	20%

Tableau 2.1: Résultats du comité AQTE-MISE A JOUR basé sur des statistiques de la ville de Sainte-Foy

Nous pouvons donc estimer la demande unitaire totale (Du) pour l'année 2001.

D'après le tableau 2.1, on voit que la consommation domestique constitue 57% de la consommation totale,

$$d_{2001} = 30 \text{ l/ hbt}$$

$$D_u = d_{2001} \times \frac{100}{57} = 30 \times \frac{100}{57} = 52.63 \text{ l/pers.jour}$$

$$\text{Demande unitaire totale : } D_u = 53 \text{ l/pers.jour}$$

Ce résultat, comparé à la consommation dans les autres localités du Sénégal, semble exagéré. Mais le caractère particulier de Touba dont le service en eau est gratuit, fait que cette valeur (53 l/pers.jour) pourra être retenue.

La population de Touba en 2001 étant estimée à :

$$P_{2001} = 761\,270 \text{ habitants}$$

Nous pouvons donc calculer la demande globale en eau ( $D_g$ ) de la ville,

$$D_g = D_u \times P = 53 \times 761\,270$$

$$D_g = 40\,347 \text{ m}^3/\text{j}$$

## 2.2- EVALUATION DE LA DEMANDE EN EAU EN PERIODE DE MAGAL

Il faut signaler que la plus grande partie des besoins en eau se résument en général à l'eau de boisson et des ablutions. Les gros utilisateurs sont essentiellement les restaurateurs de fortune qui envahissent les artères principales de la ville surtout aux abords immédiats de la grande mosquée.

$$\text{Population pèlerine : } 1\,441\,090$$

$$\text{Population résidente : } 761\,270$$

Ce qui donne une population en période de Magal de 2.202 360 personnes.

En considérant une consommation moyenne journalière qui s'élève à 30 l/hbt/j, la demande journalière se chiffrera à 66 070 m<sup>3</sup>/j et ceci pour une durée de trois jours.

CHAPITRE 3:

**LE RESEAU D'AEP DE  
LA VILLE DE TOUBA**

### 3.1. HISTORIQUE DU RESEAU ET INTERCONNEXION DES FORAGES

Juste après la fondation de Touba en 1889 par Cheikh Ahmadou Bamba, l'alimentation en eau de sa population était assurée par des puits traditionnels creusés un peu partout. L'insuffisance de la capacité de production de ces ouvrages ainsi que la rareté de la ressource faisaient en sorte que, lors des Magals, l'approvisionnement en eau potable était renforcé par des charrettes ou autres moyens qui transportaient le liquide précieux depuis des localités parfois très éloignées de Touba. Le puits de Aïnou Rahmati donnait l'eau bénite aux pèlerins.

Le premier forage de Touba fut exécuté en 1931 près de la gare ferroviaire. Il avait une profondeur de 200 m.

Cependant, son débit ne parvenait pas à satisfaire la demande en eau potable et le réseau n'existait toujours pas.

En 1948, le forage de Touba F Ndam fut implanté dans le quartier périphérique de Ndam. Un réservoir au sol d'une capacité de 800 m<sup>3</sup> et un château d'eau de 250 m<sup>3</sup> furent également réalisés.

A partir d'une conduite en fonte de 250 mm de diamètre, Touba sera desservi grâce à un bassin situé devant la Grande Mosquée via cette conduite : c'est le point de départ de l'actuel réseau.

Une autre conduite en PVC de même diamètre quitte également le château d'eau pour aller renforcer par la suite l'alimentation en eau de la ville de Mbacké.

La capitale du Mouridisme vient ainsi de bénéficier d'une station de pompage moderne munie d'un réseau semi-urbain qui va s'étendre de plus en plus dans les artères de la ville.

En 1964, ce réseau alimente les quartiers de Darou Khoudoss et de Guédé avec une canalisation en Amiante Ciment Ø 100 m/m, classe 20 posée sur une distance de 858 m. Ces mêmes travaux, exécutés par l'Entreprise CGEEM (Compagnie Générale des Eaux pour l'Etranger et l'Outre Mer) et suivis par la Subdivision Hydraulique de Diourbel, ont renforcé le réseau avec la pose de :

- 03 bornes fontaines en ciment et à 3 robinets y compris grille, puits perdu et anti-bourbier,
- 05 vannes Ø 100,
- 01 té 100 x 100,
- 01 coude cu  $\frac{1}{2}$  Ø 100 plus d'autres accessoires hydrauliques.

En juin 1964, le projet d'adduction d'eau de Touba-Ndindy approvisionne le quartier de Ndindy avec la pose sur 5 816 m de conduites Ø 110.

Dans la même année, une autre extension du réseau est réalisée à partir du mois d'octobre par l'Entreprise FRANZETTI & Cie pour l'alimentation du quartier de Darou Miname. Deux (02) bornes-fontaines préfabriquées étaient installées en plus de 440 m de canalisation en tuyau « Dimatit » Ø 60, classe 25. Les travaux se terminèrent le 13 Février 1965.

En 1970, le projet « AEP TOUBA » réalise un nouveau forage tout au Nord à quelques 2200 m de la Grande Mosquée. Avec son château d'eau en béton armé de capacité 1000 m<sup>3</sup> construit en 1971, ce forage Touba F1 communément appelé « Forage Baye Lohat », va desservir un grand nombre de populations avec sa conduite principale en fonte de diamètre 250 mm. Elle va jusqu'au centre-ville pour rejoindre l'ancienne conduite de même nature venant de F Ndame. Une conduite de diamètre 160 mm, PVC piquée sur la conduite de diamètre 250 mm

derrière Keur Serigne Abdou Lahat MBACKE, se poursuit et longe sur près de 3 km, la route qui mène vers Mbacké. Cette conduite approvisionne ainsi tous les quartiers situés entre la Grande Mosquée de Touba et la sortie vers Mbacké.

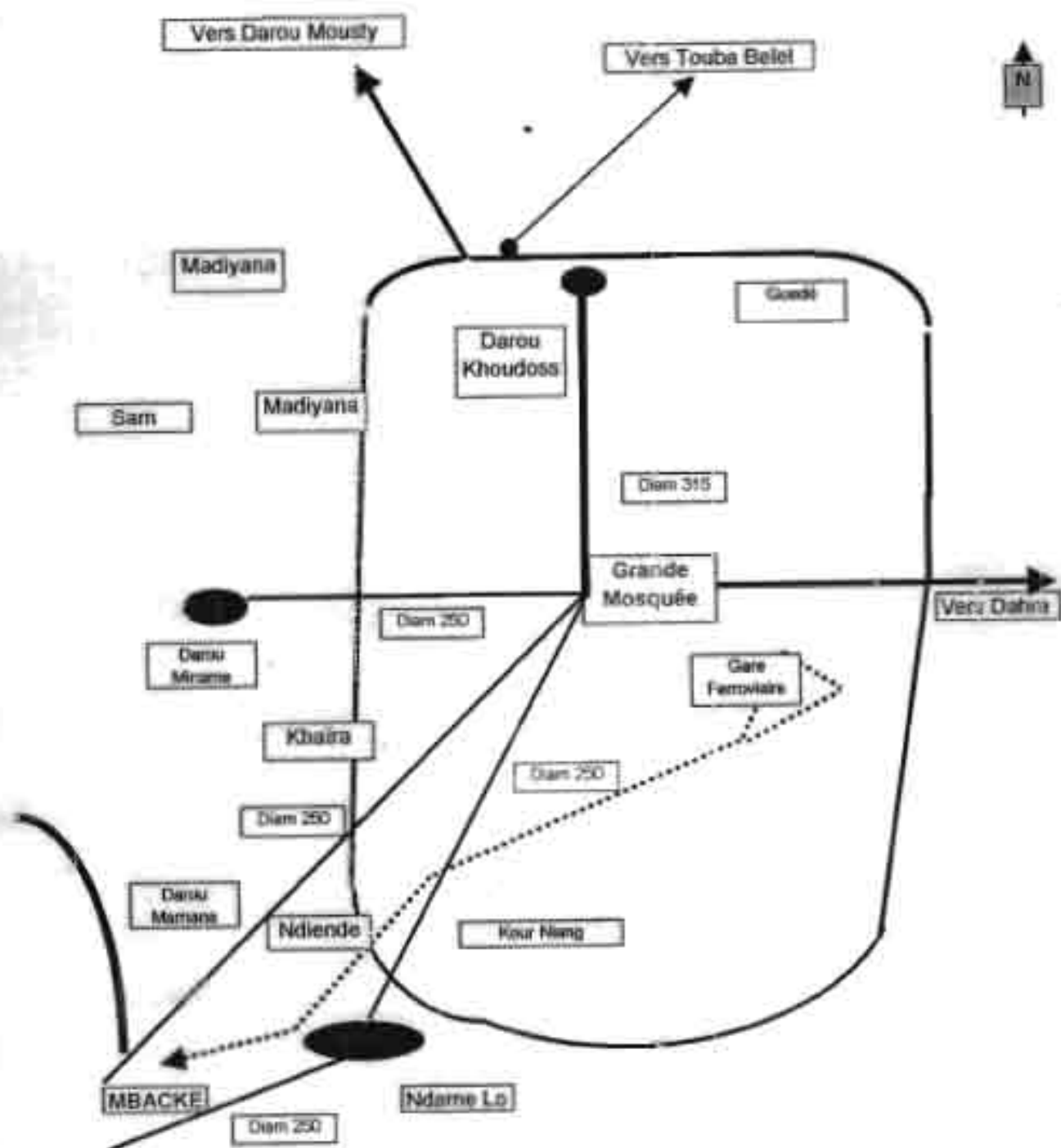
Une autre de diamètre 250 mm, PVC, quitte le forage de F Ndamé pour aller jusqu'au quartier de Darou Salam situé dans la ville de Mbacké qui a son propre réseau et son propre forage tous gérés par la SONEES (actuelle SDE). Cette conduite permettait l'approvisionnement ou le renforcement en eau potable de Mbacké en cas de panne de forage ou de forte demande en eau. Une vanne de sectionnement, fermée depuis longtemps, existe toujours entre les deux villes qui ne partagent plus les mêmes réalités de fourniture et de gestion en matière d'eau potable.

En 1975, un troisième forage (F Kébé) est réalisé par feu Ndiouga KEBE dans l'enceinte de son palais en ce moment en construction dans le quartier de Darou Miname. Une conduite en PVC de diamètre 250 mm part de ce nouveau château d'eau de F Kébé de capacité 1000 m<sup>3</sup> pour rejoindre les deux premières conduites existantes au même point de jonction situé derrière Keur Serigne Abdou Lahat. Le réseau d'AEP de Touba commence alors à se dessiner avec ses trois conduites de gros diamètre qui en constituent l'ossature principale (voir Figure 3.1).

De ces conduites principales  $\varnothing$  250 en fonte et en PVC, partent les conduites secondaires qui vont desservir les quartiers et bassins publics dont les principaux sont donnés dans le tableau 3.1.



Figure 3.1: RESEAU INITIAL DE LA VILLE SAINTE DE TOUBA



N°	NOM DES QUARTIERS OU BASSINS PUBLICS	NATURE DE LA CONDUITE	DIAMETRE (mm)
1	Quartier de Darou Khoudoss	Amiante ciment, classe 20	100
2	Quartier de Guédé	Amiante ciment, classe 20	100
3	Quartier de Ndindy	Plastique	100
4	Quartier Darou Minane	Dimatit, classe 25	60
5	Quartier Keur Niang	Plastique	100
6	Bassin au Nord de la Grande Mosquée	Fonte	150
7	Bassin au Sud de la Grande Mosquée	Fonte	100
8	Bassin à l'Ouest de la Grande Mosquée	Fonte	150
9	Darou Khoudoss Ouest	Plastique	60
10	Touba Mosquée	Plastique	100
11	Quartier de Sourah	Plastique	100
12	Gouye Mbinde	Plastique	100

Tableau 3.1: Récapitulatif des différents diamètres et linéaires de conduites secondaires du réseau de 1975.

D'autres conduites secondaires voire tertiaires avec des diamètres de plus en plus petits sont posées soit par la Communauté Rurale soit par des marabouts ou particuliers pour renforcer le réseau et augmenter les points de desserte..

Exemple: 53 bornes-fontaines ont été recensées à travers le réseau outre les bassins et abreuvoirs existants en 1975.

En 1976, deux autres forages (F2 et F3) sont exécutés respectivement le 15 février dans le quartier de Guédé et le 07 mai dans le quartier de Ndamatou. Le réseau principal va donc s'agrandir avec l'interconnexion des forages.

Le forage F2 est relié au forage F1 sur une distance de 2250 m avec une conduite de refoulement-distributif en PVC, PN10 de diamètre 315 mm à joints de caoutchouc.

Ensuite, avec la construction du château d'eau de F3 en 1979-1980, ce forage est relié au forage F2 par une conduite en PVC, PN10 de diamètre 250 mm et de longueur 4450 m.

Le 30 Mai 1979, le forage F4 est réalisé et sa conduite en PVC, PN10 Ø 315 de longueur 1500 m refoule dans le château d'eau de F3. Elle assure également la desserte des riverains.

Le forage de F5, réalisé le 28 juin 1979, refoule dans le château d'eau de F Kébé avec la conduite PVC, Ø 315, PN 10, sur une distance 1500 m.

Enfin, une conduite de distribution de 1500 m en tuyau PVC, PN 10 de diamètre 315 mm à joints de caoutchouc relie le forage F5 au forage F3 et une autre de même longueur et de même nature relie F4 à F Kébé.

La pose de toutes ces conduites qui interconnectent ces différents forages a été effectuée, jusqu'en 1980, par SADE/CGTH (Compagnie Générale des Travaux Hydrauliques) en groupement avec le CDE.

A partir de cette date, le réseau maillé de Touba est maintenant bien dessiné et passe désormais dans presque tous les grands axes de la ville.

Avec l'absence de suivi et de réglementation, les populations commencèrent partout à faire leur branchement domiciliaire sans aucun respect des normes techniques. Le réseau n'est plus maîtrisé avec ses multiples conduites de toute

nature et de tout diamètre ( $\emptyset$  32, 20/27, 15/21) raccordées, parfois avec des chambres à air, à l'ossature maîtresse existante.

Les travaux de SADE-CDE ont également concerné la construction de:

- 04 abreuvoirs,
- 04 potences de chargement de camion au niveau du château d'eau F Kébé,
- 07 bassins de distribution d'eau de 50 m<sup>3</sup> dans les différents quartiers

qui s'ajoutent au réseau de Touba.

En 1982, le forage F6 est réceptionné le 13 décembre avec son château d'eau.

Son réseau de distribution se limite à une borne-fontaine et une potence à quatre (04) sorties. Il avait un débit de 40 m<sup>3</sup>/h avec sa pompe LAYNE BPSHC à axe vertical entraînée par un moteur DEUTZ F3L913. Il dessert uniquement le quartier de Sam Lah.

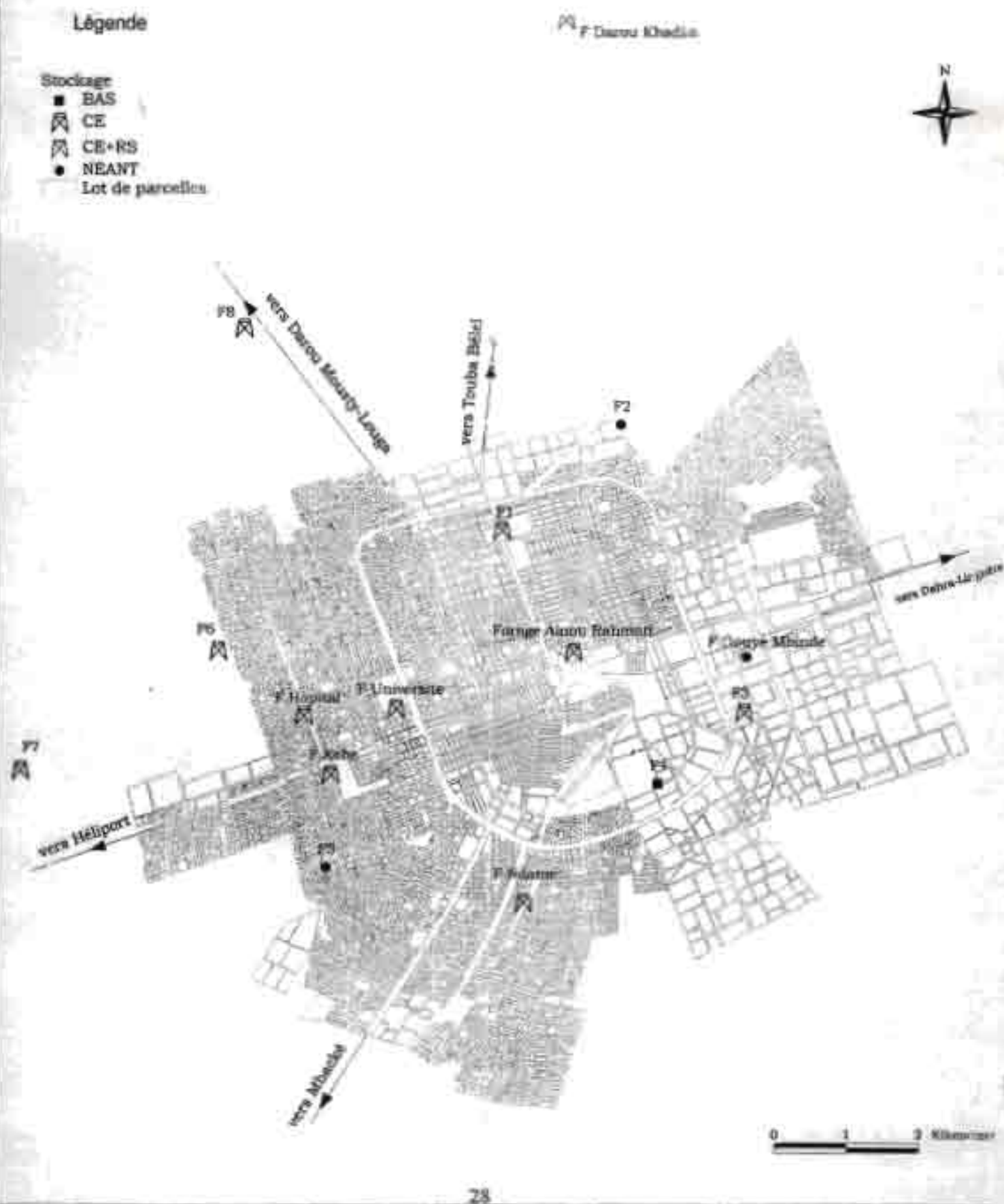
Ces équipements seront remplacés avec l'électrification du forage en 1992 sur financement de l'Etat du Sénégal. Ainsi, son réseau rejoint la distribution de Fkébé via une conduite en diamètre 315 mm, PVC.

Touba s'approvisionne ainsi avec 09 forages et un réseau, déjà très dense, jusqu'en 1996, date à laquelle le forage F7 est exécuté avec le projet CEAO 2 sur financement de la BADEA. Son réseau est d'abord connecté par refoulement direct sur la conduite  $\emptyset$  250, PVC de F6. Par la suite, après la réalisation de son château d'eau de 800 m<sup>3</sup>, F7 est relié à la distribution  $\emptyset$  250, PVC de F Kébé au niveau du quartier de Darou Miname.

En 1998, le « Projet d'Adduction d'Eau Potable de Touba Mosquée », exécuté par l'AGETIP, alimente tout Dicnatoul Mahawa avec la pose de 40 km de conduites de diamètre 160, 125, 110, 90, 75 et 63 toutes en PVC.

La localisation de tous ces forages est représentée sur carte dans la figure 3.2.

Figure 3.2 Localisation des Forages de la Ville Sainte de TOUBA



Malgré sa densification intensive au cours de ses vingt dernières années, avec l'existence de plus de 100 km de conduites posées, le réseau de Touba connaît de plus en plus de problèmes de dysfonctionnement liés aux fuites et branchements clandestins non conformes.

Beaucoup de quartiers connaissent ainsi des déficits d'eau surtout dans les périodes de Magal.

Ces phénomènes amènent les autorités religieuses et gouvernementales à engager respectivement les projets d'extension de réseau des années 2000/2001 et le programme d'urgence de l'année 2002.

En 2001, le Khalife Général a financé la pose de 47,800 km de conduites dont les longueurs et diamètres sont récapitulés en annexe 4.

Enfin le programme d'urgence de 2002 vient compléter le réseau avec la pose de 72 km de conduites (voir page 41)

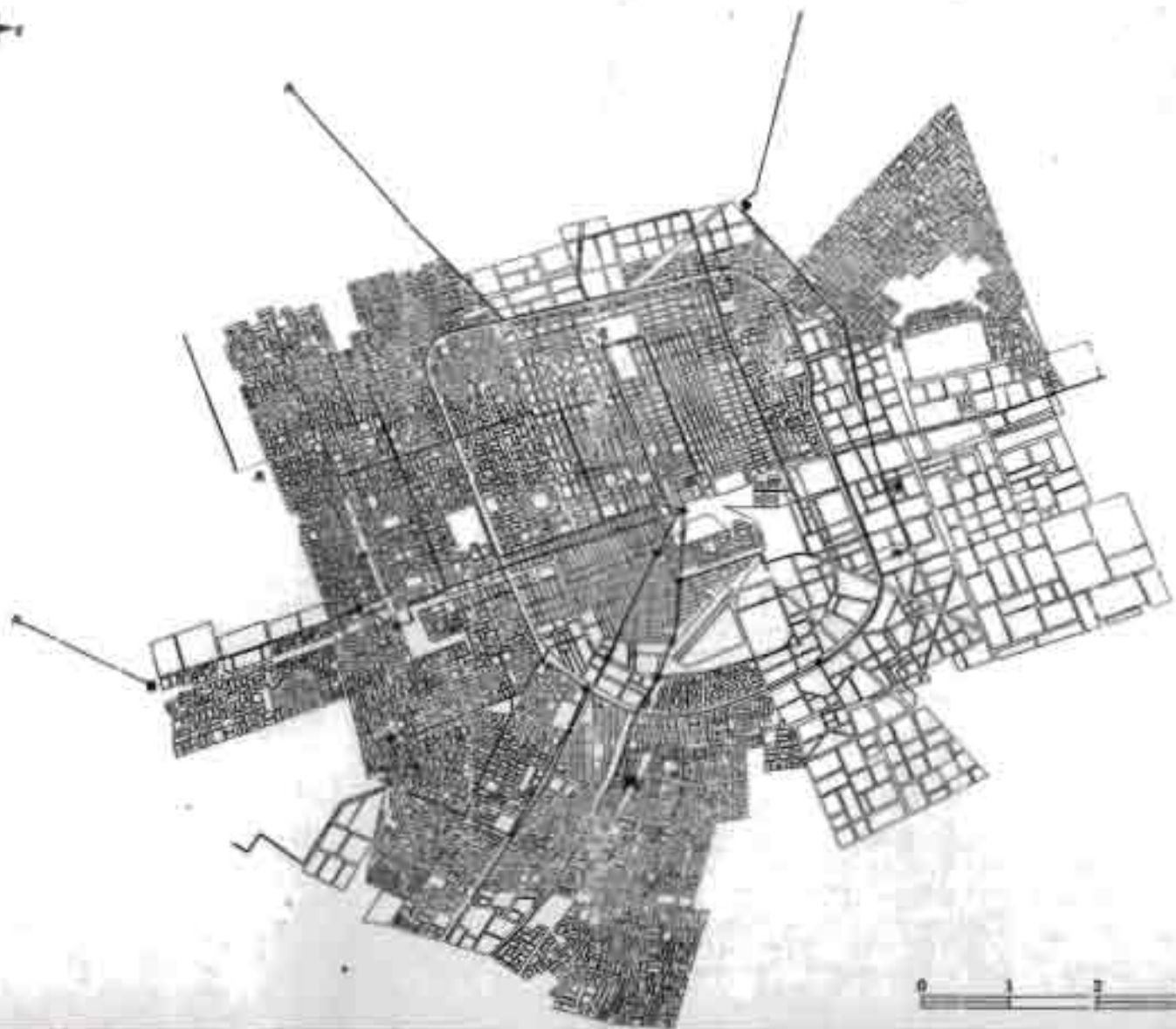
Le chronogramme de l'historique du réseau et le financement des différents projets d'exécution des forages et de pose des conduites sont consignés en annexes 4 et 5.

Le réseau d'AEP de la ville de Touba est représenté à la figure 3.3.

Figure N°. Réseau d'Approvisionnement en Eau Potable de la Ville Sainte de TOUBA



- Poste
- Station de pompage
- ▲ 300
- △ 100
- 50
- 20
- 10
- 5
- 2
- 1
- 0.5
- 0.2
- 0.1
- Lot de parcelles



### 3.2-LE PATRIMOINE HYDRAULIQUE DE TOUBA

Il se compose à cette date de :

- 19 forages dont 15 équipés et exploités,
- 11 châteaux d'eau en B.A.,
- 01 réservoir au sol de 800 m<sup>3</sup>,
- 02 réservoirs semi-enterrés de 2000 m<sup>3</sup> chacun,
- 222 kilomètres de réseau,
- 06 potences ou stations de chargement camion-citerne,
- 14 bassins publics de capacité 50 m<sup>3</sup> chacun,
- plusieurs centaines de bornes-fontaines,
- 52 rampes de puisage neuves,
- 02 abreuvoirs

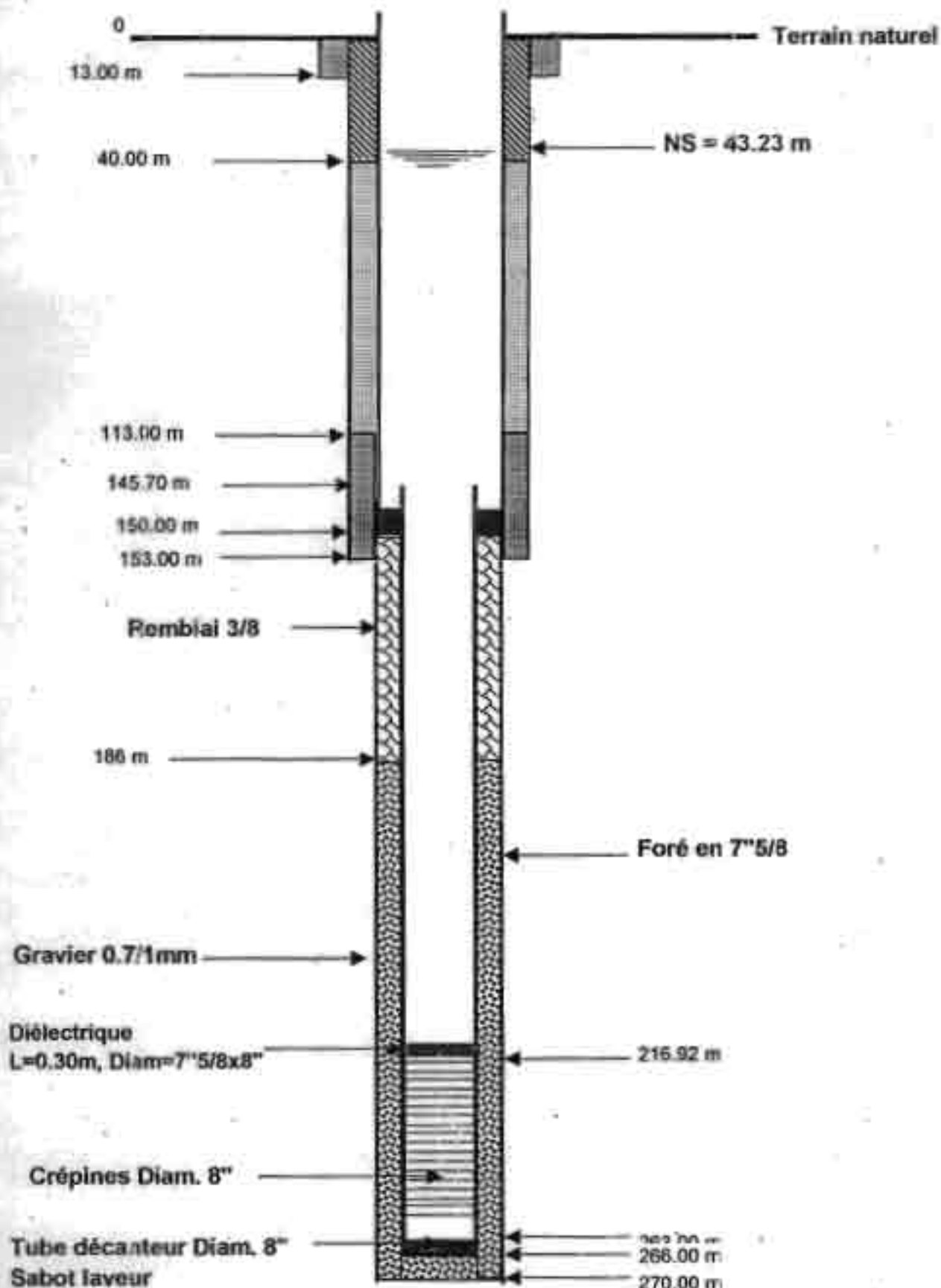
### 3.3- CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES ET INSTALLATIONS EN PLACE

#### 3.3.1- Les ouvrages de captage

Les caractéristiques de ces ouvrages sont consignées dans le tableau 3.2.



### Exemple d'ouvrage de captage (F10 / Gouye Mbinde)



N°	Forages	Nappe captée	Prof. (m)	N5tat (m)	Qess (m <sup>3</sup> /h)	Rab. (m)	L.C.P. (m)	ØC.P. (mm)	L.crép. (m)	Øcrép	Type Crépine
1	F1	Maest.	286.10	40.55	150	9.20	76.12	12"	24.60	8"	NR
2	F2	Maest.	301.70	42.48	150	7.32	76.00	12"3/4	-	-	Hogusta
3	F3	Maest.	280.00	40.00	150	12.50	90.35	13"3/8	28.00	8"	Johnson
4	F4	Maest.	-	33.30	250	9.36	94.60	13"3/8	41.00	8"	-
5	F5	Maest.	322.50	38.53	233	10.77	96.10	13"3/8	55.15	8"	-
6	F6	Maest.	210.00	43.96	141	9.65	96.00	10"3/4	184	6"	NR
7	F7	Maest.	295.13	43.20	210	13.75	94.15	10"3/4	19.66	8"	Johnson
8	F8	Maest.	311.08	48.20	360	27.96	143.00	17"1/2	-	8"5/8	-
9	F9	Maest.	292	47.75	260	27.06	-	-	-	-	-
10	F10	Maest.	270	43.23	340	28.02	145.70	-	46.08	8"	-
11	F11	Maest.	-	-	360	-	-	-	-	-	-
12	F Ndane	Maest.	304.00	40.00	350	10.00	154.0	12"	-	8"	-
13	F Kébé	Maest.	350.00	49.10	200	8.00	260.0	12"1/4	45	8"	Hogusta
14	F Hôpital	Maest.	292	51.71	40	-	104.96	10"3/4	29.89	4"	-
15	Ainourhmati	Paléo.	189.50	45	20	31.08	29.00	16"	70	4"	NR

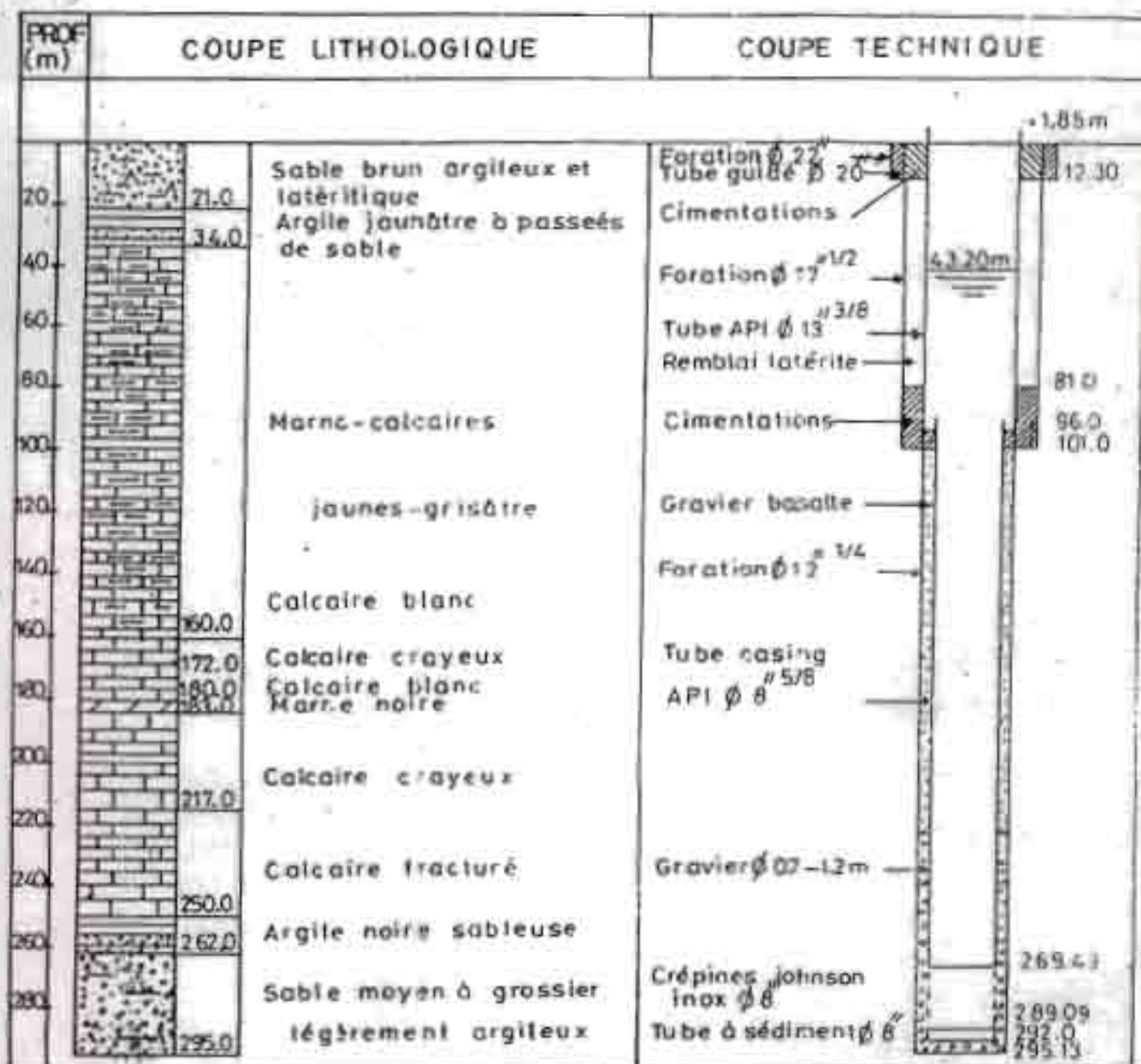
Tableau 3 2: Caractéristiques des forages de Touba

Légende:

- Prof. : Profondeur du forage
- Nstat : Niveau statique
- Qess : Débit d'essai
- Rab. : Raboutement
- L.C.P. : Longueur de la chambre de pompage
- ØC.P. : Diamètre chambre de pompage
- L.crép. : Longueur crépine
- Øcrép. : Diamètre crépine

Pour les coupes lithologiques ou géologiques et les coupes techniques des ouvrages de captage, voir les annexes 7 et 8.

L'exemple du forage F7 est donné ci-dessous :



### 3.3.2- Les équipements d'exhaure

Les caractéristiques de ces équipements sont consignées dans le tableau 3.3

N°	Forage	Marque pompe	Type pompe	Débit nominal (m <sup>3</sup> /h)	HMT pompe (m)	Puissance (kW)	Intensité (A)	Armoire de commande	Isolation (Mohm)	Type de démarrage
1	F1	PLEUGER	PN101-5A M110-420	110	130	64	134	COSELEC	6,85	Auto transfo.
2	F2	CAPRARI	E1055/4B MC880	216	63	59	118	MEN/France S/C EQUIP PLUS	0,12	Auto transfo.
3	F3	FRANKLIN ELECTRIC	D17A400 B6P19823	125	108	56	110	MEN/France S/C EQUIP PLUS	10	Auto transfo.
4	F4	CAPRARI	E12550/4 A- M10125	252	83	92	184	MEN/France S/C EQUIP PLUS	0,19	Auto transfo.
5	F5	KSB	UPA2504 1/S	200	95	82	166	SDE	>200	Par résistance statorique
6	F6	PLEUGER	QN83- -M8-820	120	120	60	116	SDE	>200	Par résistance statorique
7	F7	KSB	UPA250 55/5	260	89	99	200	SEHI SENEGAL	2	Par résistance statorique
8	F8	PLEUGER	QN102- 5A+M10- 1070-2	300	110	129	285	MEN/France S/C EQUIP PLUS	>200	Auto transfo.
9	F9	PLEUGER	QN102- 5A+M10- 1070-2	300	110	129	285	MEN/France S/C EQUIP PLUS	>200	Auto transfo.
10	F10	PLEUGER	UPA250B 150/H	240	82	85	176	MEN/France S/C EQUIP PLUS	>200	Auto transfo.

11	F11	PLEUGER	QN102- 5A+M10- 1070-2	-	-	85	216	MEN/France S/C EQUIP PLUS	>200	Auto transfo
12	F N'dame	PLEUGER	QN102- 5A+M10- 1070-2	-	-	129	285	MEN/France S/C EQUIP PLUS	>200	Auto transfo
3	F Kébé	KSB	UPA2505 5/5	260	89	97	197	COSELEC	>200	Auto transfo
4	F Hôpital			-	-	-		***	>200	Direct
5	Aissourahma II	GRUNDFOS	SP10.25F	14	42	-		***	-	Direct

Tableau 3.3: Caractéristiques des équipements d'exhaure des forages de Touba

Légende:

- Auto transfo = auto transformation, système qui amortit le plus possible la pointe d'intensité au démarrage de la pompe. Il est plus recommandé mais plus coûteux.
- = données non disponibles
- \*\*\* = ne disposant pas d'armoire de commande mais de coffret du fait de la faible puissance de la pompe installée

## 3.3.3- Les ouvrages de stockage

Les caractéristiques de ces ouvrages sont dans le tableau qui suit :

N°	Forages	Type ouvrage	Nature	Capacité (m3)	Hauteur sur radier (m)	Ouvrages annexes
1	F1	Château d'eau	B.A.	1000	20	Potence
2	F2	Néant	Néant	Néant	Néant	Potence, abreuvoir
3	F3	Château d'eau	B.A.	1000	20	Potence
4	F4	Bassin	B.A.	50	0.00	Néant
5	F5	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
6	F6	Château d'eau	B.A.	100	15	Potence
7	F7	Château d'eau	B.A.	800	20	Néant
8	F8	Château d'eau	B.A.	500	20	Potence
9	F9	Château d'eau	B.A.	1 000	20	Néant
10	F10	Néant	Néant	Néant	Néant	Néant
11	F11	Château d'eau Rés. au sol	B.A. B.A.	500 2 000	20 0.00	Potence
12	F Ndame	Château d'eau Rés. au sol	B.A. B.A.	250 800	12 0.00	Abreuvoir
13	F Kébé	Château d'eau	B.A.	800	20	Néant
14	F Hôpital	Château d'eau	B.A.	50	20	Néant
15	Ainou rahmati	Château d'eau	B.A.	50	20	Rampes de puisage

Tableau 3.4: Caractéristiques des ouvrages de stockage du réseau de Touba

Note: Les forages F2, F5 et F10 sont des forages délocalisés. Ils refouillent directement dans les châteaux d'eau de F1, F Kébé et F3 respectivement.

### 3.4- SITUATION EXISTANTE EN 2001

#### 3.4.1- Capacité optimale des équipements en place

La capacité optimale des équipements en place est déterminée comme suit :

- d'abord, procéder au recensement de l'ensemble des forages existants et leur débit d'exploitation respectif,
- puis faire la somme des débits.

Le tableau 3.5 récapitule les caractéristiques des équipements hydrauliques installés.

N°	Ouvrage de production	Débit d'exploitation (m <sup>3</sup> /h)
1	Forage F1	145
2	Forage F2	140
3	Forage F3	150
4	Forage F4	198
5	Forage F5	150
6	Forage F6	98
7	Forage F7	198
8	Forage F Ndamé	340
9	Forage F Kébé	198
<b>TOTAL PRODUCTION</b>		<b>1617 m<sup>3</sup>/h</b>

Tableau 3.5: Débit d'exploitation des forages de Touba en 2001

La somme de ces débits donne :  $Q_{\text{total}} = 1617 \text{ m}^3/\text{h}$

#### 3.4.2- Production journalière maximale

En considérant que le temps de pompage maximal est de 24 heures, nous aurons donc la production maximale qui sera :

$$\text{Prod.max} = 1617 \times 24 = 38.808 \text{ m}^3/\text{j}$$

### 3.4.3- Déficit

La demande en eau globale de la population est de  $40.347 \text{ m}^3/\text{j}$ . On voit nettement que cette valeur est supérieure à la production journalière maximale des forages.

D'où le déficit  $D = 40.347 - 38.808 = 1.539 \text{ m}^3/\text{j}$

Soulignons au passage qu'il n'est pas préférable d'assurer un temps de pompage de 24 h pour l'ensemble des forages. Ce qui majore d'autant plus le déficit en eau.

### 3.4.4 -Réserve disponible

Les réservoirs d'eau potable constituent une infrastructure de toute première importance d'un réseau de distribution d'eau. Ils sont généralement conçus pour faire face aux fluctuations importantes de la demande en eau, pour assurer un volume d'eau nécessaire à la protection incendie et pour faire face aux différentes situations d'urgence entraînant la mise hors-service d'une partie du réseau.

Dans cette partie, nous évaluerons la capacité de réserve.

Les réservoirs en place à Touba en 2001 sont dans le tableau 3.6.



N°	Forages	Type ouvrage	Capacité (m <sup>3</sup> )
1	F1	Château d'eau	1000
2	F3	Château d'eau	1000
3	F4	Bassin	50
4	F6	Château d'eau	100
5	F7	Château d'eau	800
6	F N dame	Château d'eau	250
		Rés. au sol	800
7	F Kébé	Château d'eau	800
Total			4.800 m <sup>3</sup>

Tableau 3.6: Caractéristiques des ouvrages de stockage du réseau de Touba

Le volume total s'élève à 4800 m<sup>3</sup> et ne représente que :

$$\frac{4800}{38808} = 12,37 \% \text{ de la capacité maximale de production}$$

$$\frac{4800}{40347} = 11,90 \% \text{ de la demande en eau en 2001}$$

Ce qui montre l'insuffisance de la réserve disponible pour le réseau. En effet, celle-ci est inférieure à 15 % de la demande en eau. L'idéal serait que cette réserve soit au moins égale à 20 % de la demande en eau pour un réseau moyennement entretenu d'après l'AIR et GEYER<sup>[2]</sup>. Ainsi, pour les jours de grande consommation, il arrive que les réservoirs soient complètement vides pendant une période plus ou moins longue. Ce qui fait que dans certaines zones, des problèmes de manque d'eau vont persister.

### 3.5- SITUATION EXISTANTE EN 2002

#### 3.5.1- Programme d'urgence pour l'alimentation en eau potable de la ville de Touba

##### 3.5.1.1- Justification

Ce programme est destiné à l'amélioration des conditions d'alimentation en eau potable de Touba, dont la population est estimée à 761 270 habitants.

A l'occasion du Grand Magal, la ville accueille près de 2 000 000 de pèlerins sur une période de trois jours.

Malgré l'existence à Touba de neuf forages d'une capacité de production de 44.016 m<sup>3</sup> par jour (voir tableau 3.7), de stockage de 4.800 m<sup>3</sup> et d'un réseau d'adduction de 150 km en 2001, les problèmes d'alimentation en eau potable se posent avec acuité.

N°	Ouvrage de production	Débit de réception (m <sup>3</sup> /h)
1	Forage F1	150
2	Forage F2	150
3	Forage F3	150
4	Forage F4	250
5	Forage F5	233
6	Forage F6	141
7	Forage F7	210
8	Forage F Ndame	350
9	Forage F Xébé	200
<b>TOTAL PRODUCTION</b>		<b>1.834 m<sup>3</sup>/h</b>
<b>CAPACITE DE PRODUCTION DES FORAGES = 1834 x 24 = 44 016 m<sup>3</sup>/h</b>		

Tableau 3.7: Débit de réception des forages de Touba en 2001

Face à cette situation, le Gouvernement du Sénégal a décidé du financement du présent programme d'urgence avant le Grand Magal 2002.

### *3.5.1.2- Consistance*

Le programme est composé de :

- trois (03) nouveaux forages (F8, F9, F10) à gros débit (voir tableau 4.1);
- un ( 01 ) ancien forage équipé ( F11 )
- trois (03) nouveaux châteaux d'eau, dont un de 1000 m<sup>3</sup> à l'université et deux (02) de 500 m<sup>3</sup> à Darou Khadim et sur la route de Darou Mousty; tous sur une hauteur de 20 m ;
- deux (02) nouveaux réservoirs de 2000 m<sup>3</sup> à Darou Tanzil et à Darou Khadim,
- 72 km de canalisations,
- la réhabilitation du château d'eau de 1000 m<sup>3</sup> de Ndamatou et du réservoir de 800 m<sup>3</sup> de Ndamé ayant plus de 20 ans d'âge,
- la fourniture et l'installation du matériel de pompage.

### *3.5.1.3- Coût*

Le coût du programme est de Trois Milliards Cinq Cents Millions (3 500 000 000) de francs CFA et est financé sur le Budget National d'Équipement.

### *3.5.1.4- Résultats obtenus*

L'exécution du programme d'urgence a permis d'obtenir les résultats suivants :

- la capacité de production journalière ou production maximale des forages est passée de 44 016 m<sup>3</sup> à 72 000 m<sup>3</sup>, soit une production additionnelle de 27 984 m<sup>3</sup> ou 63.58%.

- la production maximale installée est passée de 38 808 m<sup>3</sup> par jour à 66 168 m<sup>3</sup> par jour, soit une augmentation de 27 360 m<sup>3</sup> par jour ou 71,00%.
- la capacité de stockage est passée de 4800 à 10 800 m<sup>3</sup>, soit un stockage additionnel de 6000 m<sup>3</sup> ou 1,25%.
- le linéaire global de canalisations passe de 150 km à 222 km, soit un linéaire additionnel de canalisation de 72 km ou 48,00%.

Cependant, la capacité de stockage totale est de 10 850 m<sup>3</sup>, ceci avec la réception du nouveau forage de l'hôpital.

### 3.5.2- Comparaison entre besoins et production actuels

#### 3.5.2.1- Capacité optimale des forages

La capacité de production des nouveaux forages est de 1320 m<sup>3</sup>/h, soit une production additionnelle de  $1320 \times 24 = 31\,680$  m<sup>3</sup>/j sur une production globale journalière de 72 000 m<sup>3</sup>.

Débit  $(F8 + F9 + F10 + F11) = 360 + 260 + 340 + 360 = 1320$  m<sup>3</sup>/h (voir tableau 3.2)

#### 3.5.2.2- Production maximale des équipements en place

La capacité installée des nouveaux forages est :

$$\text{Débit pompes}(F8 + F9 + F10 + F11) = 300 + 300 + 240 + 300 = 1140 \text{ m}^3/\text{h} ;$$

soit  $1140 \times 24 = 27\,360$  m<sup>3</sup>/j.

Donc, la capacité de production de l'ensemble des forages en exploitation à Touba est de :

$$38\,808 + 27\,360 = 66\,168 \text{ m}^3/\text{j}$$

On pourra admettre que la demande unitaire totale en 2002 sera sensiblement égale à celle de 2001 du fait de la variation faible du temps (année).

Demande unitaire totale en 2002 :  $Du_{2002} = Du_{2001} = 53 \text{ l/pers.jour}$

$P_{2002} = P_{2001} (1 + 0,14) = 761\,270 (1 + 0,14) = 867\,848 \text{ habitants}$

La demande globale en eau de la ville en 2002 donne :

$Dg_{2002} = Du_{2002} \times P_{2002} = 53 \times 867\,848 = 45\,996 \text{ m}^3$

Les résultats obtenus montrent nettement que la production est supérieure à la demande globale.

### 3.5.3- Réserve disponible

Le volume des réservoirs en place à Touba s'élève à  $10\,850 \text{ m}^3$

Il ne représente que :

$\frac{10850}{66168} = 16\%$  de la capacité maximale de production

$\frac{10850}{46864} = 23\%$  de la demande en eau en 2002

La réserve disponible étant supérieure à 20% de la demande en eau globale, on conclut qu'elle est suffisante d'après FAIR et GEYER.

## 3.6- SYSTEMES DE GESTION DES FORAGES

Avec la mise en service en 1950 de la première station de pompage (F Ndame) et son réseau qui s'étalait juste sur deux kilomètres, Touba s'inscrit dans le répertoire du patrimoine national d'hydraulique rurale du Sénégal.

Ce patrimoine comptait en ce moment quatre (04) unités à travers le pays. L'Etat du SÉNÉGAL prenait alors en charge l'ensemble des coûts d'exploitation et

d'entretien de ces forages qui passent, en 1984, au nombre de 188 stations gérées par le Ministère de l'Hydraulique.

Jusqu'à cette date, la Subdivision de l'Outillage Mécanique et Hydraulique (SOMH) de Louga avec, par la suite, les premières Brigades de Maintenance Hydraulique créées (Kaolack, Linguère, Tamba, Matam, Louga, Ndioum ...) assuraient tous les services liés au fonctionnement des forages à savoir :

- l'approvisionnement continu en carburant, lubrifiant et pièces de rechange,
- l'entretien et le dépannage des moteurs, pompes et autres installations hydrauliques,
- les renouvellements ou remplacements éventuels des équipements vétustes ou hors d'état de service.

Tous ces investissements étaient effectués par le Gouvernement du SENEGAL sans aucune participation venant des populations rurales desservies.

### 3.6.1- Les différents systèmes de gestion installés par l'Etat du Sénégal

Devant l'accroissement exponentiel du nombre de stations de pompage surtout à partir de 1980 avec seulement 88 unités ainsi que la lourdeur des charges liées à leur fonctionnement, l'état du SENEGAL décide dès 1984 de responsabiliser les populations à la gestion des ouvrages hydrauliques en milieu rural. Cette responsabilisation aboutit à l'institutionnalisation, par l'arrêté interministériel n° 001 du 1<sup>er</sup> janvier 1984, des comités de gestion de forage.

Ces comités villageois ou inter-villageois sont alors organisés et installés par les Brigades de Maintenance dans toutes les localités sites de forage. Ils sont

chargés entre autres de :

- faire la collecte des participations forfaitaires mensuelles ou annuelles des usagers,
- assurer le fonctionnement du forage et la sauvegarde des installations,
- organiser des réunions et présenter des bilans réguliers,
- être en contact permanent avec la Brigade de Maintenance concernée pour le suivi technique (entretien et réparation des équipements en cas de panne) ainsi que l'encadrement (information, sensibilisation et formation) de ses membres.

Ce système de gestion est amélioré à partir de 1999 par le Projet REGEFOR dans les régions de Diourbel, Fatick, Kaolack et Thiès; avec le remplacement de ces comités de gestion par des Associations d'Usagers de Forage (ASUFOR) dotées d'un caractère législatif et réglementaire (reconnaissance juridique).

Les comités de gestion dans les autres régions de l'intérieur du pays (Louga, Saint-Louis, Matam, Tamba, Kolda et Ziguinchor) continuent à faire fonctionner les ouvrages et installations mis à leur disposition par la participation des populations représentant partout une contribution financière de :

- 100% des coûts d'exploitation (carburant, lubrifiant, salaire du conducteur...),
- près de 80% des charges d'entretien (pièces de rechange et d'usure courante pour dépannage mineur).

### 3.6.2- Le cas de Touba

En dépit de la participation villogeoise appliquée dans toutes les localités du Sénégal, la ville de Touba échappe depuis 1984 à tous ces systèmes mis en place par l'Etat à travers sa politique de gestion et de maintenance des forages ruraux motorisés. Touba continue ainsi à bénéficier de la gratuité de l'eau malgré les

investissements et les coûts récurrents des installations qui deviennent tous de plus en plus élevés.

Toutes ces charges sont supportées par l'Etat à part quelques extensions de réseau financées par le Khalife Général et la Communauté Rurale de Touba Mosquée.

Cette absence de modèle de gestion est loin d'être sans conséquence sur l'utilisation rationnelle des ressources et sur la durabilité des équipements et ouvrages existants.

Cet état de fait est confirmé par les observations suivantes :

- pertes d'eau considérables dues aux gaspillages et aux nombreuses fuites de réseau,
- détérioration continue des canalisations avec les branchements clandestins qui s'opèrent partout dans la ville,
- surexploitation des ouvrages et équipements d'exhaure installés,
- consommation excessive d'énergie,
- utilisation intensive des moyens matériels et humains mis à la disposition des structures chargées de l'approvisionnement correct en eau potable des populations.

L'inexistence d'Association d'Usagers de Forage (ASUFOR) comme dans le système REGEFOR ou de comité de gestion comme dans l'ancien système a abouti progressivement à la création de l'Unité de Maintenance de Touba par la D.E.M. Ce service annexe permet de gérer au mieux le parc hydraulique qui rassemble actuellement 15 forages exploités sur un rayon de 10 km.



CHAPITRE 4:

**LE GRAND MAGAL DE  
TOUBA 2002**

#### 4.1- CONTEXTE

Avec sa population sédentaire de plus de 700 000 habitants, la ville sainte de Touba abrite lors du Grand Magal, plus de 2.000.000 de personnes. (voir chapitre 1).

La capacité des infrastructures hydrauliques mises en place satisfait difficilement la demande en eau instantanée d'une telle population, vu les conditions environnementales qui sévissent à Touba.

Le programme d'urgence, exécuté cette année, a certes augmenté, voire doublé la capacité de production et de stockage des ouvrages. Cependant, il fallait pour la D.E.M., maîtresse d'œuvre du Magal, mobiliser la quasi-totalité de ses moyens tant humains que matériels pour la couverture des besoins en eau de toutes ces couches de population réunies pour l'événement.

Les camions citernes et une bonne partie du personnel étaient en place, quinze jours avant le Magal qui a eu lieu cette année le jeudi 02 Mai 2002. Le reste du staff technique de la D.E.M. et le complément de matériel étaient arrivés à Touba le 25 Avril et le tout a fonctionné jusqu'au 03 Mai 2002.

#### 4.2- PRODUCTION JOURNALIERE DES FORAGES

Les ouvrages de production équipés à Touba sont au nombre de quinze (15) dont treize (13) à gros débit et deux (02) à débit moyen (voir tableau 4.1).

Il étaient tous exploités à l'optimum pour les besoins en eau du Magal. Le raccordement au réseau SENELEC de tous ces forages a permis un fonctionnement continu avec un débit total exploitable de 2783 m<sup>3</sup>/h.

Le tableau suivant donne le débit d'exploitation des forages et leur HMT.

N°	Ouvrage de production	Débit exploitable (m <sup>3</sup> /h)	HMT (m)
1	Forage F1	150	60
2	Forage F2	150	72
3	Forage F3	150	60
4	Forage F4	250	83
5	Forage F5	186	60
6	Forage F6	144	72
7	Forage F7	234	66
8	Forage Route de Darou Mousty/F8	300	83
9	Forage Université / F9	276	83
10	Forage Gouye Mbind / F10	225	83
11	Forage Darou Khadim / F11	210	83
12	Forage F Ndame	288	83
13	Forage F Kébé	180	69
14	Forage Hôpital	30	60
15	Ainourahmati	10	84
TOTAL PRODUCTION		2783 m <sup>3</sup> /h	

Tableau 4.1: Forages exploités pour l'AEP de Touba

Le fonctionnement continu de ces pompes donne une capacité de production journalière de :

$$2783 \text{ m}^3/\text{h} \times 24 \text{ h} = 66\,792 \text{ m}^3$$

Pour assurer une exploitation continue, des groupes électrogènes de secours sont installés afin de suppléer un déficit éventuel d'alimentation électrique occasionné par des coupures ou baisses de tension du courant de la SENELEC.

Le tableau 4.2 donne la situation :

N°	Forage	Puissance du G.E installé	Observations
1	Forage F1	120 kva	Par la DEM
2	Forage F2	120 kva	Par la DEM
3	Forage F3	120 kva	Par la DEM
4	Forage F4	250 kva	Par la SENELEC
5	Forage F9	300 kva	Par la DEM
6	Forage F10	250 kva	Par la DEM
7	Forage F11	160 kva	Par la DEM
8	Forage F Ndame	300 kva	Par la SENELEC
9	Forage F Kébé	200 kva	Par la DEM

Tableau 4.2 : Forages équipés de groupe électrogène de secours

### 4.3- FONCTIONNEMENT DU RESEAU

#### 4.3.1- Les fuites de réseau

Durant ce Grand Magal, le réseau d'approvisionnement en eau potable de Touba n'a sans doute jamais connu autant de fuites et d'interventions des plombiers sur les conduites.

En effet, après la mise en service des quatre nouveaux forages et trois châteaux neufs réalisés dans le cadre du programme d'urgence 2002, la pression dans les conduites, nouvelles comme anciennes, était telle que les fuites d'eau intervenaient un peu partout à travers le réseau.

Ce nombre important des fuites de réseau était accentué par les branchements et piquages non autorisés des populations.

Pour faire face à ces problèmes, des équipes d'intervention sur le réseau, au nombre de sept (voir tableau 4.3), sont constituées durant la période de

couverture en eau du Magal afin de procéder à la réparation de toute fuite signalée.

N°	Equipe	Chef d'équipe	Fonction	Plom- biers	Manœu- vres	Effectif Total
1	Equipe 1	Dame CISSE	Plombier/Hydraulique	03	02	06
2	Equipe 2	Gora NDOYE	Plombier/Hydraulique	02	03	05
3	Equipe 3	Moustapha TOURE	Plombier/Hydraulique	01	02	04
4	Equipe SDE	Macodou LOUM	Agent de la SDE	03	02	06
5	Equipe FRANZETT	Ibra LO	Plombier à FRANZETTI	02	02	05
6	Equipe GEAUR	Modou KANDJI	Conducteur des Travaux de GEAUR	06	02	09
7	Equipe SVTP/GC	Babacar FALL	Conducteur des Travaux de SVTP	05	04	10

Tableau 4.3 : Equipes et agents chargés de la réparation des fuites de réseau

Ainsi, un effectif total de quarante cinq (45) agents en plus de l'appui du personnel du « Volet Suivi du Réseau » a été déployé pour veiller au bon fonctionnement du réseau.

#### 4.3.2- Recensement et réparation des fuites

Le recensement des fuites est fait avec :

- les équipes de suivi du réseau chargées de signaler toute anomalie observée dans le fonctionnement normal du réseau,
- les déclarations venant des populations soit par téléphone, soit par visite à l'Unité de Maintenance Hydraulique de Touba située dans le quartier de Ndamatou à Gouye Mbind.

Chaque fois qu'une déclaration arrive, un programme d'intervention est établi par le responsable du « Volet Suivi Réseau » pour l'envoi d'une équipe plomberie en vue d'une réparation immédiate de la fuite.

Ainsi, le nombre de réparations de fuite par équipe et par jour est récapitulé dans le tableau qui suit :

Journée	Equipe Dame Cissé	Equipe G. Ndoye	Equipe C. Sène	Equipe M. Touré	Equipe FRANZE	Equipe GEAUR	Equipe SVTP	TOTAL
25/4/02	3	3	*	*	*	6	7	19
26/4/02	X	10	*	*	1	5	6	22
27/4/02	4	8	*	2	6	7	7	34
28/4/02	1	5	7	18	10	6	4	51
29/4/02	3	4	10	3	5	4	12	41
30/4/02	3	9	13	5	10	x	3	43
1 <sup>er</sup> /5/02	X	3	18	7	4	x	4	36
2/5/02	X	8	4	11	11	x	x	27
3/5/02	X	x	x	1	2	x	x	3
Total	14	50	52	47	42	28	43	276

Tableau 4.4 : Récapitulatif des fuites réparées

Légende :

\* : Equipes non encore constituées

X : Intervention non parvenue ou non effectuée

Ainsi, le total des interventions enregistrées du 25 Avril au 3 Mai 2002 s'est chiffré à 276, soit une moyenne de 31 interventions par jour.

#### 4.3.3- Les points d'eau et quartiers déficitaires du réseau

Le recensement de ces points est effectué par les quatre équipes de suivi du réseau qui étaient constituées pour sillonner et surveiller tout le réseau circonscrit dans les quatre secteurs d'action définis (voir figure 5.1).

Le principe d'identification des quartiers ou points d'eau connaissant des manques d'eau, repose sur le choix des bornes-fontaines appelées BF témoins.

Ces bornes-fontaines publiques, localisées avant le Magal, sont des points de desserte du réseau où la pression de service est la plus défavorable dans le quartier où elles sont implantées.

Une pression de service suffisante observée au niveau de ces bornes-fontaines témoins indiquerait une bonne desserte de l'eau par tous les autres points de distribution du réseau dans le quartier concerné.

Ainsi, durant toute la période des opérations d'alimentation en eau potable du Magal, les équipes de suivi font des descentes sur le terrain tous les jours de 7h à 21 h pour entre autres :

- relever les pressions au niveau des BF témoins trois fois par jour suivant les intervalles de temps déterminés ( 7 h - 9 h, 12 h - 14 h et 17 h - 19 h). Voir en annexe 8.
- prendre les relevés des bassins. Voir en annexe 9.

Les quatre secteurs définissant l'ensemble du réseau d'AEP de Touba sont ainsi globalement suivis.

Partout dans ces secteurs, les pressions relevées des points de distribution (rampes, BF témoins ...) sont jugées satisfaisantes.

Les seuls points connaissant des problèmes de pression sont relevés dans le tableau 4.5.

N°	Points de distribution	Pression relevée	Technicien releveur	Date du relevé	Heure du relevé	Observations
1	BF terrain Khaira 2	nulle	Amadou SALL	27/4/02	18h 50	A diagnostiquer
2	BF quartier Khaira2	nulle	Amadou SALL	28/4/02	11h 04	A diagnostiquer
3	Pinthie Mosquée Kaur Sérigne Touba	faible	Amadou SALL	28/4/02	19h 40	A diagnostiquer

Tableau 4.5 : Points d'edu ayant une insuffisance de pression lors du Magal 2002

Pour les autres points déficitaires signalés, le manque ou l'absence de pression est dû soit à des défauts de branchement (BP clandestins) soit à des fuites en amont ou une fermeture de vanne en cas d'intervention sur les conduites de distribution.

Certaines BF, généralement situées en bout de réseau, connaissent dans les heures de pointe une légère baisse de pression, mais cela n'affecte toutefois pas l'alimentation en eau de ses usagers. C'est le cas de la BF 2 du Dara de Serigne Modou MBACKE.

#### 4.4- SUIVI DES BASSINS

Ces missions menées par les équipes de suivi ont démarré le 29 Avril 2002 avec deux objectifs principaux :

- localiser les endroits où le fonctionnement du réseau ne suffit pas pour un remplissage correct des bassins et faire envoyer éventuellement des camions-citernes,
- contrôler l'état des bassins afin d'éviter les fuites dues à des défauts d'étanchéité,
- s'assurer de la disponibilité de réserves d'eau suffisantes au niveau des maisons et des places publiques dotées de bassins pour les jours à venir.



Tous les relevés effectués par les équipes de suivi ont montré, partout dans les quatre secteurs de Touba, un niveau de remplissage très satisfaisant dans l'ensemble des bassins tant domiciliaires que publics. (voir annexe 9).

Ceci suppose que même en cas d'arrêt de forage ou de dysfonctionnement du réseau, les perturbations ne pourraient occasionner des graves manques d'eau.

#### 4.5- L'APPORT DES CAMIONS-CITERNES

Ce Grand Magal 2002 a revêtu deux caractères importants sur l'utilisation des camion-citernes :

- la gestion de ces camions qui a été replacée sous la responsabilité de la D.E.M.
- le puisage de tous les camions-citernes au niveau des forages de la ville de Touba uniquement.

Cette année, contrairement aux Magals antérieurs, aucun forage d'attache (Ndindy, Touba Bélel, Mbacké, Taïf Diop, Niorour...) n'est exploité pour le remplissage de camions-citernes en vue de desservir la ville de Touba.

Toute l'eau transportée par les camions-citernes vient ainsi de la production des forages de Touba.

##### 4.5.1- Déploiement des camions-citernes

Cette année, un effectif de soixante dix (70) camions-citernes a été déployé quinze jours avant le Magal. Ils ont tous servi à transporter l'eau de leur point de puisage préalablement défini vers les quartiers à l'intérieur de Touba où les besoins en eau des populations ne sont pas totalement satisfaits.

Selon l'affectation de chaque camion-citerne, le puisage se faisait au niveau des points de remplissage suivants :

- la potence du forage F3 à Ndamatou
- le réservoir de Darou Tanzil
- le réservoir du forage de Darou Khadim
- le réservoir du forage F Ndame

qui sont tous des ouvrages de Touba.

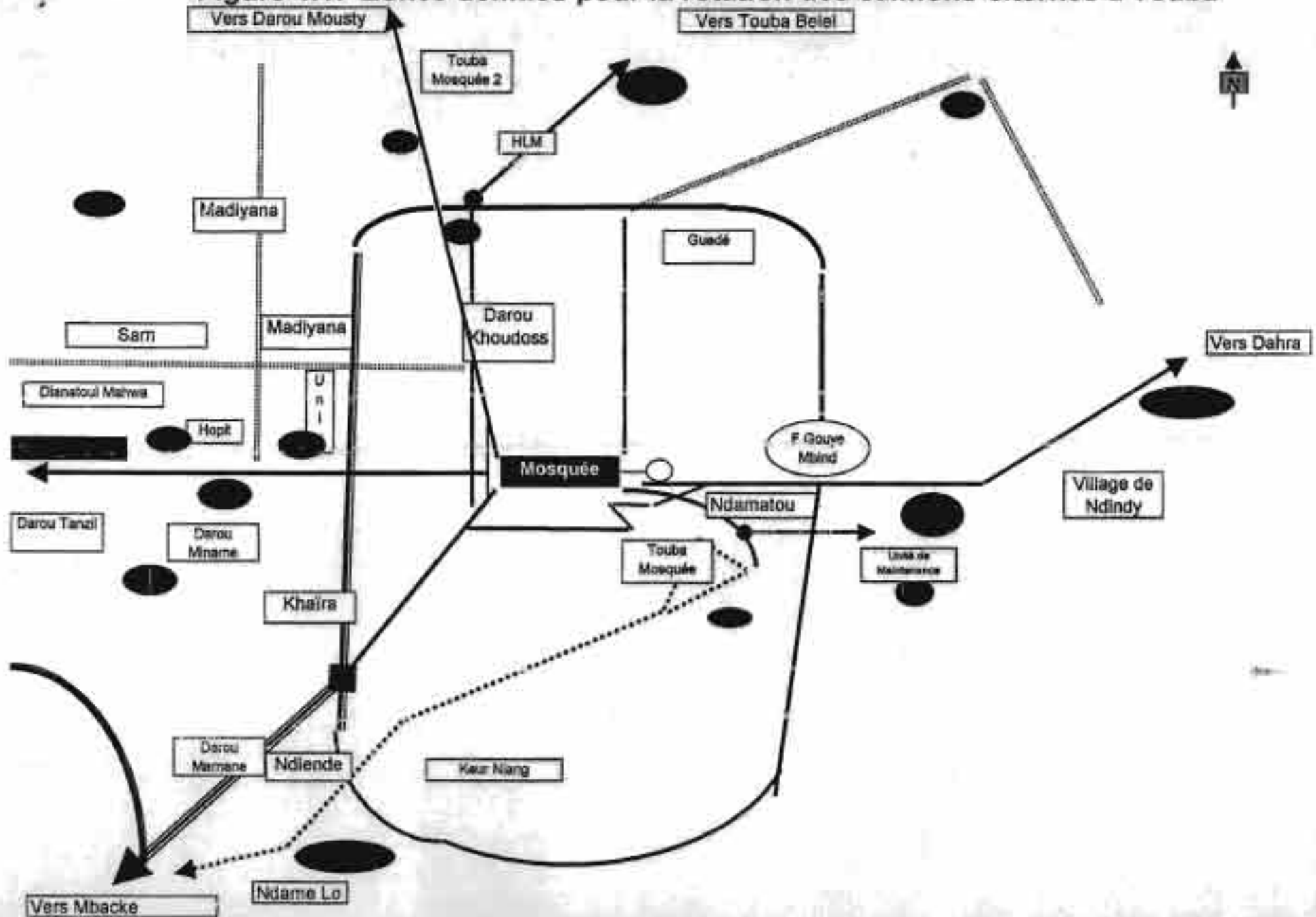
#### 4.5.2- Répartition des citernes dans les différentes zones constituées

Pour optimiser la distribution de l'eau par camion-citerne, Touba a été divisé en quatorze (14) zones dont chacune regroupe, suivant la demande en eau, un ou plusieurs quartiers. Ce sont :

- 1- Zone de Touba Mosquée
- 2- Zone de Darou Khoudoss
- 3- Zone de Gouye Mbinde
- 4- Zone de Darou Marnane
- 5- Zone de Ndame
- 6- Zone de Madiyana
- 7- Zone de Khaïra
- 8- Zone de Keur Niang
- 9- Zone de Dianatoul Mahwa
- 10- Zone de Bousnatoul Arafina
- 11- Zone de Darou Miname
- 12- Zone de Sam Lah
- 13- Zone de Touba Guédé
- 14- Zone de Guédé Bousso

(Voir figure 4.1 et annexe 12)

Figure 4.1: Zones définies pour la rotation des camions-citernes à Touba



Dans chaque zone, il a été institué, avec l'accord du Khalife Général des Mourides, un comité de gestion chargé de veiller à la bonne répartition des volumes d'eau distribués par camions-citernes.

Pour les citernes fixes, un nombre de soixante sept (67) unités, issues des opérations de l'an 2000 et de 2001, a été recensé et déployé (voir annexe 13) dans les lieux stratégiques (mosquées, demeures de marabouts, places publiques...) et les structures administratives (Sous-Préfecture, hôpitaux ...).

Ces citernes, de capacité 5 m<sup>3</sup>, sont dotées de robinets permettant ainsi aux usagers de les utiliser comme des bornes-fontaines publiques.

Leur remplissage a mobilisé cinq (05) camions-citernes munis de motopompes d'injection et a constitué un élément essentiel dans la fourniture de l'eau aux pèlerins.

#### 4.5.3- Volumes d'eau distribués par les camions-citernes

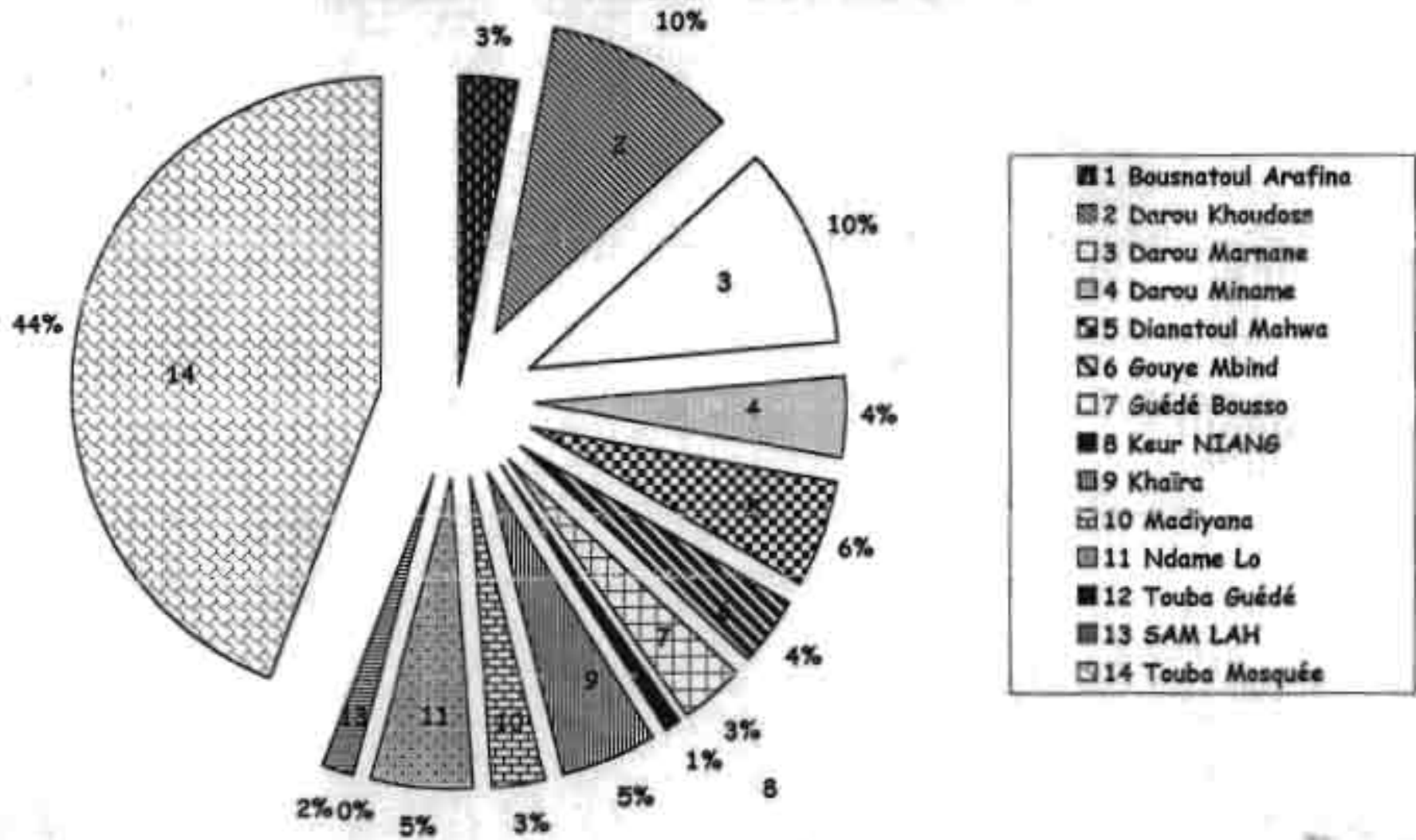
Du 25 Avril au 03 Mai 2002, les volumes d'eau transportés par les camions sont estimés à cinquante mille (50.000) mètres cubes.

Le tableau 4.6 donne tous les volumes transportés et distribués dans chaque zone et la figure 4.2, le pourcentage de leur répartition.

N°	Zones à desservir	Immatriculation	Cap. (m3)	ROTATIONS									Vol. m3
				25-oct	26-oct	27-oct	28-oct	29-oct	30-oct	01-mai	02-mai	03-mai	
1	Bousnafoul Arafina	KL 4257 A	12				3	2	2	3	3		156
2		KL 1607 A	15					4	2	2	2		150
3		DK 2174 G	12				1						12
4		AD 7920	8					1	2	3	2		64
TOTAL			47	0	0	0	4	7	6	8	7	0	1504
1	Darou Khoudoss	DK 6386 K	12		1	2	2		1		3		108
2		DK 6387 K	15		1	2	2	1	3	1	3		195
3		DK 7587 T	10		2	2	3	1	1				90
4		DK 0968 C	10			2	2		3	1	2		100
5		DK 0133 T	10			2	1	1	3	2	2		110
6		AD 7073	4			1				4	1		24
7		AD 6502	4			1				3			16
8		AD 7709	8					1	1	1	3		48
TOTAL			73	0	4	12	10	4	12	12	14	0	4964
1	Darou Marnane	DK 5762 B	8		2	1	1	1	3	2	3		104
2		DK 2257 M	12		2	2		3	2	3	1		156
3		LGB 5182 PA-76	10		1			1					20
4		DK 0165 L	10			2	2	2	4	2	4		160
5		AD 7920	8			1	2						24
6		KL 4257 A	10		2	1	1						40
7		KL 1607 A	15		1		1						30
8		DK 3817 H			2								0
9		DK 2301 G	10			1							10
10		AD 7073	4						2				8
TOTAL			87	0	10	8	7	7	11	7	8	0	5046
1	Darou Miname	KL 4142 A	12										0
2		DK 1117 K	10			3		3	3	3	2		140
3		DK 3817 H	10			2	2	3	3	2	2		140
4		AD 7933	8				1	3	3	3	3		104
5		DK 2257 M	10				1						10
TOTAL			50	0	0	5	4	9	9	8	7	0	2100
1	Dianafoul Mahwa	DK 1279 C	10		3	2	2	3	3	3	1		170
2		KL 1598 A	10										0
3		DK 1164 L	12			4	2	3	3	2	2		192
4		AD 7939	8				1	2		4	1		64
5		AD 7937	8				1						8
6		DK 0082 K	10			1					1		20
7		DK 5762 B				1				1	1		0
TOTAL			58	0	3	8	6	8	6	10	6	0	2726

N°	Zones à desservir	Immatriculation	Cap (m3)	ROTATIONS									Vol. m3
				25-avr	26-avr	27-avr	28-avr	29-avr	30-avr	01-mai	02-mai	03-mai	
1	Gouye Mbind	DK 0628 K	10		3	2							50
2		DK 0890 G	11		3	3		3	3	2	3		136
3		KL 1714 A	10		1	2		2	2	1	2		100
4		AD 7932	8		3	3		3	3	2	3		136
TOTAL			36	0	10	10	0	8	8	5	8	0	1764
1	Guede Bou	DK 4047 H	12		2	3	1	3	3	3	3		216
2		DK 6473 E	10		2	4	1	2	3	2	3		170
3		AD 7926	8				2						16
4		AD 7705	8			1		3		1			40
TOTAL			38	0	4	8	4	8	6	6	6	0	1596
1	Keur Niang	DK 3724 N	12		1	1	1	3	2	2	1		132
2		DK 8265 K	10		2	1	1	3	2				90
3		DK 0082 K				1				2			0
TOTAL			22	0	3	3	2	6	4	4	1	0	506
1	Khaïra	DK 5417 D	10		2	3	2	2	3	3	4		190
2		AD 7936	8			2	2	2	3	3	4		128
3		AD 7941	8			2	3	2		4	5		128
4		DK 5062 D	10			2							20
5		AD 7072	4			1			2	2	2		28
TOTAL			40	0	2	10	7	6	8	12	15	0	2400
1	Madiyana	DK 3199 G	12		3	3	1						34
2		AD 7074	4				2	1					12
3		DK 4618 A	10		2	2	2	3			2		110
4		AD 7071	4,5				1						4,5
5		AD 7708	8			1							8
6		AD 7074	4			2							8
7		AD 7937	8			1							8
TOTAL			50,5	0	5	9	6	4	0	0	2	0	1313
1	Sam Lah	KL 1600 A	12		2	2		2	2	1			108
2		DK 1404 P	12		2	2	2	2	2	2	1		156
3		DK 0082 K	10				2						20
TOTAL			34	0	4	4	4	4	4	3	1	0	816
1	Touba Mosquée	DK 6385 K	12		2	3	3		3	2	1		168
2		DK 6179 F	10				2	3					50
3		DK 7642 G	12										0
4		AD 7937	8			2	2	3	3		1		88
5		AD 7931	8		1	3	2	2	2	1	3		112
6		AD 7926	8			1		1	1	1			32
7		DK 6177 F	10		3	3			2	2	2		120
8		KL 1600 A	12				1						12
9		DK 6585 K			1					1			0
10		DK 0082 K	12		2				3	1	2		96

Figure 4.2: Répartition des volumes d'eau distribués par camions-citernes



CHAPITRE 5:

**RECONSTITUTION DU  
RESEAU ET  
OPTIMISATION DU  
SYSTEME D'AEP DE  
TOUBA**



## 5.1-RECONSTITUTION DU RESEAU

La reconstitution du réseau a fait l'objet de travaux de terrain et d'enquêtes qui se sont déroulés tout le long de l'exécution du projet.

Ces travaux ont consisté à :

- parcourir le réseau pour l'identification des conduites
- faire des sondages pour la connaissance ou la vérification des caractéristiques des conduites en place à savoir le diamètre, la nature, la longueur
- recueillir toute information relative au réseau dans son ensemble
- faire la représentation schématique des conduites sur carte de la ville de Touba

avant de procéder à l'informatisation du réseau avec le logiciel « ArcView » pour la représentation du réseau sur fond de carte et la création de tables de données pour l'activation des conduites, des forages et des ouvrages de stockage.

### 5.1.1- Présentation du logiciel «ArcView »

Depuis des milliers d'années, l'homme se sert des cartes, sous une forme ou sous une autre, pour présenter et analyser les informations géographiques. ArcView<sup>(4)</sup> représente l'évolution la plus récente de cette longue tradition.

Le Système d'Information Géographique (SIG) ArcView est devenu le logiciel cartographique et le SIG bureautique de référence. Outil puissant, il permet de visualiser, explorer, interroger et analyser des données géographiques.

Le logiciel est produit par « Environmental System Research Institute » (ESRI). Développé pour servir de support sur Windows aux SIG ARC/INFO, il a rapidement évolué de manière assez autonome; et aujourd'hui, la version 3.0 offre, en plus des possibilités graphiques de l'environnement Windows des fonctions de saisie et d'analyse plus poussée. Il est très convivial avec des

capacités d'utilisation de données géographiques et statistiques de sources variées.

Il permet d'analyser, de combiner des données géographiques et statistiques à référence spatiale pour produire des cartes, des graphiques, des tableaux statistiques qui sont destinés à l'aide à la décision. Son audience est variée puisqu'il peut servir d'outil, d'aide à la décision à de nombreuses catégories d'utilisateurs : Décideurs, Aménagistes, Scientifiques, etc.

Le logiciel est livré avec des données prêtes à l'emploi, pouvant être utilisées immédiatement pour créer des centaines de cartes de types différents.

Une fois la carte créée, il est facile d'y ajouter des données tabulaires (littérales) telles que des données provenant de fichiers dBASE ou de serveurs de base de données ; ArcView pourra ainsi afficher et interroger ces données, en faire la synthèse et les organiser géographiquement.

Dans notre cas, le logiciel sera utilisé pour la représentation du réseau d'approvisionnement en eau potable de Touba, tout en ayant au préalable numérisé le plan d'urbanisme de la ville.

### 5.1.2- Numérisation de la carte de la ville de Touba

Numériser consiste à convertir dans un format numérique les entités géographiques d'une carte représentée sur papier.

Nous utiliserons une tablette à numériser connectée à un ordinateur où nous tracerons les entités qui nous intéressent. Les coordonnées X,Y de ces entités sont automatiquement lues et enregistrées en tant que données spatiales.

En numérisant des données, nous pouvons importer dans ArcView des entités de la plupart des cartes représentées sur papier. On pourra ajouter un nouveau thème à une carte ou créer un nouvel ensemble de thèmes pour une zone pour laquelle on ne dispose pas de données numériques. Un thème pourra être mis à jour à l'aide d'un numériseur.

Pour numériser la carte, l'ordre chronologique suivi a été:

- configuration de la tablette à numériser
- préparation de la carte sur support papier pour la numérisation
- préparation de la vue dans laquelle numériser
- alignement de la carte sur support papier
- numérisation des différentes entités (parcelles, voie ferrée, édifices...)

#### *5.1.2.1- Configuration de la tablette à numériser*

Pour utiliser une tablette à numériser avec ArcView, il faut un pilote conforme à la norme WinTab qui pourra se vérifier en consultant la documentation fournie avec le numériseur.

#### *5.1.2.2- Préparation de la carte sur support papier pour la numérisation*

La carte utilisée doit être fiable, actualisée, plate et ne doit pas être déchirée ou pliée. Placée d'abord sur la tablette, la carte est fixée à l'aide de papier-cache adhésif. A ces quatre extrémités, les coordonnées terrestres ou géographiques sont relevées. Pour notre cas, les coordonnées géographiques des forages pouvant délimiter la carte sont F2, F3, F5 et F6. Ces repères terrestres, appelés points de contrôle, permettent d'aligner la carte à l'espace géographique de la vue.

Après avoir correctement configuré la tablette à numériser, les points de contrôle sont identifiés et la carte placée sur la tablette, puis l'extension Digitaliseur d'ArcView est chargée.

#### *5.1.2.3- Préparation de la vue dans laquelle numériser*

D'abord, il faut créer une nouvelle vue ou ouvrir la vue dans laquelle numériser.

Elle doit être préparée pour la numérisation en spécifiant la projection utilisée par la carte sur support papier.

Si la projection utilisée par la carte est connue, définir la même projection pour la vue.

#### *5.1.2.4- Alignement de la carte sur support papier*

Pour numériser les entités, la carte est alignée sur support papier avec l'espace géographique de la vue de la carte. Pour cela, les coordonnées terrestres des points de contrôle précédemment identifiés ont été indiquées à ArcView.

#### *5.1.2.5- Numérisation des entités*

Les entités sont numérisées dans un nouveau thème après sélection de la commande « Nouveau thème ». Pour modifier un thème existant, celui-ci est activé et la commande « Mise à jour du menu thème » sélectionnée.

## **5.2- OPTIMISATION DU SYSTEME D'AEP DE TOUBA**

L'optimisation du système d'AEP de la ville sainte de Touba suppose d'abord la satisfaction de la demande en eau de tous les quartiers par une capacité de production suffisante. Elle passe nécessairement par un fonctionnement optimal de l'ensemble des ouvrages et installations mis en place et par une gestion rationnelle de l'eau. Tout ceci se traduit d'une part, par l'existence d'une pression de service suffisante au niveau de tous les points d'eau (bornes fontaines, rampes de puisage,...) du réseau et d'autre part, par un bon rendement des équipements de tout le système ainsi que son exploitation à moindre coût.

### **5.2.1- La satisfaction de la demande en eau par le système d'AEP**

Par rapport à la situation de manque d'eau qui prévalait jusqu'en 2001 à travers les quartiers de Touba, le programme d'urgence pour l'alimentation en eau

potable de la ville vient en 2002 résorber tout le gap qui existait entre la demande en eau et l'offre avec :

- La production journalière additionnelle de près de 27 360 m<sup>3</sup> par jour soit 71%
- La capacité de stockage additionnelle de 6000 soit 125% m<sup>3</sup>
- Le passage du linéaire global du réseau de 150 km à 222 km, soit une augmentation de 48%.

En plus de ces investissements, l'Etat du Sénégal, par le Ministère des Mines, de l'Energie et de l'Hydraulique, a engagé d'autres moyens afin que l'eau soit présente, en quantité et en qualité, partout à Touba surtout en période de Magal. Ces objectifs sont largement atteints avec les bilans obtenus au lendemain du Grand Magal 2002.

Cependant, à part des manques d'eau dus à des défauts de branchements privés, seul deux points déficitaires ont été relevés à travers tout le réseau de Touba.

Il s'agit de :

- La borne fontaine (BF) du Dara de Serigne Modou MBACKE qui est situé en bout de réseau
- Certaines BF dans le quartier de Khaira 2.

## 5.2.2- Optimisation du réseau

### 5.2.2.1- Sectorisation du réseau

Pour une meilleure maîtrise, un suivi et une exploitation appropriés du réseau par les agents de l'Unité de Maintenance en place, les études menées nous ont permis

de diviser le plan du réseau d'AEP de Touba en quatre (04) secteurs :

- Le secteur 1 centralise tout le réseau situé à l'intérieur de la rocade de Touba,
- Les autres secteurs (2,3 et 4) définissent respectivement les parties du réseau limitées par la rocade et :
  - l'arc allant de la route qui mène vers Mbacké jusqu'à la route menant vers Dahra (secteur 2)
  - l'arc allant de la route vers Dahra jusqu'à celle qui mène vers Darou Mousty (secteur 3)
  - l'arc allant de cette dernière jusqu'à la route qui mène vers Mbacké (secteur 4).

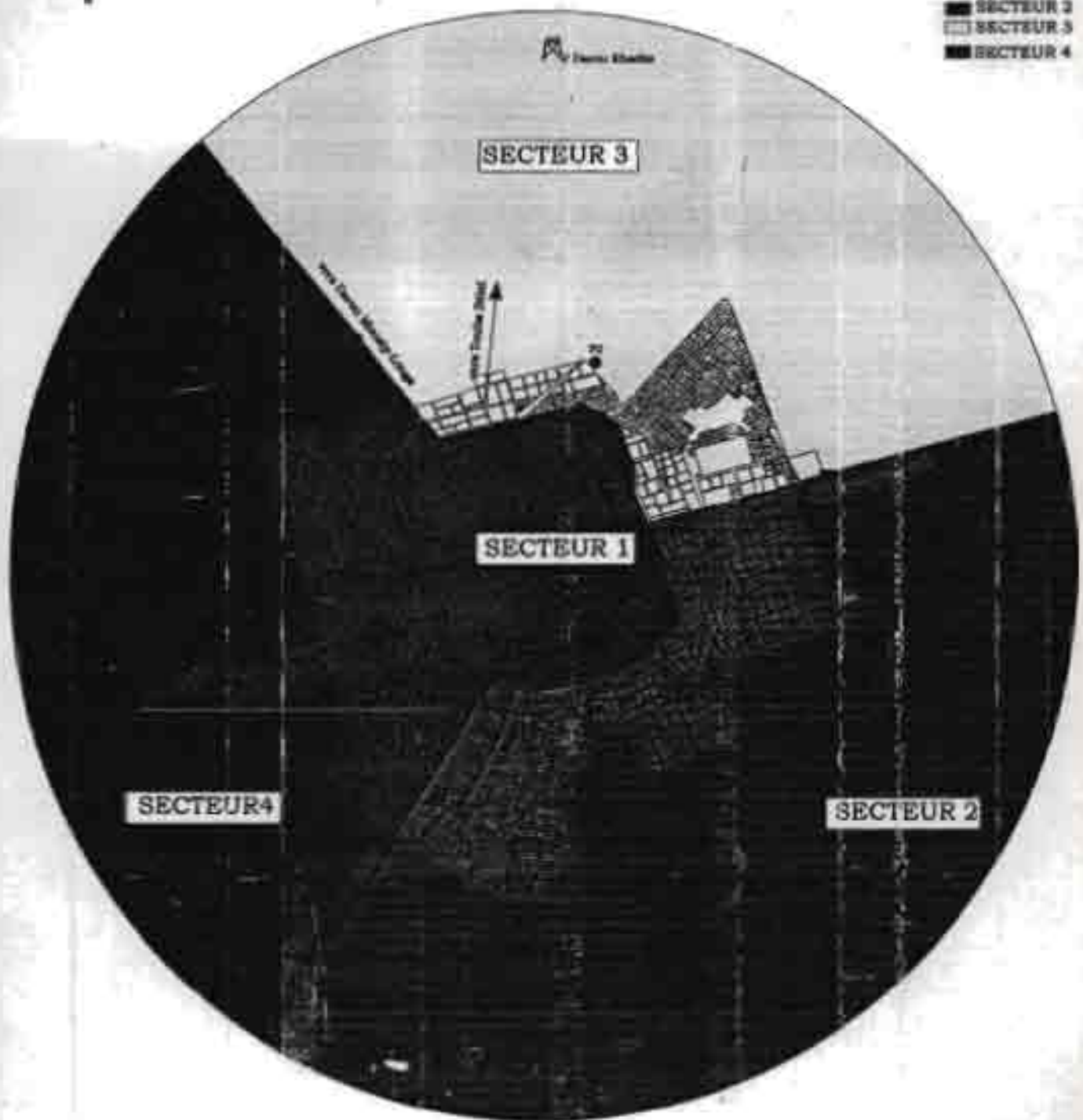
(voir figure 5.1)

Figure 5.1

Sectorisation du réseau d'AEP de la Ville Sainte de TOUBA

Légende

- Ouvrages
- Forage + SAS
  - ▨ Forage + CE
  - ▩ Forage + CE+RS
  - Forage
- SECTEUR 1
- SECTEUR 2
- SECTEUR 3
- SECTEUR 4



### 5.2.2.2- Les sectionnements : position et installation dans le réseau

Les nombreuses visites sur le terrain ont montré une insuffisance notoire des sectionnements dans le réseau de Touba.

Cette situation rend très difficile certaines opérations de réparation en cas de fuites, de raccordement de conduites en cas de branchements ou d'extension de réseau. Une intervention sur celui-ci occasionne très souvent des perturbations dans la fourniture de l'eau causées soit par l'arrêt d'un ou plusieurs forages, soit par l'isolement de plusieurs quartiers par la fermeture de leur conduite principale de distribution.

Ces phénomènes peuvent être évités avec l'installation de vannes dans des endroits bien déterminés du réseau.

La position, le diamètre, la nature et le nombre de ces vannes sont définis dans le tableau suivant :

N°	Emplacement	Diamètre (mm)	Nombre de vannes	Diamètre des vannes	Nature
1	Tronçon F4-F3	315	02	300	Fonte
2	Tronçon F3-F2	250	03	250	Fonte
3	Conduite de distribution de Fkébé	250	03	250	Fonte
4	Tronçon F7-Fkébé	200	02	200	Fonte
5	Conduite de distribution de FNdame	250	03	250	Fonte
6	Conduite de distribution de F3	250	02	250	Fonte
7	Tronçon de la ceinture autonome	315	03	300	Fonte
8	Tronçon F4-F3	315	01	300	Fonte
9	Conduite de distribution de F8	250	02	250	Fonte

Tableau 5.1 : Sectionnements du réseau



Ces sectionnements permettront de mieux gérer le fonctionnement global du réseau et éviter la rupture de la fourniture de l'eau dans les quartiers et endroits qui ne sont pas intéressés par de fuites ou travaux divers.

### 5.2.2.3- Les maillages

Ils sont faits au niveau des points ou à l'intérieur des quartiers en proie à des pénuries d'eau.

Durant le Magal 2002, les équipes du volet chargé du réseau en ont identifié quelques uns (les plus déficitaires) et des maillages ont été faits avec les Entreprises (comme la SVTP/GC) qui exécutaient les différents travaux du programme d'urgence.

Ce sont les quartiers de :

- Baye Laye GAYE, où la conduite  $\phi 90$  existante est maillée à la nouvelle conduite  $\phi 200$  vers Keur Sokhna Maï MBACKE
- Darou Khoudoss : maillages des conduites de distribution de F8 ( $\phi 200$ ) et de F1 ( $\phi 200$ )
- Touba Mosquée avec les conduites  $\phi 315$  et  $\phi 160$  sur la route de Mbacké
- Guédé sur le tronçon  $\phi 200$  maillé au bassin de Keur Serigne Abdou Khadre Mbacké avec la conduite  $\phi 110$ .

D'autres quartiers ont été retenus à travers les études menées dans le cadre du PFE et des maillages y sont nécessaires afin de régler certains cas de baisse de pression qui interviennent quand le fonctionnement de tout le système d'AEP de Touba n'est pas total (arrêt volontaire de forage, fermeture de distribution, etc.)

Il s'agit des quartiers de :

- Khaira 2, précisément dans le sous-quartier « de Gouye you Sew » où le réseau intérieur n'a pas assez de conduites. Des piquages peuvent s'opérer sur la conduite  $\phi 250$  du tronçon F5-conduite de distribution de F Ndamé.

- « Sékhawga » où des manques d'eau sont notés parfois durant la journée. Les conduites existantes peuvent être maillées à la conduite  $\phi 200$  du tronçon F Ndame-F4.
- Sourah : maillage à la conduite  $\phi 200$  qui longe la route de Guédé des différentes conduites existantes de  $\phi 125$  et  $\phi 110$ .
- Darou Khoudoss : raccordement des conduites  $\phi 110$  situées au niveau des tanneries sur la conduite  $\phi 200$  existante.

Aussi, autour du Dara de Serigne Modou MBACKE, le raccordement de la conduite  $\phi 90$  existante à la conduite  $\phi 200$  et un maillage doivent être effectués pour régler le déficit d'eau signalé durant le Magal 2002 par les équipes du « volet Réseau ».

### 5.2.3- Modèle de gestion

Le fonctionnement optimal du système d'AEP de Touba doit passer nécessairement par l'adoption d'un modèle de gestion approprié.

Vu les considérations sociologiques des populations, l'application de l'un des systèmes de gestion appliqués par l'Etat du Sénégal dans toutes les localités en milieu rural dotées d'une station de pompage s'est heurtée à la volonté du Khalife qui a toujours souhaité la gratuité de l'eau à Touba.

Cette situation doit être minutieusement étudiée en rapport avec les autorités religieuses, l'administration et les populations. Les responsabilités de ces différents intervenants doivent être définies pour l'élaboration d'un modèle de gestion adéquat.

En ce qui concerne les populations, leur identification en usagers et leur organisation en comités ou en associations s'avèrent nécessaires en vue de leur participation à l'exploitation et la gestion du système.

Une partie de ce travail a été déjà faite durant la période d'avant Magal.

En effet, à la fin des travaux du programme d'urgence, la DEM, a découpé la ville de Touba en quatorze (14) zones et formé des comités de quartier pour la période du Magal.

À travers ces comités, la DEM est parvenue à la responsabilisation des populations à la distribution et à la gestion rationnelle de l'eau durant cette période.

Les investigations menées dans le sens de l'adoption d'un système de gestion nous ont conduit aux conclusions suivantes :

- Regroupement de ces usagers, qui composent les comités de quartiers déjà en place en « Dahira de l'eau » pour une participation financière mensuelle (qui peut être forfaitaire) aux coûts d'exploitation des forages. Le terme « Dahira » qui désigne l'organisation de groupes d'individus autour d'un idéal religieux, est très approprié dans le contexte « Mouride ». Son utilisation dans ce modèle de gestion motiverait, à coup sûr, les populations à contribuer financièrement au fonctionnement du système.
- Recensement de l'ensemble des usagers de chaque comité de quartier afin d'estimer leur demande journalière en eau.
- Application d'un tarif approprié sous forme de contribution financière à collecter chaque mois au niveau de chaque « Dahira de l'eau ».

Toutefois, nous soulignerons que ce processus doit au préalable être exposé au Khalife Général qui donnera l'avis favorable avant son application.

Devant ce modèle de gestion, un autre beaucoup plus efficace et approprié est applicable à Touba avec une bonne sensibilisation de l'autorité religieuse et des populations.

Il consiste à :

- Recenser tous les points de desserte à savoir BF, rampes de puisage publiques, BP ou branchements domiciliaires, potence, abreuvoirs...
- Procéder à la pose systématique de compteurs au niveau de tous les points d'eau,
- Appliquer la vente de l'eau au volume avec un tarif social (par exemple à 100 F le mètre cube).

Ceci permettra de réduire considérablement voire couvrir totalement les coûts liés à l'exploitation des ouvrages et équipements hydrauliques jusqu'ici pris en charge par l'Etat du Sénégal et le Khalife Général.

Ces coûts d'exploitation tournent en moyenne autour de quinze millions (15.000.000) de Francs CFA par mois.

L'adoption définitive d'un tel modèle de gestion amènera, dans l'avenir, à faire le compte d'exploitation du système d'AEP de Touba et à déterminer les prix réels du mètre cube d'eau.

Enfin, la modèle que nous jugeons être le meilleur le système SDE tel que les autres grandes villes du pays le connaissent.

CHAPITRE 6:

**PLANIFICATION A  
MOYEN TERME**

## 6.1- INTRODUCTION

L'homme moderne éprouve de plus en plus des difficultés à éteindre sa soif; plus il devient raffiné, plus il consomme d'eau.

Encore faut-il rappeler que la consommation domestique ne constitue que l'un des postes du bilan de l'eau. En fait, l'évolution du niveau de vie d'un pays entraîne un accroissement des besoins en eau.

Lorsqu'on considère l'augmentation incessante de la demande par habitant et la croissance de la population, on conçoit que l'approvisionnement en eau puisse poser des problèmes sans cesse plus complexes.

## 6.2- ESTIMATION DES BESOINS EN 2012

Il s'avère de plus en plus nécessaire de connaître parfaitement les utilisateurs des réseaux afin d'améliorer la gestion de la distribution et aussi avant de prendre des décisions majeures associées avec l'accroissement des capacités de production et de distribution.

L'utilisation d'eau dans un environnement urbain est caractérisée, comme nous avons eu à le préciser précédemment de ce rapport, par différents types de consommation reliés entre eux par la relation qualitative :

$$D(t) = \sum_{i=1}^4 S_i(t) \cdot R_i(t) + \sum_{j=1}^2 IN_j(t) + \sum_{k=1}^6 CO_k(t) + M(t) + P(t)$$

t : temps

D(t) : fonction globale de la demande en eau

S(t) : Services résidentiels

R(t) : Consommation par service résidentiel

IN(t) : Utilisation industrielle

CO(t) : Utilisation commerciale

$M(t)$  : Utilisation municipale pour fins collectives

$P(t)$  : pertes et imprécisions dans les mesures

Pour déterminer les différents termes de cette relation avec une précision acceptable, il serait nécessaire de disposer de données socio-économiques précises concernant la ville de Touba. Ce qui, malheureusement, n'a pu être le cas pour les raisons que nous avons déjà évoquées. Il s'agit :

- de la multiplicité des branchements clandestins,
- des données imprécises sur les services résidentiels.

Nous soulignerons, comme l'ont prouvé plusieurs auteurs, que la consommation d'eau est fonction du statut économique et du niveau de vie des populations.

Michael OVERMAN<sup>[31]</sup>, s'appuyant sur les statistiques des pays développés note que la consommation urbaine (y compris les besoins industriels) augmente régulièrement de 1% par personne et par an.

L'extension des systèmes d'alimentation en eau par bornes-fontaines, puis la généralisation en cours des branchements individuels et des installations sanitaires domestiques modernes vont certainement bouleverser les habitudes de consommation d'eau de nos populations.

Comme la demande en eau des populations est largement satisfaite en 2002, nous jugeons d'adopter depuis cette année, une augmentation annuelle régulière de la demande de 1%.

De ces différentes considérations, nous déduisons l'équation de la demande en eau :

$$D_n = D_{2002} \cdot [(1 + i) \cdot (1 + j)]^{n - 2002}$$

$D_n$  : Demande en eau à l'année n

$i$  : taux d'accroissement annuel de la population

$j$  : taux d'accroissement annuel de la consommation en eau

2001 < n < 2012

$$D_{2012} = D_{2002} \cdot [(1 + i) \cdot (1 + j)]^{2012 - 2002}$$

$$D_{2012} = 46\ 864 \cdot [(1 + 0.14) \cdot (1 + 0.01)]^{2012 - 2002}$$

$$D_{2012} = 191\ 912 \text{ m}^3/\text{j}$$

### 6.3- MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

Pour résoudre le problème du déficit en eau en 2012, il faudrait envisager:

- d'optimiser l'utilisation actuelle des équipements en faisant des entretiens et réparations constants;
- d'accroître le nombre d'ouvrages de captage;

$$D_{2012} = 191\ 912 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$\text{Déficit en eau} = D_{2012} - D_{2002} = 191\ 912 - 46\ 864 = 145\ 048 \text{ m}^3/$$

Si nous supposons 22 heures de pompage par jour, ce qui est raisonnable pour maintenir en bon état les équipements en place, les quatorze (14) forages actuels au niveau de Touba fourniront:

$$2783 \text{ m}^3/\text{h} \times 22 \text{ h/j} = 61\ 226 \text{ m}^3/\text{h}$$

Estimant le débit d'un forage nouveau à 250 m<sup>3</sup>/h avec 22 h de fonctionnement par jour, soit une capacité de production de 5500 m<sup>3</sup>/j, nous notons qu'il faudrait au moins:

$$(\text{Demande} - \text{Capacité de production en place})/5500$$

$$\frac{145048 - 61226}{5500} = 15$$

15 forages supplémentaires pour couvrir les besoins moyens de 2012.

Cependant, avec la mise en place d'un bon système de gestion faisant participer les populations aux coûts de fonctionnement des équipements pour une utilisation rationnelle de l'eau, ce nombre pourrait bien être revu à la baisse.



1. Densification du réseau dans les quartiers de :
  - Khaira 2 à partir de la conduite  $\varnothing$  250 venant de F5
  - Bousnatoul Arafina et Ndamé LO à partir de la conduite  $\varnothing$  160 piquée de la ceinture autonome de diamètre 315mm qui dérive du château d'eau du forage F université
  - Guédé Boussa et Touba Guédé qui sont des quartiers traditionnels ayant bénéficié des anciennes conduites en fibrociment
  - Madiyana à partir de la conduite de distribution existante de diamètre 250 mm
  
2. Extension du réseau pour l'alimentation des « Santianes » ou nouveaux quartiers suivants :
  - Oumoul Khoura (ex Ngomane) à partir de la conduite de distribution du forage F7
  - Santiaba à partir de la conduite de distribution du forage F6
  - Darou Tanzil à partir de la conduite  $\varnothing$  200 reliant F7 et F Kébé
  
3. Le remplacement de l'ancienne conduite  $\varnothing$  100 en fibrociment qui dessert les quartiers de Guédé où des fuites d'eau sont très fréquentes
  
4. L'équipement du forage de Keur Kab situé à 7,5 Km à l'Est du centre ville de Touba. Ceci permettra d'alimenter en premier lieu le quartier de « Sékhawga » qui connaît des problèmes d'eau (voir chapitre 5)

En plus, la construction d'un château d'eau de 1000 m<sup>3</sup> sur 20 m et l'interconnexion du forage avec F Ndamé permettront de renforcer la production et l'alimentation en eau des populations.