

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

GC. 0453

PROJET DE FIN D'ETUDES

Titre : étude d'une utilisation rationnelle
des ressources hydriques pour
l'approvisionnement en eau des villes
sénégalaises

AUTEUR : Pathé Gueye 5^e civil

Année : 1984

Directeur de projet : M^r Jean Guy GRONDIN



école polytechnique
de thies

Ce travail est dédié à :

- mes parents dont les immenses sacrifices qu'ils ont consenti m'ont permis d'atteindre ce résultat
- tous mes amis et notamment à NDEYE NDABAWÉ GUEYE que la mort a très tôt arraché à notre affection

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont à :

- M^r Jean Guy GRONDIN professeur à l'EPT qui m'a fait l'honneur de parcourir mon travail et qui, par ses conseils éclairés, sa disponibilité et sa franche collaboration, m'a permis de faire cette étude dans les meilleures conditions
- M^r Vinh N'Guyen Duy qui a proposé ce sujet et indiqué les axes de recherche
- M^r Dieng de la SONEES qui m'a beaucoup aidé dans l'élaboration de ce travail en me fournissant certains documents
- Et à tous ceux qui, de près ou de loin ont rendu possible la réalisation de ce travail

SOMMAIRE

Nous avons scindé notre étude en quatre parties :

- Analyse des conditions climatiques qui influent sur les ressources en eau
- Inventaire des ressources en eaux souterraines et de surface
- étude du système d'alimentation en eau des villes choisies
- gestion des ressources

L'importance du sujet, son ampleur et la variété des paramètres qui entrent en ligne de compte ont exigé une démarche méthodique dans l'analyse. Cette démarche méthodologique a exigé :

- une étude bibliographique pour nous imprégner davantage de l'hydraulique en général et des problèmes spécifiques au pays
- une série de rencontres et d'entretiens avec certains responsables chargés de l'hydraulique, de l'urbanisme pour nous imprégner davantage des problèmes quotidiens auxquels ils font face

Le Sénégal est largement pourvu en eaux souterraines qui, combinées aux eaux de surface peuvent largement suffire aux besoins des collectivités et des industries.

Les immenses besoins qui, de $150\,000\text{ m}^3/\text{j}$ en 1980 passeront à $450\,000\text{ m}^3/\text{j}$ en l'an 2000, exigent pour leur satisfaction la réalisation d'importants programmes :

- = de construction échelonnée de forages pour pouvoir faire face à

chaque moment à la demande

- de rénovation et d'équipement des puits dans les villes de l'intérieur
- de mise en œuvre du programme de l'OHVS qui conditionne pour une large part la couverture correcte en eau de certaines villes
- de réalisation de plans directeurs d'approvisionnement en eau tant au niveau national qu'au niveau des villes pour favoriser un certain équilibre entre le développement urbain et la mise en œuvre des infrastructures

TABLE DES MATIERES

	page
Introduction	1
<u>1^{re} partie : elements climatiques</u>	3
A) generalites	3
B) Regime des vents	4
C) les pluies	9
d) la temperature	13
e) l'evaporation	13
<u>2^e partie : inventaire des ressources en eau</u>	14
II. 1) les eaux souterraines	15
A) generalites	15
B) les nappes phreatiques	17
C) le Massif de Maestrichtien	20
II. 2) les eaux de surface	23
a) le Senegal	23
b) la Gambie	24
c) la Casamance	24

	Page
<u>3^e partie</u> : étude des problèmes d'alimentation en eau des villes	25
III.1) limites de l'étude et aperçu sur la situation économique	26
III.2) Alimentation en eau des villes	32
A) Remarques sur l'estimation des besoins.	32
B) Alimentation en eau sur l'axe Dakar - Thies	34
1) Dakar	34
2) Rufisque	37
3) Thies	38
C) Alimentation en eau des capitales régionales	41
1) Saint-Louis	41
2) Louga	43
3) Kaolack	45
4) Ziguinchor	47
5) Tambacounda	49
6) Diourbel	52
D) Alimentation en eau des villes relais	54
1) Touba	54
2) Niakhar - Joal	54
3) Fatick	56
<u>4^e partie</u> : gestion des ressources en eau	60
IV.1) généralités	61

	page
IV.2) Les possibilités d'ici l'an 2000	68
IV.3) Les autres solutions	66
IV.4) Pour une politique de l'hydraulique urbaine	68
Conclusion	75

INTRODUCTION

L'eau est un élément ^{essentiel} à la vie, et ce rôle primordial a eu une influence déterminante sur la destinée des hommes depuis l'aube des temps. C'est ainsi que les premières civilisations sont nées dans les vallées des grands fleuves et les grandes migrations du début des époques historiques peuvent trouver une explication dans l'assèchement progressif des vastes régions de l'Asie d'où elles ont pris leur départ.

Pendant longtemps, lorsqu'il suffisait simplement d'aller puiser au puits ou de recueillir sur les toits des maisons les quelques litres d'eau nécessaires aux besoins domestiques, l'homme n'éprouvait pas de difficultés majeures à étancher sa soif.

Mais aujourd'hui dans le monde moderne, le problème des ressources en eau se pose avec une acuité particulière aussi bien à l'égard des pays sous-développés que de ceux dont l'essor industriel s'accompagne d'un accroissement inouï des besoins et aujourd'hui le monde parle autant des réserves en eau et discute de leur conservation : mesure pour éviter le gaspillage ; pour assurer une production constante, pour trouver de nouvelles sources ; tout ceci pour répondre au problème ardu qui se pose à l'humanité.

Le Sénégal, pays sous développé, situé en région sahélienne caractérisée par une pluviométrie faible fait face au difficile problème de l'eau avec toutes ses conséquences sur l'alimentation en eau des collectivités et de l'industrie.

Les conséquences désastreuses de la récente sécheresse ont constitué une rude leçon et convaincu les plus sceptiques que l'eau est le facteur clé de notre développement, et que ce développement demeurera fragile aussi longtemps que nous ne serons pas parvenus à une véritable maîtrise de nos ressources hydrauliques.

Le Sénégal, malgré sa faible pluviométrie, est bien pourvu en eaux souterraines et deux grands fleuves (le Sénégal et la Gambie) parcourent le pays.

Dans cette présente étude, il s'agira d'étudier les possibilités d'alimentation en eau des villes à partir des nappes souterraines et des eaux de surface. Différentes étapes sont suggérées :

- inventaire des ressources
- Evaluation des besoins
- Utilisation rationnelle des ressources

Ce rapport se veut une modeste contribution à ces multiples efforts déployés ici et là pour apporter une solution à ce difficile problème auquel nous sommes confrontés.

Elements climatiques

A) généralités

Partie avancée de l'ouest africain, le Sénégal est situé :

- entre les méridiens $14^{\circ}30'$ à l'est (Paraya) et $17^{\circ}30'$ à l'ouest (Dakar)
- entre les parallèles $12^{\circ}30'$ au Sud (frontière avec les Gambia) et $16^{\circ}30'$ au Nord (Podor)

Il est bordé sur plus de 500 Kms par l'Atlantique à l'ouest. Cette situation, en zone tropicale et aux confins sahariens, mais en bordure de la mer, explique les conditions climatiques auxquelles sont soumis les 200 000 km² du pays et notamment le régime des pluies qui détermine les possibilités de la plupart de nos cultures dites "pluviales".

Les pluies sont elles-mêmes :

- conditionnées par le régime des vents
- influencées par la température et l'évaporation

A leur tour, les pluies conditionnent dans une certaine mesure :

- les possibilités en eau de surface, notamment les fleuves et rivières, alimentées par les pluies tombant sur le pays ou en dehors de nos frontières (Fouta Djallon notamment)

- 4
- la rechargementation de certaines nappes d'eau souterraines dont le Sénégal est généralement pourvu

B) Le régime des vents

1) Les centres d'action atmosphériques

Trois centres d'action de l'atmosphère commandent la climatologie au Sénégal et ont une influence déterminante sur l'hydrologie du pays :

- l'anticyclone des azores qui donne naissance à l'alizé atlantique de direction NNE/SSO.
- les hautes pressions d'Afrique du Nord, d'où souffle l'harmattan du Nord/Est puis de l'est aux basses latitudes
- l'anticyclone de Sainte Hélène qui est à l'origine de l'alizé austral ou "fausse mousson", dévié du secteur sud vers le secteur ouest après le franchissement de l'équateur

2) Saison de prédominance des flux d'air boreal (novembre/mai)

De novembre à mai, la ligne de contact entre masses d'air boreal et austral est en permanence située au Sud du 12^e parallèle. La totalité du Sénégal est donc livrée aux courants atmosphériques d'origine septentrionale qui se rencontrent sur son territoire.

a) l'alizé atlantique

L'alizé atlantique règne de manière quasi ininterrompue sur une étroite frange de 20 à 30 kms du littoral mauritanien et jusqu'au Cap Vert et souvent jusqu'à la hauteur du Saloum. Il est humide et relativement frais, souvent très ruf ne donne pas de pluie mais assure d'abondantes rosées nocturnes et vaut à la côte du Sénégal un climat privilégié aux températures modérées et à l'humidité abondante.

Au sud du Saloum, l'influence de l'alizé n'est plus aussi sensible et régulière. Mais les brises de mer entretiennent une atmosphère encore humide et des températures rarement excessives.

b) l'Kamattan

L'Kamattan, à la même époque règne sur l'ensemble du pays, en dehors de cette mince frange littorale.

6

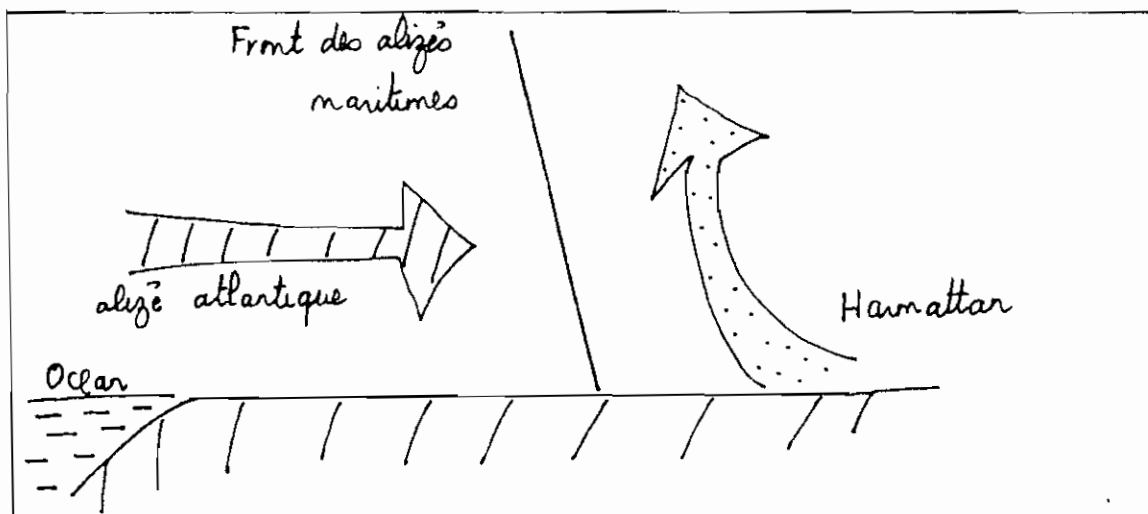
Originaires des hautes pressions continentales, après avoir parcouru l'immense masse des terres désertiques et soudanaises, ce vent soufflant d'abord du NE et s'infléchissant d'Est en Ouest remarquable par son extrême sécheresse

Il provoque :

- . de fortes amplitudes de températures
- . des maxima couramment supérieurs à 40° à ceux qu'enregistrent au même moment les stations côtières

c) le front des alizés maritimes

Sur la ligne d'affrontement entre l'alizé atlantique et l'Harmattan, ce dernier est rejeté en altitude le long d'un plan de discontinuité que certains météorologistes ont appelé "front des alizés maritimes" dont le tracé est à peu près parallèle à la côte. Le franchissement de cette ligne est extrêmement sensible. On a l'impression physique d'aller d'est en ouest de passer brutalement d'une fraiche desséchante à une atmosphère vivifiante vertébrée et humide.



3) Saison à prédominance du flux d'air austral

A partir du mois de Mai, l'alizé progressivement transformé en pseudo mousson par son réchauffement et son humidité croissante, s'enfonce en coin sous les courants aériens d'origine septentrionale qui sont :

- rejetés en altitude
- repoussés en latitude

Au contact de ces deux masses d'air boreal et d'air austral se situe le front intertropical (FIT)

Cependant le FIT progresse moins rapidement à l'est du pays peut être en raison de la résistance particulière offerte par l'alizé atlantique issu des Açores. Il en résulte que :

- l'hiverage est plus précoce dans l'est, notamment au Sénégal-Oriental, que dans les zones côtières

. La vie agricole en est sensiblement affectée, notamment en haute Casamance qui tire une partie certaine de ce décalage des apports pluviaux

De la mi-juillet à la mi-October, l'intégralité du Sénégal est couverte par la période des moussons

4) Les autres types de temps sénégalais

Le schéma qui précède (saison sèche / hivernage) doit être complété par différents types de temps variés

- le "nor" au cœur de la saison sèche : chaud et ciel clair
- le "tiorane" de fin avril à fin juin, avec températures excessives et porteur de filets d'air humide
- le "naïet" de juillet à October ou saison des pluies
- le "polli" en amure saison (décembre - janvier) marqué par des ondes du "keug" dues à des descentes froides d'air polaire et qui peut provoquer de dangereuses perturbations pour l'agriculture

. refroidissement dangereux de la température pour certaines cultures (banane, riz notamment)

. stocks d'arachides attaqués par la moisissure et qui peuvent regermer si des précautions n'ont pas été prises en temps voulu

c) les pluies

Les pluies qui tombent annuellement représentent une quantité considérable d'eau 100 à 200 milliards de m^3 (ou 100 à 200 km^3), qui permettraient d'irriguer 12 mois par an 3 à 6 millions d'hectares, c'est à dire $\frac{1}{7}$ à $\frac{1}{3}$ de la surface du Sénégal et faire face aux besoins de l'agriculture, de l'élevage et des hommes actuellement et à long terme.

Mais tandis que qu'une partie de cette eau permet aux cultures sous pluies de se développer et réalimente les réserves souterraines de certaines nappes aquifères, le reste, la plus grande part, retourne directement ou indirectement à l'atmosphère en raison de la double influence des facteurs température et évaporation.

Le régime des précipitations est caractérisé par l'opposition marquée entre une saison sèche qui dure à peu près de novembre à juin et une saison des pluies étalées sur les mois juillet à octobre. Par contre, les précipitations estivales se présentent généralement sous forme d'averses courtes et violentes qui prennent parfois l'aspect de tornades. Ce point est important en ce qui concerne la recharge des nappes souterraines aquifères.

L'eau apportée par ces averses se partage en effet en

quantité variable selon les lieux entre :

- ruissellement
- infiltration
- évaporation

Toutes les situations se rencontrent au Périgol

. dans les durres des Miages : pas de ruissellement, la pluie s'infiltré (ou finit par s'infiltrer) et une partie s'évapore : d'où absence de rivières et présence de nappes phréatiques

. au Périgol Oriental, sur les cuirasses latéritiques, il n'y a que ruissellement et évaporation et pratiquement pas d'infiltration : d'où rivières pérennes et absence de nappes d'eau souterraine.

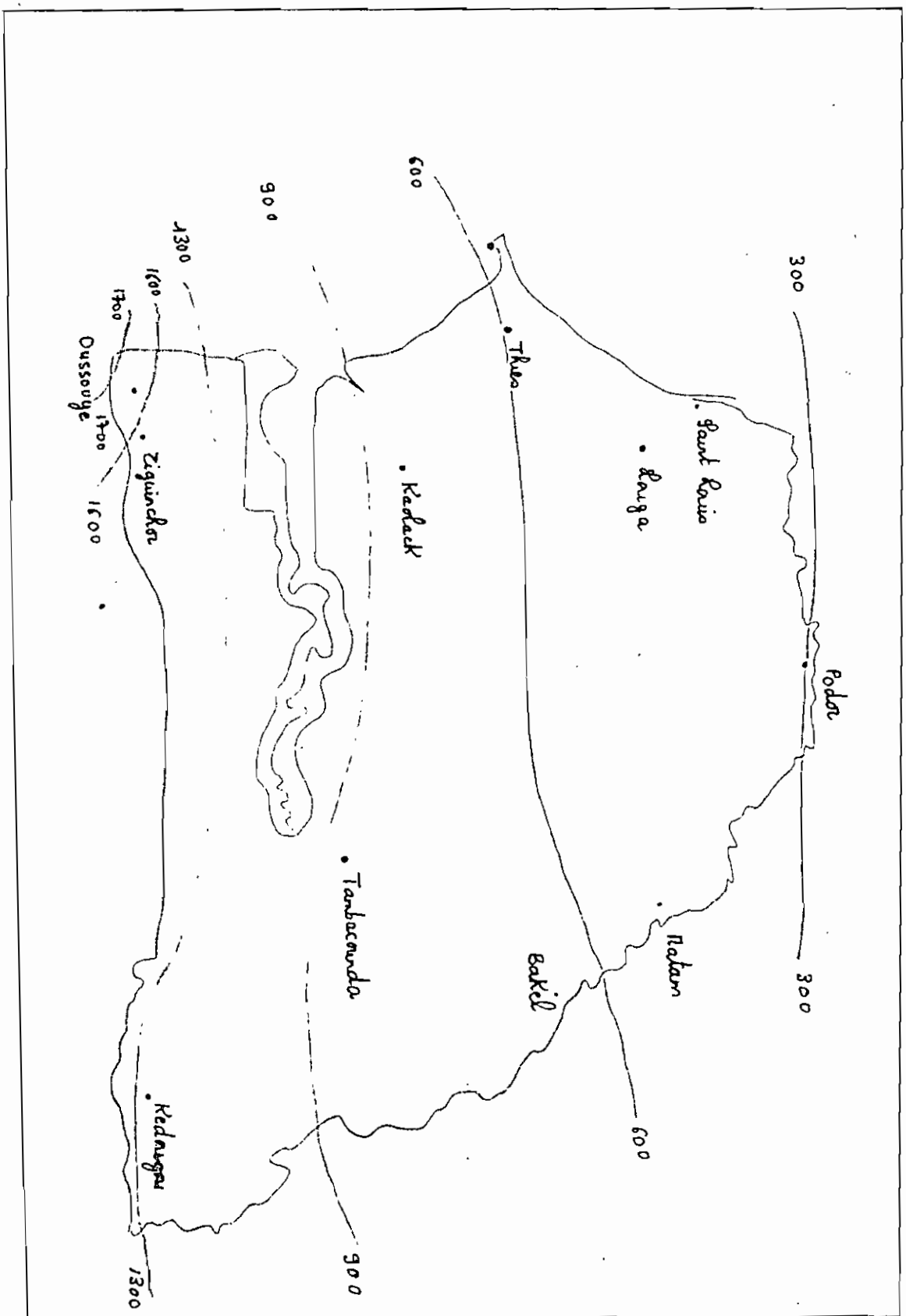
D'une façon générale une bonne partie de l'eau de ces averse est perdue, eu égard au ruissellement intense qui se produit du fait de la violence des chutes d'eau.

On peut estimer qu'en dessous d'un seuil correspondant à 400 à 500 mm de pluie, l'alimentation directe des nappes aquifères souterraines par les pluies est impossible. Dans le Fero, on se fait sentir une évaporation très importante, le seuil serait même de 600 mm

Le pays reste donc sans aucune précipitation sensible pendant

7 à 9 mois. Au cours des cinq mois de la saison des pluies, les précipitations varient du simple au sextuple (300 mm) au sud (1700 mm). Louga 645 mm, Kadack 800 mm, Ziguinchor 1560 mm, Aoussaye 1734 mm

De même du nord au sud, le nombre de jours de pluie varie annuellement du simple au triple : Louga 34, Kadack 60, Ziguinchor 90



Carte pluviométrique du Sénégal
 légende 300 — 300 — 300mm : précipitation annuelle cumulée

D) la température

Au contraire des isohyètes qui sont dirigés Ouest - Est, les isothermes des températures moyennes annuelles sont approximativement orientées Nord - Sud. Les températures croissent d'Ouest en Est.

L'influence adoucissante de la mer est très nette. Les isothermes sont beaucoup plus serrées aux abords du littoral que dans l'intérieur du pays. Tandis que du Sénégal Oriental à la région de Kaolack, soit sur environ 500 kms, les températures moyennes sont comprises entre 29° et $27^{\circ}5$, à l'approche de l'océan, elles tombent sur une centaine de kms de $27^{\circ}5$ à $24^{\circ}5$.

E) l'évaporation

La caractéristique essentielle du régime d'évaporation est l'existence, dans le Ferké, d'un centre d'évaporation maximale (Linguère 4833 mm) autour duquel sont centrées les courbes d'iso évaporation.

Remarque : mesures de l'évaporimètre Piche 4833 mm servent à dire que l'évaporation d'une nappe d'eau (lac) qui serait située à Linguère atteindrait 4833 mm par an.

2^e partie : inventaire des
ressources en eau souterraine
et de surface

II.1) Eaux souterraines

II.2) Eaux de surface

II. 1) LES EAUX SOUTERRAINES

A) Généralités

1) Abondance des eaux souterraines

Peu avantaagé par la pluviométrie, le Sénégal est, dans le concert des états africains l'un des pays les plus particulièrement favorisés par la nature en ce qui concerne les réserves d'eau souterraines utilisables.

2) Caractéristiques des eaux souterraines

D'une façon générale, les nappes utilisables sont situées entre la surface du sol et 500 à 550 m de profondeur. Elles se présentent parfois localement de façon assez compliquée, mais dans le cadre du projet, on peut les schématiser de la façon suivante :

a) omniprésence de l'eau souterraine

L'eau souterraine est partout, sauf dans le triangle sud et où le socle ancien affleure (Sénégal - Oriental)

b) 2 nappes courent la quasi-totalité du pays

L'une phréatique, située dans le continental terminal s'étend en gros à l'Est du 16° méridien. Si elle est à très faible profondeur (0 à 20 m) en Casamance, par contre au nord de la route Kaolack - Tambacounda, elle s'enfonce pour atteindre 40 à 60 m de profondeur. Les puits donnent des débits intéressants.



l'aube profonde situées dans les "sables maestrichtiens", que l'on trouve généralement entre 200 et 400m, parfois au dessous de 500m, de fort débit

c) à l'ouest du 16° méridien

et notamment au Cap Vert, les autres nappes souterraines (superficielles) sont logées dans les différentes formations géologiques s'étendant entre le maestrichtien et le quaternaire.

3) Principales nappes d'eaux souterraines

Les vastes réserves d'eaux souterraines du Sénégal peuvent ainsi être classées en deux catégories

a) les nappes phréatiques ou superficielles

que l'on trouve généralement entre quelques mètres de la surface du sol et 30 à 40m de profondeur, mais qui peuvent en certains endroits dépasser 100m.

b) Une nappe plus profonde ou "maestrichtienne", captive

et semi artésienne. Cette dernière, située dans les formations maestrichtiennes est généralement rencontrée entre 200 et 400m, mais on la trouve parfois à 100m ou à plus de 500m

B) les nappes phreatiques

On peut diviser les nappes selon trois zones

- Les nappes de la presqu'île du Cap Vert
- Les nappes situées entre la presqu'île du Cap Vert et en très gros le 16° Meridien
- Les nappes du continental terminal à l'est qui mordent très largement à l'ouest du 16° Meridien notamment au Sud où elles atteignent la côte

1) Les nappes du Cap Vert

Les nappes du Cap Vert ont été étudiées et leurs exploitations ont commencé depuis longtemps.

On distingue trois nappes :

- La nappe infrabasaltique

Les nappes du port B et des Namelles sont constituées de sables recouverts de dépôts volcaniques et reposent sur des marbres

L'alimentation de ces nappes se fait :

- directement par infiltration
- par infiltration à travers des crêdes de basalte de recouvrement

- La nappe de Thiaraye

Le captage se fait dans une crêde aquifère de sable d'une épaisseur de 40 à 70m. La nappe d'eau douce est alimentée par la

précipitation et est constituée d'une lentille d'eau douce entourée d'eau salée

- La nappe de Sebikotane

La nappe est située dans des calcaires paléocènes largement fissurés

2) Les nappes phréatiques à l'ouest du 16° méridien

Ces nappes sont situées dans des crêtes géologiques diverses, allant du quaternaire au tertiaire, selon l'affleurement de celles-ci

- La nappe du Delta située dans la région de Saint-Rouis, altitude 0/IGN⁽¹⁾ et fortement salée

- La nappe des Niays aux eaux douces

- La nappe du delta du Sine - Saloum gît dans les alluvions marines très argileuses et très salées.

3) La nappe du continental terminal

Les formations du continental terminal sont des sables, des grès argileux ou des argiles. Elles recouvrent la quasi-totalité du pays et disparaissent partiellement à l'ouest du 16° méridien dans la partie Nord mais vont jusqu'à la côte du Saloum aux djunées

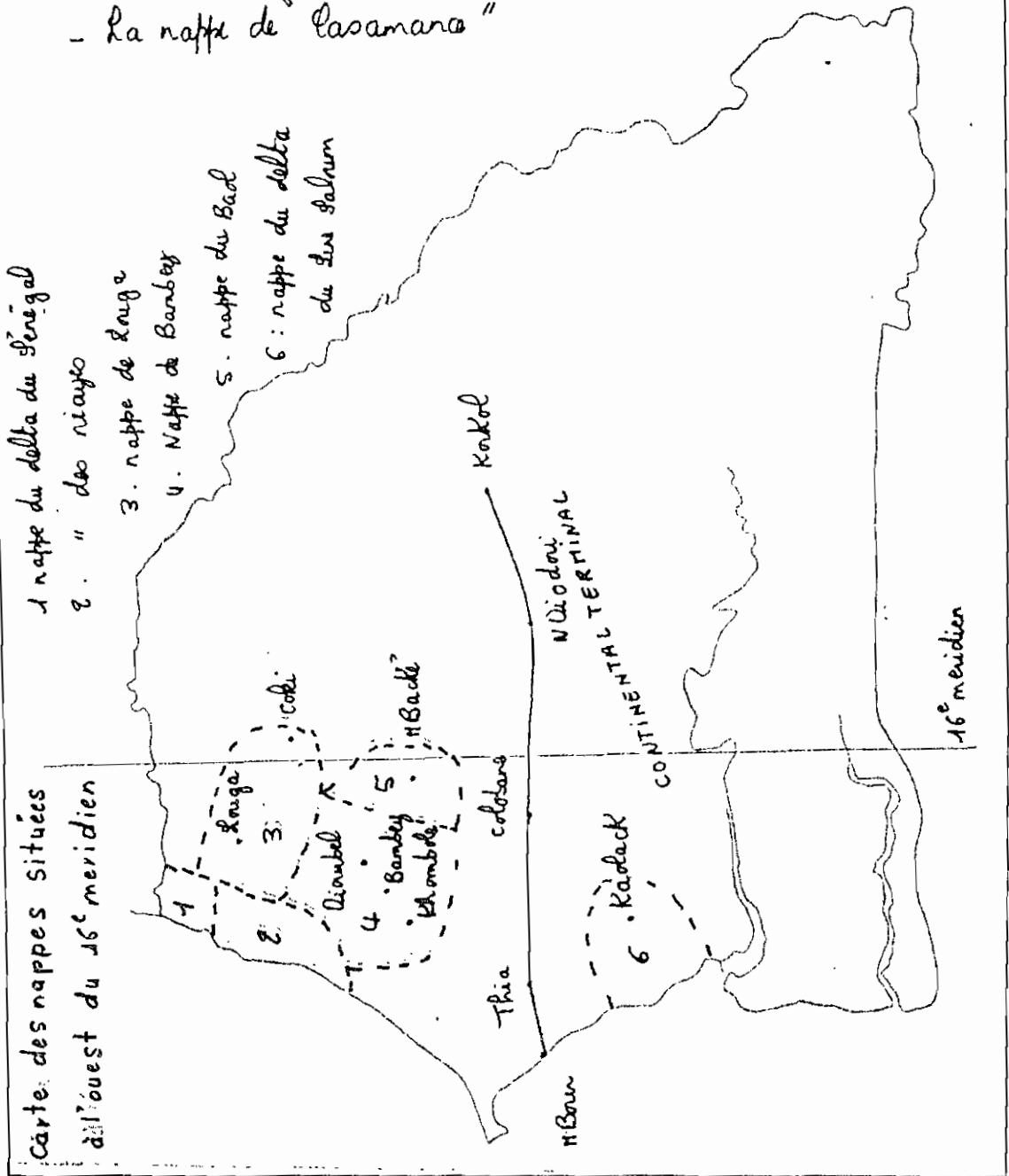
Les formations du continental terminal contiennent les nappes phréatiques les plus importantes du pays.

Les ouvrages, souvent peu profonds, peuvent fournir des débits intéressants (plus de 50 m³/h).

(1) altitude 0/IGN : altitude 0 au dessus du niveau moyen de la mer

On peut subdiviser la nappe du continental terminal en plusieurs fractions

- La nappe du "Fele"
- La nappe de la zone "Thies / Tiawanare"
- La nappe de la zone "Toubakanta - Nono du Rep"
- La nappe de "Casamance"



c) le Maestrichtien

1) Le Maestrichtien, le plus souvent situé entre 100 et 500m de profondeur couvre la majeure partie du territoire du Sénégal. Il est constitué par des sables plus ou moins grossiers et plus ou moins argileux.

Le rôle hydrogéologique de cette formation est extrêmement important. Les sables Maestrichtiens contiennent une immense nappe qui forme la plus grande réserve d'eau douce dont dispose le Sénégal. Le volume théorique de la réserve d'eau Maestrichtienne est estimé à 3000 milliards de m³ soit :

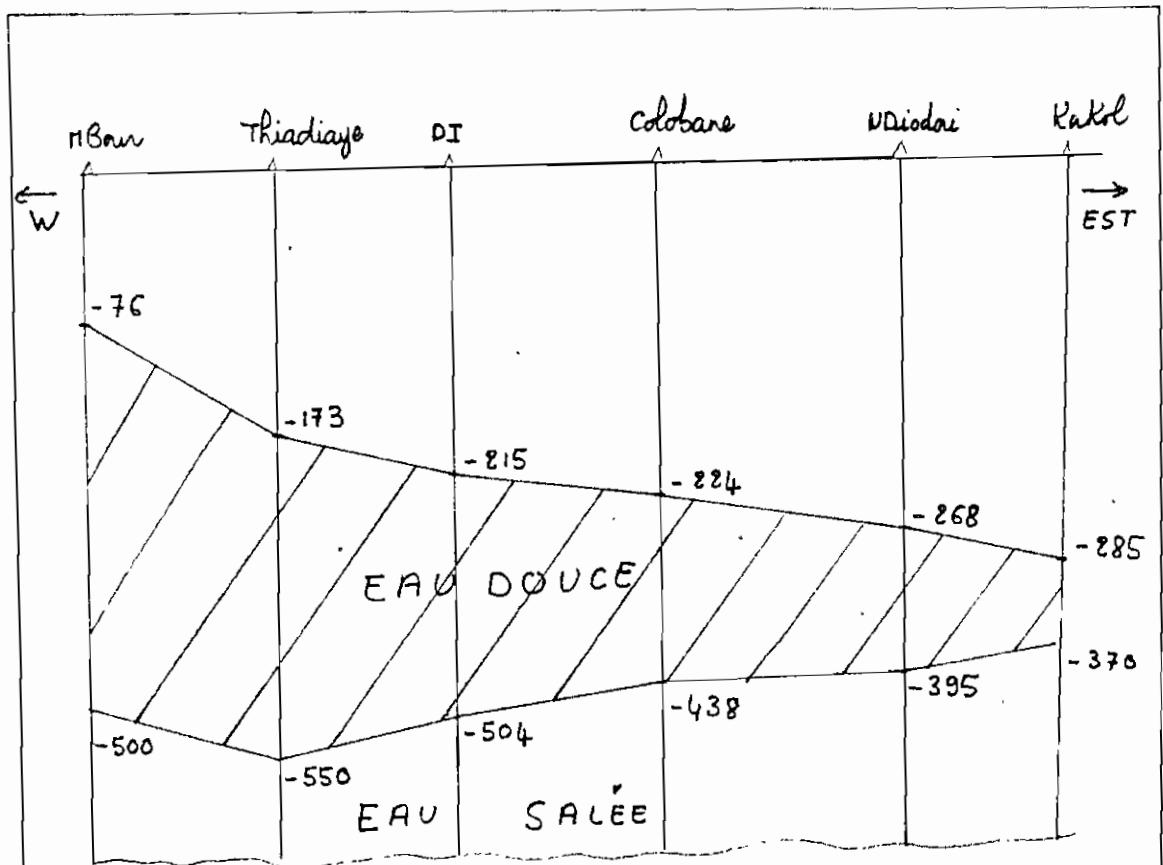
100 à 150 fois le volume du fleuve Sénégal

2) La nappe Maestrichtienne : ses caractéristiques

a) _____ l'épaisseur de la couche d'eau douce
_____ l'épaisseur des sables et grès contenant l'eau, augmente d'est en ouest passant par exemple de 60m à Verdadi, 404m à Nioro

b) La profondeur

La profondeur de la nappe est importante, le toit de la nappe se rencontrant en général entre 200 et 400m en dessous du niveau de la mer.



épaisseur et profondeur de
la nappe maestrichtienne

N.B : Pour la position des centres où ces forages ont été effectués
se référer à la carte de la page 19

c) Qualité de l'eau

La matrice de l'aquifère contient une eau dont la teneur en sel ne dépasse pas 500 mg/l. D'est en Ouest, les teneurs en sel augmentent d'abord lentement de 0,2g à 0,5g.

En Casamance, la plupart des sondages ont donné de l'eau salée. Ainsi les teneurs en sel de la nappe maestrichtienne semblent être le résultat d'un équilibre entre 2 manifestations contradictoires :

- à l'est : influence d'eaux douces
 - à l'Ouest : influence d'eaux salées d'origine actuelle ou fossile
- Pour la quasi totalité du pays, cette eau est favorable à l'usage humain et animal (limite 2g/l) etant peu acide et contenant de bons éléments minéraux, avec quelques exceptions (Kaolack, Fatick : fluor en excès)

II.2) LES EAUX DE SURFACE

Plusieurs bassins hydrographiques s'étendent sur le territoire sénégalais. Il existe deux systèmes importants : celui du cours inférieur du Sénégal et celui du cours moyen de la Gambie. La Casamance est un petit fleuve côtier.

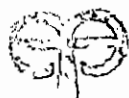
Tous les cours d'eau ont un régime tropical, marqué par une période annuelle de basses eaux. Beaucoup de rivières tarissent dès février - Mars et restent à sec jusqu'en juillet. Le Sénégal et la Gambie sont en eau toute l'année puisqu'ils sont alimentés par les pluies abondantes qui tombent sur les montagnes du Fouta-Djallon en Guinée.

a) Le Sénégal

Le Sénégal reçoit un grand affluent, la Falémé, à son entrée en territoire sénégalais. A Bakel, le niveau du fleuve remonte rapidement en juillet - Août. Le maximum de la crue annuelle y est atteint en Septembre.

Vers la mi - juin, les eaux mortes remontent dans le lit fluvial en période de basses eaux. C'est pourquoi les eaux deviennent salées dans la région du Delta. Une année sur deux, elles atteignent Dagana.

Le débit moyen annuel du Sénégal est de $780 \text{ m}^3/\text{s}$ à Bakel



sur une période de 64 ans. Depuis 1968, le fleuve a connu une série d'années très déficitaires, liées à la diminution des pluies dans le haut bassin qui correspond à la période de sécheresse dans le Sahel

b) La Gambie

D'une longueur de 850 km, la Gambie traverse trois territoires :
La Guinée, le Sénégal et la Gambie

Les crues de ce fleuve est moins importante que celle du Sénégal puisque son bassin-versant est beaucoup plus petit. A Kedougou son niveau monte d'une dizaine de mètres pendant les hautes eaux. Ses débits sont peu connus jusqu'à présent. Près de 90% des eaux s'écoulent de juillet à octobre.

c) La Casamance

La Casamance n'est qu'un petit fleuve, sans alimentation latérale. La crue s'écoule lentement par suite de la faiblesse de sa pente. La vallée inférieure est occupée par des eaux marées. L'eau salée, en période de basses eaux, remonte le fleuve jusqu'à Sedhiou

3^{eme} partie : alimentation en eau des
villes

I) limites de l'étude et aperçu sur la situation économique

a) L'étendue de l'étude, la complexité du problème et la difficulté à cerner tous les paramètres qui entrent en ligne de compte nous obligent à nous limiter dans un certain cadre. C'est pourquoi l'étude se limitera aux villes de plus de 10.000 habitants et qui sont supposées de grandes agglomérations en l'an 2000

Les critères de bases qui ont présidé à ce choix résident dans :

- le développement actuel de ces villes, leurs rôles et leurs importances dans la vie économique et social du pays
 - Le rôle que ces villes sont appelées à jouer en l'an 2000 compte tenu de leur situation géographique, de leur avenir économique supposé et des plans de développement concernant leur zone d'influence
- Ces villes au nombre de 19 se répartissaient en 1960/1961 une population d'environ 780 000 habitants. Les résultats du recensement général de la population de 1976 montre que la population de ces villes a atteint 1 457 424 habitants.

D'après les prévisions du service national de la statistique, ces villes vont atteindre vers l'an 2000 une population de 4 millions avec un taux de croissance variable 3 à 5% et parfois 6 ou 7% pour certaines

Cette forte croissance de la population, conjuguée à une urbanisation

rapide et un effort de plus en plus grand d'industrialisation et de mise en valeur de nos ressources ne va pas sans poser de nombreux problèmes pour l'alimentation en eau des populations, de l'industrie, du secteur commercial et des services sociaux.

Une évaluation des besoins en eau, une planification des infrastructures s'avèrent indispensables pour surmonter le problème de l'eau.

Pour la commodité du rapport, on classera ces villes en trois catégories. Cette répartition tient compte de l'importance de ces villes sur les plans démographiques, économiques et de leur rayonnement.

a) Sur l'axe Dakar - Thies

Dakar	798 798 kto
Rufisque	
Thies	117 335 kto

b) Les autres capitales régionales

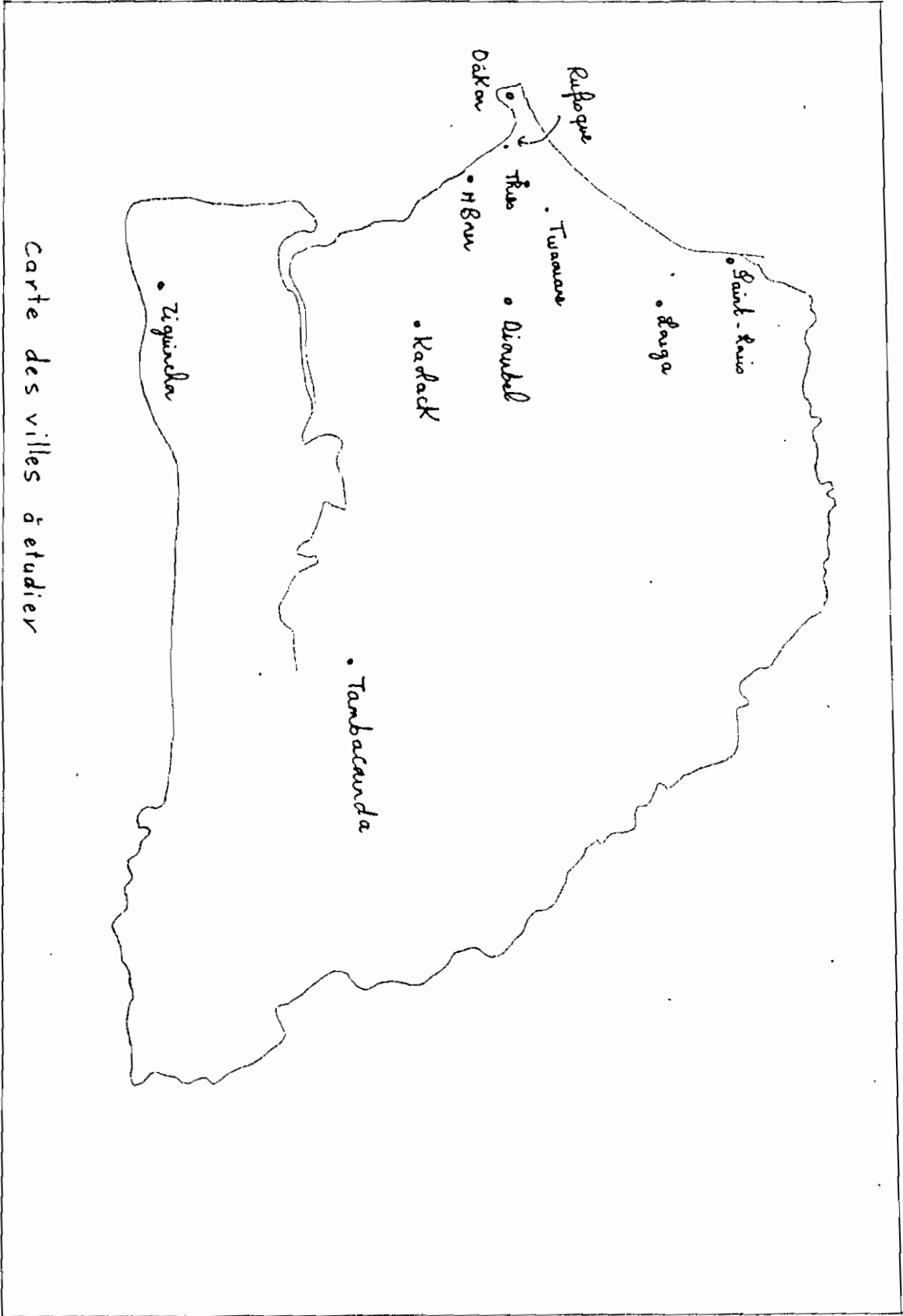
Kadack	106 899 kto
Ziguinchor	78 777 kto
Saint-Louis	88 404 kto
Tambacounda	34 700 kto

Diourbel	50618 Rto
Kouga	52100 Rto

c) Les villes relais

11 Bour	37663 Rto
Bignona	10056 Rto
Kolda	19302 Rto
Tivaouane	17351 Rto
Natam	10002 Rto
Fatick	12470 Rto
Bambey	10044 Rto
11 Backé	25032 Rto
Guinguineo	10860 Rto
Dagana	10056 Rto

Dans le cadre du projet, sur l'ampleur du sujet, la variété des paramètres à étudier, l'ensemble des villes relais ne peuvent être étudiées. C'est pourquoi nous nous limiterons à 11 Bour, Tivaouane, Fatick



Carte des villes à étudier

Carte (20)

Carte (21)

b) Situation démographique et économique

En Afrique tropicale, le Sénégal fait figure de pays relativement urbanisé. La population urbaine actuelle approche 2 000 000 hts sur un total de 5 085 000 hts soit un taux d'urbanisation de 38%. Les autres villes autres que l'agglomération dakaroise rassemblent 45% de la population urbaine totale ; ainsi un citadin sénégalais sur deux vit hors de la capitale et de ses villes satellites. L'origine et l'essor actuel des villes sénégalaises sont dus principalement à des causes historiques et aux mouvements récents de population.

Les mouvements sont récents (généralement après 1960) et expliquent le gonflement très accusé de certaines agglomérations sénégalaises. L'exode rural a entraîné, comme dans la plupart des pays intertropicaux, l'augmentation rapide des effectifs urbains surtout par l'urbanisation de nombreux centres ruraux et de petits bourgs. Les petites villes de l'intérieur jouent souvent le rôle de relais pour les migrants attirés par une installation à Dakar ou dans le Cap Vert.

Les villes sénégalaises présentent de grandes disparités sur les plans économique, culturelle. Ces disparités proviennent de facteurs historiques, économiques et de la volonté des pouvoirs publics.

de promouvoir telle ville ou autre au dépens des autres.

Ainsi Dakar regroupe à elle seule plus de 80% du potentiel industriel du pays et la majorité des travailleurs du secteur salarié.

Pour remédier à cette situation, des tentatives d'industrialisation s'opèrent au niveau des capitales régionales dans l'intention de décongestionner l'agglomération dakaraise.

II) Alimentation en eau des villes

A) Remarques sur l'estimation des besoins

La consommation moyenne par jour et par habitant dans une grande ville moderne y compris les besoins commerciaux et industriels dépasse parfois 2000 litres. Plus généralement, dans les villes moyennes, la consommation est de 500 litres (dont 45% pour les besoins domestiques, 45% pour l'industrie et le commerce et 10% pour les services publics). A l'opposé, un naufragé peut survivre sur un îlot en ne disposant que d'un seul litre d'eau par jour et cinq suffiraient à lui assurer un certain confort.

L'écart entre ces deux extrêmes est grand et, l'on perçoit donc les difficultés que l'on rencontre dans la détermination des taux de consommation que nous devons considérer dans l'évaluation des besoins dans nos pays où les statistiques précises font défaut. Une étude BCEOM estimait comme suit les besoins domestiques journaliers dans les agglomérations d'Europe - Nord

- besoins 2 à 3 litres
- cuissons des aliments 2 à 4 litres ^{par personne}
- propreté corporelle 20 litres
- nettoyage maison - WC 10 à 20 litres

- lavage du linge 10 à 14 litres

Sat 50 à 60 litres / personne par jour

Le chiffre n'est qu'une base de travail et ne peut être pris comme valable pour l'ensemble des villes entrant dans notre étude car la consommation est fonction du statut économique, du revenu du consommateur et ces facteurs diffèrent grandement de Dakar à Ntamb. La consommation moyenne journalière actuelle peut être estimée à partir de données fournies par la SONEES (société nationale d'exploitation des eaux du Sénégal). Toutefois ces données doivent être considérées avec prudence car dans beaucoup de villes, la répartition de la consommation entre les différents consommateurs (industrie, particuliers, services, commerce etc...) n'est pas connue avec précision.

Il faut aussi souligner que dans beaucoup de villes, en dehors du patrimoine géré par la SONEES, les populations assurent leur alimentation en eau à partir de puits dont le nombre, les débits et les quantités fournies ne sont pas connus avec précision.

B) Alimentation en eau sur l'axe Dakar - Thiès

1) Dakar

a) Demographie

La région du Cap Vert regroupait en 1976 près d'un million d'habitants, soit un sénégalais sur cinq.

L'essor démographique est lié à l'attrait exercé par la capitale sur les populations rurales. Le pouvoir d'attraction dakarois s'explique par les fonctions de la ville.

Le poids économique de Dakar est considérable. En 1976, la capitale concentrait 55% de la population active urbaine, 63% des salaires du secteur moderne.

Selon les prévisions, la population du Cap Vert en 1984 serait de 1 300 000 hts.

Au taux de croissance de 7,5%, la population de Dakar en l'an 2000 sera de 2 240 000 hts.

b) Alimentation en eau

- Historique

Au début du siècle, alors que Dakar ne comptait que quelques milliers d'habitants, les faibles besoins étaient satisfaits par les exploitations de Hann (littoral Sud-Est de la presqu'île).

et de 118ao qui par puits exploitait les eaux de sub-surface contenues dans les formations sableuses superficielles.

Quelques années plus tard, l'exploitation de la nappe infrabasaltique fut entamée mais de façon très empirique : 50 ouvrages (puits et forages) furent mis en place au gré des besoins sans tenir compte des possibilités de la nappe, et même sans prévoir des ouvrages de contrôle (piezomètres) aux endroits névralgiques.

Il va sans dire que dans de telles conditions, la nappe fut surexploitée et dans certains secteurs des intrusions d'eau salée se manifestèrent notamment à l'Est et à l'Ouest.

Après la nappe infrabasaltique, d'autres nappes furent exploitées comme la nappe de Thiara, de Pékoulouane et de Pont.

Les ressources connues disponibles en eau souterraine s'élèvent actuellement à 113000 m³/j environ.

A côté de l'eau souterraine, il y a l'eau du lac de Guiers qui a permis un accroissement de la production journalière pour Dakar de 54000 m³.

Une extension du projet en deux phases ultérieures est envisagée.

La production en eau potable pour Dakar sera de 84000 m³/j dans la 2^e phase et de 122000 m³/j dans la 3^e phase.

- Perspectives

La répartition de la consommation d'eau se répartit comme suit

- consommation domestique 42%
- consommation industrielle 15%
- services, écoles, hôpitaux 29%
- police, pompiers, armée 14%

C'est sur cette base que le bureau d'études hollandais NEDECO a établi les besoins en eau pour Dakar jusqu'en l'an 2000 sur la base d'un taux d'accroissement de la production moyenne journalière de 4,5% par an environ

On s'est attaché, en premier lieu, à satisfaire les besoins de Dakar en tenant compte de deux sources d'approvisionnement : lac de Djiguero et eaux souterraines. Cet impératif a décidé d'un échelonnement dans le temps d'une part des mises en service des différents captages d'eau souterraine

La confrontation des ressources et des besoins montre qu'il apparaît un déficit croissant à partir de 1994 qui atteindra $80000 \text{ m}^3/\text{j}$. Ce déficit ne pourra pas être couvert par les eaux souterraines actuellement exploitées dans le Cap Vert, mais il faudra faire appel à la nappe de Pout et aux eaux de surface

Periodes	Ressources $10^3 \text{ m}^3/\text{j}$	Besoins $10^3 \text{ m}^3/\text{j}$
1977 - 1982	127	127
1982 - 1985	147	147
1985 - 1989	182	182
1989 - 1992	219	219
1992 - 1994	235	235
1994 - 2000	235	315

2) Rufisque

Rufisque est alimentée au moyen des forages de Prut et Sebikotane. On peut considérer que Rufisque fait partie de la zone d'alimentation en eau de la ville de Dakar et que pour l'avenir, les problèmes de Dakar sont ceux de Rufisque.

La population qui comptait 50000 hts en 1960, passerait vers l'an 2000 à :

- 200000 hts avec un taux d'accroissement de 4%
- 270000 hts avec un taux d'accroissement de 5%

Cette population consommerait alors, sur la base de 50 à 70 l/h/j entre $10000 \text{ m}^3/\text{j}$ et $19000 \text{ m}^3/\text{j}$

3) Thies

a) Population

Thies, de par son infrastructure économique, sociale et sanitaire joue un rôle de ville canefou. L'intensité de son essor a un rôle attractif sur les masses rurales et semi-urbaines de la région. Selon les prévisions et sur la base d'un taux d'accroissement de la population de 5,3% la population en l'an 2000 sera de

$$P_{2000} = P_{1976} (1 + \alpha t) = 117335 (1 + 5,3\% \times 24) = 266000 \text{ Hto}$$

b) Approvisionnement actuel en eau

Thies est alimentée en eau par 6 forages dénommés F3, F4, F2, BA 2, F5 et F7 qui puisent leur eau dans la nappe massich-tienne à des profondeurs variant entre 300 et 600 m. Les forages fournissent un débit horaire de 554 m³/h

Selon les relevés effectués par la SONEES, la consommation moyenne en eau pour la ville de Thies s'élève à 7400 m³/j ce qui correspond à 14h de pompage. Les installations en place parviennent à satisfaire la demande sans utiliser le maximum de leurs potentialités.

Par une population de l'ordre de 117335 Hto, la consommation moyenne journalière s'élève à 64 l/Ht/j. Ce qui constitue une

moyenne acceptable. A l'heure actuelle, seul un traitement bactériologique par injection d'eau de javel est réalisé

Forage	année d'exécution	Aquifère capté	Profondeur (m)	débit m^3/j
Thies F3	1968	Naest	380	80
F4	1967	"	347	100
F8	1958	"	600	75
BA8	1956	"	358	60
F5	1979	"	430	109
F7	1979	"	685	130

Toutes les ressources hydrauliques appartiennent à l'Etat en application de la loi 65-69 du 19 juillet 1965 relative à la production ou au captage, au transport et à la distribution de l'eau.

Il persiste néanmoins un accord tacite permettant aux particuliers de creuser des puits peu profonds à usage domestique ou pour le petit maraîchage. Le débit est alors limité en principe à 2 ou 3 m^3/j . Ainsi il existe toujours dans la ville de Thies des puits dont le nombre est actuellement difficile à estimer et qui représentent une source certaine d'approvisionnement dans les quartiers desservis par le réseau.

40

c) Approvisionnement en eau d'ici l'an 2000

Sur la base d'une consommation journalière de 70 l/Abt/j , la consommation domestique s'élèvera à $18900 \text{ m}^3/\text{j}$. La consommation domestique est estimée à 80% des besoins totaux, donc les besoins en eau pour l'an 2000 seront évalués à $23000 \text{ m}^3/\text{j}$

Si nous supposons 20 h de pompage par jour, ce qui constitue de l'avis du chef de région de la SONEES, le maximum raisonnable en regard à la nature et à l'état des équipements en place et au mode d'opération, les 6 forages fourniront en l'an 2000 environ

$$554 \text{ m}^3/\text{R} \times 20 \text{ h/j} = 11080 \text{ m}^3/\text{jour}$$

ce qui est de loin inférieur aux besoins estimés à $23000 \text{ m}^3/\text{j}$

Il faudrait donc envisager des solutions pour pallier à ce déficit en eau.

Deux solutions sont possibles :

- alimentation à partir du lac de Djouers : cette solution ne peut être envisagée à court terme. La capacité des installations du lac de Djouers parviennent à peine à répondre aux besoins de Dakar et cette solution ne pourra être retenue qu'après la régularisation du niveau du fleuve Sénégal par les barrages de l'ONVS
- réalisation de nouveaux forages de captage

Estimant le débit d'un forage nouveau à $100 \text{ m}^3/\text{R}$ avec

20l de fonctionnement par jour soit une capacité de production de $2000 \text{ m}^3/\text{jour}$, il faudrait au moins

$$(\text{demande} - \text{capacité de production en place}) / 2000$$

$$= \frac{23000 - 7400}{2000} = 8 \text{ forages supplémentaires pour couvrir les besoins moyens en l'an 2000}$$

c) Alimentation en eau des capitales régionales

1) Saint-Louis

a) Population

La ville de Saint-Louis, comme toutes les capitales régionales du pays, grâce à son infrastructure économique et sociale, connaît un important phénomène de concentration urbaine dû principalement à l'exode rural.

En 1976, la population était estimée à 88404 habitants.

A un taux de progression de 3%, la population passerait en l'an 2000 à ~~150000~~ 135000 hts ou 195000 hts si un taux de croissance de 5% était retenu.

b) Alimentation actuelle

La ville est alimentée par un système de marigots où l'eau douce est emmagasinée au moment des crues du fleuve. Cette eau est traitée avant d'être livrée à la consommation.

Au mois de Janvier 1981, la quantité d'eau distribuée par la SONEES s'élevait à 170000 m^3 , ce qui donne une consommation journalière de $6000 \text{ m}^3/\text{j}$

c) Alimentation pour l'avenir

Dans les plans qui viennent et longent au delà, les réalisations prévues dans le cadre de l'aménagement du bassin du Férégal permettront d'alimenter en eau Saint-Louis, qu'il s'agisse du barrage du Delta ou celui du haut bassin

Techniquement deux solutions sont possibles :

- extension progressive du système actuel en augmentant les installations de traitement d'eau existantes à Saint-Louis
- raccordement de Saint-Louis à la conduite du lac de Guiers à hauteur de Pal

Cependant un calcul de rentabilité économique doit permettre de dégager la meilleure solution

Actuellement la consommation par habitant/jour s'élève à 65 l/h/h/jour . Si l'on considère que la consommation augmente avec le degré de développement, l'augmentation du pouvoir d'achat, l'urbanisation, on peut estimer en l'an 2000 la consommation journalière par habitant à environ 70 à 80 l/h/h/jour . Les besoins atteindront $13650 \text{ m}^3/\text{j}$ à $15600 \text{ m}^3/\text{j}$ soient le $1/7$ et le $1/6$

de la capacité initiale des installations de NGurb qui sont de $100000 \text{ m}^3/\text{j}$

2) Louga

a) Population

Depuis quelques années, Louga est devenue la capitale de la 8^e région. Le nouveau statut a produit un renouveau à cette ville que les pouvoirs publics ont décidé de faire le pôle d'attraction de la région. Il s'en est suivi un accroissement rapide de la population.

De 1973 à 1981, la population est passée de 38000 hto à 52100 hto soit un taux d'accroissement de 5%.

Si ce taux de croissance est maintenu par l'avenir, la population en l'an 2000 atteindra 101595 hto.

b) Alimentation en eau

Jusqu'à l'année 1976, Louga était alimentée en eau par trois forages F₁, F₂, F₃ dont les débits étaient respectivement de $12 \text{ m}^3/\text{h}$, $13 \text{ m}^3/\text{h}$, $10,5 \text{ m}^3/\text{h}$ soit un débit total de $35,5 \text{ m}^3/\text{h}$.

Si l'on considère qu'un pompage de 24h par jour est nécessaire pour donner la consommation moyenne journalière, le débit journalier atteint $750 \text{ m}^3/\text{j}$.

Avec l'accroissement rapide de la population, l'infrastructure en place n'était plus à même de satisfaire les besoins en eau de la collectivité.

Deux possibilités d'approvisionnement étaient possibles :

- pompage dans la nappe phréatique
- raccordement sur la conduite Guiers - Dakar

Le pompage dans la nappe phréatique, pratiqué jusqu'à maintenant ne pouvait plus satisfaire la demande en eau

L'exécution de forages est très aléatoire car on ne connaît pas suffisamment les possibilités des nappes souterraines en dehors de celles des sables du mastrichtien qui contiennent une eau assez salée.

Il a fallu donc opter pour la seconde solution, à savoir se raccorder à la conduite Guiers - Dakar (distance 3000 m environ)

En l'an 2000, si on se base sur une consommation de 50 à 70 l/pers/jour, les besoins en eau seront de l'ordre de 5000 m³/j à 7000 m³/j.

Le développement industriel entraînera des besoins en eau que l'on peut estimer à 10% de la consommation domestique soit 500 à 700 m³/j

3) Kadack

a) Situation actuelle

La ville de Kadack est alimentée en eau par 6 forages dont les captifs sont dans le maestrichien à des profondeurs comprises entre 233 et 351 m. L'eau de ces forages est assez chargée en sels, de plus elle contient un taux excessif de fluor qui la classe dans la catégorie des eaux non potables (le fluor en excès a un effet néfaste sur la dentition).

Une étude est en train d'être effectuée et elle porte sur l'évaluation des ressources en eau souterraine et les possibilités de leur exploitation entre le Sine et la Gambie. La première phase de cette étude porte sur la recherche d'eau douce susceptible d'alimenter Kadack. Cette eau de très bonne qualité serait alors mélangée à l'eau maestrichienne actuellement consommée qui serait ainsi rendue potable, la teneur en sel diminuant de moitié et le fluor en petite quantité étant excellent pour la dentition.

b) Perspectives ultérieures

De 1960 à 1969, la ville de Kadack est passée de 66 000 hts à 99 000 hts, elle a donc augmenté de 50% en 9 ans.

Un taux de croissance de 5% conduirait à une population de 380 000 hts en l'an 2000, un taux de 4% à 280 000 hts.

46

On peut estimer à $100 \text{ m}^3/\text{A}$ le débit d'exploitation de nouveaux forages. On suppose 90h de pompage par jour, ce qui constitue le maximum raisonnable.

Le nombre de forages à mettre en place d'ici l'an 2000 est donné par la relation

$$\frac{\text{demande} - \text{capacité de production en place}}{2000}$$

Vers l'an 2000, une population de 380000 hts consommera environ $27000 \text{ m}^3/\text{j}$ sur la base de $70 \text{ l}/\text{ht}/\text{jour}$

Avec la réalisation des projets industriels en cours, on peut supposer que la consommation industrielle atteindra 10% de la consommation domestique et, elle sera de l'ordre de $2700 \text{ m}^3/\text{j}$

La demande totale sera donc de l'ordre de $29700 \text{ m}^3/\text{j}$

En janvier 1981, la production journalière se situait à $6000 \text{ m}^3/\text{j}$. Le nombre de forages à mettre en place en

place sera de : $\frac{29700 - 6000}{2000} = 12$ forages

Une bonne planification nécessite l'échelonnement de la construction de ces forages dans le temps afin de satisfaire les besoins en eau à tout moment.

4) Ziguinchor

a) Population

La ville de Ziguinchor, comme toutes les capitales régionales du pays, grâce à son infrastructure économique et sociale, connaît un important phénomène de concentration urbaine dû principalement à l'exode rural.

Le recensement général de la population de 1976 donne pour Ziguinchor une population de 72777 hts.

En l'absence de données précises sur les taux de croissance actuel et futur, nous pouvons retenir le taux de croissance moyen de 5% qui est proche de celui des autres capitales régionales qui jouent le même rôle que les métropoles d'équilibre.

En l'an 2000, Ziguinchor comptera une population de 160440 hts.

b) Alimentation en eau

Sur le plan des infrastructures hydrauliques, la ville compte une dizaine de forages dont quatre seulement sont actuellement fonctionnels pour l'approvisionnement en eau. Ces forages puisent leurs eaux dans le continental terminal et fournissent un débit total horaire de $180 \text{ m}^3/\text{h}$.

A côté de l'eau provenant des forages et qui sont gérés par la SONEES, il y a celle provenant de puits privés.

En effet la nappe phréatique dans la ville n'est jamais à plus de 15m de profondeur. Chaque concession ou chaque groupe d'habitations possède un puits qui donne de l'eau douce toute l'année. On estime le nombre de puits entre 1500 à 2000. Ces puits donnent 90 à 110 m³/j

Il n'y a pas possibilité de captage d'une eau de surface.

Il reste donc deux alternatives :

- eaux de la nappe phréatique peu profonde
- eaux d'une nappe plus profonde

L'eau distribuée provient de la nappe du continental terminal. Cette nappe est suffisamment puissante pour alimenter la ville et il n'y a pas eu jusqu'à maintenant de problème de captage.

Sur la base d'une consommation de 50/70 l/Rt/jour, les besoins en eau de la ville de Ziguinchor seront évalués à 8000 m³/j

(pour 50 l/Rt/j) ou 11207 m³/j pour 70 l/Rt/jour

Dans les années à venir, la ville est appelée à connaître un important développement industriel, touristique que ces immenses potentialités laissent augurer.

On peut supposer qu'en l'an 2000, les besoins en eau des secteurs industriel et touristique représenteront 10% de la consommation

domestique. La demande totale sera alors de $18328 \text{ m}^3/\text{j}$
 Au mois de janvier 1981, la consommation d'eau enregistrée par
 la SONBES s'élevait à $2400 \text{ m}^3/\text{j}$

Il faudra mettre en place d'ici l'an 2000

$$\frac{18328 - 2400}{2000} = 5 \text{ forages}$$

Cette construction de forages doit s'accompagner de la création de
 réseaux de distribution d'eau dans les quartiers en cours de lotise-
 -ment.

5) Tambacounda

a) Population

Année	Population
1973	26000
1977	34700
1981	46400

Le taux de croissance important, provient du fait que Tamba est une
 ville en plein essor, les pouvoirs publics ayant décidé d'en faire
 le pôle de croissance pour le Sénégal-Oriental.

L'infrastructure économique, sociale et culturelle s'y développe
 et le tourisme y occupe une part de plus en plus importante grâce
 à la mise en valeur de la région de la région de Niokolo-Koba et

à la création d'un équipement hôtelier important à moyen terme. Entre 1977 et 1981, le taux de croissance se situait à 8%. Ce taux de croissance est assez 'élevé' et ne peut être maintenu pour la ville de Tamba située dans une région de faible densité. Ce taux de croissance ne peut être attribué qu'à une situation conjoncturelle : sécheresse, déséquilibre économique entre Tamba et le reste de la région.

Au risque d'amener des déséquilibres graves sur le plan économique, un taux de croissance de 5% pour les 20 prochaines années peut être maintenu.

En l'an 2000, Tambacounda comptera une population de 90480 hts.

b) alimentation en eau

Jusqu'au mois d'Avril 1973, l'eau distribuée dans le réseau provenait d'un puits. Ce puits dont le débit nominal de $20 \text{ m}^3/\text{R}$ était par trop soumis aux fluctuations du niveau de la nappe phréatique, a été abandonné au profit d'un forage exécuté au début de 1973. Ce nouveau forage débite $40 \text{ m}^3/\text{R}$.

A côté de l'eau provenant du forage, il y a celle provenant des puits privés.

La ville est étendue et le réseau d'eau y est peu dense.

Les habitants ont donc creusé de nombreux puits dont la production varie suivant la saison et également l'année.

On dénombre 12 puits équipés de groupes de pompes électriques et, qui produisent chacun 2 à 3 m³/j

Les puits particuliers au nombre de 150 environ débitent journellement un volume d'eau estimé à 100 m³ environ.

La consommation journalière moyenne qui est estimée à 20 l/hl/jour est très faible. Pour atteindre la moyenne de 70 l/hl/jour que nous fixons par objectif d'ici l'an 2000, un important programme d'hydraulique urbaine doit être élaboré par la ville.

Le programme consistera en :

- la création d'un réseau d'adduction d'eau pour les secteurs qui en sont dépourvus et les nouveaux quartiers à bâtir
- la construction échelonnée de forages
- la construction de châteaux d'eau

Sur la base d'une consommation de 70 l/hl/jour, les besoins en eau seront estimés à :

- besoins domestiques 6334 m³/j
- besoins industriels (40% BO) 635 m³/j
- = besoins totaux 6969 m³/j

Capacité actuelle 934 m³/j

Nombre de forages à mettre en place } $\frac{6969 - 934}{2000} = 4 \text{ forages}$

6) Diourbel

a) Population

Selon les statistiques, Diourbel comptait en 1960 30000 hts. et 50618 hts en 1976

Avec un taux annuel moyen de croissance de 3%, la ville atteindrait 85000 hts vers l'an 2000 et 120000 hts avec un taux de 4%. Il faut considérer l'importance croissante que connaît cette ville dans le développement des activités économiques et administratives de la région grâce à l'amélioration de son infrastructure urbaine. Cela se traduit par un phénomène de polarisation exercé par l'agglomération urbaine vis-à-vis des populations rurales et semi-urbaines de la région

b) Approvisionnement en eau

Diourbel est approvisionné actuellement par 3 forages :

- le forage dénommé F₁, qui capte dans la nappe magistricienne à une profondeur de 305 m et débitant 100 m³/R
- le forage F₂ capte dans la nappe phréatique à une profondeur de 61 m avec un débit de 36 m³/R

d) Les villes relais

1) Twaouane

a) Population

En 1976, Twaouane comptait une population de 17 351 hts. Sur la base d'un taux de croissance de 4%, elle comptera en l'an 2000 une population estimée à 34 000 hts.

b) Alimentation en eau

La ville est alimentée en eau par un seul forage qui capte à une profondeur considérable (509 m) l'eau de la nappe massaliotique. Le débit est de $35 \text{ m}^3/\text{h}$, ce qui correspond à un pompage journalier maximum de 840 m^3 . L'eau est d'excellente qualité, peu minéralisée. Mais la zone aquifère du massaliotique n'est pas favorable à Twaouane à des captages d'un bon débit et le niveau du captage est "élevé" (90 m). Pour faire face aux besoins en eau, la solution la plus économique réside dans le raccordement à la canalisation du lac de Djipers. C'est qu'ainsi que depuis quelques mois, Twaouane est alimentée par forages et à partir du lac de Djipers. En l'an 2000, Twaouane consommera sur la base de $50/70 \text{ l}/\text{ht}$, 1700 à $2400 \text{ m}^3/\text{j}$.

2) M. Bour - Gjal Fadliath

Il s'agit d'examiner :

- d'une part les conditions d'alimentation en eau de la ville de M. Bour
- d'autre part les possibilités, à partir de M. Bour d'alimenter les villes et les villages de la petite côte dépourvus d'eau de bonne qualité (Gjal - Fadliath)

a) HBon

i) Population : En 1976, la ville comptait 38000 hts alors qu'elle n'était que de 14000 hts en 1960.

De par son infrastructure touristique, HBon connaîtra dans les années à venir un essor important. Selon les prévisions de la direction de la statistique, le taux de croissance moyen d'ici l'an 2000 avoisinera 4,5%. En l'an 2000, la population sera de 80000 hts.

ii) Approvisionnement en eau

HBon est alimentée en eau par 2 forages captant la nappe massaliotique à des profondeurs variant entre 220 et 339 m. Ces deux forages fournissent un débit total de $220 \text{ m}^3/\text{h}$. Ce qui correspond à une consommation journalière de $5280 \text{ m}^3/\text{j}$.

L'eau est de bonne qualité, peu minéralisée. La quantité de fluor est inférieure à $0,1 \text{ mg/l}$.

Sur la base de $70 \text{ l/h}/\text{hab}$, les besoins en eau pour l'an 2000 atteindront $5600 \text{ m}^3/\text{j}$.

b) L'alimentation de Joul - Fadhinth

Joul et Fadhinth consomment actuellement chacun $80 \text{ m}^3/\text{j}$ d'une eau de mauvais goût et de mauvaise qualité, trop minéralisée et contenant une teneur excessive de fluor qui la rend peu potable.

Il serait possible de fournir à Joul une eau de bonne qualité en abandonnant les forages actuels et en utilisant l'eau de HBon.

Il suffirait de fournir sur une distance d'une vingtaine de kms l'installation de la conduite qui doit desservir les bungalows de

Niang.

Les dimensions de la conduite seraient alors calculées :

- en fonction des capacités d'absorption de cette agglomération et des

villages intermediaires

- en tenant compte egalement de la probabilite d'un accroissement de la consommation due a la meilleure qualite de l'eau (alimentation des populations, possibilites de cultiver de petits jardins individuels)
- dans la perspective d'un developpement touristique probable de la petite cote elle-meme centre d'attraction de la population

3) Fatick

Avec un taux annuel moyen de croissance de 4% cette ville passera vers l'an 2000, de 7000 hts en 1960 a 28000 hts soit un quadruplement de la population

La qualite de cette eau est defectueuse. Elle contient 1,5 g de sel par litre qui serait acceptable sans la presence de fortes quantites de fluor. La question de l'alimentation en eau d'ici l'an 2000 pose les memes problemes qu'a Kaolack, la nappe phreatique etant salee. Mais il serait possible d'ameliorer la qualite par un melange des eaux provenant d'une nappe situee dans les calcaires a l'est de Fatick

Les recherches qui seront entreprises permettront probablement de résoudre le probleme.

9

d) Recapitulatif des besoins

1) besoins en 1981

- Axe Dakar - Thies	126 000 m ³ /j
- Autres capitales regionales	19 634 m ³ /j
	<hr/>
	145 634 m ³ /j

2) besoins en l'an 2000

- Axe Dakar - Thies	
Dakar	315 x 10 ³ m ³ /jour
Rufisque	19 000 m ³ /j
Thies	23 000 m ³ /jour
	<hr/>
	357 000 m ³ /j
- Autres capitales regionales	81 300 m ³ /j
	<hr/>
	438 300 m ³ /j

C'est à dessein que dans ce tableau recapitulatif nous nous sommes limités à Dakar et aux capitales regionales car, le sujet est si vaste, les parametres à considerer si nombreux et si complexes qu'on n'est obligé de proceder à des simplifications, de sectionner certaines parties pour exposer l'essentiel.

Dans vingt ans, les besoins en eau des villes que nous venons d'enumerer tripleront. Cette croissance rapide des besoins exige l'elaboration d'une politique hardie de l'eau pour satisfaire à tout moment les immenses besoins qui exigeront dans les années à venir la croissance rapide des villes sénégalaises. Cette politique de l'hydraulique urbaine doit avoir pour piliers:

- une bonne planification dans la construction des forages pour éviter le fait que l'on construisait dans le passé. La population croissait continuellement, les besoins en eau supplémentaire se faisaient sentir et l'on étudiait les possibilités d'un forage nouveau. Les délais étaient si longs, les procédures administratives si compliquées qu'une fois le forage construit, il ne parvenait pas à satisfaire les besoins de l'heure.

- Cette politique de l'eau doit s'accompagner d'un plan d'aménagement du territoire afin de fournir en eau tout nouveau lotissement et équiper les lotissements déjà existants et non encore pourvus en infrastructures hydrauliques

L'analyse des consommations moyennes journalières par habitant donne une moyenne de 70 l/hab/j. Ce chiffre cache de grandes disparités entre Dakar (144 l/hab/jour) et une ville comme Fatick 30 l/hab/jour

Un effort important doit être consenti pour amener cette consom-

- mation au seuil minimal de 70 l/hab/jour, seuil que le BCEOM juge nécessaire pour la satisfaction des besoins essentiels.

Dans l'évaluation des besoins, nous n'avons pas tenu compte des besoins en eau des animaux pour les raisons suivantes-

- l'étude se limite à l'hydraulique urbaine alors que les animaux vivent surtout en monde rural et relèvent donc de l'hydraulique villageoise

- On remarquera certes un petit élevage surtout dans les villes secondaires. Certains citadins élèvent dans leurs concessions quelques poules, des moutons. Mais cet élevage est si faible que nous avons jugé de

ne pas en tenir compte.

Mais dans une vue globale, il faudrait faire une étude approfondie pour pouvoir évaluer les besoins des arimaux, car dans les villes moyennes ce genre d'évage est à encourager et à promouvoir, car il va dans le sens d'un développement harmonieux de tous les secteurs qui concourent au développement.

Le tableau de la page suivante laisse apparaître clairement les grandes disparités qui existent dans la consommation en eau pour les différentes villes. Cette consommation est fonction du développement économique, du revenu des populations. Ainsi Dakar se classe dans le peloton de tête des villes pour la consommation, suivie des capitales régionales qui jouent un rôle de villes canaux et de pôles d'attraction pour les populations urbaines et semi-urbaines.

Les taux de consommation pour les villes de Ziguinchor et Tambacounda sont relativement par rapport à ceux des autres villes. Mais il faut souligner que ces consommations ne tiennent pas en considération les quantités d'eau provenant des puits et qui sont une source assez appréciable.

Ainsi les objectifs à long terme globaux tendent à élever les taux de consommation à 70 l/Ab/j , seuil qui n'est atteint actuellement que par la ville de Dakar.

(1) 2 3 4 5

villes	Population en 1976 Rto	Population en 1981 Rto	Population en 1984 Rto	Consommation en eau mensuelle en 1984 m ³ /j	Consommation en eau journalière en l'an 2000	Consommation par Abt l/Abt/jour
Dakar	798792	2240000	127 x 10 ³ m ³ /j	315 x 10 ³ m ³ /j	144	
Rufisque	70000	200000	3600	19000	58	
Thies	117335	266000	7400	23000	64	
St-Louis	88404	195000	6000	14000	65	
Diourbel	52100	101595	3300	6000	69	
Kolda	106899	320000	6000	27000	57	
Ziguinchor	72777	160000	2406	19328	33	
Tambacounda	34700	90480	934	6970	27	
Diourbel	50618	100000	2200	6000	43	
Tiessane	17351	34000	840	2400	48	
M'Bour Jod	37663	80000	4000	5280	50	

Handwritten notes and signatures at the bottom of the page.

Handwritten notes on the right side of the page, including a date '31-5-84' and a signature.

4^e partie :

Gestion des ressources
en eau

IV. 1) Generalités

La 3^e partie de l'étude a montré que les besoins en eau des villes augmentent à un rythme qui s'accroît de décennie en décennie et même d'année en année. Dans les vingt prochaines années, les besoins en eau tripleront en passant de près de 15 000 m³/j à 45 000 m³/j. L'immensité des besoins dans ce pays où l'eau est si rare, si précieuse, exige que tout soit mis en œuvre pour gérer rationnellement les ressources disponibles.

Le Sénégal dispose d'énormes quantités en eaux souterraines et en eaux de surface, et dans une vision globale des ressources en eau, on peut affirmer que le problème n'est pas surtout un problème de quantité, mais de répartition et de qualité.

Il devient de plus en plus urgent dans les années à venir de faire appel aux techniques d'accroissement des ressources en eau pour faire face aux difficultés d'approvisionnement en eau pour les besoins domestiques, l'industrie, le commerce etc...

Parmi ces techniques d'accroissement des ressources en eau nous mentionnerons :

- la régénération des eaux usées avec ses multiples applications
- la déminéralisation de l'eau de mer
- l'alimentation des nappes par infiltration etc...

Une bonne gestion des ressources ne se limitera pas à une exploitation rationnelle des eaux souterraines et de surface.

Il faut aussi préserver ces richesses contre toutes formes de

pollution qui peuvent déterminer la qualité de nos eaux. Il faut donc, par tous les moyens, chercher à appliquer d'urgence, contre la pollution des eaux, des mesures préventives pour épargner aux collectivités des atteintes plus ou moins graves à la santé publique.

IV: e) Les possibilités d'ici l'an 2000

En l'an 2000, les besoins en eau des villes (Axe Dakar - Thiès et les autres capitales régionales) atteindront $400000 \text{ m}^3/\text{j}$.

Cette forte demande n'est pas homogène pour toutes les villes.

De grandes disparités existent entre Dakar et sa banlieue où la demande atteindra $350000 \text{ m}^3/\text{j}$ et certaines villes secondaires où on n'attend que $3000 \text{ m}^3/\text{j}$.

Le problème de l'approvisionnement en eau ne trouvera pas de solution sur une base régionale mais à partir d'un plan national basé sur une évaluation nette de toutes nos ressources, de nos besoins.

La 3^e partie de l'étude a permis de dégager les besoins en eau jusqu'en l'an 2000, les infrastructures à mettre en place et leur échelonnement dans le temps.

C'est Dakar qui pose le plus de problèmes dans l'approvisionnement en eau. La croissance démographique assez élevée de l'ordre de 7%, son développement économique assez important par rapport au reste du pays font que ces besoins s'accroissent d'année en année dans des proportions rapides. Dans le même temps, certaines nappes surexploitées posent des problèmes et dans certaines zones, on remarque des intrusions d'eau salée.

Les immenses besoins qui seront nécessaires en l'an 2000 peuvent être trouvés dans l'utilisation :

- des eaux souterraines
- des eaux de surface
- d'autres possibilités

a) Les eaux souterraines

Dans l'ensemble du pays, les eaux souterraines sont d'excellentes qualités (sauf dans la région de Kaolack où la teneur en sel est assez élevée) et ne nécessitent pas de traitement ce qui réduit de beaucoup les frais d'exploitation.

L'autre avantage des eaux souterraines sur les autres sources réside dans la facilité de mettre progressivement les nappes en exploitation selon les besoins et compte tenu du débit en procédant à des séries de forages successifs à la demande et à leur raccordement à la canalisation adductrice.

b) Les eaux de surface

Le Sénégal est parcouru par deux grands fleuves : les fleuves Sénégal et Gambie

i) Le fleuve Sénégal

Actuellement le fleuve Sénégal alimente en eau les villes riveraines (Dagana, Natam, Poda, Amrossogui) et assure une partie des besoins en eau de Dakar grâce au projet du lac de Guiers.

Pour les villes riveraines, le problème majeur n'est pas celui de la quantité puisque'il suffit de puiser directement dans le fleuve, mais un problème de qualité car les installations de traitement des eaux sont peu adéquates et la qualité de l'eau est souvent douteuse. Seul l'alimentation de Dakar et des autres villes situées sur le parcours de la conduite d'Aguiers - Dakar peut poser des problèmes à l'heure actuelle à cause de la remontée de la langue saline à l'embouchure du fleuve, de la faiblesse du niveau du lac en certaines périodes et de la faiblesse de la capacité des installations de l'usine de NGnith. Le projet de l'OMVS, grâce à la construction du barrage de Nanantali qui permettra de régulariser le cours du fleuve au après l'édification de celui de Diama qui assurera en permanence le remplissage du lac de Aguiers en eau douce, aidera à résoudre ce difficile problème.

Il sera alors possible de pomper du lac autant d'eau que l'on voudra par tranche de $100\,000\text{ m}^3/\text{j}$ en construisant chaque fois au bord du lac une nouvelle usine de pompage et une nouvelle usine de traitement comparables à celles de NGnith ainsi qu'une nouvelle adduction d'eau entre NGnith et Dakar. Par contre les mêmes stations de refoulement établies sur le parcours serviront pour l'ensemble des adductions qui seraient ajoutées

à l'adduction actuelle.

Le facteur limitant est le coût des investissements pour obtenir une eau potable. Les longues distances, le traitement (l'eau de surface n'ayant pas de très loin, la pénurie de la plupart des eaux profondes), alourdissent les investissements.

Il s'agit de inconvénients importants qui peuvent cependant être justifiés en considérant les besoins en eau.

Actuellement, et tant que l'un ou l'autre barrage sur le haut bassin ou sur le delta ne sera pas réalisé, la relative faiblesse du remplissage par le fleuve du lac de Djoudj posera le délicat équilibre du pompage entre d'une part les besoins du Cap Vert et d'autre part ceux des aménagements agricoles du Delta.

Les mêmes aménagements conditionnent pour une large part l'alimentation en eau des villes de Thiès, Saint-Louis et des autres villes situées sur le parcours de la conduite NGuth - Dakar.

ii) Le fleuve Gambie

En ce qui concerne le captage des eaux de la Gambie, il présente les mêmes caractéristiques que celles du captage des eaux du lac de Djoudj. Le fleuve pourrait être aménagé pour l'approvisionnement des villes riveraines comme Kaolack où le problème de la qualité de l'eau d'alimentation se pose à l'heure actuelle.

Toutefois une étude de rentabilité sérieuse devrait être étudiée afin de déterminer la meilleure solution pour cette ville.

En plus des eaux souterraines et des eaux de surface déjà étudiées, il existe d'autres possibilités qu'il faut étudier sérieusement pour l'avenir.

IV.3) Les autres solutions

Les autres solutions consistent dans le traitement des eaux usées, la déminéralisation de l'eau de mer et l'alimentation des nappes par infiltration.

a) Le traitement des eaux usées

Le problème a été étudié par l'OMS (Organisation mondiale de la Santé) pour recycler les eaux usées en vue d'une part de lutter contre la pollution, d'autre part de satisfaire les besoins agricoles (maraîchage) qui dans quelques années vont entrer en concurrence aiguë avec les besoins urbains dans le Cap Vert notamment.

La réutilisation des eaux usées pour l'agriculture peut cependant comporter des risques suffisamment graves pour la santé publique pour que cette question soit étudiée avec la plus grande minutie. La régénération des eaux usées peut trouver de multiples débouchés car, de plus en plus, il faut chercher à adapter la qualité de l'eau à l'usage qu'on veut en faire. Le point de vue peut avoir

des incidences économiques considérables. En raison des difficultés croissantes pour l'approvisionnement en eau, il y a en effet intérêt, dans des cas de plus en plus nombreux à utiliser des eaux d'origines et de qualités variées, étant donné qu'il n'est nullement indispensable de disposer pour tous les usages d'une eau irréprochable au point de vue hygiénique.

Ainsi les eaux régénérées peuvent être utilisées pour l'arrosage des jardins par exemple. On peut aussi envisager la réutilisation des eaux usées pour le refroidissement des machines, le fonctionnement des climatiseurs et l'alimentation des nappes par infiltration.

b) La déminéralisation de l'eau de mer

C'est une solution d'avenir qui n'est pas à écarter, en fonction des progrès constants de la technique. Il semble que l'on puisse concevoir la production d'eau douce comme sous-produit d'électricité.

c) Alimentation des nappes par infiltration

Une autre solution qui se présentera à moyen terme concerne l'alimentation des nappes par infiltration. Elle présente un grand intérêt en raison de la variété des objectifs qu'elle permet d'atteindre : stockage d'eau de surface, reconstitution des nappes souterraines surexploitées, épuration naturelle des eaux, barrières hydrauliques contre les intrusions d'eau de mer dans les nappes d'eau douce ou contre les

invasions d'eaux polluées ..

La question de l'alimentation des nappes a été étudiée par la nappe infrabasaltique qui fournit actuellement $18000 \text{ m}^3/\text{j}$ et qui est susceptible. Une injection à un débit moyen de $20000 \text{ m}^3/\text{j}$ pourrait accroître le débit d'exploitation de $15-19000 \text{ m}^3/\text{j}$ à $30000 \text{ m}^3/\text{j}$, c'est à dire de récupérer 50 à 75% de l'eau injectée. De toute façon l'injection d'eau dans la nappe infrabasaltique doit être étudiée du point de vue technique et économique.

Cette realimentation se fera à partir des eaux usées recyclées et préalablement traitées. Cette solution permettra de recharger la nappe et en même temps de se débarrasser des eaux usées qu'il faudrait de toute façon traiter avant de les évacuer à la mer.

IV. 4) Pour une politique de l'hydraulique urbaine

Une politique cohérente de l'eau consiste :

- d'une part à établir le bilan exact de toutes les ressources en eau
- d'autre part à étudier les rentabilités comparées de ces ressources afin de déterminer des choix

a) études de rentabilité

Il est nécessaire de procéder à une étude de rentabilité économique

serieuse des diverses solutions possibles que le bilan des ressources aura l'airé' apparaitre.

Cette étude portera sur :

- le prix de revient au m^3 de la source de production
- le prix de revient de traitement au m^3
- le prix de revient du m^3 des investissements et amortissement des conduites, des stations de refoulement intermediaires

b) Les choix de l'avenir

Le choix entre différentes solutions possibles que necessiteront les besoins à moyen et long termes de l'alimentation en eau des villes sont donc conditionnés par des études préalables de rentabilités comparées des ressources recensées.

Deux ecueils sont à éviter :

- l'un qui consiste en des décisions precipitées sans étude préalable ou qui tiendraient compte des considerations autres que des techniques de rentabilité'
- l'autre qui reviendrait à retarder indefiniment une decision alors que les études de rentabilité' ont été effectuées et que les besoins seraient devenus pressants.

c) Aspects technico-économiques de la gestion des ressources en eau

La difficulté du problème a mis à nu la nécessité d'adapter l'eau à l'usage qu'on veut en faire. Dans beaucoup de domaines, il n'est nullement indispensable d'avoir une eau de qualité irréprochable. Les eaux usées traitées peuvent servir dans beaucoup de domaines. En plus de cette action tendant à la récupération des eaux usées, une série d'autres actions doivent être prises en vue :

- d'une part de réduire les pertes d'eau par fuites
- d'autre part de lutter contre les méfaits du gaspillage par les usagers

i) La lutte contre les pertes par fuites

Les fuites représentent la différence entre le volume fourni à l'origine du réseau et le volume d'eau global enregistré par les compteurs sur les branchements particuliers et sur les branchements des bornes-fontaines. Selon les services de la SONEES, les pertes d'eau dans le réseau sont de l'ordre de 20%.

En plus du gaspillage d'eau, les fuites peuvent créer des pertes de charges locales qui peuvent être la cause de manque d'eau chez certains abonnés aux bornes de fonte.

Les fuites peuvent créer des affaissements de terrain, provoquer des ruptures de conduites, entraînant parfois des destructions de locaux.

Et dans le contexte où nous évoluons, où la maîtrise de l'eau est le problème majeur, un effort important d'entretien du réseau s'avère plus qu'indispensable pour limiter sinon éliminer les fuites

ii) les méfaits du gaspillage de l'eau par les usagers et les moyens de lutte contre le gaspillage

Nombreuses sont les localités où il n'est pas rare de voir des robinets de puisage, parfois de gros calibres, débiter de l'eau sans raison, simplement parce que les gens venus puiser de l'eau sont repartis en négligeant de les fermer. C'est l'un des problèmes les plus importants auxquels les municipalités sont confrontées dans un pays où souvent la notion de bien public n'est pas souvent perçue de façon claire par l'immense majorité de nos concitoyens. Un robinet de puisage moyen peut débiter 5l/min soit 300l/h ou 7m³/j en débit continu. Et on sait, que dans toutes les villes hormis les quartiers urbanisés et lotisés, les populations s'approvisionnent à partir des bacs-fontaines.

Pour lutter contre ce gaspillage, une série de mesures peuvent être adoptées :

- entreprendre des campagnes de sensibilisation des populations pour la préservation de ce patrimoine si précieuse
- définir une politique de promotion du branchement individuel

en vue de supprimer à court terme les robinets publics.

C'est ainsi que des mesures sociales ont été prises en 1977, mesures consistant en :

- . la création d'un tarif social pour les petits consommateurs ($80^F/m^3$ pour les 20 premiers mètres cubes consommés par trimestre)

- . la prise en charge par l'état de 50% du prix du branchement pour les usagers à faible revenu

d) Problèmes de la pollution

i) Les types de pollution

2 types de pollution sont à craindre :

- pollution bactériologique (rejets d'eaux usées polluées)
- pollution chimique (introduction de produits chimiques dans les nappes, intrusions salées etc...)

. Pollution bactériologique

Elle présente des dangers graves (épidémies, maladies). Cependant le pouvoir filtrant des sables qui constituent la plupart des terrains aquifères au Périgal limite les effets de telles pollutions. On sait qu'en effet qu'au delà de 100 m de cheminement dans les sables, l'eau est bactériologiquement purifiée.

. Pollution chimique

La pollution chimique étend ses effets beaucoup plus loin et le phénomène

est souvent irréversible ou très long à se modifier.

Les pollutions chimiques, autres que celles dues à des venues d'eau salée, sont fréquemment le résultat de rejets d'eau chimiquement polluée par les usines, agglomérations et épandages d'engrais

ii) la lutte contre la pollution des eaux

. réglementation sur les entreprises industrielles

Les nations industrielles qui voient leurs ressources naturelles diminuer du fait de la pollution montrent l'exemple. Elles ont tendance à obliger :

- les industries réputées insalubres, dangereuses et incommodes à épurer les eaux résiduaires avant leur rejet à l'égout
- les entreprises à classer rationnellement leurs implantations et leurs procédés de fabrication

C'est pourquoi il a paru nécessaire d'élaborer le "code de l'eau" : une réglementation qui permette de prévenir les abus et les gaspillages.

. réglementation sur les sources d'alimentation en eau

Cette réglementation portera sur les 2 sources d'alimentation en eau de nos rivières : les eaux de surface et les eaux souterraines

- eaux de surface : dans la vie au Sénégal vient de s'engager pour solliciter les nappes superficielles afin de satisfaire les besoins urbains, il n'est pas trop tôt d'imaginer les conséquences du rejet sans précaution dans le fleuve Sénégal, des eaux résiduaires d'une

industrie dangereuse implantée à l'amont : le fleuve serait transformé en un véritable égout à ciel ouvert.

- eaux souterraines : en dehors du fleuve Sénégal, nos principales sources d'approvisionnement en eau sont les nappes souterraines. Elles jouent un rôle prépondérant dans la satisfaction des besoins urbains. Leur exploitation locale pose toujours le problème de l'évacuation des eaux usées. L'existence d'une réglementation sanitaire apparaît pour protéger les nappes de la pollution.

CONCLUSION

Malgré les graves problèmes que rencontrent les populations pour leur approvisionnement en eau, problèmes que les conséquences de la récente sécheresse ont mis à nu, le Sénégal a d'énormes potentialités en eau. Son sous-sol regorge d'énormes quantités en eaux souterraines et les deux grands fleuves qui traversent le pays (le Sénégal et la Gambie), grâce à des aménagements adéquats peuvent satisfaire dans une large mesure les besoins.

Les remèdes au difficile problème de l'eau ne peuvent venir que des multiples efforts qui seront déployés pour assurer une alimentation en eau régulière et suffisante aux hommes et à l'industrie.

Pour aboutir à ces résultats, un ensemble de mesures doivent être étudiées sur les plans tant qualitatif que quantitatif

1) Sur le plan quantitatif

- Par la reévaluation des besoins : cela doit être à l'heure actuelle, la 1^{ère} étape de toute planification. Et l'on remarque qu'aujourd'hui, qu'en l'absence de statistiques fiables, on est obligé de faire des hypothèses hasardeuses qui souvent ne donnent qu'un ordre de grandeur des besoins. L'étude a montré que les besoins varient suivant le degré d'industrialisation, le niveau de vie et le développement économique.

- Programmation nationale de la mise en exploitation de nouvelles ressources en eau : pendant longtemps, un des défauts majeurs de la politique de l'eau a été l'absence de planification à long terme.

D'habitude ce n'est qu'au moment où l'on était sur le point de manquer d'eau que l'on entreprenait la construction d'un forage nouveau.

Les délais étaient parfois si longs et la demande ne cessait de s'accroître que les forages une fois construits, ne pouvaient plus à satisfaire les besoins.

C'est pourquoi nous nous sommes attachés à esquisser une ébauche de planification des infrastructures à mettre en place d'ici l'an 2000.

Pour une politique globale de l'eau, cette planification doit être approfondie pour l'ensemble des rivières en tenant compte pour chacune d'elles de ses spécificités, de ses problèmes. Car s'il y a une constante : le manque d'eau, la gravité n'est pas la même et les solutions ne sont pas souvent identiques.

Les diverses solutions proposées appellent des choix pour l'avenir. Ces choix ne doivent être conditionnés que par des études préalables de rentabilité.

2) Sur le plan qualitatif

. amélioration des procédés de traitement de l'eau

Pour les rivières riveraines du fleuve, le problème majeur n'est pas celui de

la quantité puisqu'il suffit de puiser directement dans le fleuve, mais un problème de qualité car les installations de traitement ne sont pas adéquates et la qualité de l'eau est souvent douteuse. Par les autres villes, l'eau provenant des nappes souterraines est souvent de bonne qualité. Il faut tout de même faire des analyses périodiques, procéder à la désinfection par le chlore. L'objectif n'est certes pas d'obtenir une eau médicinale, mais d'obtenir une eau pure qui puisse préserver la santé des collectivités.

. Rénovation et extension des réseaux de distribution

Les plans directeurs d'aqueducs doivent se baser sur les données urbanistiques, ce qui permet de suivre l'évolution des villes et prévoir ainsi les infrastructures à mettre en place dans les nouveaux lotissements. Cela permettra d'éliminer les spectacles décolorants des longues files d'attente dans certains quartiers surpeuplés et desservis par quelques bonnes fontaines.

L'élaboration d'une bonne politique de l'eau nécessite la coordination des divers services qui concourent à la solution de cet épineux problème.

L'alimentation correcte en eau des collectivités, des services et des industries des villes sénégalaises est un problème difficile qui requiert d'immenses efforts et grâce à un effort particulier dans la mise en œuvre de nos ressources, nous parviendrons à une couverture correcte des besoins.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- L'eau dans le monde par H. Overman
- Gestion des ressources en eau par J. Vaillant collection BCEOM
- Plan directeur pour l'approvisionnement en eau de Dakar
élaboré par NEDECO (Hollande.) 1972
- Etude des ressources en eau du littoral nord en Cayar et Saint-Louis
Par l'OMS - 1974
- Cinquième plan quadriennal de développement économique et
social du Sénégal (1er juillet - 30 Juin 1981)
édité par N.E.A.
- Répertoire des forages d'eau au Sénégal 1978 publié
par la direction des études hydrauliques - Ministère de
l'Équipement
- Les atlas Jeune Afrique : le Sénégal
Editions J.A 1980