

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
I PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS.....	2
I.1 Problématique.....	2
I.2 Objectifs.....	2
II LES EAUX DE BOISSON.....	3
II.1 LES RESSOURCES EN EAU.....	3
II.2 LES RESSOURCES EN EAU AU SENEGAL.....	6
II.2.1 LES EAUX METEORIQUES	6
II.2.2 LES EAUX DE SURFACE	7
II.2.3 LES EAUX SOUTERRAINES	10
II.3 L'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DE DAKAR (AEP).....	12
II.4. LA POLLUTION DES RESSOURCES EN EAU	14
II.4.1 les différentes sources de pollution.....	14
II.4.2 les autres sources de pollution.....	17
II.4.3 les principaux polluants de l'eau.....	17
III L'EAU POTABLE : PARAMETRES DE QUALITE.....	19
III.1 QUELQUES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES.....	19
III.1.1 généralités.....	19
III.1.2 grille de référence.....	23
III.2 PROPRIETES ORGANOLEPTIQUES.....	24
III.2.1 généralités et caractéristiques de quelques éléments.....	24
III.2.2 grille de référence.....	26
III.3 LES PARAMETRES BIOLOGIQUES	27
III.4 LES PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES.....	27
IV LES MALADIES HYDRIQUES.....	28
IV.1 TENDENCE GENERALE.....	28
IV.2 CAS DU SENEGAL.....	30
V LES TECHNIQUES DE TRAITEMENT DES EAUX.....	31
V.1 LE PRETRAITEMENT.....	31
V.2 TRAITEMENT PHYSIQUE.....	31
VI CONTROLE DE QUALITE DES EAUX DE BOISSON : QUELQUES CAS A DAKAR.....	36
VI.1 PRESENTATION DU DR 2000	36
VI.2 ECHANTILLONNAGE ET ANALYSE CHIMIQUE DE L'EAU DE ROBINET DE GUEDEAWAYE....	37
VI.3 ANALYSE CHIMIQUE DE L'EAU DE ROBINET.....	38
VI.4 ANALYSE DES EAUX FILTRES.....	41
VI.4.1 ANALYSE DE L'EAU DE ROBINET TRAITEE PAR LE FILTRE FONTAINE S ³	41
VI.4.2 ANALYSE DES EAUX EN SACHETS: « PURETE ».....	46
VII L'EAU, L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE.....	49
VIII RECOMMANDATIONS ET NORMES.....	50
VIII.1 RECOMMANDATIONS.....	50
VIII.2 NORMES.....	51
CONCLUSION.....	52

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

Résumé

Le corps humain est constitué d'environ 80 % d'eau. Cette masse d'eau doit être maintenue à peu près constante dans l'organisme. Dès lors, le corps humain a besoin d'un approvisionnement régulier en eau potable, c'est à dire conforme aux normes hygiéniques et sanitaires en vigueur.

Le présent travail procède à une analyse des eaux obtenues par le filtre « **S³** » ainsi que les eaux en sachet (**Pureté**), afin d'établir leur qualification à être utilisées comme eau de boisson par les populations de Dakar.

Le but de cette étude consiste à vérifier les qualités chimiques de ce filtre et d'apprécier la teneur des substances chimiques dans les eaux.

Les analyses portent sur les éléments suivants : Cl^- , F^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} qui, au delà de leur seuil de concentration peuvent induire des nuisances dans l'organisme.

Les différentes mesures sont réalisées grâce à l'utilisation d'un spectrophotomètre (**DR2000**) et du titreur digital.

Les résultats obtenus montrent que les eaux recueillies du filtre présentent un écart de concentration par rapport aux eaux de robinet.

Et par comparaison aux normes (**OMS, CEE**) les teneurs de ces éléments chimiques sont admissibles nonobstant quelques différences qui sont justifiées.

Quant aux eaux en sachet, les teneurs des éléments restent dans les limites des normes.

En définitive le filtre améliore la qualité de l'eau de robinet tant sur le plan du goût que sur celui de la couleur.

Cette étude de contrôle chimique et de suivi des produits du marché constitue une phase dans la lutte contre les maladies hydriques. Elle s'inscrit également dans le cadre de l'éradication de la pauvreté, un des éléments de base du développement durable.

Introduction

L'eau est la substance la plus répandue à la surface du globe, ce qui a donné à la terre le nom de **planète bleue**.

De tout temps, l'homme cherche à assurer son approvisionnement en eau. Et on constate que les besoins en eau de l'humanité ne cessent de croître pendant que l'eau de bonne qualité, nécessaire à la consommation des populations devient de plus en plus rare. Cette situation est imputable aux évolutions climatiques importantes, à la croissance démographique et surtout à la pollution environnementale.

Ainsi, une bonne partie des ressources hydriques est altérée par des éléments d'origines diverses. Ceci revêt l'importance du traitement de l'eau avant sa consommation.

Dés lors, chaque civilisation, chaque communauté conçoit des systèmes de captage, de transport, de stockage et de traitement de l'eau, en fonction de ses besoins.

Dans les pays en voie de développement comme le nôtre, pour satisfaire la demande en eau de qualité, on assiste à une apparition sur le marché des eaux en sachets et des filtres locaux.

Une étude approfondie sur ces eaux largement plus utilisées à Dakar paraît intéressante pour informer et conscientiser les consommateurs de leur qualité.

Ce rapport porte sur le contrôle chimique d'un certain nombre d'éléments dont le taux doit être limité dans l'eau de boisson pour ne pas susciter des inquiétudes sur l'hygiène et la santé des populations. Il s'agit principalement des ions : Cl^- ; F^- ; NO_3^- ; PO_4^{3-} ; SO_4^{2-} ; Ca^{2+} ; Fe^{2+} ; Mg^{2+} .

La détermination de la teneur de ces paramètres dans les eaux de robinet, filtrées et en sachet nous permettra d'examiner les propriétés et les états chimiques de ces dernières, afin de situer leur qualité.

La corrélation des résultats obtenus avec ceux des eaux de robinet pourrait nous permettre d'effectuer des analyses.

La mesure de ces paramètres sur les eaux de robinet, les eaux en sachet en particulier « **Pureté** » et les eaux traitées par le filtre fontaine **S³**, a été possible grâce à l'utilisation du **DR 2000** (Direct Reading) qui est un spectrophotomètre et du titreur digital.

Ainsi on fera un diagnostic sur les eaux de boisson, les paramètres de qualité, les maladies hydriques, les techniques de traitement des eaux et une analyse de cas à Dakar dans l'élaboration de ce mémento.

I PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS

I.1 : PROBLEMATIQUE

Il est évident que toute forme de vie est liée directement ou indirectement à l'eau. Vu son importance, l'eau est célébrée par une journée mondiale tous les 22 mars de chaque année dans tous les pays du monde depuis qu'elle a été initiée en 1993 par l'OMS.

Ainsi face aux idéologies des différents courants (scientifiques, écologistes, humanistes,) sur la détérioration graduelle de l'environnement en générale, l'OMS a intitulé la décennie 2005 -2015 : « **l'eau, source de vie** » afin de résoudre les difficultés d'accès à l'eau potable ou d'altération des ressources en eau qui sont des phénomènes accrus dans notre époque.

En effet, une étude sur la qualité des eaux de boisson au Sénégal et en particulier à Dakar paraît être capitale, et motive ce travail.

I.2 OBJECTIFS

Dans le souci d'apporter une aide et une contribution au développement, notre étude a pour objectif :

- De voir la situation actuelle des ressources en eaux
- De voir l'état chimique de nos eaux de consommation
- De susciter une réflexion transversale mais aussi d'initier dans le même temps des projets d'étude de l'eau.
- D'évaluer les qualités des eaux de boisson : avec une étude de cas à Dakar
 - En déterminant les concentrations des éléments chimiques.
 - En identifiant les avantages et inconvénients de l'ingestion des ces éléments
 - En essayant de localiser les origines de la pollution des eaux.
- De contrôler l'existence d'éléments nuisibles à la santé, dans les eaux dites filtrées, largement utilisée dans notre pays.
- De faire un lien entre l'eau, la santé et l'environnement
- D'attirer l'attention des autorités compétentes sur
 - la qualité de l'eau
 - sa production et
 - sa distribution
- D'informer les consommateurs des impacts potentiels de leurs eaux de boisson
- D'offrir une vision claire aux populations sur les caractéristiques des eaux de boisson.
- De proposer des méthodes qui garantissent à l'eau des niveaux de qualité meilleure.

II LES EAUX DE BOISSON

La planète bleue contient environ 1 400 000 000 Km³ d'eau.

Cela représente un cube de plus de 1000 Km de côté ou 400 fois le volume de la méditerranée. L'eau recouvre 72% des 509 millions de Km² de la surface du globe. Cependant, plus de 97% de cette eau est salée.

Plus de 97% des réserves d'eau à la surface de la terre sont contenues dans les océans. Mais l'eau de mer reste inexploitable du fait de sa salinité. Les glaciers représentent 2 % du total et les nappes aquifères comptent pour 0,6 %.

Ainsi les ressources en eau douce sont en quantité limitée. Leur préservation est un enjeu essentiel car les activités humaines en sont dépendantes.

Les prélèvements d'eau pour satisfaire les activités humaines sont réalisés dans les eaux de surface et les eaux souterraines. Il se présente en quatre grands types d'usage : la distribution publique, l'industrie, l'irrigation et l'énergie (centrales nucléaire et classique).

Les réserves d'eaux douces dépendent des précipitations disponibles dont la quantité et la fréquence sont différentes suivant les climats.

Il est classique de distinguer les ressources en eau superficielle et les ressources en eau souterraine, bien que ces deux ensembles soient étroitement liés.

II. 1 LES RESSOURCES EN EAU

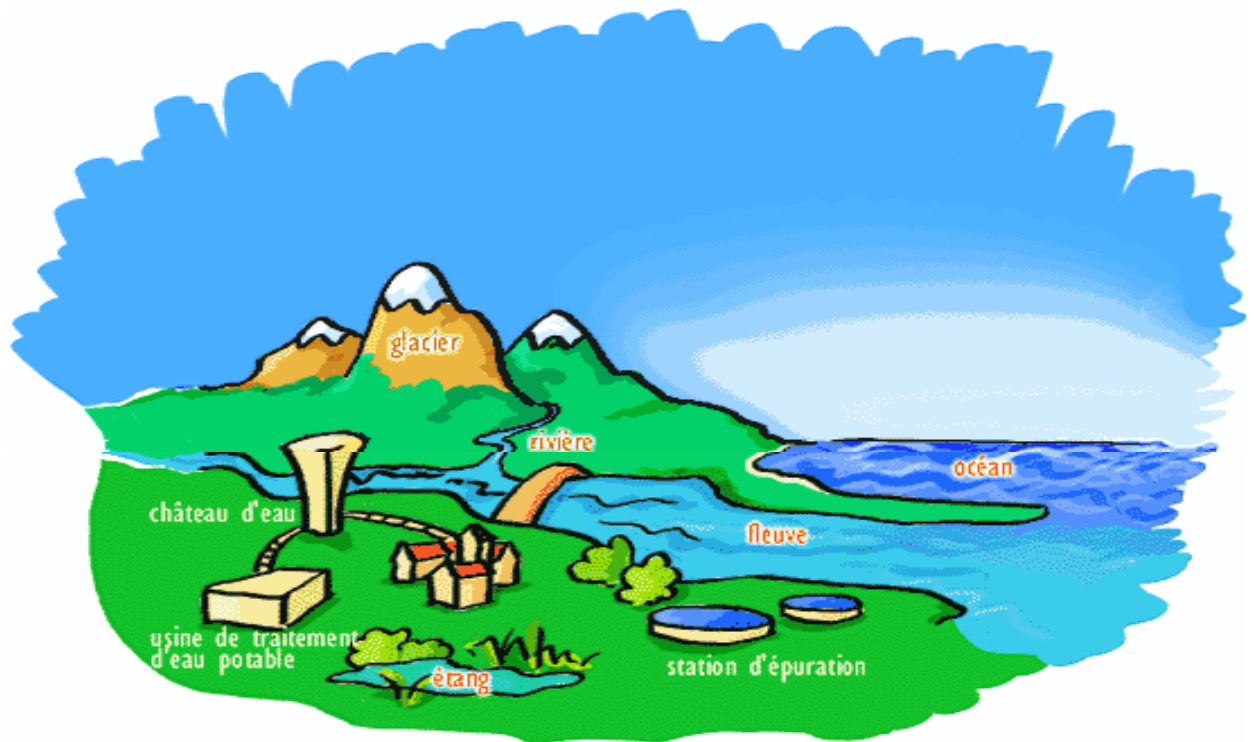
Chaque année, il tombe plus de 113 000 milliards de mètres cubes d'eau, sous formes de neige ou de pluie. La répartition est malheureusement inégale : certaines régions sont frappées par l'aridité. Les deux tiers du continent Africain connaissent des crises de sécheresse

La production de l'eau douce est régulée par le cycle de l'eau.

➤ **Cycle de l'eau :**

Il regroupe les différentes formes de l'eau (liquide, gazeuse et solide).

Une histoire sans fin : elle se dessine en quatre grandes étapes.



- ❖ **L'évaporation** : chauffée par le soleil, l'eau des océans, des rivières et des lacs s'évapore et monte dans l'atmosphère.
- ❖ **La condensation** : arrivée dans l'atmosphère, au contact des couches d'air froid la vapeur d'eau se condense en petites gouttelettes qui, poussées par les vents, se rassemblent et forment des nuages.
- ❖ **Les précipitations** : les nuages déversent leur contenu sur la terre sous forme de pluies, neiges ou grêle.
- ❖ **Le ruissellement** : la plus grande partie de l'eau tombe directement dans les océans. Le reste s'infiltre dans le sol (pour former les nappes souterraines qui donnent naissance à des sources) ou ruisselle pour aller grossir les rivières qui à leur tour vont aller alimenter les océans. Et le cycle recommence.

Ce cycle est responsable des pluies, donc il est la source des eaux météoriques. Elles sont souvent pures, riches en oxygène dissous mais contiennent peu de sels minéraux. Elles peuvent suffire pour l'alimentation de petites collectivités alors que pour les grandes agglomérations il faut des réservoirs importants ou faire appel aux eaux de surface.

➤ **Les eaux de surface : eaux de ruissellement :**

Elles sont constituées des :

- **Eaux courantes** généralement de bonne qualité. Par contre au fur et à mesure qu'elles parcourent le milieu en drainant les eaux de ruissellement, elles collectent des déchets. Ce qui pollue d'amont en aval, les eaux de surface plus particulièrement si le cours d'eau (fleuves, rivières, ruisseaux, sources) traverse une zone urbaine.

- **Eaux dormantes** (lacs, étangs, barrages (lacs artificiels), mares) : elles sont des eaux polluées, infectées souvent de micro organismes et/ou vecteurs de maladies hydriques. S'il est établi qu'elles sont potabilisables, elles doivent être systématiquement traitées.

De nos jours elles assurent l'alimentation en eau des grandes agglomérations.

➤ **Eaux souterraines :**

Ce sont les eaux de nappes, elles sont généralement bien filtrées et épurées, chargées en sels minéraux, exemptes de matières en suspension et d'oxygène. Elles sont de bonne qualité si les roches traversées sont perméables avec une cristallographie fine.

Une fois infiltrées dans le sol ou le sous-sol, les eaux se rassemblent dans les niveaux géologiques imperméables selon la nature de la nappe rencontrée.

-**Les nappes libres ou phréatiques** : elles sont à quelques mètres sous le sol, et communiquent souvent avec la surface du sol et en reçoivent leur alimentation ou charge.

-**Les nappes captives ou aquifères** : disposées en sandwich entre deux niveaux imperméables, elles sont saturées d'eau sur leur épaisseur. Aucun record de profondeur n'a été établi.

-**Les nappes alluviales** : elles sont des nappes superficielles en constante relation avec les cours d'eau. La plupart du temps les échanges se font de la nappe vers le cours d'eau.

Maintenant avec le défi de la pollution environnementale, même les nappes ne sont épargnées de l'altération, ce qui diminue de plus en plus le potentiel des eaux potables.

Le pompage excessif des forages situés en zone côtière provoque une décroissance de l'eau des nappes et favorise l'avancée du biseau salé (c'est à dire : l'avancée de l'eau de mer et le recul de l'eau douce dans les nappes) : c'est la situation actuelle à DAKAR.

➤ **Les eaux de mer ou eaux saumâtres :**

L'eau de mer est disponible en quantité illimitée. Elle est inadaptée pour assurer la consommation en eau des communautés urbaines car elle n'est utilisable qu'après un traitement coûteux (évaporation et distillation ; l'électrolyse). C'est une eau riche en sels minéraux. On note des taux de salinité forte : océan atlantique $[Na^+]= 32$ à 35 g/l, mer méditerranée : $[Na^+]=38$ à 40 g/l, mer morte : $[Na^+]=270$ g/l.

La quantité d'eau terrestre étant incommensurable, sa disposition spatiale fait qu'elle est sensible aux effets de l'environnement. L'agression des polluants détériore la qualité des eaux.

II.2 LES RESSOURCES EN EAU AU SENEGAL :

Le réseau hydrographique du Sénégal (**annexe 1**) est tributaire, d'une part de la configuration géologique et géomorphologique, et d'autre part du régime et de la répartition de la pluviométrie dans les régions.

II.2.1 LES EAUX METEORIQUES :

La pluviométrie moyenne du Sénégal est de 742 mm/an : cette moyenne, sujette à de fortes variations interannuelles, cache des disparités géographiques importantes puisque les précipitations ne sont pas homogènes sur le territoire. Le Sénégal ne connaît qu'une saison des pluies dont la durée diminue quant la latitude augmente (juin- octobre au Sud, juillet-septembre au nord).

Ces eaux météoriques sont d'une importance capitale pour le pays, car les pluies sont à la base de l'agriculture qui occupe 70% de la population.

Elles assurent l'alimentation de plusieurs localités rurales, celle du bétail durant tout l'hivernage, mais servent également de recharge pour les nappes.

Le trait le plus marquant du climat du Sénégal, est la variation des précipitations d'une année à l'autre, voir la pluviométrie de ces dernières années (**annexe 2**)

Ce qui influence fortement la production agricole dans les parties nord et centrale (bassin arachidier) du pays et affecte sans doute l'économie nationale. Il n'en demeure pas moins que les autres sources d'eau vont en souffrir tel que les eaux de surface.

II.2.2 : LES EAUX DE SURFACE

Le Sénégal, peu favorisé par ses conditions climatiques, dispose de potentialités énormes en eaux de surface et en hydrogéologie. Sans compter l’océan atlantique qui offre des potentialités halieutiques incommensurables, le pays compte quatre systèmes hydrologiques principaux : le Sénégal, la Gambie, la Casamance et le Sine Saloum.

❖ Le fleuve Sénégal :

Formé du Bafing et du Bakoye, il est la septième artère fluviale du continent, et la deuxième de la sous région ouest africaine. Le fleuve Sénégal, long de 1 770 km, a un bassin de 337 000 km² dont 60 000 km² en territoire national, la Falémé constituant le seul affluent de la rive gauche est de grande importance. Elle s’étend sur 650 km de long et prend sa source dans la partie nord du Fouta Djallon.

Il a un débit moyen interannuel de 732 m³/seconde mais à cause de son caractère irrégulier, son volume oscille entre 6,3 milliards m³ et 39,9 milliards m³. Il abrite plusieurs infrastructures telles que :

- Le barrage de **Diama** mis en œuvre en **1986** pour arrêter la langue salée
- Le barrage hydro-électrique de **Manantali** édité en **1988** pour fournir de l’électricité au pays membre de l’**OMVS** (Mali, Mauritanie et Sénégal).

Grâce aux deux barrages, l’irrigation par pompage se développe de plus en plus dans la vallée. Des objectifs d’aménagements sur la rive ont été définis en l’an 2000, en vue d’atteindre l’autosuffisance alimentaire.

Ainsi d’autres grands projets de développement liés aux eaux de surfaces sont initiés :

- **Le canal du cayor** : devra satisfaire les besoins en eau potable de la ville de Dakar et de ses environs à l’horizon de 2020 et assurer l’irrigation de 8500 ha dans les zones traversées par son ouvrage.
- **Remise en oeuvre des vallées fossiles** : le grand projet ferlo qui est en cours.

Une estimation des besoins mensuels pour l’irrigation de 98.500 ha à partir de Bakel (m³/s) figure dans le tableau suivant :

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
1989	9,2	21,6	23,7	32,2	29,8	24,5	16	61,6	84,6	81,6	51,21	19,2
2000	18,4	41,8	52,7	54,7	45,6	35,5	27,6	147	205 ,3	198,6	122,4	42,1

On voit à travers ce tableau qu'en l'espace de 11 ans, les estimations concernant l'irrigation dans cette région ont doublé. Ce qui fait penser que les eaux de la vallée peuvent belle et bien contribuer à l'émergence de notre économie si les potentialités sont exploitées à bon escient. Dans le bief aval du fleuve Sénégal, le réseau présente deux dépressions majeures : le lac **de Guiers** sur la rive sénégalaise et le lac **R'kiz** sur la rive mauritanienne.

❖ **Le lac de Guiers :**

Ce lac, peu profond est long de 50 km et sa largeur maximale fait 7 Km. Il a un volume de 601 millions m³ d'eau douce et il constitue un plan d'eau alimenté par le fleuve Sénégal par le canal de la Taoué.

Depuis 1972, l'alimentation en eau de Dakar et de la région de Thiès n'est plus assurée par les forages de la presqu'île du Cap Vert. Ainsi une usine de pompage d'une capacité de 60.000 m³ / jour a été implantée par la **SONEES** en 1970 à N'gnith dans la rive occidentale du lac de Guiers qui assure 20% de l'**AEP** de Dakar jusqu'en 2004.

Et l'adduction jusqu'à Dakar s'effectue par une conduite souterraine. De même les principales villes de la vallée du fleuve Sénégal sont alimentées par pompage sur le fleuve ou ses affluents. Le lac est aussi un centre d'activités économiques.

L'agriculture occupe 70% de la population et gravite autour des cultures vivrières (céréales) et des cultures marchandes basées sur les cultures pluviales, de crue et l'irrigation qui prend de plus en plus de gallons (avec la riziculture, la canne à sucre et le maraîchage...). La pêche, avec une production estimée à 1600 tonnes, souffre ces dernières années des conditions hydrologiques extrêmes. Néanmoins elle demeure importante.

Cette région loge des industries comme :

- la **CSS** qui y exploite près de 8000 ha de canne à sucre dont les besoins en eau d'irrigation est de 30 000 m³ / ha /an.

- la **SONEES** implantée en 1970, capte et traite quotidiennement 40 000 m³ d'eau du lac destinée principalement à la ville de dakar.

L'eau du lac souffre d'effets de dilution de salinité, d'intrusion d'éléments physico-chimiques venant du drainage et du lessivage des terres cultivées autour du lac. Ce qui est l'origine de la charge polluante importante surtout vers le sud. Les principaux polluants sont les phosphates et les nitrates.

❖ La Gambie

Long de 1 150 km dont 477 km en territoire sénégalais, la Gambie comprend cinq parties distinctes. La partie sénégalaise est la zone d'eaux douces du cours supérieur. La Gambie a un débit moyen annuel de 135 m³/seconde à Gouloumbou ou 70 m³ /seconde à Kédougou. Elle couvre un bassin versant de 77 100 km² dont les 72 % se situent au Sénégal. La crise climatique a eu des répercussions sévères sur son régime puisque son volume d'eau annuel est passé de 8,7 Milliards de m³ à Gouloumbou en 1974-1975 à 2,5 Milliards m³ en 1983 – 1984. Ses affluents sont le Niériko, le Koulountou et le Niokolo Koba.

❖ La Casamance

Au sud du Sénégal, coulant d'est en ouest, sur 350 km dont 260 km en débit permanent, la Casamance couvre une zone estuarienne, sa vallée inférieure est occupée par les eaux marines jusqu'à Diana Malari à 152 km de l'embouchure ; elle draine un bassin de 14 000 km². Entièrement situé sur le territoire national, elle prend sa source à une altitude de 50 mètres à Fafacourou et, se présente à Kolda, avec les nombreux dépôts sableux, comme un mince filet. L'écoulement est lent du fait de la faiblesse de la pente. Son débit moyen annuel s'élève à 1,65 millions m³ d'eau équivalant à 52 millions m³ d'eau.

Il sévit une acidification des vallées secondaires due à la disparition de la mangrove menacée par les différents changements qui s'opèrent dans l'environnement.

❖ Le Sine Saloum

Situé au nord des estuaires de la Gambie et de la Casamance, le complexe estuarien Sine Saloum est constitué de trois " bras de mer " : le **Saloum**, au nord et au nord-est ; le **Diomboss** au centre, et le **Ban Diola** au sud. Ce réseau enserme de nombreuses îles. Long de 130 km, il décrit un parcours sinueux ; sa partie aval est large de 3 km. En amont de Foundiougne, le Sine prend sa source mais voit sa partie aval occupée par des vallées asséchées où s'accumulent des eaux de pluies.

Son débit est de 410 m³ / seconde mais l'écoulement est irrégulier du fait de la sévérité des conditions climatiques depuis deux décennies ; le niveau des écoulements a subi une baisse sensible de l'ordre de 58 %, passant de 24 Milliards de m³ par an pour la période 1900-1968 à 14 Milliards de m³ entre 1968 et 1987.

Cette partie est une des zones les plus salées, des hectares de terre sont utilisés pour l'exploitation du sel entre Fatick et Kaolack, ce qui permet au pays d'accroître sa productivité. Ses estuaires sont le lieu de remontées d'eaux salines qui peuvent affecter les terres assez loin vers l'intérieur du pays, c'est le même phénomène qu'on observe en Casamance.

II.2.3 LES EAUX SOUTERRAINES

Plus des deux tiers du pays recèle des eaux souterraines Le bassin Sénégal-mauritanien s'étend sur plus de 500 000 km² (voir annexe 3). Il couvre la partie ouest Mauritanienne (38 000 km²), la presque totalité du Sénégal y compris la Gambie, soit 4/5 du territoire exceptée sa partie orientale. Il se prolonge en Guinée Bissau qui serait une zone de recharge avec sa forte pluviométrie (1300 à 2500 mm/an).

Ces aquifères sont d'âge, de profondeur et de niveau de minéralisation différents voir.

Il existe au Sénégal quatre groupes d'aquifères : les nappes superficielles, les nappes semi profondes, les nappes profondes et les nappes de la zone du socle.

❖ Les nappes superficielles :

Le **Continental terminal** couvre la quasi totalité du bassin sédimentaire. Elle sert dans les usages des villageois. Sa potentialité est évaluée à 450 000 m³ par jour. Cependant, cette nappe a subi une sérieuse dégradation du fait de la sécheresse ; les réserves se tarissent, provoquant une intrusion saline en bordure de l'Atlantique.

Les **nappes des sables du Quaternaire** se trouvent dans les alluvions du fleuve Sénégal, dans les sables du littoral nord, de Dakar à Saint-Louis, dans les sables infra-basaltiques de la presqu'île du Cap-Vert et dans les lentilles d'eau douce des îles du Saloum et de la basse Casamance. Les potentialités qui s'élèvent à 273 000 m³ d'eau se répartissent ainsi :

- Alluvions: 140 000 m³ d'eau
- Sables du littoral nord : 115 000 m³ d'eau
- Sables infra basaltiques : 18 000 m³ d'eau

❖ Les nappes semi profondes

- **Les nappes des calcaires paléocènes** sont très fréquentes à l'est et à l'ouest du massif de Diass et du lac Tamna. Elles ont des profondeurs variant entre 50 et 150 m. Le débit oscille entre 5 et 20 m³ par heure. Ses potentialités sont de 30 000 m³ d'eau par jour à Sébikhotane et de 38 000 m³ d'eau par jour à Pout.

- **Les nappes de calcaires lutétiens** se localisent entre Bambey et Louga ; elles sont profondes de 50 à 100 m. Leurs potentialités sont de 115 000 m³ d'eau par jour.

Les nappes de l'Oligo-Miocène, en bordure méridionale du Ferlo, entre Kaffrine et Tambacounda et sur le sud du pays a une potentialité de 105 000 m³ d'eau par jour.

❖ Les nappes profondes

Le **Maestrichtien** couvre les 4/5^{ème} du territoire national.

Ses potentialités s'élèvent à 500 000 m³ d'eau par jour. Toutefois, le niveau d'exploitation atteint une profondeur de 400 mètres ; son débit varie en outre de 100 à 250 m³ d'eau par jour.

Les prélèvements de l'AEP a ce niveau sont estimés dans un tableau situe en **annexe 4**, ainsi qu'au niveau des autres nappes.

❖ Les nappes de la zone du socle

Elles sont situées dans la partie orientale du pays. Seulement, ses ressources difficilement mobilisables et son débit oscillent entre 1 et 5 m³ d'eau par jour.

Compte tenu des variétés d'aquifères, le bassin Sénégal-mauritanien présente différentes catégories d'eaux. Elles vont des eaux d'excellentes qualités aux eaux plus douteuses sur le plan chimique et bactériologique.

Face aux besoins en eau exponentielle, les tentatives de mobilisation des ressources en eau sont incitées pour éviter toute pénurie auprès des populations, du cheptel, de l'agriculture, de l'industrie, etc.....

Ainsi, en 1995 les besoins en eau étaient estimés et chiffrés dans le tableau suivant :

Catégories d'utilisation	m ³ / jour	m ³ /an
Consommation Humaine Rurale	93 750	34 218 750
Consommation Humaine Urbaine	558 928	204 008 720
Cheptel	83 718	30 557 070
Irrigation : culture de contre-saison	583	212 795
Industrie. mine. artisanat. tourisme	42 020	15 337 300
Total	778 999	284 334 635

Les déficits paraissent cruciaux eu égard au rythme de la réalisation des projets en vue de la mobilisation des ressources mais non par rapport aux potentialités. C'est énuméré dans le tableau suivant :

Déficit urbain	320 222	116 881 030
Déficit rural	93 750	34 218 750
Total pour la consommation humaine	413 972	151 099 780

Et pour palier aux éventualités un certain nombre d'infrastructures sont mis en disposition, hormis le pompage sur le lac de Guiers telles que les forages comme c'est le cas à Dakar.

II 3 L'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DE DAKAR (AEP) :

L'alimentation en eau de Dakar repose sur les eaux souterraines au moyen des forages et les eaux de surface provenant du lac de Guiers (usines de Ngnith et de Keur Momar Sarr).

L'AEP de Dakar a débute depuis 1925, et les prélèvements journaliers en m³/j en 2003 au sein de ses centres de captage figure dans le tableau ci-dessous.

Dakar	Thiaroye	Sébikotane	Keur Sega Wore	Pout	Kelle	Kébémér	Guéwoul/ Kébémér PSE	Lac de Guiers
15 134	5 828	16 945	2 871	80 425	21 708	6 370	109 230	50 000

L'évolution des prélèvements pour l'AEP de Dakar, 3.000m³/j en 1925 et 230.493m³/j en 2003, atteste de la croissance continue de la demande en eau potable à Dakar (**annexe5**).

Sur cette production de 2003, la part provenant des forages était de 183.240m³/j, dont les 100.300 (soit 55%) provenaient de la région de Pout-Sébikotane. Ces forages sont répartis selon des centres de captages et énumérés de manière exhaustive en **annexe 6**.

Cette panoplie de forages a été mis en place par l'AEP de Dakar, pour assurer son approvisionnement au cours du temps et selon un itinéraire plus ou moins complexe, voir en **annexe7**, et dont le tableau suivant fait état des différents sources d'exploitation.

Tableau des différents centres de captages par les forages

Lieux	Centres de captage	Nombre de forages	Nappes captées	Distance moyenne/Dakar (km)
Dakar	Dakar	8	Nappe infra basaltique	0
Thiaroye	Thiaroye	6	Nappe quaternaire	15
Sébikotane	Sébikotane	3 fonctionnels 1 à l'arrêt	Nappe paléocène	40
Keur Séga Woré	Keur Séga Woré	1	Nappe paléocène	50
Pout	Pout Nord	3 fonctionnels 1 à l'arrêt 10	Nappe paléocène Nappe maastrichtienne	65
	Pout Kirène	5	Nappe maastrichtienne	60
	Pout Sud	2 5	Nappe paléocène Nappe maastrichtienne	65
Kelle	Kelle	6	Nappe du littoral nord	130
Kébémér	Kébémér	1	Nappe du littoral nord	155
Guéoul / Kébémér	PSE	10	Nappe du littoral nord	165

Source : Mémoire d'ingénieur géologue de conception, Seynabou SAMBE, Institut des Sciences de la terre

Toujours dans le souci de satisfaire la demande en eau de la capitale sénégalaise, le Projet eau a Long Terme (PLT), a mis en œuvre l'usine de Keur Momar Sarr qui devait démarrer en 2005 pour fournir 65 000 m³/j et doit augmenter en 2007 jusqu'à 130 000 m³/j. ce qui pourrait soulager certains forages.

II.4 LA POLLUTION DES RESSOURCES EN EAU

La pollution des eaux se définit comme l'introduction dans le milieu aquatique de toute substance susceptible de modifier les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques de l'eau, de créer des risques pour la santé de l'homme, de nuire à la faune et à la flore aquatique, de porter atteinte à l'agrément des sites ou de gêner toute autre utilisation normale des eaux. Le caractère polluant d'une substance dépend de sa concentration dans le milieu et de sa persistance.

Pour l'eau, les milieux potentiellement sujets à la pollution sont les cours d'eau, les nappes souterraines, les mers, les lacs, les retenues d'eau...

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et/ou perturbe l'écosystème aquatique. Cette pollution est souvent due aux activités humaines.

II.4.1 LES DIFFERENTES SOURCES DE POLLUTION

Elle se manifeste principalement, dans les eaux de surface par une pollution chimique ou par des virus et des bactéries pathogènes.



➤ **La pollution chimique**

Elle peut être chronique, accidentelle ou diffuse. Elle a des origines diverses dues à :

- **L'insuffisance** de certaines stations d'épuration
- **L'absence** de réseaux d'assainissement dans certaines zones
- **Le lessivage** des sols, mais aussi des chaussées et des toits par les pluies
- **Le rejet** d'effluents par les **industries**.

C'est la forme de pollution la plus dangereuse pour l'environnement, car les conséquences sont énormes et les actions correctives ne sont pas toujours à mesure de remettre l'ordre dans le milieu. Les industries concernées par la pollution des eaux sont notamment les industries agroalimentaires, les papeteries, la chimie, les traitements de surfaces, l'industrie du cuivre.

➤ **Les pollutions par négligence :**

Les décharges sauvages (huile de vidange, batteries...) et tout ce que l'on jette dans la nature sans vraiment y prêter attention, représentent une source de pollution sournoise qui fait parfois beaucoup de dégâts....

Les virus et bactéries pathogènes

Les rejets provenant de l'**intestin** des **animaux** et de l'**homme** sont évacués dans le sol ou déversés dans les cours d'eau. Ils y subissent une épuration naturelle. Mais s'ils parviennent trop rapidement à une ressource en eau, ils peuvent provoquer une **pollution microbiologique**.

La désinfection systématique des eaux dans les pays industrialisés a pratiquement éliminé les incidences de la pollution microbiologique sur la santé. De nouvelles recherches sont en cours pour diminuer encore ces risques.

➤ **La pollution agricole**

- **La concentration** des éléments donne un excédent de déjections animales ; celles-ci s'évacuent dans les cours d'eau et les nappes souterraines, elles constituent une source de pollution bactériologique.
- **Les engrais chimiques** (nitrates et phosphates) altèrent la qualité des nappes souterraines qu'ils atteignent par infiltration des eaux.
- **Les herbicides, insecticides et autres produits phytosanitaires** s'accumulent dans les sols et les nappes phréatiques.

Depuis que l'agriculture est entrée dans le stade de l'industrialisation, la pollution agricole doit être maîtrisée.

➤ **La pollution domestique**

À la maison les eaux usées domestiques regroupent les eaux "ménagères" : l'eau des toilettes (de salle de bain et les "Vannes" W.C) comme l'eau des lavages (eau de cuisine) et les eaux usées rejetées (effluents) par les installations collectives tels que les hôpitaux, les écoles, les commerces, les hôtels et les restaurants, l'eau de pluie (qui lave les rues) ...sont une source de pollution :

- organique (graisses)
- chimique (poudres à laver, détergents ...)

➤ **Les pollutions accidentelles**

Les origines sont multiples

- **Déversement** de produits polluants lors d'accidents de la circulation
- **Dispersion** dans la nature de gaz ou liquides toxiques par les usines
- **Panne** dans le fonctionnement des stations d'épuration des eaux usées
- **Mauvais entreposage** de produits chimiques solubles
- **Incendies ...**

➤ **L'action de l'homme**

L'homme a **besoin** d'eau potable qui est **traitée** et **contrôlée** avant d'arriver au robinet. Quand il **rejette** l'eau usée il doit la "**nettoyer**" avant qu'elle ne reparte au milieu naturel dans les pays en développement ou acheminées vers des stations de traitement dans les pays développés ou disposant d'un bon réseau d'assainissement.

II.4.2 LES AUTRES SOURCES DE POLLUTION DES EAUX

La pollution de l'eau n'est pas toujours le fait de l'activité humaine. Elle peut aussi être naturelle. C'est le cas des contacts de l'eau et les gisements minéraux par érosion ou dissolution, on y trouve des concentrations élevées en métaux lourds...

On a aussi les éruptions volcaniques, des épanchements sous marins d'hydrocarbures qui peuvent être à l'origine des pollutions.

La pollution environnementale n'est pas aussi en reste dans ces problèmes qui entravent l'eau. L'atmosphère est menacée au fur et à mesure par un certain nombre de polluants. On peut noter par exemple l'anhydride sulfureux (SO_2) produite par les combustibles fossiles et les minerais ; les oxydes d'azote (NO_x) venant des moteurs à explosion et des foyers industriels. L'oxydation de ces polluants dans l'atmosphère par l'air humide donne de l'acide sulfurique et de l'acide nitrique, qui sont contenus dans les pluies acides. Ces dernières sont nuisibles à la flore et par ruissellement ou infiltration elles se diluent aux eaux superficielles et souterraines.

Au Sénégal le problème essentiel lié à l'eau souterraine est l'excès de fluor, on note également la salinisation très forte dans certaines parties du centre du pays et dans les cours d'eau (Sine Saloum) superficielles (voir **galerie de photos**)

II.4.3 LES PRINCIPAUX POLLUANTS DE L'EAU:

Dans la classification des polluants, il faut utiliser divers critères

- l'origine
- la nature des polluants
- la nature des nuisances créées (sur la santé publique, l'équilibre écologique des rivières, lacs...)

❖ Les matières organiques fermentescibles (MOF)

Ils sont de loin la première cause de pollution des ressources hydriques. Il s'agit des déjections animales et humaines, graisses... issues des effluents domestiques et des rejets industriels. Ces polluants appauvrissent les milieux aquatiques en oxygène.

❖ Les nutriments (nitrates phosphates) :

Produits en majeure partie par l'agriculture, ces éléments provoquent l'eutrophisation (envahissement par les végétaux) et entraînent des complications dans l'eau potable. On note que 2/3 de l'azote présent dans l'eau provient de l'agriculture (nitrites et nitrates dans les engrais).

❖ **Les métaux lourds : (Hg, Cu, Cd, As, Pb, Co, ...)**

Leur toxicité peut être fortement dommageable pour le milieu aquatique. Généralement ils sont accumulés, et au fil de la chaîne alimentaire, ils peuvent avoir des effets plus ou moins graves sur la santé humaine. S'ils sont mêlés à la pollution des eaux ils posent une équation.

❖ **Les composés organiques de synthèses : (produits phytosanitaires ou phytopharmaceutiques) :**

Il s'agit principalement des pesticides (DDT, aldrine et dieldrine, Chlordane, lindane...), qui eux aussi s'accumulent dans la chaîne alimentaire. Leur présence accrue est due au développement de l'agriculture. Et en forte concentration dans les ressources, ils compliquent la production de l'eau potable.

❖ **Les hydrocarbures :**

Ils contaminent les eaux par rejets industriels, rejets des garages et des stations services, ruissellement des chaussées des effluents domestiques...

On peut citer : les alcanes chlorés (CCl₄ ; dichloro-1,1 éthane) ; éthènes chlorés (chlorure de vinyle ; tri chloro-tétrachloroéthène) ; les dérivés du benzène.

L'ensemble de ces éléments en pleine mutation dans les eaux ayant des effets néfastes dans l'organisme suscitent des inquiétudes même dans nos eau dites potables. Et cela incite les la mise en place des paramètres de qualité.

III L'EAU POTABLE : PARAMETRES DE QUALITE

L'eau destinée à la consommation humaine doit répondre à un certain nombre de contraintes :

- Ne pas porter atteinte à la santé de ceux qui la consomment (à court ou à long terme) c'est-à-dire les paramètres de santé.
- Posséder des propriétés organoleptiques acceptées par la population (odeur, saveur, couleur, température...)
- Ne pas provoquer un vieillissement prématuré du réseau (corrosion, entartrage), si cette eau doit être distribuée : paramètre de protection du réseau.

Les critères de qualité de l'eau s'appuient sur des normes nationales et/ou internationales (directives de l'**O.M.S**) .Ces normes définissent les paramètres à contrôler pour garantir la potabilité de l'eau.

L'eau est un excellent solvant, elle est capable de dissoudre un grand nombre de composés solides ou gazeux et se charge en éléments solubles.

Les principaux éléments rencontrés sont de nature physicochimique

III.1 QUELQUES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES :

Les eaux de boisson constituent une véritable source de contamination si elles sont polluées, leur risque d'infection porte sur l'inhalation ou le contact.

Les études faites sur les populations humaines, et des expériences de toxicité sur les animaux en laboratoire ont permis d'évaluer les impacts sanitaires dus aux substances chimiques dans l'eau.

III.1.1 Généralités et caractéristiques de quelques éléments physico chimiques :

Chacun de ces éléments physico chimiques est régi par ses propriétés, son comportement dans le milieu et par les nuisances qu'il peut provoquer à l'homme et à l'environnement. Ainsi des mesures et des analyses chimiques ont permis de les identifier et de les quantifier afin de fixer des valeurs seuils en de ça desquelles leur ingestion peut être sans risque majeur pour la santé et l'écosystème.

❖ Fluorures :

Le fluor est un élément assez répandu, il représente 0,3 g/Kg de l'écorce terrestre. Il y a des traces de fluorures dans de nombreuses sortes d'eaux, les teneurs les plus élevées se trouvent dans les eaux souterraines. Les fluorures ingérés avec l'eau sont absorbés presque en totalité, ce qui n'est pas le cas avec les aliments. Et les fluorures absorbés se répartissent rapidement dans l'organisme pour la plus grande part dans le squelette et un peu dans les dents, la teneur dans les os croît avec l'âge jusqu'à 55 ans. A petite dose, le fluor est un élément essentiel chez certaines espèces animales. Si sa concentration dans l'eau atteint 1,5 mg/L à 2 mg/L, il peut tacheter les dents pour les enfants de 0 à 7 ans (dont les dents sont en cours de minéralisation). Lorsque l'eau en contient plus de 3 à 6 mg/L, une fluorose du squelette est observée (annexe 1). La dose mortelle du fluorure de Sodium pour l'homme est d'environ 5 g. cette toxicité est rapportée à une précipitation du calcium (indispensable à la coagulation) et à une complexation du Fer et du Magnésium, éléments essentiels à l'action des enzymes. A forte dose les fluorures sont des toxiques aigus pour l'homme et provoquent des états pathologiques et des lésions au niveau du foie. Il ne faut cependant pas développer une psychose des fluoroses mais surveiller les doses ingérées.

❖ Dureté de l'eau :

Elle exprime traditionnellement l'aptitude de l'eau à réagir avec le savon. La dureté est une association complexe et variable de cations (Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; Ba^{2+} ; ...) et d'anions. La dureté due au calcium prédomine généralement.

Elle permet de qualifier une eau douce (moins chargée en Ca^{2+}) qui est agréable à la peau, plus favorable à l'action d'un détergent, aussi corrosive vis-à-vis des canalisations par rapport à une eau dure contenant des concentrations très élevées en ions calcique favorisant le dépôt d'ions sur les canaux.

On a la classification suivante de l'eau :

Douce	0 à 60 mg/L
Moyennement dure	60 à 120 mg/L
Dure	120 à 180 mg/L
Très dure	180 mg/L à plus

Rien ne prouve donc que la dureté a des effets néfastes pour l'homme. Au contraire, à en croire certaines études, elle protègerait de la maladie.

❖ Nitrates et Nitrites :

La conversion vis versa de ces substances se fait simultanément dans l'environnement. Les nitrates sont très répandus dans le sol. De nombreux facteurs sont à l'origine de ces ions dans l'eau, notamment les engrais, la décomposition des matières végétales et animales, les effluents domestiques, l'épandage des boues d'égout, les effluents industriels, les suintements des dépôts d'ordures et de lavage de l'atmosphère par les pluies acides.

Des quantités considérables de nitrates sont présentes dans certains aliments et l'ingestion de la plus grande partie se fait par la nourriture.

Il est établi que 1 à 2% de l'hémoglobine se présente sous la forme de méthémoglobine, mais plus de 10% des effets cliniques sont décelables, et vers 30 à 40% il y a anoxie (cyanose).

Ces substances sont responsables de **la maladie du bébé bleu**.

Les nitrates se transforment très rapidement en nitrites (pH élevé) dans la bouche ou ailleurs dans l'organisme, il est possible qu'apparaissent des nitrosamines révélés cancérigènes.

❖ Sodium :

C'est l'élément alcalin le plus abondant, représente 26 g/Kg de la croûte terrestre. L'augmentation accrue du taux de sodium ces dernières décennies est due à la pollution des eaux de surfaces et souterraines ; à l'influence des stations de traitement et d'adoucissement des eaux domestiques ; à l'industrie chimique avec la fabrication des pigments et colorants, du papier, de nombreuses activités industrielles actuelles dont les eaux résiduelles présentent une concentration importante. On peut considérer comme inoffensive une ingestion quotidienne de 1600 mg à 9600 mg par individu normal.

Le seuil de goût du sodium dépend de l'anion associé :

20 mg/l pour Na_2CO_3 (carbonate de sodium)

150 mg/l pour Na Cl (chlorure de sodium)

190 mg/l pour NaNO_3 ;

220 mg/l pour Na_2SO_4 ;

420 mg/l pour NaHCO_3

La valeur guide recommandée en fonction de ces valeurs seuils qui n'est pas un paramètre basé sur la santé, est 200mg/l

❖ Chlorures :

La présence de chlorures dans les eaux naturelles peut être attribuée à la dissolution de sel gemme, à la pollution, aux effluents de l'industrie chimique, aux rejets des égouts, au drainage d'irrigation, à la percolation dans les décharges, à la pénétration de l'eau de mer dans les régions côtières. L'ion chlore est très mobile, cependant finit par aboutir dans des bassins clos ou dans l'océan. Les chlorures les plus abondants dans l'organisme contribuent assez fortement, avec leurs cations associés à l'activité osmotique du fluide extracellulaire qui en renferme 88%. Le corps d'un sujet normal de 70 Kg contient 81,7 g de chlorures et 45 L d'eau.

❖ Sulfates :

Les sulfates sont souvent alliés aux éléments tels que : le plomb (Pb), le baryum (Ba) et le strontium ; la plupart des sulfates sont hydrosolubles. Beaucoup d'industries déchargent leurs sulfates dans l'eau. L'anhydride sulfureux (SO_2) atmosphérique issue de la combustion des combustibles fossiles et des émissions des installations métallurgiques de grillage ; l'anhydride sulfurique (SO_3) , produit par oxydation photo lytique ou catalytique du dioxyde, se combine avec l'eau pour donner l'acide dans les pluies qui tombent en « pluies acides » ou en neige.

La dose létale minimale du sulfate de magnésium serait de 200 mg/Kg de poids corporel chez les mammifères. Des doses de 1 à 2 g de sulfates ont un effet purgatif léger qui nettoie l'appareil digestif. L'organisme humain s'adapte avec le temps à des concentrations plus élevées de sulfates dans l'eau de boisson.

Les seuils de détection gustative pour les sulfates les plus courants vont de :

200 à 500 mg/L pour le Na_2SO_4 (sulfates de sodium)

250 à 900 mg/L pour le Ca SO_4 (sulfate de calcium)

400 à 600 mg/L pour le MgSO_4 (sulfate de magnésium)

En se fondant sur ces valeurs et compte tenu de l'effet purgatif, la valeur indicative proposée est de 400 mg/L.

Les concentrations élevées de sulfates peuvent contribuer également à la corrosion des systèmes de distribution, surtout avec des eaux faiblement alcalines.

❖ Fer :

Par ordre d'abondance, le fer est le quatrième élément en poids de l'écorce terrestre. Dans l'eau, il apparaît seulement dans les états divalents et trivalents (ferreux et ferriques). La fonte et l'acier sont utilisés dans les réseaux publics de distribution des eaux de boisson.

Le fer présent en faible concentration dans l'atmosphère provient des émissions de l'industrie métallurgique, des centrales thermiques et des stations d'incinération.

On en trouve aussi dans les aliments mais à des teneurs variables :

Céréales en moyenne	0.0295 mg/g
Viande	0.0262 mg/g
Autres aliments naturels inférieur à	0.02 mg/g

Ces valeurs peuvent s'élever dans les denrées enrichies en fer ou des aliments cuits dans des ustensiles en fer.

D'autres paramètres peuvent être aussi observés tels que : la résistivité, la conductivité, les matières en suspensions (MES), la dureté ou titre hydrotimétrique (TH), l'alcalimétrie ...

La plus ou moins grande importance de ces paramètres physico-chimiques peut donner à une eau des propriétés médicamenteuses comme leur excès peut modifier ses propriétés organoleptiques.

III.1.2 Grille de référence

Dans le tableau suivant figurent les principaux ions ou éléments minéraux rencontrés dans l'eau et avec une grille de valeurs limites dites de références :

Eléments minéraux	valeurs			Unité en	Organisme fixant la norme
	souhaitables	Acceptables mais à éviter	Inacceptables à corriger		
Ca ²⁺	< 100			mg/L	CEE
Mg ²⁺	< 30	30 – 50	> 50	mg/L	
Na ²⁺	< 20	20 – 150	> 150	mg/L	CEE
K ⁺	< 10	10 – 12	> 12	mg/L	CEE
Fe ²⁺ ou fe ³⁺	< 0.05	0.05 – 0.2	> 0.2	mg/L	CEE
NH ⁴⁺	< 0.05	0.05 – 0.5	> 0.5	mg/L	CEE
PO ₄ ³⁻	< 2	2 – 7	> 7	mg/L	
CO ³⁻	<				
SO ₄ ²⁻	< 25	25 – 150	> 250	mg/L	CEE
Cl ⁻	< 25	25 – 250	> 250	mg/L	CEE
NO ₃ ⁻	< 25	25 – 50	> 50	mg/L	CEE
NO ₂ ⁻	< 0.01	0.01 – 0.1	> 0.1	mg/L	CEE

III.2 LES PROPRIETES ORGANOLEPTIQUES :

III.2.1 GENERALITES ET CARACTERISTIQUES DE QUELQUES ELEMENTS

Elles sont aussi mesurées et quantifiées suivant une série d'échantillons normalisés.

Il s'agit principalement de :

❖ La turbidité :

C'est l'apparence plus ou moins trouble de l'eau et son contraire est la limpidité.

Elle a pour cause la présence de matières en suspension comme l'argile, les limons, les particules organiques colloïdales (résultant de la décomposition de débris végétaux et animaux), les planctons et d'autres micro-organismes dont les diamètres sont de l'ordre de 10 nm à 0.1 mm.

La turbidité peut avoir une action considérable sur la qualité microbiologique de l'eau de boisson, car elle complique la détection des bactéries et des virus.

❖ La couleur :

La couleur de l'eau de boisson peut être due à la présence de substances organiques colorées (généralement des produits humiques), de métaux comme le fer et le manganèse ou de rejets industriels fortement colorés. La coloration est aussi due à l'absorption de certaines longueurs d'ondes de la lumière blanche.

Pour résoudre le problème de couleur, la meilleure solution est parfois l'oxydation chimique complétant la coagulation et la filtration.

❖ Goût et odeur :

Lorsqu'on « goûte » de l'eau, le sens du goût et de l'odorat sont simultanément excités et il est extrêmement difficile de les distinguer l'un de l'autre. Et le plus souvent ce qu'on appelle « goût » est donc, en fait, le résultat à la fois du goût et de l'odeur.

La perception gustative est bien moins sensible que la perception olfactive. Ce pendant une eau apparemment inodore peut avoir une saveur déplaisante dans la bouche.

Les épreuves de gustation en générale ont été beaucoup critiquées. Lorsque les tests se font au niveau des stations de traitement, on risque de sous estimer le goût que l'eau aura chez l'utilisateur car les saveurs déplaisantes pouvant être masquées par le chlore résiduel.

Les problèmes de goût et d'odeur sont la cause principale des plaintes formulées par les usagers. De nombreuses substances donnent un goût désagréable à des concentrations beaucoup plus faibles que celles qui provoquent des effets toxiques.

Ainsi on fixe des seuils de stimulation gustative de l'eau distillée pour les cations principaux de l'eau de boisson :

Pour le Calcium à:	100 mg/l
Pour le Magnésium à :	30 mg/l
Pour le Sodium à :	100 mg/l
Pour le Potassium à :	300 mg/l

Dans les réseaux publics, un changement de goût normal peut être le signe d'une modification de la qualité de l'eau brute, des défauts dans le traitement ou de corrosion chimique des tuyaux et de prolifération biologiques.

L'objectif est donc de fournir une eau qui soit considérée comme acceptable au goût par la majorité des consommateurs soit 90%.

Ces deux critères tous deux subjectifs, se spécifie par :

- **Odeur** : critère subjectif, c'est le seuil de perception olfactive après dilution successive de l'échantillon. Certaines substances donnent un goût à l'eau sans lui communiquer d'odeur et inversement.
- **Saveur** : critère aussi subjectif, fondé sur le seuil de la perception gustative après dilution.

❖ **Température** :

Elle joue un grand rôle dans :

- la solubilité des gaz comme l'oxygène, qui fait de l'eau un milieu vivant
- la vitesse des réactions chimiques et biochimiques.
- tous les aspects du traitement et de la production de l'eau potable.

L'eau est plus agréable à boire fraîche que tiède. Elle perd son goût lorsqu'elle est froide ou tiède, le goût est plus marqué à température ambiante.

Une élévation de la température peut :

- Faire monter la tension de vapeur des éléments volatils à l'état de trace et risque d'accentuer l'odeur.
- Favoriser une désinfection
- Entraîner aussi une corrosion dans les stations de traitement.
- Abréger la survie dans l'eau des kystes et des œufs des vers parasites
- Favoriser la croissance des micro-organismes gênants, au point de donner un goût et une odeur déplaisants à l'eau

De même beaucoup de techniques de traitement de l'eau telles que : la filtration, la coagulation, la sédimentation, la floculation...sont fonction de la température.

❖ Le pH :

Il mesure l'équilibre acide base des systèmes aqueux atteint par différents ions en solution.

Il peut influencer sur :

- la corrosion des canalisations
- l'intensité de la coloration de l'eau
- l'efficacité des mécanismes de floculation et de coagulation
- différents procédés de traitement destinés à éliminer les virus, les bactéries et autres organismes nocifs.

Le pH est lié de différentes façons à presque tous les autres paramètres de qualité de l'eau, car les équilibres chimiques aqueux mettent en jeu les ions hydrogène (et hydroxyle).

Ces paramètres sont également délimités par une grille de tolérance.

III.2.2 Grille de référence

Eléments	Valeurs			Unité	Norme
	Souhaitables	Acceptables mais à éviter	Inacceptables et à éviter		
Couleur	0 – 5	5 -50	> 50	Degré Pt.Co	
Turbidité	$10^{-9} - 10^{-6}$	$10^{-6} - 10^{-4}$	$>10^{-3}$	Diam des PES	
Turbidité après une désinfection	0 - 1	1 – 5	>5	Gouttes de mastic (Frce)	
Odeur	1/3 – 1	-----	-----	% de dilution ou en fraction	
Saveur	1/3 – 1	-----	-----	..	
Température	10 - 12	12 – 25	> 25	° C	CEE
PH	6.5 - 7	7 – 8.5	8.5 – 9.2		

D'autres paramètres organoleptiques déterminants comme :

Sulfure d'oxygène ; Manganèse ; Oxygène dissout ; Solides totaux en solution peuvent influencer aussi les eaux de boisson. 10^{-9}

III.3 LES PARAMETRES BIOLOGIQUES

Il s'agit principalement des **helminthes** dont les larves et les œufs ont été décelés dans l'eau. Néanmoins tous les helminthes ne sont pas véhiculés par l'eau. Or, l'innocuité ne peut être garantie à l'homme que par l'élimination de toutes les espèces infectantes.

On distingue surtout les vers du genre : Trematoda (douves) ; Cestoda (ténias) ; Nématode (vers ronds) avec leur famille.

La prolifération de ces paramètres est rendue possible par la présence de l'oxygène dissout; de matières organiques (DCO, DBO₅) ; de pesticides et de produits apparentés; des toxiques (phénols et dérivés ; hydrocarbures ; détergents..).

III.4 LES PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES

Ils sont constitués des micro-organismes (bactéries, algues et phytoplanctons ; zooplanctons et champignons).

Parmi les micro-organismes certains sont plus pathogènes que d'autres, c'est le cas des bactéries, des virus et des parasites. L'ensemble de ces différents paramètres est à l'origine des infections et des dégâts qui se rapportent à l'eau.

Cet ensemble de substances et de matières qui rentre dans la composition de l'eau ou affecte l'état de l'eau sont incriminées dans les dégâts qu'elle cause : à savoir les maladies hydriques.

IV LES MALADIES HYDRIQUES

IV.1 TENDANCE GENERALE

Leur principale cause est la contamination de l'eau de boisson ou de l'eau de lavage des aliments par les excréments d'un corps infecté. La transmission à l'homme se fait par simple inhalation ou piqûre par un moustique vivant en milieu aquatique. L'eau est ainsi un vecteur de transmission privilégié de ces maladies.

Les maladies hydriques ont différentes causes :

1-Microorganismes : les bactéries

Bactéries	Maladie générée
Vibron cholérique	choléra
Shigella	Dysenterie (diarrhée sanglante)
Protéus (bcp types)	Diarrhée
Salmonelles	Bacille de la typhoïde
Légionelles	Pneumonie, ou fièvre de Pontiac

2-Virus

Entérovirus	Virus de poliomyélite	Poliomyélite
	Virus ECHO	Entérites, voire méningite réversible
	Coxsackie A et B	Méningite
Virus de l'hépatite infectieuse		Hépatite A (le seul causé par l'eau)
Rota virus		70% des diarrhées des jeunes enfants
Papillomavirus		Verrues «de piscine »

3-D'autres parasites : sont transmis à l'homme par pénétration à travers la peau. Les régions chaudes et humides sont leurs lieux de prédilection au niveau des canaux d'irrigation et les eaux courantes ou stagnantes. Et en cause :

Schistosome	Bilharziose (troubles graves de foie ; de la vessie et des intestins)
La simulie (mouche)	Onchocercose
Plasmodium (protiste ne vit pas dans l'eau)	paludisme

L'infestation par le ver de Guinée, ou dracontiasse (draculonose) ; les schistosomiasis parasites de l'homme...sont responsables de la morbidité importante parmi les 200 millions d'individus infectés à travers le monde.

Aujourd'hui, ces maladies hydriques sont à l'origine de la mortalité élevée des populations dans les pays en voie de développement.

Dans le monde les statistiques ont montré qu'environ **6 millions** d'enfants meurent chaque année des suites de gastro-entérites, et **100 millions** de personnes en souffrent ; **260 millions** d'individus sont atteints de bilharziose dont **2 à 3 millions** de décès par an. En ce moment on a **700 à 800 millions** de sujets impaludés et **30 millions** d'onchocercoses sont dénombrés. Cette situation catastrophique n'est imputable qu'à la pauvreté.

La liste des maladies hydriques ne peut être exhaustive, d'autres maladies sont même contractées indirectement par l'eau.

Il est donc indiscutable que les eaux de boisson doivent être contrôlées avant leur consommation dans toutes les sociétés.

IV.2 CAS DU SENEGAL :

Au Sénégal d'après une enquête qui a été faite par **François Ngore NDIAYE** (consultant et fournisseur du filtre fontaine S³), auprès de deux pharmacies (**La parcelloisen** et **Mame Diarra Bousso** de soprim), les maladies d'origines hydrique les plus fréquentes au Sénégal et dans la sous région sont :

Libellés	Agents pathogènes	Contaminations	Manifestations et Méfaits
Anguillulose	Strongyloïdes stercoralis	Par voie cutanée lors des baignades dans les cours d'eau infectés par les larves	Maux de ventres
Ascariadiase	Ascaris lumbricoïdes	Par voie orale en ingérant de l'eau contenant des œufs	Maux de ventres
Bilharziose	- Schistosoma Hematobium - Schistosoma mansoni - Schistosoma japonicom	Par voie cutanée lors des baignades dans les eaux douces	Bilharziose uro-génitale → Sang dans les urines
Choléra	Vibrio choléra	Par voie orale en ingérant l'eau infectée par les hôtes intermédiaires	Déshydratation sévère
Dracunculose ou verre de Guinée	Dracunculus medinensis ou filaire de Médine	Par voie orale en buvant de l'eau contenant des cyclopes parasités	Sortir aux jambes, parfois ailleurs ; fièvre ; Arthrites par pénétration du ver dans l'articulation
Dysenteries amibiennes ou bacillaire	Antamoeba histolitica	Par voie orale en ingérant de l'eau infectée par les kystes	Selles avec des glaires
Giardiase	Giardia intestinalis	Par voie orale en ingérant de l'eau infectée par les kystes	Maux de ventres
Salmonellose	Salmonella tumphimurium	Par voie orale en consommant de l'eau souillée	typhoïde
Shigellose	Shigella dysenteriae	Par voie orale en ingérant de l'eau de boisson infectée par les déjections d'un malade	Selles avec du sang
Turista ou diarrhée du voyageur	Eschericha coli	Par voie orale en consommant de l'eau souillée	Colite et Diarrhée avec déshydratation

La pollution et l'état de dégradation des eaux a inspirer les techniques de traitement et de commercialisation de l'eau sous différentes formes : en bouteilles, en sachets. Et avec l'avancée de la technologie, il apparaît de plus en plus des dispositifs de traitement d'eau.

V LES TECHNIQUES DE TRAITEMENT DES EAUX

Quelles soient d'origine souterraine ou d'origine superficielle, les eaux utilisées pour l'alimentation humaine sont rarement consommables telles quelles. Il est habituellement nécessaire de leur appliquer un traitement plus ou moins sophistiqué, ne serait ce qu'un traitement de désinfection.

Chaque polluant a un caractère qui dépend des paramètres liés à la nature de sa source ou de l'effluent.

La connaissance de ces caractéristiques permet de choisir la manière de traiter le problème en choisissant une méthode appropriée. Ce choix d'une technique de traitement de l'eau est fonction du service ou de l'activité qu'on veut en faire.

Ainsi pour une eau destinée à la consommation et pour certaines pollutions, il faut :

V.1 UN PRE TRAITEMENT

Mais c'est surtout utilisé pour les eaux usées en séparant les matières grossières.

- **La neutralisation** : effectuée en générale pour corriger le pH, afin de faciliter le traitement qui va suivre (floculation, croissance bactérienne, traitement chimiques...), elle se fait souvent par l'ajout de base ou d'acide.
- **Précipitation chimique** : l'ajout de réactifs (acides, bases, sels...) peut provoquer des changements d'état des polluants et favoriser la précipitation chimique permettant de les éliminer.

Après un pré traitement on fait un dégrillage, Tamisage, Déshuilage, Egalisation ... traitement physique.

V.2 TRAITEMENT PHYSIQUE

Les traitements physiques se caractérisent par le transfert du polluant d'un milieu liquide vers une nouvelle phase différente. Ces méthodes permettent de séparer les polluants de l'effluent liquide, mais ne les élimine pas autant ; un traitement ultérieur est nécessaire.

❖ Le stockage et la décantation

Cette opération consiste à conserver l'eau pendant un certain temps dans un grand réservoir où l'on assiste à une décantation des matières en suspension. Le seul fait de stocker permet une oxydation spontanée des matières organiques.

L'inconvénient de cette étape est la détérioration de la qualité de l'eau par prolifération bactérienne et développement d'algues.

❖ **Le dégrillage, tamisage :**

Cette opération consiste à faire passer l'eau à travers un filtre dont les mailles sont assez fines (entre 2 mm et ½ mm de diamètre) de façon à retenir toutes les particules de taille supérieure. Cette méthode est la plus utilisée par les ruraux, pour traiter les eaux des puits, des rivières...

❖ **La pré oxydation :**

Elle peut se faire par le chlore ou par l'ozone lorsqu'on a une eau relativement propre mais contient encore des particules colloïdales en suspension et des matières organiques.

L'inconvénient est que l'utilisation du chlore peut donner avec certains micropolluants, des composés organochlorés du type chloroforme ou des composés encore plus complexes avec les phénols, du type chlorophénols.

Malheureusement, les produits de substitution du chlore comme le bioxyde de chlore (ClO₂), le chlorite de calcium (ClO₂Ca) évitent les inconvénients mais coûtent plus chers.

❖ **La floculation, coagulation et décantation :**

Après toutes ces opérations, il ne reste plus dans l'eau que des particules très fines. Ces particules sont chargées négativement, ce qui fait que ces suspensions ne décantent pas. Pour faire tomber ces particules, on essaie de les coller les unes des autres de façon qu'elles forment un ensemble plus gros, qui pourra se décanter.

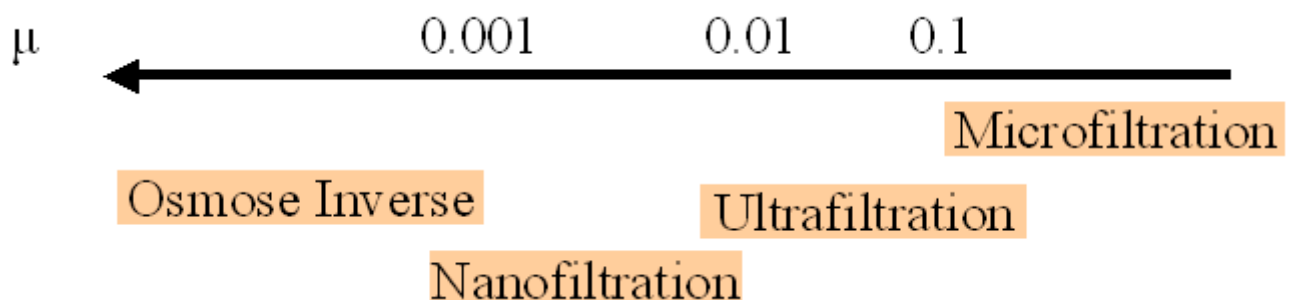
L'opération a lieu dans un décanteur, et consiste à mettre dans l'eau un électrolyte qui neutralise les charges électrostatiques négatives et permet leur contact.

❖ **La filtration**

C'est un procédé destiné à clarifier un liquide qui contient des MES (Matière en suspension) en les faisant passer à travers un milieu poreux constitué d'un matériau granulaire

Il existe plusieurs types de filtrations : filtre à tambour, filtre à disques ; filtre à sable ; osmose inverse ; cartouches de filtration ; membranes/systèmes ; sac filtreur ; ultrafiltration ; nano filtration.

➤ **Le spectre de la filtration:** suivant le diamètre des particules



➤ **La filtration par le sable**

Est l'une des méthodes de traitement de l'eau les plus anciennes. Si elle est correctement appliquée elle permet de produire une eau de grande qualité. Très utilisé pour la purification des eaux potables, un filtre à sable est constitué par des couches de sable de qualité et de granulométrie adéquates, à travers lesquelles circule l'eau à vitesse relativement faible.

Un filtre à sable purifie l'eau de trois manières différentes :

- Filtration pendant laquelle les particules sont séparées de l'eau à traiter
- Adsorption chimique pendant laquelle les contaminants collent à la surface du sable et viennent grossir la taille de ce dernier
- Assimilation par des micros organismes aérobies qui se nourrissent des polluants de l'eau

L'eau qui est purifiée grâce à un filtre à sable est généralement prétraitée au préalable.

Une application spécifique de la filtration par sable est la déferrisation d'eaux de surface ou souterraine. La déferrisation consiste à aérer l'eau de façon à oxyder et à faire précipiter les ions fer (Fe) et manganèse (Mn). Cette étape est suivie par une filtration des particules précipitées grâce à un filtre à sable.

➤ **Membranes ou systèmes à membranes**

• **l'osmose inverse : (voir annexe 8)**

Le principe de l'osmose inverse est le suivant : si l'on applique à une solution aqueuse en contact avec une membrane semi-perméable une pression supérieure à la pression osmotique, de l'eau pure traverse alors la membrane. La perméabilité de la membrane peut être suffisamment petite pour permettre de filtrer quasiment toutes les impuretés, sels, ainsi que bactéries et virus.

Des installations utilisant ce procédé sont utilisées dans de nombreuses industries telles que :

- Industries pharmaceutiques et cosmétiques
- Traitement d'eau potable :
- Traitement des eaux de surface
- Traitement des eaux aquifères
- Eaux de rinçage issues des industries électroniques, verrières et de galvanisation
- Usines de production de boisson et de mise en bouteille (annexes)
- Eau d'alimentation de chaudière
- Hôpitaux et laboratoires
- Environnement (Recyclage)
- Dessalement ...

- **L'ultrafiltration :**

L'Ultra filtration est utilisée pour enlever des particules flottantes, des colloïdes, bactéries ou autres virus. Cette technique utilise des membranes entre 5 et 500 nm.

Il y a trois types de membranes :

- Membranes en spirale, les moins chères mais plus sensible à la pollution
- Membranes tubulaires / en forme de pailles, sont les membranes les plus utilisées pour leur rapport coût/efficacité difficiles à polluer.
- Membranes en céramique, plus chères mais extrêmement résistant aux pollutions lourdes.

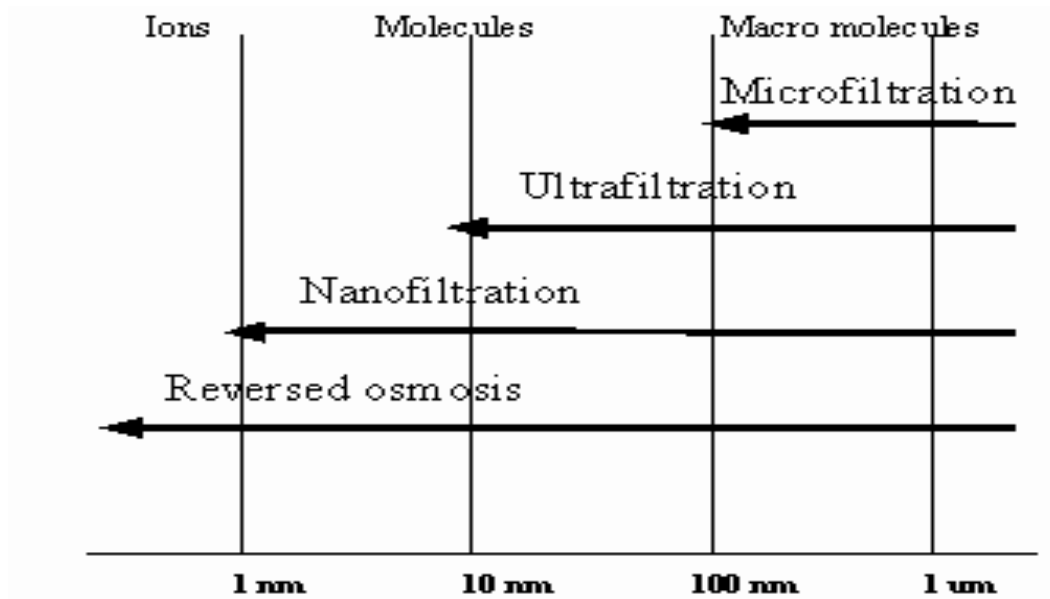
La surface du filtre détermine la capacité de filtration du filtre. Les membranes à spirales ont en général la surface la plus importante et sont les moins chères à utiliser. La surface des membranes tubulaire/paille est plus faible. Les membranes en céramique ont une surface faible par rapport à leur taille.

La plupart du temps l'eau d'alimentation pour l'ultrafiltration n'est pas de grande qualité. C'est pour cela que les membranes tubulaires sont les plus utilisées. Ces membranes sont en effet plus résistantes que les membranes à spirales, par exemple. Les membranes à spirales sont utilisées quand la qualité de l'eau de l'alimentation est bonne.

Pour prévenir les membranes des problèmes de détérioration ou de bouchage, un filtre de qualité moindre est placé avant le système d'ultrafiltration. En fonction du débit d'alimentation la taille des pores varie de 0.5 à 1.0 mm. Une purification supplémentaire n'est pas nécessaire.

- **Nano filtration**

La technique de nano filtration est principalement utilisée pour enlever les ions tels que les métaux lourds. Cette technique peut être perçue comme une filtration membranaire de type osmose inverse et de piètre qualité. En effet, la nano filtration utilise des membranes moins fines, la pression d'alimentation d'un système de nano filtration est généralement faible comparée à celle d'une osmose inverse. De plus le taux d'encrassement est plus faible qu'un système d'osmose inverse.



Applications pour la nano filtration:

- Adoucissement
- Enlever les métaux lourds des effluents pour réutiliser l'eau
- Réduction de la teneur en ions sodium

Les résultats classiques d'une nano filtration sont une élimination de 50% des ions Na Cl et 90% pour les ions CaSO_4 .

Une membrane est constituée de:

- Pompe d'alimentation
- Les éléments de la membrane assemblés en chambre de pression.
- Tuyaux
- Système de nettoyage

Beaucoup d'industries qui commercialise de l'eau ici au Sénégal (Pureté, Afrique vision, Baobab,...) utilisent ces genres de techniques. Mais après traitement, elles reminéralisent pour donner à l'eau des propriétés ou des qualités meilleures.

VI. CONTROLE DE QUALITE DES EAUX DE BOISSON : QUELQUES CAS A DAKAR

En dépit de son rôle essentiel dans l'activité humaine, l'eau constitue en moyenne 80% de la matière vivante.

Cette étude surgit juste au moment où notre capitale Dakar était menacée par le choléra. Et nul doute que cette maladie d'hygiène est fortement liée aux eaux de boisson.

Par ailleurs, beaucoup de cas ont été décelés à Guédiawaye (banlieue de Dakar) et en plus depuis long temps l'eau de cette localité était réputée douteuse. Ce qui justifie principalement le choix de l'analyse des eaux de ce lieu.

Pour réaliser cette étude on s'est servi du spectrophotomètre DR 2000 qui est un appareil de mesure très performant.

VI.1 PRESENTATION DU DR 2000

Le DR 2000 est un spectrophotomètre UV qui permet de déterminer la concentration en solution de bon nombre de paramètres par absorption des longueurs d'ondes correspondantes à des complexes spécifiques. Il est muni d'un catalogue contenant tous les paramètres qu'il est capable de déterminer, dans lequel tout le mode opératoire y est décrit.



Conditions d'utilisation :

Pour effectuer une analyse avec cet appareil, on se sert de ses deux cuves en verre qui lui sont spécifiques. Et on met dans chaque cuve un volume connu de solution. Puis l'une des cuves sera prise comme témoin appelé blanc, et on ajoute dans l'autre le réactif adéquat. On met en premier le blanc pour étalonner l'appareil, et on mesure immédiatement la substance qui est ciblée en mettant la cuve contenant la solution plus le réactif. Ainsi on lit directement à l'écran la mesure correspondante.

Pour mieux affiner les tests, le protocole suivant était adopté :

- échantillonnage d'eau dans le lieu ciblé ;
- une première série de mesures est faite sur l'eau de robinet,
- puis après filtration par le « **filtre fontaine S³** », une seconde série de mesure est effectuée sur les mêmes éléments.

Ainsi on arrive aux résultats qui vont suivre.

VI.2. ECHANTILLONNAGE ET ANALYSE CHIMIQUE DE L'EAU DE ROBINET DE GUEDEAWAYE :

L'échantillonnage est une opération délicate, qui exige un certain nombre de conditions et des règles à observer. Ainsi un plan d'échantillonnage est nécessaire pour assurer la représentativité, la fiabilité et la reproductivité des mesures.

Parmi les procédés d'échantillonnage on a utilisé :

- L'échantillonnage de jugement ou d'expert qui consiste à sélectionner les points de prélèvement sur la base d'une étude historique ou de criblage.
- un échantillonnage aléatoire : consistant à choisir le point de prélèvement sans aucun critère ni aucune influence.

Ce qui a motivé le choix de cette étude c'est bien sûr le choléra, mais le choix du site de prélèvement s'est basé sur la vulnérabilité de la localité (Guédiawaye) qui est tout le temps citée par la presse pour des problèmes d'eau qui provoquent l'agitation des populations. De manière aléatoire le prélèvement a eu lieu à la cité Amadou DIOP villa n°12 N/640977 à 9H précisément. Et l'analyse de l'eau a été faite à 15 H (le même jour) pour respecter le délai fixé pour l'analyse qui est de 24 H.

Ainsi toutes nos mesures ont été faites à la direction du service national d'hygiène (Rue Aimé Césaire) le **07-11-04**.

VI.3 ANALYSE CHIMIQUE DE L'EAU DE ROBINET TRAITEE PAR UN FILTRE S³

Depuis fort long temps l'alimentation des individus se faisait par les eaux de robinet. Ainsi avec l'évolution des sciences de la santé, beaucoup de nuisances sont suspectées d'avoir leur origine dans l'eau. Cela qui remettait toujours en cause les technologies utilisées, face aux dommages qu'elles induisent à l'environnement et aux ressources naturelles.

Ainsi on est arrivé à un stade critique où le potentiel en eau souterraine ne peut plus satisfaire la demande. La conséquence majeure qui en découle est que les services de distribution de l'eau sont obligés de trouver des recours face à ce défi.

De ce fait, ces eaux étant prélevées souvent des lacs ou des fleuves sachant qu'elles seront traitées, méritent encore d'être suivies à tout moment par les fournisseurs comme par les consommateurs.

Pour le cas de l'eau de Guédiawaye, elle provient des forages de **Pout Sud** et de **Thiaroye**, selon la **SDE**.

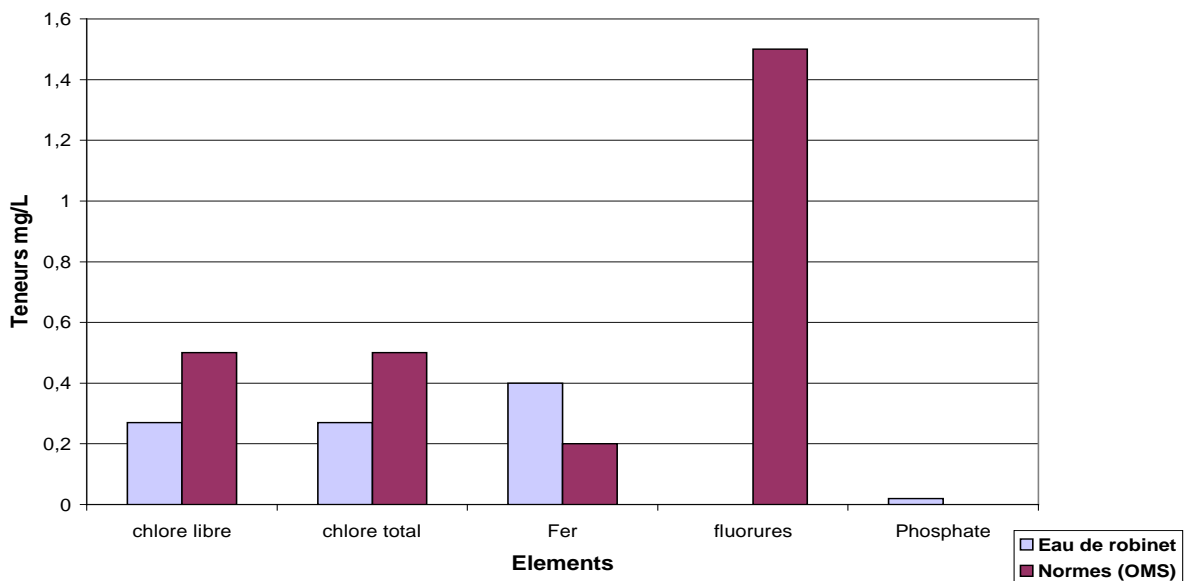
Avec l'aide du DR 2000, une gamme de mesure a été effectuée sur cette eau en vue de déterminer la composition et la quantité de ses solutés afin de clarifier l'opinion publique nationale sur l'état de cette denrée.

Les résultats figurant dans le tableau ci-dessous (tableau 1) ont été obtenus par **M Youssouf SANE**.

Tableau : 1

Eléments	Eau de robinet	Normes ou Valeurs guides
chlore libre	0,27	0,5
chlore total	0,27	0,5
Fer	0,4	0,2
fluorures	0	1,5
Phosphate	0,02	

Histogramme de la teneur des éléments chimiques



❖ **Interprétations :**

L'histogramme des concentrations nous permet de situer les éléments chimiques contenus dans l'eau de boisson des populations de Guédiawaye.

Ainsi en se référant aux normes fixées, la contenance en chlore libre et en chlore de cette eau sont en deçà des valeurs indiquées.

On peut donc dire que cette eau ne présente aucun risque potentiel pour ces éléments. Tout trouble lié à la consommation de ces eaux serait donc dû à d'autres paramètres.

Par contre la teneur en fer de l'eau analysée est le double de la valeur normalisée, ce qui pourrait susciter des inquiétudes relativement aux nuisances dues à l'excès de cet élément.

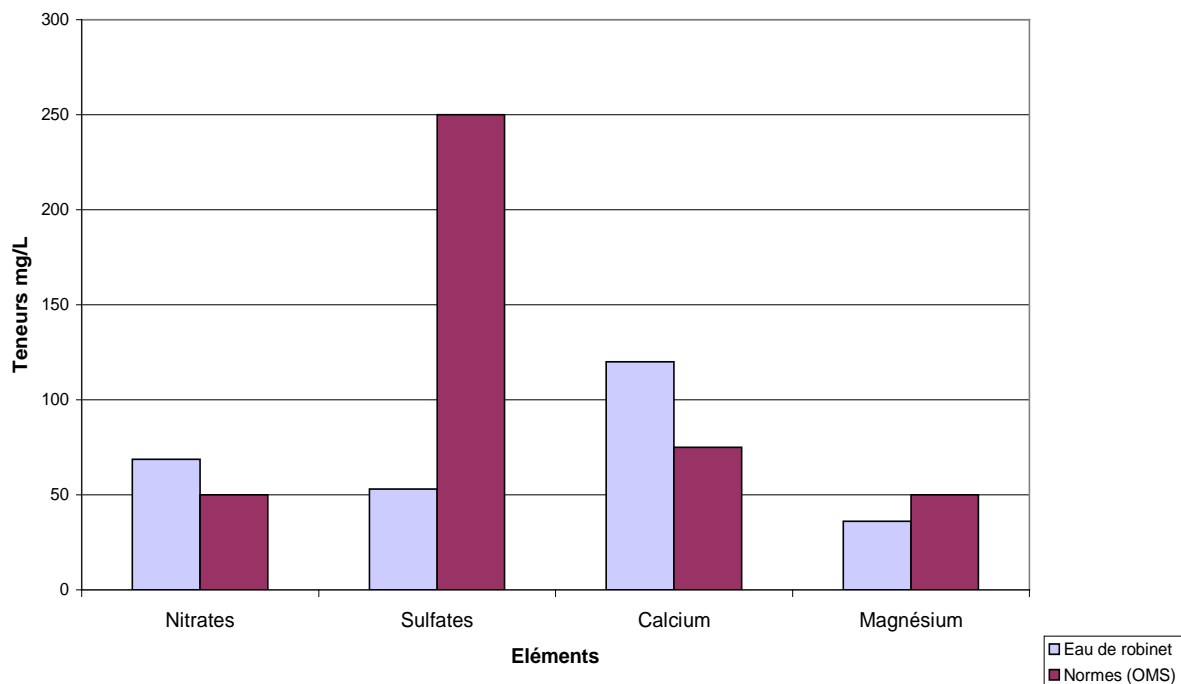
On note également l'absence de fluor, qui est un élément minéral à faible dose, et dont sa carence peut induire des malformations squelettiques (os et dents) chez les adolescents.

Tandis que, la présence des phosphates peut ne pas avoir d'effets sur la santé humaine mais leur forte concentration modifie les propriétés organoleptiques de l'eau.

Tableau : 2

Eléments	Eau de robinet	Normes (OMS)
Nitrates	68.64	50
Sulfates	53	250
Calcium	120	75
Magnésium	36	50

Histogramme de la teneur des éléments chimiques



❖ Interprétation

Comparativement aux valeurs de référence, la composition de l'eau de robinet en éléments nitrates et calcium est plus importante.

Ceci révèle un paradoxe dans la qualité de l'eau offerte aux populations de la localité.

Par rapport aux nitrates cela peut s'expliquer par la provenance ou la source des eaux, par ce que la nappe de Thiaroye est une des nappes les plus polluées du pays.

Cette pollution est causée principalement par le maraîchage très développé dans la zone avec l'utilisation des pesticides et d'engrais...

Tandis que pour le calcium l'excès est plus souhaité que sa carence, car il ne présente pas d'impacts sur le plan sanitaire.

Pour le magnésium et les sulfates leurs teneurs sont conformes aux normes.

Toutefois, l'homme a tendance à changer son mode de vie. Ainsi avec les problèmes qui gangrènent notre environnement, on sera toujours tenté de chercher des alternatives pour préserver notre bien être.

Dès lors, à l'image des pays développés, la consommation en eau potable est devenue une préoccupation grandissante de nos états. Ce qui se traduit par la présence de variétés d'eau filtrée et des techniques de traitement de l'eau.

En plus des techniques à membranes (osmose inverse, l'électrodialyse, nano filtration), les procédés électrochimiques (électrolyse bipolaire, l'électrosorption), au niveau local on à Dakar les filtres à bougies qui sont à la une. Par conséquent nous nous en sommes servis pour réaliser quelques mesures.

VI.4 ANALYSES CHIMIQUE DES EAUX FILTRES :

Cette analyse porte sur les eaux de robinet traitées par un filtre à eau et sur les eaux en sachets mis sur le marché Sénégalais.

VI.4.1 ANALYSE DE L'EAU DE ROBINET TRAITÉE PAR LE FILTRE FONTAINE S³ :

➤ Présentation du filtre utilisé :

Ce filtre est tout à fait nouveau sur le marché sénégalais. Mais actuellement, il se taille une part de marché importante avec beaucoup de satisfactions du côté des usagers.

Baptisé par le fabricant **filtre fontaine S³**, le filtre est composé de quatre (4) parties :

- Deux (2) seaux en plastiques dont celui du haut reçoit l'eau à filtrer et celui de bas celle déjà filtrée.
- Une bougie désinfectante en matière poreuse laissant passer l'eau filtrée dans le réceptacle. Sur celle-ci est marqué « Gon nitrato de plata esterilizante y carbon activado » ou en anglais « whith sterilizing silver nitrate and activated carbon ».

La bougie étant l'élément moteur est fabriquée sur la base de nitrate d'argent et du charbon actif, sachant que le :

- **Nitrate d'argent**, qui permet de retenir les halogénures (chlorures, fluorures, et dérivés...), les cyanures...
- **Charbon actif** : pouvant adsorber les substances organiques colorées, enlever la saveur et la couleur de l'eau, les matières en suspension et d'autres éléments adsorbables.



➤ **Consignes d'utilisations et d'entretien fournis par le fabricant :**

- Rincer avec de l'eau seulement avant la première utilisation.
- Vider la première eau traitée.
- Enlever les dépôts de saletés avec un tissu propre ou une éponge chaque semaine.
- Mettre les bougies dans une solution javellisée pendant 30 mn, puis laver avec de l'eau propre avant de remonter.
- Ne jamais utiliser de détergents pour l'entretien du filtre.

➤ **Analyse chimique de l'eau de robinet filtrée :**

Le filtre fontaine S³ est de plus en plus utilisé par les foyers sénégalais.

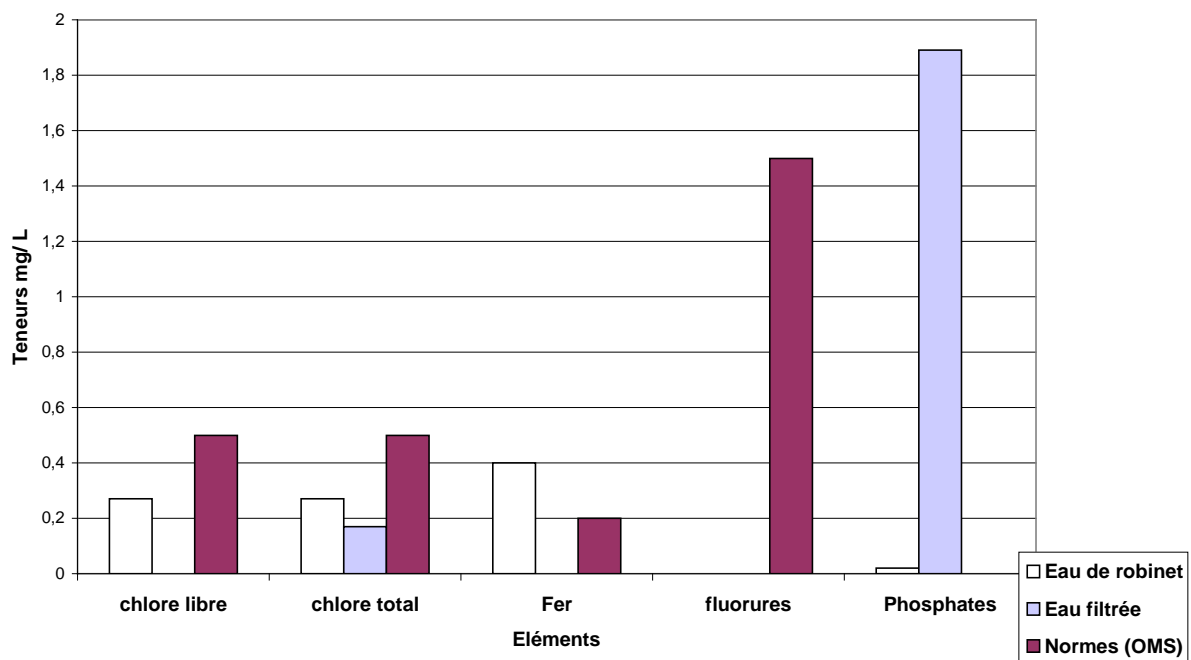
L'ampleur de ce filtre sur le marché sénégalais fait qu'on s'est intéressé à l'étude de ces caractéristiques chimiques, pourvu que des tests bactériologiques ont été faits pour mesurer les capacités du filtre.

Après avoir filtré l'eau de robinet de Guédiawaye tantôt étudiée, on s'est servi du DR 2000, pour examiner les mêmes éléments chimiques.

Tableau 3 :

Eléments	Eau de robinet	Eau de robinet filtrée	Normes
chlore libre	0.27	0	0,5
chlore total	0.27	0,17	0,5
Fer	0.4	0	0,2
Fluorures	0	0	1,5
Phosphate	0.02	1,89	

Histogramme de la teneur des éléments chimiques



➤ **Interprétation** (eau de robinet traitée par un filtre) :

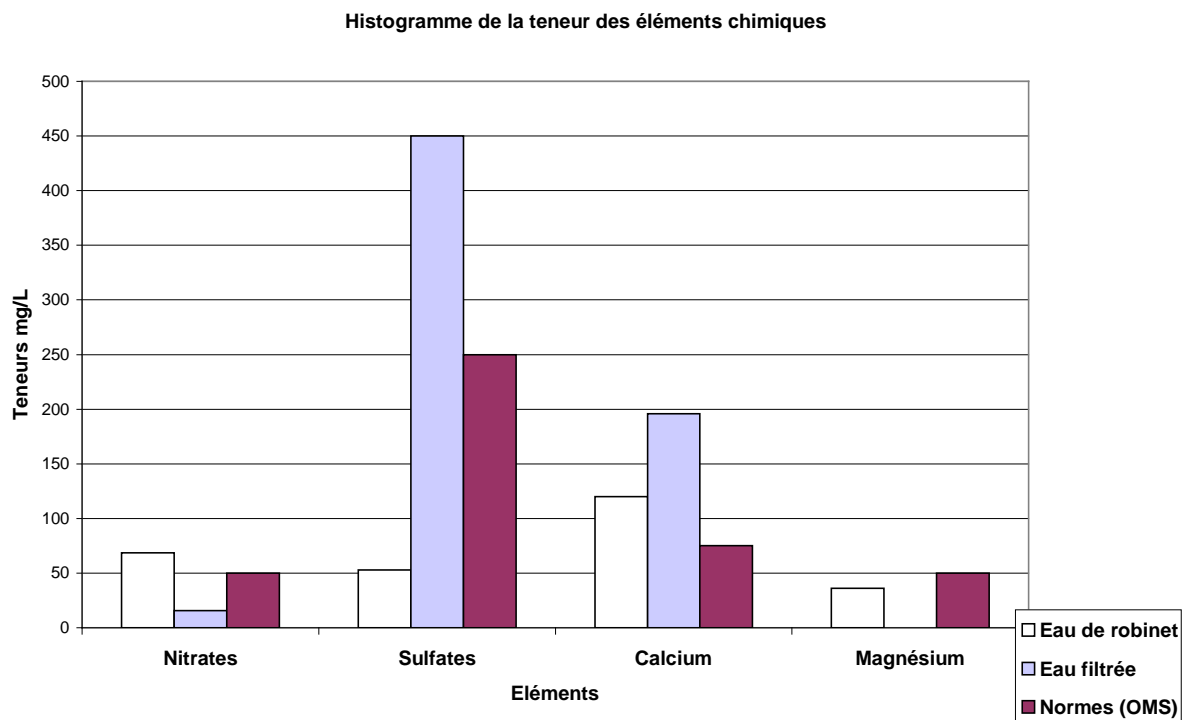
Les valeurs obtenues dans ces mesures nous permettraient de voir le comportement du filtre fontaine S³ vis-à-vis des éléments chimiques.

Ainsi on peut noter que ce filtre retient totalement le chlore libre, le fer et le Magnésium ; réduit considérablement le chlore total, les nitrates ; et largue des substances tels que les phosphates, le calcium et les sulfates.

La rétention de certains de ces éléments montre l'aptitude et l'efficacité du filtre.

Tableau 4 :

Eléments	Eau de robinet	Eau de robinet filtrée	Normes (OMS)
Nitrates	68.64	15.7	50
Sulfates	53	450	250
Calcium	120	196	75
Magnésium	36	0	50



➤ **Interprétation :**

Par rapport aux nitrates, ce filtre retient environ 77 % de la quantité qui se trouve dans l'eau et en même temps le magnésium.

On note aussi une augmentation de la concentration de sulfates et de celui du calcium dans l'eau filtrée.

Toutes ces anomalies peuvent être effectivement dues à :

- Une exploration tardive des consignes d'utilisation du filtre, car c'est sur la première eau analysée par le filtre que nos mesures ont été effectuées.
- A des erreurs de manipulation, puisque les tests n'ont pas été répétés afin de s'assurer de la fiabilité des résultats. Cela se justifie par les coûts des réactifs très élevés.

En effet ce filtre présente beaucoup d'avantages tels que :

- Le traitement des couleurs, des odeurs et de la saveur, il fournit une eau limpide très agréable à boire.
- Il coûte moins cher et existe sous plusieurs catégories : une bougie, deux bougies et à trois bougies.
- Il est d'une technologie d'entretien très facile à utiliser.
- Sur le plan bactériologique d'après le fabricant, il retient une importante partie des bactéries présentes dans l'eau.

Ce filtre possède des aptitudes à satisfaire la demande en qualité d'eau potable. Il est aussi à la portée des populations.

Ces résultats montrent que le filtre S³ est à mesure de procurer une satisfaction au même niveau que les eaux de table ou eaux commercialisées.

Par ailleurs, même si le filtre n'a pas encore couvert une grande dimension, il renferme une idée de projet techniquement faisable, économiquement rentable et socialement acceptable. Et de là pourrait naître une nouvelle technique de traitement performant de l'eau.

VI.4.2 ANALYSE DES EAUX EN SACHETS : « PURETE » :

Pour répondre aux besoins en eau potable des populations, des industries ont mis sur pied des procédés de traitement des eaux à l'image des eaux de sources qui se révèlent être de bonne qualité.

De ce fait il sera toujours intéressant de suivre ou de contrôler ces eaux comme bien d'autres aliments. Par conséquent on a choisi «**Pureté**» pour établir les mêmes mesures que précédemment.

➤ Présentation des eaux Pureté :



Pureté : c'est une eau mise dans des sachets et commercialisée, elle est fabriquée par **Afrique vision** qui est une industrie sénégalaise.

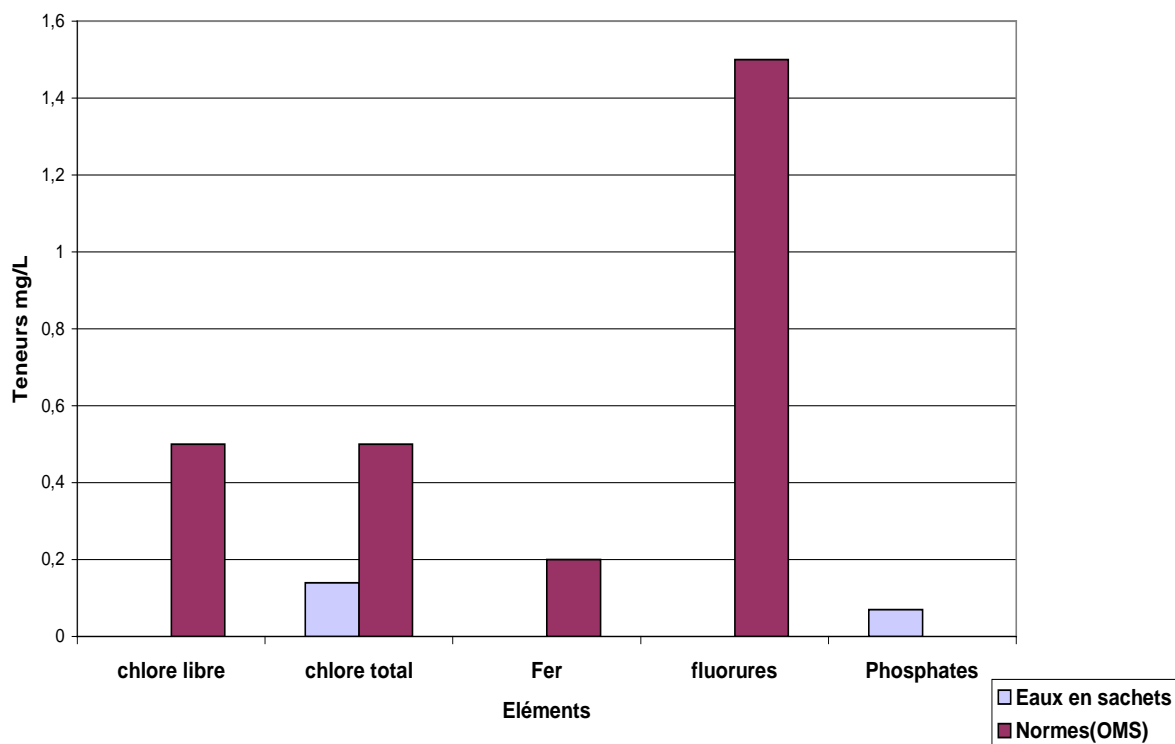
Cette entreprise installée à Hann Maris, utilise l'eau de robinet qu'elle retraits selon un processus industriel.

Les résultats des mesures réalisées sur cette eau sont dans les tableaux (5) et (6).

Tableau 5

Eléments	Eau en sachets	Normes
chlore libre	0.14	0,5
chlore total	0	0,5
Fer	0	0,2
fluorures	0.07	1,5
Phosphates	0,07	

Histogramme de la teneur des éléments chimiques



➤ **Interprétation :**

Par rapport aux normes, les eaux en sachets n'excèdent pas les valeurs indicatives.

Mais on note une absence d'éléments minéraux favorables à l'organisme humain à petite dose, c'est le cas du fer, et du fluor.

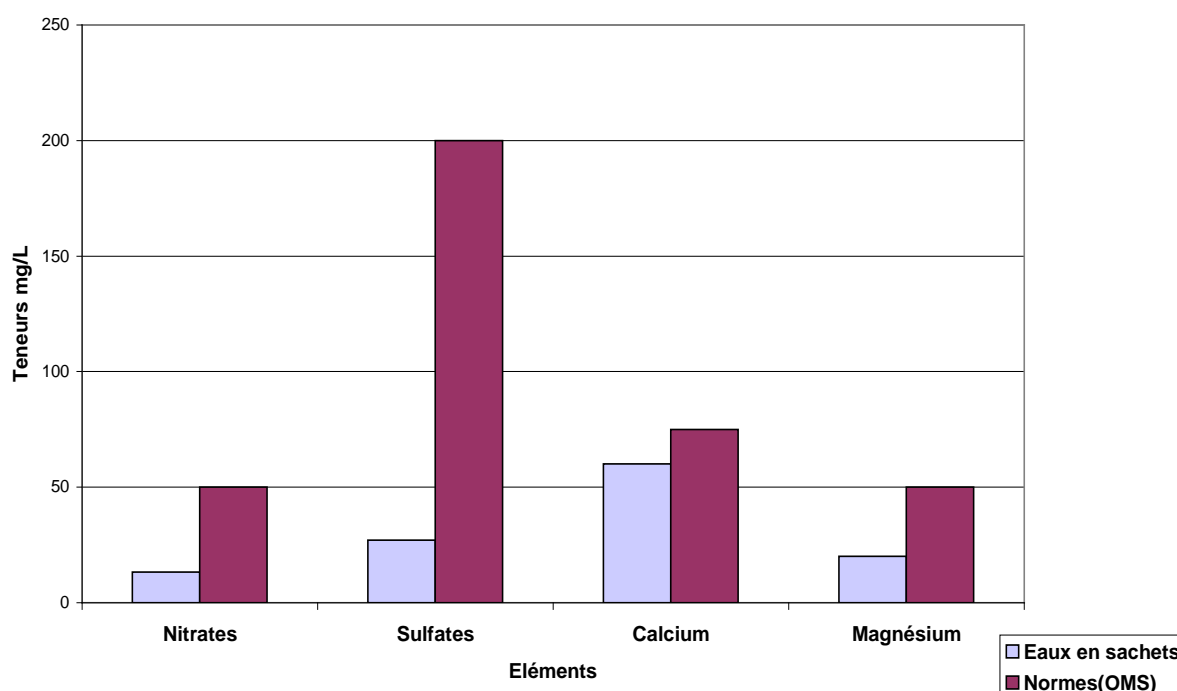
Par ailleurs, elles contiennent des phosphates en quantité plus élevée que dans l'eau de robinet, bien qu'il n'y a aucune norme sur la santé prévue à son égard.

L'absence de certains éléments pourrait être à l'origine du goût que donne cette eau pour la première fois.

Tableau : 6

Eléments	Eau en sachets	Normes (OMS)
Nitrates	13.2	50
Sulfates	27	200
Calcium	60	75
Magnésium	20	50

Histogramme de la teneur des éléments chimiques



➤ **Interprétation des mesures :**

L'eau de pureté est une eau douce puisqu'elle a une teneur en calcium égale à 60 mg/ L.

Ces concentrations en éléments chimiques respectent la gamme des prévisions, donc elle est acceptée pour la consommation.

Généralement, ces eaux provenant des unités de traitement ne présentent pas de risque majeur à la santé.

Néanmoins par mesure de précaution, il est toujours intéressant de contrôler toutes les sources de production et de distribution de l'eau pour de palier à toute éventualité.

Par conséquent, pour assurer la santé des populations et des écosystèmes, il est indispensable de fournir une eau potable aux êtres vivants. Et cette eau doit répondre aux exigences de la biodiversité afin de promouvoir un environnement meilleur.

VII L'EAU, L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE

L'eau se trouve au cœur du développement et de l'évolution environnementale. Ainsi un environnement sain se manifeste par une belle nature, un paysage admirable, une végétation dense avec des variétés d'espèces animales, bref offre un cadre de vie adéquat à la biodiversité.

De nos jours, les problèmes environnementaux font la une de l'actualité nationale et internationale. Et la quasi-totalité des perturbations qui oppriment l'environnement sont liés directement ou indirectement à l'eau. Et cela peut se manifester par :

- Des impacts négatifs sur la santé des écosystèmes incluant les plantes, les animaux et les poissons qui à long terme vont induire des nuisances à l'Homme,
- Des menaces sur les espèces rares en voie de disparition,
- La réduction de la diversité des espèces ou perturbation de la chaîne alimentaire,
- Du déclin des populations animales, comme les prédateurs et certaines races sensibles,
- De la Transformation du paysage naturel avec une diminution de l'attrait esthétique ou changement aux traits visuels,
- De l'avancée du désert (exemple du sahel), changements climatiques, ...

Le phénomène crucial est l'irréversibilité des mutations de l'environnement.

Au niveau de la santé, les aménagements fluviaux sont également inducteurs de nuisances aux êtres vivants de proximité. Néanmoins ils sont conçus pour les biens et services des populations.

Toutefois, le milieu aquatique est favorable à la prolifération des agents pathogènes, mais les habitudes d'hygiène alimentaire insuffisantes sont responsables en majeure partie des maladies liées à l'eau. Une mauvaise qualité de l'eau compromet la santé individuelle et publique et bloque le développement.

Un certain nombre de conditions est nécessaire à l'eau pour assurer une santé aux usagers telles que:

- L'accessibilité à une eau potable et suffisante est facteur déterminant,
- Mode de stockage et de purification adéquate de l'eau dans les concessions pour garantir sa salubrité : décantation en laissant un temps de repos, javellisation,...
- L'utilisation universelle des latrines surtout en campagne et leur désinfection périodique.

Les comportements habituels et les pratiques culturelles et traditionnelles sont aussi déterminants, vis-à-vis du respect et de l'adoption des règles et des normes recommandées.

VIII RECOMMANDATIONS ET NORMES

VIII.1 RECOMMANDATIONS :

L'eau de boisson ne doit pas contenir des agents pathogènes. Comme pour les eaux en bouteille, une filtration est exigée si la source est exposée à une contamination fécale.

Pour faciliter une lutte contre toute agression probable de l'eau, il serait préférable de mettre en place :

- Un organe ou un laboratoire de contrôle et de surveillance accrédité des eaux.
- D'une structure pour favoriser des études poussées de l'eau pour donner des normes spécifiques fiables, qui collent aux réalités culturelles, économiques et environnementales du pays.
- D'une organisation des consommateurs efficace et apolitique, jouant le rôle de police de l'eau.
- D'un service de secours et d'urgence pour faire face à tout équivoque.
- D'un réseau de gestion des ressources naturelles de manière générale.
- Des plans d'éducation et de sensibilisation des populations en matière de santé, d'hygiène, et d'utilisation rationnelle de l'eau, de l'énergie et de protection de l'environnement ; afin d'assurer une eau de consommation humaine adéquate et une bonne gestion des ressources naturelles.
- D'un service chargé de l'évaluation et de l'étude des impacts environnementaux sur l'ensemble des installations sur les fleuves (lac de Guiers...) et les autres affluents qui sont utilisés à des fins de consommation.
- D'un réseau d'assainissement adéquat pour diminuer la pollution, et la prolifération d'agents pathogènes dans l'environnement,
- Il serait également important d'avoir une structure de surveillance et de contrôle des rejets industriels, qui sont de grands pollueurs.

Pour y arriver il est indispensable de renforcer et de mettre en oeuvre les structures et les lois déjà établies. Ainsi dans le cadre de l'amélioration de la protection de la santé publique l'OMS, la CEE et d'autres structures ont mis à niveau des normes de qualité ou des valeurs guide qui peuvent être des références dans des études.

- il serait également important d'adopter les normes pré établies par les codes de l'eau et de l'environnement (**voir annexes 9**).

VIII.2 LES NORMES :

➤ Les normes bactériologiques :

- L'eau doit être exempte d'organismes pathogènes et d'organismes indicateurs d'une contamination fécale, tels les bactéries coliformes fécales, les bactéries Escherichia Coli, les bactéries entérocoques et les virus coliphages.
- L'eau ne doit pas contenir plus de 10 coliformes totaux par 100 millilitres d'eau prélevée.
- Au moment du prélèvement, au moins 90 % des échantillons doivent être exempts de bactéries coliformes totaux.
- L'eau ne doit pas contenir plus de 500 BHAA par millilitre d'eau prélevée.

➤ Les normes physico-chimiques :

- Dix-huit substances inorganiques et 48 substances organiques sont répertoriées. Toutefois, seulement 17 substances inorganiques et 42 substances organiques, indiquées dans les tableaux 5 et 6, sont contrôlées.
- La turbidité de l'eau distribuée doit être inférieure ou égale à 5 UTN en tout temps.

➤ Les normes relatives au traitement

- En ce qui concerne les eaux de surface, il faut s'assurer que les traitements éliminent la présence d'au moins 99,99 % des virus, 99,9 % des kystes de Giardia et 99 % des oocystes de Cryptosporidium. La turbidité ne doit pas dépasser 0,5 UTN dans plus de 5 % des mesures inscrites durant 30 jours consécutifs à la sortie de chaque filtre. Le chlore résiduel doit être supérieur ou égal à 0,3 mg/l à la sortie du traitement. Ces exigences correspondent à l'opération optimale d'une usine conventionnelle de filtration conçue dans les règles de l'art.
- Les systèmes de distribution alimentant moins de 50 000 personnes et dont l'eau de surface ne subit pas de filtration ont jusqu'au 28 juin 2005 pour installer un système de traitement assurant les pourcentages d'élimination précités. L'échéance est le 28 juin 2007 pour les systèmes alimentant plus de 50 000 personnes.
- En ce qui concerne les eaux souterraines contaminées par des organismes d'origine fécale et les traitements minimaux, il faut s'assurer que les traitements de désinfection éliminent la présence d'au moins 99,99 % des virus. Le chlore résiduel doit être supérieur ou égal à 0,3 mg/l à la sortie du traitement. Cette exigence correspond à l'opération optimale d'un poste de chloration conçu dans les règles de l'art.

CONCLUSION

Bien qu'étant en grande quantité, l'eau n'est pas toujours disponible en bonne qualité pour être utilisée automatiquement.

De nos jours, l'approvisionnement en eau potable s'avère de plus en plus difficile. Ainsi en ville autant qu'en campagne, l'impérieuse nécessité de garantir une qualité certaine à l'eau consommée s'impose à tous.

Les qualités d'une eau sont souvent définies par la nature de l'usage auquel elle est destinée ; son traitement est fonction de sa source, de sa composition, de son itinéraire et de son stockage.

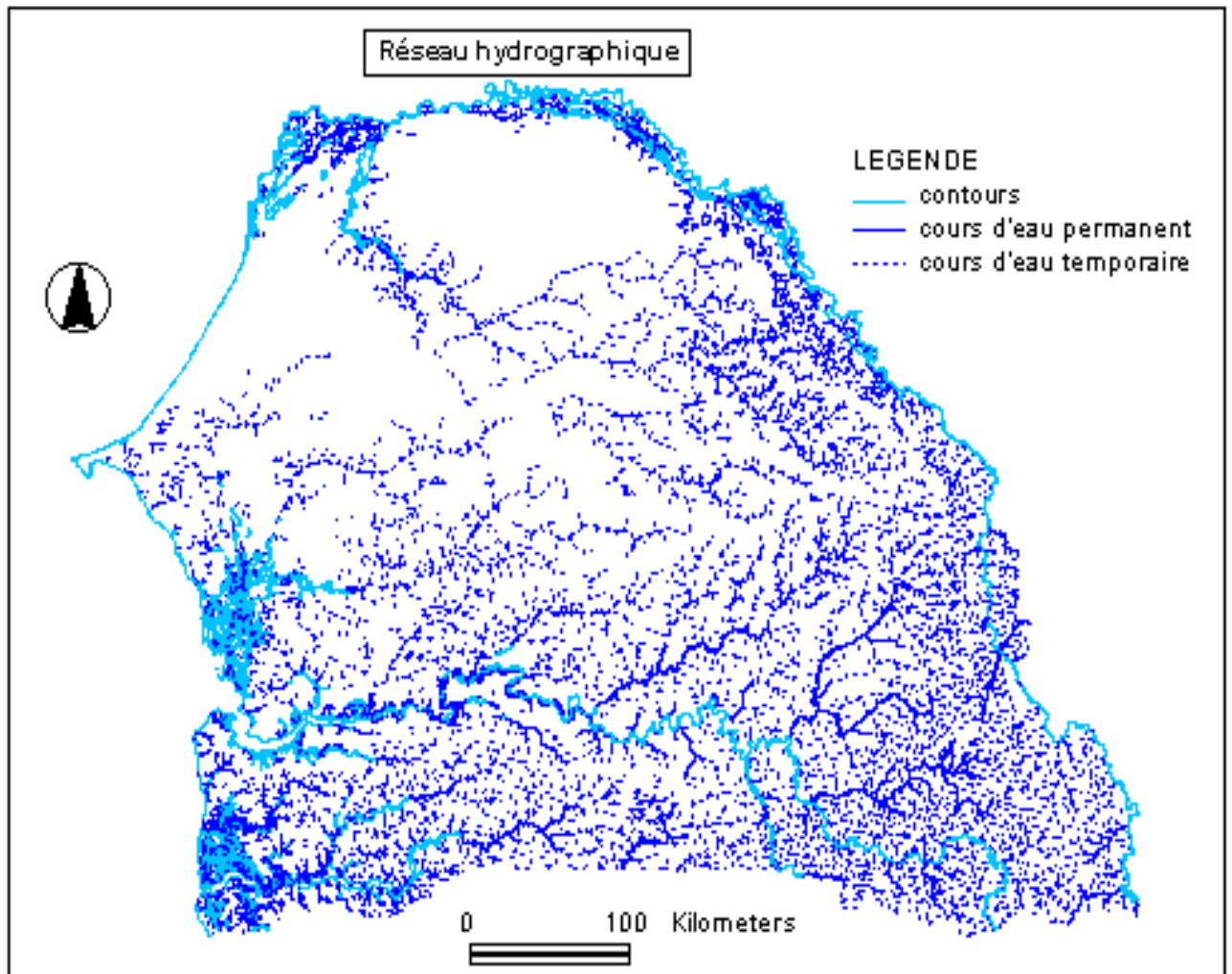
Ce qui rend toute étude sur l'eau complexe puisqu'en d'épis des paramètres physico-chimiques, bactériologiques à analyser, il faut prendre en considération des aménagements en service, des constructions, des habitudes de vie, des activités agricoles et industrielles pour citer le cas des eaux de boisson de Dakar qui nous viennent du lac de Guiers.

L'eau étant une source de vie, son caractère fragile fait qu'elle est susceptible d'être contaminée à tout moment. Il est donc utile à tout foyer et/ou à qui le peut de se doter d'un moyen de traitement de l'eau afin de la rendre plus potable. Ce qui est l'optique et la vision des filtres à eau de même que les eaux en bouteilles et en sachets.

Néanmoins, les eaux de robinet restent toujours buvables, nonobstant certains cas notés dans le réseau de distribution dus à des accidents temporaires.

La dépendance de Dakar eau, la distance de sa source d'approvisionnement, l'accroissement de la pollution de l'atmosphère et des eaux de surface constituent un risque majeur pour cette ville.

Annexes : 1



Source : www.gouv.sn

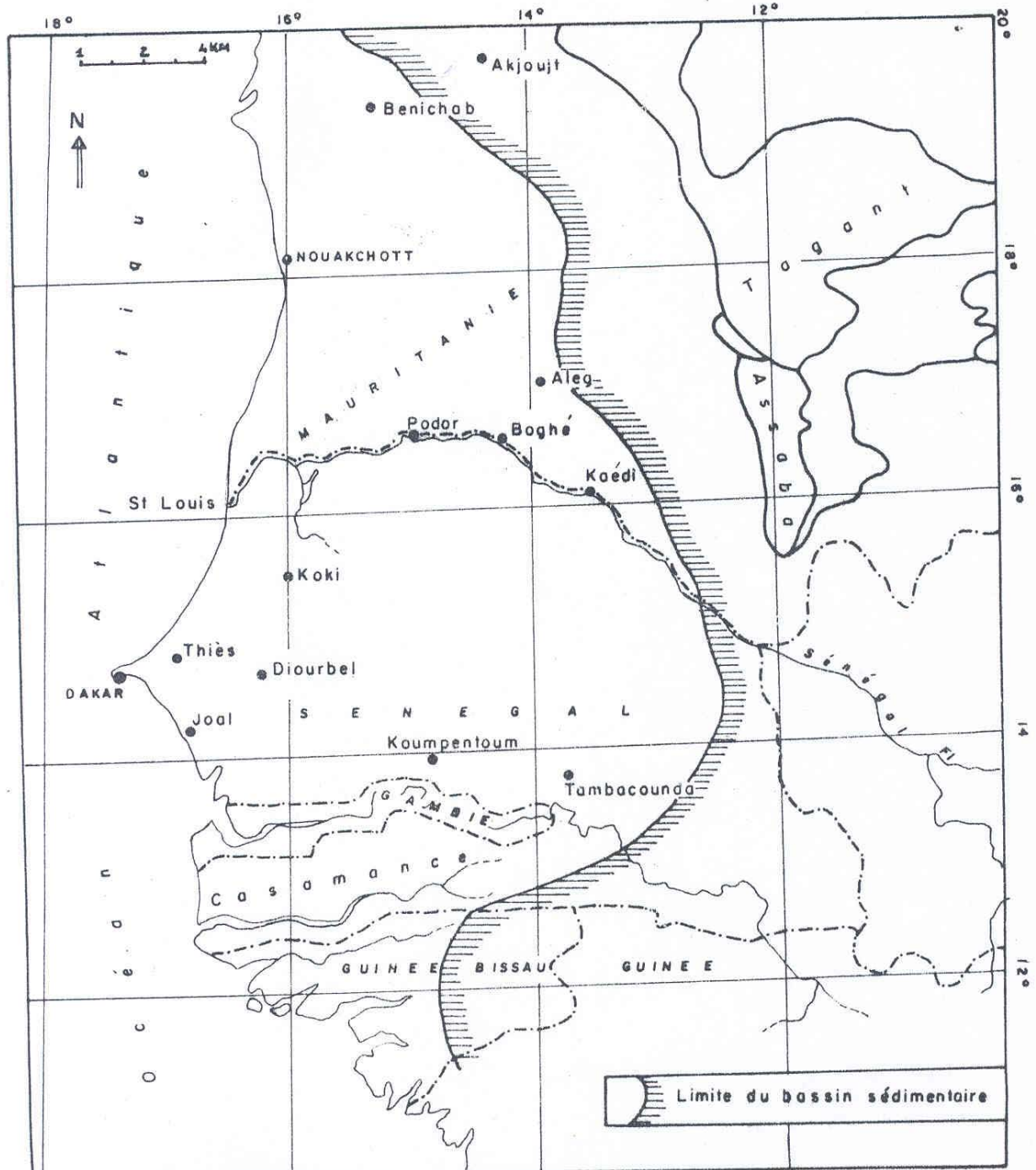
Annexe : 2

Evaluation de la recharge du système aquifère par les pluies : de 1997 à 2002

Années	Hauteurs d'eau pluviale (m)	Volumes de recharge (m ³)	
		Hubert	Arlab
1997	0,312	9.360.000	14.040.000
1998	0,416	12.480.000	18.720.000
1999	0,570	17.100.000	25.650.000
2000	0,5655	16.965.000	25.447.500
2001	0,60075	18.022.500	27.033.750
2002	0,355	10650000	15975000

Source : Mémoire d'ingénieur géologue de conception Seynabou SAMBE, Institut des Sciences de la terre

Annexe 3: Délimitation du bassin sédimentaire sénégalo-mauritanien (Doumouya, 1988)



Source : Mémoire d'ingénieur géologue de conception Seynabou SAMBE, Institut des Sciences de la terre

PRELEVEMENTS PALEOCENES EN M3/J

Annexe 4 :

PRELEVEMENTS MAASTRICHTIENS EN M³/J

NAPPE	Compartiment	Forages	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
MAASTRICHTIEN	Pout Nord	PN1	4587,00	4586,79	3972,00	4116,93	4058,36	3818,35	3762,30	3886,00	3696,00	3388,00	2132,00	3270,00	3123,00	3107,00	2496,00	
		PN2bis	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1584,00	1584,00	3766,00	4129,00	3636,00
		PN3		0,00	833,00	2527,00	2072,00	1756,00	1820,00	2317,00	2386,00	2129,00	2148,00	1123,00	1577,00	1749,00	1708,00	
		PN4	2128,00	2128,00	3800,00	4625,00	4798,00	4514,00	4295,00	4065,00	3906,00	3788,00	3739,00	3914,00	3983,00	3560,00	3831,00	
		PN5	2592,00	2592,00	2763,00	3976,00	3655,00	4541,00	4426,00	4178,00	3860,00	4513,00	4235,00	4528,00	3587,00	3741,00	3566,00	
		PN7	15,00	15,00	3666,00	3910,00	4431,00	3989,00	3706,00	3933,00	3907,00	3728,00	3621,00	3748,00	3367,00	3455,00	3615,00	
		PN9	4101,00	4101,00	1633,00	4144,00	3547,00	3393,00	4006,00	3844,00	3629,00	2787,00	2049,00	2201,00	3736,00	3028,00	3575,00	
		PN11	0,00	0,00	1428,00	4224,00	4089,00	4486,00	4003,00	4005,00	4023,00	4100,00	3475,00	4100,00	4472,00	3859,00	3949,00	
		PN12	0,00	0,00	2569,00	3673,00	4308,00	3926,00	4282,00	3246,00	4410,00	3625,00	3453,00	3507,00	3744,00	4467,00	4100,00	
		PN13	0,00	0,00	2215,00	4467,00	4680,00	4445,00	4494,00	4498,00	4261,00	4085,00	3869,00	3772,00	2442,00	3683,00	4786,00	
	<i>Total</i>	13423,00	13422,79	22879,00	35662,93	35638,36	34868,35	34794,30	33972,00	34078,00	32143,00	30305,00	31747,00	33797,00	34778,00	35262,00		
	Pout Sud	PS1	4375,00	4375,00	3510,00	4545,00	4698,00	4702,00	5166,00	5029,00	5025,00	4838,00	4051,00	3726,00	4162,00	4216,00	4240,00	
		PS2	4762,00	4762,00	4041,00	3417,00	5421,00	4491,00	4620,00	4200,00	4045,00	4617,00	4346,00	2995,00	4351,00	3091,00	4142,00	
		PS4	3939,00	3939,00	2888,00	1448,00	1726,00	1743,00	3490,00	3413,00	2947,00	2756,00	2367,00	0,00	0,00	0,00	1480,00	
		PS6	0,00	0,00	776,00	1796,00	2083,00	3507,00	3881,00	3374,00	3815,00	3805,00	3987,00	3840,00	3299,00	3823,00	3953,00	
		PS7	2036,00	2036,00	3258,00	0,00	3988,00	4045,00	3108,00	1045,00	1143,00	1415,00	1395,00	1320,00	226,00	564,00	2369,00	
		<i>Total</i>	15112,00	15112,00	14473,00	11206,00	17916,00	18488,00	20265,00	17061,00	16975,00	17431,00	16146,00	11881,00	12038,00	11694,00	16184,00	
	Pout Kirène	PK1	3130,00	3130,00	3319,00	3566,00	2854,00	2412,00	1907,00	0,00	1203,00	764,00	509,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		PK2	3198,00	3198,00	3867,00	2819,00	3616,00	4044,00	5571,00	5347,00	5303,00	4015,00	2627,00	2253,00	3312,00	2706,00	1863,00	
		PK3	3383,00	3383,00	2079,00	723,00	255,00	3116,00	3633,00	3502,00	3919,00	3096,00	2235,00	2616,00	2417,00	2892,00	2598,00	
		PK4	0,00	0,00	0,00	4395,00	4297,00	4479,00	4405,00	5340,00	4896,00	4441,00	3636,00	3400,00	3483,00	3201,00	4567,00	
		PK5	1797,00	1797,00	1069,00	0,00	0,00	1556,00	3799,00	3739,00	3346,00	4234,00	3802,00	3882,00	3487,00	2857,00	3200,00	
		<i>Total</i>	11508,00	11508,00	10334,00	11503,00	11022,00	15607,00	19315,00	17928,00	18667,00	16550,00	12809,00	12151,00	12699,00	11656,00	12228,00	
	TOTALMAASTRICHTIEN		40043,00	40043,00	47686,00	58372,00	64576,00	68963,00	74374,00	68961,00	69720,00	66124,00	59260,00	55779,00	58534,00	58128,00	63674,00	

NAPPE	Compartiment	Forages	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
PALEOCENE	Pout Nord	PN2	3240,00	3239,95	3486,27	3745,59	832,00	1889,86	1715,64	1548,00	988,00	815,00	240,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		PN6	4574,00	4573,81	3955,15	3684,66	3542,58	3441,86	3553,04	3446,00	4481,00	3908,00	4016,00	4188,00	3269,00	3438,00	3325,00
		PN8	6395,00	6395,03	4456,29	5040,55	5046,93	5180,16	4616,02	5220,00	5377,00	4979,00	3863,00	5052,00	4591,00	3911,00	4602,00
		PN10	3190,00	3190,22	3200,84	2391,12	1851,12	3406,38	3440,66	3343,00	3208,00	3218,00	2974,00	3083,00	2902,00	2992,00	3013,00
		Total	17399,00	17399,01	15098,56	14861,92	11272,63	13918,27	13325,36	13557,00	14054,00	12920,00	11093,00	12323,00	10762,00	10341,00	10940,00
	Pout Sud	PS3	1696,00	1695,66	2368,33	2151,62	1246,74	1373,26	2218,08	2537,00	3223,00	2463,00	1807,00	1970,00	2121,00	2028,00	2335,00
		PS5	2803,00	2802,68	3532,73	2745,96	2378,82	2465,62	4129,96	3533,00	2833,00	3641,00	3824,00	3811,00	3682,00	3453,00	3536,00
	Total		4499,00	4498,34	5901,06	4897,58	3625,56	3838,87	6348,04	6070,00	6056,00	6104,00	5631,00	5781,00	5803,00	5481,00	5871,00
	TOTAL PALEOCENE POUT		21898,00	21897,00	20999,00	19760,00	14898,00	17757,00	19673,00	19627,00	20110,00	19024,00	16724,00	18104,00	16565,00	15822,00	16811,00
	Sébikotane	F1	5926,00	0,00	5962,66	5828,14	4444,71	3731,70	3953,92	3616,00	3782,00	4710,00	4950,00	4701,00	4923,00	4753,00	2376,00
		F2	8865,00	0,00	9242,90	8866,57	8198,71	7336,96	7630,88	7106,00	7537,00	8167,00	7480,00	8107,00	7989,00	7726,00	7858,00
		F3	7396,00	0,00	8068,14	9008,68	8311,75	9499,99	8642,10	8748,00	8535,00	8651,00	8134,00	7872,00	7619,00	6629,00	6711,00
		F4	4158,00	0,00	3572,79	1496,96	1933,51	1132,04	1743,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Keur Séga Woré	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1794,00	2778,00	3000,00	2960,00	3243,00	2871,00
	Total		26345,00	0,00	26846,49	25200,35	22888,68	21700,69	21970,17	19470,00	19854,00	23322,00	23342,00	23680,00	23491,00	22351,00	19816,00
	TOTAL PALEOCENE		48243,00	21897,00	47845,00	44960,00	37787,00	39458,00	41643,00	39097,00	39964,00	42346,00	40066,00	41784,00	40056,00	38173,00	36627,00

HISTORIQUE DES PRELEVEMENTS POUR L'AEP DE DAKAR

ANNEES	PRELEVEMENTS (m3/j)							Littoral Nord	Total
	Infrabasaltiques	Thiaroye	Sébikotane	Pout Sud	Pout Kirène	Pout Nord	Usine de Ngnith		
1925-1939	3000								3000
1939-1946	12000								12000
1946-1952	24000								24000
1952-1959	24000	15000							39000
1959	18000	12000	38500						68500
1960	18000	0	32635						50635
1961	18000	0	31100						49100
1962	18000	12000	30550						60550
1963	18000	12000	28365						58365
1964	18000	12000	27658						57658
1965	18000	12000	26135	8500					64635
1966	18000	12000	30153	8180					68333
1967	18000	12000	25000	17000					72000
1968	18000	12000	26180	16090					72270
1969	18000	12000	27399	14720					72119
1970	18000	12000	32259	12455					74714
1971	18000	12000	31195	11345			40000		112540
1972	18000	12000	20558	11260			40000		101818
1973	18000	12000	29600	13530			40000		113130
1974	18000	12000	25752	16060			40000		111812
1975	18000	12000	24025	7560	9207		40000		110792
1976	18000	12000	27965	8315	11412		40000		117692
1977	18000	12000	34422	10240	10789		40000		125451
1978	18000	9310	31590	11120	11421	3330	40000	14334	139105
1979	15814	9566	28671	10280	13297	4490	40000	15162	137280
1980	17143	9932	29079	9655	10579	7225	40000	19101	142714
1981	13777	10415	28801	10210	9814	9034	40000	20311	142362

1982	15690	10111	28220	7500	9795	19825	40000	23939	155080
1983	18183	10951	28519	5835	10597	25410	40000	26663	166158
1984	18526	9467	27725	8218	12792	29980	40000	26138	172846
1985	18430	10500	25098	14558	11454	26895	40000	27000	173935
1986	17012	9931	25700	14717	9199	25190	40000	27000	168749
1987			111692				41027	24456	177175
1988			122922				37751	26117	186790
1989	18488	9050	26345	19611	11508	30822	37988	27195	181007
1990	18419	8587	25898	19611	11508	30822	38714	27136	180695
1991	18890	8366	26846	20374	10334	37977	36975	28352	188114
1992	19465	7498	25200	16104	11503	50525	38304	26053	194652
1993	17258	7255	22889	21541	11021	46911	37546	26778	191199
1994	17515	6471	21701	22327	15607	48786	33120	27751	193278
1995	16827	6643	21970	26613	19316	46119	32231	25446	195165
1996	16789	6360	19470	23131	17928	47529	37922	23404	192533
1997	16602	7072	19855	23031	18667	48132	38997	24575	196931
1998	15712	7028	23332	23535	16550	45063	38109	24300	193629
1999	17656	6419	23342	21777	12809	41398	29276	47219	199896
2000	13636	4798	23680	17662	12151	44070	48558	53334	217889
2001	13785	5139	23491	17841	12699	44559	49829	50061	217404
2002	14704	5012	22351	17176	11656	45119	50006	60212	226236
2003	15134	5828	19816	22055	12228	46202	47253	61977	230493

Source : Mémoire d'ingénieur géologue de conception Seynabou SAMBE, Institut des Sciences de la terre

Annexe 6

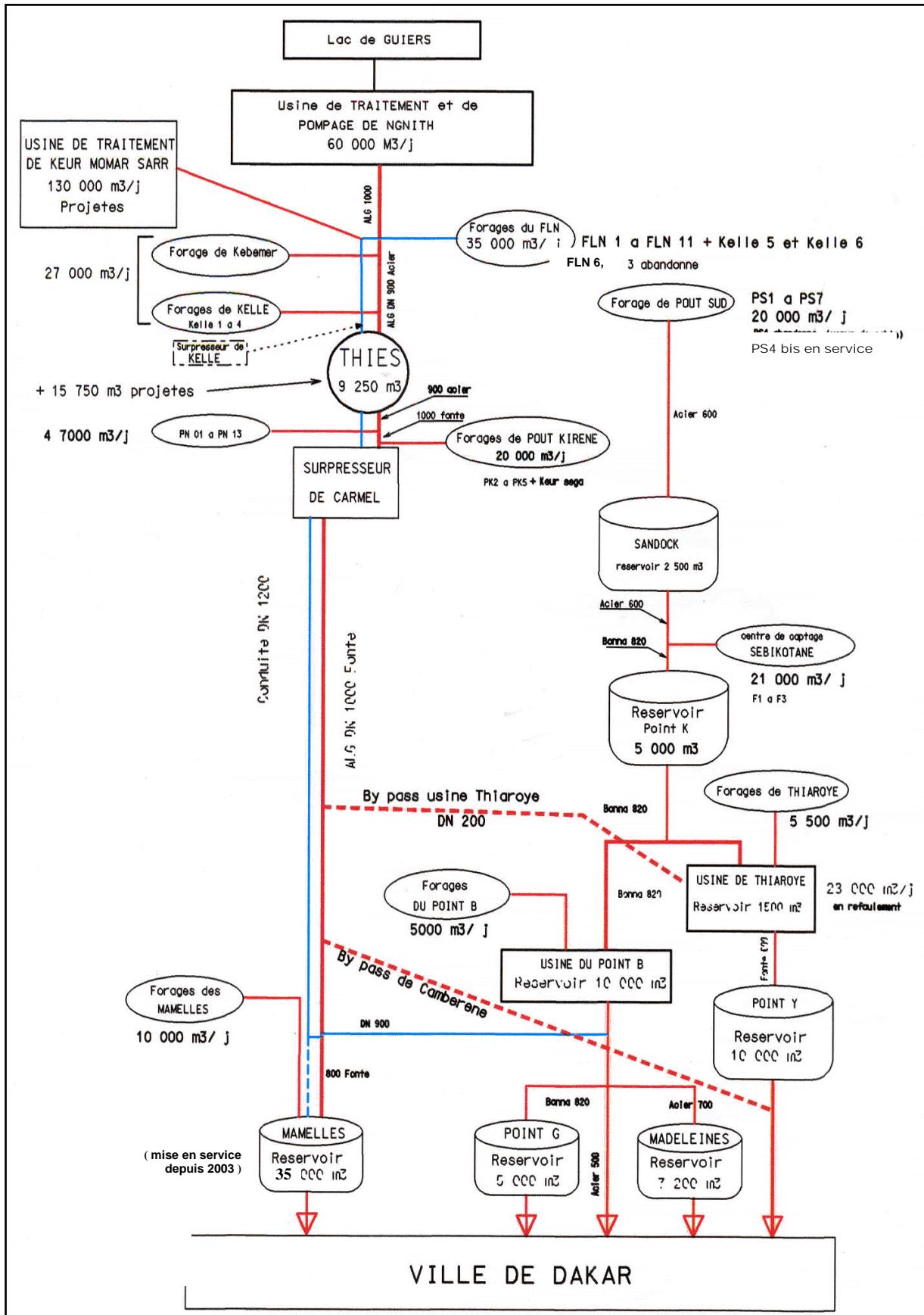
a) Tableau des centres de captage et forages exploités pour l'AEP de Dakar

CENTRES DE CAPTAGE	FORAGES
Dakar	Point N bis, Front de Terre, Autoroute bis, Terme Nord, Terme Sud, Camp Pénal, Fort A bis, Point M
Thiaroye	F15, F17 bis, F18, F19 bis, F21 bis, F22
Sébikotane	F1, F2, F3, F4 à l'arrêt
Pout Sud	PS1, PS2, PS3, PS4, PS5, PS6, PS7
Pout Kirène	PK1, PK2, PK3, PK4, PK5
Pout Nord	PN1, PN2-PN2 bis, PN3, PN4, PN5, PN6, PN7, PN8, PN9, PN10, PN11, PN12, PN13
Keur Séga Woré	Keur séga woré
Kelle-Kébémér	Kelle F1, Kelle F2, Kelle F3, Kelle F4, Kelle F5, Kelle F6, Kébémér F1
Littoral Nord	FLN1 bis, FLN2, FLN4 bis, FLN5, FLN6 ter, FLN7, FLN8, FLN9, FLN10, FLN11

b) La production annuelle en eau de l'AEP de 1997 à 2003 :

Années	Productions Prévues (m ³)	Productions Réalisées (m ³)	Taux de réalisation
1997	73321000	72423018	0.987
1998	73721000	70672028	0.958
1999	80458000	72383565	0.899
2000	77920000	79531406	1.021
2001	81233000	79302748	0.976
2002	82264000	82576890	1.004
2003	87055000	83350117	0.957

Annexe-7 : Schéma de fonctionnement de l'AEP de Dakar (2004, Source SDE, modifié)



Annexe : 8

Principe: de l'osmose inverse

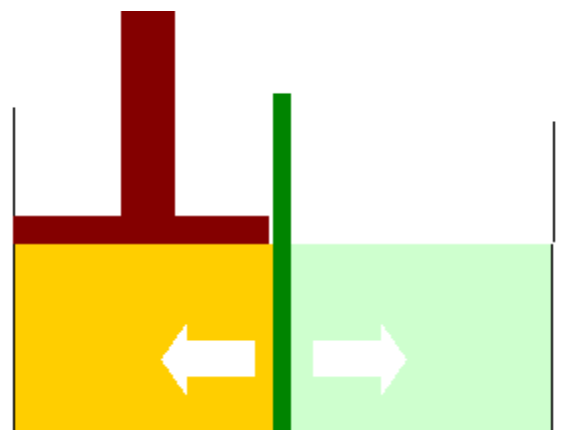
On appelle osmose le transfert de solvant (eau dans la plupart des cas) à travers une membrane sous l'action d'un gradient de concentration.

Considérons le système ci-dessous à deux compartiments séparés par une membrane sélective et contenant deux solutions de concentrations différentes.

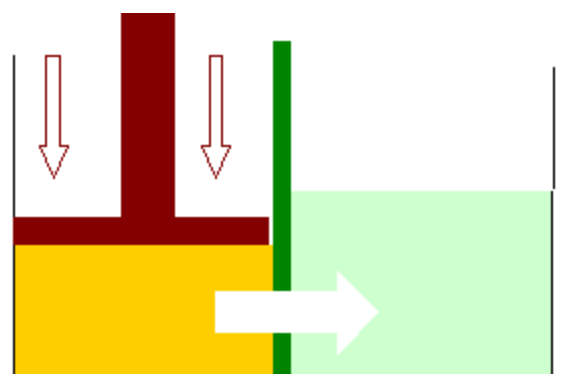


Le phénomène d'osmose va se traduire par un flux d'eau dirigé de la solution diluée vers la solution concentrée.

Si l'on essaie d'empêcher ce flux d'eau en appliquant une pression sur la solution concentrée, la quantité d'eau transférée par osmose va diminuer. Il arrivera un moment où la pression appliquée sera telle que le flux d'eau va s'annuler.



Si, pour simplifier, nous supposons que la solution diluée est de l'eau pure, cette pression d'équilibre est appelée pression osmotique. Une augmentation de la pression au delà de la pression osmotique va se traduire par un flux d'eau dirigé en sens inverse du flux osmotique, c'est à dire de la solution concentrée vers la solution diluée: c'est le phénomène d'



Annexe 9 : Paramètres chimiques à contrôler dans l'eau :

Les paramètres concernant les substances inorganiques	
Substances inorganiques	Concentration maximale (mg/L)
Arsenic (As)	0,025
Baryum (Ba)	1
Bore (B)	5
Bromates	0,010
Cadmium (Cd)	0,005
Chloramines	3
Chlore résiduel libre	0,3* (sortie du traitement)
Chrome total (Cr)	0,05
Cyanures (CN)	0,2
Fluorures (F)	1,5
Nitrates + nitrites (exprimés en N)	10
Mercure (Hg)	0,001
pH	Entre 6,5 et 8,5 unités
Plomb (Pb)	0,01
Sélénium (Se)	0,01
Turbidité	0,5 UTN (eau filtrée)
Uranium (U)	0,02

Autres substances organiques	Concentration maximale (µ g/L)
Benzène	5
Benzo (a) pyrène	0,01
Chlorure de vinyle	2
Dichloro-1,1-éthylène	14
Dichloro-1,2 benzène	200
Dichloro-1,4 benzène	5
Dichloro-1,2 éthane	5
Dichlorométhane	50
Dichloro-2,4 phénol	900
Monochlorobenzène	80
Pentachlorophénol	60
Tétrachloroéthylène	30
Tétrachloro-2,3,4,6 phénol	100
Tétrachlorure de carbone	5
Trichloro-2,4,6 phénol	5
Trichloroéthylène	50
Trihalométhanes totaux	Moyenne annuelle : 80

Les paramètres concernant les substances organiques	
Pesticides	Concentration maximale (µ g/L)
Atrazine et ses métabolites	5
Azinphos-méthyle	20
Bromoxynil	5
Carbaryl	90
Carbofurane	90
Chlorpyrifos	90
Cyanazine	10
Diazinon	20
Dicamba	120
Dichloro-2,4-phénoxyacétique, acide(2,4-D)	100
Diméthoate	20
Diquat	70
Diuron	150
Glyphosate	280
Malathion	190
Méthoxychlore	900
Métolachlore	50
Métribuzine	80
Paraquat (en dichlorures)	10
Parathion	50
Phorate	2
Piclorame	190
Simazine	10
Terbufos	1
Trifluraline	45

BIBLIOGRAPHIE

- ✍ Directives de qualité pour l'eau de boisson :
 - Vol 1 : Recommandations
 - Vol 2 : Critères d'hygiène et de documentation à l'appui
 - Vol 3 : contrôle de la qualité de l'eau de boisson destinée à l'approvisionnement des collectivités.
- ✍ Les ressources en eau : Manuels et méthodes Ed. BRGM
- ✍ La dernière oasis : l'eau en danger. SANDRA Postal, nouveaux horizons.
- ✍ Mémoire d'ingénieur de génie sanitaire sur : « Les eaux de table : contrôle chimique et bactériologique ; par M. Assane SECK, ESP Dakar, département : génie chimique et biologie appliquée.
- ✍ DGPRES : Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau ; Ministère chargé de l'hydraulique (Sénégal)
- ✍ Compte rendu de la journée mondiale de l'eau en 2004
- ✍ Code de l'environnement du Sénégal
- ✍ Code de l'eau du Sénégal
- ✍ Observatoire du Sahara et du sahel os Sahara and sahel observatoire aquifères des grands bassins synthèse des connaissances hydrogéologiques des bassins au sud du Sahara février 1997
- ✍ Alimentation en EAU POTABLE AEP qualité des eaux ETSHER Ecole des Techniciens Supérieurs de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural Ouagadougou Burkina Faso par Jean Michel BARBIER chef de département eau et assainissement
- ✍ Internet :
 - <http://>
 - <http://>