

50/2982

COMITE INTERAFRICAIN D'ÉTUDES HYDRAULIQUES
(C I E H)

2 5 0

84 AN

**ANALYSE CRITIQUE DES PROCÉDES DE TRAITEMENT
D'EAU POTABLE EN AFRIQUE CENTRALE ET OCCIDENTALE**

LIBRARY
INTERNATIONAL REFERENCE CENTRE
FOR COMMUNITY WATER SUPPLY AND
SANITATION (IRC)

par

K. L. ATIVON

et

A. SECK

Chef du Département de l'Hydraulique
Urbaine et Assainissement
CIEH

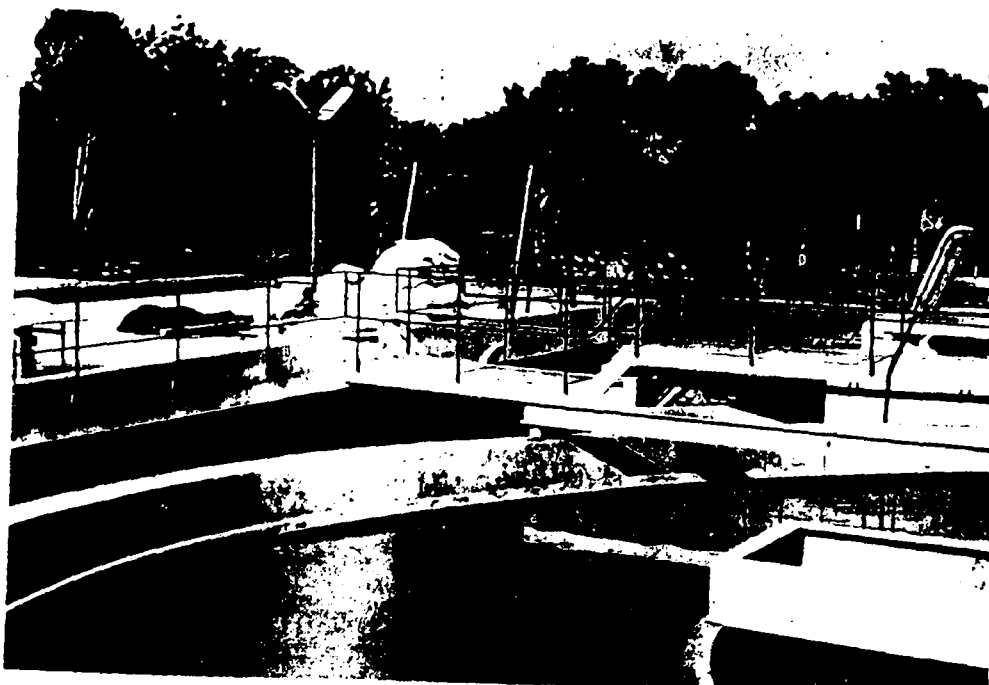
Chef de la Station de Traitement AEP
SONEES



250-84AN-2982

JANVIER 1984

COMITE INTERAFRICAIN D'ETUDES HYDRAULIQUES
(C.I.E.H.)



ANALYSE CRITIQUE DES PROCÉDES DE TRAITEMENT DE L'EAU POTABLE
EN AFRIQUE CENTRALE ET OCCIDENTALE

par :

Kodjo ATIVON
Chef Département Hydraulique Urbaine
et Assainissement
CIEH

et

Abdou SECK
Chef Usine AEP de NGNITH
SONEES

LIBRARY, INTERNATIONAL REFERENCE
CENTRE FOR COMMUNITY WATER SUPPLY
AND SANITATION (IRC)

P.O. Box 93190, 2509 AD The Hague
Tel. (070) 814911 ext. 141/142

RN: ~~07095~~ ISN 2092

LO: 250 84 AN

Janvier 1984 /

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
PREFACE	1
INTRODUCTION	2
<u>CHAPITRE A</u> : LE TRAITEMENT DE L'EAU POTABLE TEL QU'IL EST PRATIQUE EN AFRIQUE CENTRALE ET OCCIDENTALE.	4
I/ CARACTERISTIQUES DES EAUX	5
1.1 - GENERALITES	5
1.1.1) Les eaux de surface	6
1.1.1.1) Les eaux de retenues ou lacs	6
1.1.1.2) Les eaux de cours d'eau	6
1.1.2) Les eaux souterraines et de sources	6
II/ CARACTERISTIQUES D'UNE EAU CONSIDEREE COMME POTABLE	7
2.1 - GENERALITES	7
2.2 - SITUATIONS CREES PAR CETTE DISPARITE	8
III/ ETUDE DES DIFFERENTS PROCEDES DE TRAITEMENT DANS NOS PAYS.	9
3.1 - GENERALITES	9
3.2 - PROCEDES DE TRAITEMENT COMPARATIFS POUR LES EAUX DE MEME NATURE	9
3.2.1) Cas des eaux souterraines et de sources	9
3.2.1.1) Correction du Ph	10
3.2.1.2) Autres traitements appliqués aux eaux souterraines	11
3.2.2) Cas des eaux de surface	12
3.2.2.1) Généralités	12
3.2.2.2) Le prétraitement	13
3.2.2.3) Le traitement proprement dit	14
3.3 - LA CONSOMMATION DES PRODUITS DE TRAITEMENT	19
3.3.1) Généralités	19
3.3.2) Tableau de variations de la consommation de produits sur quelques stations	20
3.3.3) Utilisation des adjuvants	22
3.3.4) Consommations irrégulières au sein d'une même station	23


II

3.4 - LE COUT DES PRODUITS DE TRAITEMENT	24
3.4.1) Généralités	24
3.4.2) Tableau comparatif des coûts des produits de traitement	25
IV/ CONTROLE DE LA QUALITE DES EAUX DE CONSOMMATION	27
4.1 - GENERALITES	27
4.2 - TABLEAU DES CONTROLES DE LA QUALITE DES EAUX DE CONSOMMATION	27
V/ LES PRINCIPAUX PROBLEMES DES STATIONS DE TRAITEMENT ET LES SOLUTIONS APORTEES	29
5.1 - PROBLEMES LIES AUX FACTEURS HUMAINS	29
5.2 - PROBLEMES LIES AUX FACTEURS TECHNIQUES	31
5.2.1) Les pannes fréquentes et l'infidélité des pompes doseuses	31
5.2.2) Problèmes de pièces de rechange	31
5.2.3) Problèmes liés à l'alimentation des stations en énergie	32
5.2.4) Problème des automatismes	33
5.3 - PROBLEMES ECONOMIQUES	33
5.4 - PROBLEMES DIVERS	34
5.4.1) L'isolement	34
5.4.2) Développement des algues et remontée des boues dans les décanteurs	35
5.4.3) Cas particulier de l'élimination de certains produits en dose anormale	37
5.4.3.1) La déferrisation	37
5.4.3.2) La démanganisation	37
5.4.3.3) L'élimination du CO ₂	38
5.4.3.4) Le dessalement de l'eau de mer	38
5.4.4) Problème de sécurité sur les stations	39
CHAPITRE B : PROPOSITIONS POUR AMELIORER LE TRAITEMENT DE L'EAU POTABLE EN AFRIQUE.	40
I/ GENERALITES.	41
1.1 - CHOIX DE LA RESSOURCE EAU	41
1.2 - PROTECTION DES RESSOURCES	41
1.2.1) Eaux de surface	41
1.2.2) Eaux souterraines	41

III

II/ CONTROLE DE LA QUALITE DES EAUX TRAITEES ET DISTRIBUEES	43
2.1 - CONTROLE DES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES	43
2.2 - FREQUENCES RECOMMANDEES PAR L'OMS POUR LE CONTROLE BACTERIOLOGIQUE	43
2.3 - PROPOSITION DE PROGRAMME DE CONTROLE	44
2.3.1) Contrôles physico-chimiques	44
2.3.1.1) Analyse de surveillance	44
2.3.1.2) Analyse de contrôle (eau brute et eau traitée)	44
2.3.1.3) Analyse complète	45
2.3.2) Contrôle bactériologique	45
2.4 - MESURES A COURT TERME	45
III/ LE TRAITEMENT DE L'EAU POTABLE	45
3.1 - LES OUVRAGES DE TRAITEMENT	45
3.1.1) La floculation	45
3.1.2) Les décanteurs	46
3.1.3) Les filtres	48
3.1.4) Les ouvrages de préparation et de dosage de produits	48
3.1.4.1) Le saturateur de chaux	48
3.1.4.2) Les appareils de dosage	48
3.1.4.3) Les bacs de préparation	49
IV/ LES PRODUITS DE TRAITEMENT	49
V/ LES DIVERS PROBLEMES DES STATIONS DE TRAITEMENT	50
5.1 - ENTRETIEN DES INSTALLATIONS	50
5.2 - LES PIECES DETACHEES	50
5.3 - LA FORMATION DU PERSONNEL	50
5.4 - LES AUTOMATISMES	51
5.5 - PROBLEMES ECONOMIQUES	51
5.6 - PROBLEME DE L'ISOLEMENT	51
5.7 - PROBLEME DE SECURITE SUR LES STATIONS DE TRAITEMENT	52
VI/ CHOIX DU TYPE DE STATION	52
<u>CHAPITRE C</u> : PROPOSITIONS D'ETUDES	53

<u>A N N E X E S</u>	55
<u>ANNEXE 1</u> - Tableau de substances tolérées dans l'eau de consommation	56
<u>ANNEXE 2</u> - Un exemple de saturateur de chaux adapté	60
<u>ANNEXE 3</u> - Liste de quelques fournisseurs de produits de traitement	62
<u>ANNEXE 4</u> - Répartition des stations de traitement suivant leur capacité	64
<u>ANNEXE 5</u> - Aperçu général sur le traitement de l'eau potable par pays.	67
- au BENIN	68
- au CAMEROUN	69
- au CONGO	70
- en COTE-D'IVOIRE	71
- au GABON	72
- en HAUTE-VOLTA	73
- au MALI	74
- au SENEGAL	75
- au TOGO	76
- au ZAIRE	77

 R E F A C E
-----oOo-----

Cette étude a été retenue par le Onzième Conseil des Ministres, tenu à Yaoundé en février 1982. Elle a bénéficié d'un financement F.A.C. par la convention 121/C/DDE/82/160, signée en octobre 1982. Elle a été conçue pour être entièrement réalisée par le CIEH mais en étroite collaboration avec les Sociétés Distributrices d'Eau des Etats Membres en particulier, et des membres de l'UADE en général comme annoncé à son 2^e Congrès (Rabat - 1981). C'est dans cet esprit que toutes les Sociétés membres de notre Organisation ainsi que celles de la Guinée Conakry et du Zaïre ont été étroitement associées à l'élaboration de ce document. La collaboration a été totale puisque toutes les Sociétés ont participé activement :

- à la rédaction des questionnaires portant sur le fonctionnement des stations ;
- aux enquêtes sur le terrain en vue de compléter les réponses aux questionnaires mentionnés ci-dessus ;
- à la tenue d'un atelier organisé conformément au programme d'exécution technique de l'étude.

L'ensemble de l'étude a été mené sous l'autorité de Monsieur Kodjo ATIVON, Chef du Département de l'Hydraulique Urbaine et Assainissement au CIEH, assisté de Monsieur Abdou SECK, Chef de la Station de traitement de Gnith à la SONEES.

Ce serait donc faillir à son devoir que d'oublier de remercier tous ceux qui ont, d'une façon ou d'une autre, collaboré à la réalisation de cet ouvrage dans les Sociétés suivantes : la SBEE, la SNEC, la SNDE, la SODECI, la SEEG, la SONELEC, l'ONE, l'EDM, la NIGELEC, la SONEES, la RNET et la REGIDEZO. Puisse le fruit de ce travail apporter une contribution fructueuse à la mesure des espoirs du CIEH pour une amélioration des conditions de distribution de l'eau potable à nos populations, conformément aux objectifs de la Décennie Internationale pour l'Alimentation en Eau des populations et l'Assainissement.

^o
// INTRODUCTION
---o---

Dans l'exploitation des réseaux de distribution d'eau potable, l'essentiel des problèmes techniques qui se posent aux responsables se situent au niveau des stations de traitement et de pompage. En effet de la qualité du traitement découlent des conséquences diverses : santé des consommateurs, coût de l'eau distribuée, durée de vie des installations et qualité du fonctionnement du réseau (entartrage ou corrosion des conduites) pour ne citer que celles-là ; certes, il existe de nombreux procédés proposés par des bureaux spécialisés et des constructeurs ; le plus souvent, ces procédés, font effectivement leurs preuves sous certains cieux, mais force est de constater que tous n'ont pas le même succès chez nous et cela pour diverses raisons. Après un certain nombre d'années d'expériences, chacune de nos sociétés a accumulé des expériences heureuses et malheureuses ; chacune d'elles a cherché ou cherche des solutions adaptées aux problèmes liés soit aux procédés introduits, soit à l'amélioration des rendements des opérations, soit à la minimisation des coûts d'exploitation. D'autres procèdent même à des recherches sur l'utilisation des produits locaux.

L'objectif de cette étude est justement d'aider les distributeurs d'eau à résoudre les problèmes de traitement au meilleur compte en les faisant bénéficier les uns les autres des résultats des expériences acquises. Il ne s'agit donc pas ici de reprendre la théorie des divers procédés, que l'on peut du reste trouver dans de nombreux ouvrages spécialisés, mais de partir des réalités du terrain et d'en tirer des leçons.

Pour atteindre ses objectifs, l'étude comporte une partie qui sera un rapport de synthèse d'après les enquêtes réalisées. En deuxième partie, elle tentera de proposer, fort des expériences recueillies çà et là, des approches de solutions aux différents niveaux dans le processus du traitement. Enfin on trouvera une liste de recherches dont le besoin a été exprimé le long des enquêtes.

L'enquête a permis d'explorer toutes les gammes de stations existantes dans nos pays tant par leur capacité de production que par le caractère sommaire ou complet des opérations. La répartition de l'ensemble des stations qui ont fait l'objet des enquêtes est représentée sur l'annexe n° 4.

Sur le plan des capacités, la plus petite station à laquelle s'est intéressée l'enquête est celle de l'"ensemble de potabilisation", station compacte d'une capacité nominale de 6 m³/h installée sur le chantier de la mine d'or de Poura en Haute-Volta. Cette station n'alimente actuellement que 90 personnes. Les plus grandes stations de par leur débit d'eau traité se rencontrent surtout au Zaïre où on trouve 6 stations à plus de 1000 m³/h.

Des plus simples aux plus compliquées, on peut citer les stations qui ne procèdent qu'à un refoulement sans aucun traitement comme c'est le cas en Mauritanie (eau souterraine) et dans quelques centres urbains au Niger et au Mali (eau de cours d'eau) ; puis celles qui pratiquent uniquement une chloration préventive comme à Garoua au Cameroun, puis celles qui font en plus d'une chloration, un redressement de Ph, c'est le cas classique de traitement des eaux souterraines comme à Abidjan, Lomé, Tabligbo ; puis celles qui procèdent à un traitement classique complet c'est-à-dire floculation, décantation, filtration, redressement de Ph et stérilisation. Ce type de traitement s'applique aux eaux de surface. Enfin il existe des stations où les caractéristiques de l'eau exigent des traitements plus complexes. C'est l'exemple de la station de N'GNITH où, en plus des 3 produits classiques, on effectue des prétraitements par le permanganate de potassium et l'hypochlorite de calcium. C'est enfin l'exemple de la station de JAPOMA à Douala où l'on utilise, outre les produits classiques, du sulfate de cuivre et parfois du purifloc comme adjuvant.

On pourra trouver en annexe de ce document, un aperçu général résumé sur les stations de traitement de l'eau potable sur lesquelles le CIEH dispose des renseignements nécessaires.

CHAPITRE A

=====

LE TRAITEMENT DE L'EAU TEL QU'IL EST PRATIQUE
EN AFRIQUE OCCIDENTALE ET CENTRALE



1 - CARACTERISTIQUES DES EAUX

1.1) GENERALITES

Dans l'ensemble, tous les pays ayant fait l'objet des enquêtes, traitent de l'eau brute aussi bien de surface que des aquifères. Cependant la proportion de ces deux catégories d'eaux brutes varie nettement selon qu'il s'agisse de l'Afrique de l'Ouest ou du Centre.

En Afrique Occidentale, la proportion des eaux de surface (cours d'eau et barrage surtout) et des eaux souterraines, est relativement plus équilibrée qu'en Afrique Centrale où les eaux de surface (surtout de cours d'eau) l'emportent de très loin sur les eaux des nappes aquifères.

Presque toutes les villes de la bande côtière Nouakchott, Dakar, Abidjan, Lomé, Aného (Togo), Cotonou, Porto-Novo, Pointe Noire, Port Gentil... sont alimentées par la nappe souterraine. Cependant, l'on commence à relever un peu partout, des problèmes liés à l'accroissement des besoins, ce qui entraîne une surexploitation de ces nappes qui naguère étaient de bonne qualité. Il s'ensuit une insuffisance quantitative mais surtout qualitative : la langue salée marine commence par envahir les champs de captage et les pompes aspirent de l'eau dont la teneur en chlorure de sodium devient de plus en plus élevée. Notons que des agglomérations citées plus haut, Dakar est en outre alimentée par un complément, à concurrence de 1/3 de sa consommation, d'eau de surface, traitée à la station du Lac de Guiers située à environ 300 kms de la ville ; Pointe Noire également bénéficie d'un complément d'eau de surface tandis qu'à Port Gentil, les forages sont actuellement abandonnés.

En dehors de cette zone côtière, ce n'est que dans les grands bassins sédimentaires tel qu'on en trouve au Niger et en Mauritanie, que l'on peut compter a priori sur d'importantes nappes souterraines, capables de couvrir les besoins de grandes agglomérations, à moins de réaliser un grand nombre de forages captant de nappes perchées à faible débit. Notons pour clore ce chapitre que dans certaines régions, il n'existe pas beaucoup de choix ; c'est par exemple le cas de la Mauritanie dont toutes les agglomérations sont alimentées par la nappe souterraine à l'exception de ROSSO, petite agglomération située sur le fleuve Sénégal. Il en est de même pour certaines régions (Afrique Centrale) où l'agglomération est si proche d'un cours d'eau propre ou même d'une source, qu'il ne peut être question d'imaginer une solution "eau souterraine".

1.1.1) Les eaux de surface

On peut les classer en deux catégories : eaux de retenue (barrages) et eaux de cours d'eau permanent.

1.1.1.1) Les eaux de retenues ou lacs

On les utilise surtout en Afrique Occidentale mais le problème de la forte évaporation est un facteur très nuisible (plus de 2 mètres d'évaporation environ par an dans le Sahel). C'est en Haute-Volta, en Côte-d'Ivoire, au Togo et au Bénin surtout que l'on les utilise. Elles sont généralement assez polluées, surtout si les barrages ne sont pas éloignés des agglomérations, ce qui entraîne une évolution des caractéristiques de l'eau ; c'est l'exemple des barrages de Ouagadougou. Les sources de pollution sont surtout organiques et bactériologiques. Elles ont un Ph généralement compris entre 6 et 7 donc légèrement acide. Leur turbidité varie énormément avec les saisons. Les autres caractéristiques varient mais dans des proportions plus faibles. Leur traitement s'avère plus difficile que celui des eaux des cours d'eau (pourrissement de matières organiques entraînant des problèmes d'odeurs et de coloration). C'est l'exemple de la station de Yaoundé, de la station de N'GNITH au Lac de Guiers au Sénégal où il se pose même des problèmes d'élimination de manganèse en certaines saisons.

1.1.1.2) Les eaux de cours d'eau

Les grands cours d'eau de l'Afrique Occidentale : Niger, Sénégal, Mono, Oti, mais aussi le Zaïre et d'autres rivières de l'Afrique Centrale, constituent des sources d'approvisionnement d'eau brute pour le traitement. Ces eaux ont des caractéristiques relativement plus avantageuses que celles des eaux de barrage car elles varient relativement peu surtout dans les zones où les saisons ne sont pas très marquées ; mais c'est surtout l'auto-épuration qui les rend plus intéressantes. Néanmoins elles sont plus exposées à la pollution industrielle. Cependant, les averses très intenses causent de variations brusques et très importantes de la turbidité.

1.1.2) Les eaux souterraines et sources

Elles sont théoriquement plus intéressantes sur le plan traitement car bactériologiquement saines, turbidité négligeable ou nulle et n'ont besoin en principe d'aucun traitement. Mais généralement les eaux souterraines

sont d'un Ph acide, variant de 5 à 6. C'est exceptionnellement qu'il a été noté qu'en Mauritanie tous les forages fournissent de l'eau à un Ph partout supérieur à 7.

Cependant il n'est pas très rare de tomber sur des nappes présentant des caractéristiques physicochimiques très difficiles. On relève en particulier des nappes qui ont des teneurs anormales en fer (Sénégal, Bénin, Cameroun, Congo). On a relevé des teneurs atteignant 15 mg/l à Alada au Bénin. Il y a également souvent une importante teneur en CO₂ (jusqu'à 120 mg/l sur la même station d'Alada et 100 mg/l à la source de Bobo-Dioulasso, 150 mg/l à Tabligbo au Togo).

Il faut souligner que l'équipement nécessaire et la disponibilité des produits d'analyse dans les laboratoires en place dans presque tous nos pays ne permet que la détection de la présence de quelques éléments et surtout de ne préciser que certaines teneurs. Nous reviendrons sur ce chapitre plus loin.

II/ - LES CARACTERISTIQUES D'UNE EAU CONSIDEREE COMME POTABLE

2.1) GENERALITES

La définition des caractéristiques d'une eau potable est très complexe parce que l'effet de certains éléments, surtout physico-chimique, sur l'organisme, reste encore mal cerné. C'est ce qui explique les écarts parfois très importants entre les normes admises pour certains éléments, suivant les quelques rares pays qui ont voulu en fixer. D'ailleurs on remarquera que ces pays hésitent encore à préciser les limites de certains composants chimiques d'une eau potable. L'OMS quant à elle a trouvé plus sage de se contenter des recommandations tandis que des pays qui ont osé définir des normes, nombreux sont ceux qui, conscients de l'importance de leur responsabilité vis-à-vis du risque que comporte l'application des normes, puisqu'il s'agit de la vie des hommes, ont choisi de fixer des limites certainement très sévères, permettant de garantir certaine sécurité.

Toutefois, le critère bactériologique est quant à lui bien défini : absence totale de germes pathogènes. A titre indicatif on peut constater la situation qui prévaut en lisant les tableaux ci-après annexés (1).

(1) Tous les tableaux suivants donnant les composants de l'eau potable sont extraits du "Memento Technique de l'Eau" édité par DEGREMONT.

Après lecture de ces tableaux, on peut faire deux constatations sur l'attitude de l'OMS et des 4 pays vis-à-vis des :

- caractères bactériologiques,
- éléments toxiques,
- autres éléments chimiques.

a) Pour les germes pathogènes, l'unanimité est presque totale : l'OMS et les autres pays admettent que l'eau de consommation doit en être exempte.

b) Pour les substances toxiques, il y a concordance entre les chiffres de l'OMS du Canada, des USA et de la France mais les Espagnols sont en général plus sévères avec cependant un curieux optimisme quant à ce qui concerne le plomb dont ils admettent avec les Français des teneurs allant jusqu'à 0,1 mg/l contre 0,05 chez les autres. Les Suisses quant à eux préfèrent s'abstenir sauf pour les nitrates et les nitrites pour lesquels ils sont plus sévères que les autres.

c) Enfin pour les autres substances chimiques, seule l'OMS a proposé des chiffres couvrant une plus large gamme de substances et apparaît en général plus sévère que les autres qui s'abstiennent souvent d'avancer des chiffres, soit pour les teneurs souhaitables, soit pour les teneurs maximum acceptables. Dans le groupe, la Suisse se distingue particulièrement par son grand abstentionnisme et sa relative sévérité.

2.2) SITUATIONS CREEES PAR CETTE DISPARITE

Dans nos états, on a tendance à se référer surtout aux recommandations de l'OMS qui ne sont pas toujours faciles à appliquer. Cette situation finit par favoriser un certain relâchement surtout lorsque le contrôle des eaux n'est pas régulièrement fait par un organisme étranger à la Société, comme c'est généralement le cas dans ces pays. C'est ainsi que la garantie de la qualité bactériologique est fournie uniquement par la présence de chlore résiduel dans la plupart des cas et que, pour certains forages en exploitation, les caractéristiques connues restent celles déterminées depuis la réalisation des ouvrages. En règle générale, c'est dans les grands centres (capitales) que l'on fait des efforts pour respecter les recommandations OMS, les centres secondaires ne bénéficient souvent pas des mêmes attentions.

III/ - ETUDE DES DIFFERENTS PROCEDES DE TRAITEMENT DANS NOS PAYS

3.1) GENERALITES

En matière de traitement, on relève dans les états qui ont fait l'objet des investigations, que les techniques sont celles des anciens colonisateurs français pour tous les Pays Membres du CIEH et Belges pour le Zaïre. Depuis quelques temps, d'autres fournisseurs ont commencé par faire leurs apparitions, sans que les techniques soient pour autant différentes. Il s'agit des traitements complets dont le principe reste le même, c'est-à-dire floculation, décantation, correction du Ph et de la dureté puis filtration et enfin stérilisation ou désinfection. Les spécificités résident dans les méthodes de mise en oeuvre (stations compactes ou avec éléments bien distincts).

En général, on a recours aux stations compactes dans les centres dont le débit est modeste et surtout pour les eaux de turbidité faible. Malheureusement, des expériences regrettables ont été faites dans certains cas où, dans l'implantation de la station, soit les raisons politiques ont prévalu, soit c'est plutôt l'urgence du problème qui oblige les décideurs à l'adopter au départ comme solution provisoire. C'est au niveau des filtres qu'on relève les saturations à brève échéance et cela se comprend puisque l'eau dans ces installations, si elle est assez trouble, n'a pas le temps nécessaire pour flocculer et se décanter, ce sont les filtres qui encaissent tout et finissent par s'encrasser à des rythmes insoutenables.

3.2) PROCEDES DE TRAITEMENTS COMPARATIFS POUR LES EAUX DE MEME NATURE

3.2.1) Cas des eaux souterraines et de source

Ce sont en principe les plus simples ; en tout cas, elles demandent moins d'opérations. Les opérations pour cette catégorie d'eau vont du simple pompage avec distribution directe (eau des nappes profondes en Mauritanie) à des opérations des traitements plus complets consistant en une correction de Ph et une chloration. C'est ce deuxième cas qui est le plus répandu. Cependant, on a observé que l'opération de redressement du Ph est souvent négligée malgré l'importance de l'acidité de l'eau : la ville de Garoua constitue, en la matière, un exemple typique où on distribue de l'eau souterraine bactériologiquement saine mais le Ph est de 5,6. D'une manière générale lorsque l'eau souterraine ne contient pas de minéraux à dose

anormale, l'opération de chloration, même simplement préventive, retient plus l'attention que les traitements physicochimiques.

3.2.1.1) Correction du Ph

Pour ce traitement, l'ouvrage le plus important est un saturateur de chaux permettant d'obtenir à partir du lait de chaux, de l'eau de chaux. L'utilisation de la chaux sous forme de l'eau de chaux a un triple avantage : la consommation optimale du pouvoir neutralisateur contenu dans la chaux éteinte, une meilleure qualité de l'eau traitée, par ailleurs les conduites ne souffriront pas de dépôts de boue de chaux.

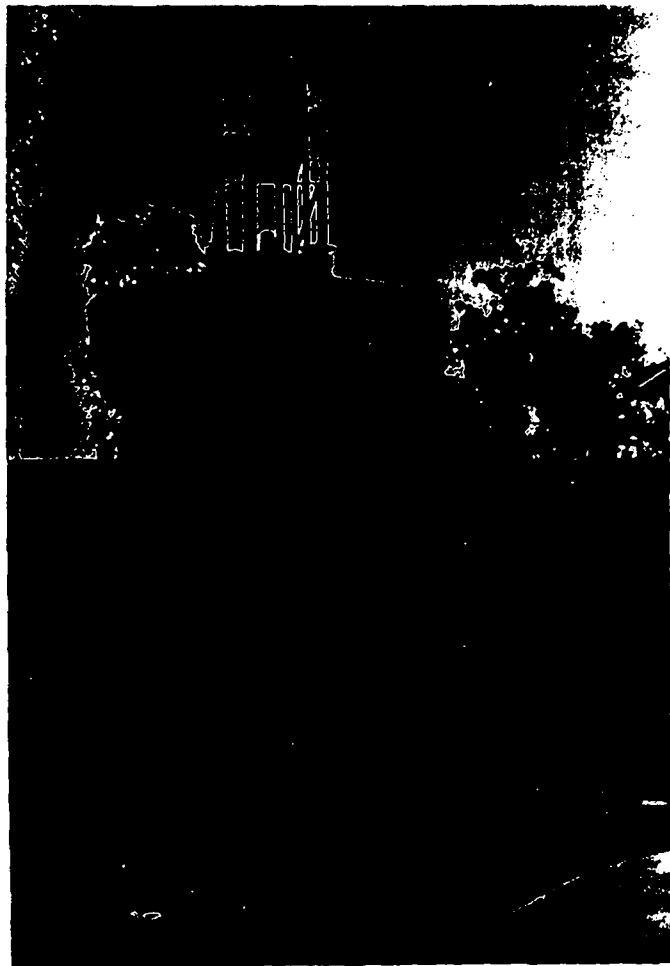
Les ouvrages nécessaires pour ce traitement se composent d'un bac de préparation de lait de chaux puis d'un saturateur qui permet d'obtenir de l'eau de chaux et d'une pompe doseuse. L'obtention de l'eau de chaux à partir de la chaux en poudre pose quelques problèmes pratiques de manutention des paquets de chaux, d'agitation de la préparation du lait, de son transfert au niveau du saturateur ainsi qu'un fonctionnement optimal de celui-ci. Au cours des enquêtes on a pu découvrir en Côte-d'Ivoire que le Comité Technique de la SODECI s'est penché sur le problème et a abouti à des résultats très utiles partant de certains saturateurs en usage en Côte-d'Ivoire. Il s'agit des saturateurs type DEGREMONT et des saturateurs type CTE. De ces deux types, SODECI-SAUR, par quelques modifications, obtient un 3ème type - (voir croquis en annexe). Il est à souligner que, tout comme pour les décanteurs et les filtres, les grandes Sociétés Européennes continuent à apporter des modifications aux saturateurs classiques pour aboutir à des produits auxquels ces sociétés associent leur nom. C'est ainsi qu'on parle aujourd'hui de saturateurs type DEGREMONT, saturateurs type CTE, saturateurs type CGE...

En fait le travail réalisé par le groupe SODECI-SAUR a consisté à corriger les points faibles de chaque type d'installation. C'est ainsi que pour le type DEGREMONT, il a été préférable de maintenir le bac de délayage au sol au lieu de la placer au-dessus de la cuve du saturateur, ce qui posait des problèmes de manutention des sacs de chaux. Mais cette modification entraîne la nécessité de disposer d'une pompe de refoulement du lait de chaux, de la bêche au-dessus du saturateur. Pour le type de CTE il a fallu supprimer la purge continue qui, d'après les expériences réalisées, était cause de pertes importantes de l'eau de chaux. Donc on se contente de la purge générale. Par ailleurs, le saturateur type CTE disposait d'un système de

comptage pour l'eau de giclage, ce système est d'une manipulation telle que les agents des "quarts" n'arrivent pas toujours à de bons dosages. Il a donc été supprimé et remplacé par le gyromètre dont le réglage et la lecture sont simples.

Enfin dans le bac de délayage de la chaux, il a été adopté un agitateur mécanique à la place d'une agitation manuelle peu efficace.

Saturateur de chaux
(Station de OUAGA)



3.2.1.2) Autres traitements appliqués aux eaux souterraines

On a pu relever dans cette catégorie d'eau, deux cas particuliers :

- les eaux souterraines ayant un taux élevé de Fer comme à Alada au Bénin (15 mg/l) ;

- les eaux ayant une forte concentration de CO₂ libre : comme à Tabligbo (150 mg/l), Alada (130 mg/l), sources de Bobo-Dioulasso (100 mg/l).

Le fer de ces nappes souterraines est généralement sous forme d'ions ferreux qui s'oxydent assez facilement. Aussi pour l'éliminer, le traitement appliqué, et qui donne des résultats satisfaisants, consiste à faire passer l'eau sur une couche filtrante après avoir provoqué l'oxydation par ventilation des ions ferreux qui précipitent, ce qui réduit de façon très appréciable déjà la teneur. La ventilation peut être obtenue soit en provoquant des chutes importantes en cascade, soit des chutes sous forme de pluie (station d'Alada), soit enfin par ventilation forcée (Tiaroye au Sénégal).

Si la teneur résiduelle de Fer reste importante après la ventilation, celle-ci est éliminée par des opérations classiques à savoir floculation, décantation et filtration. C'est l'exemple de la station d'Alada au Bénin.

Pour réduire le CO₂ agressif, une neutralisation par la chaux éteinte Ca (OH)₂, précédée d'une intense aération constitue le traitement adéquat rencontré. Parfois de simples systèmes permettent aussi d'avoir une aération suffisante donnant des résultats spectaculaires. C'est ainsi qu'à Alada par exemple l'aération est obtenue par une chute de l'eau brute sous forme de pluie d'une rampe perforée, située à environ 2,5 m du plancher permettant de réduire la teneur de CO₂ libre de 130 à 30 mg/l. La ventilation forcée par pulvérisation à travers des rampes perforées par un compresseur d'air est le cas le plus fréquent pour les stations assez importantes comme à Bobo-Dioulasso, Tabligbo, ou Cotonou.

3.2.2) Cas des eaux de surface : lacs et retenues artificielles

3.2.2.1) Généralités

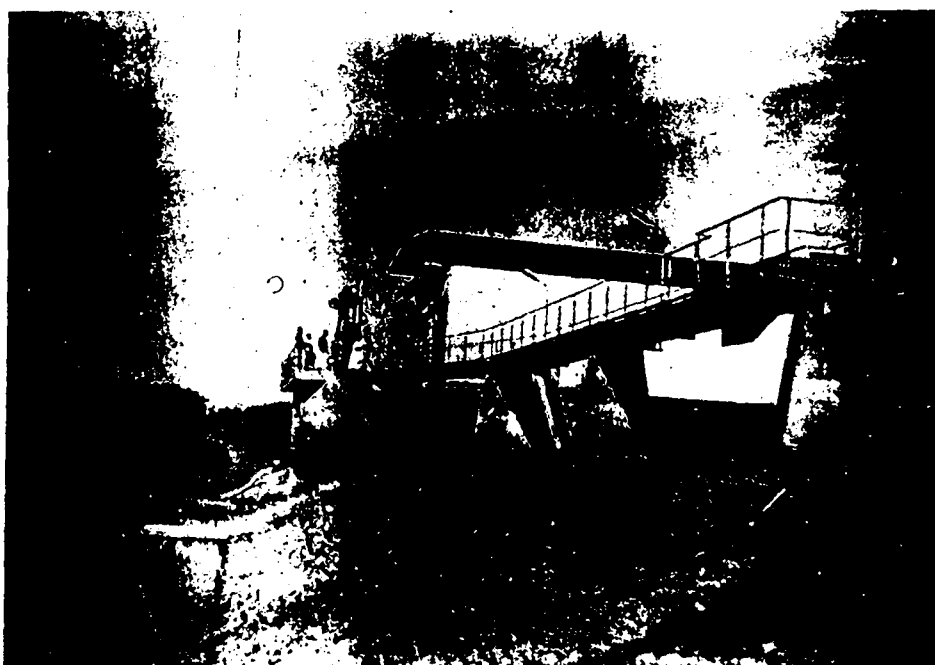
Ces eaux ont besoin d'un traitement complet. Quelle que soit la technique adoptée, le principe est le même. Il se décompose en des opérations classiques suivantes : Captage, floculation, décantation, filtration, correction de Ph et enfin stérilisation ou désinfection.

Dans nos pays, les produits utilisés sont dans l'ensemble les mêmes quel que soit le procédé adopté. Il y a lieu de signaler que le choix des techniques est souvent difficile à justifier. Cette situation provient du fait que la plupart des sociétés n'ont pas participé ou ne participent pas suffisamment à la mise en place, elles sont appelées à gérer les installations déjà sur place, ce qui peut entraîner des conflits entre les services de tutelle et la société distributrice. Il existe également des cas où la réalisation du projet est tellement liée au financement que toute modification sur les techniques est difficile. Fort heureusement, il semble qu'à l'heure actuelle, des expériences malheureuses ont conduit à une évolution des consciences sur les précautions à prendre pour les futures réalisations.

3.2.2.2) Le prétraitement

Il peut paraître surprenant de parler d'opérations de prétraitement pour l'eau potable mais certaines eaux ont effectivement besoin des opérations préalables, compte tenu de certaines conditions spécifiques, qu'il est permis d'appeler prétraitement. Il s'agit :

- de dégrillage pour empêcher l'entrée dans la bache d'aspirations des débris de branchages charriés par les cours d'eau. On peut parfois compléter cette opération par un véritable tamisage (Station du Lac de Guiers, prise d'eau à la Volta Noire...).



Prise sur Volta Noire (Haute-Volta)

- de dessablage, il se fait grâce à une première bêche où est stockée l'eau brute. Cette bêche permet au sable de se déposer et diminue de façon très appréciable la turbidité par ce phénomène que l'on peut qualifier de prédécantation. Cette opération se rencontre sur les stations de SOUDEL (au Niger), BAMEKA, et BAMEDA HAUT (Cameroun).

- Enfin on peut y classer la préchloration, qui permet surtout : d'éviter le développement des planctons, de destabiliser particulièrement les colloïdes favorisant ainsi la floculation et l'injection préalable dans certains cas, de permanganate de potassium qui, en plus de son rôle fongicide, permet d'oxyder également les ions manganèses qui précipitent et sont éliminés. La station de N'Gnith au Lac de Guiers, obtient de bons résultats avec ce type de prétraitement de l'eau brute avant son acheminement vers les décanteurs.

3.2.2.3) Le traitement proprement dit

a) La floculation - décantation

Ces deux opérations constituent le point de départ de la filière du traitement proprement dite. Elles sont très importantes et de leur efficacité, dépend en grande partie, le fonctionnement de la station et partant, de la qualité de l'eau traitée.

- Les ouvrages

Il faut signaler d'entrée que tous les cas de figures se rencontrent dans la sous-région. Sur la même station il peut exister plusieurs types. C'est ainsi que sur la seule station qui alimente la ville de Ouagadougou par exemple, il existe un décanteur statique à écoulement horizontale, des décanteurs verticaux (pulsator et accéléator), à Ntoun : 2 pulsators et 2 superpulsators et à Bamako 3 pulsators. Il convient de souligner que cette superposition n'est pas toujours justifiée par la meilleure performance des plus récents modèles installés par rapport à ce qui était en place mais plutôt, comme il a été souligné plus haut, par d'autres critères dont les plus importants sont : la source de financement, l'urgence du problème à résoudre.

Dans l'ensemble, les décanteurs statiques prévalent et donnent des résultats efficaces partout où leurs capacités nominales ne sont pas trop dépassées. Les observations faites sur le terrain permettent de conclure

que les décanteurs statiques constituent de loin, le type de décanteur idéal dans nos pays, sauf en cas de force majeure.

Cependant certains responsables estiment que pour les grandes agglomérations qui ont besoin de débits importants, les statiques conduiraient à des ouvrages qui occupent trop d'espace et de génie civil dont le coût d'investissement est trop élevé. Ils soutiennent leur point de vue par l'argument que la nécessité d'interventions fréquentes qui pénalise les décanteurs non statiques cesse d'être un inconvénient majeur pour les stations importantes car elles disposent du personnel et en particulier lorsqu'elles sont proches de grandes agglomérations. Cet argument n'est pas toujours vérifié. C'est ainsi qu'on a vu des stations importantes où les décanteurs sont soit du type pulsator, soit du type accélérateur, qui, n'ont pas reçu les interventions nécessaires. Ces décanteurs ont fini par fonctionner en statiques sous-dimensionnés.



Pulsator que l'on préfère faire fonctionner souvent en statique
(Station de OUAGA)

- Les produits de floculation

De tous les coagulants, on dira simplement que l'Afrique a adopté sans ambiguïté, le sulfate d'alumine ; celui-ci pouvant être injecté seul ou aidé dans son rôle floculateur par d'autres produits

tels que l'hypochlorite de calcium (préchloration), la chaux, selon les caractéristiques physicochimiques de l'eau brute, ou enfin des adjuvants comme le purifloc lorsque les floes sont trop légers.

Au Cameroun, plus précisément à la station de JAPOMA (Douala) et de MEFOU (Yaoundé), le sulfate de cuivre qui a également des pouvoirs coagulants connus, est associé au sulfate d'alumine. Selon le responsable, l'utilisation de ce produit est justifiée par son pouvoir fongicide. En effet les décanteurs de ces stations souffrent des problèmes de développement de certains phytoplanctons.

b) La correction du Ph ou neutralisation

Ici le choix du produit n'est pas compliqué, partout, c'est la chaux éteinte qui est utilisée mais soit sous forme de lait de chaux, soit sous forme de l'eau de chaux : c'est sous cette deuxième forme que tout le monde tend à l'utiliser pour les raisons déjà développées au paragraphe 2.2.1 en ce qui concerne le traitement des eaux souterraines et de sources. Notons qu'au Togo l'utilisation de la chaux éteinte qui était achetée sur le marché vient d'être abandonnée au profit des résidus issus de la fabrication de gaz industriel. Cette opération a un double avantage : la Société "TOGO GAZ" est débarrassée de ses déchets et la RNET ne paye rien.

c) Filtration

Après la floculation et la décantation, la filtration constitue, pour le traitement des eaux de surface autre que celles des sources, une étape très importante aussi bien pour la taille des installations que pour la part qui lui revient dans la qualité de l'eau produite.

- Les ouvrages

Presque toutes les stations de moyenne à grande importance utilisent des filtres rapides ouverts, à sable. On peut affirmer que partout où l'on reste dans les limites des capacités des stations et que les opérations de floculation et de décantation sont bien menées, ces filtres sont les mieux adaptés. Les quelques stations de moyenne importance qui font ou avaient fait l'essai des filtres fermés les stations de Saint-Louis, Richard Toll (au Sénégal) "potabilisation" (mine d'or de Poura en Haute-Volta)... n'ont pas toutes fait des expériences très heureuses : Par contre, ces filtres conviennent bien pour les petits centres et pour des eaux des faibles

turbidités telles que certaines eaux de forages et de sources dont le traitement nécessite une légère filtration. Au Gabon, les stations de OYEM, BITAM, MVEGUE et N'DJOLE, dont les capacités (respectivement : 100, 10, 30, 20 m³/h) et les caractéristiques des eaux conviennent, ces filtres fermés semblent donner satisfaction.

En tout état de cause, ces filtres fermés sont souvent objets d'interventions trop contraignantes : en cas de panne, le démontage est délicat et souvent les dégâts à l'intérieur sont tels qu'il est préférable d'abandonner pour procéder plutôt à un remplacement pur et simple. Par ailleurs, leur durée de vie est forcément plus courte, surtout dans certaines zones où la cuve, même, bien que suffisamment épaisse, ne résiste pas longtemps aux attaques de rouille.



Batterie filtres fermés dont un en dépannage
(Station de Saint-Louis du Sénégal)

Il convient d'ailleurs de souligner que très souvent on ne fait appel à ces genres d'installations que dans des conditions spéciales. Elles constituent la plupart de temps, des solutions plus accessibles en cas d'urgence. Ces solutions provisoires finissent malheureusement par devenir définitives.

d) La désinfection

- Les produits de désinfection

Ce qu'il faut retenir dans nos Etats est que le chlore constitue l'unique produit de stérilisation. Il est utilisé essentiellement sous forme de solution d'hypochlorite de calcium. On a pu noter l'utilisation du chlore sous d'autres formes, notamment, sous forme de bioxyde de chlore sur la station de N'GNITH au Lac de GUIERS au Sénégal (caractéristiques de l'eau brute obligent) et sous forme de chlore gazeux à Brazzaville et Pointe Noire (mais progressivement abandonnée). Le succès de l'hypochlorite de calcium sur les autres formes est essentiellement dû au fait qu'il est de mise en oeuvre plus rustique ; sa préparation et son injection ne nécessitent pas de dispositif spécial à mettre en place et il est en outre moins dangereux à manipuler. On peut lui reprocher une manipulation moins élégante par son odeur et son caractère salissant, ainsi que son efficacité inférieure aux deux autres (concentration assez faible en chlore actif). Cependant, il garantit une meilleure sécurité pour le manipulateur et une mise en oeuvre plus simple. Cette dernière raison est très importante si l'on considère le niveau technique et parfois de conscience professionnelle ainsi que de soin que les "agents des quarts" sont susceptibles d'avoir sur les stations.

L'ozonation qui permet de résoudre certains problèmes difficiles (odeur par exemple) n'a été relevée nulle part. Cette situation est imputable aux exigences, peu compatibles avec les conditions du milieu, de la technique qui connaît une importante application ailleurs (Europe). En effet elle demande une forte consommation d'énergie ainsi que des opérations de maintenance trop contraignantes pour nos sociétés.

e) Les ouvrages de préparation des différents produits

Mis à part le chlore gazeux et le dioxyde de chlore, tous les principaux produits de traitement utilisés, sulfate d'alumine, chaux, hypochlorite de calcium, arrivent à la station sous forme solide (granulés ou poudres).

Leur préparation ne consiste qu'en une dissolution dans des baches. Les solutions sont en général tournées mécaniquement. Mais pour certaines stations d'importance modeste ou d'un certain âge, on se contente de tourner les solutions manuellement. Parmi ces ouvrages destinés à la préparation des réactifs, le plus important est celui qui traite de la chaux

lorsque le produit final est de l'eau de chaux, puisqu'à la bache de
préparation du lait de chaux, il faut ajouter le saturateur.

L'utilisation du dioxyde de chlore nécessite un dispositif spécial de préparation de ce produit qui s'obtient en solution par l'action du chlore sur le chlorite de sodium.

Tous ces produits en solution sont injectés dans l'eau à l'aide de pompes doseuses dont l'infidélité et les pannes fréquentes semblent être le souci de tous les traiteurs d'eau des pays qui ont fait l'objet des enquêtes. Nous y reviendrons plus tard dans le paragraphe (5.2.1). Le chlore gazeux, quant à lui, a besoin d'un chloromètre à fonctionnement sous pression ou sous vide.

3.3) LA CONSOMMATION DES PRODUITS DE TRAITEMENT

3.3.1) Généralités

Si les systèmes de traitement choisis sont finalement assez semblables d'une station à l'autre, en ce qui concerne la consommation des produits de traitement, la disparité est nette. Certes on doit s'attendre à ce que les consommations de produits par m³ d'eau traitée soit différentes puisque, même si ces eaux sont de mêmes groupes (eaux de surface, eaux souterraines), leur localisation leur confère des caractéristiques qui ne sont pas forcément identiques.

En principe sur toutes les stations, les principales caractéristiques de l'eau à traiter sont bien cernées et les dosages adéquats établis. L'enquête a permis de faire les remarques suivantes :

- Action du climat sur la consommation de produits

Les saisons étant très marquées dans l'Afrique de l'Ouest, surtout dans le Sahel, les consommations y accusent de grandes variations saisonnières.

Par exemple à Koudougou en Haute-Volta, on a relevé les variations suivantes

Période	Novembre (Saison sèche)	Août (Saison pluvieuse)
Caractéristiques eau brute	t° = 27,5°C Ph = 7,1 turb = Moyenne	t° = / Ph = 7,3 turb = Elevée
Consommation	SA = 50 gr/m ³	SA = 125 gr/m ³
produits de traitement	Chaux = 4,64 gr/m ³ Hypochl = 2,78 gr/m ³	Chaux = 25 gr/m ³ Hypochl = 4,08 gr/m ³

Tandis qu'elles varient plutôt faiblement avec les averses très fréquentes et importantes en Afrique Centrale (voir tableau de variation de consommation des produits de traitement).

- Variations suivant les stations

Dans l'ensemble les consommations des produits par m³ d'eau traitée est très variable. L'écart est particulièrement important en produits de floculation, comme on peut s'en apercevoir sur le tableau de variation de la consommation de produits sur quelques stations, ci-dessous.

3.3.2) Tableau de variation de la consommation de produits sur quelques stations

o : sulfate d'alumine
+ : chaux
- : hypochlorite de Ca.

AFRIQUE DE L'OUEST

PAYS	STATION	SAISON SECHE		SAISON PLUVIEUSE		ORIGINE DES EAUX
		Caractéris- tiques	Réactifs (gr/m ³)	Caractéris- tiques	Réactifs (gr/m ³)	
BENIN	PARAKOU	t° - Ph - turb: Moyenne	o = 100 + = 14,6 - = 2,1	t° - Ph - turb: Grande	o = 178 + = 26 - = 2,8	Barrage
CGTE-D'IVOIRE	KORHOGO	t° = 27° Ph = 7,2 Coul = 5	o = 48,3 + = 35 - = 4	t° = 28 Ph = 6,6 Coul = 40	o = 150 + = 53,3 - = 6,6	Barrage
HAUTE-VOLTA	OUAGADOUGOU	t° = 31 Ph = 7,5 turb: Moyenne	o = 45 + = 5 - = 3	t° = 28 Ph = 7,7 turb: Elevée	o = 60 + = 10 - = 3	Barrage

	GOUDEL (Niamey)	t° = - Ph = 6,9 turb: Faible	o = 42 + = 9 - = 2,1	t° = - Ph = 6,9 turb: Moyenne	o = 150 + = 15 - = 5	Cours d'eau
	BAMAKO	t° = - Ph = 7 turb: très faible	o = 7,14 + = 4,76 - = 14	t° = - Ph = 7 turb: Moyenne	o = 24 + = 7,27 - = 14	Cours d'eau
L	NGNITH	t° = 21 Ph = 7,6 turb : 100	o = 50 + = 18 Cl ₂ : 4 NaCl : 2 KMNO ₄ : 0,5	t° = 25 Ph = 8 turb : 300	o = 200 + = 65 Cl ₂ : 4 NaCl : 2 KMNO ₄ : 0,8	Lac
	NOTSE	t° = - Ph = 6,7 turb: Faible	o = 107 + = 10,9 - = 14,5	t° = - Ph = 6,7 turb: Elevée	o = 135,5 + = 13,18 - = 15,38	Barrage
IQUE CENTRALE						
UN	JAPOMA (Douala)	t° = - Ph = 6,5 turb : 25	o = 16,74 + = 6,16 - = 4,13 Sulf. de Cu: 0,3 Purifloc : 0,19	t° = - Ph = 6,5 turb : 32	o = 18,33 + = 11,34 - = 5,10 Sulf. de Cu: 0,3 Purifloc : 0,26	Barrage
	INGALIEMA (Kinshasa)	t° = - Ph = 7 turb : 7,9	o = 31,74 + = 10,79 - = 1,9	t° = - Ph = 7 turb: Faible	o = 42,3 + = 12,3 - = 3,07	Cours d'eau
	NTOUM (Libreville)	t° = - Ph = 6 turb : Faible	o = 10 + = 9 - = 5 Purifloc : 0,15	t° = - Ph = 6 turb: Moyenne	o = 30 + = 15 - = 5 Purifloc : 0,15	Cours d'eau

Ces variations sont bien entendu, imputables d'abord aux caractéristiques propres aux eaux à traiter mais aussi souvent aux manques de suivis du processus de traitement ainsi qu'à une insuffisance dans les recherches des combinaisons optimales des réactifs. En effet cette vigilance s'avère très bénéfique, c'est ainsi qu'au Sénégal, des économies très appréciables de produits de traitement ont été faites suite à des recherches de taux optimum de produit. Au Togo également, on a pu relever que la consommation moyenne de produits par m³ d'eau sur la station de Notsé était de 120 g pour le sulfate d'alumine, 12 g pour la chaux et 15 g pour l'hypochlorite de calcium ;

aujourd'hui cette consommation a pu être ramenée respectivement à 57, 18 et 9 g (information donnée par l'ingénieur chimiste de la RNET).

A quelques exceptions près, on constate que les consommations de produits sont relativement plus faibles pour le traitement des eaux provenant des cours d'eau (Afrique Centrale). Ce phénomène est contraire à ce qu'on observe en pays tempéré où c'est plutôt l'eau des barrages qui est plus facile à traiter ; cette situation n'est sans doute pas à dissocier du phénomène d'eutrophisation relevé un peu partout.

A priori, on pouvait penser que les eaux de caractéristiques principales (température, Ph et turbidité) analogues, auraient des consommations voisines mais force est de constater certaines divergences frappantes : On peut relever à ce propos dans ce tableau, deux exemples suivants :

- Bien que l'eau traitée sur la station de GNITH ait des caractéristiques proches de celle traitée à Ouagadougou, les quantités des produits consommés en m³ y sont énormément différentes en saison des pluies. Toutefois, il convient de préciser que le remplissage du Lac de Guiers (Gnith) se fait de façon brutale par l'arrivée de la crue du fleuve Sénégal ce qui apporte une eau nettement plus turbide (300 mg/l. silice).

- Enfin on note sur le tableau, la faiblesse de consommation par m³ d'eau des produits à Bamako. Cependant, les installations de traitement ne fonctionnent pas dans les conditions idéales (les décanteurs pulsator fonctionnent en statiques sous dimensionnés) et l'eau traitée (eau du fleuve Niger) a les caractéristiques presque identiques à celle de Goudel (à Niamey) où les consommations sont nettement supérieures.

3.3.3) Utilisation des adjuvants

On note une utilisation plus fréquente d'adjuvant en Afrique Centrale qu'en Afrique Occidentale. Le purifloc est l'adjuvant le plus répandu mais la SNEC vient de tester (au laboratoire) un nouveau produit américain qui donnerait de bien meilleurs résultats. Par ailleurs il y a de grand espoir pour que l'amidon devienne également opérationnel.

3.3.4) Consommation irrégulière au sein d'une même station

En dehors de variations bien connues, et de toute façon liées à des conditions naturelles spécifiques, l'enquête a hélas permis de déceler des variations moins spectaculaires mais réelles, et dont les conséquences peuvent avoir des répercussions très graves sur l'ensemble du réseau. Ces irrégularités sont fréquentes dans la plupart des stations et sont liées, soit aux appareils divers de dosages et d'injection, soit aux opérateurs chargés de mener les opérations de dosage, soit à la disponibilité même des produits.

+ Irrégularités liées aux appareils divers de dosage

Sur presque toutes les stations, on se plaint des pompes doseuses : d'une part, elles sont généralement infidèles, d'autre part, elles constituent les organes les plus vulnérables ce qui constitue une source appréciable d'erreurs. On y reviendra dans le paragraphe 5.2.1.

+ Les irrégularités liées aux facteurs humains

Elles sont de deux catégories :

- L'agent du quart n'a pas bien compris ce qu'on lui a expliqué de faire et il fait autre chose jusqu'à ce qu'on s'aperçoive de l'erreur, c'est le cas le moins grave.
- L'agent du quart peu consciencieux ou paresseux, déverse tout simplement les produits à un rythme fantaisiste alors qu'il choisit de bien remplir sa fiche de rapport, conformément aux instructions données. C'est ainsi par exemple, que les opérations manuelles à réaliser en plusieurs fois, peuvent ne l'être qu'une fois à la dose totale prévue ou plus, alors que tout le reste du temps, la station aura fonctionné sans le produit intéressé. Il s'agit ici de la forme la plus grave parce qu'elle est difficile à déceler et à maîtriser.

+ Irrégularités liées aux pannes et aux ruptures de stocks

Enfin il arrive par moments sur les stations, que très consciemment, à la suite d'une panne, ou de rupture de stocks de produits, on soit obligé d'effectuer le traitement pendant un certain temps sans l'un des produits. Dans ces cas on distribue de l'eau non traitée ou incomplètement traitée parce qu'il s'agit là de choisir entre arrêter le traitement pour attendre

que le dépannage soit fait ou prendre le risque de distribuer de l'eau mal traitée. Mais comme la première solution est presque toujours impossible, c'est la 2ème qui est adoptée.

Ces variations pourtant moins spectaculaires ont de conséquences extrêmement néfastes aussi bien économiquement, techniquement que sur le plan sanitaire. Tout le monde sait par exemple qu'un mauvais usage de la chaux par exemple peut entraîner d'abord des pertes de produits mais surtout des perturbations sur le Ph d'équilibre ce qui à son tour, provoque la corrosion ou l'entartrage des conduites de distribution.

3.4) LE COUT DES PRODUITS DE TRAITEMENT

3.4.1) Généralités

Dans l'ensemble, les produits de traitement sont tous importés ce qui élève forcément leur coût. Il reste certainement un effort à faire soit pour découvrir des produits locaux, soit fabriquer de façon concurrentielle, des produits jusqu'alors importés. On y reviendra dans le chapitre "B".

S'agissant également des coûts de produits, on peut relever une nette différence d'un pays à l'autre. Cette différence est essentiellement liée aux fournisseurs avec leurs intermédiaires puis à la situation du pays (enclavé ou non) et enfin à la politique fiscale pratiquée dans ces pays.

En effet dans l'ensemble des pays de l'Afrique Centrale, les produits de traitement sont exonérés de taxes douanières alors qu'ils en sont frappés dans tous les pays de l'Afrique Occidentale. Cependant la SODECI qui s'approvisionne en composant avec la SAUR, bénéficie de prix très intéressants et constitue une exception.

Par contre, la politique d'approvisionnement est pratiquement la même dans tous les pays : les commandes bien programmées sont faites sur consultation ouverte à tout le monde mais avec priorité aux soumissionnaires locaux. Par cette voie, le problème d'approvisionnement en produit semble assez bien résolu.

Il y a là certainement, matière de réflexion pour trouver les moyens d'améliorer d'une part la situation d'ensemble si possible, puisque les produits utilisés sont les mêmes et d'autre part, celle en particulier de certains qui arrivent à des coûts prohibitifs comme on peut s'en apercevoir en observant le tableau ci-après.

3.4.2) Tableau comparatif des coûts des produits de traitement

o = Sulfate d'alumine
 + = Chaux éteinte
 - = Hypochlorite de Calcium

Zone	Pays	Produits	Coût unitaire (en F. CFA/T)	Observations
AFRIQUE DE L'OUEST	Rép. Pop. du BENIN (TTC)	o	90.000	Prix fin 1982
		+	95.000	
		-	1.250.000	
	COTE-D'IVOIRE (TTC)	o	84.000	Commande combinée en gros avec la SAUR. Prix fin 1982.
		+	74.000	
		-	713.000	
	MAURITANIE			Presque pas de produits
	MALI (TTC)	o	160.000	Hypochlorite de Na à 100 g actif/kg de Na ocf.
		+	120.000	
		-	233.750	
HAUTE-VOLTA (TTC)	o	187.000	Prix fin 1982	
	+	142.000		
	-	1.240.000		
NIGER (TTC)	o	155.000	Prix fin 1982	
	+	133.700		
	-	1.275.000		
SENEGAL (TTC)	o	118.388	en 1981 en 1981. Fab. au Sénégal en 1982. Fab. au Sénégal	
	+	71.119		
	-	1.800.000		
	Permanganate de K	714.007	" " "	
	Chlorite de Na	769.822	" " "	
	Cl ₂ gazeux	300.000	" " "	
TOGO (HT)	o	77.750	Les déchets issus de la fabrication industrielle de gaz sont ramassés gratuite- ment à l'usine.	
	+	-		
	-	690.000		

AFRIQUE CENTRALE (HT)	Rép. Unie du CAMEROUN	Sulfate de cuivre o + - Purifloc	313.000 79.340 65.650 864.000 1.450.000	On utilise du sulfate de cuivre à Douala et Yaoundé. Le purifloc est parfois utilisé.
	Rép. Pop. du CONGO	o + - C/2	221.000 96.000 1.238.000 436.000	Prix début 1983
	Rép. GABONAISE	o + -	109.300 111.810 618.570	Prix 1982
	ZAIRE	o + -	422,60 86,2 2066,88	Prix 1982 en dollars US

En Afrique Centrale, où les produits ne sont frappés d'aucune taxe, on conçoit assez mal la grande différence entre les coûts des mêmes produits cela est d'autant plus surprenant que non seulement il existe parfois d'énormes différences mais encore qu'elles sont d'un désordre incroyable, par exemple à Douala, la tonne du sulfate d'alumine coûte moins de la moitié de prix à Brazzaville et presque 30.000 F.CFA moins cher qu'à Libreville tandis que l'hypochlorite de calcium coûte plus de 300.000 F.CFA moins cher qu'à Brazzaville et plus de 200.000 F.CFA plus cher qu'à Libreville. Etant donné que tous ces pays de l'Afrique Centrale sont côtiers et qu'il s'agit là des prix CAF, les coûts semblent trop élevés, mis à part ceux du Cameroun et celui de l'hypochlorite au Gabon.

En Afrique Occidentale on note d'une part, des différences de même importance telle que celle entre les coûts de la tonne de l'hypochlorite à Dakar (1.800.000 F.CFA) et à Abidjan (713.000 F.CFA) soit plus du double. Mais ces différences peuvent s'expliquer par des situations particulières propres à chaque pays en matière de politiques douanières sans oublier le cas particulier de la SODECI-SAUR signalé plus haut. Par ailleurs, les pays enclavés se voient majorer ces coûts par le transport depuis le port de débarquement jusqu'à la capitale. Enfin notons que la chaux constitue un produit local et que le sulfate d'alumine est traité sur place au Sénégal.

Après toutes ces remarques on peut conclure que, compte tenu de la confusion énorme qui règne dans ce domaine, des recherches bien menées aboutiraient à des solutions salutaires certaines pour nos sociétés.

4 - CONTROLE DES EAUX DE CONSOMMATION

4.1) GENERALITES

Dans l'ensemble, on peut considérer que le contrôle de la qualité des eaux de consommation distribuées par nos sociétés est insuffisant. La situation varie beaucoup d'un pays à l'autre aussi bien pour les organismes ou institutions chargés de cette opération que par la fréquence des interventions.

La plupart des sociétés sont dotées d'un laboratoire ou sont en train de le faire, mais partout, il existe un problème d'approvisionnement en produits nécessaires pour les analyses.

4.2) TABLEAU DES CONTROLES DE LA QUALITE DES EAUX

Pays	Contrôles physico-chimiques		Contrôles bactériologiques		Observations
	Organismes chargés	Fréquence	Organismes chargés	Fréquence	
BENIN	SBEE	Variable	SBEE	Variable	En principe tous les 2 mois, inspection de l'équipe du Laboratoire National de Santé Publique.
CAMEROUN	SNEC	Opérations de traitement	Sce. Nat. Santé ou Laboratoire privé	Mensuel pour centres secondaires biheb. pour Douala et Yaoundé	
CONGO	SNDE	Variable suivant l'agglomération	SNDE	Journalier à Brazzaville. Variable ailleurs.	Laboratoire est nouveau et complètement équipé
COTE-D'IVOIRE	SODECI	Bimensuel à Abidjan. Variable ailleurs.	Institutions Privées	Hebdomadaire à Abidjan. Variable ailleurs.	Dispose d'un laboratoire assez bien équipé pour les analyses physico-chimiques

GABON	SEEG	Quotidien à Libreville. Variable ailleurs.	SEEG	Bihebd. pour Libreville et Port-Gentil. Mensuel pour centres secondaires	
HAUTE-VOLTA	ONE	Opérations de traitement	Hôpital (OUAGA) OCCGE (Bobo)	Bihebdomadaire.	Pénurie de produits d'analyse, mais effort d'approvisionnement
MALI	EDM	Journalier	Direction Hydraulique	Hebdomadaire.	Il existe un nouveau labo équipé par un projet Canadien et rattaché à la Dir. de l'Hydraulique
MAURITANIE	Laboratoire Central II	Irrégulier	Centre Nat. d'Hygiène	Tous les 2 mois	
NIGER	NIGELEC	Opérations de traitement	NIGELEC Hôpital	Bihebdomadaire.	La station de Goudel dispose d'un labo moderne en voie d'équipement.
SENEGAL	SONEES	Opérations permanentes de traitement	Institut Louis Pasteur à Dakar. Scs. Santé ailleurs.	Mensuel	Il existe un projet de mise en place d'un Laboratoire Central.
TOGO	RNET	Mensuel à Lomé et trimestriel ailleurs.	Institut National d'Hygiène et Labo. Centr. RNET	Hebdomadaire à Lomé. Mensuel ailleurs.	
ZAIRE	REGIDEZO	Opérations de traitement	Scs. Santé + REGIDEZO	Hebdomadaire.	

En général, les contrôles physico-chimiques sont assurés par les Sociétés elles-mêmes. Tandis que les bactériologiques sont réalisés soit par les Sociétés elles-mêmes, soit par des organismes privés (ce qui est assez rare) mais surtout par des Services Nationaux de la Santé. Ceux réalisés par la Société sont souvent sommaires et consistent soit en la détermination de la pollution en germes totaux, soit simplement au dosage du chlore résiduel, il convient de rappeler que toutes ces Sociétés ont adopté le chlore ou ses dérivés pour la désinfection.

Dans tous les cas, c'est dans les capitales que le suivi est régulier ; dans les autres centres, ce sont les opérations servant aux dosages, complétées de temps à autre par les descentes plus ou moins programmées d'une cellule centrale, qui constituent le contrôle. Cette situation dépend beaucoup des moyens de la Société et des Organismes chargés de faire le contrôle.

V/ - LES PRINCIPAUX PROBLEMES DES STATIONS DE TRAITEMENT ET LES SOLUTIONS APORTEES

Les principaux problèmes relevés sur les stations de traitement dans nos pays peuvent se regrouper dans les rubriques ci-après suivant le caractère auquel ils sont liés :

- Les problèmes liés aux facteurs humains
- Les problèmes liés aux facteurs techniques
- Les problèmes liés aux facteurs économiques
- Les problèmes liés aux facteurs divers.

5.1) LES PROBLEMES LIES AUX FACTEURS HUMAINS

Les problèmes de cette catégorie se présentent sous deux aspects principaux :

- La compétence des agents

Il y a certes souvent pénurie de compétence pour certaines opérations telles qu'en électromécanisme, en chimie. Mais, s'il est nécessaire qu'une Société dispose des compétences confirmées dans chacune des activités dans le traitement, il faut reconnaître qu'un nombre relativement limité mais bien utilisé suffit pour les Sociétés. En effet on n'a pas besoin d'avoir, sur chaque station, des ingénieurs chimistes voire des ingénieurs électromécaniciens. C'est pour cela que nos Sociétés se contentent de former 2 ou 3

noyaux de ces compétences de niveau supérieur dans les sites les plus importants. Chaque noyau couvre une zone donnée. Le plus souvent, un seul noyau suffit pour tout le territoire ; c'est le cas au Gabon où la station de NTOUM est sollicitée pour tous les problèmes importants des autres stations du territoire ; c'est également le cas du Bénin, du Togo, du Congo, de la Haute-Volta où les principales instructions émanent du Laboratoire Central. Le problème des électromécaniciens est cependant moins simple, leur nombre et répartition dépendent de l'importance des stations et de la répartition géographique de celles-ci.

Pour résoudre ce problème de compétence du personnel, toutes les Sociétés continuent à chercher des solutions sur le terrain de la formation. En la matière, la situation est fort variable avec les pays. C'est ainsi qu'en Côte-d'Ivoire, au Bénin, au Cameroun, au Mali, au Zaïre et au Gabon, on dispose de véritables centres de formation. En Haute-Volta, on est en train d'en mettre en place. Enfin le Sénégal, le Togo, le Niger forment leurs cadres supérieurs et moyens à l'extérieur (Europe ou pays limitrophes). Il convient de préciser que ces centres existants forment surtout les cadres moyens et que les Sociétés qui disposent de centres, envoient également leurs cadres à l'extérieur. Enfin ajoutons que les opérations de traitement consistant en des opérations de routine, une grande partie du problème est résolue sur le terrain par la formation sur le tas des agents de traitement.

- Au niveau des consciences professionnelles

Comme il a été souligné dans le paragraphe 3.3.4, c'est à ce niveau que réside le problème le plus difficile à résoudre. Les opérations sur les stations sont réalisées par les agents dits de "quart". Ces opérations, si elles deviennent vite routinières n'en sont pas moins contraignantes et demandent un effort soutenu et une volonté en permanence. Il a été relevé partout que ces agents, qui sont d'abord peu conscients de l'importance des conséquences de leurs attitudes, ne respectent pas tous et toujours les consignes qu'ils reçoivent. D'abord il faut une grande vigilance pour découvrir ces pratiques et il est encore moins facile de trouver une solution à ce problème d'autant plus que le chef ne peut être toujours présent derrière ces agents.

5.2) LES PROBLEMES LIES AUX FACTEURS TECHNIQUES

Ils sont divers mais les principaux relevés par l'enquête sont
r ordre décroissant :

- les pannes fréquentes des pompes doseuses et leurs infidélités
- les problèmes des pièces de rechange
- les coupures de courant
- les automatismes.

5.2.1) Les pannes fréquentes et l'infidélité des pompes doseuses

S'agissant de ces problèmes dont nous avons parlé au paragraphe
3.4, on peut retenir qu'elles sont liées :

- aux manques d'entretien,
- à l'inadéquation des organes des pompes et des produits à véhiculer,
- aux mauvais dimensionnements des pompes en fonction des débits à injecter.

La solution d'approche la plus fréquemment rencontrée consiste à concevoir des dispositifs artisanaux qui ont l'avantage d'être fonctionnels mais qui ne sont pas très précis ; d'autre part, ils ont besoin d'interventions humaines fréquentes, ce qui constitue une contrainte non négligeable.

5.2.2) Les problèmes des pièces de rechange

Contrairement aux problèmes d'approvisionnement en produits de traitement qui semblent être assez bien maîtrisés, partout, grâce à des commandes bien programmées, ceux liés aux pièces, continuent à préoccuper les Sociétés car si les prévisions en produits sont relativement faciles à faire, les pièces de rechange le sont moins, les pannes étant imprévisibles. Le problème est d'autant plus important que la Société exploite en pays enclavé et qu'il concerne souvent des pièces de pompe dont la panne peut provoquer l'arrêt total ou en partie de l'approvisionnement en eau de l'agglomération. Dans ces conditions, c'est des commandes spéciales par avion qui constituent la solution définitive. Mais cette situation n'a pas que des conséquences négatives, elle engendre également un impacte favorable. En effet ce problème a plus d'une fois contraint les Sociétés à rechercher des solutions palliatives

qui consistent à confectionner ces pièces dans les ateliers de la Société en attendant l'arrivée de la commande proprement dite, ce qui a pour conséquence le développement d'un esprit d'imagination technologique très bénéfique chez certains ouvriers des Sociétés en général et en particulier, chez ceux des Sociétés dont les moyens sont limités.

5.2.3) Les problèmes liés à l'alimentation des stations en énergie

Presque toutes les stations sont alimentées par le réseau national d'alimentation en courant électrique, sauf bien entendu, celles qui sont éloignées des agglomérations bénéficiant de fourniture d'énergie par le réseau national. Celles-là disposent de groupes autonomes. Rares sont les stations qui disposent de groupes de secours (station de Bamako, sans doute à cause de trop grandes perturbations dans la fourniture du réseau électrique urbain. Station de VEDEKO au Bénin, JAPOMA à Douala, LOME et TABLIGBO au Togo, GOUDEL à Niamey, POINTE NOIRE au Congo, BANFORA en Haute-Volta). Il est particulièrement frappant de remarquer que sur les 18 stations qui ont fait l'objet des enquêtes au Zaïre et les 9 de la Côte-d'Ivoire, il n'y a pas une seule qui est alimentée de façon autonome ni équipée de groupe de secours. Ceci dénote certainement d'une part, d'une bonne couverture du territoire par la SNEL du Zaïre et l'ECCI de la Côte-d'Ivoire et d'autre part, de l'efficacité et la régularité dans la fourniture du courant de ces Sociétés d'électricité (1).

Bien que le problème de coupure de courant soit très fréquemment évoqué au rang des problèmes des stations, les conséquences ne semblent pas affecter de façon très grave, sauf cas rare, l'approvisionnement en eau. En effet les coupures sont de deux sortes : soit elles sont prévues, au quel cas la Société d'eau est informée, prend ses dispositions et avertit ses abonnés, ou bien elles interviennent accidentellement et surprend tout le monde mais de toute façon, ne dure pas très longtemps.

SNEL : Société Nationale d'Electricité du Zaïre.

ECCI : Energie Electrique de Côte-d'Ivoire.

5.2.4) Le problème des automatismes

En règle générale, les solutions rustiques donnent plus de satisfaction. S'agissant particulièrement du problème des automatismes, on a pu relever que la plupart des automatismes mis en place fonctionnent pendant certain temps à la grande satisfaction de tout le monde. Mais les conditions locales font qu'on ne tarde pas à s'apercevoir que certains automatismes sont inadaptés ou bien qu'il se pose de graves problèmes de pièces de rechange en cas de panne. Certains s'avèrent purement et simplement du luxe inutile puisqu'après quelque temps de fonctionnement, on est obligé d'intervenir manuellement. Les expériences réunies sur ces automatismes expliquent la nette tendance vers le choix des décanteurs statiques simples avec ou sans raclage mécanique de boues.

Tout le monde s'accorde pour reconnaître cependant que dans quelques cas, certains automatismes sont fonctionnels voire inévitables mais il convient d'être vigilant dès le départ pour n'adopter que ceux qui s'avèrent indispensables, adaptés et suffisamment simples de fonctionnement. On y reviendra plus loin dans la partie "B", paragraphes 3.1.2 et 5.4.

5.3) PROBLEMES ECONOMIQUES

En général, une Société de distribution d'eau bien gérée et déchargée des contraintes extérieures autres que le contrôle de gestion par les autorités compétentes (le gouvernement ou la collectivité), doit pouvoir assez aisément s'en sortir économiquement. C'est d'ailleurs le cas de la plupart des Sociétés en Afrique. C'est notamment le cas des Sociétés qui ont la possibilité de vendre l'eau en conformité avec le prix de revient de celle-ci c'est-à-dire les Sociétés qui sont associées à l'Etat pour la détermination des prix. Il en existe malheureusement qui sont obligées de vendre l'eau à des prix qui sont nettement inférieurs à son coût de revient. Ce sont celles qui se voient imposer le prix décrété par l'Etat. Celles-là ont forcément des problèmes économiques qui sont perceptibles au niveau des moyens mis à la disposition des stations de traitement et leur niveau des prestations. Il va de soi que certaines de ces Sociétés vivent tant bien que mal grâce à des subventions accordées de temps en temps par l'Etat. Ce problème est relativement simple à résoudre puisqu'on connaît très bien la cause principale qui n'est rien d'autre que la volonté politique de faire payer l'eau à sa valeur exacte mais suivant des tarifications bien étudiées et qui tiennent compte des catégories de consommateurs.

5.4) PROBLEMES DIVERS

A côté des difficultés d'ordres humain, technique et économique, les stations de traitement connaissent des problèmes tels que :

- l'isolement,
- le développement des algues et la remontée des boues dans les décanteurs,
- quelques cas particuliers de besoins d'élimination de certains éléments en dose anormale,
- enfin le problème de sécurité sur les stations de traitement.

5.4.1) L'isolement

Il constitue pour certaines stations un problème non négligeable puisqu'il ne permet pas de souplesses dans le fonctionnement des stations. L'isolement existe sous deux formes : les difficultés d'accès et les difficultés de communications (téléphone et radio).

Le site où se trouve la ressource impose parfois des problèmes d'accès assez difficile surtout en certaines périodes de l'année. Lorsque l'importance de la station ainsi que les moyens de la Société le permettent, on choisit les grands moyens pour résoudre le problème. On peut citer comme exemple en la matière la voie de desserte de la station du Lac de Guiers qui fournit à la ville de Dakar le 1/3 de sa consommation et celle d'autres agglomérations importantes le long de la conduite de 300 km environ. Cette voie qui existait sur près des 2/3 a dû être complétée par une nouvelle ouverture de route avec bitumage sur 85 km environ.

Mais il existe hélas des stations de pompage ou même de véritables stations de traitement dont, ni l'importance, ni les moyens à mettre en oeuvre ne justifient pas d'entreprendre des aménagements fiables d'accès. Dans ces cas, les difficultés devraient être atténuées par l'existence des moyens de communication suffisamment sûrs entre la dite station et le centre important le plus proche.

Les moyens de communication (téléphone ou radio) sont d'une très grande importance pour les distributions d'eau en général et pour les stations de traitement en particulier. Dans ce domaine la radio semble être le moyen le mieux adapté car le téléphone est parfois moins facile à installer

à certains endroits et en plus il n'a pas la souplesse de fonctionnement comme la radio. Mais il est évident que pour se doter d'un tel outil, il faut que sa rentabilité soit pleinement vérifiée c'est pour cette raison que sans ignorer son importance, la radio n'a pas encore acquis la place qui lui revient dans la majorité de nos Sociétés. Seule la Côte-d'Ivoire en fait un usage systématique sur toute l'étendue du territoire et cela se justifie largement puisqu'en dehors des centres urbains, la SODECI assure également l'entretien des points d'eau villageois. Par ailleurs l'exploitation d'un réseau de distribution d'eau et d'assainissement d'une ville comme Abidjan, ne peut être imaginée sans moyen de communication bien sûr.

5.4.2) Développement des algues et remontée des boues dans les décanteurs

Une autre catégorie de problème est signalé sur plusieurs stations ; il s'agit de développement des algues dans les décanteurs. C'est un problème qui peut devenir très gênant lorsque ce développement devient important comme c'est souvent le cas surtout sur, les stations en Afrique Occidentale où l'intense ensoleillement favorise particulièrement ce phénomène. Ces algues qui flottent sur l'eau entraînent l'encrassement rapide des filtres.

Certains luttent contre ce phénomène par une préchloration, d'autres utilisent des produits tels que le sulfate de cuivre au Cameroun ou le permanganate de potassium au Lac de Guiers. L'utilisation d'oxydants autres que le chlore en prétraitement, est dictée par le souci d'éliminer d'autres éléments comme le manganèse au Lac de Guiers.

Un autre problème sans doute lié à celui des algues est la remontée des boues décantées. Le phénomène est particulièrement spectaculaire sur les stations de traitement de Ouagadougou. Des hypothèses diverses ont été faites pour expliquer ce phénomène mais jusqu'à présent aucune n'est effectivement vérifiée. Les observations faites sur la station de Ouagadougou dénotent que le mécanisme qui serait à la base de cette remontée est très complexe. En effet au départ, il a été constaté que le phénomène s'observe uniquement lorsque l'on traite l'eau des barrages situés dans l'agglomération. Il suffisait de mélanger cette eau avec celle du barrage de Loubila situé à 17 km de la ville, pour que le phénomène diminue. On commençait à mettre en cause la qualité quelque peu passable de l'eau brute des barrages de la ville qui reçoivent effectivement les rejets de toutes sortes. Or cette année 1983, lorsque les réserves des barrages de la ville sont épuisées,

on s'est exclusivement tourné vers le barrage de Loumbila mais curieusement, le phénomène a plutôt pris de l'ampleur. Il y a donc lieu d'étudier de plus près ce problème pour en déterminer les vraies causes parce que bien que très probable, l'hypothèse qui fait allusion au développement ultérieur des algues ne semble pas non plus tout à fait sûre d'autant plus que la préchloration n'a pas permis de résoudre le problème.

Il importe de signaler que le phénomène, surtout rencontré en Afrique de l'Ouest, car outre Ouagadougou, on signale le cas de Goudel (à Niamey) a d'abord été considéré comme propre au Sahel ; mais l'on en signale également au Zaïre.

En tout état de cause les expériences vécues permettent de conclure pour le moment que le mauvais dimensionnement des ouvrages et l'ensoleillement font partie des causes probables des phénomènes de remontée des boues. Il y a donc là des recherches importantes à faire.



Phénomène de remontée de boue
(Station de OUAGA)

5.4.3) Cas particuliers d'élimination de certains produits en dose anormale

5.4.3.1) La déferrisation

Selon l'OMS, la dose maximale du fer est de 0,3 mg/l pour qu'une eau soit considérée comme propre à la consommation. Or un peu partout, les eaux superficielles, et surtout certaines eaux souterraines en contiennent à dose très élevée 15 mg/l à Alada au Bénin. Comme on l'a vu au paragraphe 2.2.1, le traitement appliqué et qui donne des résultats satisfaisants, consiste à oxyder les ions ferreux qui précipitent sous formes d'oxydes grâce à une aération intense suivie d'une filtration sur le sable. Les techniques permettant d'obtenir une bonne aération sans consommation d'énergie sont : circulation de l'eau sur pallier en cascade ou pulvérisation par rampe perforée sur une grande hauteur de chute (cas d'Alada au Bénin).

Pour les eaux superficielles qui contiennent généralement des doses moins importantes que les eaux souterraines, le fer est éliminé en cours de traitement classique. C'est le cas sur les stations de Agboville, Adzopé, Grand Bassam, Bafoussam, Douala...

5.4.3.2) La démanganisation

Il a été relevé quelques rares cas de présence en dose élevée au cours des enquêtes (teneurs supérieures à 0,5 mg/l, chiffre excessif selon les recommandations OMS), c'est ainsi qu'en certaines périodes de l'année, on procède à une élimination du manganèse de l'eau du Lac de Guiers, et celle d'Adzopé en Côte-d'Ivoire.

Au Lac de Guiers, la démanganisation est obtenue grâce à un prétraitement qui consiste à oxyder énergiquement le manganèse par du permanganate de potassium et de l'hypochlorite de calcium avant la floculation lente par le sulfate d'alumine suivi d'une décantation statique, d'une correction du Ph et d'une filtration rapide sur des filtres à sable.

A Adzopé le phénomène étant saisonnier et certainement d'une importance relativement faible, l'élimination satisfaisante du manganèse en excès est obtenue en forçant un peu la dose de l'hypochlorite de calcium et préchloration.

5.4.3.3) L'élimination du CO₂

On connaît les procédés classiques permettant d'éliminer le CO₂ libre de l'eau mais c'est celui qui consiste à favoriser le contact de ces eaux avec l'atmosphère pour laisser échapper le CO₂, qui est pratiqué avec un complément ou non, d'un traitement chimique à la chaux. Ce procédé qui donne des résultats satisfaisants est décrit au paragraphe 2.2.1. plus haut.



Saturateur de chaux avec bac de délayage au-dessus
(Station de BAFILO)

5.4.3.4) Enfin le dessalement de l'eau de mer

Il convient de signaler le cas particulier de l'obtention de l'eau potable par la technique de dessalement de l'eau de mer. Cette méthode a en effet été utilisée en Émiratie pour l'alimentation en eau potable de Nouakchott, lorsque la population de cette ville était très faible. Très vite le coût excessif de l'exploitation est devenu prohibitif et a conduit à l'abandon de cette solution pour aller **plutôt**

exploiter et refouler de l'eau souterraine à plus de 60 km de Nouakchott. Les installations assez impressionnantes pour les opérations de dessalement abandonnées se détériorent à une grande vitesse à cause surtout des effets très négatifs des embruns marins.



Ancienne station de dessalinisation de l'eau de mer abandonnée
à NOUAKCHOTT

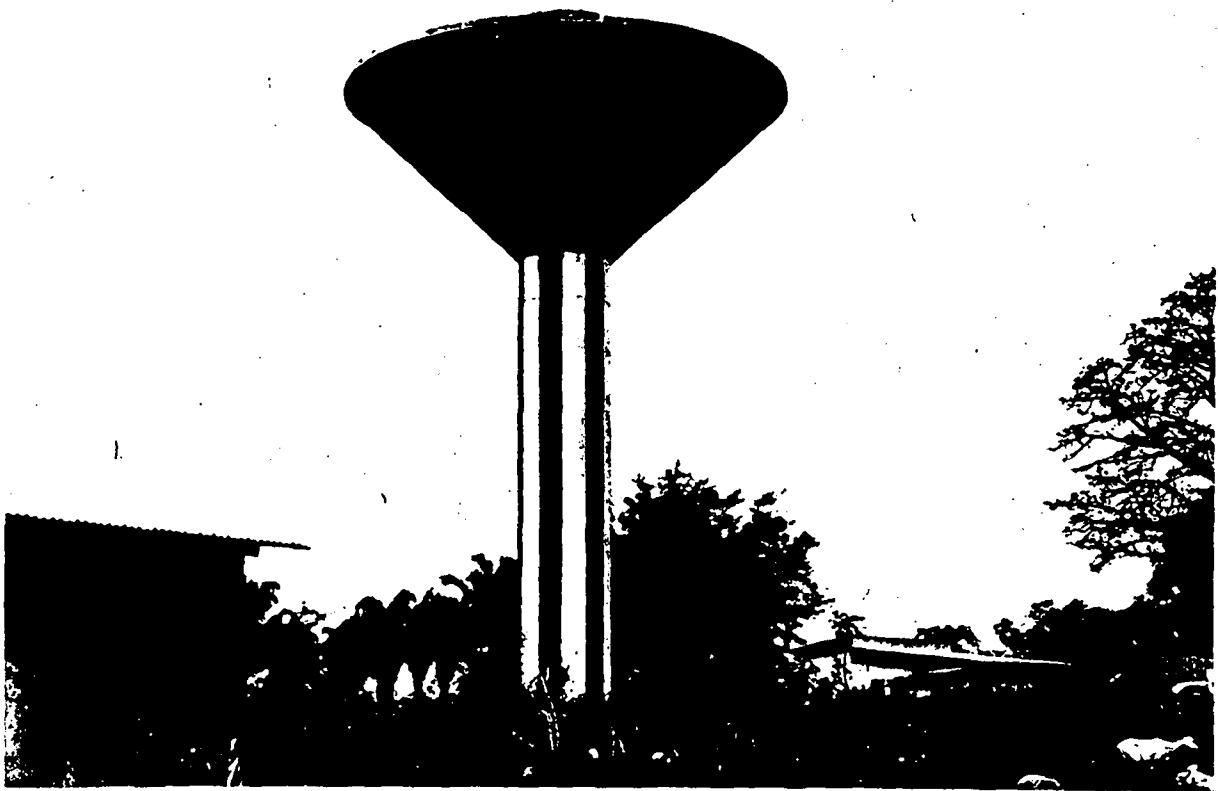
5.4.4) Problème de sécurité sur les stations de traitement

Bien que l'on ne signale pas énormément d'accidents sur les stations, il convient tout de même de ne pas ignorer cet aspect. En effet, le traiteur étant appelé, toute sa vie professionnelle durant, à cotoyer et à manipuler des appareils, et des produits dangereux comme le chlore gazeux ou la juxtaposition de certains produits chimiques sous le climat africain très chaud. Il est ainsi exposé à des dangers permanents allant de la noyade à l'explosion en passant par des brûlures et des intoxications à court ou long terme.

CHAPITRE B

=====

PROPOSITIONS POUR AMELIORER LE TRAITEMENT DE L'EAU POTABLE
EN AFRIQUE



L'analyse de la situation faite de la partie A qui précède laisse apparaître aussi bien des succès que des déboires mais surtout l'existence d'un grand nombre de problèmes liés aux conditions climatiques, économiques et technologiques de l'Afrique. Aussi dans ce chapitre, s'inspirant de ces expériences, on cherchera à faire des suggestions visant à éviter les erreurs déjà commises et trouver des approches de solutions aux problèmes non encore maîtrisés. Pour ce faire, on s'attachera seulement aux points qui demandent à être améliorés. Il y a, donc lieu de reprendre toute la filière décrite plus haut en mettant en lumière les principaux sujets d'intérêt.

I/ - GENERALITES

1.1) CHOIX DE LA RESSOURCE EAU

En règle générale, si l'on dispose des ressources diverses, il serait souhaitable de procéder au choix par l'ordre décroissant comme suit :

- les eaux de source (elles sont propres, elles n'ont pas besoin de pompage d'exhaure) ;
- les eaux souterraines (elles n'ont en principe que le Ph à redresser et une désinfection préventive mais une surexploitation de ces eaux peut entraîner une détériorisation des caractéristiques telle que l'avancée du biseau salé ;
- les eaux des cours d'eau (le phénomène d'auto-épuration par meilleure aération) ;
- les eaux de retenue et barrage (traitement difficile) ;
- l'eau de mer (cas exceptionnel).

1.2) PROTECTION DES RESSOURCES

1.2.1) Eaux de surface

L'insuffisance des ressources en eau conduit à une exploitation massive des eaux de surface. Malheureusement ces eaux sont de plus en plus victimes de pollution (pollution naturelle ou artificielle).

L'influence de la pollution peut être sérieuse sur l'approvisionnement en eau potable :

- Présence de substances organiques.
- Goûts et odeurs désagréables.
- Concentration anormale de certaines substances telles que manganèses, fer, ammoniac pouvant gêner sérieusement le fonctionnement des stations de traitement.

Cette dégradation est le plus souvent fortement liée au phénomène d'eutrophisation dont résulte un développement algal anarchique dans les stations de traitement. En raison du niveau élevé des substances organiques dans les eaux eutrophisées et certains problèmes cités plus haut (goût, odeur, ammoniac) ces eaux sont souvent fortement chlorées pendant le traitement.

Parmi les difficultés déjà rencontrées et citées plus haut on peut rappeler un colmatage rapide des filtres et des perturbations du traitement de floculation.

Actions à court terme

Dans le but de combattre les effets de la pollution des eaux destinées à la consommation, il est temps de prendre des mesures au niveau des différents secteurs.

Cette lutte comprend :

- Une évaluation des différentes sources de pollution.
- Une évaluation des moyens de contrôle et de prévention.
- La création d'un organisme chargé du contrôle.
- Une meilleure coordination entre les parties concernées.
- La mise en place d'une législation (réglementation des rejets industriels et traitement des eaux usées domestiques), car celle-ci est le plus souvent inexistante.
- ↳ La mise en place d'un code de l'eau.

1.2.2) Eaux souterraines

Dans le cas des eaux souterraines (eau de puits et de forage) il convient d'essayer d'éliminer les sources de pollution les plus évidentes et de définir une zone de protection pour limiter les risques de contamination.

II/ - CONTROLE DE LA QUALITE DES EAUX TRAITÉES ET DISTRIBUÉES

2.1) CONTROLE DES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUES

Dans la plupart des pays africains notamment les pays du Sahel même si les problèmes quantitatifs se posent avant les problèmes qualitatifs, l'utilisation des eaux de surface exige une surveillance constante de l'eau distribuée.

Ce contrôle doit être de nature à favoriser une meilleure connaissance de la qualité des eaux qui doit répondre aux exigences d'une législation et parfois de celle des consommateurs.

Au point de vue physico-chimique la notion de potabilité est un peu vague sauf en ce qui concerne les éléments dits indésirables ou toxiques. Par contre la qualité d'une eau potable du point de vue bactériologique est bien définie (voir recommandation de l'OMS). L'eau qui circule dans un réseau ne doit pas contenir de micro-organisme susceptible d'être d'origine fécale. "L'absence de germe du groupe coliforme doit être considérée comme un indice relativement sûr de l'absence de pollution. En revanche leur présence doit être imputée à une pollution fécale".

2.2) FREQUENCE RECOMMANDEE PAR L'OMS POUR LE CONTROLE BACTERIOLOGIQUE

Les recommandations à ce sujet sont données à titre indicatif, il appartient à l'autorité responsable du contrôle de la qualité des eaux de définir le nombre d'échantillons à examiner ainsi que la fréquence des prélèvements en fonction des conditions locales.

Malheureusement cette question laissée à l'appréciation des exploitants mène parfois à une absence totale de contrôle qui peut se traduire par la production d'une eau de qualité douteuse.

Population desservie	Intervalle maximal entre prélèvement successif	Nombre d'échantillons à prélever sur le réseau
Moins de 20.000 habitants	1 mois	
20.000 à 50.000 habitants	2 semaines	1 échantillon 5.000 habitants/mois
50.000 à 100.000 habitants	4 jours	
Plus de 100.000 habitants	1 jour	1 échantillon 10.000 habitants/mois

2.3) PROPOSITION DE PROGRAMME DE CONTROLE

En règle générale les recommandations de l'OMS sont difficiles voire parfois impossibles à appliquer dans nos différents pays. C'est pour cette raison qu'il est proposé ce qui suit :

2.3.1) Contrôles physico-chimiques

Ce contrôle doit être assuré par l'exploitant. Il est souhaitable de réaliser ce contrôle par les analyses suivantes :

- Analyses de surveillance.
- Analyses de contrôle.
- Analyses complètes.

2.3.1.1) Analyses de surveillance

- Fréquence :
 - . 1 fois par jour au moins et si possible, une fois par quart.
- Paramètres à contrôler :
 - . température
 - . Ph
 - . couleur
 - . turbidité
 - . chlore résiduel.

Cette série de mesures peut être complétée par la recherche des matières organiques du fer suivant leur teneur dans l'eau brute.

- . contrôle du TA de l'eau saturée.

2.3.1.2) Analyses de contrôle (eau brute et eau traitée)

- Paramètres à contrôler :
 - . paramètres de l'analyse de surveillance complétée par :
 - + Nitrites,
 - + Nitrates,
 - + TH,
 - + Dureté
 - + Ammonium.
- Fréquence :
 - . au moins trimestrielle et lors de changement de saisons.

2.3.1.3) Analyses complètes

- Paramètres :
 - . Ceux du contrôle complétés par la recherche des métaux lourds.
- Fréquence :
 - . Peut être annuelle et liée aux facteurs environnementaux.

2.3.2) Contrôle bactériologique

Le contrôle bactériologique doit être assuré par l'exploitant et par un organisme extérieur.

- Fréquence :
 - . Une fois par mois au moins.
- Contenu :
 - . Mesure des germes banaux
 - " des coliformes.

2.4) MESURES A COURT TERME

- Dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'eau, un programme d'inspection sanitaire au niveau des ouvrages d'exploitation et dans le réseau de distribution est à envisager.

Ce travail serait confié à une personne qualifiée (Inspecteur sanitaire par exemple) ou mieux, à un organisme privé compétent doté de moyens conséquents et qui doit rendre compte aux autorités compétentes.

III/ - LE TRAITEMENT DE L'EAU POTABLE

Il ne s'agit pas dans ce paragraphe d'énoncer de nouvelles théories mais de réadapter les techniques existantes dans le contexte qui prévaut.

3.1) LES OUVRAGES DE TRAITEMENT

3.1.1) La floculation

Des premières opérations dépendent la suite de toutes les autres ; c'est pour cette raison que l'on doit particulièrement veiller aux ouvrages et opérations de floculation en tête du décanteur (cas de décanteurs statiques).

Trois procédés sont employés :

- a) - floculation dans les ouvrages équipés de chicanes.
- b) - floculation avec agitation rapide.
- c) - floculation avec agitation rapide suivie d'une agitation lente.

D'après les expériences vécues, le dernier procédé donne les meilleurs résultats.

3.1.2) Les décanteurs

Ainsi qu'on l'a vu plus haut, il existe sur nos stations, différents types de décanteurs qu'on peut répartir en deux groupes :

- Les décanteurs statiques.
- Les décanteurs rapides verticaux.

Chaque groupe a ses avantages et ses inconvénients mais ces inconvénients pour l'un ou pour l'autre sont minimisés lorsque le choix tient bien compte des réalités du milieu et d'un entretien adéquat.

Rappelons que tous ces types de décanteurs sont efficaces pourvu qu'ils soient bien dimensionnés. Classiquement on reproche aux décanteurs statiques d'occuper trop de terrain, et d'avoir un coût d'investissement en génie civil très important.

Il convient de nuancer ce jugement lorsqu'il s'agit de notre continent.

L'expérience démontre que les ouvrages les plus rustiques donnent de bons résultats. En effet la maîtrise des procédés de traitement des eaux a permis de rendre certains équipements très performants :

- décanteurs statiques rectangulaires ou cylindro-coniques.

Ces équipements s'adaptent bien aux conditions africaines de pays en voies de développement :

- Contrôle facile du traitement.
- Entretien presque inexistant.
- Main-d'oeuvre de qualification limitée et peu coûteuse.

Les techniques complexes, système automatique en particulier comme nous l'avons soulevé plus haut, sont causes de beaucoup de difficultés. Les décanteurs verticaux comportent des équipements mécaniques qui nécessitent beaucoup d'entretien.

En Europe, on estime qu'en investissement, les décanteurs à voile de boue permettent de faire un bénéfice de l'ordre de 20 à 25 % sur les décanteurs statiques or le fait qu'en Afrique, tout l'équipement revient très cher parce que doit être importé et que la main-d'œuvre revient moins cher qu'en Europe, on peut raisonnablement considérer que cette économie de 20 % sera nettement réduite. Par ailleurs en considérant les coûts d'exploitation très élevés des décanteurs verticaux, dus à l'entretien et au renouvellement fréquent de l'équipement qui travaille en milieu acide (20 % environ par an du coût d'investissement), le décanteur statique revient finalement de loin plus intéressant.

En résumé on peut retenir qu'en Afrique plus qu'ailleurs,

- le problème de grande occupation de terrain n'est pas important ;
- les capacités de production des décanteurs statiques ne peuvent être limitées par les besoins des stations alimentant nos agglomérations ;
- le contexte diminue de façon très appréciable la différence entre le coût d'investissement des décanteurs à voile de boue et celui des décanteurs statiques ;
- enfin et surtout les décanteurs statiques sont plus simples de conception, plus rustiques, plus souples d'emploi et de coût d'entretien négligeable.

En conclusion pour toutes les raisons ci-dessus, le décanteur statique est plus adapté en Afrique.

Toute autre politique contraire doit avoir la garantie absolue quant à :

- la maîtrise parfaite de la technologie en question ;
- la compétence du personnel nécessaire pour la maintenance ;
- la disponibilité des pièces de rechange.

Ces précautions sont également valables quant aux problèmes liés à l'automatisme évoqués plus loin aux paragraphes 3.1.2. et 5.4. Il s'agit là des précautions nécessaires et non d'un rejet pur et simple des solutions sophistiquées.

3.1.3) Les filtres

Les filtres rapides du type ouvert à sable ont donné des résultats satisfaisants partout. La différence réside essentiellement sur la nature du fond de filtre : dalle poreuse ou buselures. La réalisation des dalles poreuses est une technique difficile à maîtriser, mais a été très appréciée. Actuellement, la technique des buselures a connu des améliorations qui permettent d'obtenir des résultats honorables.

Le principe des filtres ouverts permet un contrôle visuel des opérations de l'eau décantée, de l'état du matériau filtrant, à cet égard il est certainement le plus indiqué en Afrique.

Partout où le calcaire est disponible, il serait souhaitable de l'essayer comme matériau filtrant car il a l'avantage d'avoir outre son pouvoir filtrant, un rôle de redresseur de Ph.

Le choix de filtres fermés peut cependant être justifié dans certains cas où l'importance ou les conditions ne justifient pas l'installation de surpresseur nécessaire pour le lavage des filtres ouverts (station traitant jusqu'à environ 100 m³/h).

3.1.4) Les ouvrages de préparation et de dosage de produits

Au rang de ces ouvrages et appareils, on peut citer les saturateurs de chaux et les appareils divers de dosage.

3.1.4.1) Le saturateur

Il constitue un ouvrage important qui mérite de retenir l'attention des traiteurs d'eau. L'expérience de la SODECI-SAUR en la matière montre qu'il y a lieu de faire des recherches pour améliorer le fonctionnement de certains appareils pour une meilleure adaptation.

3.1.4.2) Les appareils de dosage

Pour résoudre les problèmes des appareils de dosage (infidélité et fragilité), des dispositions sont nécessaires et les solutions auront un impact positif très important sur l'ensemble de la production et distribution de l'eau potable. On peut précauniser ce qui suit :

- procéder au nettoyage des bacs entre chaque préparation ;
- équiper chaque poste de 2 doseurs ;

- faire un choix d'appareil suivant les données : débit à injecter, nature du réactif ;
- entretenir correctement le matériel.

3.1.4.3) Bacs de préparation

On note d'une manière générale une détérioration des enduits en béton des bacs de préparation de réactif, de sulfate d'alumine en particulier. Une réfection périodique de ces ouvrages s'impose. Il existe des revêtements en résine époxy ou en polyester qui conviennent bien pour ce type d'ouvrage.

IV/ - LES PRODUITS DE TRAITEMENT

Il n'existe plus de problème important au niveau du choix des principaux produits de traitement. Par contre il y a manifestement des actions à mener pour obtenir des baisses significatives du coût de certains produits. Une solution d'approche consisterait :

- à intensifier les recherches sur l'emploi des produits locaux ;
- à supprimer les taxes en Afrique de l'Ouest, sur les produits de traitement comme c'est le cas en Afrique Centrale ;
- à organiser un approvisionnement collectif (régional ou sous régional) ;
- à mettre en place un système d'information sur les fournisseurs (distributeurs et fabricants) ;
- à lutter contre le gaspillage des produits par :
 - + un recyclage continu et permanent des agents de traitement,
 - + une surveillance très serrée de ces agents,
 - + une motivation mais aussi des sanctions exemplaires en cas de faute grave ou mauvaise volonté manifeste,
 - + une recherche de système de dosage plus performant,
 - + alléger la tâche des agents en leur fournissant les moyens simples de travail,
 - + trouver des méthodes de contrôle efficaces.

(1) On trouve en annexe, une liste de fournisseurs, donnée à titre d'exemple.

V/ - LES DIVERS PROBLEMES DES STATIONS DE TRAITEMENT

5.1) ENTRETIEN DES INSTALLATIONS

Les difficultés dans la conduite des installations sont très souvent accentuées par un manque de suivi du matériel d'exploitation.

Un entretien correct permet de prolonger inévitablement la durée de vie des équipements. La création d'unité de maintenance dotée de moyens humains et matériels suffisant est devenue indispensable.

Par ailleurs il sera très bénéfique de promouvoir, développer et motiver certains esprits naturellement doués parmi les ouvriers pour le reconditionnement de certaines pièces, tout en ne perdant pas de vue les limites de cette pratique : les pièces reconditionnées ne présentent pas toutes les garanties nécessaires.

5.2) PIECES DETACHEES

Notre éloignement des centres commerciaux en matériel industriel doit inciter les distributeurs d'eau à améliorer les échanges de toute nature. L'existence de l'U.A.D.E. et du C.I.E.H. peut faciliter cette forme de collaboration.

Mais il est indispensable que chaque Société dispose d'une politique efficace d'approvisionnement et de gestion des stocks de pièces.

5.3) LA FORMATION DU PERSONNEL

- Au sein de la Société d'exploitation il importe d'organiser fréquemment des séances de recyclage aussi bien pour élever le niveau de connaissance des agents que pour une meilleure prise de conscience des responsabilités qui sont les leurs. L'action de l'encadrement est essentielle dans cet effort de formation. C'est surtout au niveau le plus bas que cet encadrement, cette formation s'avère plus nécessaire et plus rentable.

- S'agissant de problème de centre de formation, on assiste actuellement à la mise en place des centres nationaux dans presque tous les pays. Pour une exploitation rationnelle de ces centres existants, il serait recommandable de procéder à une spécialisation de chacun d'eux, sous l'égide

de l'UADE. On peut créer un important centre de l'eau, soit pour l'ensemble des exploitants africains, soit par zone, à l'instar de la "Fondation de l'Eau" à LIMOGES, en France.

5.4) LES AUTOMATISMES

Les automatismes dans les nouvelles stations sont très commodes et l'on est tenté d'en introduire partout ; malheureusement, l'expérience a montré que l'euphorie ne dure pas longtemps tout au moins en Afrique, car leur entretien devient vite contraignant. Aussi en dehors de ceux qui sont vraiment indispensables, il est préférable d'éviter, notamment le matériel à base de composants électroniques.

5.5) PROBLEME ECONOMIQUE

Nous avons dit que quelques unes seulement des Sociétés de distribution connaissent les difficultés de trésorerie et les causes sont également évidentes. Pour résoudre ce problème, il revient à la Société de mener une lutte inlassable pour convaincre les autorités politiques à l'aide de dossiers bien confectionnés avec des arguments clairs. Les difficultés budgétaires de l'Etat, les réunions, les séminaires et les publications diverses dans le cadre de la Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement (DIEPA) aidant, celles-ci finiront par réviser leur position parfois hostile à la vente de l'eau.

Mais il revient également à la Société de faire en sorte que les charges ne soient pas insupportables par le consommateur notamment en améliorant sa gestion à tous les niveaux, en recherchant les meilleures tarifications.

5.6) PROBLEME DE L'ISOLEMENT

Ce problème est lié aux moyens financiers dont dispose la Société. Dans tous les cas il est souhaitable que les agents de traitement habitent près des stations avec, à leur disposition, un moyen collectif (un car) de préférence ou à défaut, individuel, leur permettant de se rendre à l'agglomération desservie.

La communication par radio, ou à défaut, par téléphone est absolument nécessaire voire obligatoire entre la station de traitement et la base de la Société.

5.7) PROBLEME DE SECURITE SUR LES STATIONS DE TRAITEMENT

Quoique ne paraissant pas très préoccupant, comme il a été indiqué au paragraphe 5.4.4."A"; ce problème mérite une bienveillante attention. Des mesures préventives telles que l'éclairage suffisant des stations, la présence des balons de sauvetages en bon état, des cours de natation ne seront pas inutiles. Les agents des quarts doivent disposer des équipements de sécurité adéquats pour la manipulation des produits (gants, masques, bottes...). Enfin une discipline sévère doit être observée sur les stations quant aux stockages et manipulation de produits. Des dispositions particulières doivent être prises dans le cas de l'utilisation du chlore gazeux.

VI/ - CHOIX DU TYPE DE STATION

Les difficultés à ce niveau sont de 2 types principaux :

- La source de financement impose le matériel donc le type de station qui peut être non adapté (station équipée avec appareils sophistiqués dont l'entretien à moyen et long termes devient très difficile).

- Les choix pour résoudre un problème social urgent.

Dans le premier cas, si le technicien participe à l'élaboration du projet, il doit arriver à faire ressortir par un dossier convaincant, les conséquences négatives. Il lui appartient de suggérer des variantes dans la direction de la simplicité.

Le deuxième cas met le technicien dans des conditions délicates lorsque pour des raisons socio-politiques, on décide d'alimenter une agglomération car il s'agit le plus souvent de solution provisoire que l'on trouve en la fourniture de station compacte, clé à main. Dans de telles conditions, malgré l'urgence du problème il convient de chercher à savoir si, à moyen et long termes :

- la technologie est adaptée aux conditions locales,
- la station convient à l'eau à traiter,
- les possibilités d'extension existent,
- enfin et ce n'est pas le moins important, si on aura la facilité de s'approvisionner en pièces détachées car presque toujours, ces installations d'abord provisoires deviennent définitives.

CHAPITRE C

=====

PROPOSITIONS D'ETUDES



Suite à tout ce qui précède, les études ci-après sont proposées :

- 1) - Recherche des moyens pour réduire les coûts de traitement.
- 2) - Etude du phénomène de remontées des boues dans les décanteurs en Afrique.
- 3) - Lutte contre le développement des algues dans les ouvrages de traitement (la lutte doit se situer en amont de la station, c'est-à-dire au niveau de la ressource eau).
- 4) - Recherche des produits locaux pour le traitement.
- 5) - Elaboration d'une législation pour la protection des ressources en eau.
- 6) - Etude des mesures de sécurité dans les stations de traitement.

Par ailleurs, le CIEH ferait oeuvre très utile en organisant des séminaires sur les problèmes rencontrés dans les stations.

ANNEXES
-0-0-0-0-0-0-



ANNEXE N° 1

1) TABLEAU DES SUBSTANCES CHIMIQUES TOLEREES DANS L'EAU
(RECOMMANDATIONS OMS)

Substance	Teneur admissible		Teneur excessive	
Matières solides totales	500	mg/l	1 500	mg/l
Couleur	5	unités*	50	unités*
Turbidité	5	unités**	25	unités**
Goût	acceptable			
Odeur	acceptable			
Fer (Fe)	0,3	mg/l	1	mg/l
Manganèse (Mn)	0,1	mg/l	0,5	mg/l
Cuivre (Cu)	1	mg/l	1,5	mg/l
Zinc (Zn)	5	mg/l	15	mg/l
Calcium (Ca)	75	mg/l	200	mg/l
Magnésium (Mg)	50	mg/l	150	mg/l
Sulfates (SO ₄)	200	mg/l	400	mg/l
Chlorures (Cl)	200	mg/l	600	mg/l
Ph	7 à 8,5		6,5 ou 9,2	
Sulfate de Mg + Sulfate de Na	500	mg/l	1 000	mg/l
Composés phénoliques (sous forme de phénol)	0,001 mg/l		0,002 mg/l	
Extrait chloroformique sur charbon (ECC : polluants organiques)	0,2	mg/l	0,5	mg/l
Alcoylbenzène sulfonates	0,5	mg/l	1,00	mg/l

* Echelle colorimétrique au platino-cobalt.

** Unités turbidimétriques.

2) TABLEAU DES SUBSTANCES DANGEREUSES DANS L'EAU DE BOISSON
(RECOMMANDATIONS OMS)

Substance	Teneur maximale admissible
Plomb (sous forme de Pb)	0,05 mg/l
Sélénium (sous forme de Se)	0,01 mg/l
Arsenic (sous forme de As)	0,05 mg/l
Chrome (sous forme de Cr hexavalent)	0,05 mg/l
Cyanures (sous forme de CN)	0,20 mg/l
Cadmium	0,01 mg/l
Baryum	1,00 mg/l

3) CAS DE LA FRANCE

Substance	Concentrations limites (en milligrammes par litre)
Plomb (en Pb)	0,1
Sélénium (en Se)	0,05
Fluorures (en F)	1,0
Arsenic (en As)	0,05
Chrome hexavalent) Doses inférieures au seuil) de détermination analytique
Cuivre (en Cu)	1,0
Fer (en Fe)) 0,3 au total dont : 0,2 Fe
Manganèse (en Mn)) 0,1 Mn.
Zinc (en Zn)	5,0
Composés phénoliques (en phénol)	Néant
Magnésium (en Mg)	125
Chlorures (en Cl)	250
Sulfate (en SO ₄)	250
Nitrates (en NO ₃)	44
Th	30

4) NORMES DE COMPOSITION DE L'EAU POTABLE
DANS CERTAINS PAYS INDUSTRIALISES

Paramètres physiques et composés chimiques Microorganismes	U.S. STANDARDS		CANADA		ESPAGNE		SUISSE
	Maximum souhaitable	Maximum admissible	Maximum acceptable	Maximum toléré	Maximum souhaitable	Maximum admissible	Maximum admissible
Température °C	-	-	15	-	-	-	-
Couleur unités Pt-Co	(2)	15	15	-	5	15	-
Odeur I.G.N.5	(absence)	3	4	-	inodore	Goût caractéristique de réactif de traitement	-
Goût	(absence mauvais goûts)*	-	inoffensif	-	insipide	Goût caractéristique de réactif de traitement	-
Turbidité mg/l silice	(0,1)*	5	5	-	5	10	1,0 mg/l (moyenne 0,5)
Extrait sec à 110 °C mg/l	(résidu filtrable 200)*	-	-	-	750	1500	1,0 mg/l mat. en suspi
Ph	-	-	6,5 à 8,3	-	7 à 8	6,5 à 9,2	-
Radioactivité	(100 pc/l)*	1 m u c/l ¹	10 picocuries /l	-	-	100 mc/l (équivalente)	-
Solides dissous mg/l	500	-	1 000	-	-	-	-
TH	-	-	12	-	-	-	-
Oxydabilité KMnO ₄ mgO ₄ /l	-	-	-	-	3	3	6,0 mgKMnO ₄ /l
Oxygène mg/	-	-	-	-	-	-	-
Extrait chloroforme (CCE) mg/l	(0,2 à 0,4)*	-	-	-	-	-	5,0 mini

Toxiques												
Arsenic	mg/l	0,01		0,05					0,01	0,05		0,2
Baryum	mg/l	-	-	1	-	1,0			1,0		-	-
Bore	mg/l	-	-	-	-	5,0			5,0		-	-
Cadmium	mg/l	-	-	0,01	-	0,01			0,01		-	-
Chrome VI	mg/l	-	-	0,05	-	0,05			0,05		-	0,05
Cyanure	mg/l	-	-	0,2	-	0,01			0,02		-	0,01
Plomb	mg/l	-	-	0,05	-	0,05			0,05		-	0,1
NO ₂ + NO ₂ en N	mg/l	-	-	-	-	10,0			10,0		-	0 nitrite
Nitrates en NO ₃	mg/l	45	-	-	-	-			30		30	20,0
Selenium	mg/l	-	-	0,01	-	0,01			0,01		-	0,05
Argent	mg/l	-	-	0,05	-	-			-		-	-
Autres composés												
NH ₃ (en N)	mg/l	-	-	-	-	0,05			0,05		-	0,02 mg NH ₃ /l
Calcium	mg/l	-	-	-	-	200			100		200	
Chlorure (en Cl)	mg/l	-	-	250	-	250			250		350	10,4
Cuivre	mg/l	(0,2)*	-	-	-	1,0			0,2		1,5	0,1
Fer dissous	mg/l	0,3(0,05)*	-	-	-	0,3			0,3		0,3	0,05
Manganèse	mg/l	0,05(0,01)*	-	-	-	0,50			50		-	-
Subst. phénolique(en phénols)	mg/l	0,01	-	-	-	0,02			50		0,001	-
Magnésium	mg/l	-	-	-	-	150			50		100	
Phosphates	mg/l	-	-	-	-	-			-		-	-
Minéraux (en PO ₄)	mg/l	-	-	-	-	-			0,2		-	-
Sulfates (en SO ₄)	mg/l	250	-	-	-	500			500		400	-
Sulfures (en H ₂ S)	mg/l	-	-	-	-	-			0,05		-	-
Uranyls (en UO ₂)	mg/l	-	-	-	-	-			5,0		-	-
Zinc	mg/l	5 (1)*	-	-	-	-			5,0		1,5	-
Equivalent (ABS)	mg/l	10,5 (substances actives au bleu de méthylène)	-	-	-	-			0,5		-	-

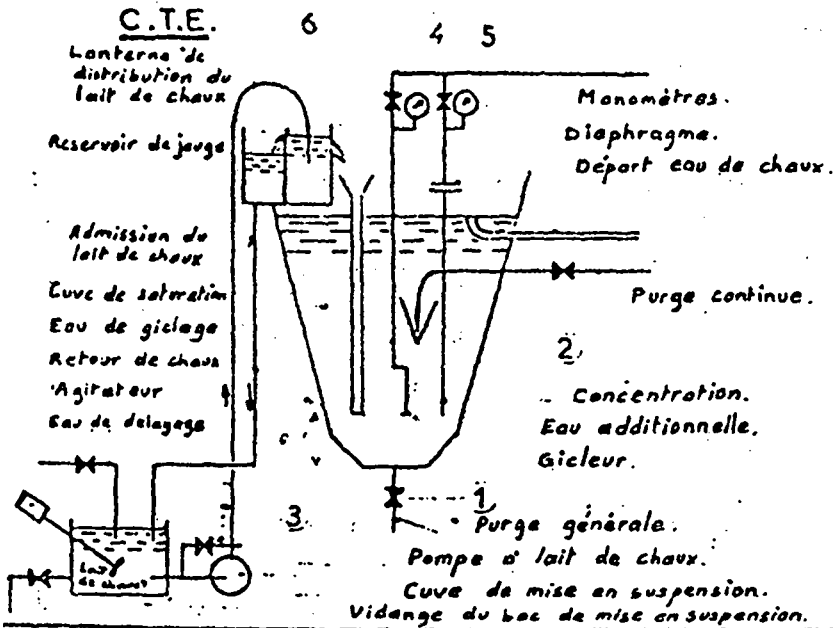
MICROORGANISMES

1. Si la dose d'électeurs alpha et de strontium 90 est négligeable
2. Exprimé en équivalent parathion dans l'action inhibitrice de la cholinestérase
3. MF. MFN Membran Filter. Most Probable Number.
4. CCE-CAE : Carbon Microform Extract-Carbon Alcohol Extract
5. T.O.N. : Threshold Odor Numbers.

- 60 -

ANNEXE 2

SATURATEURS



FIXATION DEBIT EAU A SATURER.

- Monomètre x

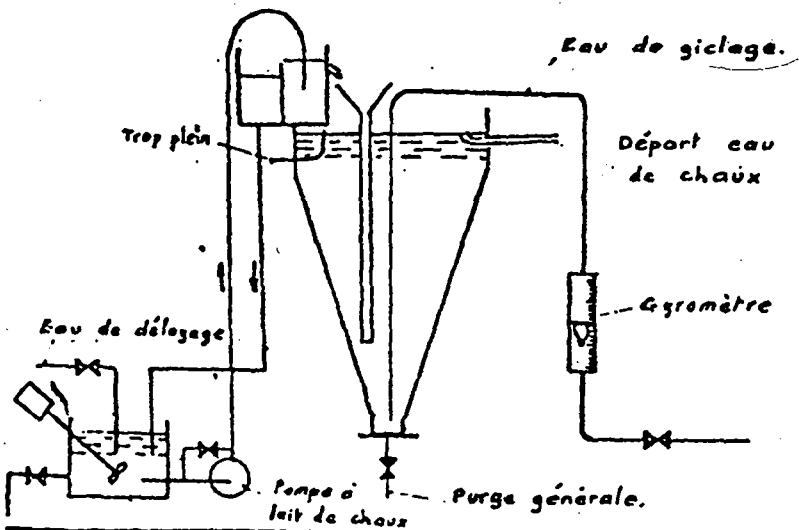
TRANSFERT LAIT DE CHAUX.

- Bac - Pompe à chaux

PURGES.

- Purge intermédiaire x
- Purge générale

SAUR - SODECI



FIXATION DEBIT EAU A SATURER.

- Gyromètre.

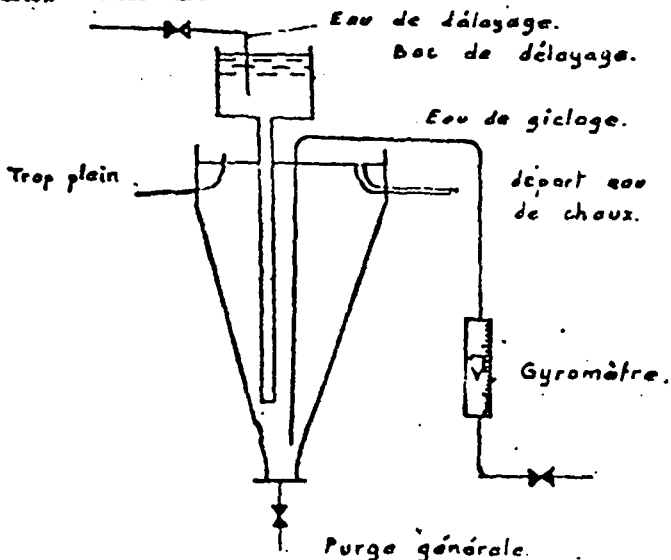
TRANSFERT LAIT DE CHAUX.

- Bac - pompe à chaux.

PURGES.

- Purge générale

DEGREMONT



FIXATION DEBIT EAU A SATURER.

- Gyromètre

TRANSFERT LAIT DE CHAUX

- x - Bac de délayage au dessus de la cuve.

PURGES.

- Purge générale.

ANNEXE D

SECRET

ANNEXE N° 3

TABLEAU DES DERNIERS FOURNISSEURS DE PRODUITS DE TRAITEMENT

SOCIETES	PRODUITS	FOURNISSEURS
SBEE	0 + -	Variable
SODECI	0 + -	FOURNISSEUR DE LA SAUR - STEPC LISBONIS (Marseille, France) FRADIS Yokohama (JAPON)
SNEC	0 + -	SEPCAE (Douala) " " et purifloc sulfate de Cu ²⁺ CHIMIE AFRIQUE (Douala) Société POLYVALENTE ET DOW Cie
SEEG		Variable
ONE	0 + -	CHIMIE AFRIQUE (Abidjan) " " " " " "
EDM	0 + -	SORY IBRAHIMA KONANDJI (Ségon) " " " MAMADOU SADA DIALLO (Samako)
SONELEC	0 + -	RAS
NIGELEC	0 + -	SPCN (Niamey)
SONEES	0 + -	SSEPC (Dakar) CAFEC " Cl gazeux GAZOCHIM (en France) Permanganate de potassium CULMAN " Chlorite de Na
RNET	0 + -	MELCHIMIE (Hollande) déchets d'usine à LOME MELCHIMIE (Hollande)
REGIDEZO		MELCHIMIE RHONE, DUMONT (France)

ANNEXE 4

A N N E X E N° 4

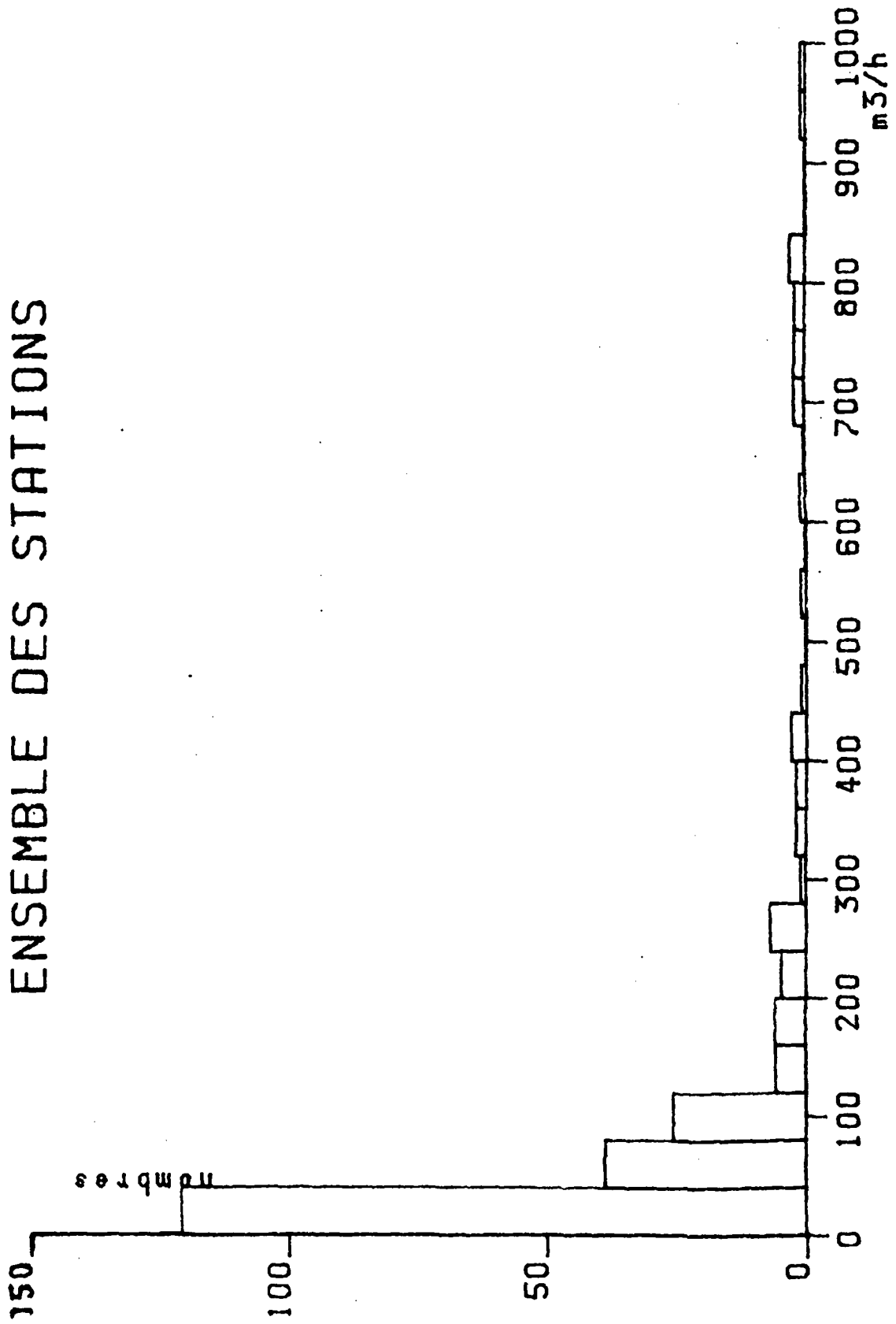
REPARTITION DES STATIONS SELON LEURS CAPACITES

Sur près de 250 stations pour lesquelles les capacités théoriques ont été recensées, il n'y en a que très peu qui traitent au delà de 1000 m³/h : 6 au Zaïre (5000, 1833 et 1000 m³/h à Kinshasa, 1000 et 1800 m³/h à Lubumbashi et 1583 à Kananga) ; 4 en Côte-d'Ivoire (1666, 2500 et 1766 m³/h à Abidjan et 1455 à Yamoussoukro) ; 2 au Cameroun (2291 à Japoma, Douala et 1750 à Mefou, Yeoundé). Partout ailleurs, c'est seulement dans les stations qui alimentent les capitales que l'on trouve les stations aussi importantes de par leur capacité. C'est ainsi qu'on relève 2083 m³/h pour Libreville (à N'Toum), 1250 m³/h pour Cotonou, 2250 m³/h pour Bamako, 1500 m³/h pour Brazzaville, 1650 m³/h pour Ouagadougou, 1800 m³/h pour Lomé et 2666 m³/h pour NGNITH (Dakar). Cette situation ne fait que traduire l'écart qui existe entre les populations des capitales et celles des autres centres de nos pays.

L'ensemble des autres stations se répartit suivant leurs capacités théoriques par l'histogramme ci-après qui montre que plus des quatre cinquième des stations ont leur capacité inférieure à 200 m³/h.

*
* *

REPARTITION SELON LES CAPACITES DE TRAITEMENT DES STATIONS ENSEMBLE DES STATIONS



A N N E X E 5

APERCU GENERAL SUR LE TRAITEMENT
DE L'EAU POTABLE PAR PAYS

République Populaire du BENIN

1/ Centres alimentés à partir de l'eau souterraine

+ Avec traitement :

- Nombre : 15
- Capacité totale théorique par jour : 45.578 m³
- Production réelle totale par jour : 29.524 m³
- Organisme chargé de l'exploitation : S.B.E.E.

+ Sans traitement :

- Nombre : 3
- Production totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : S.B.E.E.

2/ Centres alimentés à partir de l'eau de surface

+ Avec traitement :

- Nombre : 6
- Capacité totale théorique par jour : 6.680 m³
- Production réelle totale par jour : 4.014 m³
- Organisme chargé de l'exploitation : S.B.E.E.

+ Sans traitement :

- Nombre : 0
 - Production totale par jour :
 - Organisme chargé de l'exploitation :
-

République Unie du CAMEROUN

=====

1/ Centres alimentés à partir de l'eau souterraine

+ Avec traitement :

- Nombre : 1
- Capacité totale théorique par jour : 18.000 m³
- Production réelle totale par jour : 12.000 m³
- Organisme chargé de l'exploitation : SNEC

+ Sans traitement :

- Nombre : 3
- Production totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : SNEC

2/ Centres alimentés à partir de l'eau de surface

+ Avec traitement :

- Nombre : 36
- Capacité totale théorique par jour : 153.480 m³
- Production réelle totale par jour : 150.757 m³
- Organisme chargé de l'exploitation : SNEC

+ Sans traitement :

- Nombre : 3
- Production totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : SNEC

République Populaire du CONGO

=====

1/ Centres alimentés à partir de l'eau souterraine

+ Avec traitement :

- Nombre : 1
- Capacité totale théorique par jour : /
- Production réelle totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : SNDE

+ Sans traitement :

- Nombre : 0
- Production totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : /

2/ Centres alimentés à partir de l'eau de surface

+ Avec traitement :

- Nombre : 12
- Capacité totale théorique par jour : 75.691 m³
- Production réelle totale par jour : 46.260 m³
- Organisme chargé de l'exploitation : SNDE

+ Sans traitement :

- Nombre : 0
- Production totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : /

République de COTE-D'IVOIRE

1/ Centres alimentés à partir de l'eau souterraine

+ Avec traitement :

- Nombre : 65
- Capacité totale théorique par jour : 276.645 m³
- Production réelle totale par jour : 163.879 m³
- Organisme chargé de l'exploitation : SODECI

+ Sans traitement :

- Nombre : 10
- Production totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : SODECI

2/ Centres alimentés à partir de l'eau de surface

+ Avec traitement :

- Nombre 47
- Capacité totale théorique par jour : 151.205 m³
- Production réelle totale par jour : 59.510 m³
- Organisme chargé de l'exploitation : SODECI

+ Sans traitement :

- Nombre : 0
 - Production totale par jour : /
 - Organisme chargé de l'exploitation : /
-

République GABONAISE

/ Centres alimentés à partir de l'eau souterraine

+ Avec traitement :

- Nombre : 3
- Capacité totale théorique par jour : 720 m³
- Production réelle totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : SEEG

+ Sans traitement :

- Nombre : 0
- Production totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : /

/ Centres alimentés à partir de l'eau de surface

+ Avec traitement :

- Nombre : 18
- Capacité totale théorique par jour : 86.070 m³
- Production réelle totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : SEEG

+ Sans traitement :

- Nombre : 0
 - Production totale par jour : /
 - Organisme chargé de l'exploitation : /
-

République de HAUTE-VOLTA

=====

1/ Centres alimentés à partir de l'eau souterraine

+ Avec traitement :

- Nombre : 13
- Capacité totale théorique par jour : 10.432 m³
- Production réelle totale par jour : 3.888 m³
- Organisme chargé de l'exploitation : Office National des Eaux

+ Sans traitement :

- Nombre : 0
- Production totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : /

2/ Centres alimentés à partir de l'eau de surface

+ Avec traitement :

- Nombre : 5
- Capacité totale théorique par jour : 59.400 m³
- Production réelle totale par jour : 31.300 m³
- Organisme chargé de l'exploitation : Office National des Eaux

+ Sans traitement :

- Nombre : 0
 - Production totale par jour : /
 - Organisme chargé de l'exploitation : /
-

République du MALI(*)

=====

1/ Centres alimentés à partir de l'eau souterraine

+ Avec traitement :

- Nombre : 1
- Capacité totale théorique par jour : /
- Production réelle totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : Société Energie du Mali

+ Sans traitement :

- Nombre : 3
- Production totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : Société Energie du Mali

2/ Centres alimentés à partir de l'eau de surface

+ Avec traitement :

- Nombre : 7
- Capacité totale théorique par jour : 62.160 m³
- Production réelle totale par jour : 40.540 m³
- Organisme chargé de l'exploitation : Société Energie du Mali

+ Sans traitement :

- Nombre : 0
- Production totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : /

(*) Il s'agit là des données qui concernent uniquement les centres qui ont fait l'objet des enquêtes, faute de renseignements complets sur l'ensemble du pays.

République du Sénégal

=====

1/ Centres alimentés à partir de l'eau souterraine

+ Avec traitement :

- Nombre : 30
- Capacité totale théorique par jour : /
- Production réelle totale par jour : 186.521 m³
- Organisme chargé de l'exploitation : /

+ Sans traitement :

- Nombre : 0
- Production totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : /

2/ Centres alimentés à partir de l'eau de surface

+ Avec traitement :

- Nombre : 10
- Capacité totale théorique par jour : 62.700 m³
- Production réelle totale par jour : 53.203 m³
- Organisme chargé de l'exploitation : /

+ Sans traitement :

- Nombre : 0
 - Production totale par jour /
 - Organisme chargé de l'exploitation : /
-

République du TOGO

1/ Centres alimentés à partir de l'eau souterraine

+ Avec traitement :

- Nombre : 9
- Capacité totale théorique par jour : 65.472 m³
- Production réelle totale par jour : 26.554 m³
- Organisme chargé de l'exploitation : RNET

+ Sans traitement :

- Nombre : 0
- Production totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : /

NB : 2 nouvelles stations sont sur le point d'être réceptionnées

2/ Centres alimentés à partir de l'eau de surface

+ Avec traitement :

- Nombre : 9 dont 3 à partir d'une même station
- Capacité totale théorique par jour : 18.760 m³
- Production réelle totale par jour : 8.251 m³
- Organisme chargé de l'exploitation : RNET

+ Sans traitement :

- Nombre : 0
- Production totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : /

NB : 2 nouvelles stations sont sur le point d'être réceptionnées

République du Zaïre (*)

1/ Centres alimentés à partir de l'eau souterraine

+ Avec traitement :

- Nombre : 0
- Capacité totale théorique par jour : /
- Production réelle totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : /

+ Sans traitement :

- Nombre : 0
- Production totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : /

2/ Centres alimentés à partir de l'eau de surface

+ Avec traitement :

- Nombre : 10
- Capacité totale théorique par jour : 405.300 m³
- Production réelle totale par jour : 355.065 m³
- Organisme chargé de l'exploitation : REGIDESO

+ Sans traitement :

- Nombre : /
- Production totale par jour : /
- Organisme chargé de l'exploitation : /

-
- (*) - Il s'agit simplement des renseignements tirés des centres ayant fait l'objet des enquêtes à travers les questionnaires.
- La plupart des grands centres sont alimentés à partir de plusieurs usines.