



## Fiche Technique : Paramètres physico-chimiques de l'eau du Lac de Guiers



C.T.DIOP, Centre de Recherches Océanographiques de Dakar Thiaroyes (CRODT/ISRA), BP 2241, Pôle de Recherches de Hann, Mamadou MBAYE SONEES GNITH /Sénégal.

### 1°INTRODUCTION

#### Problématique

L'Usine est à 285 km de Dakar, conçue à la suite d'un déficit d'eau observé à Dakar et fonctionnelle en 1970. Elle dispose d'un capital technique important, performant mais **gagnerait** à être modernisé et d'un capital en ressources humaines dont l'effectif est de 55 personnes. Après traitement, le produit qu'est l'eau est ainsi mis sur le marché de consommation.

#### Importance

Prélever l'eau brute dans le lac de Guiers, d'en faire son traitement en vue de la refouler vers Dakar. La capacité nominale est de 64 000 m<sup>3</sup>/j. Son fonctionnement actuel est de 61 000 m<sup>3</sup>/j. Au Laboratoire Central au point B à Dakar, des analyses microbiologiques y sont effectuées, en vue de décider de la potabilité de l'eau, complétant les analyses physico-chimiques, préalablement réalisées à l'Usine de NGnith. Photo1:C.T.DIOP. Enfin des tests de chlorométrie ultimes sont effectués en certains points du réseau de distribution en collaboration avec l'Institut Pasteur de Dakar (bactériologie).

### 2°MODE OPERATOIRE



Photo 1: CTDIOP

#### Le traitement mécanique ou physique :

Se fait à deux niveaux par:

**dégrillage** : l'eau passe à travers une grille (l'espacement des barreaux fait 4 cm) qui retient certaines matières en suspension;

**tamissage** : l'eau passe à travers un tamis de maille 0,5 mm. C'est un système de 36 tamis rotatifs avec nettoyage automatique pour le dé-colmatage.

Le dé-grilleur est muni aussi d'un racleur automatique pour nettoyer. Entre la grille et les tamis, l'eau passe par des vannes: une vanne haute et une vanne basse, fonctionnant selon le plan d'eau, ou la charge de l'eau.

Après le tamissage, l'eau est recueillie dans une bêche à eau brute où sont immergées: 4 pompes FC 400, 950 m<sup>3</sup> à 2 bars.mm et 2 pompes KSV, 750 m<sup>3</sup> à 1,6 bar. Ces pompes envoient l'eau brute au niveau de la station par l'intermédiaire d'une conduite de diamètre: **800 mm** sur une distance de **560 m**. Photo1: CTDIOP.

#### Le prétraitement chimique: **Par le KMO<sub>4</sub>**

L'eau arrive à la station au niveau d'une vasque (*vasque d'arrivée*) où se fait le pré-traitement au KMnO<sub>4</sub>, qui sert à oxyder les métaux tels que le Fer, le Mn et une partie des matières organiques. Le grand rôle du KMnO<sub>4</sub> est qu'il sert d'adjuvant de floculant. L'eau passe dans une goulotte de répartition et arrive dans deux bassins de contact où il y a réaction KMnO<sub>4</sub>- eau. Chaque bassin fait un volume de 1500m<sup>3</sup>. Le temps de contact qui est actuellement de 2 heures est fonction du refoulement. Photo2: CTDIOP.



Photo2.CTDIOP



Photo3.CTDIOP

#### Pré chloration

En sortie de bassin de contact l'eau est recueillie dans une *goulotte sortie bassin de contact* et passe dans une vasque où se fait la pré chloration par injection d'eau chlorée par l'intermédiaire d'un chloromètre à réglage manuel Photo3.C.T.DIOP. La pré chloration sert à lutter contre la prolifération des algues et que le chlore peut oxyder les matières organiques.

### Le traitement: **Coagulation-floculation**

Par une conduite de diamètre: 1250 mm, l'eau arrive à la vasque de *coagulation-floculation*. A ce niveau, il y a injection de sulfate d'alumine SA et d'eau de chaux. ( $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$ ). La solution de SA réagit sur les charges négatives des matières colloïdales par l'intermédiaire des ions  $\text{Al}^{3+}$ . Une neutralisation des charges qui entraîne la déstabilisation des forces répulsives entre les matières organiques en suspension. Mais l'injection de SA se fait au détriment de l'alcalinité de l'eau. Photo:4.C.T.DIOP.



Photo : 5.CTDIOP



Photo : 6 .CTDIOP.



L'alcalinité est nécessaire à la réaction d'hydrolyse du coagulant. La formation des meilleurs floccs est obtenue au pH suivant:  $6,5 < \text{pH} < 7,3$ . C'est le pH optimum de floculation. Pour une bonne coagulation, il est nécessaire que les charges soient neutralisées. Le pH correspondant est le **point hydro-électrique = neutralisation des charges**. L'on sait que l'hydroxyde d'alumine  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ne conduit à de bons résultats que lorsqu'il y a beaucoup de matières organiques en suspension et que l'on soit dans l'intervalle de:  $7,4 < \text{pH} < 8,5$ .  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CaSO}_4 + 6\text{CO}_2$ . C'est **la zone d'insolubilité de l'hydroxyde** (plus les floccs sont gros, mieux c'est car rassemblant d'avantage de particules. Ce procédé explique l'addition d'un réactif alcalin la chaux  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . On passe dans deux cuves à 5 m<sup>3</sup> de mélangeurs rapides, mélange intime chaux-sulfate d'alumine-eau. L'eau passe dans une goulotte de répartition et arrive dans les cuves de floculation à 295 m<sup>3</sup>, de profondeur 2,80 m. Il y a une agitation lente pour augmenter les chances de rencontre des floccs. C'est la **phase de maturation** dans 8 cuves de floculation.

### **Décantation-clarification**

Ensuite l'eau passe dans les bassins de décantation ou décanteurs par les ajustages en bois d'équiré-partition de l'eau floculée dans les décanteurs. Ce sont des décanteurs statiques de 1640 m<sup>3</sup>. Profondeur : 2,40 m ; Largeur: 11 m ; Longueur: 70 m. Décanteurs de spécificité grande dimension de manière que les floccs se transforment en boue qui se dépose avant la sortie des décanteurs (il existe des décanteurs de dimension réduite plus performants, siège d'une accélération des floccs).Photo:5.C.T;DIOP.

### **Neutralisation: équilibre calco-carbonique**

En fin de décanteur, il y a une deuxième injection d'eau de chaux pour l'équilibre calco-carbonique de l'eau. Notons qu'à ce niveau, le pH dépasse le pH d'équilibre en vue de la préparation de la phase de stérilisation avec le *bioxyde de chlore*  $\text{ClO}_2$ , qui a un  $\text{pH} < 2$ . L'eau en surface est recueillie par des collecteurs ou ajustages au nombre de 453. Photo: 6 C TDIOP.

### **Filtration avec régulation en aval**

L'eau est récupérée dans une goulotte d'eau décantée, puis envoyée dans **8 filtres = 8 bassins**: longueur : 15,05 m; largeur: 4,5 m; surface utile: 67,72 m<sup>2</sup>. Ce sont des **filtres à sable rapide**: 0,8mm < granulométrie < 1,4mm. La vitesse de filtration est de  $v = 5,4\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ . Sous la couche de sable, existe du béton poreux sauf pour les deux filtres 4 et 5, qui ont été réfectionnées et la couche de béton remplacée par un plancher muni de *busulures*. L'eau filtrée passe dans le canal de sortie des chambres de vannes cylindriques. Les *vannes Nerpic* assurent la régulation du débit des filtres. Photo:6.CTDIOP.

### **La stérilisation**



Photo7 :CTDIOP



Photo 8: CTDIOP

Par le bioxyde de chlore  $\text{ClO}_2$ , obtenu par un mélange de chlore et de Chlorure de Sodium  $\text{NaCl}$  dans un rapport de :  $\text{ClO}_2 / \text{NaCl} = 2,5$ . La réaction nécessite un excès de chlore et que le *rendement est fonction de cet excès*. Un *pH acide* est favorable à la transformation du chlorite de sodium. **Tout le chlorite doit réagir pour éviter la formation du Chlorate  $\text{ClO}_3^-$** , nuisible à la santé. *Clorate* :  $\text{Cl}_2 + 2\text{NaClO}_2 \rightarrow 2\text{ClO}_2 + 2\text{NaCl}$ .



## La station de pompage

Dans la bache, l'eau déjà traitée est ensuite reprise par des groupes de pompes AGO-JS (moteurs) et Mannes KSB (pompes), pour être refoulée dans la Conduite ALG (Adduction Lac de Guiers). On fait fonctionner deux groupes en même temps. La pression de la conduite est de 15 à 18 bars, dépendant des conditions de fonctionnement de l'ALG.

### 3° LES LIMITES DE LA SOLUTION

#### Forces et faiblesses.

Toutes les opérations réalisées dans les installations ont été conçues et testées méthodologiquement, préalablement effectuées au laboratoire sur la base de protocoles rigoureusement choisis, reproductibles et répétitifs.

L'Usine gagnerait davantage en performance technique, si son innovation se poursuivait, vu son débit qui soit très inférieur.

Au pH d'équilibre = 8,2 l'eau n'est ni corrosive, ni entartrante. L'eau corrosive provoque des dépôts de plomb, dépréciant le goût, éventuellement la maladie chez les consommateurs. L'eau entartrante provoque le bouchage des conduites, une diminution du débit, provoquant ainsi la maladie des calculs rénaux due au calcaire. L'eau : en dessous du pH d'équilibre est corrosive; Au dessus du pH d'équilibre est entartrant.

Le débit de refoulement est de 1500 à 1700 m<sup>3</sup>/h pendant le fonctionnement des forages. Un débit qui peut être à 2000 m<sup>3</sup>/h, quand il y a arrêt des forages. Notons qu'à partir de Kébémér, il existe des forages qui font des apports dans la conduite. Ce qui explique la sursaturation de cette conduite et le fonctionnement de cette Usine est à un débit inférieur à son débit nominal = 64000 m<sup>3</sup>/h = 2700 m<sup>3</sup>/h.

Ainsi, l'Usine tourne au ralenti. Les moteurs, pour entrainer les pompes sont de gros calibre, parce que la distance de Gnith aux réservoirs de Thiès est de 197 km, avec une dénivellation de 40 m. Dans le taux de stérilisation utilisé, il est impératif de tenir compte de l'apport des eaux de forage qui ne sont pas munis de poste de chloration. C'est pour cette raison que l'eau traitée sort de l'Usine avec des résiduels de 2 mg/l, pour la préserver contre les germes pathogènes jusqu'aux réservoirs. Ensuite des contrôles sont effectués pour s'assurer des résiduels de chlore au moins égaux à des traces endéans 72h, délai d'atteinte des réservoirs de Thiès. Au niveau de ces réservoirs, il existe un poste de chloration pour assurer la bonne qualité de l'eau à l'arrivée de l'Usine du point à Dakar.

### 4° CONCLUSION

Les eaux du Lac de Guiers, sont chimiquement équilibrées, comme le révèle une étude hydrologique: une salinité moyenne de 232 mg/l, pour une conductivité de 340 mhos et un pH de 7,8. Quantitativement, les bicarbonates prédominent (91 mg/l).

La quantité chimique des eaux évolue annuellement de manière caractéristique, sous l'effet des entrées-sorties d'eau de diverses origines et de l'importante évaporation. En année hydrologique normale, le coefficient de concentration moyen annuel des eaux est de 2,25. Depuis 1992, le régime hydrologique est modifié et les apports fluviaux quasi continus, induisent une plus grande stabilisation de la qualité des eaux.

Les variations annuelles de salinité se doublent d'un gradient qualitatif Nord-Sud bien marqué. De 2,9 pour la salinité, il atteint 3,5 chez es éléments les plus conservatifs comme le chlorure ou le sodium.

Les eaux sont nettement moins minéralisées aujourd'hui qu'il y a 10 ans. Cette baisse de la salinité dans le Lac est à attribuer uniquement à la plus grande dilution de ses eaux. La retenue de Diama assure un bon remplissage annuel du Lac et permet quelques apports complémentaires en cours d'année si nécessaires.

Les simulations appliquées aux conditions de l'an 2000 dont, la mise en fonction du Canal du Cayor, montre que l'évolution qualitative future du Lac, dépend de 3 facteurs principaux:

-L'importance et la qualité future des apports fluviaux;

-La gestion limnique du plan d'eau;

- Et le maintien ou non des rejets de la CSS dans le Lac.