



Licence Es-Sciences et Techniques (LST)

**TECHNIQUES D'ANALYSE CHIMIQUE ET
CONTROLE DE QUALITE
(TACCQ)**

PROJET DE FIN D'ETUDES

Suivi du traitement de l'eau de ville au sein de la CBGN

Présenté par :

◆ **BOUKHIMA KAOUTAR**

Encadré par :

◆ **Pr FAHMI El khammar (S.CBGN FES)**

◆ **Pr BOULAHNA Ahmed (FST FES)**

Soutenu Le 10 Juin 2014 devant le jury composé de:

- **Pr. BOULAHNA Ahmed**

- **Pr. EL GHAZOUALI Ahmed**

- **Pr. MELIANI Abdeslam**

Stage effectué à la compagnie des boissons gazeuses du Nord (CBGN)

Année Universitaire 2013 / 2014

Sommaire

REMERCIEMENT

LISTE DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION 1

Chapitre 1 Présentation de la société 2

I. Histoire de coca-cola et la CBGN 2

1. *Coca cola au Maroc* 3

2. *Historique de la CBGN* 4

II. Présentation de la CBGN 4

1. *Fiche technique de la CBGN* 4

2-*Organigramme de la CBGN* 5

Chapitre 2 Description du processus de fabrication 6

I. Traitement des eaux 6

1. *Description du procédé de traitements des eaux* 7

II. La siroperie 13

1. *Préparation du sirop simple* 13

2. *Préparation du sirop fini* 14

III. L'embouteillage : la mise en bouteilles 14

Chapitre 3 Etude expérimentale 20

Introduction 21

I. Evaluation des traitements des eaux 21

I.1 TA (Titre Alcalimétrique) 22

I.2.TAC (titre alcalimétrique complet) 22

I.3.La dureté totale 24

I.4. La dureté calcique 24

I.5. La turbidité : 26



<i>I.6. Le pH : potentiel d'Hydrogène</i>	27
<i>I.7. La teneur en chlore</i>	28
<i>I.8. Mesure du taux d'aluminium</i>	29
<i>I.9 La TDS : Le Taux des Solides Dissout</i>	30
Conclusion	31



REMERCIEMENT

Tout d'abord, je tiens à remercier en premier lieu Monsieur BOULAHNA Ahmed professeur à la faculté des sciences et techniques de Fès pour le temps qu'il m'a sacrifié et pour les efforts et les informations qu'il m'a fournies.

J'adresse mes chaleureux remerciements à MR FAHMI EL KHAMMAR, le responsable de service contrôle de qualité au sein de la CBGN pour son immense soutien, ses informations pertinentes qu'il m'a fournies et pour l'aide qu'il m'a accordé.

Mes remerciements vont aussi à l'ensemble des opérateurs dans le traitement des eaux de la CBGN.

Mon sincère remerciement aux jurys : Professeur MELIANI Abdeslam et Professeur EL GHAZOUALI Ahmed qui ont acceptés de bien vouloir juger avec spontanéité ; ainsi que tous les enseignants de la FST méritent mon profond respect et mes remerciements appropriés.

Finalement je suis vraiment reconnaissante à toute personne qui m'a aidé de près ou de loin à réaliser ce modeste travail.



LISTE DES ABREVIATIONS

CBGN : Compagnie des boissons gazeuses du Nord

G.O.A : Gout, Odeur, Apparence.

DT : Dureté Total.

DC : Dureté Calcique.

TAC : Titre Alcalimétrique Complet.

TA : Titre Alcalimétrique.

TDS : Titre Des Solides Dissous.

N.T.U : Unité Néphélométrique de Turbidité.

Ppm : Partie Par Million.

EDTA : Acide Ethylène-Diamine-Tétra acétique.

DPD : N-N Diethyl P-Phenyl Diamine.

F à S : Filtre à Sable.

F à Ch : Filtre à charbon.

F Déc : Filtre Décarbonateur.

F .P : Filtre Polisseur.

INTRODUCTION

Pour mettre en valeur et compléter ma formation universitaire reçue et même ouvrir l'esprit sur d'autres horizons concrets, il est nécessaire de passer un stage au sein d'une entreprise afin de se confronter à des situations réelles, d'élargir le savoir dans le domaine pratique et d'avoir une idée sur la vie professionnelle.

Le choix de la Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord comme lieu de stage trouve sa justification dans sa position remarquable, devançant les géants représentée d'une part par la diversité de ses produits et d'autre part par la volonté exprimée de ses dirigeants, de suivre de près les progrès technologiques et les rénovations des méthodes de fabrication.

Pour avoir un produit destiné aux consommateurs de qualité, pour conserver l'image de marque de COCA-COLA et pour respecter les normes exigées, la compagnie CBGN traite l'eau de la ville de Fès pour qu'elle réponde à son besoin, pour augmenter la durée de vie du produit et pour protéger les machines de production. de ce point, vient l'intérêt de choisir un projet sous le thème : suivi du traitement de l'eau de ville au sein de la CBGN pour sensibiliser l'efficacité de ce procédé.

Ce rapport de projet de fin d'études est subdivisé en trois chapitres : Un premier chapitre concerne la présentation de la société de CBGN ; le deuxième chapitre décrit les procédés de traitement des eaux au sein de la CBGN ; et le troisième chapitre regroupe les différents résultats d'analyse de traitement des eaux et leur interprétation ; et je termine avec une conclusion générale.

Chapitre 1

Présentation de la société

I. Histoire de coca-cola et la CBGN

Le coca-cola fut créé en 1886 à Atlanta, par un pharmacien, John Pemberton. Au départ, il s'agissait d'un sirop utile contre divers maux, tels que le mal de tête et les maux de ventre. Pemberton s'inspira de la 2^e recette d'un vin de Bordeaux et de feuilles de coca. A ses débuts, on ne peut pas dire que le médicament du pharmacien rencontre un franc succès. Les premières ventes débutent le 8 mai 1886 et durant les 8 premiers mois, une moyenne de 13 verres est vendue chaque jour.

Pemberton n'étant pas un homme d'affaires, il est assisté son comptable Franck Robinson, qui baptise la boisson Coca-Cola et conçoit le premier graphisme de la marque toujours utilisé actuellement. Les ventes décollent à partir du moment où l'on choisit de diluer le soda dans de l'eau gazeuse à la place d'eau plate. La boisson fut mise en vente à la « soda-fountain » de la Jacob's Pharmacy.

➤ **1892:** Asa Candler fonde « The Coca-Cola Company ».

- **1893** : Coca-Cola devient une marque déposée.
- **1985** : Coca-Cola sans caféine fait son apparition sur le marché.
- **1988** : Un sondage international confirma que Coca-Cola est la marque la plus connue et admirée au monde.

1. Coca cola au Maroc

Dès 1947, La coca Cola Compagnie à pénétrer le marché marocain par l'intermédiaire des soldats américains en poste à Tanger, qui a alors importé les premières bouteilles sur le marché.

Les premières machines d'embouteillage sont ensuite arrivées sur le sol marocain par le biais des bateaux de la Navy américaine, alors présents dans la mer méditerranée.

Puis des usines se sont peu à peu établies au Maroc : Tanger, Casablanca, Fès, Oujda, Marrakech, Agadir et rabat.

Le Maroc représente pour la Coca Cola Compagnie une plate forme importante comme le confirme la présence du siège social régional pour l'Afrique du Nord.

- profile de Coca-cola FES

La NABC ou la compagnie des Boissons Gazeuses du Nord fut créé le 25/12/2003 suite au regroupement de 04 sociétés : la SCBG, la SBGN, la CBGS et la SOBOMA, embouteilleurs de Coca-Cola.

Ses activités sont partagées entre l'embouteillage et la distribution des boissons gazeuses.

Ses produits sont constitués de Coca-Cola, Coca-Cola Light, Fanta orange, Fanta limon, Schweppes Tonic, Schweppes citron, Hawaiï, Pom's, Crush et Ciel.

2. Historique de la CBGN

La compagnie des Boissons Gazeuses du Nord de Fès a été créée en 1952. Elle a été implantée à la place de l'actuel hôtel SOFIA. En 1971, elle fut transférée au niveau du quartier industriel Sidi Brahim. Durant ces années et jusqu'à 1987, la CBGN ne fabriquait que Colca Cola et Fanta Orange. Mais après, elle a décidé la diversification des produits.

Elle a lancé aussi en 1991, les bouteilles en plastiques

II. Présentation de la CBGN

L'usine de Fès est située au quartier industriel Sidi Brahim, elle couvre une superficie globale d'environ 1 hectare. L'unité de la production dispose de quatre lignes d'embouteillages ayant les capacités nominales suivantes : deux lignes en verre

1. Fiche technique de la CBGN

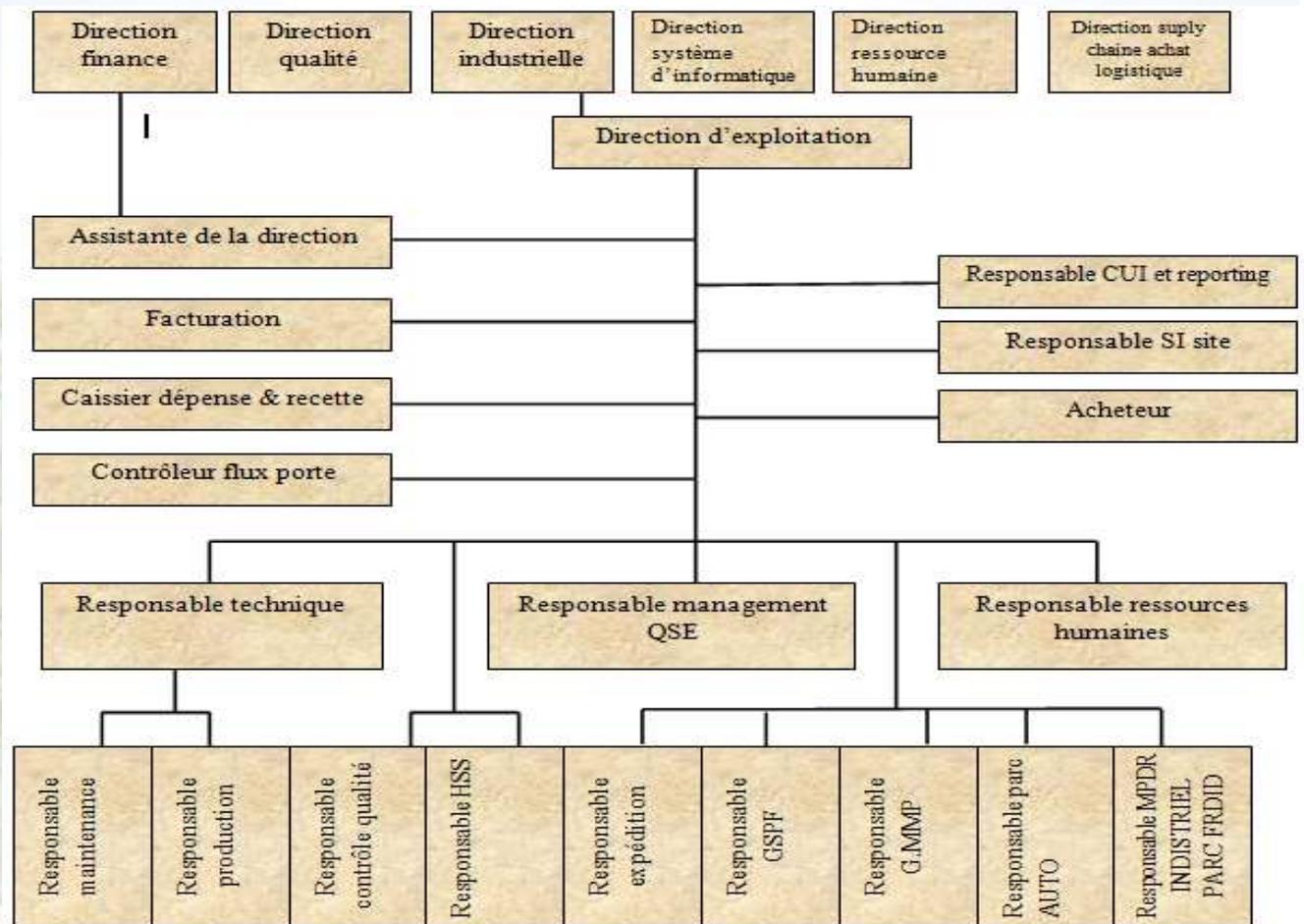
- ✚ Sigle : CBGN
- ✚ Raison sociale : Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord
- ✚ Forme juridique : Société Anonyme
- ✚ Activité : Embouteillage et distribution des Boissons Gazeuses non alcoolisées
- ✚ Secteur d'activité : Agroalimentaire
- ✚ Adresse : Quartier Industriel Sidi Brahim-Fès
- ✚ Téléphone : 05 35 96 50 00
- ✚ Fax : 05 35 96 50 25
- ✚ Boite postale : 2284
- ✚ Superficie : environ 1 hectare

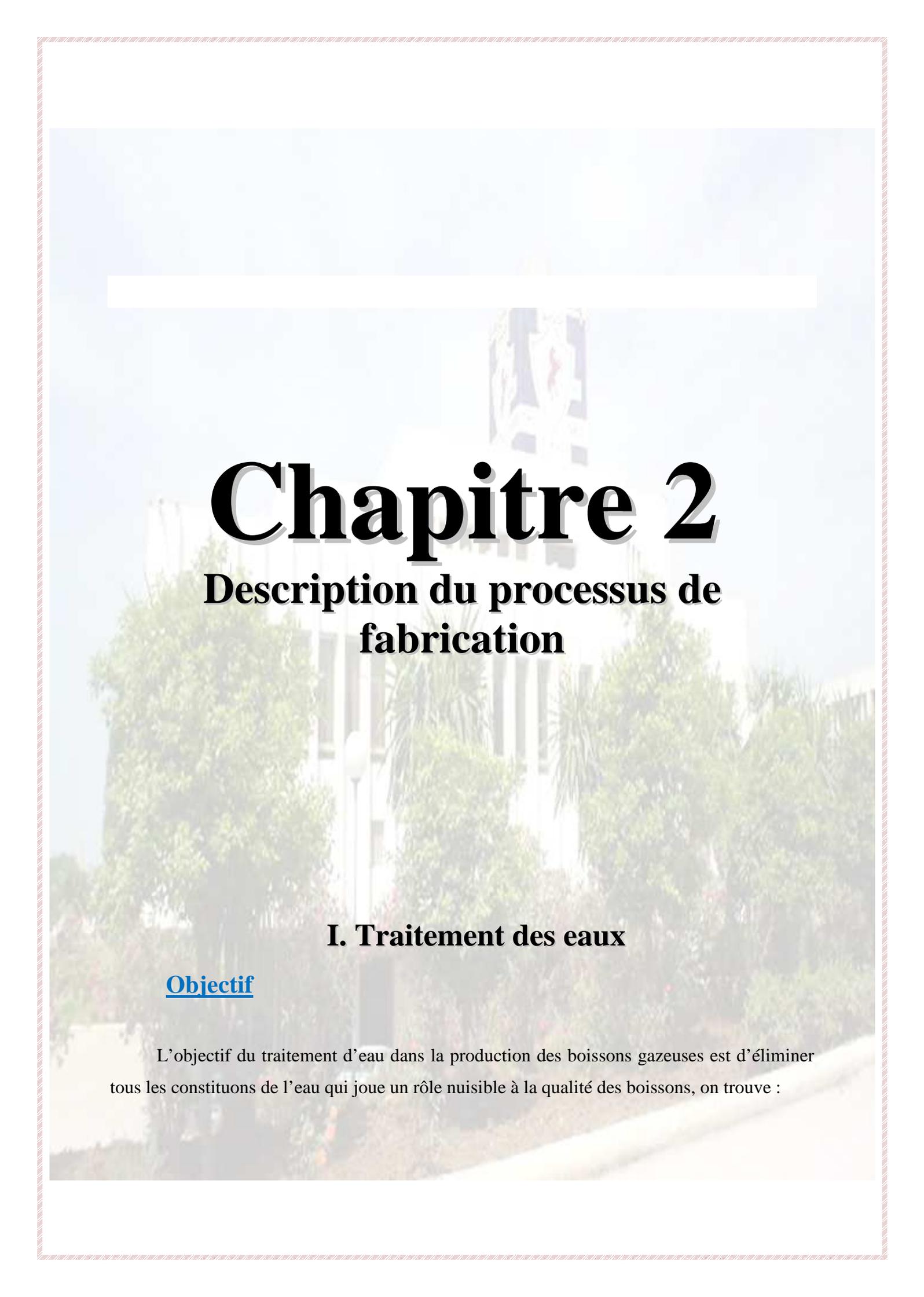
Boissons	Taille (Volume: cl)
----------	---------------------

COCA-COLA	20cl, 35.5cl, 1litre
FANTA ORANGE	20cl, 35cl ,1 litre
HAWAI TROPICAL	35cl,1litre
POM'S	35cl,1litre
SPRITE	35cl,1 litre
SCHWEPPE'S TONIC	20cl
SCHWEPPE'S CITRON	1litre

Produits fabriqués par la compagnie en verre avec leurs tailles

2-Organigramme de la CBGN





Chapitre 2

Description du processus de fabrication

I. Traitement des eaux

Objectif

L'objectif du traitement d'eau dans la production des boissons gazeuses est d'éliminer tous les constituants de l'eau qui jouent un rôle nuisible à la qualité des boissons, on trouve :

✓ **Les matières en suspension :** ces particules sont indésirables et sont également susceptible de provoquer une baisse rapide de la carbonatation et une formation de mousse lors du remplissage.

✓ **Les micros organisme:** sont présent dans la plupart des eaux, ils peuvent se développer dans plusieurs jours ou semaines après la fabrication et changent le goût et l'aspect du produit fini.

✓ **Les substances sapides et odorantes :** Le chlore, les chloramines et le fer peuvent réagir avec les arômes délicats des boissons et modifient le goût.

✓ **Les matières organiques :** Les eaux fortement chargées de matières organiques peuvent entraîner la formation de collerette ou de floc dans la boisson quelques heurs après la fabrication.

✓ **L'alcalinité :** Les bicarbonates, les carbonates ou les hydroxydes, peuvent donner un goût anormal au produit fini.

1. Description du procédé de traitements des eaux

a) Eau traitée

Elle est utilisée pour la préparation du produit fini ; son rôle principal est de diminuer le pH et d'éviter le développement des bactéries.

Pour que l'eau soit traitée et prête à l'utilisation par des différents départements de la Compagnie, l'eau de la RADEEF subit plusieurs processus de traitement.

Le schéma suivant montre les étapes de traitement des eaux :

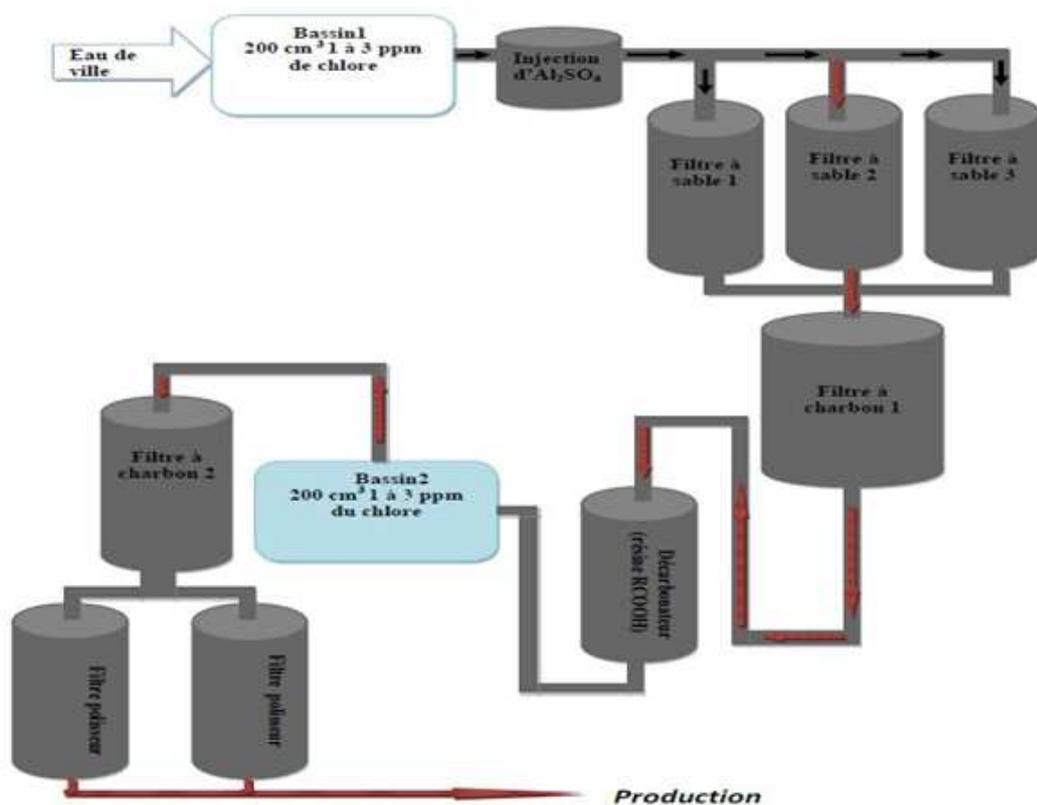


Figure 1 : Circuit de traitement de l'eau de ville (RADEEF)

❖ **Chloration de l'eau :**

A l'entrée de l'usine, l'eau prévenant de la RADEEF est stockée dans un premier bassin, à ce niveau on injecte une quantité de chlore comprise entre 1 et 3 ppm, pour protéger l'état de l'eau contre toute contamination.

❖ **Coagulation / floculation :**

La coagulation se fait par l'injection d'un coagulant à base d'alumine (sulfate d'alumine) pour neutraliser les charges négatives.

La coagulation consiste à rassembler en formant des floes, les matières colloïdales afin de faciliter leur élimination.

❖ **La filtration :**

Le procédé de filtration se déroule en plusieurs étapes :

• **Filtration à filtre à sable :**

Le Filtre à sable est un filtre qui est rempli d'un type de sable appelé le Silex classé dans un granoclassement décroissant (les grandes particules en bas et les petites particules en haut)

La Filtration à sable est destinée à éliminer les matières en suspensions, et arrêter toutes les particules de floes.

Le filtre est monté juste après l'injection de coagulant $Al_2(SO_4)_3$ et le phénomène de la floculation

Les analyses de l'eau effectuée au niveau du Filtre à Sable sont :

-A l'entrée :

- La teneur en chlore (ppm).

-A la sortie :

- Turbidité (NTU).
- GOA : Gout, odeur, Apparence.
- pH.

Ces analyses se répètent toutes les 2 heures.

Le filtre à sable est lavé une fois qu'il est colmaté et les analyses physico-chimiques effectuées dans ce filtre dépassent les normes recommandées.

La propreté de ce filtre est assuré par un lavage à contre courant en injectant l'eau à l'intérieur du filtre à l'aide de la pression du vent du bas vers le haut pour expulser les matières qui se floc ; puis un lavage Co-courant avec l'eau chloré traité : c'est l'étape de préparation des filtres au fonctionnement. Ces lavages se répètent 2 fois par semaine.

NB :

- L'opération de lavage dure 30 à 45 minutes au plus.
- La vérification de l'état du sable s'effectue une fois tous les 3 mois.

• **Filtration à filtre décarbonateur :**

Le décarbonateur sert à diminuer le pH ; acidifier le milieu et capter les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} à l'aide d'une résine échangeuse d'ions de type RCOOH.

Le décarbonateur est monté à la sortie du filtre à charbon N°1, l'eau à traiter traverse la résine de type acide RCOOH ainsi que les bicarbonates de Mg^{2+} et de Ca^{2+} échangent avec les cations d'hydrogène régénérés avec la formation de CO_2 selon les réactions suivantes :



Le décarbonateur doit être régénéré quand le colmatage se produit c'est-à-dire lorsque les paramètres TAC arrivent à la valeur 85ppm ; Ainsi on fait un lavage à contre courant du bas vers le haut pendant 10min de lavage puis on prépare une cuve d'acide HCl pour faire un lavage à CO-courant en mélangeant l'acide avec l'eau, après on fait un rinçage final avec l'eau traité pendant 45min pour éliminer les traces de HCl restantes en vérifiant toujours que le pH de l'eau de décarbonateur ne doit pas être inférieur à 4,9.

Cette régénération se traduit par les réactions suivantes :



Les analyses effectuées à la sortie de décarbonateur sont :

- TA : Titre Alcalimétrique.
- TAC : Titre Alcalimétrique Complet.
- TDS : Taux des Solides Dissous.
- pH : Potentiel d'Hydrogène.

• Filtration à filtre à charbon :

Le filtre à charbon est un filtre qui sert à éliminer les traces de chlore par une réaction d'adsorption puisque les granules du charbon actif sont extrêmement poreux permettant l'adjonction des molécules de chlore, et sert également à éliminer le goût et l'odeur anormale à l'eau.

La durée du fonctionnement du filtre est basée sur les analyses microbiologique qui s'effectuent quotidiennement ; au début de contamination du filtre à charbon, on fait une stérilisation par la vapeur puis un lavage à contre courant avec l'eau pendant 15 min pour refroidir le filtre , puis on fait un rinçage final éliminer les traces de chlore.

Le branchement du filtre s'effectue jusqu'à ce que ces paramètres physico-chimiques dans les normes prescrites.

Les analyses effectuées au niveau du filtre à charbon sont :

- A l'entrée :

- La teneur en chlore (ppm).
- GOA : Goût, odeur, Apparence.
- pH.
- TA (ppm).
- TAC (ppm).
- Turbidité (NTU).

Les analyses se répètent toutes les 2heures.

- **Filtration à filtre polisseurs :**

La station renferme 4 filtres polisseurs, chaque filtre se compose d'un support contient des filtres en papiers ou en cartouches en fibre, ces filtres ont pour but d'éliminer les particules du charbon actif présente dans l'eau et empêche les matières en suspension de pénétrer à l'intérieur du filtre.

Le fonctionnement de ces filtres a une relation avec le filtre à charbon c à d que chaque changement d'un filtre à charbon demande également un changement du filtre polisseur car s'il ya contamination dans ce dernier automatiquement il ya contamination du filtre polisseur c'est pourquoi on fait une stérilisation qui effectue avec 8 ppm de chlore et pendant 2h au minimum, après le branchement on a besoin d'un rinçage jusqu'à l'élimination totale du chlore.

Cette stérilisation s'effectue 2 fois par semaine Les analyses effectuées au niveau du filtre polisseur sont :

- **Turbidité (NTU).**

Cette analyse doit se répéter toutes les 2 heures.

b) Eau adoucie

La CBGN a choisie de faire un adoucissement par échange ionique sur la résine de type RNa_2 pour assurer un bon fonctionnement des équipements et pour prolonger une durée de vie des installations ayant un contact avec l'eau.

L'eau adoucie est également utilisé pour le lavage des bouteilles en verres, en fait elle est utilisé d'une part pour le lavage d'emballage et d'autre part celle utilisée dans les installations des équipements et tout cela pour éviter le dépôt de tartre.

Le schéma suivant montre le passage depuis l'eau de ville (RAEDEF) jusqu'à l'obtention de l'eau adoucie.

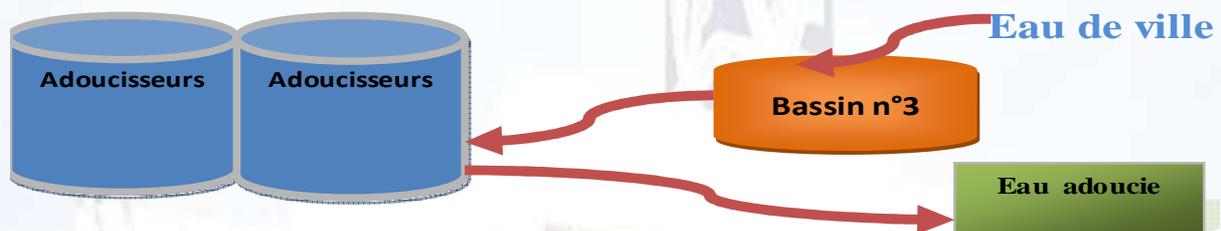


Schéma présentatif de différentes étapes de ce traitement

Les analyses effectuées à la sortie du filtre adoucisseur sont :

- GOA : Goût ; Odeur ; Apparence qui doivent être normales.
- DT : Dureté Totale
- DC : Dureté calcique.

La régénération c'est le retour à l'état initial.

La régénération du filtre adoucisseur s'effectue quand cet adoucisseur est colmaté et quand la dureté totale et la dureté calcique dépassent les normes recommandées.

- DT<100 ppm
- DC<40 ppm

La régénération se déroule en plusieurs étapes :

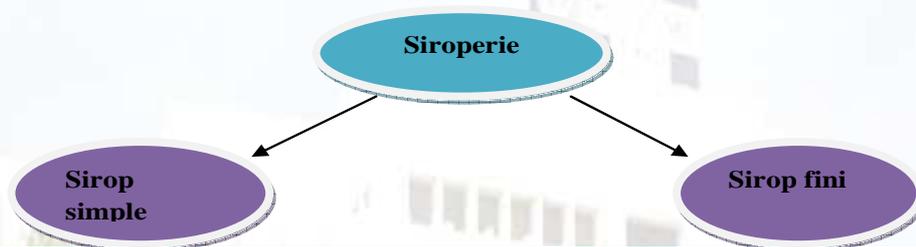
- lavage à contre courant se fait avec l'eau pendant 15 minutes.
- Lavage rapide et final pendant 30min.
- fin de régénération.

La régénération se traduit par les réactions suivantes :



II. La siroperie

C'est la seconde grande étape dans laquelle on prépare un élément essentiel dans la fabrication des boissons gazeuses ; il y a deux types de sirops : le sirop simple et le sirop fini. Cette opération se fait par la réalisation de plusieurs étapes comme :



1. Préparation du sirop simple

Cette préparation est réalisée en plusieurs phases :

a. La dissolution de sucre :

Cette phase débute par l'ajout du sucre granulé approvisionné par COSUMAR, et contrôler sa qualité dans le laboratoire de la **CBGN**

Le mélange du sucre et l'eau traitée qui se fait en continu dans un **CONTIMOL**, soumis à une température de 60°C afin de favoriser la dissolution complète du sucre. Ensuite, le mélange est pasteurisé à une température de 85°C.

b. Ajout du carbone actif :

Dans une cuve, on ajoute des quantités bien définies du charbon actif sous forme de poudre au mélange qui permet de sa clarification et d'éliminer également les impuretés et les mauvaises odeurs.

c. Filtration :

Pour éliminer le charbon et les matières en suspension qui restent dans le mélange, ce dernier subit une autre phase de traitement, celle-ci commence par l'injection de la célite sous forme de poudre au niveau d'une cuve adjuvant qui va être déposée sur des plaques métalliques horizontales installées au niveau d'une cuve formant ainsi un filtre dit à gâteaux, le passage du sirop, à une température de 85°C à travers ce filtre, permet sa purification.

Une deuxième filtration du sirop simple se fait dans un filtre à poche pour éliminer les résidus de charbon qui pourraient subsister

d. Refroidissement du sirop simple :

Le sirop simple passe à travers un échangeur thermique dont le rôle est refroidir le mélange de 85°C à 20°C.

Enfin le sirop simple obtenu est stocké dans une cuve dans un intervalle de temps compris entre 1h et 24h.

2. Préparation du sirop fini

Le sirop simple ayant une température comprise entre 15 et 22°C, est mélangé avec un concentré (liquide), ou extrait de base (poudre) selon les boissons gazeuses souhaitées, c'est le sirop fini.



Schéma de préparation du sirop simple et sirop fini

III. L'embouteillage : la mise en bouteilles

L'embouteillage est une étape primordiale dans le processus de la production des boissons gazeuses, Qui concerne que les produits en verre.

a) Bouteille de verre :

Il se fait par la laveuse des bouteilles qui a comme rôle le nettoyage des bouteilles par l'eau et la soude afin d'éliminer toutes saletés et anciennes étiquettes. Il se déroule selon différentes étapes :

- ✚ Le pré inspection.
- ✚ Le pré lavage.
- ✚ Le lavage a la soude caustique.
- ✚ le pré rinçage.
- ✚ Le rinçage final.
- ✚ Inspection visuelle
- ✚ Inspection électronique.

b) Carbonations et refroidissement :

Cette étape consiste à mélanger le sirop fini au niveau du mixeur pour obtenir la boisson gazeuse.

c) Soutirage et bouchage :

Elle consiste à remplir les bouteilles lavées par la boisson et les affermer par ma suite, cette opération s'effectue par le sou tireuse.

d) L'étiquetage :

Elle s'effectue par la codeuse dont le rôle de marquer sur le bouchon la date, l'heure de production et la date limite de consommation.

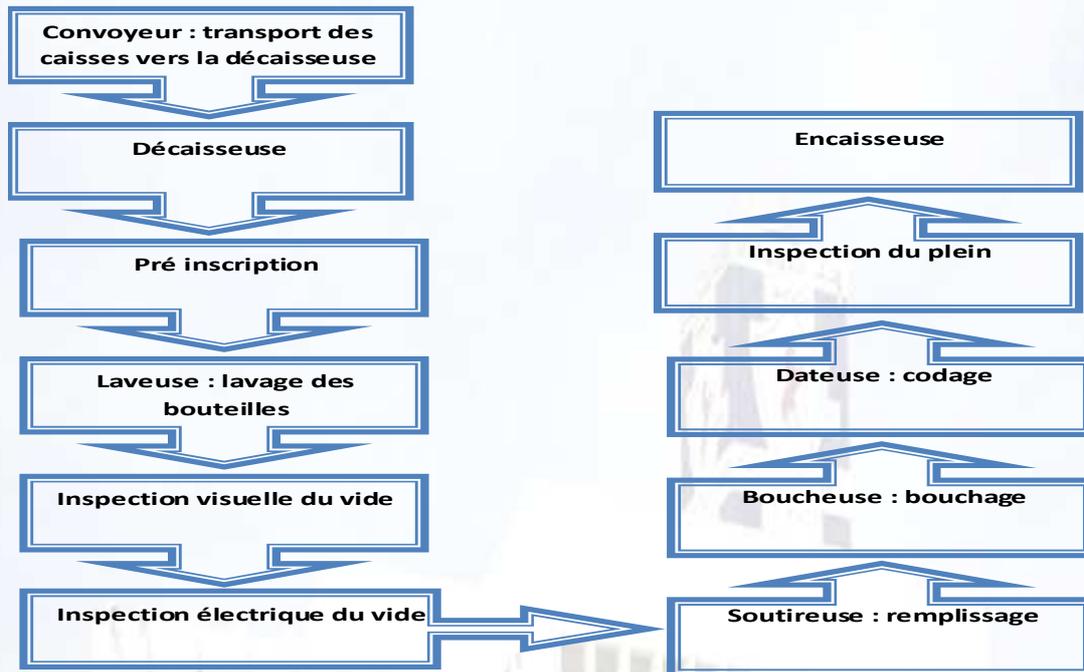
e) L'étiquetage :

Se fait par l'étiqueteuse qui sert à coller les étiquettes sur les bouteilles.

f) Encaissage et stockage :

C'est la dernière étape de mise en caisse et de stockage.

Le processus embouteillage s'effectue en plusieurs étapes comme suit :



✓ **Les analyses effectuées à la cour de la production sont les suivants**

- **Contrôle du goût, odeur et apparence de la boisson :**

Ce contrôle est très important, il ne faut jamais le négliger parce que le goût, l'odeur et l'apparence sont des paramètres très sensibles. Ce type de contrôle est assuré par les contrôleurs techniciens de la compagnie.

- **Mesure de CO₂**

Le contrôle est effectué à l'aide d'un manomètre ou bien avec un appareil (ZHAM) et d'un thermomètre.

On prélève une bouteille de la chaîne de production, on la place dans le manomètre, puis on perce la capsule à vis ou le bouchon à couronne, après on purge pour remettre l'aiguille du

manomètre à zéro, et on commence à agiter sur un agitateur jusqu'à stabilisation de l'aiguille, on lit la pression correspondante, puis on détermine la température de la boisson à l'aide de thermomètre

Après avoir effectué ces deux opérations, on consulte le tableau de carbonatation. L'intersection du couple température pression donnera le volume du gaz carbonique dans la boisson

- **Mesure de degré Brix**

Le degré Brix est le pourcentage en poids de la matière sèche (saccharose) dans la boisson.

Avant d'effectuer ce contrôle, on décarbonate la boisson dans un bêcher pendant 3 min en se servant d'un décarbonateur à air comprimé.

- ✓ on utilise pour ce contrôle un densimètre électronique (DMA) et une seringue.
- ✓ on rince la cellule du densimètre par la boisson à l'aide de la seringue.
- ✓ on injecte dans la cellule une petite quantité de la boisson.
- ✓ on attend l'arrêt du clignotement pour lire la valeur qui représente le Brix de la Boissons

- **Mesure de Brix inverse (échantillon stocké)**

Le but de ce test est de déterminer le Brix réel de la boisson par inversion.

On verse d'abord 50 ml de boisson décarbonatée dans un flacon propre et sec ; puis on y ajoute 0,3 ml de l'acide d'inversion (HCl), on ferme et on mélange. On place ensuite l'échantillon dans un bain marie à 90°C; Et on laisse dedans pendant une heure après avoir s'assurer que le niveau de l'eau dans le bain marie couvrira au moins 60% du liquide dans le flacon. Après 1 h, on enlève l'échantillon et on laisse refroidir à la température ambiante.

On mesure alors le Brix inversé de l'échantillon en utilisant le DMA afin de déterminer le Brix réel.

- **Test de la soude**

Ce contrôle consiste à déterminer le pourcentage de la soude dans les bains des laveuses Chaque jour, afin de contrôler ce pourcentage, les opérateurs du laboratoire procèdent au mode opératoire suivant :

Dans un b cher : On introduit 5 ml de l'eau du bain N 1 avec 25ml de l'eau de robinet, puis On ajoute 2 ml de chlorure de Baryum ($\text{BaCl } 0.25\%$) et quelques gouttes de **ph nophthal ine**. On titre avec H_2SO_4 ($N=1.25$) jusqu'à la disparition de la couleur Rose. La norme est comprise entre 1.5 et 2% de NaOH.

Le même mode opératoire pour le bain N 2 mais cette fois-ci avec une norme comprise entre 2 et 2.5% DE NaOH.

- **Test de chlore**

On remplit une cuvette de 10ml par l'eau du bain chloré, puis on lui ajoute un comprimé d DPD, la solution se colore en rose, ensuite on place la cuvette dans un comparateur.

- **Test bleu de méthylène**

A la fin du lavage. On prélève des bouteilles numéroté et on verse 50 ml de bleu de méthylène dans la première bouteille.

Puis on coule ce bleu de méthylène sur la paroi interne de la bouteille, on renverse la solution dans la deuxième bouteille puis la troisième et ainsi de suite jusqu'à la dernière. Puis on rince toute les bouteilles avec de l'eau.

S'il ya présence des taches bleues cela signifie qu'il ya présence de moisissure dans la bouteille .donc il existe un problème au niveau de lavage c'est à ce moment qu'on procède un control de gicleurs.

- **Débris de verre**

Ce test consiste en la recherche des débris de verre dans les produits finis lors des explosions des bouteilles au niveau des sutureuses des lignes en verre.

Processus de contrôle

On ramène au laboratoire les bouteilles éliminées lors de l'explosion, Puis on allume la lampe d'inspection. On expose alors les bouteilles une par une à la lumière et on voit s'il y a présence des débris de verre

On cas de doute, on procède à une filtration du produit pur sur filtre 38 μm et on contrôle donc la membrane.

- **Détermination du contenu net :**

Ce contrôle consiste à mesurer le contenu net des bouteilles de verre

On prélève cinq bouteilles remplies de la ligne de verre,

On pèse ces cinq bouteilles pleines .On les vider, les mesures vides on mesure la valeur de brix de l'échantillon de ces bouteilles. Chaque valeur de brix, correspond à une densité spécifique.

On mesure le contenu net d'après la relation suivante :

$$CN = \frac{Mp - Mv}{d}$$

On vérifie si la valeur se trouve dans le domaine des normes

- **Test de torc:**

Cette opération consiste à mesurer l'intensité du couple de force nécessaire pour dévisser un bouchon à vis des bouteilles en verre.

On écarte les épingles de l'appareil.

Puis on pose la bouteille remplie sur la plate-forme de l'appareil.

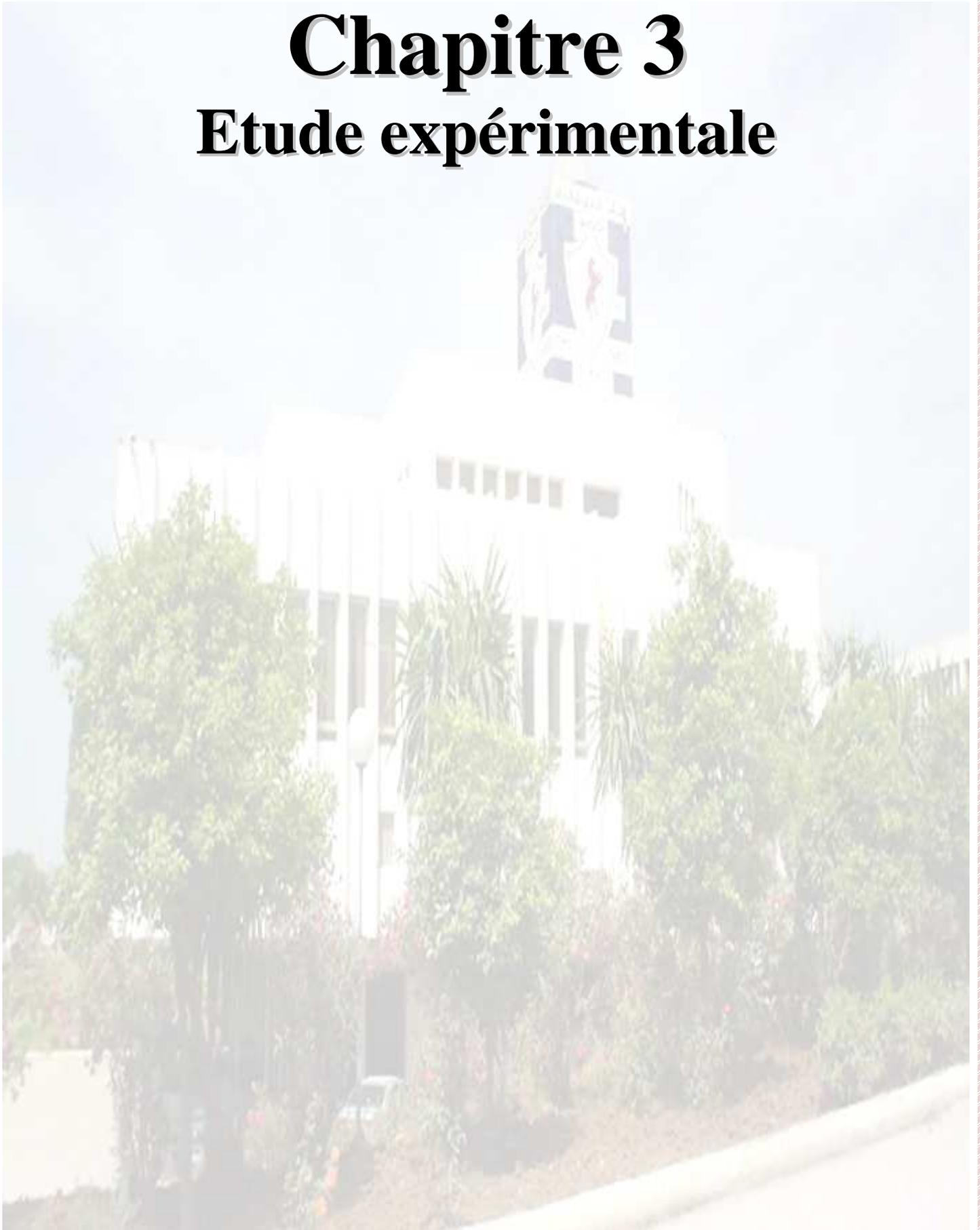
On serre après la bouteille fermement en tournant le serrage dans le sens de Rotation des aiguilles d'une montre, et on met l'appareil à Zéro.

On tourne le bouchon doucement dans le sens de l'ouverture jusqu'à ouverture de la bouteille. On relève finalement la valeur affichée.

- Si la valeur est supérieure à 17 le client va trouver une difficulté lors de l'ouverture de la bouteille.
- Si elle inférieure à 8 il y aura perte de CO2.

Chapitre 3

Etude expérimentale



Introduction

L'eau à traiter passe par différentes étapes de traitement, mais plusieurs contrôles sont nécessaires pour veiller sur l'efficacité de l'installation afin de procurer une eau répondant aux normes recommandées.

Les paramètres contrôlés pour les différents types des eaux sont présentés dans le tableau suivant :

Eau contrôlée	Paramètres	Normes
Eau brute	-Goût .Odeur. Apparence. -pH - Cl ₂ (ppm). - TA et TAC (ppm). - TDS (ppm). - Turbidité (NTU).	-pH=7. -Cl ₂ =0 ppm -TA=0 ppm -TAC=312 ppm -TDS<500 ppm -Turbidité (≤ 0.5 NTU)
Eau de filtre à sable	-Goût .Odeur. Apparence. - Cl ₂ (ppm). - Aluminium (ppm). - Turbidité (NTU).	-Cl ₂ (1à3ppm) -pH=7 -Aluminium (0-0,1ppm) -Turbidité (≤ 0,5NTU)
Eau de décarbonateur	- TA et TAC (ppm). - TDS (ppm), pH	-TA (<2ppm) et TAC (<85ppm) -TDS (<500ppm), pH>4,9
Eau de filtre à charbon	- Cl ₂ (ppm). - Aluminium (ppm) - TA et TAC (ppm). - TDS (ppm). - G.O.A. -pH	-Cl ₂ (1à3ppm) -Aluminium (0-0.1ppm) -TA (<2ppm) et TAC (<85ppm) -TDS (<500ppm) -Turbidité (<0,5NTU) -4.9<pH<7
Eau de filtre polisseur	- Turbidité(NTU) - Dureté totale (ppm)	-Turbidité (<0,5NTU)
Eau adoucie	-G.O.A. - Dureté calcique (Ca ²⁺ en ppm) - Dureté Totale (Ca ²⁺ & Mg ²⁺ en ppm)	DC (<40ppm) DT (<100ppm)

I. Evaluation des traitements des eaux

I.1 TA (Titre Alcalimétrique)

Le Titre Alcalimétrique TA indique la teneur d'eau en ion libres OH^- et CO_3^{2-} .

$$\text{Donc } \text{TA} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] / 2$$

Les réactions mises en jeu sont :



Mode opératoire :

Dans un bécher on prélève 100ml de l'échantillon de l'eau à analyser puis on ajoute quelques gouttes de phénophtaléine comme indicateur coloré et ensuite quelques gouttes de thiosulfates de sodium comme fixateur des ions Mg^{2+} .

- Si la solution reste incolore donc $\text{TA} = 0$ ppm.
- si la couleur change au rose ,on titre la solution avec H_2SO_4 (0,02) jusqu'à changement de couleur.

Le calcul de TA se fait par l'équation suivante :

$$\text{TA(ppm)} = \text{Tombée de burette en ml} \times 10$$

I.2.TAC (titre alcalimétrique complet)

Le Titre Alcalimétrique Complet TAC indique la teneur d'eau en ion OH^- et les carbonates CO_3^{2-} et les bicarbonates HCO_3^- .

$$\text{Donc } = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-].$$

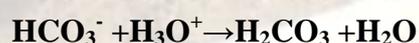
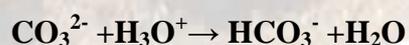
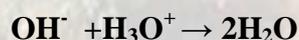
Mode opératoire :

On ajoute à la solution de TA quelque gouttes de méthyle orange comme un indicateur coloré, puis on titre par H_2SO_4 jusqu'à changement du couleur .

Le calcul de TAC se fait par l'équation suivante :

$$\text{TAC(ppm)} = \text{Tombée de burette en ml} \times 10$$

Les réactions mises en jeu sont :



Nous avons fait un suivi de la variation du titre alcalimétrique complet(TAC) et le titre alcalimétrique (TA) au niveau du filtre décarbonaté durant la période qui se situe entre le 20 avril jusqu'au 26 avril, les résultats obtenus sont représentés sur le tableau suivant :

- **Résultats d'analyses:**

Les analyses du TA et du TAC de l'eau traitée au niveau du décarbonateur sont regroupés dans le tableau suivant :

		Au niveau du décarbonateur			
heure	jours	TA	TAC	NORME TA <2ppm	NORME TAC<85ppm
08h:20	20-avr	0	35	2	85
08h:20	21-avr	0	33	2	85
08h:20	22-avr	0	40	2	85
08h:20	23-avr	0	48	2	85
08h:20	24-avr	0	50	2	85
08h:20	25-avr	0	46	2	85
08h:20	26-avr	0	70	2	85

Tableau 1 : résultats d'analyses du TA et du TAC à la sortie du décarbonateur.

Représentation graphique:

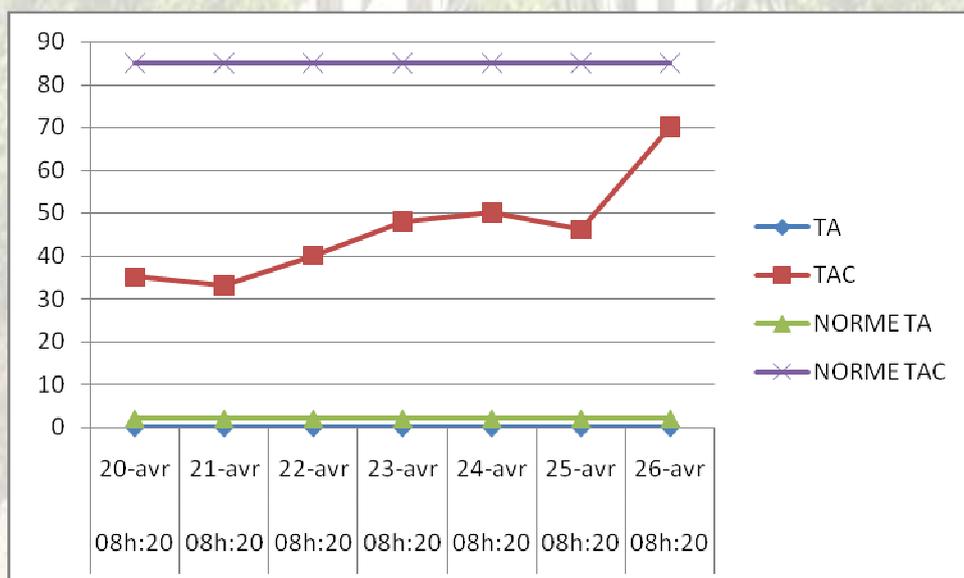


Figure 1 : les variations du TA et du TAC au cour d'une semaine.

Interprétations des résultats :

D'après la courbe, on constate que la valeur de titre alcalimétrique complet (TAC) augmente pour atteindre une valeur proche de la valeur exigée (85ppm) dans le septième jour. ce qui entraîne l'opérateur a procédé une régénération de la résine de type RCOOH.

Le titre alcalimétrique (TA) au cour de cette semaine au niveau de décarbonateur est toujours nul, car il n'ya pas d'ions carbonates puisque le pH < 8,3.

1.3.La dureté totale

La Dureté Totale exprime la concentration en ions Ca^{2+} et Mg^{2+} .

Mode Opérateur :

On prélève 50ml de l'échantillon de l'eau à analyser, on l'ajoute 2ml de la solution Tampon à PH=10 puis quelques gouttes de noir d'ériochrome comme indicateur coloré des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} .

- Si la couleur obtenue est bleue donc DT est nulle c'est-à-dire $[\text{Ca}^{2+}]+[\text{Mg}^{2+}]=0\text{ppm}$
- Si la couleur obtenue est rose donc il la ya présence des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} et on titre alors la solution avec EDTA (0,01N) jusqu'au virage bleu.

$$\text{DT}(\text{ppm})=\text{Tombée de burette en ml} \times 20$$

1.4. La dureté calcique

DC :Dureté Calcique exprime la concentration en ions Ca^{2+} .

Mode Opérateur :

On prélève 50ml de l'échantillon de l'eau à analyser et on l'ajoute 2ml de NaOH qui sert à fixer les ions Mg^{2+} sous forme $\text{Mg}(\text{OH})_2$, puis quelques gouttes de Murexide comme indicateur coloré des ions Ca^{2+} et comme un complexant et on agite bien.

*Si la couleur obtenue est mauve donc $[\text{Ca}^{2+}]=0\text{ppm}$.

*Si la couleur obtenue est rose pale donc la présence des ions Ca^{2+} et on titre avec EDTA (0,01N) jusqu'au virage mauve.

$$\text{DC}(\text{ppm})=\text{Tombée de burette V (ml)} \times 20$$

Résultats :

Les résultats d'analyse au cour d'une semaine sont présentés dans le tableau suivant :

		Eau adoucie			
Heure	jours	DC	DT	Norme DC	Norme DT
08h10	20-avr	6	10	40	100
08h10	21-avr	4	12	40	100
08h10	22-avr	8	14	40	100
08h10	23-avr	30	76	40	100

08h10	24-avr	10	16	40	100
08h10	25-avr	6	10	40	100
08h10	26-avr	10	22	40	100

Tableau 2 : résultats d'analyses effectuées sur l'eau adoucie.

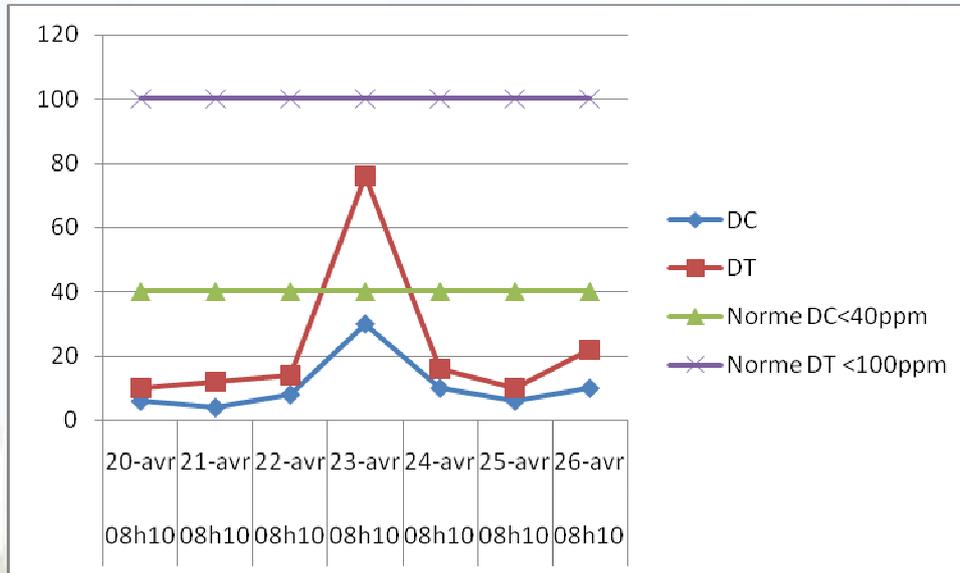


Figure2: les variations de DT et DC au cours d'une semaine.

• **Interpétaion des résultats :**

- Pour la Dureté Totale , on observe que la valeur de la dureté totale après chaque génération subit une chute de 10 ppm expliquant l'efficacité de cette opération au niveau du filtre adoucisseur qui est suivi par un petit controle.
- Au cours du temps, la valeur de cette dernière augmente presque à la valeur limite (76 ppm) signifiant la saturation de la résine RNA_2 de l'adoucisseur .
- Pour la Dureté Calcique, on observe également que la valeur de la dureté calcique après chaque régénération subit une chute de 5ppm expliquant l'efficacité de cette opération.
- Au cours du temps la valeur de DC augmente presque jusqu'à la valeur limite (30ppm) signifiant la saturation de la résine RNA_2 de l'adoucisseur.

NB :les analyses de DT et DC se répètent chaque 4heures pour sécuriser les installations et les lignes en évitant la formation d'un dépôt du tarte lors de lavage des bouteilles enverres.

I.5. La turbidité :

La Turbidité est déterminée par une méthode de mesure néphélométrique qui consiste à mesurer l'intensité de la lumière diffractée à 90° par rapport au faisceau lumineux incident.

On mesure la turbidité à l'aide d'un appareil appelé Turbidimètre il sert à contrôler et détecter la présence des matières en suspension (argile, grains de silice.....).

Mode Opérateur :

On remplit la cuvette propre avec l'échantillon de l'eau à analyser et on effectue rapidement la mesure après avoir bien essuyé les parois et le fond de la cuvette.

La Turbidité est exprimé en NTU.

L'analyse de la turbidité est effectuée au niveau du filtre à sable et du filtre à charbon. Les résultats sont donnés dans le tableau suivant :

		La turbidité		
Heures	jour	F.à sable	F.à charbon	Norme <0,5 ppm
08h20	20-avr	0,149	0,148	0,5
08h20	21-avr	0,147	0,146	0,5
08h20	22-avr	0,142	0,137	0,5
08h20	23-avr	0,138	0,138	0,5
08h20	24-avr	0,144	0,142	0,5
08h20	25-avr	0,138	0,136	0,5
08h20	26-avr	0,142	0,14	0,5

Tableau 3 : résultats d'analyses de la turbidité au niveau du filtre à sable et du filtre à charbon

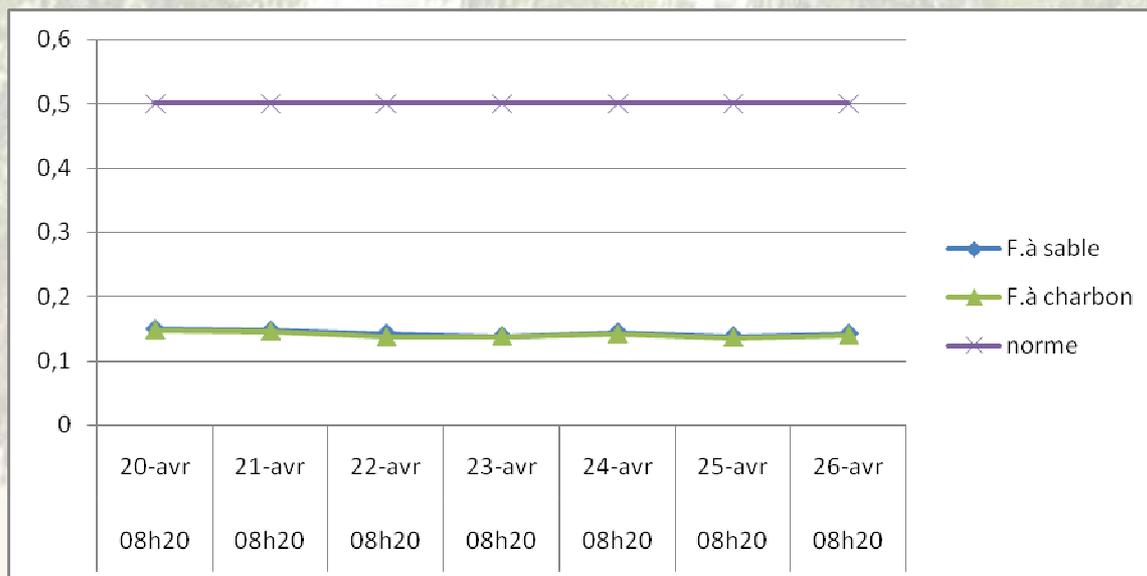


Figure3 : variation de la turbidité au cours d'une semaine

Intérprétation des résultats :

Sur la courbe on observe de petites variations de la turbidité au niveau du filtre à sable et filtre à charbon tout au long de la semaine.

Mais la valeur trouvée reste toujours très inférieure à la valeur trouvée 0,5(NTU) .

I.6.Le pH :potentiel d'Hydrogène

Le pH d'une eau est une indication de sa tendance à être acide ou alcaline , il est en fonction de la concentration des ions H^+ contenus dans l'eau.

$$pH = - \text{Log}[H_3O^+]$$

Résultats d'analyse :

La mesure du pH est effectuée au niveau du décarbonateur et du filtre à sable et les résultats sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

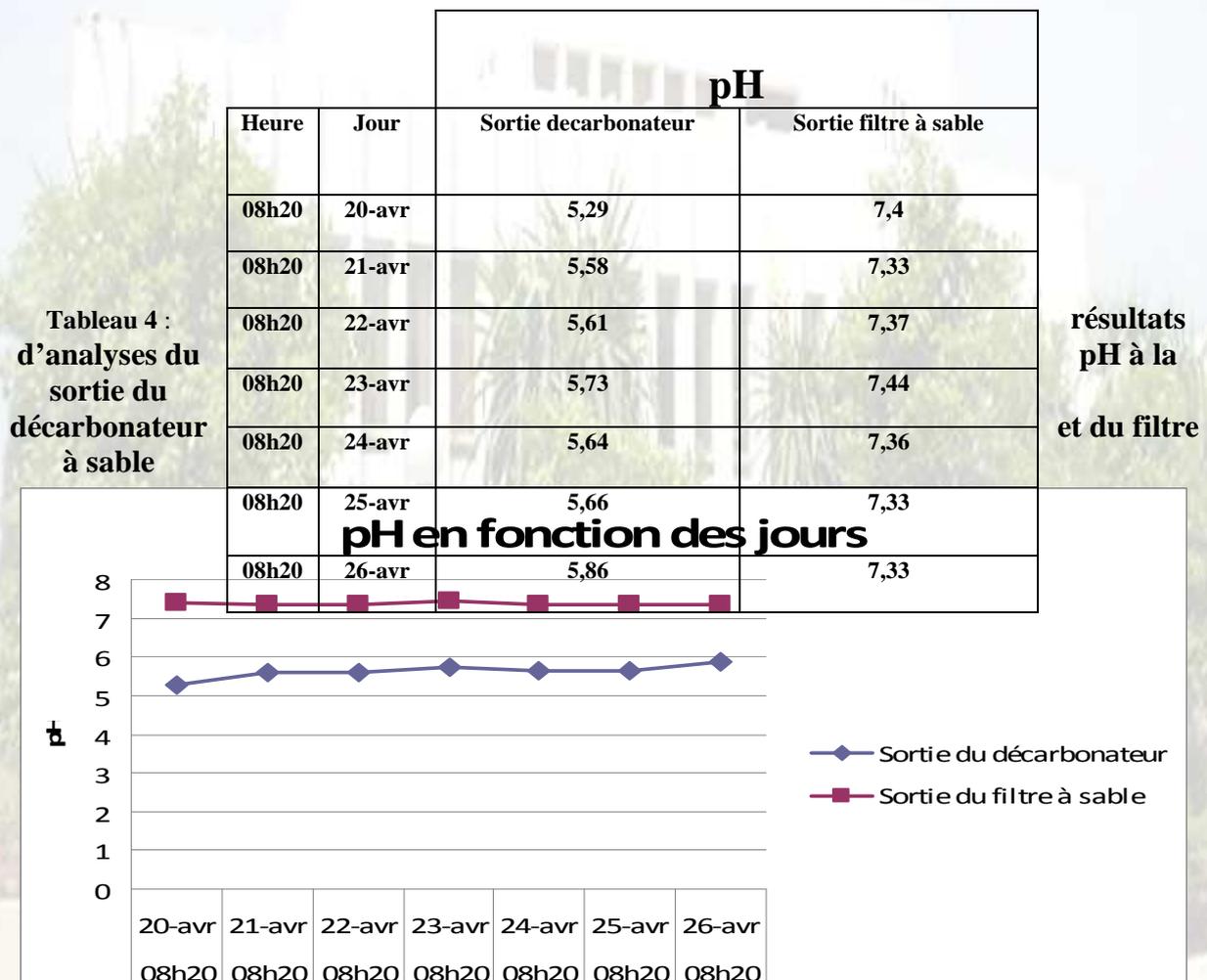


Figure 4 :variation du pH au cours d'une semaine

Interprétations des résultats :

Au cours du passage de l'eau de ville dans les filtres à sable pour éliminer les matières en suspension, la valeur est presque constante par ce que le milieu est chargé en Ca^{2+} et Mg^{2+} . Par contre, l'échange cationique au niveau du décarbonateur entre les protons H^+ provenant de la résine RCOOH et les cations Ca^{2+} et Mg^{2+} provoque la diminution du pH sans dépasser la norme ($\text{pH} \geq 4,9$).

I.7. La teneur en chlore

Le chlore est le réactif le plus utilisé pour la décontamination de l'eau, la détermination de la teneur en chlore dans l'eau s'effectue par la DPD c'est-à-dire (N-N Diethyl-p-phényle-Diamine), et il y'a deux type de DPD :

- DPD1 : nous renseigne sur le chlore résiduel.
- DPD4 : nous renseigne sur le chlore total.

Pour mesurer la teneur en chlore on utilise une méthode colorimétrique en produisant une coloration rosâtre caractéristique de la présence du chlore.

Mode Opérateur :

On remplit la cuvette avec l'eau à analyser, on ajoute le réactif DPD comme indicateur coloré, on agite bien et on pose la cuvette dans le comparateur puis on compare la couleur avec celle du chlore puis on déduit la valeur.

Résultat :

Les résultats au cours d'une semaine sont regroupés dans le tableau suivant :

Heure	Jour	Teneur en chlore	
		Entrée du filtre à charbon	Sortie du filtre à charbon
08h20	20avr	2	0
08h20	21avr	2	0
08h20	22avr	1,8	0,2
08h20	23avr	1,6	0,3
08h20	24avr	1,8	0
08h20	25avr	1,6	0
08h20	26avr	1,6	0

Tableau 5 : résultats d'analyses du chlore eu niveau du filtre à charbon

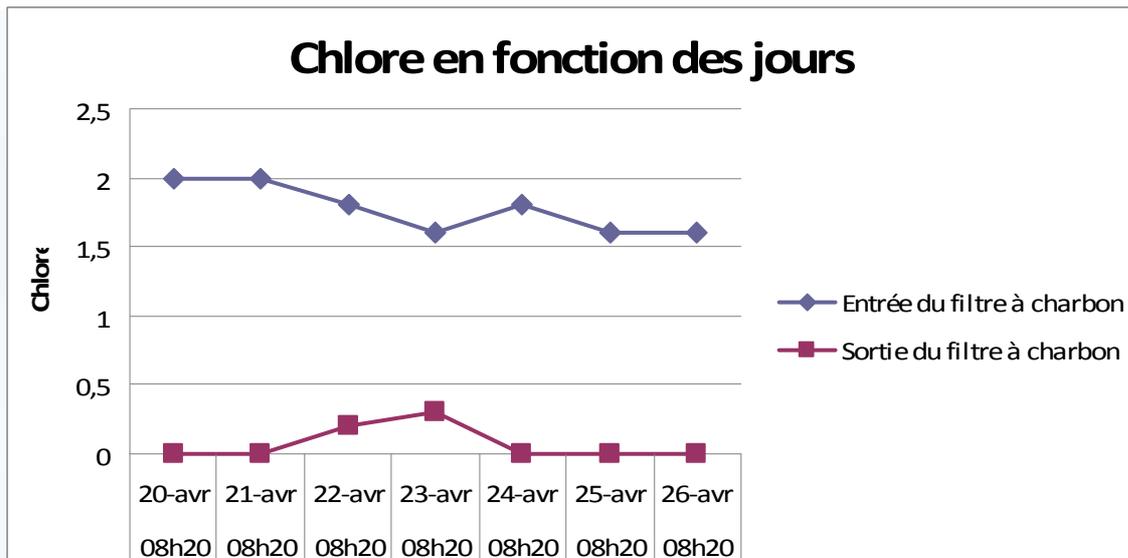


Figure5 : Teneur en chlore au cours d'une semaine

Interprétations des résultats :

On observe que la teneur en chlore est presque nulle à la sortie du filtre à charbon, ce qui explique l'efficacité de la filtration au niveau de ce filtre.

Remarque :

Si le pH devient inférieur à 4,9 on ajoute à ce moment là l'eau de ville dans le décarbonateur pour ajuster le pH du milieu.

I.8. Mesure du taux d'aluminium

Le sulfate d'alumine est employé comme coagulant et flocculant avant de filtrer l'eau. Le contrôle de sa teneur est réalisé sur de l'eau traitée à la sortie du filtre à sable, et du filtre à charbon pour s'assurer de l'absence de toute trace d'aluminium.

Mode opératoire :

La mesure de taux d'aluminium est comme celle du chlore est réalisée par la méthode colorimétrique. On remplit la cuvette optique jusqu'au trait de jauge par l'eau à analyser (10ml), ensuite on ajoute une pastille d'aluminium N°1 et une pastille d'aluminium N°2, on agite bien le mélange jusqu'à ce que le réactif se dissout complètement.

On met la cuvette dans le **comparateur Lovibond** contenant le disque Lovibond. on ajuste ce disque jusqu'à l'obtention de la même couleur que celle de la cuvette. On lit la valeur correspondante en mg/l.

I.9 La TDS : Le Taux des Solides Dissout

TDS c'est le taux des solides dissouts dans l'eau

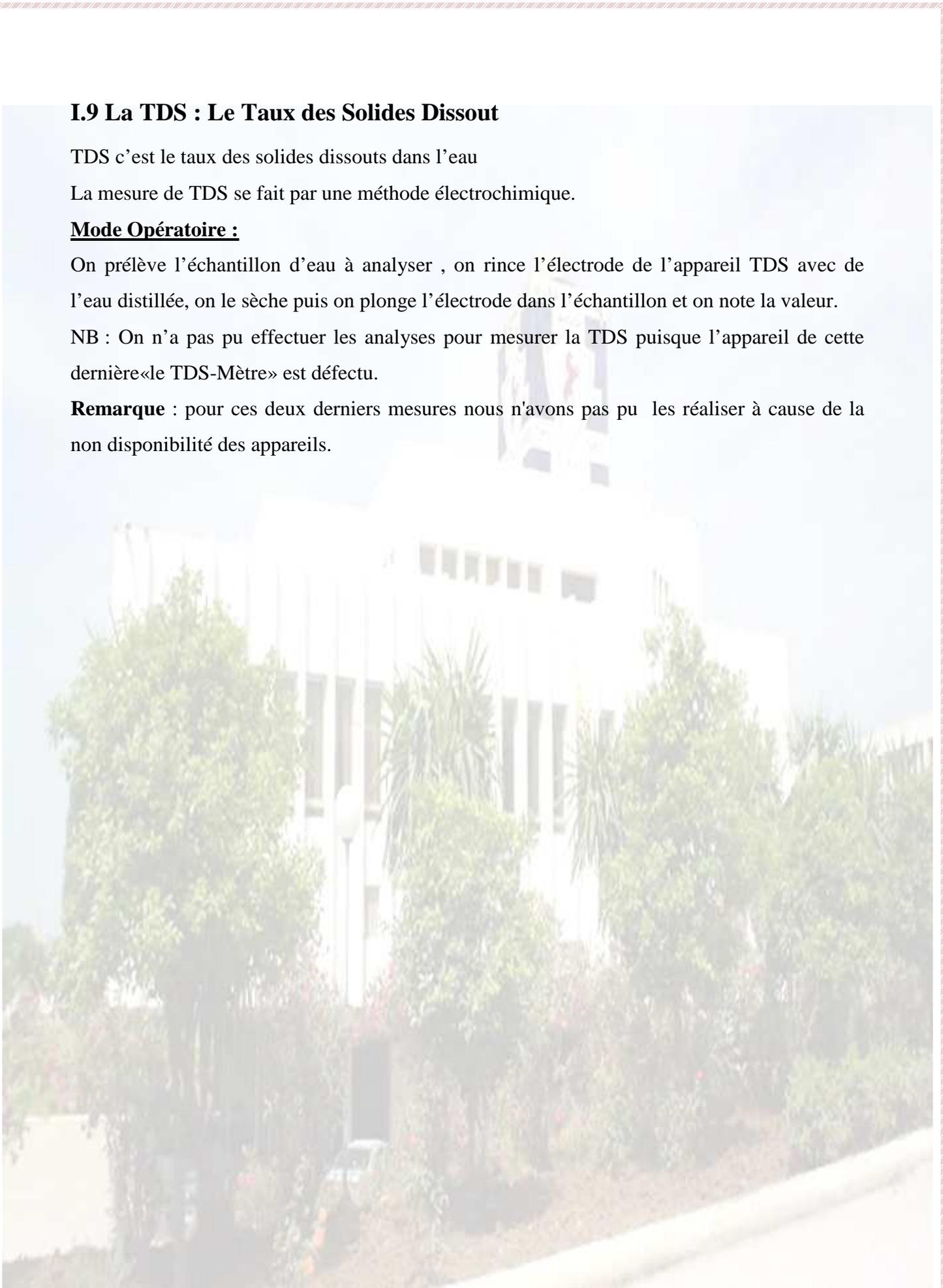
La mesure de TDS se fait par une méthode électrochimique.

Mode Opérateur :

On prélève l'échantillon d'eau à analyser , on rince l'électrode de l'appareil TDS avec de l'eau distillée, on le sèche puis on plonge l'électrode dans l'échantillon et on note la valeur.

NB : On n'a pas pu effectuer les analyses pour mesurer la TDS puisque l'appareil de cette dernière«le TDS-Mètre» est défectu.

Remarque : pour ces deux derniers mesures nous n'avons pas pu les réaliser à cause de la non disponibilité des appareils.



Conclusion

L'eau est le promoteur de l'industrie de fabrication des boissons gazeuses au sein de la CBGN. Donc, il est impératif de préserver et analyser ce constituant primordial dans cette industrie avant de l'utiliser et le protéger, dans le but de réduire le coût de l'opération du traitement.

La qualité alimentaire est devenue de plus en plus importante dans notre vie quotidienne et ceci à l'échelle nationale et internationale.

Le stage que j'ai effectué au sein de la CBGN a été très intéressant et très enrichissant, il m'a permis tout d'abord de montrer mes capacités, et d'acquérir beaucoup de connaissances qui sont nécessaires pour mon futur travail.

Ce stage m'a permis de suivre de plus en plus les différentes étapes de traitement des eaux nécessaire à la fabrication des boissons gazeuses, et de pouvoir effectuer plusieurs opérations analytiques des différentes eaux étudiées, sans oublier que toutes ces opérations obéissent à un système d'hygiène qui répond aux besoins du consommateur.

Lors de suivi de quelques paramètres physico-chimique de l'eau dans les filtres de traitements des eaux, on constate que les résultats obtenus répondent aux normes exigées et montrent le bon fonctionnement des filtres, et donc on peut dire que l'eau utilisée est de bonne qualité.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

***Les renseignements de la compagnie des boissons gazeuses (CBGN).**

***Cahier des modes opératoires des analyses effectués sur l'eau à traiter.**

***Cahier des enregistrements des analyses physico-chimiques effectués dans la station de traitement des eaux au sein de la CBGN.**

