

## Sommaire :

Introduction.....	4
Chapitre 1 : Présentation de la société .....	5
1. Histoire du Coca-Cola .....	6
2. Présentation de la CBGN : .....	7
3. Activités de la CBGN : .....	9
4. Description de l'usine : .....	9
<b>5.</b> Organigramme :.....	10
Chapitre 2 : Procédé de fabrication.....	11
I. Embouteillage :.....	11
1. Dépalettisation : .....	11
2. Décaisseuse : .....	11
3. Lavage des bouteilles :.....	12
4. Inspection visuelle par des mireurs :.....	13
5. Inspection électronique :.....	13
6. Soutirage :.....	13
7. Codage :.....	13
8. <i>Mirage plein</i> :.....	13
9. Etiquetage :.....	14
10 . Encaissage et palettisation : .....	14
II. Siroperie : .....	15
1. Préparation de sirop simple : .....	15
2. Préparation du sirop fini :.....	16
III. Traitement des eaux.....	16
1. L'eau destinée à la production et à la siroperie .....	16
2. L'eau traitée pour les laveuses ou l'eau adoucie : .....	20
Chapitre3 : Etude expérimental : Suivi de la variation des paramètres physico-chimiques de traitement des eaux .....	22
I. Les paramètres physico-chimiques analysés sur l'eau traitée : .....	23
1. TA (Le titre alcalimétrique) :.....	23
2. TAC (Le titre alcalimétrique complet) :.....	24
3. Turbidité : .....	24
4. Total des Solides Dissous (TDS) : .....	25

5. Potentiel d'hydrogène (pH) : .....	25
II. Résultats d'Analyses et Discussion : .....	26
1. TA et TAC : .....	26
2. Turbidité : .....	27
3. TDS (taux des solides dissous) : .....	29
4. pH (le potentiel d'hydrogène) : .....	30
Conclusion .....	32

## **LISTE DES FIGURES**

<b>Figure 1</b> : JACOB'S PHARMACY .....	5
<b>Figure 2</b> : les différentes bouteilles de Coca-Cola .....	6
<b>Figure 3</b> : Fiche technique de la CBGN.....	7
<b>Figure 4</b> : les différentes boissons gazeuses de la CBGN.....	8
<b>Figure 5</b> : Dépalettiseur .....	10
<b>Figure 6</b> : Décaisseuse .....	11
<b>Figure 7</b> : Laveuse.....	11
<b>Figure 8</b> : Inspection électronique .....	12
<b>Figure 9</b> : Soutireuse.....	12
<b>Figure 10</b> : Etiqueteuse .....	13
<b>Figure 11</b> : Palettiseur.....	13
<b>Figure 12</b> : Schéma d'embouteillage en verre .....	14
<b>Figure 13</b> : Schéma de principe du traitement des eaux .....	19
<b>Figure 14</b> : un turbidimètre .....	23
<b>Figure 15</b> : un PH-mètre .....	24
<b>Figure 16</b> : Graphique de la variation de TAC et TA de l'eau à traiter en fonction des jours .....	26
<b>Figure 17</b> : Graphique de la variation de la turbidité de l'eau à traiter en fonction des jours.....	27
<b>Figure 18</b> : Graphique de la variation du TDS de l'eau à traiter en fonction des jours. ....	28
<b>Figure19</b> : Graphique de la variation du pH de l'eau à traiter en fonction des jours. ....	30

## **LISTE DES TABLEAUX :**

<b>Tableau 1</b> : Paramètres physico-chimiques de contrôle des eaux. ....	21
<b>Tableau 2</b> : Valeurs de TAC moyen et TA moyen en mg/l en fonction des jours.....	25
<b>Tableau 3</b> : Résultats d'analyses de la turbidité en (NTU) en fonction des jours. ....	27
<b>Tableau 4</b> : Résultats d'analyses de la TDS en (mg/l) en fonction des jours. ....	28
<b>Tableau 5</b> : Résultats d'analyses du pH en fonction des jours. ....	29

## **LISTE DES ABRÉVIATIONS :**

**CBGN** : Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord.

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

**DT** : Dureté Total.

**DC** : Dureté Calcique.

**TAC** : Titre Alcalimétrique Complet.

**TA** : Titre Alcalimétrique.

**TDS** : Total Des Solides Dissous.

**N.T.U** : Unité Néphélométrique de Turbidité.

**ppm** : Partie Par Million.

**Norme I** : norme inférieure.

**Norme S** : norme supérieur.

**Moy** : moyenne.

## Introduction

Sans hésitation, l'eau est le composé chimique indispensable dans la vie des hommes, des végétaux et des animaux.

Dans le domaine industriel, l'eau à un intérêt primordial il est en même temps un régénérateur d'hydrogène et un milieu de réaction.

A la CBGN, l'eau doit répondre à des normes très strictes de point de vue qualité ; D'une part pour ne pas produire des effets nuisible sur la santé du consommateur, d'autre part pour ne pas poser des problèmes techniques dans la chaine de production.

Le traitement des eaux a pour but d'obtenir une eau ayant des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques requises pour la fabrication des boissons, ce traitement consiste le plus souvent en une filtration et un traitement par le chlore (hypochlorites).

La CBGN dispose d'une salle de traitement des eaux dans laquelle j'ai fait un suivi des paramètres physico-chimiques.

Ce rapport est subdivisé en trois chapitres : le premier chapitre concerne la présentation de la société, le deuxième chapitre décrit le procédé de fabrication au sein de la CBGN, le troisième chapitre est consacré à un suivi des paramètres de qualité de l'eau traité propre à la CBGN à savoir : TA, TAC, Turbidité, TDS et pH.

## 1. Histoire du Coca-Cola

La boisson Coca-Cola a été inventée le 8 mai 1886 par un pharmacien d'Atlanta nommé John Smith Pemberton.

Il s'agissait à l'origine d'un sirop désaltérant à base de :

- ✓ Extrait de noix de cola
- ✓ Feuilles de coca
- ✓ Extraits végétaux
- ✓ Sucre
- ✓ Caféine

Cette boisson, qui se diluait dans de l'eau glacée a été mis en vente dans une fontaine de soda de la Jacob's Pharmacy.

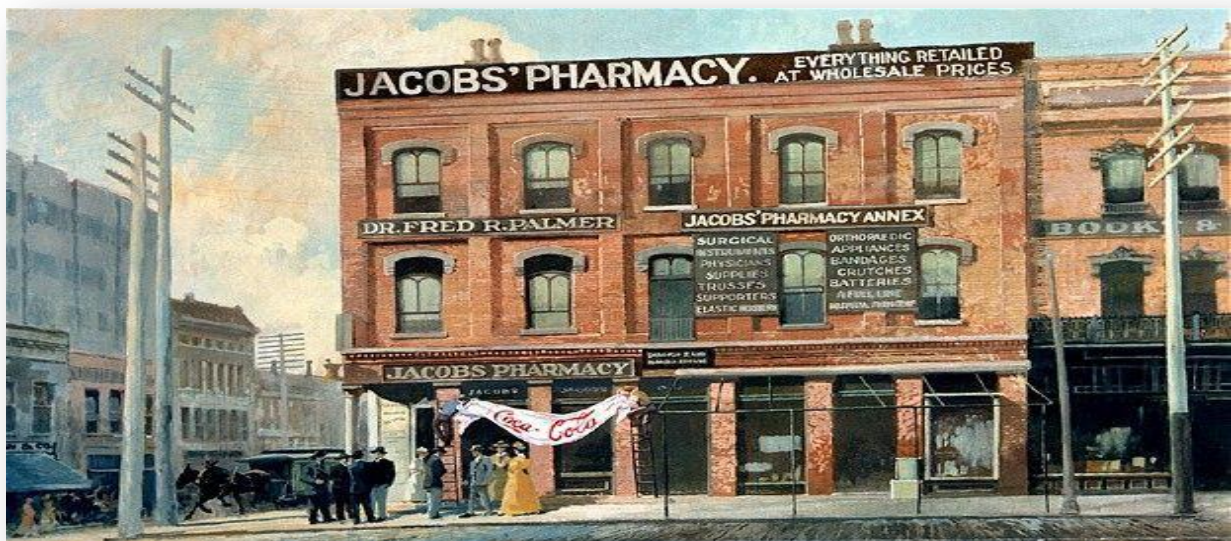


Figure 1 : JACOB'S PHARMACY

Ayant flairé la bonne affaire, un homme d'affaire, Asa Griggs Candler rachète tous les droits à Pemberton sur sa boisson pour 2300\$ en 1887 puis retravaille la composition qui deviendra une des recettes les mieux gardées au monde connue sous le nom : 7x. La recette dort quelque part dans la chambre forte de la « Trust Company of Georgia » à Atlanta.

Asa Candler fait connaître Coca-Cola à toute l'Amérique à grands coups marketing par des affiches publicitaires, des bons de dégustations ainsi qu'une multitude de produits dérivés.

Il faudra attendre 1892, pour voir apparaître l'entreprise The Coca-Cola Company créé à Atlanta. Ses ventes annuelles atteignent les premières années jusqu'à 4 millions de Litres vendus par an, ce qui est déjà conséquent pour une jeune entreprise.



**Figure 2** : les différentes bouteilles de Coca-Cola

## 2. Présentation de la CBGN :

La compagnie des boissons gazeuses du nord a vu le jour en 1952 à la place de l'actuel Hôtel SOFIA, elle est transférée ensuite au nouveau quartier industriel Sidi Brahim. Durant des années et jusqu'à 1987, la CBGN ne fabrique que Coca-Cola et Fanta Orange, après et pour augmenter sa part sur le marché, la compagnie a diversifié la production, alors elle a commencé à produire des nouveaux produits, « Sprite, Hawaiï,..... », Et pour la même raison, elle a lancé en 1991 les bouteilles en plastiques pour améliorer sa productivité mais durant ma période de stage la CBGN travaille que sur les bouteilles en verre, et plus de cela elle a acquis une nouvelle machine d'une grande capacité, rapide et qui effectue plusieurs tâches en même temps, comme le lavage, le traitement, le remplissage et le conditionnement.



La fiche technique suivante identifie clairement la société CBGN :

### Fiche Technique

Sigle	: CBGN
Raison sociale	: compagnie des Boissons Gazeuses du Nord
Adresse	: quartier industriel SIDI BRAHIM
Téléphone	: 0535641136/0535641070/0535641187
Fax	: 0535644244/0555641181
Boite Postal	: 2284
Secteur d'activité	: Agroalimentaire
Superficie	: environ 1 ha
Forme juridique	: Société anonyme

**Figure 3** : Fiche technique de la CBGN

### 3. Activités de la CBGN :

L'activité de la société est autant industrielle que commerciale, elle se charge de la production des boissons gazeuses du nord et de la distribution dans son territoire assigné.

Elle fabrique des boissons gazeuses de différents types (Coca-Cola, Fanta, Hawai... etc.), forme (verre), et de différents volumes (35cl, 1L)



**Figure 4** : les différentes boissons gazeuses de la CBGN

### 4. Description de l'usine :

L'usine de Fès est située au quartier industriel Sidi Brahim, elle couvre une superficie globale d'environ un hectare.

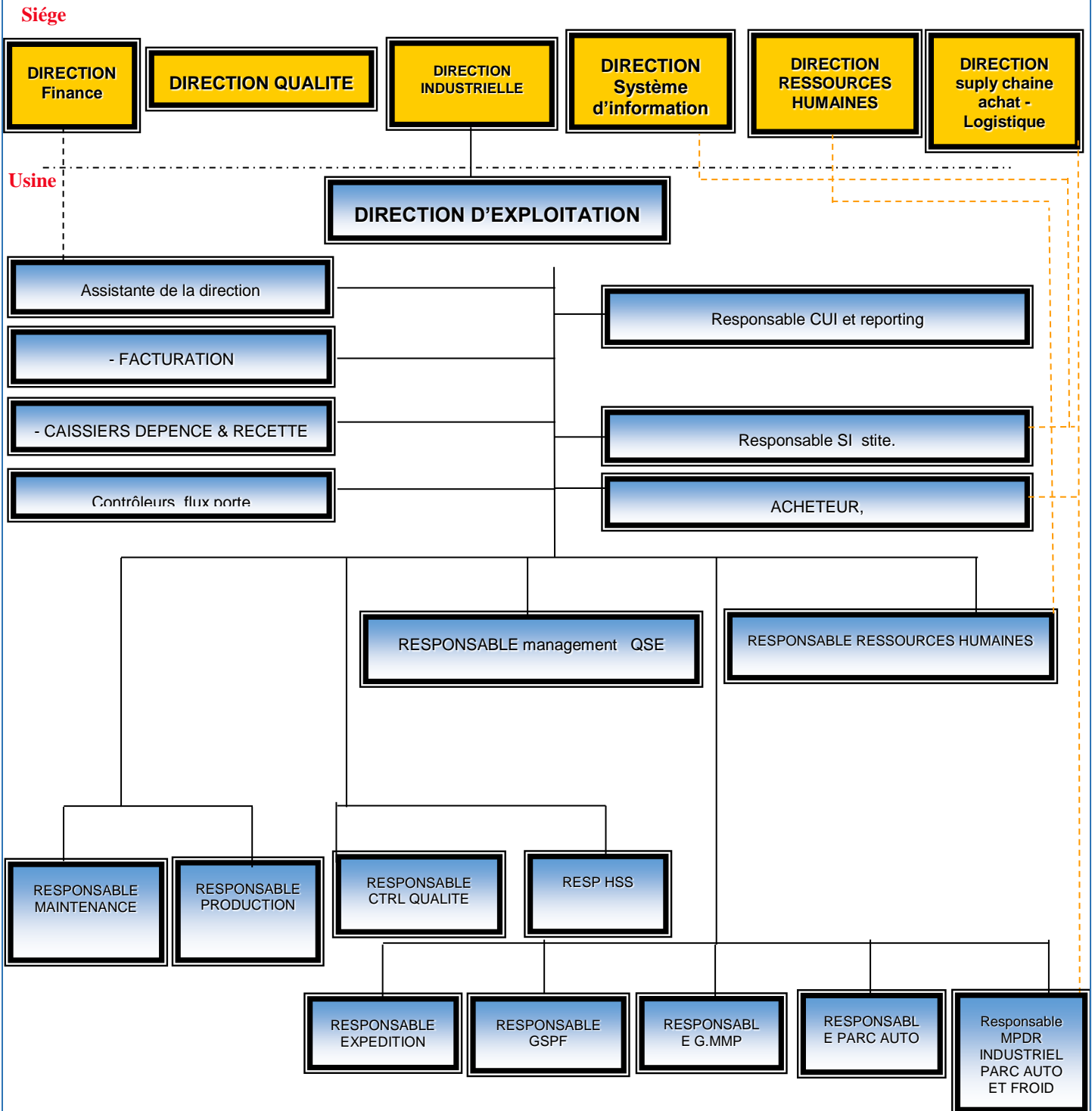
L'usine dispose de :

- ❖ Une station pour le traitement des eaux de process.
- ❖ Une ligne de production (siroperie).
- ❖ Trois chaudières pour la production de la vapeur.
- ❖ Ligne de productions 1 et 2 des bouteilles en verre.



## 5. Organigramme :

# ORGANIGRAMME DIRECTION USINE



## I. Embouteillage :

### 1. Dépalettisation :

Cette machine représente un système presque automatisé concernant la mise en caisses sur convoyeurs, ces caissiers sont placés les uns sur les autres sous forme d'un parallélogramme de six caissiers sur quatre caissiers pour le volume de 1L et six caissiers pour le volume de 35 cl 20 cl, ce parallélogramme est posé sur une planche appelée palette.



**Figure 5** : Dépalettiseur

### 2. Décaisseuse :

C'est une machine qui enlève les bouteilles vides des caisses et les pose sur le convoyeur qui alimente la laveuse des bouteilles et laisse échapper les caisses en destination de la laveuse des caisses.



**Figure 6 : Décaisseuse**

### 3. Lavage des bouteilles :

Le lavage s'effectue selon les étapes suivantes :

- La pré inspection :** Pour élimination des bouteilles non conformes.
- Le pré lavage :** Il est assuré par une eau adoucie à la température ambiante, permettant l'élimination des adhérents aux parois.
- Le lavage à la soude caustique :** S'effectue à une température de 70°C combiné à un additif « le triphosphate de sodium » dont le rôle est d'empêcher la formation de la mousse provenant de NaOH.
- Le pré rinçage :** Est une opération de rinçage des bouteilles afin d'éliminer les traces du détergent, se fait dans trois bains contenant une eau adoucie chaude, tiède et froide pour éviter le choc thermique qui entraînera la casse des bouteilles.
- Le rinçage final :** Est réalisé par l'eau adoucie chlorée (1 à 3ppm) pour éliminer les résidus caustiques et de refroidir les bouteilles jusqu'à température ambiante.



**Figure 7 : Laveuse**

#### 4. Inspection visuelle par des mireurs :

Cette étape consiste à éliminer les bouteilles mal lavés et ébréchées.

#### 5. Inspection électronique :

Pour retirer les bouteilles contenant des matières étrangères.



**Figure 8** : Inspection électronique

#### 6. Soutirage :

C'est le remplissage des bouteilles lavées par la boisson à l'aide d'une soutireuse qui seront par la suite fermées hermétiquement au niveau de la visseuse.



**Figure 9** : Soutireuse

#### 7. Codage :

Les bouteilles remplies sont codées sur le bouchon (date, heure, lieu de production, date de péremption, ligne concernée)

#### 8. Mirage plein :

Les bouteilles remplies et codées sont contrôlées visuellement par un appareil électronique.



## 9. Etiquetage :

Après l'inspection visuelle, les bouteilles sont étiquetées.



**Figure 10 :** Etiqueteuse

## 10. Encaissage et palettisation :

C'est l'opération qui consiste à poser les bouteilles pleines du convoyeur sur les caisses et pour la

Palettisation : c'est la mise en palette des caisses pleines de bouteilles remplies.



**Figure 11 :** Palettiseur

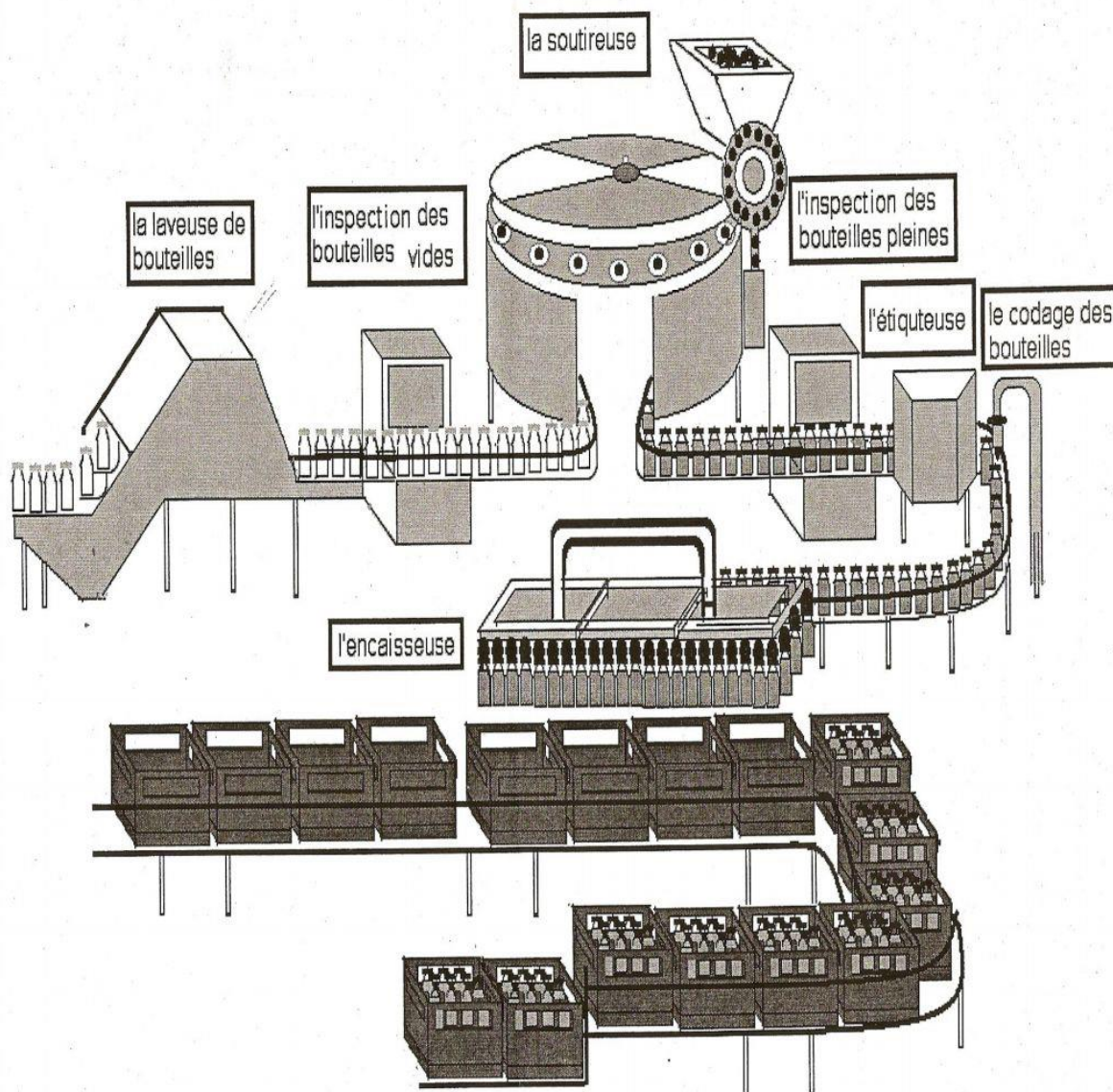


Figure 12 : Schéma d'embouteillage en verre

## II. Siroperie :

### 1. Préparation de sirop simple :

Cette préparation s'effectue en plusieurs étapes :

#### + Dissolution de sucre :

La préparation du sirop simple commence par la dissolution du sucre avec de l'eau traitée dans une cuve appelée CONTIMOL (poste de dissolution continue du sucre).



Le mélange est versé par la suite dans le dissolvant par le haut de la cuve. En même temps que le sucre est versé dans le dissolvant (cuve de dissolution) déjà rempli d'eau traitée, l'agitateur commence à homogénéiser la solution (eau sucre).

Le sirop est chauffé à contre-courant, dans l'échangeur, avec de la vapeur d'eau.

La dissolution est considérée finie quand le mélange atteint un Brix supérieur à 60° Brix et 80°C à 85°C de température.

#### **Ajout du charbon actif :**

Dans une cuve, on ajoute le charbon actif sous forme de poudre au sirop simple afin d'éliminer les impuretés, les cendres, les particules odorantes et sa clarification.

#### **Filtration :**

Après une durée de 1h à 2h, le sirop simple subit une filtration dans une cuve, par une pâte filtrante en célite, dont le rôle est d'éliminer le charbon et les matières en suspension.

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

#### **Refroidissement du sirop simple :**

Après l'étape de filtration on procède au refroidissement du sirop simple filtré avant de le mettre dans les cuves de préparation du sirop fini.

Le refroidissement s'effectue dans un échangeur thermique afin de diminuer sa température 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 est mélangé avec un concentré (si on parle de liquide), ou extrait de base (si on parle de poudre), selon le sirop fini désiré.

Au début, on fait passer le sirop simple en premier lieu puis on met en marche l'agitateur de la cuve de mélange (cuve de préparation du sirop fini). Verser les éléments du mélange, concentré, continuer l'agitation pendant 30min.

On arrête de l'agitateur pendant 10min pour désaérer, et on prélève un échantillon pour vérifier le Brix, le goût, l'odeur et l'apparence.

## **III. Traitement des eaux :**

### **1. L'eau destinée à la production et à la siroperie :**

Le traitement de l'eau a pour objectif de :

- L'élimination des substances colloïdales et les matières en suspension pouvant être présentes dans l'eau de ville.
- L'élimination de toute coloration, odeur et goût indésirables.
- La diminution de l'alcalinité.
- Désinfection de l'eau.

L'intérêt du traitement d'eau est alors d'éliminer tous les constituants de l'eau qui jouent un rôle nuisible. Parmi ces constituants on trouve :

### ✚ **Matières en suspension:**

Ce sont des particules solides très fine et généralement visible à l'œil nu, soit les particules retenus par un filtre, ces matières pouvant provoquer une formation de mousse lors du remplissage.

### ✚ **Les matières organiques :**

Sont des matières fabriquée par les êtres vivants peut entrainer de floc dans la boisson.

### ✚ **Les substances sapides et odorantes :**

Les substances sapides et odorantes telles que le chlore, et le fer peut réagir avec les arômes délicats des boissons et en affecter le goût. En outre, l'eau ne doit pas contenir trop de composants minéraux sous peine de donner un goût saumâtre ou salé à la boisson.

### ✚ **L'alcalinité :**

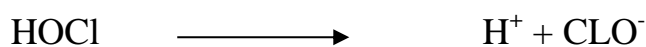
Est due aux bicarbonates, aux carbonates ou aux hydroxydes, peuvent donner un goût anormale au produit fini.

## **La description des différentes étapes de traitement d'eau**

### **a. Bassin1 :**

Ce bassin est destiné à la fois au stockage de l'eau et à sa chloration par l'injection d'une quantité de chlore comprise entre 1 et 3 ppm.

L'introduction du chlore dans l'eau conduit à son hydrolyse :



A noter que la teneur en chlore et les paramètres : goût, odorat et apparence (GOA), sont analysés quotidiennement.

### **b. Filtres à sables :**

L'eau sortante du bassin 1 est transportée via des pompes vers les filtres à sable après avoir reçue une dose de sulfate d'aluminium qui représente l'agent coagulant et qui va déstabiliser les particules colloïdales pour former des floccs qui vont être éliminé au niveau de ces filtres.

➡ La technique de la **coagulation floculation** permet d'absorber plusieurs composés chimiques responsables de l'odeur, de la couleur ou du goût anormal d'une eau.

L'efficacité de ces filtres est vérifiée par l'analyse des GOA et la turbidité, il faut aussi vérifier l'état du sable. Cette vérification peut conduire au changement de ce dernier si nécessaire.

La propreté du filtre à sable est assurée par le lavage à contre-courant, qui consiste à inverser le courant d'eau traversant le filtre pour expulser les floccs résultants du processus de coagulation-floculation, puis un lavage avec l'eau chloré.

### c. Le décarbonateur :

Il s'agit d'une grande cuve remplie par un lit de résines cationiques faiblement acide de type  $\text{RCO}_2\text{H}$  ; c'est un solide organique insoluble qui au contact de l'eau échange les cations qu'il contient avec les cations provenant de la solution.

Dans notre cas, la résine utilisée est de type  $\text{RCO}_2\text{H}$ , le but étant de réduire l'alcalinité de l'eau en diminuant le pH.

Le mécanisme consiste à échanger les ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  provenant du bicarbonate de sodium et de magnésium par de l'hydrogène avec la formation du gaz carbonique suivants les réactions :



Lorsque les paramètres TAC dépassent 85 ppm le décarbonateur doit être régénéré en faisant un lavage par l'acide chlorhydrique HCL, après on fait un rinçage final avec l'eau traitée pour éliminer les traces de HCl restantes.

### d. Bassin 2:

Le bassin 2 est un bassin qui reçoit l'eau sortante du décarbonateur, une injection de chlore est ajoutée de telle manière à obtenir une concentration de 1 à 3 ppm afin de désinfecter l'eau.

### e. Filtre à charbon :

On utilise un filtre à charbon actif afin d'éliminer le chlore et les substances susceptibles de donner un goût anormal aux produits de la compagnie ainsi l'élimination de la matière organique et adsorber les micropolluants organiques à l'état de traces.

Le filtre à charbon doit être rechargé quand :

- Le filtre ne parvient plus à éliminer le chlore, les goûts et les odeurs.
- L'inspection révèle que le charbon est en mauvais état.
- Les analyses micro-biologiques l'imposent.

On recourt alors à une stérilisation par la vapeur pendant 2 heures ensuite un lavage à contre-courant avec de l'eau chlorée.

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

A la sortie du filtre à charbon, plusieurs paramètres doivent être vérifiés:

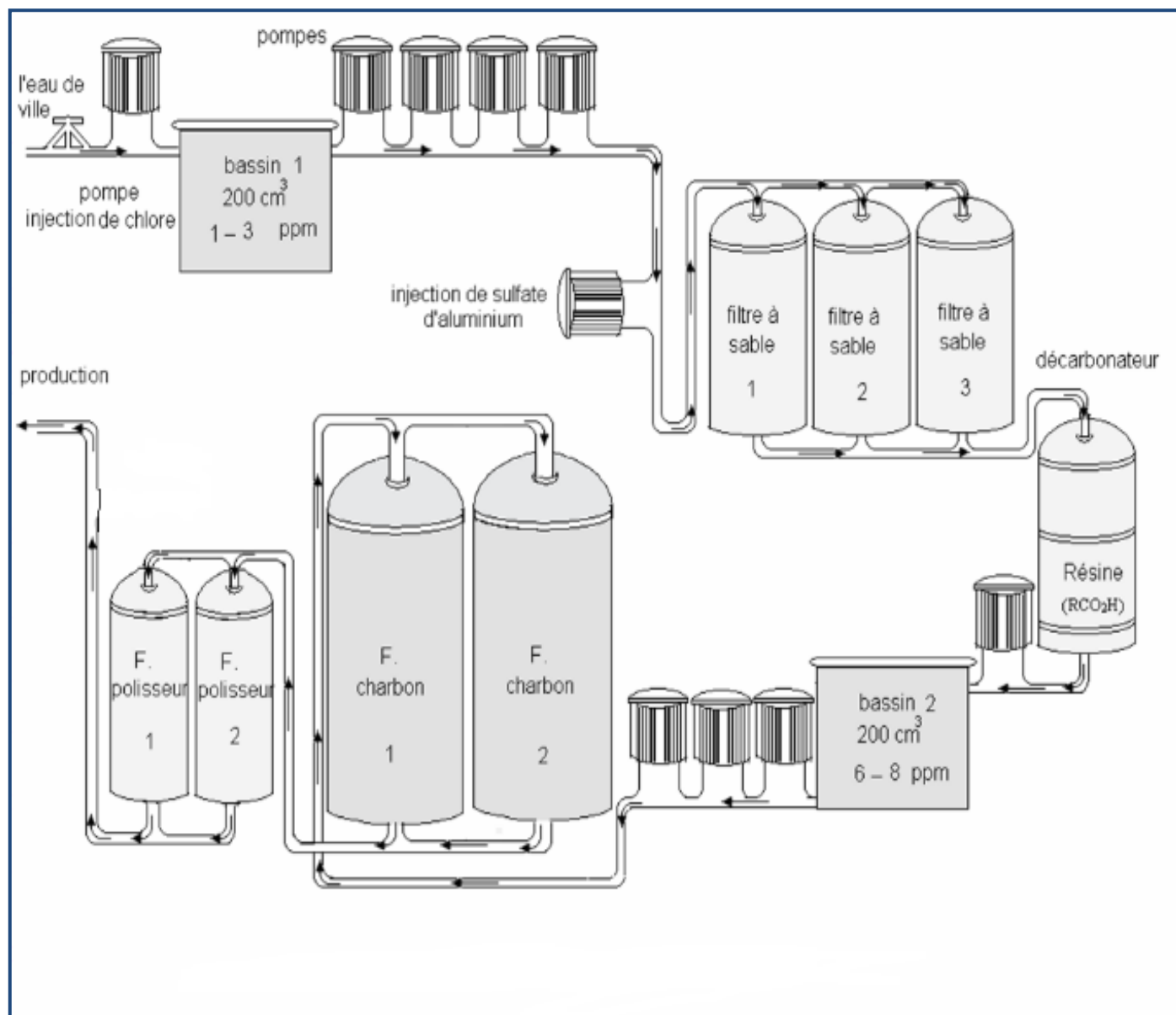
- GOA
- Le titre alcalimétrique (TA) qui ne doit pas dépasser les 2 mg/l.
- Le titre alcalimétrique(TAC) complet qui ne doit pas dépasser les 85 mg/l.
- La teneur en chlore doit être nulle.
- Le pH doit être supérieur à 5.
- La TDS ne doit pas dépasser 500 ppm. (Total de solide dissous)
- La turbidité doit rester dans la limite de 0.5 NTU.

Ces analyses se répètent toutes les 2heures.

#### **f. Filtres polisseurs :**

La station renferme deux filtres polisseur, chaque filtre se compose d'un support pour filtre en papier ou cartouche en fibre chargé d'éliminer les particules de charbon actif éventuellement présentes dans l'eau à la sortie du filtre à charbon.

La stérilisation du filtre polisseur s'effectue deux fois par semaine (ou selon les résultats des analyses microbiologiques).



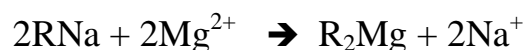
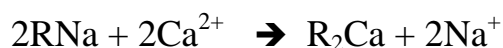
**Figure 13 :** Schéma de principe du traitement des eaux

## 2. L'eau traitée pour les laveuses ou l'eau adoucie :

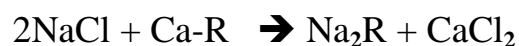
L'eau adoucie est préparée spécialement pour l'utilisation au niveau des laveuses, la dureté calcique de cette eau doit être inférieure ou égale à 40mg /L pour ne pas avoir un dépôt de calcaire dans les bains des laveuses.

## Filtration au niveau de l'adoucisseur

Lors de l'opération de rinçage des bouteilles, l'utilisation d'une eau trop dure peut entraîner la formation de tartre, pour réduire cette dureté, généralement due à un excès de calcium et de magnésium, on peut procéder à un adoucissement sur une résine échangeuse de cations de type  $\text{Na}_2\text{R}$ .



Dans le cas où la mesure du taux de la dureté révèle des valeurs hors norme, une opération de régénération de la colonne opérationnelle est nécessaire. La régénération se fait à l'aide du chlorure de sodium  $\text{NaCl}$  selon la réaction suivante :





Plusieurs contrôles sont nécessaires pour veiller sur l'efficacité de l'installation à fin de procurer une eau répondant aux normes recommandées, ces paramètres sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau 1 :** Paramètres physico-chimiques de contrôle des eaux.

<b>Eau contrôlée</b>	<b>Paramètres</b>
<b>Eau brute</b>	-Goût .Odeur.Apparence. - pH. - Cl <sub>2</sub> (ppm ; mg/litre). - TA et TAC (ppm). - TDS (ppm). - Turbidité (NTU).
<b>Eau de filtre à sable</b>	-Goût .Odeur.Apparence. - Cl <sub>2</sub> (ppm ; mg/litre). - Aluminium (ppm ; mg/litre). - Turbidité (NTU).
<b>Eau de décarbonateur</b>	- TA et TAC (ppm). - TDS (ppm). - pH.
<b>Eau de filtre à charbon</b>	- Cl <sub>2</sub> (ppm ; mg/litre). - Aluminium (ppm ; mg/litre) - TA et TAC (ppm). - TDS (ppm). - G.O.A. - pH.
<b>Eau de filtre polisseur</b>	- Turbidité(NTU) - Dureté totale(ppm)
<b>Eau adoucie</b>	- G.O.A. - Dureté calcique (Ca <sup>2+</sup> en ppm). - Dureté Totale (Ca <sup>2+</sup> & Mg <sup>2+</sup> en ppm)

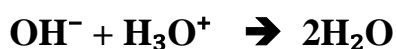
## I. Les paramètres physico-chimiques analysés sur l'eau traitée :

### 1. TA (Le titre alcalimétrique) :

Le titre alcalimétrique permet de connaître la teneur de l'eau en ion libre  $\text{OH}^-$  et les carbonates  $\text{CO}_3^{2-}$ .

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

Les réactions mises en jeu sont :



- **Les réactifs :**

-Solution d'acide sulfurique 0.02N.

-Phénol phtaléine.

-Thiosulfate de sodium (0.01N).

-Méthyle orange.

- **Mode opératoire :**

Dans un bêcher on prélève 100 ml de l'échantillon de l'eau à analyser puis on ajoute quelques gouttes de phénophtaléine comme un indicateur coloré et ensuite quelques gouttes de thiosulfate de sodium.

\*si la solution reste incolore, le  $\text{TA} = 0$  (mg/l de  $\text{CaCO}_3$ ).

\* si l'échantillon vire au rose, on doit titrer avec la solution de l'acide sulfurique en agitant, jusqu'à disparition de la coloration rose.

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

$$\text{TA (mg/l de CaCO}_3) = 10 * \text{volume de l'acide versé en ml}$$

### 2. TAC (Le titre alcalimétrique complet) :

Le titre alcalimétrique complet permet de connaître la teneur de l'eau en ion libre  $\text{OH}^-$  et les Carbonates  $\text{CO}_3^{2-}$  et les bicarbonates  $\text{HCO}_3^-$ .

On a :  $\text{TAC} = [\text{OH}^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-]$

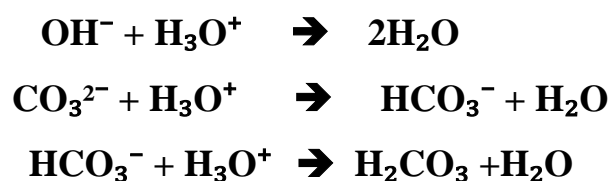
- **Mode opératoire :**

On ajoute à la solution de TA quelque goutte de méthyle orange comme un indicateur coloré,  
Puis on titre par  $H_2SO_4$  jusqu'au virage du jaune au orange-rouge.

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

$$\text{TAC (mg/l de CaCO}_3\text{)} = 10 * \text{volume de l'acide versé en ml}$$

Les réactions mises en jeu sont :



### **3. Turbidité :**

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

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



**Figure 14 :** un turbidimètre

- **Mode Opératoire :**

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

La Turbidité est exprimée en NTU.

### **4. Total des Solides Dissous (TDS) :**

Le TDS c'est le total des solides dissous dans l'eau.

La mesure de TDS se fait par une méthode électrochimique.

- **Mode Opérateur :**

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

## **5. Potentiel d'hydrogène (pH) :**

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<sup>+</sup> contenus dans l'eau.

$$\text{pH} = - \text{Log} [\text{H}_3\text{O}^+]$$



**Figure 15 :** un PH-mètre

- **Mode Opérateur :**

On prélève l'échantillon de l'eau à analyser, on rince l'électrode de l'appareil (pH-mètre) avec l'eau distillée, qu'on sèche, puis on la plonge dans l'échantillon, et enfin on note la valeur affichée.

## **II. Résultats d'Analyses et Discussion :**

Nous avons effectué plusieurs prélèvements de l'eau au niveau de décarbonateur depuis le 23 avril jusqu'au 04 mai 2018, et nous avons étudié les paramètres physico-chimiques suivants : Titre alcalimétrique TA, Titre alcalimétrique complet TAC, pH, Turbidité, TDS.

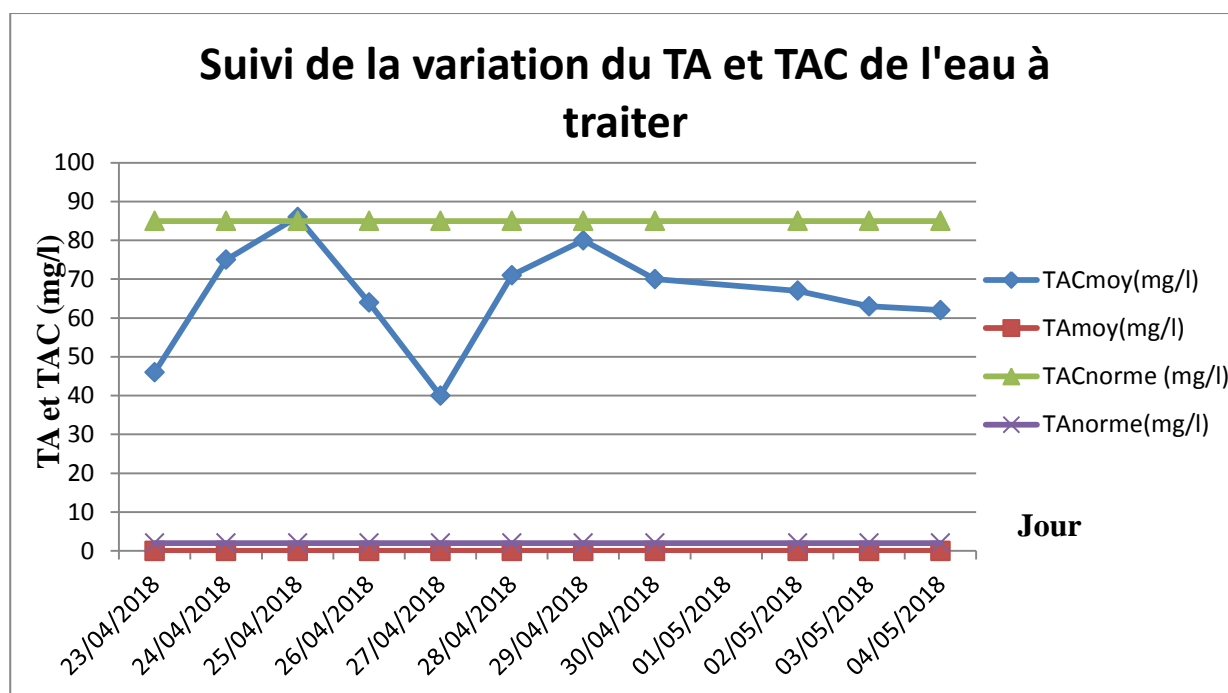
## 1. TA et TAC :

### a) Résultats :

Les résultats des analyses du TA et TAC obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

**Tableau 2** : Valeurs de TAC moyen et TA moyen en mg/l en fonction des jours.

Jour de prélèvement	TAC moy (mg/l)	TA moy (mg/l)	TAC norme (mg/l)	TA norme (mg/l)
23/04/2018	46	0	85	2
24/04/2018	75	0	85	2
25/04/2018	86	0	85	2
26/04/2018	64	0	85	2
27/04/2018	61	0	85	2
28/04/2018	71	0	85	2
29/04/2018	80	0	85	2
30/04/2018	70	0	85	2
02/05/2018	67	0	85	2
03/05/2018	63	0	85	2
04/05/2018	62	0	85	2



**Figure 16** : Graphique de la variation de TAC et TA de l'eau à traiter en fonction des jours.

### b) Interprétations des résultats:

- ❖ D'après la courbe on constate que les valeurs du TAC sont dans la norme, à l'exception de deux valeurs : 25 avril et 29 avril à ce moment-là on procéda à une régénération de la résine par l'acide chlorhydrique
- ❖ Après la régénération, on voit clairement d'après la courbe que les valeurs du TAC ont diminué, ce qui montre l'efficacité de la régénération.
- ❖ On remarque que la valeur du TA reste toujours nulle et ne dépasse pas la norme ( $TA < 2 \text{ mg/l}$ ) puisque le décarbonateur élimine les hydroxydes et les carbonates, et donc le bon fonctionnement du filtre.

## 2. Turbidité :

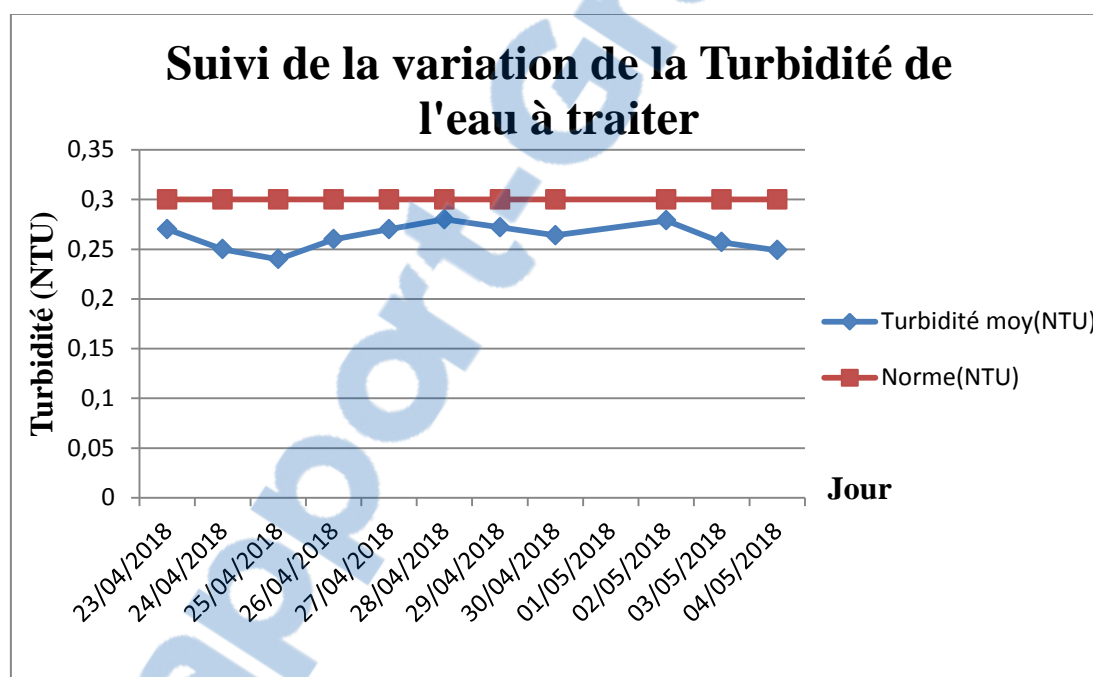
### a) Résultats :

Les résultats des analyses de la turbidité obtenus sont consignés dans le tableau suivant :



**Tableau 3** : Résultats d'analyses de la turbidité en (NTU) en fonction des jours.

Jour du prélèvement	Turbidité moy(NTU)	Norme(NTU)
23/04/2018	0,27	0,3
24/04/2018	0,25	0,3
25/04/2018	0,24	0,3
26/04/2018	0,26	0,3
27/04/2018	0,27	0,3
28/04/2018	0,29	0,3
29/04/2018	0,272	0,3
30/04/2018	0,264	0,3
02/05/2018	0,279	0,3
03/05/2018	0,257	0,3
04/05/2018	0,249	0,3



**Figure 17** : Graphique de la variation de la turbidité de l'eau à traiter en fonction des jours.

**b) Interprétations des résultats:**

- ❖ D'après les résultats obtenus concernant la turbidité on constate que les valeurs se trouvent dans la norme.

- ❖ En cas d'obtention d'une valeur hors norme, il est nécessaire d'effectuer un lavage à contre-courant.

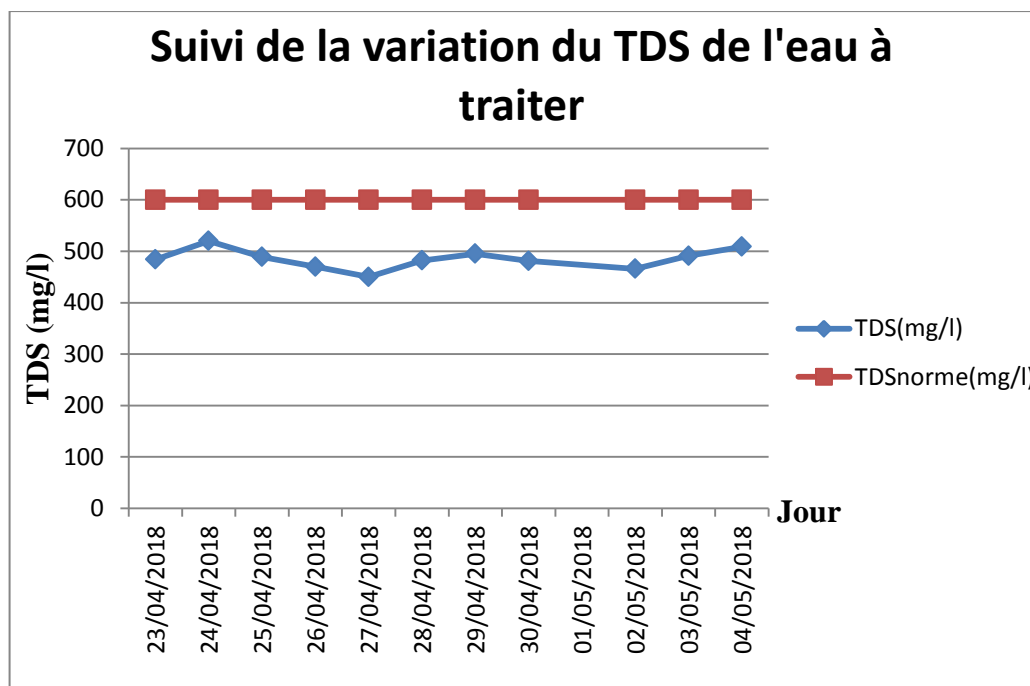
### 3. TDS (Total des solides dissous) :

#### a) Résultats :

Les résultats des analyses de la TDS obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

**Tableau 4** : Résultats d'analyses de la TDS en (mg/l) en fonction des jours.

Jour du prélèvement	TDS (mg/l)	TDSnorme (mg/l)
23/04/2018	484	600
24/04/2018	520	600
25/04/2018	489	600
26/04/2018	470	600
27/04/2018	450	600
28/04/2018	482	600
29/04/2018	495	600
30/04/2018	481	600
02/05/2018	466	600
03/05/2018	491	600
04/05/2018	509	600



**Figure 18** : Graphique de la variation du TDS de l'eau à traiter en fonction des jours.

## b) Interprétations des résultats:

- ❖ D'après la courbe on constate que les valeurs du taux des solides dissous (TDS), se trouvent dans la norme.
- ❖ Si les valeurs du TDS commence à augmenter il est nécessaire de penser à un lavage à contre-courant.

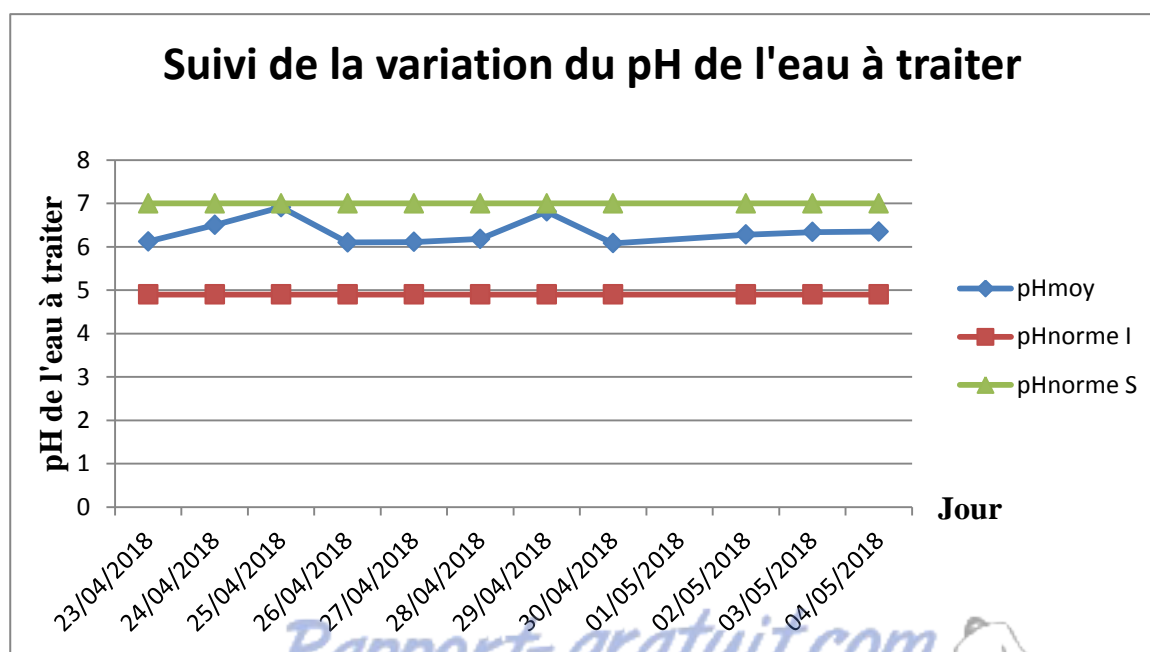
## 4. pH (le potentiel d'hydrogène) :

### a) Résultats :

Les résultats des analyses du pH obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

**Tableau 5 : Résultats d'analyses du pH en fonction des jours.**

Jour du prélèvement	pH moy	pH norme I	pH norme S
23/04/2018	6,12	4,9	7
24/04/2018	6,50	4,9	7
25/04/2018	6.91	4,9	7
26/04/2018	6,1	4,9	7
27/04/2018	6,11	4,9	7
28/04/2018	6,18	4,9	7
29/04/2018	6.81	4,9	7
30/04/2018	6,08	4,9	7
02/05/2018	6,28	4,9	7
03/05/2018	6,34	4,9	7
04/05/2018	6,35	4,9	7



**Figure19** : Graphique de la variation du pH de l'eau à traiter en fonction des jours.

**b) Interprétations des résultats:**

- ❖ D'après la courbe on observe que les valeurs du pH au cours du suivi de trouvent dans les normes c'est-à-dire ( $4.9 < \text{pH} < 7$ ), à l'exception des deux valeurs : 25 avril et 29 avril et ça coïncide avec l'augmentation de la valeur du TAC pendant les mêmes jours car le pH et TAC varie parallèlement.
- ❖ On un échange cationique au niveau du décarbonateur entre les protons  $\text{H}^+$  provenant de la résine  $\text{RCOOH}$  et les cations  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  présent dans l'eau brute ce qui provoque la diminution du pH.
- ❖ La norme ( $4.9 < \text{pH} < 7$ ) est recherché car la majorité des bactéries d'altération se développent dans un milieu basique ou neutre.

## Conclusion

Au terme de ce travail, l'objectif du contrôle et le suivi de la variation des paramètres physico-chimiques de l'eau de ville à traiter est de sensibiliser l'efficacité de ce procédé pour cette eau destinée à la production.

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 sur l'eau à traiter sans oublier que toutes ces opérations obéissent à un système d'hygiène qui répond aux besoins du consommateur.

Au cour de mon suivi de quelques paramètres physico-chimiques de l'eau à traiter au niveau du décarbonateur, on a constaté que lorsque TAC augmente et le pH commence à arriver à une valeur proche de la norme, on procède à une régénération de la résine cela pour avoir des résultats répondent aux normes exigés, et pour éviter tous les risques sur le produit alimentaire destinée au consommateur.

Ce stage enrichissant que j'ai effectué au sein de la **Compagnie des Boissons Gazeuse du Nord** m'a offert une vision plus proche de la réalité du monde industriel, et m'a aussi permis d'utiliser mes connaissances et ses compétences déjà acquises, et d'en acquérir de nouvelles.