



UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES



Licence Sciences et Techniques (LST)

# GENIE CHIMIQUE

## PROJET DE FIN D'ETUDES

### Suivi de l'Efficacité des Traitements des Eaux



Présenté par :

◆ ASSILA OUISSAL

Encadré par :

◆ Mr. EL KHAMMAR FAHMI (CBGN)

◆ Pr. HAMID WAHBI (FST-Fès)

**Soutenu Le 08 Juin 2016 devant le jury composé de:**

- Pr HICHAM CHTIOUI (FST-Fès)

- Pr ABDELHADI LHASSANI (FST-Fès)

- Pr. HAMID WAHBI (FST-Fès)

- Mr. EL KHAMMAR FAHMI (CBGN)

**Stage effectué à la CBGN  
Année Universitaire 2015 / 2016**

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES – SAISS

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

☎ Ligne Directe : 212 (0)5 35 61 16 86 – Standard : 212 (0)5 35 60 82 14

Site web : <http://www.fst-usmba.ac.ma>

# Remerciements

Avant d'aborder le vif de mon projet :

- Je tiens à remercier **Monsieur le Directeur** de la Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord de FES qui m'a donné l'opportunité de passer ce stage au sein de la société
- Je remercie mon encadrant **Mr. WAHBI HAMID** professeur à la FST de Fès pour avoir accepté de juger ce travail.
- Et mon encadrant **Mr. FAHMI EL KHAMAR** qui m'a accompagné durant toute ma période de stage, et toujours pris le temps.
- aussi Mr. **WAHID** pour la confiance, le grand soutien, la disponibilité qu'ils m'ont accordée pour faire réussir ce travail
- Je remercie également tout le personnel du laboratoire de la C.B.G.N pour leur aide, leur compréhension et leur sympathie.
- Ainsi je tiens à remercier tous les membres de jury Mr. H .CHTIOUI et Mr .A.LHASSANI d'avoir accepté de juger ce modeste travail.

## Enfin Merci à tous

# Sommaire

Introduction Générale.....	1
<b>Chapitre I :Présentation de la CBGN.....</b>	<b>2</b>
I. Histoire de coca-cola .....	3
II. Coca-Cola au Maroc.....	4
III. La compagnie des boissons gazeuses du Nord.....	4
IV. Organisation de la CBGN .....	5
<b>Chapitre II :Fabrication des Boissons Gazeuses.....</b>	<b>6</b>
I. Introduction .....	7
II. L'eau traitée .....	7
1. Principe de la Chloration .....	8
2. Coagulation-floculation .....	9
3. La filtration .....	10
a. Filtration au niveau du filtre à sable .....	10
b. Décarbonateur .....	10
c. Filtration au niveau du filtre à charbon .....	11
d. Filtration au niveau du filtre polisseurs .....	12
III. L'eau adoucie .....	12
1. Les installations .....	13
IV. La mise en bouteilles .....	14
1. Lavage des bouteilles .....	14
<b>Chapitre III :Contrôle des paramètres physico-chimiques des Eaux</b>	<b>16</b>
I. Introduction .....	17

II. Analyses physico-chimiques des eaux .....	18
1. Titre Alcalimétrique (TA) et Titre Alcalimétrique Complet (TAC) .....	18
2. Dureté de l'eau .....	20
3. Mesure de pH.....	22
4. Mesure de la turbidité .....	23
5. Mesure du taux de solides dissous (TDS) .....	24
6. Mesure de la teneur en chlore .....	24
7. Mesure du taux d'aluminium .....	26
Références bibliographiques.....	27
Conclusion .....	27

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: La bouteille Coca à 100 ans .....	3
Figure 2: John Styth Pemberton .....	3
Figure 3: organigramme de la direction de l'usine. ....	5
Figure 4: Schéma du processus de traitement d'eau .....	8
Figure 5: Processus d'adsorption du chlore sur le charbon actif .....	11
Figure 6: Schéma des étapes de l'adoucissement de l'eau.....	12
Figure 7: les variations des valeurs du TA et du TAC au cours de cinq jours. ...	19
Figure 8: les variations des valeurs DC et DT au cours de cinq jours. ....	21
Figure 9: les variations du pH au cours de cinq jours. ....	22
Figure 10: les variations de la turbidité au cours de cinq jours.....	24
Figure 11: la variation du chlore tout au long de cinq jours .....	25

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1:les paramètres contrôlés pour les différents types d'eau Analysées	17
Tableau 2:résultats d'analyses du TA et du TAC à la sortie du décarbonateur.	19
Tableau 3:résultats d'analyses effectuées sur l'eau adoucie.....	21
Tableau 4:résultats d'analyses du pH à la sortie du décarbonateur . .....	22
Tableau 5:résultats d'analyses de la turbidité au niveau du filtre à sable et du filtre à charbon . .....	23
Tableau 6:résultats d'analyses du chlore au niveau du filtre à charbon .....	25

## Liste des abréviations

**C.B.G.N** : Compagnie des boissons gazeuses du nord.

**D.P.D**: Diethyl-p-Phénylène Diamine.

**Dc** : Dureté calcique.

**DT**: Dureté totale.

**E.C.C.B.C**: Equatorial Coca-Cola Bottling Company.

**E.D.T.A**: Ethylène diamine tétracétique.

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

**T.A** : titre alcalimétrique.

**T.A.C**: Titre alcalimétrique complet.

**T.D.S** : Taux des solides dissous.



## Introduction Générale

Dans le cadre de ma formation, j'ai eu une occasion parfaite de réaliser un stage de fin d'études au sein du laboratoire de la compagnie des boissons gazeuses du nord (**C.B.G.N**) pendant une période de six semaines.

La compagnie des boissons gazeuses du nord (**CBGN**), est une entreprise d'embouteillage des boissons gazeuses qui vise à présenter des produits de haute qualité pour satisfaire les besoins des consommateurs. Pour la **C.B.G.N** comme pour chaque industrie agroalimentaire, l'eau est d'un intérêt primordial dans le processus de production. Elle doit répondre à des normes très strictes de point de vue qualité pour ne pas nuire à la santé des consommateurs et ne pas poser de problèmes techniques dans la chaîne de production. Au cours de mon stage à la CBGN, ma tâche est le suivi du processus de traitement d'eau, afin de produire la boisson gazeuse et bien sûr pour le lavage des bouteilles. Le but fondamental de traitement des eaux est d'obtenir une eau ayant des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques requises pour la fabrication des boissons gazeuses.

L'objectif de notre travail au sein de laboratoire de contrôle de qualité est de comprendre la méthodologie du travail, de réaliser pratiquement les tests suivants : TAC, TA, turbidité, dureté totale, dureté calcique, pH et bien d'autres.

Ce rapport de stage est scindé en trois chapitres : Dans le premier chapitre une description de la société est présentée. Le deuxième chapitre : fabrication des boissons gazeuses. Le troisième chapitre : Contrôle des paramètres physico-chimiques des Eaux.





# Chapitre I

## Présentation de la CBGN



## I. Histoire de coca-cola :

Le 8 mai 1886, le docteur **John STYTH PEMBERTON** , pharmacien à ATLANTA (Géorgie, USA), découvre un nouveau sirop et le met en vente au «soda fontaine » de la pharmacie Jacob's. Selon la légende, ce sirop qui allait immédiatement enthousiasmer les clients aurait été mélangé par un heureux hasard à de l'eau gazeuse. Les premiers consommateurs sont tout de suite conquis par cette nouvelle boisson. Le comptable de la pharmacie, Franck Robinson, trouve le nom de Coca-Cola et dessine le premier graphisme d'après l'idée de **PEMBERTON** du double C, toujours utilisé.

Dès 1896, Coca-Cola avait franchi les frontières et, en 1933, les premières bouteilles font leur apparition au Café de l'Europe, à Paris. Aujourd'hui, Coca-Cola est consommé plus de 683 millions de fois par jour dans plus de 200 pays. Donc, La forme actuelle de la fameuse bouteille est celle d'une silhouette de femme vêtue d'une robe fourreau que l'on peut reconnaître les yeux fermés, la bouteille même brisée. Créée en 1915 par Alexandre Samuel, maître verrier, la "bouteille contour" ou "Dame au fourreau "dite "embossed hobbleskirt bottles", est, fait très rare, enregistrée par l'Office américain des brevets comme marque déposée, le 1er janvier 1916. La "bouteille contour" reste aujourd'hui une référence. [1]

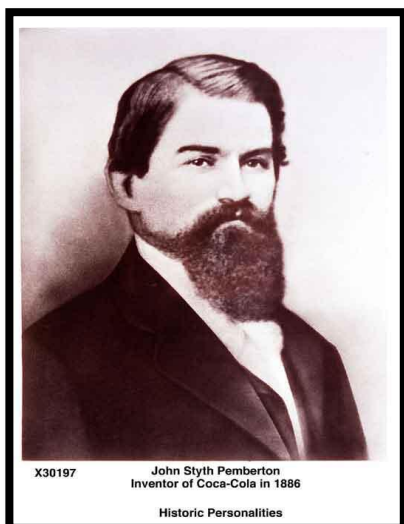


Figure 2:John Styth Pemberton



Figure 1: La bouteille Coca à 100 ans [2]



## II. Coca-Cola au Maroc:

Le Coca-Cola Compagnie est représenté au Maroc par des franchises qui sont au nombre de 7.

Le groupe dispose également de 5 sociétés d'embouteillage:

- La Société Centrale des Boissons Gazeuses à Casa et Salé (SCBG).
- La Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord à Fès (CBGN).
- La Compagnie des Boissons Gazeuses du sud à Marrakech (CBGS).
- L'Atlas Bottling Company à Tanger et Oujda (ABC).
- La Société des Boissons Gazeuses du Souss à Agadir (SGBS).

Au total, 11 usines d'embouteillage sont présentes sur le sol marocain. [3]

## III. La compagnie des boissons gazeuses du Nord:

**La C.B.G.N est la compagnie des boissons gazeuses du nord**

- **En 1952** : c'est la mise en place de la C. B G N : embouteilleur franchisé de la compagnie coca-cola, elle a été située à la place actuelle d'Hôtel Sofia.
- **En 1971** : une nouvelle unité construite au quartier industriel SIDI BRAHIM.
- **DE 1952 à 1987** : la compagnie des boissons gazeuses du nord « C.B.G.N » ne fabriquait que Coca-Cola et Fanta orange ; mais après et pour augmenter sa part de marché, la compagnie a décidé la diversification de ses produits , elle a commencée de produire Fanta Florida, Fanta Lemon et Sprite ; elle a lancé en **1992** les bouteilles en plastique PET, elle a même mis en marche une nouvelle machine avec une grande capacité (plus de 6000 bouteilles par heure, et qui effectue plusieurs taches en même temps (soufflage rinçage, soutirage, bouchage datage).
- **En 1997** : elle a acquis la SIM (société industrielle marocaine) ; principale concurrent ; lui permettent ainsi d'augmenter sa capacité de production et d'élargir sa gamme de produits.
- **En 2002** : la C.B.G.N devient filiale de l'ECCBC et par la suite de Coca-Cola Holding.

**La C B G N** reste parmi les anciens embouteilleurs qui existent au Maroc. [3]



## IV. Organisation de la CBGN :

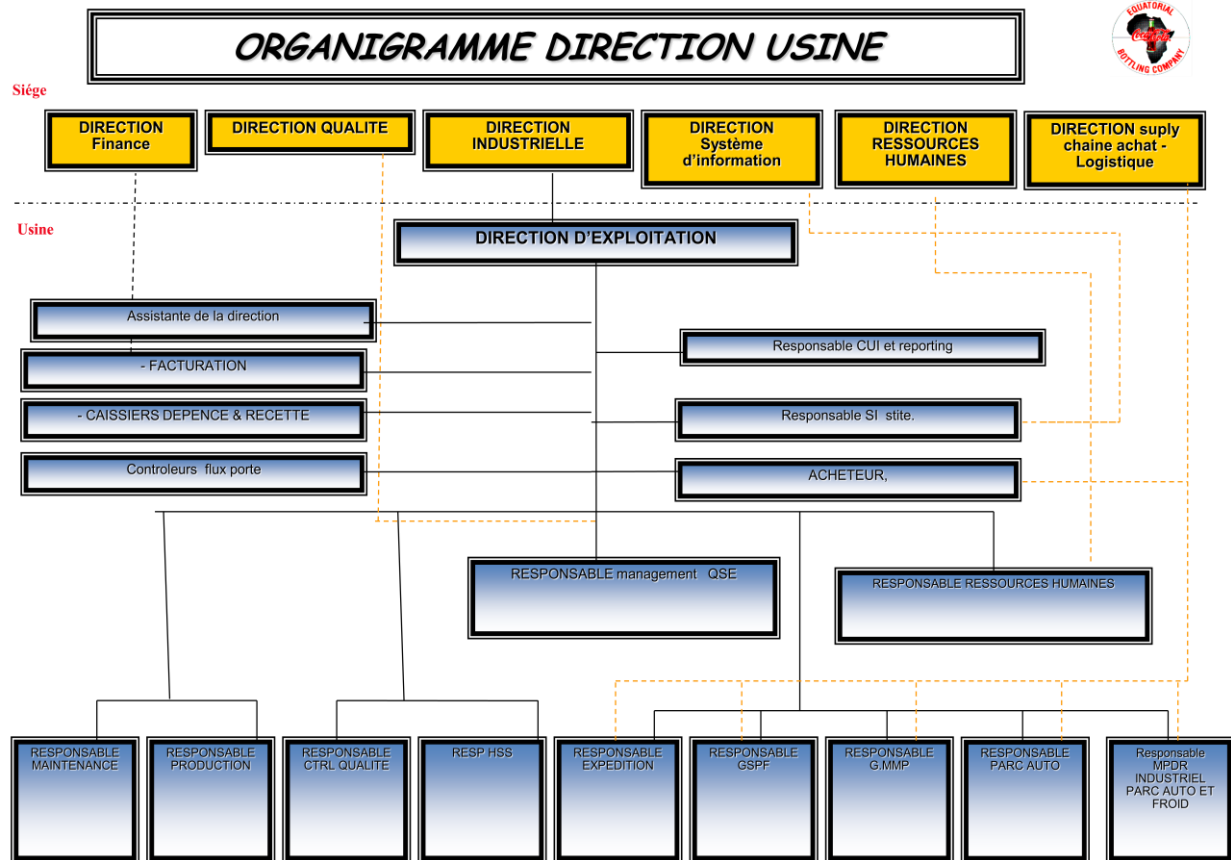


Figure 3:organigramme de la direction de l'usine. [3]

### • Description de l'usine :

La compagnie dispose d'une usine bien équipée composée de :

- Une station pour le traitement des eaux.
- Une ligne de production (siroperie).
- Trois chaudières pour la production de la vapeur.
- Deux lignes d'embouteillages pour les bouteilles en verre.

### • Fiche d'identification de la CBGN :

- ❖ Raison Sociale : Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord.
- ❖ Adresse : quartier industriel SIDI BRAHIM.
- ❖ Capitale Social : 3 720 000 DH
- ❖ Téléphone : 05 35 96 50 00
- ❖ Fax : 05 35 96 50 25
- ❖ Date de création : 26 juin 1953 [3]



# Chapitre II

## Fabrication des Boissons Gazeuses



## I. Introduction :

Suite à la politique du groupe NABC et ses engagements de garantir à ses clients un produit qui respecte les normes de qualité, toutes les matières utilisées par les processus de fabrication doivent suivre les normes d'hygiène et plus particulièrement l'eau qui constitue environ 22 à 30% du volume du produit fini que produise la société. D'où la nécessité du traitement des eaux provient du réseau de distribution de l'eau de ville, pour éliminer tous les impuretés qui peuvent exister.

### Objectif :

Le but du traitement d'eau est d'obtenir une eau ayant les caractéristiques chimiques, physiques et bactériologiques requises pour la qualité des boissons, en éliminant les impuretés susceptibles sans affecter le goût et l'aspect du produit. Parmi 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 micro-organismes:** Ils sont présents 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 floc dans la boisson quelques heures après la fabrication.

**L'alcalinité :** Les bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ), les carbonates ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et les hydroxydes ( $\text{OH}^-$ ) peuvent donner un goût anormal au produit fini. [4]

## II. L'eau traitée :

Le traitement des eaux est nécessaire à la production des boissons gazeuses, il consiste à faire passer l'eau brute par plusieurs étapes.

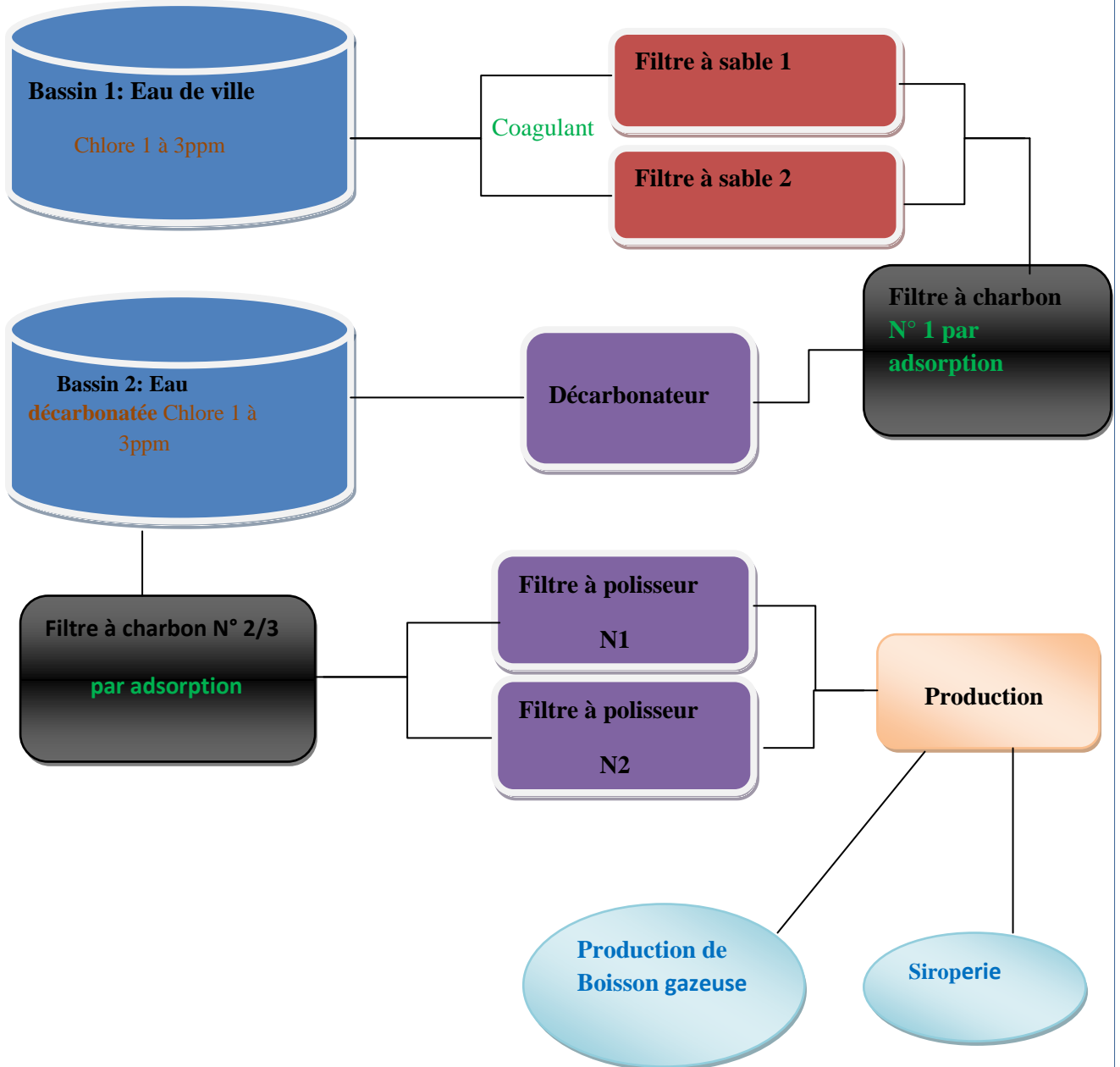


Figure 4:Schéma du processus de traitement d'eau

## 1. Principe de la Chloration :

### a. Première Chloration :

A l'entrée de l'usine, l'eau prévenante de ville est stockée dans un premier bassin. A ce niveau on injecte une quantité de chlore comprise entre 1 et 3 ppm.

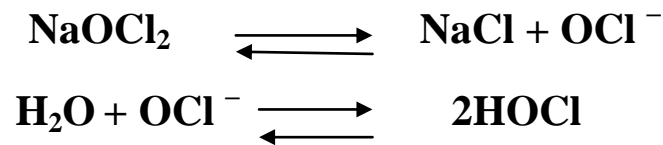
**Caractéristiques :** Le bassin n° 1 est réservé pour le stockage de l'eau de distribution. Sa capacité est d'environ 200 m<sup>3</sup>.



### b. Deuxième Chloration :

C'est une étape de stérilisation de l'eau de sortie du **Décarbonateur** au deuxième bassin de stockage, à ce niveau l'eau subit une deuxième chloration de 1 à 3 ppm, dans le but d'éliminer ou d'inactiver les germes pathogènes s'y trouvant, qui peuvent causer des maladies infectieuses chez le consommateur. L'introduction de chlore dans l'eau conduit à son hydrolyse selon les équations chimiques :

Hydrolyse du chlore : [5]



**N.B** : L'acide hypochloreux HOCL est le responsable de l'action inhibitrice des germes pathogènes.

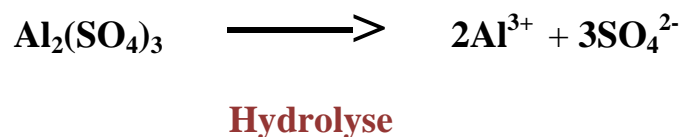
## 2. Coagulation-floculation :

La couleur et la turbidité d'une eau de surface sont dues à la présence des particules de très faible diamètre appelées **colloïdes**, l'élimination de ces dernière ne peut se basé sur simple décantation.

**Colloïdes** : est un système constitué de fines particules (1nm à 1µm) en suspension dans un milieu. [6]

### a. Coagulation :

La coagulation se fait par l'injection de sulfate d'aluminium pour neutraliser les Colloïdes qui ont une charge négative.



**Phase d'hydrolyse** : Des intermédiaires polychargés positifs se forment. Ils sont très efficaces pour neutraliser la charge des colloïdes. Il s'agit de la véritable forme coagulante qui déstabilise les particules chargées négativement. [7]

**la formation du précipité d'Al(OH)<sub>3</sub>** : Cette réaction dépend de l'agitation du milieu. Ce précipité est l'élément qui assure la coalescence des colloïdes déstabilisés : c'est la forme floculant.





### b. Flocculation :

La flocculation est un phénomène physico-chimique au cours duquel les micelles et la matière en suspension forment des flocons qui s'agrègent en un floc. Ces derniers absorbent plusieurs composés chimiques très petits et légers qui véhiculent à travers tout le système du traitement d'eau afin de faciliter leur élimination.

Ces grosses particules du floc se déposent ensuite dans les bassins de sédimentation ou sont éliminées par filtration.

## 3. La filtration :

Le procédé de filtration se déroule en plusieurs étapes pour éliminer les impuretés et les matières en suspensions.

### a. Filtration au niveau du filtre à sable :

Après la coagulation-flocculation, l'eau passe à travers des filtres à sable pour interdire le passage des matières en suspensions, les corps solides et les flocons résultants de la flocculation et avoir de l'eau purifiée à la sortie.

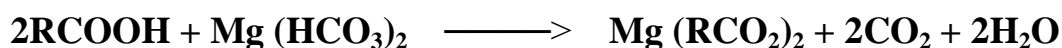
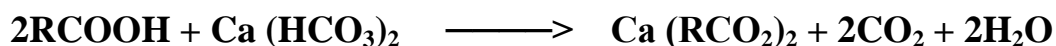
Après un certains temps de filtration sur sable les dépôts de matières en suspension sur le sable augmentent et perturbent l'activité du filtre, ce qui provoque une augmentation de la turbidité de l'eau à la sortie du filtre. On procède alors à un lavage à contre-courant pour éliminer toutes les matières en suspensions et remuer les couches de saletés et les évacuer à l'extérieur du filtre.

### b. Décarbonateur :

Cette filtration s'effectue dans une grande cuve remplie par un lit de résines faiblement acide de type **RCOOH**. Les bicarbonates de calcium et de magnésium échangent leurs cations avec l'hydrogène.

Le décarbonateur sert à diminuer le potentiel d'hydrogène (pH) pour avoir un milieu acide. Et par conséquent le développement des bactéries sera faible, également il consiste à réduire le taux d'alcalinité de l'eau (les bicarbonates de calcium et de magnésium).

❖ Les réactions d'échange ionique ayant lieu au niveau du décarbonateur sont : [9]

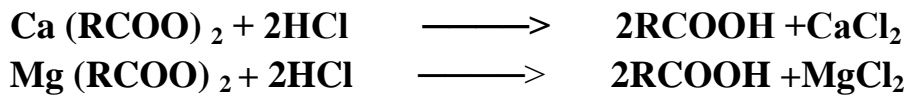


Lorsque le colmatage se produit, ce que l'on observe lors des analyses de l'eau décarbonatée, le décarbonateur devra être régénéré. La régénération se fait par addition de la solution d'acide chlorhydrique concentrée.

➤ L'eau décarbonatée obtenue passe vers le deuxième bassin de stockage où elle subira une deuxième stérilisation par le chlore. La teneur en chlore est entre 1 et 3 ppm.



❖ Les réactions de régénération par l'addition de l'acide chlorhydrique les suivantes:[9]



L'abaissement du pH ( $4,9 < \text{pH} < 6$ ) est recherché, car la majorité des bactéries d'altération ne se développent pas à ce pH.

### c. Filtration au niveau du filtre à charbon :

Le filtre à charbon est une cuve remplie du charbon actif qui est un agent adsorbant. Cette filtration consiste à éliminer le chlore et toutes les matières étrangères qui donnent un goût ou une odeur anormale aux produits.

Le charbon actif adsorbe les composés organiques sapides odorants et réagit chimiquement avec le chlore pour donner un peu d'acide chlorhydrique.

Cette élimination se réalise par le phénomène d'adsorption chimique.

• **La réaction d'adsorption** : L'adsorption, est un phénomène de surface par lequel des atomes ou des molécules de gaz ou de liquides (adsorbats) se fixent sur une surface solide (adsorbant) selon divers processus plus ou moins intenses.

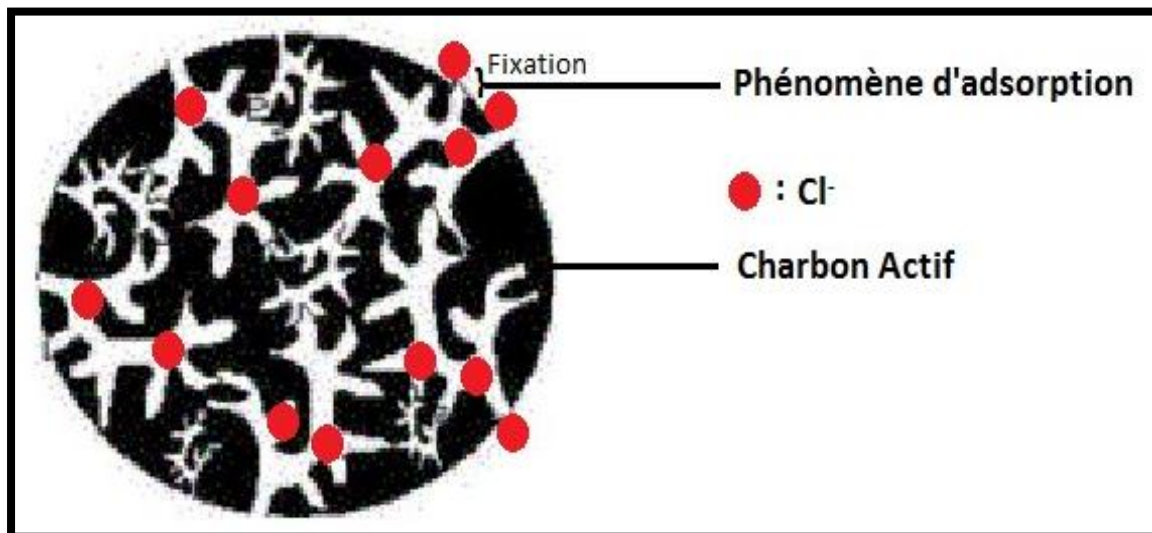


Figure 5:Processus d'adsorption du chlore sur le charbon actif [8]

**N.B** : La propreté du filtre est assurée par le lavage à contre-courant.



#### d. Filtration au niveau des filtres à polisseurs :

La station renferme deux filtres polisseurs. Chaque filtre se compose d'un support pour filtre en papier ou cartouche en fibre, le but de cette filtration est de filtrer l'eau par des cartouches en fibres pour éliminer les traces de charbon de l'eau qui peuvent provenir du filtre à charbon. L'efficacité de l'opération dépend du type et de la qualité des cartouches utilisées.

Les filtres polisseurs doivent être nettoyés avec une solution chlorée à chaque changement de papier ou de cartouche. Leur stérilisation s'effectue deux fois par semaine ou selon les résultats des analyses microbiologiques.

L'eau qui sort du filtre polisseur est l'eau traitée ; elle est utilisée pour **préparer les boissons gazeuses et les sirops finis.**

### III. L'eau adoucie :

L'eau adoucie est préparée spécialement sous des températures relativement élevées pour l'utilisation au niveau des laveuses des bouteilles en verre et bien d'autres machines. En outre le lavage quotidien de l'usine et des installations nécessite d'importantes quantités d'eau. C'est pour cette raisons que les eaux industrielles sont généralement traitées contre la dureté, le taux calcique doit être presque nul pour empêcher la présence des tartes afin d'obtenir une eau adoucie.

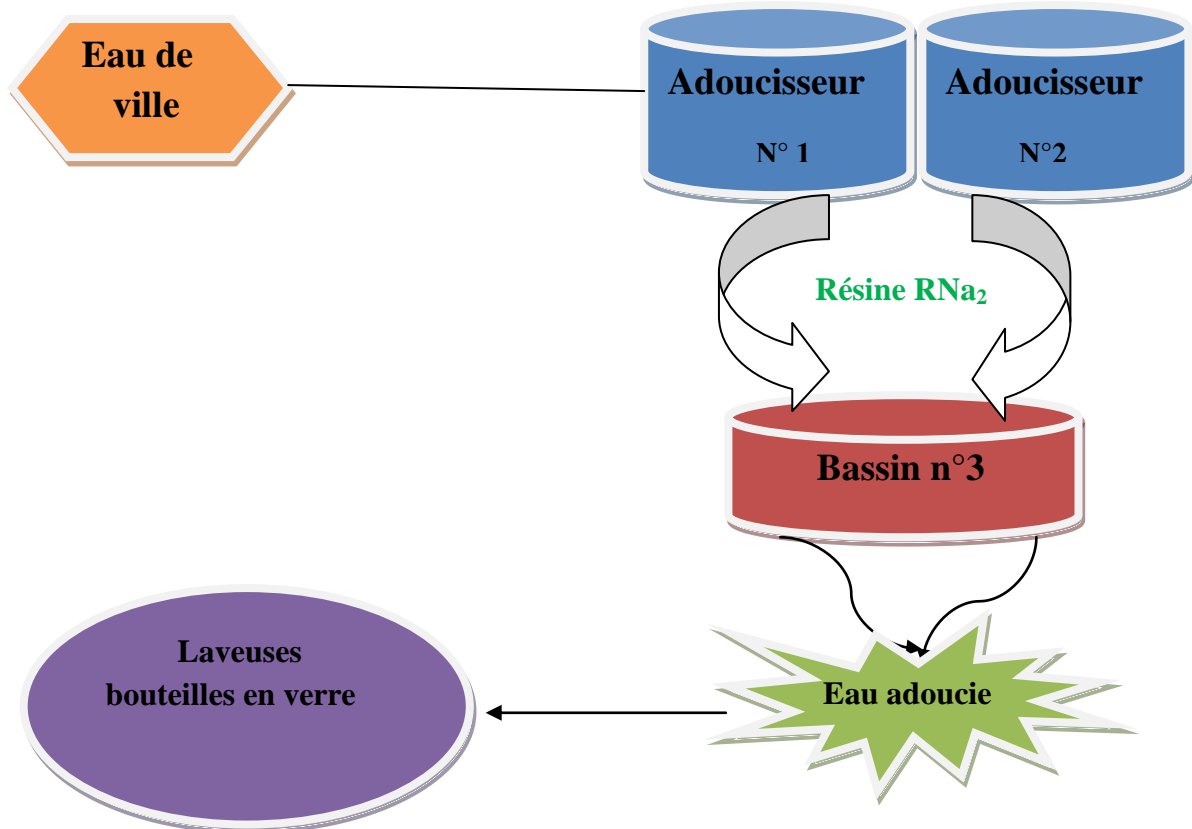


Figure 6:Schéma des étapes de l'adoucissement de l'eau

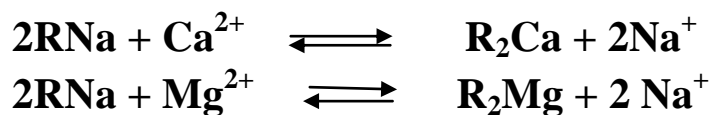


## 1. Les installations :

### a. Les adoucisseurs :

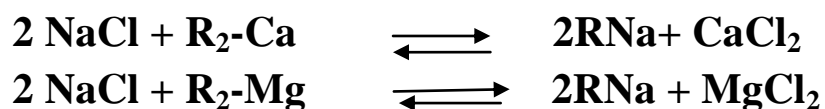
Cette opération consiste à la réduction de la dureté de l'eau pour éviter le calcaire  $\text{CaCO}_3$  qui peut se former suite à la chaleur au niveau de la chaudière ou au niveau de laveuses de bouteilles. L'eau adoucie est utilisée au niveau de la chaudière pour former de vapeur chaude qui participe à la pasteurisation du sucre au cours de la préparation des sirops finis au niveau de siroperie et elle est utilisée aussi pendant le lavage de bouteilles en verre. L'adoucisseur contient deux colonnes et chacune possède une résine de type R-Na2 (résine sodique) qui capte les ions magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) et calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) contenus dans l'eau suivant les réactions ci-dessous:

Réaction d'échange d'ions : **libération des ions de sodium.** [9]



Quand la résine est saturée en ions calcium et magnésium, l'adoucisseur n'est plus fonctionnel et sa dureté de l'eau dépasse les normes. Une opération de régénération de la colonne est nécessaire. La régénération se fait à l'aide de chlorure de sodium  $\text{NaCl}$  selon les réactions suivantes :

Réaction de régénération :



L'adoucisseur est composé de quatre couches dans l'ordre suivant:

- La couche supérieure correspond à une résine sodique.
- La deuxième couche correspond à une couche de sable.
- La troisième couche correspond à une couche de petits cailloux.
- La couche inférieure correspond à une couche de gros cailloux.



### **b. Bassin de stockage N° III :**

Le bassin n° 3 est réservé pour le stockage de l'eau de distribution qui se fait traitée sur adoucisseur pour être utilisé au lavage des emballages, aux chaudières et aux tours de refroidissement (compresseurs d'ammoniac et tour de siroperie. Sa capacité est d'environ 200 m<sup>3</sup>).

## **IV. La mise en bouteilles :**

La mise en bouteille est la phase finale au cours du processus de fabrication. Actuellement la société de la **C.B.G.N** dispose de deux lignes de production qui sont consacrées à la production des boissons dans les bouteilles en verre.

### **1. Lavage des bouteilles :**

Les bouteilles rendues du marché doivent subir un lavage avec de l'eau et un détergent (NaOH) pour assurer une propreté et une stérilisation avant le soutirage. Ces bouteilles sont introduites d'un côté de la machine par un chargement automatique. Cette opération s'effectue alors selon les étapes suivantes :

#### **a. La pré-inspection :**

Est une opération primordiale pour éliminer des bouteilles non conformes, ébréchées ou étrangères.

#### **b. Le pré-lavage :**

C'est une étape préparatoire de lavage, elle est assurée par une eau adoucie à la température ambiante, permettant par la suite l'élimination des adhérents aux parois pour ne pas contaminer les autres baigns de lavage.

#### **\*Le lavage à la soude :**

Deux baigns sont utilisés pour effectuer cette opération. Le premier baign, il contient une quantité de soude comprise entre 1,5–2% et de l'eau chaude à une température de 70°C  $\pm$ 3°C. Le deuxième baign, contient une quantité de 2 à 2,5% de soude à la même température.

#### **Mode opératoire :**

- On prélève 25ml d'eau
  - 5ml d'eau de baign 1
  - 3gouttes phénolphtaléine
  - 1ml de chlorure de Barium
  - on titre avec la solution acide sulfurique goutte à goutte.
- Passage de rose on vert.



#### **\*Pré-rinçage :**

C'est une opération de rinçage des bouteilles afin d'éliminer le détergent. Elle se fait dans trois baignoires contenant l'eau adoucie : bain chaud, bain tiède et bain froid afin de débarrasser les bouteilles de tout résidu de la soude, et éviter le choc thermique qui entraîne la casse des bouteilles.

#### **\*Rinçage final :**

Il est réalisé par l'eau froide chlorée (1 à 3 ppm de  $Cl_2$ ) à une pression entre 0,8 et 2 bar pour assurer la propreté et la stérilisation ainsi refroidir les bouteilles jusqu'à la température ambiante.

#### **c. L'inspection visuelle :**

Cette étape consiste à éliminer les bouteilles mal lavées ou étrangères.

#### **d. L'inspection électronique :**

Cette étape s'effectue avant le soutirage, dont le but est d'éliminer les bouteilles contenant des corps étrangers, du liquide ou présentant un goulot abîmé au fond de la bouteille.

#### **e. Carbonations et refroidissement :**

**(Préparation de la boisson)** Cette étape consiste à mélanger le sirop fini, l'eau traitée refroidie et le  $CO_2$  dans un mixeur pour obtenir la boisson gazeuse souhaitée.

**NB :** selon la boisson souhaitée, on mélange des volumes spécifiques de l'eau traitée et de sirop fini pour avoir le brix demandé.

#### **f. Soutirage et bouchage :**

C'est le remplissage des bouteilles lavées par une soutireuse, ces bouteilles seront bouchées sans aucune intervention du conducteur de la machine. Les bouteilles soutirées et fermées sont contrôlées visuellement bien formées pour éliminer toutes bouteilles mal remplies, contenant un corps étranger ou mal bouchées.

**N.B :** La boucheuse contient des têtes numérotées pour faciliter le contrôle.

#### **g. Codage et étiquetage :**

Après l'inspection visuelle, les bouteilles remplies portent un code sur le bouchon ou la capsule (date, heure et lieu de production, ainsi que la date de péremption et ligne concernée), ensuite elles passent vers une étiqueteuse pour l'étiquetage.

#### **h. Encaissage et stockage :**

C'est l'étape finale de la production, les bouteilles passent ensuite à travers des convoyeurs bouteilles vers l'encaisseuse pour les mettre en caisse et effectuer leur stockage.



# **Chapitre III**

## **Contrôle des paramètres physico-chimiques des Eaux**



## I. Introduction :

Pendant le processus de traitement d'eau, l'évaluation de la qualité d'eau dépend des résultats des différentes analyses (TAC, TA, TDS...). Ce chapitre est consacré à l'analyse de plusieurs paramètres qui permettent de vérifier le bon fonctionnement des différents composants de l'installation de production et de s'assurer qu'on peut avoir une eau qui répond aux normes spécifiés par la compagnie des boissons gazeuses.

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

Tableau 1:les paramètres contrôlés pour les différents types d'eau Analysées

Eau brute						
Paramètres	Cl <sub>2</sub> (ppm)	TAC (mg/l)	TA (mg/l)	pH	TDS (ppm)	Turbidité (N.T.U)
Normes	Cl <sub>2</sub> = 0ppm	TAC en mg/l	TA en mg/l	6,5<pH<8,5	TDS<500ppm	Turbidité ≤0,5NTU

Eau traitée	Paramètres	Normes
<b>Eau de filtre à sable</b>	Goût, Odeur, Apparence. Cl <sub>2</sub> (ppm). Aluminium (ppm). Turbidité (NTU). pH	Normale Cl <sub>2</sub> (1à3ppm) Aluminium(<0,2ppm) Turbidité(≤0,3NTU) 6,5<pH<7,5
<b>Eau de décarbonateur</b>	TA (ppm). TAC (ppm). TDS (ppm). pH.	TA (<2 mg/l) TAC (<85 mg/l) TDS(<500ppm) 4.9<pH<7
<b>Eau de filtre à charbon</b>	Cl <sub>2</sub> (ppm). Aluminium (ppm) TA (ppm). TAC (ppm). TDS (ppm). Turbidité (NTU). pH.	Cl <sub>2</sub> (1à3ppm) Aluminium(<0,2ppm) TA(<2 mg/l) TAC(<85 mg/l) TDS(<500ppm) Turbidité(<0,3NTU) 4.9<pH<7
<b>Eau de filtre polisseur</b>	Turbidité(NTU) Dureté totale(ppm) Sulfate (ppm) Chlorure (Cl <sup>-</sup> )	Turbidité (<0,3NTU) DT (<100ppm) SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (<250ppm) (<250ppm)





Eau adoucie			
Paramètres	G.O.A.	Dureté calcique (Ca <sup>2+</sup> en ppm).	Dureté Totale (Ca <sup>2+</sup> et Mg <sup>2+</sup> en ppm)
Normes	Normale	Dureté calcique (<40ppm)	Dureté totale (<100ppm)

## II. Analyses physico-chimiques des eaux :

### 1. Titre Alcalimétrique (TA) et Titre Alcalimétrique Complet (TAC) :

#### a. Définition :

- L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de carbonate CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, hydrogénocarbonates HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> et de l'hydroxyde OH<sup>-</sup>. L'alcalinité se mesure par la neutralisation de l'eau par l'acide minérale en présence de l'indicateur coloré.
- Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en hydroxydes et la moitié de la teneur en carbonates : [6]

$$TA = [OH^-] + \frac{1}{2} [CO_3^{2-}]$$

- Le titre alcalimétrique complet ou TAC correspond à la teneur de l'eau en hydroxydes, carbonates et hydrogénocarbonates : [6]

$$TAC = [OH^-] + [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-]$$

#### b. Mode opératoire :

- Dans un bêcher de volume suffisant, on introduit 100ml de l'échantillon de l'eau, on ajoute trois gouttes de la solution de thiosulfate de sodium (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 0,1N. Ensuite on verse quelques gouttes de phénolphtaléine et on agite. Si la solution reste incolore, TA= 0 (mg/l) Si la couleur change en rose, on titre par une solution de l'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,02N).
- On utilise l'échantillon traité précédemment et on ajoute quelques gouttes du méthyle orange et on mélange, on titre avec la solution de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (0,02N) jusqu'au virage du jaune au jaune orangé.

Le calcul du TA et TAC se fait par l'équation :

$$TAC \text{ (mg/l)} = V(H_2SO_4) \text{ versé en ml} \times 10$$



### c. Résultats d'analyses:

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

Tableau 2: résultats d'analyses du TA et du TAC à la sortie du décarbonateur.

la date	Au niveau du décarbonateur			
	TA	TAC	Norme TA<2ppm	Norme TAC<85ppm
09/05/2016	0	47	2	85
10/05/2016	0	55	2	85
11/05/2016	0	49	2	85
12/05/2016	0	43	2	85
13/05/2016	0	43	2	85

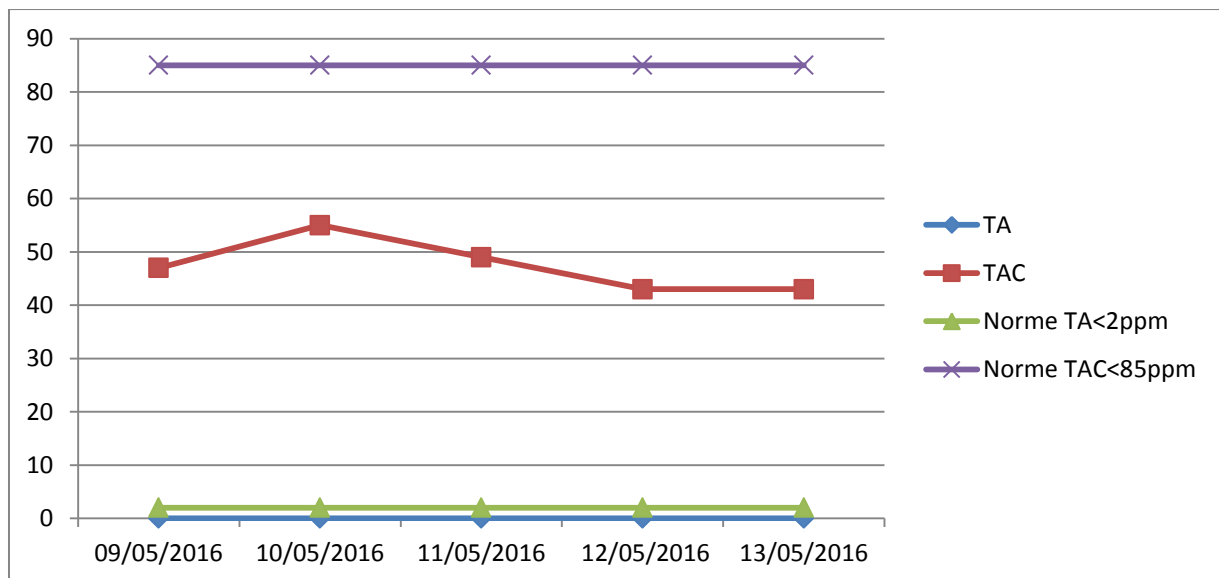


Figure 7: les variations des valeurs du TA et du TAC au cours de cinq jours.

### d. Interprétation :

D'après la courbe, on constate que la valeur du titre alcalimétrique complet (TAC), augmente pour atteindre une valeur proche de la valeur exigée (85 ppm) dans les deuxièmes jours, cela nécessite une régénération de la résine.

Le titre alcalimétrique (TA) au cours de ces jours au niveau du décarbonateur est toujours nul, car il n'y a pas d'ions carbonates puisque le pH < 8.3.



## 2. Dureté de l'eau :

C'est une caractéristique chimique d'une eau, principalement due à la présence d'ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ .

### a. Définition :

- La dureté calcique DC est la concentration en ion calcium  $\text{Ca}^{2+}$ . Elle est déterminé par un titrage compléxométrique avec l'**EDTA**, en utilisant le **Murexide** comme indicateur.
- La Dureté Totale DT exprime la somme des concentrations des ions magnésiums et calcium présents dans l'eau.

### b. Mode opératoire :

- Dans un bêcher de volume suffisant, on introduit 50ml d'eau à analyser, on y ajout 2ml de la solution d'hydroxyde de sodium **NaOH (1N)** et quelques gouttes de l'indicateur **Murexide**, on titre avec l'**EDTA (0,01N)** jusqu'au virage du rose au violet.
- Pour déterminer la dureté totale, on met dans un bêcher 50ml d'eau à analyser, on y ajoute 2ml de la solution tampon de **pH=10** et quelques gouttes de l'indicateur noir d'ériochrome, on titre avec la solution d'**EDTA (0,01N)** jusqu'au virage de couleur rose au bleu.

Le calcul D T se fait par l'équation :

$$DT \text{ (mg/l)} = V(\text{EDTA}) \text{ versé en ml} \times 20$$



### c. Résultats d'analyses:

Les analyses du DC et DT de l'eau adoucie sont regroupés dans le tableau ci-dessous : [10]

Tableau 3: résultats d'analyses effectuées sur l'eau adoucie

la date	Eau adoucie			
	DC	DT	Norme DC<40ppm	Norme DT<100ppm
09/05/2016	8	16	40	100
10/05/2016	6	12	40	100
11/05/2016	6	12	40	100
12/05/2016	30	65	40	100
13/05/2016	2	4	40	100

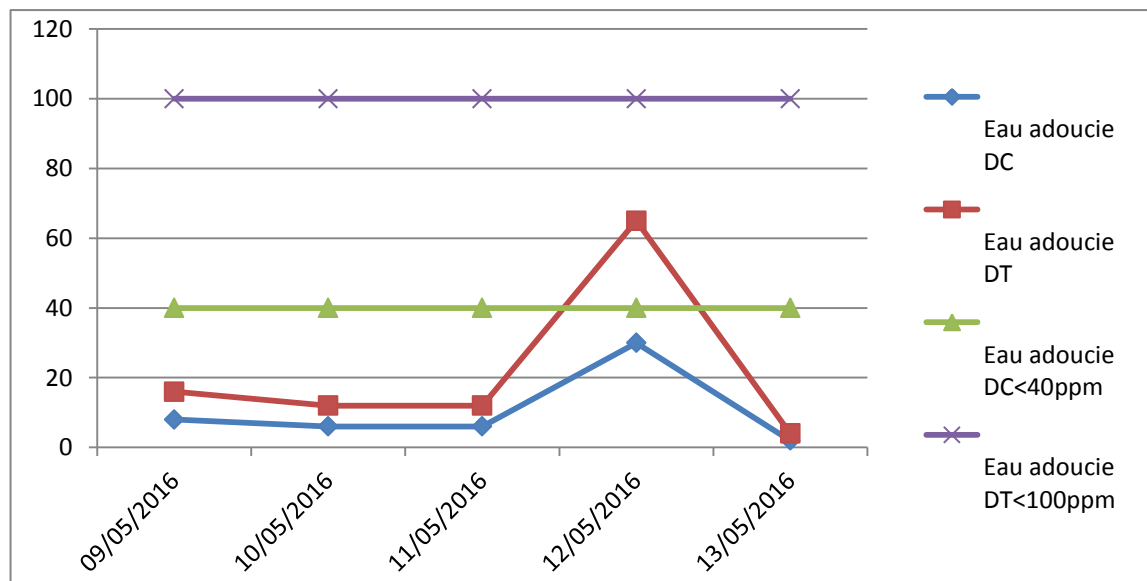


Figure 8: les variations des valeurs DC et DT au cours de cinq jours.

### d. Interprétation :

D'après la courbe de la figure n°8, la dureté totale et la dureté calcique augmente dans le quatrième jour. Ceci est dû à la saturation de la résine à cause de la grande consommation de l'eau adoucie au niveau des lignes des bouteilles en verre. La norme exigée de la dureté totale est 100 ppm et de la dureté calcique 40 ppm. A chaque fois que la valeur trouvée approche à celle des consignes que l'opérateur procède à une réaction de régénération de l'adoucesseur.



### 3. Mesure de pH:

La valeur du pH d'une source d'eau est une mesure d'acidité ou d'alcalinité. Le niveau du pH est une mesure de l'activité de l'atome d'hydrogène parce que le niveau d'activité de l'hydrogène représente bien l'acidité et l'alcalinité de l'eau. Ce test s'est fait au niveau de l'eau brute, à la sortie du filtre à sable, à la sortie du décarbonateur et du filtre à charbon. La mesure du pH se fait à l'aide d'un appareil pH-mètre étalonné. L'étalonnage se fait quotidiennement au début de la journée.

#### a. Résultats d'analyses:

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

La norme de pH au niveau de décarbonateur est comprise entre  $4,9 < \text{pH} < 7$ .

Tableau 4: résultats d'analyses du pH à la sortie du décarbonateur.

la date	PH au niveau de décarbonateur		
	S.D	Limite I	Limite S
09/05/2016	6,04	4,9	7
10/05/2016	6,36	4,9	7
11/05/2016	6,09	4,9	7
12/05/2016	6	4,9	7
13/05/2016	5,8	4,9	7

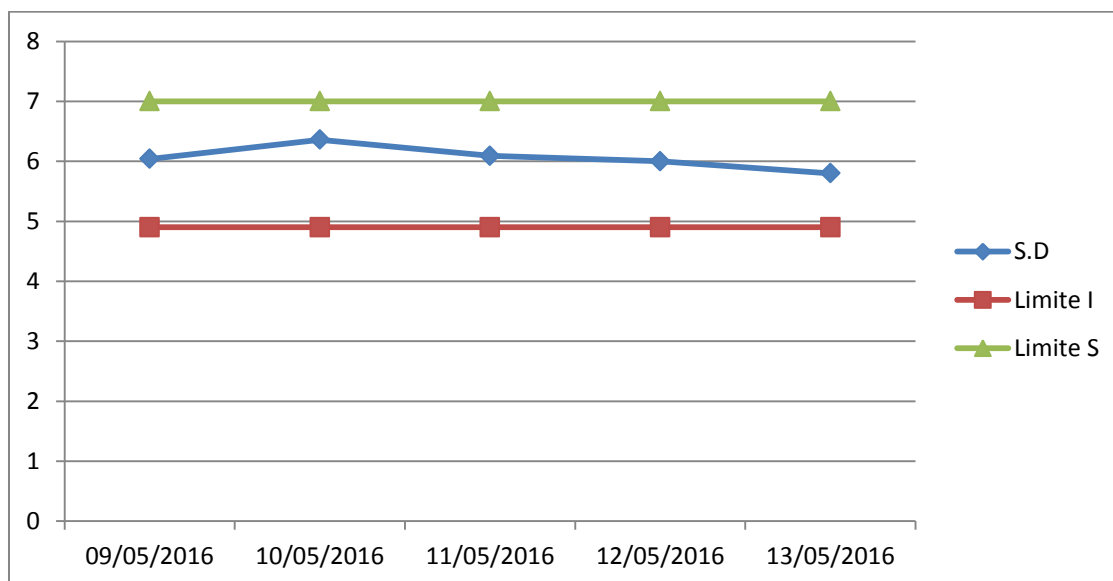


Figure 9: les variations du pH au cours de cinq jours.



### **b. Interprétation :**

La courbe de la figure n°9 montre que les valeurs du pH mesurées à la sortie du décarbonateur, atteignent la valeur de 6,36. Cela nécessite une petite augmentation donc on va faire une régénération qui sert à diminuer le pH par un acide chlorhydrique HCl.

## **4. Mesure de la turbidité :**

La turbidité est la mesure de l'aspect plus ou moins trouble de l'eau. Elle est causée par la présence de diverses matières en suspensions dans l'eau : colloïdes, argiles, matière organique et matière inorganique. Elle est mesurée avec un appareil appelé turbidimètre.

### **a. Résultats d'analyses:**

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

Tableau 5: résultats d'analyses de la turbidité au niveau du filtre à sable et du filtre à charbon. [10]

la date	Turbidité		
	S.F à sable	S.F à charbon	Norme < 0,3 NTU
09/05/2016	0,197	0,154	0,3
10/05/2016	0,152	0,122	0,3
11/05/2016	0,168	0,156	0,3
12/05/2016	0,125	0,128	0,3
13/05/2016	0,152	0,104	0,3

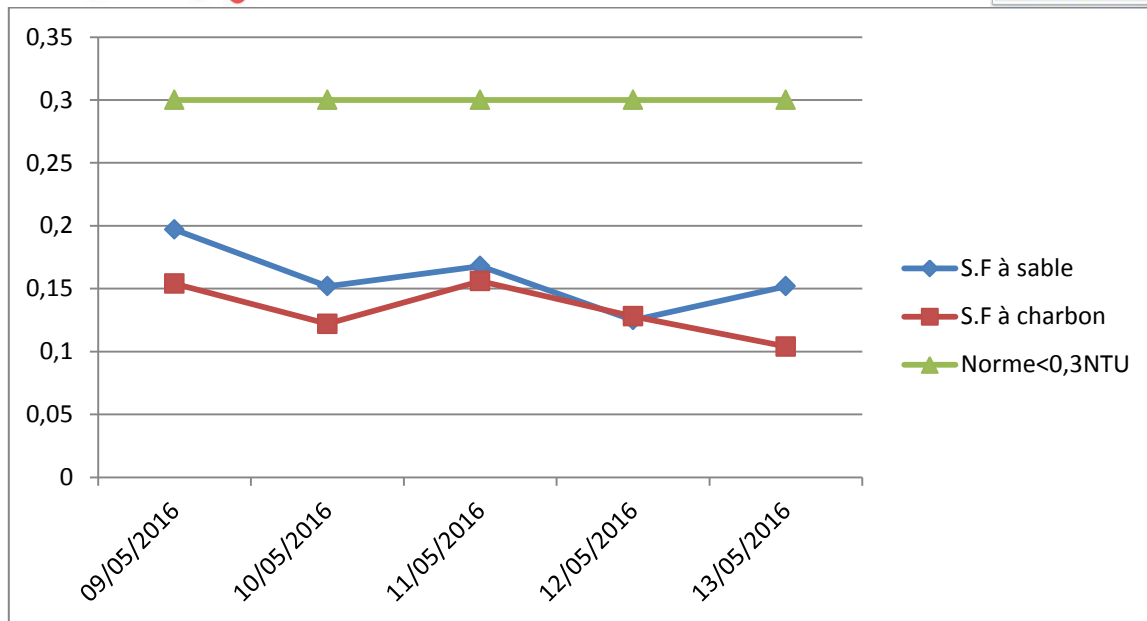


Figure 10: les variations de la turbidité au cours de cinq jours.

### b. Interprétation :

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

On cas d'obtention d'une valeur hors norme un programme de nettoyage à contre courant est nécessaire.

## 5. Mesure du taux de solides dissous (TDS) :

TDS exprime le taux des solides dissous et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques. Les sels inorganiques communs trouvés dans l'eau incluent le calcium, le magnésium, le potassium et le sodium qui sont tous des cations et des carbonates, nitrates, bicarbonates, chlorures et sulfates qui sont des anions. Des cations sont des ions chargés positivement et des anions sont des ions chargés négativement.

### a. Mode opératoire :

La mesure se fait par une méthode électrochimique. On prélève un échantillon d'eau de l'endroit désiré, on rince l'électrode de l'appareil TDS avec de l'eau distillée et on la sèche. On plonge l'électrode dans l'échantillon et on note la valeur du taux de solides dissous.

## 6. Mesure de la teneur en chlore :

Le chlore est utilisé au niveau des bassins de stockage n°1 et n°2, le contrôle de sa teneur est important pour optimiser son pouvoir désinfectant.

Le chlore est éliminé au niveau du filtre à charbon, ce qui entraîne une chloration nulle à la sortie du filtre.



### a. Mode opératoire :

On prélève un échantillon, on transvase dans une cellule transparente de 10 ml. On ajoute un réactif DPD 1 qui donne la coloration rosâtre.

La cellule est mise dans un comparateur colorimétrique contenant un disque avec des mesures. On ajuste ce disque jusqu'à obtenir la même coloration et on lit la valeur correspondant en mg/l.

### b. Résultats d'analyses:

Les résultats de ce test sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau 6: résultats d'analyses du chlore au niveau du filtre à charbon [10]

la date	Teneur en chlore		
	E. F à charbon	Limite I (ppm)	Limite S (ppm)
09/05/2016	1,2	1	3
10/05/2016	2	1	3
11/05/2016	1,4	1	3
12/05/2016	1,6	1	3
13/05/2016	1,4	1	3

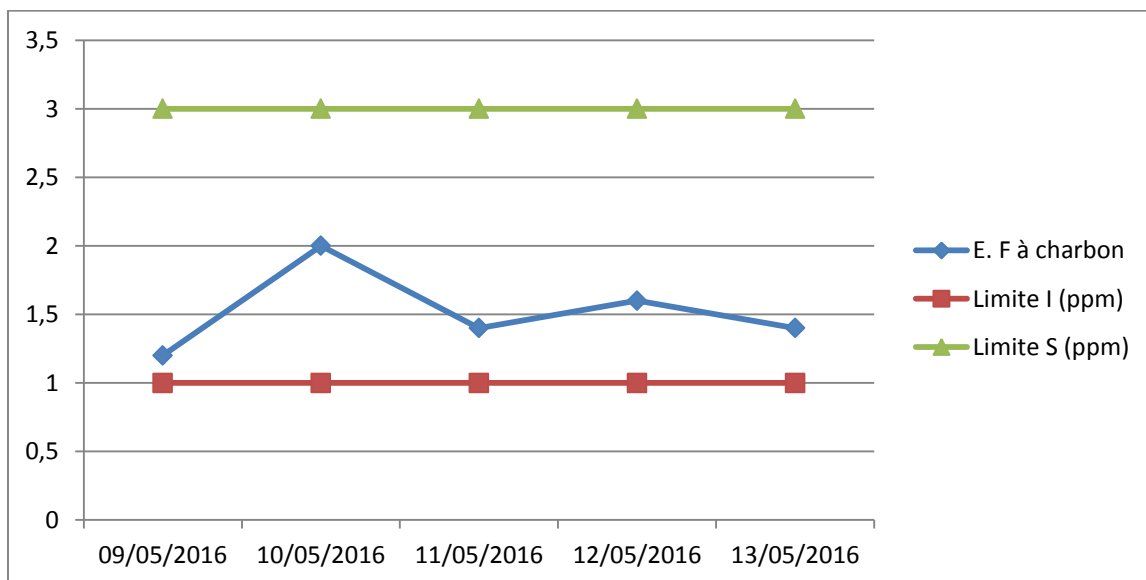


Figure 11: la variation du chlore tout au long de cinq jours





### c. Interprétation :

Les valeurs du chlore au niveau de l'entrée du filtre à charbon, augmentent au niveau de deuxième jour donc on va faire un réglage automatique de la pompe doseuse de  $\text{Cl}_2$ .

## 7. Mesure du taux d'aluminium :

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.

### a. Mode opératoire :

Le test de taux d'aluminium est similaire à celui du chlore utilisant une 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 le disque jusqu'à l'obtention de la même couleur que celle de la cuvette. On lit la valeur correspondante en mg/l.



# Conclusion

J'ai effectué mon stage de fin d'études de la Licence Sciences et Techniques au sein de la CBGN. Après mon intégration dans l'équipe, j'ai eu l'occasion de réaliser plusieurs tâches qui ont constitué une mission de stage globale à savoir les contrôles de qualité du lavage de bouteilles, traitement des eaux et préparation du sirop.

Ce stage a parfaitement répondu à mes attentes car je souhaitais découvrir l'industrie agroalimentaire. Il m'a permis de découvrir un univers que je ne connaissais finalement que très peu mais pour lequel je porte un immense intérêt.

D'après les différentes étapes des traitements d'eau (coagulation-floculation, filtration, décarbonatation et l'adoucissement). Et d'après les contrôles des paramètres physico-chimiques de l'eau du procès, on peut conclure que les exigences de la compagnie sont bien respectées. La bonne qualité de produits dans l'industrie alimentaire est exigée en nos jours partout dans le monde. Pour ce faire, il faut des gens compétents et du matériel efficace.

Je considère, dans ce sens, que le résultat obtenu était très satisfaisant, non seulement sur le plan des connaissances techniques acquises et des expériences consolidées mais aussi sur celui du contact humain.



## Références bibliographiques

- [1] [www.Histoire de coca-cola.com](http://www.Histoire de coca-cola.com).
- [2] [www.CBGN.com](http://www.CBGN.com).
- [3] document dans la société (histoire de CBGN ou Coca-Cola aujourd'hui)
- [4] [www.les susceptible des eaux.com](http://www.les susceptible des eaux.com)
- [5] [www.reaction d'hydrolyse du chlore.com](http://www.reaction d'hydrolyse du chlore.com)
- [6] Travaux pratiques, Génie de dépollution, LST : Génie Chimique (responsable : A .LHASSANI)
- [7] [www.neutralisation des colloïdes par un sulfate d'aluminium.com](http://www.neutralisation des colloïdes par un sulfate d'aluminium.com)
- [8] [www.adsorption du chlore sur le charbon actif.com](http://www.adsorption du chlore sur le charbon actif.com)
- [9] rapport contrôle des paramètres physico-chimiques (Youssef amine 2010 /2011)