



Licence Sciences et Techniques (LST)

PROJET DE FIN D'ETUDES

**SUIVI DES ANALYSES EFFECTUEES AU SERVICE
TRAITEMENT DES EAUX A LA CBGN**

Présenté par :

◆ LAAFOU Souad

Encadré par :

◆ Pr El houssine EL GHADRAOUI (FST)

◆ Mr Fahmi ELKHAMMAR (CBGN)

Soutenu Le 08 Juin 2017 devant le jury composé de:

- Pr E.H . EL GHADRAOUI FST

- Pr A. OULMEKKI FST

- Pr N. IDRISSI KANDRI FST

-Mr F. ELKHAMMAR CBGN

Stage effectué à La CBGN

Année Universitaire 2016 / 2017

Dédicaces

Je dédie ce travail

- *A mes parents qui font le maximum pour ma formation, pour leur soutien et encouragement durant toute ma vie.*

Aucune dédicace ne serait exprimée à leur juste valeur, mes profonds respects et ma reconnaissance pour tous les efforts que vous avez fournis pour mon bien être .

Que ce travail soit le symbole de mon grand amour et ma grande reconnaissance de vos efforts et soutien inoubliable pendant toutes ces années de sacrifices.

- **A mes frères et ma sœur.**
- **A tous mes professeurs :**

Leur générosité et leur soutien m'oblige à leur témoigner mes profonds respects et ma loyale considération

- **A tous mes amis (es) et mes collègues :**

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans mon parcours. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma reconnaissance et mon estime.

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidé lors de la réalisation de ce rapport.

Tout d'abord, j'adresse mes remerciements à mon professeur, **Mr El Ghadraoui de la faculté des sciences et techniques** qui m'a beaucoup aidé, son écoute et ses conseils m'ont permis de cibler mes candidatures.

Je tiens à remercier vivement mon maitre de stage, **Mr FAHMI El khammar du service contrôle qualité au sein de la CBGN**, pour son accueil, le temps passé ensemble et le partage de son expérience au quotidien. Grâce à sa confiance, j'ai pu accomplir toutes mes missions. Il fut d'une aide précieuse dans les moments les plus délicats.

Je remercie également tous les membres de la CBGN , pour leur accueil, leur esprit d'équipe et en particulier **Mr Ouahid** qui m'a beaucoup aidé à comprendre beaucoup de choses ...

Aussi je tiens a remercier les membres de jury le professeur **Nourddine IDRISSE KANDRI** et le professeur **Abdallah OULMEKKI** d'avoir accepté de juger ce travail.

Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont conseillé lors de la rédaction de ce rapport de stage.

Sommaire

Introduction	8
Chapitre I : Présentation de l'entreprise.....	9
I-Historique de la CBGN	10
1-Présentation de la CBGN.....	10
2-Le champ d'activités de la CBGN.....	10
3-Produits fabriqués par la CBGN	11
II-Fiche technique	11
III-Organigramme de la CBGN.....	12
Chapitre II : Processus de fabrication.....	13
I-Traitement des eaux	14
1-Description du procédé de traitement des eaux.....	14
a-Pré-chloration.....	16
b-Coagulation-floculation.....	16
c-Filtration au niveau du filtre à sable	16
d-Filtration au niveau du filtre à charbon	17
e-Décarbonateur.....	18
f-Stockage d'eau décarbonaté	19
g-Filtration au niveau du filtre à charbon	19
h-Filtration au niveau du filtre polisseur	19
2-Adoucissement de l'eau.....	19
Partie expérimentale.....	20
Les analyses physico-chimiques d'eau traité	21
1-Détermination du taux de la dureté de l'eau.....	22

2-Détermination du potentiel d'hydrogène	24
3-Détermination du taux d'alcalinité	24
4-Mesure du taux de chlore par méthode colorimétrique.....	27
5-Détermination de la turbidité	27
6-Détermination du total de solide dissous	28
II-La siroperie.....	30
1-Préparation du sirop simple	30
2-Préparation du sirop fini.....	31
III-Embouteillage	31
Chapitre III : Contrôle de la matière première à la réception.....	36
I-Contrôle de la matière première.....	38
1-Contrôle du sucre granulé	38
2-Concentré et Extrait de base	40
II-Contrôle des produits chimiques	40
1-Eau de javel.....	40
III-Contrôle des produits finis achetés	41
1-Contrôle de boisson gazeuse	41
a-Volume en CO ₂	41
b-Mesure du Brix par Densimètre électronique.....	42
Conclusion.....	43

Liste d'abréviation

CBGN : Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord.

ECCBC: Equatorial Coca-Cola Bottling Company.

Dc : dureté calcique.

Dt : dureté totale.

DPD : diméthyl phényle diamine.

NTU : unité de la turbidité.

O.G.A : odeur goût et apparence.

Ppm : partie par million.

TA : titre alcalimétrique.

TAC : titre alcalimétrique complet.

TDS : taux des solides dissous.

EDTA : Acide Ethylène Diamine Tétra acétique.

Liste des figures

Fig. 1 : Schéma de principe de traitement des eaux.

Fig. 2 : Variation de TAC en fonction du temps.

Fig. 3 : Variation de Turbidité en fonction du temps.

Fig. 4 : Variation de TDS en fonction du temps.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Produits fabriqués par la compagnie en verre.

Tableau 2 : Les paramètres contrôlés pour les différents types de filtres au niveau salle de traitement des eaux.

Tableau 3 : Résultats d'analyse de TAC.

Tableau 4 : Résultats d'analyse de turbidité.

Tableau 5 : Résultats d'analyse de TDS.

Introduction

Au cours de ma formation à la faculté des sciences et techniques FST FES, et grâce à des professeurs compétents et un programme bien intégré, j'ai pu acquérir pleines de connaissances théoriques, et compétences pratiques. Alors pour donner une tache de réalité à ces connaissances, j'ai vu que ça sera bien de faire un stage pratique.

Ce stage est considéré comme complément utile de la formation .Il permet au stagiaire de :

- Améliorer les relations humaines.
- S'adapter au milieu professionnel.

C'est pour cela j'ai opté de passer mon stage à la CBGN pour une durée du 10/04/ 2017 au 28/ 05 /2017

A la CBGN, comme pour chaque industrie agroalimentaire, l'eau est d'un intérêt primordial dans la chaîne de production.Elle doit répondre à des normes très strictes de point de vue qualité pour ne pas nuire à la santé du consommateur et ne pas poser de problèmes techniques dans la chaîne de production.

La CBGN a prévu une station de traitement des eaux dans laquelle, j'ai été intégré durant ma période de stage pour pouvoir faire le suivi des différentes analyses appliquées sur l'eau destinée à la siroperie et la chaîne de production des boissons gazeuses.

Le présent rapport abordera les éléments suivants

- La présentation de la société CBGN.
- Le processus de fabrication
- Les analyses physico-chimiques et le contrôle qualité à la réception.



Chapitre I:
Présentation de
L'entreprise

I- Historique de la CBGN:

1 . Présentation de la CBGN:

Compagnie des boissons gazeuses Nord (CBGN) est une société qui a comme activité principale la fabrication et le conditionnement des boissons gazeuses .La CBGN a été créée en **1952**. Elle est située au niveau du quartier industriel Sidi Brahim Fès.

1952 à 1987 : La compagnie ne fabrique que Coca-cola et Fanta orange.

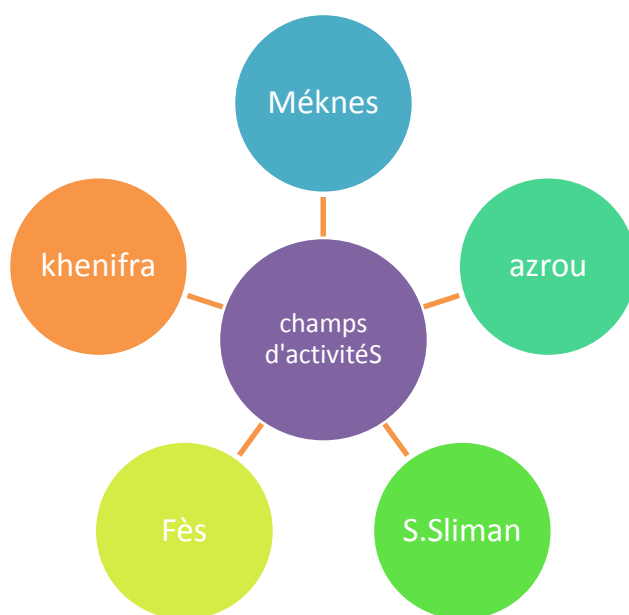
1988: Elle décide de produire des nouveaux produits : Hawaï tropical, Pom's, Spirite.

1991: Pour augmenter sa part du marché, elle lance les bouteilles en plastique PET (polyéthylène et téréphtalique).

2002 : La CBGN devient filiale de l'ECCBC et par la Coca-cola Holding.

La CBGN de Fès dispose d'un laboratoire de contrôle qualité, équipés des instruments et des appareils de mesures de contrôles et d'essais modernes pour la préservation de conformité du produit au cours des opérations internes et lors de la livraison à la destination prévue

2-Le champ d'activités de la CBGN :



3-Produits fabriqués par la CBGN:

Produits	Taille (cl)			
	20	35	35,5	100
<i>Coca Cola</i>				
<i>Hawaï tropical</i>				
<i>Fanta Orange</i>				
<i>Fanta Lemon</i>				
<i>Pom's</i>				
<i>Sprite</i>				
<i>Schweppes citron</i>				
<i>Schweppes tonic</i>				

Tableau 1 : Produits fabriqués par la compagnie en verre

II- Fiche technique:



FICHE TECHNIQUE :

Sigle : C.B.G.N

Siège social : Quartier Industriel Sidi Brahim BP : 2284 f7s compagnie des boissons Gazeuses du nord.

Téléphone : 0535641136/0535641187/0535641070

Fax : 0535644244/0555641181

Adresse : Q.I Sidi Brahim_Fés

Boite postale : 2284 Fés

Capitale : 3 720 000 DH

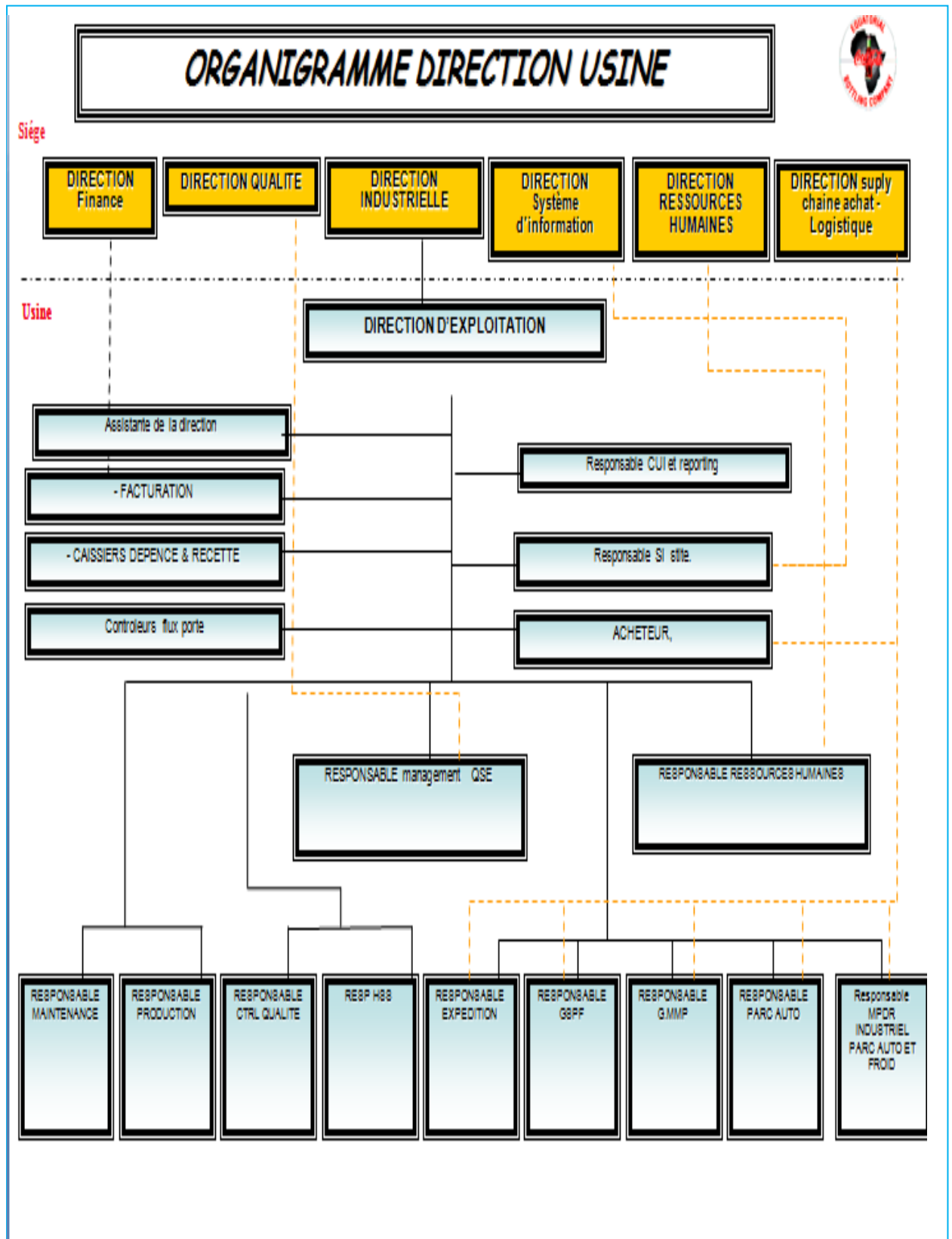
Superficie : environ 1 ha

Forme juridique : Société anonyme SA.

Nombre de personnel:240 permanents/350 saisonniers

Patente : 13245421

III-Organigramme de la CBGN:





Chapitre II:
Processus defabrication

I -Traitement des eaux:

1. Description du procédé de traitement de l'eau :

L'eau est une matière première essentielle dans la production des boissons gazeuses, donc elle doit être traitée avant d'être utilisée à la production, à la siroperie et au lavage des bouteilles pour éliminer toutes impuretés susceptibles d'affecter le goût, et l'aspect du produit. Parmi ces constituants on trouve :

- Les matières en suspension
- Les micro-organismes
- Les matières organiques
- Les substances sapides et odorantes (le chlore, les chloramines et le fer).
- L'alcalinité (les bicarbonates, les carbonates ou les hydroxydes).

Pour cela la CBGN dispose d'une salle de traitement des eaux de production de l'eau traitée et de l'eau adoucie.

Description du procédé de traitement des eaux :

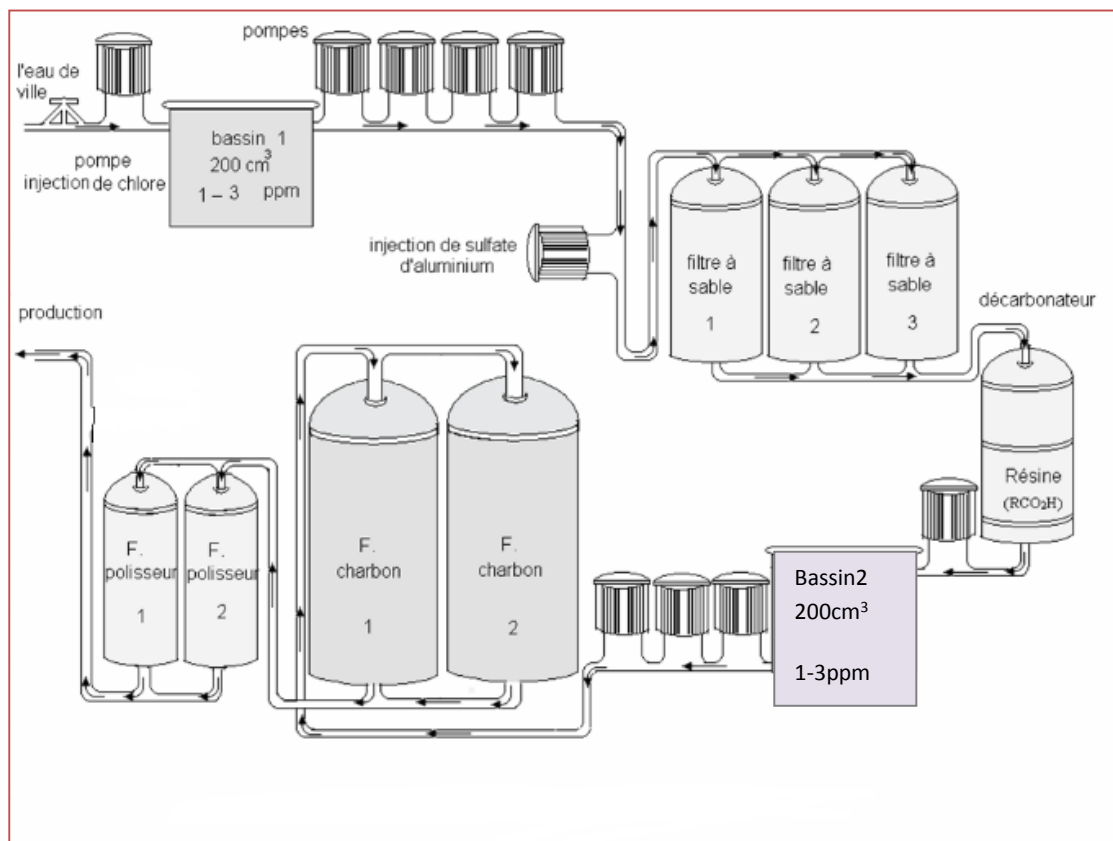
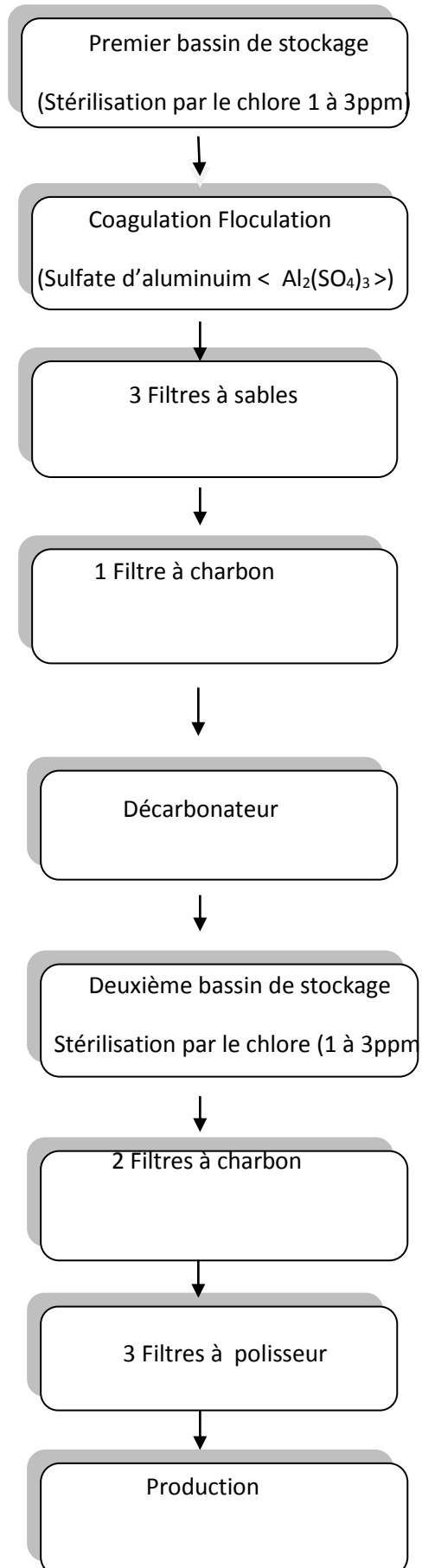


figure 1 : Schéma de principe de traitement des eaux

Les différentes étapes de traitement des eaux sont les suivantes :



a. Pré-chloration :

L'eau de ville (pH=7) est stockée dans un bassin de capacité de 200m³. Une injection d'eau de javel (entre 1 et 3ppm) se fait par l'intermédiaire d'une pompe qui injecte le chlore à l'entrée du bassin.

Le chlore est utilisé comme moyen de désinfection qui vise à réduire ou à inactiver les germes pathogènes qui se trouvent dans l'eau.

L'introduction de chlore dans l'eau conduit à son hydrolyse selon les équations chimiques :



HOCl: acide hypochloreux

Dans ce processus la molécule HOCl exerce une action inhibitrice.

b. Coagulation floculation :

La coagulation floculation est un procédé physico-chimique de clarification des eaux.

Dans l'eau brute, existe des colloïdes qui sont généralement chargés négativement et se repoussent mutuellement. Afin de neutraliser cette charge superficielle négative, on ajoute un coagulant formant ainsi une couche autour du colloïde et favorisant le rapprochement des particules qui deviennent filtrables.

Le coagulant utilisé est le sulfate d'aluminium. Ce dernier est injecté à l'aide d'une pompe, qui aspire à partir d'un bassin une solution sulfate d'aluminium. La solution est injectée dans le collecteur qui véhicule un débit moyen d'eau de 30 m³/heure.

c. Filtration au niveau du filtre à sable :

Le filtre à sable est monté juste après le point d'injection du coagulant et sert à arrêter toutes les particules de floc résultant du processus coagulation-floculation.

Pour garantir la propriété du filtre à sable et améliorer son rendement on recourt à :

- Un lavage à Co-courant du haut vers le bas par l'eau chlorée traitée.
- Un lavage à contre courant par le chlore.
- La vérification de l'état de sable s'effectue une fois tous les 3 mois.



Photo 1 : Filtre à sable

d .Filtration au niveau du 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 affiner l'élimination de la matière organique et adsorber les micro-polluants organiques à l'état de traces.

A la sortie de la cuve, la teneur en chlore doit être nulle

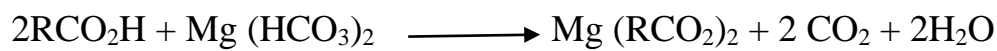
la régénération du filtre à charbon se fait avec une stérilisation avec de la vapeur (100°C) pendant 2 heures, ensuite un lavage à contre courant avec de l'eau chlorée

e. Décarbonateur :

Le décarbonateur est monté à la sortie du filtre à charbon 1 et sert à réduire le taux d'alcalinité de l'eau

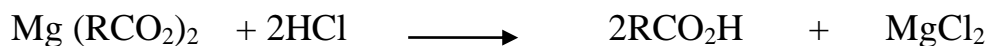
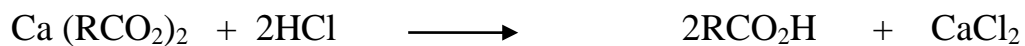
L'eau à traiter traverse un lit de résine faiblement acide de type RCO_2H . Les bicarbonates de calcium et de magnésium échangent leurs cations par de l'hydrogène avec formation de CO_2 .

Les réactions d'échanges ioniques ayant lieu au niveau du décarbonateur sont :



La régénération de la colonne se fait avec une solution d'acide chlorhydrique concentré.

Cette régénération se produit par les réactions suivantes :



Puis on fait un lavage avec de l'eau traitée pour éliminer les traces d'HCl restants.



Photo 2 : Décarbonateur

f. Stockage d'eau décarbonaté :

L'eau décarbonaté passe vers le deuxième bassin de stockage ou on injecte une autre fois grâce à une pompe 1-3 ppm de chlore qui joue le rôle de désinfectant.

g. Filtration au niveau du filtre à charbon :

Cette filtration est destinée à éliminer les molécules de chlore injecté au deuxième bassin d'eau.

h- Filtration au niveau du filtre polisseur:

Le filtre polisseur se compose d'un support (cartouches en fibres) chargé de filtrer l'eau à la sortie du filtre à charbon pour éliminer les particules de charbon qui peuvent s'échapper de ce dernier. L'efficacité de l'opération dépend du type et de la qualité des cartouches utilisées.

A fin de le décolmater, le filtre subit tous les 5 jours une stérilisation avec de l'eau chlorée puis un rinçage avec de l'eau.

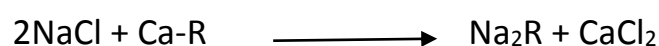
2-Adoucissement de l'eau:

L'opération de l'adoucissement consiste à réduire la dureté de l'eau par élimination des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} responsable de la formation du tartre.

Pour ce faire, on fait circuler l'eau à travers des résines cationiques de type Na_2R .

Tous les sels de l'eau brute se transforment en sels de sodium lorsqu'ils traversent l'adoucisseur. A la sortie de ce dernier, la dureté de l'eau traitée est faible. 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 NaCl selon la réaction suivante :



Partie expérimentale :

Pendant le processus de traitement des eaux, l'évaluation de la qualité d'eau dépend des résultats des différentes analyses (TAC, la turbidité, TDS,...). Cette partie est consacrée 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 accéder à une eau traitée qui répond aux normes spécifiées par la compagnie des boissons gazeuses.

❖ Les analyses physico-chimiques d'eau traitée :

Les paramètres contrôlés pour les différents types d'eaux analysées sont représentés dans le tableau suivant :

Eau contrôlée	Paramètres	Normes
Eau du filtre à sable	- Cl ₂ (ppm). - Aluminium (ppm). - Turbidité (NTU). -pH.	-1 à 3 ppm. - < 0,2 ppm. -< 0,3 NTU. -6,5 < pH < 7,5
Eau du décarbonateur	- TA (ppm). - TAC (ppm). - TDS (ppm). - pH.	- < 2 ppm. -< 85 ppm. -< 500 ppm. -4,9 < pH < 7
Eau du filtre à charbon	- Cl ₂ (ppm). - Aluminium (ppm). - TA (ppm). - TAC (ppm). - TDS (ppm). -Turbidité - pH.	-1 à 3 ppm. -< 0,2 ppm. - < 2 ppm. -< 85 ppm. -< 500 ppm. -<0,3NTU - 4,9 <pH < 7.
Eau du filtre polisseur	- Turbidité(NTU)	-< 0,5 NTU.
Eau adoucie	- Dureté calcique (ppm). - Dureté Totale (ppm).	-< 40 ppm. -< 100 ppm
Eau recyclée des laveuses	-Cl ₂ (ppm) -Turbidité(NTU) -Al (ppm) - pH	-1 à 3 ppm. -< 0,5 ppm. -< 0,2 ppm. - 6 <pH < 7,5.

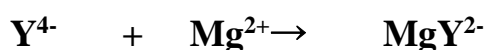
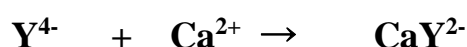
Tableau 2 :Les paramètres contrôlés pour les différents types de filtres au niveau traitement des eaux

1- Détermination du taux de la dureté de l'eau :

✓ Principe :

La détermination de la dureté est réalisée à la sortie des adoucisseurs. Une eau est dite dure lorsqu'elle est fortement chargée en ions calcium et magnésium, d'autre façon la dureté est définie comme étant la teneur de l'eau en sels de calcium et sels de magnésium.

La complexométrie se base sur la formation de complexe entre les ions alcalino-terreux et l'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA) selon les réactions suivantes :



Y^{4-} représente la forme ionique de l'(EDTA).

Il existe deux types de dureté :

- **La dureté calcique (Dc)** : exprime la concentration en ions Calcium Ca^{2+} . La mesure de la dureté calcique se fait après l'ajout de NaOH dont le rôle est de précipité le magnésium sous forme de $Mg(OH)_2$. Le taux de calcium est déterminé par titrage complexométrique à l'EDTA en utilisant murexide comme indicateur qui se combine avec le Ca^{2+} .

➤ Matériels :

- Eprouvette graduée de 100ml.
- Erlenmeyer de 250ml.
- Burette graduée en 0,1 ml.

✓ Réactifs :

- Indicateur de calcium (Murexide).
- Solution de NaOH 1N.
- Solution d'EDTA 0,01M.

✓ Mode opératoire :

Dans un erlenmeyer on introduit 50 ml de l'échantillon d'eau à analyser, puis on ajoute 2 ml de solution de NaOH et quelque goutte de murexide.

- Si la couleur est mauve, il n'ya pas de calcium ($Dc=0$).

-Si la couleur est rose, on titre par la solution de l'EDTA (0,01M) jusqu'au virage de la couleur au mauve.

✓ **Résultats :**

$$Dc \text{ (ppm)} = 20 \times \text{volume d'EDTA versé en ml}$$

➤ **La dureté totale** : exprime la concentration en ions Ca^{2+} et Mg^{2+} .

✓ **Matériels :**

- Eprouvette graduée de 100ml.
- Erlenmeyer de 250ml.
- Burette graduée en 0,1 ml.

✓ **Réactifs :**

- Indicateur coloré noire d'ériochrome.
- Solution tampon pH 10.
- Solution d'EDTA 0,01M.

✓ **Mode opératoire :**

Dans un erlenmeyer on introduit 50 ml de l'eau adoucie, on lui ajoute 2 ml de la solution tampon pH 10 et quelque goutte de l'indicateur noire d'ériochrome.

- Si la couleur est bleue, la dureté totale est nulle.
- Si la couleur est rose, on titre par la solution E.D.T.A (0,01 M), jusqu'au virage de la couleur au bleu.

✓ **Résultats :**

$$Dt \text{ (ppm)} = 20 \times \text{volume d'EDTA versé en ml}$$

2-Détermination du potentiel d'hydrogène :

✓ Principe :

Le pH est mesuré par potentiométrie, au moyen de deux électrodes protégées par une membrane de verre. L'échange de protons (H⁺) sur la membrane entraîne une différence de potentiel. Le pH-mètre utilisé est étalonné au moyen de solutions tampons de pH connu. On le réétalonne généralement tous les trois mois.

✓ Matériels :

- pH mètre.
- Electrode
- Bécher

✓ Mode opératoire :

Établir les connexions électriques nécessaires de pH-mètre, on lave l'électrode avec l'eau distillée, et on verse l'échantillon d'eau dans le bêcher puis y plongé les électrodes et la valeur du pH est indiquée sur l'écran de l'appareil.

3-Détermination du taux d'alcalinité :

✓ Principe :

La détermination du taux d'alcalinité se fait à la sortie du décarbonateur et du filtre à charbon. L'alcalinité d'une eau correspond à la présence des hydrogénocarbonates (HCO³⁻), carbonates (CO₃²⁻) et hydroxydes (OH⁻). L'alcalinité se mesure par la neutralisation de l'eau par un acide minérale en présence de l'indicateur coloré.

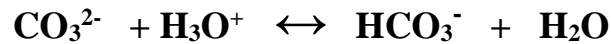
● Le TA (titre alcalimétrique) :

Le TA correspond à la neutralisation des ions hydroxydes OH⁻ et à la transformation de la moitié des ions carbonates en hydrogénocarbonates (HCO₃⁻) par l'acide fort utilisé.

$$\text{TA} = [\text{OH}^-] + 1/2 [\text{CO}_3^{2-}]$$

✓ Explication :

En présence de phénophtaléine (zone de virage à pH = 8.3), par dosage par un acide fort H₂SO₄ on a les réactions suivantes:



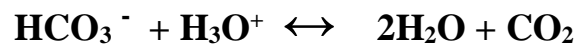
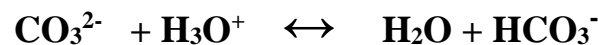
● Le TAC (titre alcalimétrique Complet)

Le TAC correspond à la neutralisation des ions hydroxydes, carbonates et hydrogénocarbonates.

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

✓ Explication:

En présence de méthyle orange, on aura les réactions suivantes :



✓ Matériels :

- Eprouvette graduée de 100ml.
- Erlenmeyer de 250ml.
- Burette graduée en 0,1 ml.

✓ Les réactifs :

- Solution d'acide sulfurique 0.02N.
- Phénol phtaléine.
- Thiosulfate de sodium. Na₂ S₂ O₃
- Méthyle orange.

✓ Mode opératoire et résultats :

On prélève 100ml d'eau à analyser dans un erlenmeyer, on ajoute 2 à 3 gouttes de la phénophtaléine si la solution reste incolore, le TA=0

- Si une coloration rose apparaît, on doit titrer avec la solution de l'acide sulfurique en agitant, jusqu'à disparition de la coloration rose. Ainsi, la valeur du titre alcali métrique sera :

$$TA = 10 \times \text{volume de l'acide versé en ml}$$

On ajoute à la même solution 2 gouttes du thiosulfate du sodium, et 3 à 4 gouttes de l'indicateur Méthyle- orange et on retitre avec l'acide sulfurique H_2SO_4 , sans remplir de nouveau la burette, jusqu'au virage du jaune au jaune orangé.

$$TAC = 10 \times \text{volume de l'acide versé en ml}$$

✓ Résultats :

Nous avons réalisé un suivi d'analyse de TAC au niveau filtre à charbon pendant 15 jours (du 24/04/2017 au 10/05/2017) .

la courbe suivante, représente la variation des valeurs de TAC obtenus pendant les 15 jours d'analyse .

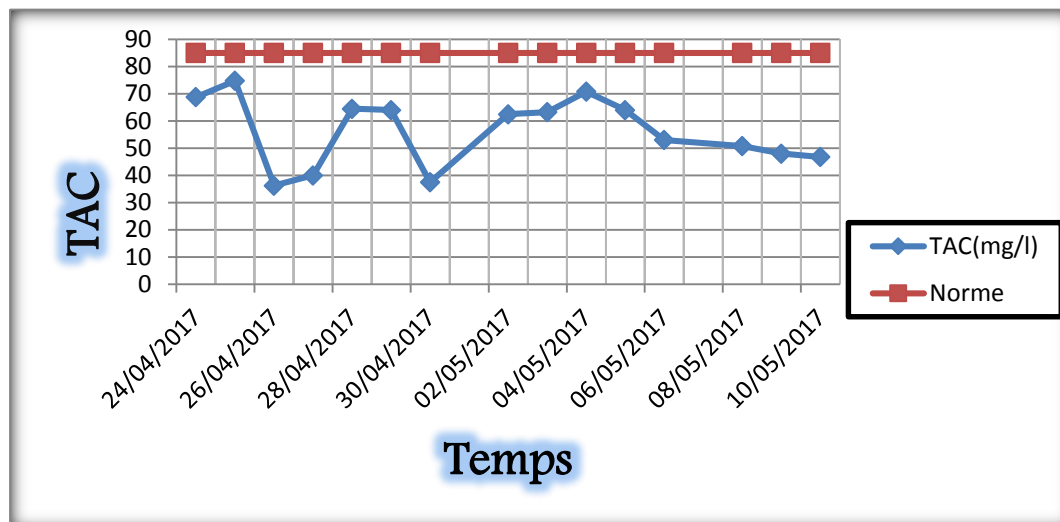


Figure 2 : Variation du TAC en fonction du temps.

✓ Interprétations :

On remarque que toutes les valeurs de TAC sont inférieures à la norme donc le TAC répond bien aux normes de qualité d'eau traitée imposées par la CBGN.

4-Mesure du taux de chlore par méthode colorimétrique :

✓ Principe :

Le chlore est utilisé au niveau de bassin de stockage n°1 et n°2 ; la vérification de sa teneur est important pour optimiser son pouvoir désinfectant.

Le chlore est éliminé au niveau de filtre charbon ce qui fait que à la sortie de ce filtre la chloration normale est nulle.

La mesure du taux de chlore se fait par la méthode colorimétrique . On utilise une cuvette de 10 ml et un comparateur à l'aide du quel on lit la valeur

✓ Réactifs :

- Tablettes DPD n°1 pour le chlore résiduel.
- Tablettes DPD n°4 pour le chlore total.

✓ Mode opératoire et résultats :

On prélève 10ml de l'eau à contrôler dans la cuvette de 13.5mm. On écrase une tablette du réactif soit **DPD n°1** (diéthyl-para-phénylène-diamine,c'est un réactif sous forme de pastille) pour le chlore résiduel soit **DPD n°4** pour le chlore total et on les ajoute à l'échantillon en agitant jusqu'à dissolution complète.

On met la cuvette dans la loge droite du comparateur et on insère le disque correspondant au type de cuvettes utilisées. Ensuite, on oriente le disque vers une source lumineuse.

On regarde par la visionneuse et on fait tourner le disque jusqu'à avoir la même couleur dans les deux cuvettes .

Enfin, on lit la concentration du chlore donnée en mg/l.

5-Détermination de la turbidité :

✓ Principe :

C'est un paramètre organoleptique qui permet de contrôler la présence des matières en suspension (argile, grains de silice...). Elle est exprimée en NTU (*Unité de Turbidité Néphélométrique*). La mesure est faite par une méthode photométrique à l'aide d'un Turbidimètre

✓ Mode opératoire :

On remplit une cuvette propre avec l'échantillon bien homogénéisé et on effectue rapidement la mesure.

✓ Résultats :

Nous avons réalisé un suivi d'analyse de Turbidité au niveau filtre à charbon pendant 15jours .

La courbe suivante, représente la variation des valeurs de Turbidité obtenus pendant les 15 jours d'analyse .

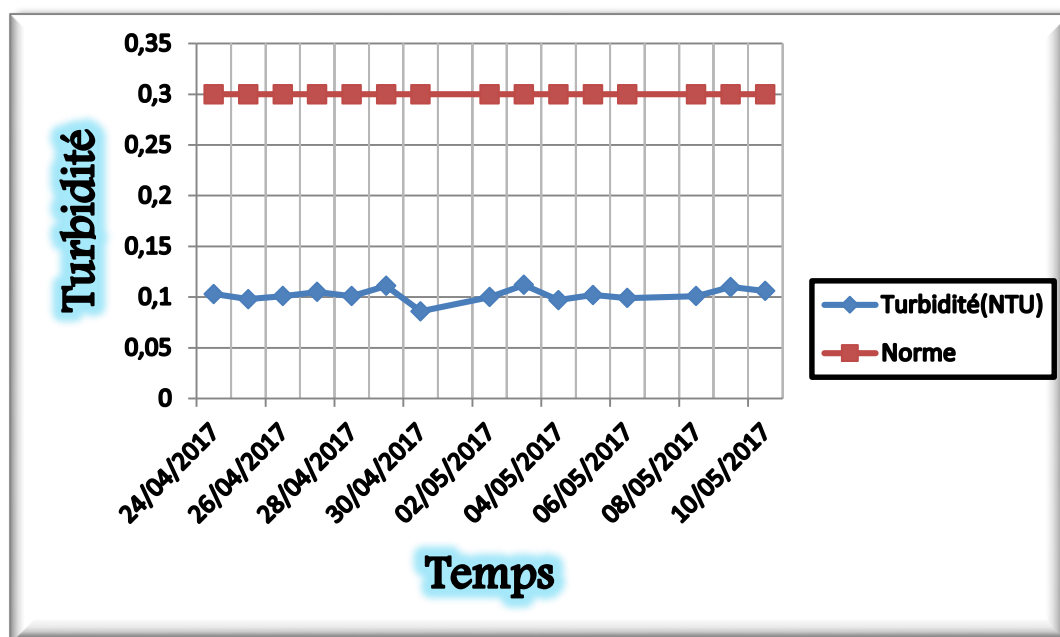


Figure 3 : Variation de la Turbidité en fonction du temps.

✓ Interprétations :

On remarque que toutes les valeurs de la Turbidité de l'eau du filtre à charbon sont conformes à la norme,

6-Détermination du total de solide dissous(TDS) :

✓ Principe :

TDS (le total des solides dissous) 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.

La mesure du TDS est faite par un TDS-mètre. La norme du TDS est inférieure à 500 ppm.

✓ Mode opératoire :

On prélève un échantillon d'eau de l'endroit désiré, on rince l'électrode de l'appareil "TDS-mètre" 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.

✓ Résultats :

Nous avons réalisé un suivi d'analyse de TDS au niveau filtre à charbon pendant 15 jours .

La courbe suivante, représente la variation des valeurs de la Turbidité de l'eau du filtre à charbon obtenus pendant les 15 jours d'analyse .

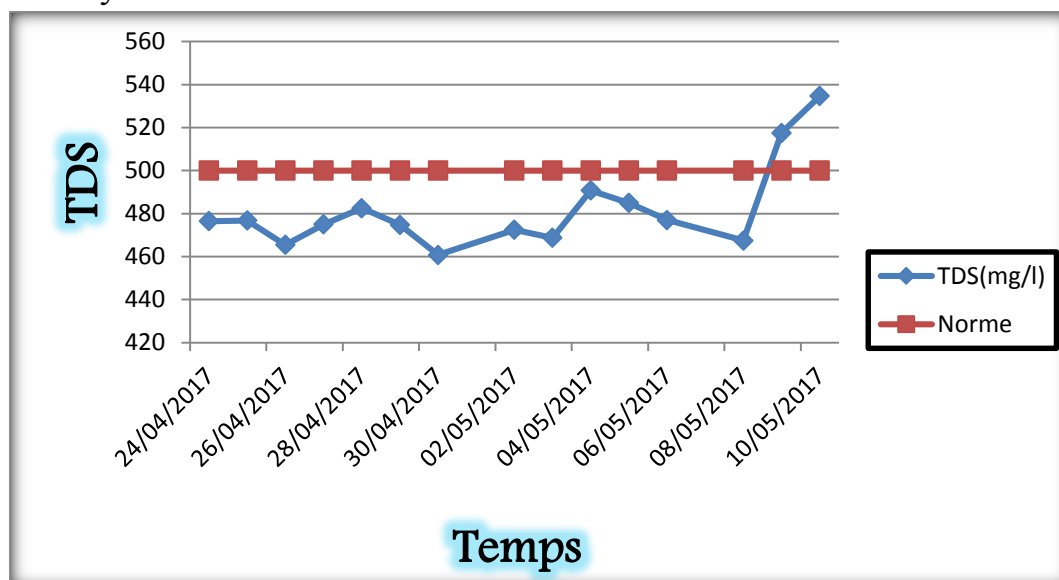


Figure 4 : Variation de TDS en fonction du temps.

✓ Interprétations :

On remarque que tous les valeurs de TDS au niveau du filtre à charbon sont inférieures à la norme(500ppm), à l'exception des deux dernières valeurs(du 09/05/2017 et du 10/05/2017) qui sont hors norme .

Dans ce cas le filtre à charbon nécessite une régénération,cette dernière se fait avec une stérilisation avec de la vapeur (100°C) pendant 2 heures, ensuite un lavage à contre courant avec de l'eau chlorée

II-La Siroperie:

1- Préparation du sirop simple :

Dissolution du 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 versée par la suite dans le dissolvant par le haut de la cuve. En même temps 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 une température entre 80°C à 85°C.

Ajout du charbon actif :

Dans une cuve, on ajoute des quantités bien définies du charbon actif en poudre qui permet de clarifier le mélange et d'éliminer également les mauvaises odeurs.

Filtration :

Le mélange obtenu appelé le sirop simple passe à travers deux filtres :

Le premier est le filtre à célite qui permet l'élimination du charbon et des 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 :

Le refroidissement du sirop simple filtré 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 fini est un mélange de sirop simple et de concentré (si on parle de liquide) appelé aussi extrait de base (si on parle de poudre), qui est à son tour un mélange complexe d'arômes, d'acidifiant et de colorants.

III -Embouteillage :

La CBGN possède deux lignes des bouteilles en verre. En général, la bouteille doit passer par les différentes étapes qui sont les suivantes :

Dépalettiseur :

Dépalettiseur qui est une machine permettant d'ôter les casiers de bouteilles sur la palette et de les poser sur un convoyeur muni de tapis roulant vers le dévisseuse.



Photo 3 : Le dépalettiseur des caisses

Dévisseuse :

C'est une machine qui dévisse les bouchons des bouteilles avant l'entrée de la laveuse à l'aide des chariots avec des têtes spéciales



Photo 4 : La Dévisseuse

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.



Photo 5 : Décaisseuse

La laveuse :

C'est une machine qui permet un lavage des bouteilles en bonne qualité dans des bassins spéciaux.

Le lavage se fait en 5 étapes qui sont :

• **la pré-inspection**

Il permet d'éliminer les bouteilles non conformes et ébréchées.

● Le pré-lavage :

Elle se fait par l'eau adoucie à température ambiante afin d'éliminer les adhérents aux parois.

● Le lavage à la soude caustique :

Cette étape se fait dans des bains à différentes concentrations à une température de 70°C combiné à un additif (le triphosphate de sodium) dont le rôle est d'empêcher le passage de la mousse provenant de NaOH et de permettre la brillance des bouteilles.

● Pré-rinçage :

C'est une opération qui se fait pour éliminer les traces du détergent. Elle se fait dans trois bains contenant respectivement une eau adoucie chaude, tiède et froide pour éviter le choc thermique qui entrainerait la casse des bouteilles.

● Le rinçage final :

Il est réalisé par l'eau adoucie froide et chlorée (1 ppm – 3ppm) pour éliminer les résidus caustiques et refroidir les bouteilles.



Photo 6 : Laveuse de bouteilles

inspection visuelle du vide:

Il consiste à enlever les bouteilles mal lavées, étrangères ou ébréchées.

Inspection électronique :

Il permet de retirer les bouteilles ayant un corps étranger .

soutirage et bouchage :

C'est le remplissage des bouteilles par une soutireuse. Ces bouteilles seront ensuite bouchées.



Photo 7 :Soutireuse

inspection des bouteilles pleines:

Elle permet d'éliminer les bouteilles de volume inférieur ou supérieur à la norme ces bouteilles sont considérées comme ratées et donc éliminées.

Codage et étiquetage :

Les bouteilles remplies doivent porter un code sur le bouchon (date, heure et lieu de production, date de péremption et ligne concernée) puis passent vers une étiqueteuse pour étiquetage.



Photo 8 : Etiqueteuse

Encaissage et stockage :

Ces étapes d'encaissage est de stockage c'est la mise en caisse des bouteilles pleines et leur stockage.



Photo 9 : Encaisseuse



Chapitre III:
Contrôle de la matière
première à la réception

Introduction :

Le contrôle à la réception est un contrôle fondamental qui précède toute production .

Il a pour but de vérifier la conformité des produits et des processus avec les exigences et les normes prédéfinies pour garantir la sécurité du consommateur face aux risques que peuvent présenter certains produits industriels.

Les différentes matières utilisées dans le processus de fabrication des boissons gazeuses subissent un contrôle de la conformité à savoir: les matières premières, les produits chimiques, les matières d'emballage et quelques produits finis.

On peut distinguer quatre catégories du contrôle à la réception qui sont les suivantes :

- ❖ Contrôle de la matière première :
 - Sucre.
 - CO₂.
 - Concentrés et extraits de base

- ❖ Contrôle des produits chimiques :
 - Eau de javel (l'hypochlorite de sodium).
 - La soude caustique (Na OH).
 - Le sel marin (Na Cl).
 - L'acide chlorhydrique (HCl).

- ❖ Contrôle des matières d'emballage et de conditionnement :
 - Etiquettes.
 - Capsule à vis.
 - Bouchon couronne.
 - Bouteilles en verre.

- ❖ Contrôle des produits finis
 - Les boissons gazeuses.

I. Contrôle de la matière première :

1. Contrôle du Sucre granulé:

OBJECTIF :

Le but de ce contrôle est de déterminer les paramètres physico-chimiques et microbiologiques du sucre afin de les comparer aux exigences de la compagnie pour s'assurer de sa conformité.

Les analyses effectuées sur le sucre sont :

➤ APPARENCE

Préparer une solution de sucre a 50°BX (dissoudre 100g de sucre dans 100g d'eau distillée).

- Verser 100ml de cette solution dans un flacon de 200ml.
- Vérifier visuellement l'apparence dans une source de lumière.

➤ GOÛT :

- Nous préparons une solution de sucre à 50°BX (dissoudre 100 g de sucre dans 100g d'eau traitée), agité après dissolution.
- Nous prélevons 20 ml de cette solution, compléter à 100 ml avec de l'eau traitée.
- Nous goûtons et nous notons toute présence de goût anormal.

➤ ODEUR

- Nous préparons une solution de sucre à 50°BX, tout en agitant, après la dissolution.
- Nous prélevons 200ml de cette solution dans un flacon à bouchon , régler le pH à 1.5 en utilisant l'acide phosphorique à 10%
- Nous transférons 100ml de la solution de sucre à 50°BX dans un autre flacon
- Nous chauffons les deux flacons de (30 à 35°C) dans un bain-marie.
- Nous sentons et nous notons la présence d'odeur anormale.

➤ **TURBIDITÉ :**

Par un turbidimètre, on mesure la turbidité de la solution de sucre à 50° BRIX.

Norme Turbidité \leq 20 NTU

➤ **TEST DE SO₂ :**

-Vérifier l'apparence du sucre en s'assurant que le sucre ne contient pas de corps étrangers

-Dans un erlenmeyer, prélevé 150 ml d'eau distillée, ajouter 10 ml de l'indicateur amidon et 5 ml d'acide chlorhydrique 3 N.

-Titrer avec une solution d'iode 0,005N jusqu'à apparition d'une coloration bleue.

-Peser 50g de sucre et l'ajouter à la solution dans l'erlenmeyer. Agiter jusqu'à la dissolution complète de sucre.

• Si la coloration bleue persiste, il n'y a pas de SO₂.

• Si la coloration bleue disparaît, titrer à nouveau avec la solution d'iode 0,005N jusqu'à l'apparition de la coloration bleue.

CALCUL :

$$\text{SO}_2 \text{ (ppm)} = V \text{ (ml)} \times 0.005 \times 32.03 \times 1000 \div 50 \text{ g de Sucre}$$

Norme SO₂ \leq 6ppm

➤ **TEST FLOCCULATION :**

-préparer une solution de sucre à 50 BX (dissoudre 100g de sucre dans 100g d'eau distillée).

Chauffer entre 70-80°C et filtrer sur papier filtre.

- prélever 86 ml du filtrat, ajouter 5ml d'une solution de benzoate de sodium (C₆H₅COONa) à 0.1%.

- ajouter 4 ml de l'acide phosphorique (H₃PO₄) 2N

- compléter à 500 ml avec de l'eau gazeuse, fermer, mélanger, et laisser reposer pendant 10 jours.

- Après 10 jours, examiner la présence de floc à travers une lumière (lampe)

2. Concentré et Extrait de base :

Concentré : C'est une matière sous forme de liquide, c'est un élément essentiel dans la fabrication de la boisson gazeuse.

Extrait de base : C'est une matière sous forme de poudre.

OBJECTIF :

Le but de ce contrôle est de voir si tous les éléments, pour chaque produit réceptionné, sont conformes et identifiés, aussi si tous les emballages sont bien fermés et étiquetés.

Les contrôles doivent être effectués sur tous les fûts et les cartons reçus comme :

La vérification de la correspondance de tous les produits, par rapport à la formule figurant sur le manuel référentiel des formules.

- **Date d'expiration** : vérifier si la date d'expiration existe et lisible.
- **Batch** : vérifier si le numéro de batch existe et lisible.
- **Fermeture de sécurité** : vérifier si la bague de sécurité des fûts.
- **Cartons** : vérifier si la bande (scotch) existe et correctement appliquée

II. Contrôle des produits chimiques:

➤ Eau de javel :

Eau de javel ou hypochlorite de sodium : est utilisée pour la désinfection des bouteilles et au traitement des eaux.

OBJECTIF :

Ce contrôle permet de déterminer le pourcentage de chlore actif pour le comparer aux exigences de la compagnie et s'assurer de sa conformité.

MODE OPÉRAIRE :

-Mettre un échantillon de 5ml dans une fiole jaugée de 250ml et diluer jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée.

-Prélever 25ml de cette solution et les verser dans un bûcher, ajouter ensuite 1g d'iodure de potassium.

-Acidifier avec 4ml d'acide acétique.

-Titre avec la solution de thiosulfate de sodium 0,1N. Quand le mélange devient jaune clair, ajouter 1ml de solution d'amidon.

-Continuer le titrage jusqu'à décoloration complète.

CALCUL

Soit V : Volume de thiosulfate versé (ml).

N : Normalité de la solution de thiosulfate.

A : Masse atomique du chlore.

K : masse de la fiole jaugée servant à la dilution (g).

Ve : Volume de l'échantillon.

Vp : Volume de la prise d'essai à titrer (ml)

Teneur en chlore actif :

$$\text{Cl}_2 \text{ en volume} = V \times N \times A \times k \div Vp = V \times 0,1 \times 35,5 \times 50 \div 25$$

Norme % de CL en volume de 10 à 16

III. Contrôle des produits finis achetés :

➤ Contrôle de boissons gazeuses :

a- Volume en CO₂ :

OBJECTIF :

Ce test a pour but de déterminer le volume de gaz carbonique dissous, dans une boisson gazeuse conditionnée.

MODE OPÉRATOIRE :

- Prélever une bouteille du produit fini
 - Fermer la soupape décompression du Zahm et placer la bouteille sur l'appareil et on baisse la barre transversale jusqu'à ce que le caoutchouc touche le bouchon de la bouteille
 - Ouvrir le robinet de décompression, pour chasser l'air situé entre la limite supérieur de la boisson et le bouchon, et le refermer rapidement dès que la pression est égale à zéro.
 - Agiter la bouteille jusqu'à stabilisation de l'aiguille du manomètre de l'appareil, et lire la valeur de la pression obtenue.
 - Ouvrir le robinet de décompression à proximité d'un lavabo jusqu'à ce que la pression atteigne **0psi**
 - Remonter ensuite la barre transversale et retirer la bouteille.
 - Ôter le bouchon puis mesurer la température de la boisson à l'aide d'un thermomètre
- A l'aide du couple pression-température obtenu, lire la valeur du volume de CO₂ contenu dans la boisson sur le tableau de carbonatation.

-Noter la valeur trouvée.

b-Mesure du Brix par Densimètre électronique:

OBJECTIF :

Le **Brix** sert à mesurer la fraction de saccharose dans un liquide, c'est-à-dire le pourcentage de matière sèche soluble. Plus le °**Brix** est élevé, plus l'échantillon est sucré.

MODE OPÉRATOIRE :

la méthode à suivre pour mesurer le brix de la boisson gazeuse en utilisant un densimètre électronique.

-Prélever une bouteille du produit fini fermé.

-Rincer un bécher de 500 ml avec l'échantillon et verser ensuite une partie dans ce bécher pour la décarbonatation

-Décarbonater la boisson pendant environ 3min maximum en se servant du décarbonateur à air comprimé

-Rincer ensuite abondamment la cellule du densimètre électronique (3 à 4 fois) à l'aide d'une seringue de 2,5 ml avec la boisson décarbonatée

-Remplir la seringue avec la boisson décarbonatée en évitant les bulles d'air

-Injecter doucement et pas complètement le contenu de la seringue dans la cellule du densimètre

Attendre que la valeur du Brix s'affiche et la notée



Photo 11 : Densimètre électronique



Photo 10 : Zahm munie d'un manomètre

Conclusion

Mon stage de fin d'étude de la licence Génie chimique a été effectué au sein du laboratoire de la Compagnie des Boissons Gazeuses CBGN.

Cette expérience a été l'occasion de mettre en pratique un ensemble d'éléments théoriques acquis durant mes études universitaires dans un environnement très professionnel qui est la multinationale Coca-cola.

Ce stage m'a permis aussi de suivre de plus près les différentes méthodes de traitement et d'analyses physico-chimiques des eaux nécessaires à la fabrication des boissons gazeuses et de pouvoir effectuer plusieurs opérations analytiques déterminantes ainsi que la détermination des caractéristiques des différentes eaux étudiées.

Bibliographie

Rapport & Mémoires :

- Les catalogues de la Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord.

ABOUMALIK Sara , « Processus de fabrication » BACHAR Salma, Projet Fin d'Etude pour l'obtention d'une licence en Sciences et Technique à la FST de Fès, Juin 2014 /2015.

-ZOUITINI Ayman, « Processus de fabrication » , Projet Fin d'Etude pour l'obtention d'une licence en Sciences et Technique à la FST de Fès, Juin 2010 /2011.

Webographie :

-<http://www.cocacola.com>

- <http://fr.wikipédia.org/wiki>