



Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

ETUDE DE L'EFFICACITE DES FILTRES UTILISES AU TRAITEMENT DES EAUX A LA CBGN

Présenté par :

Mizero Sylvestre

Encadré par :

Mr. Fahmi El Khammar CBGN
Pr. Ameziane Hassani Chakib FST-Fès

Soutenu Le 17 Juin 2010 devant le jury composé de:

- Pr. Ameziane Hassani Chakib
- Mr. Fahmi El Khammar
- Pr. Khalil Fouad
- Pr. Jamal Assouik

Stage effectué à la



Année Universitaire 2009 / 2010

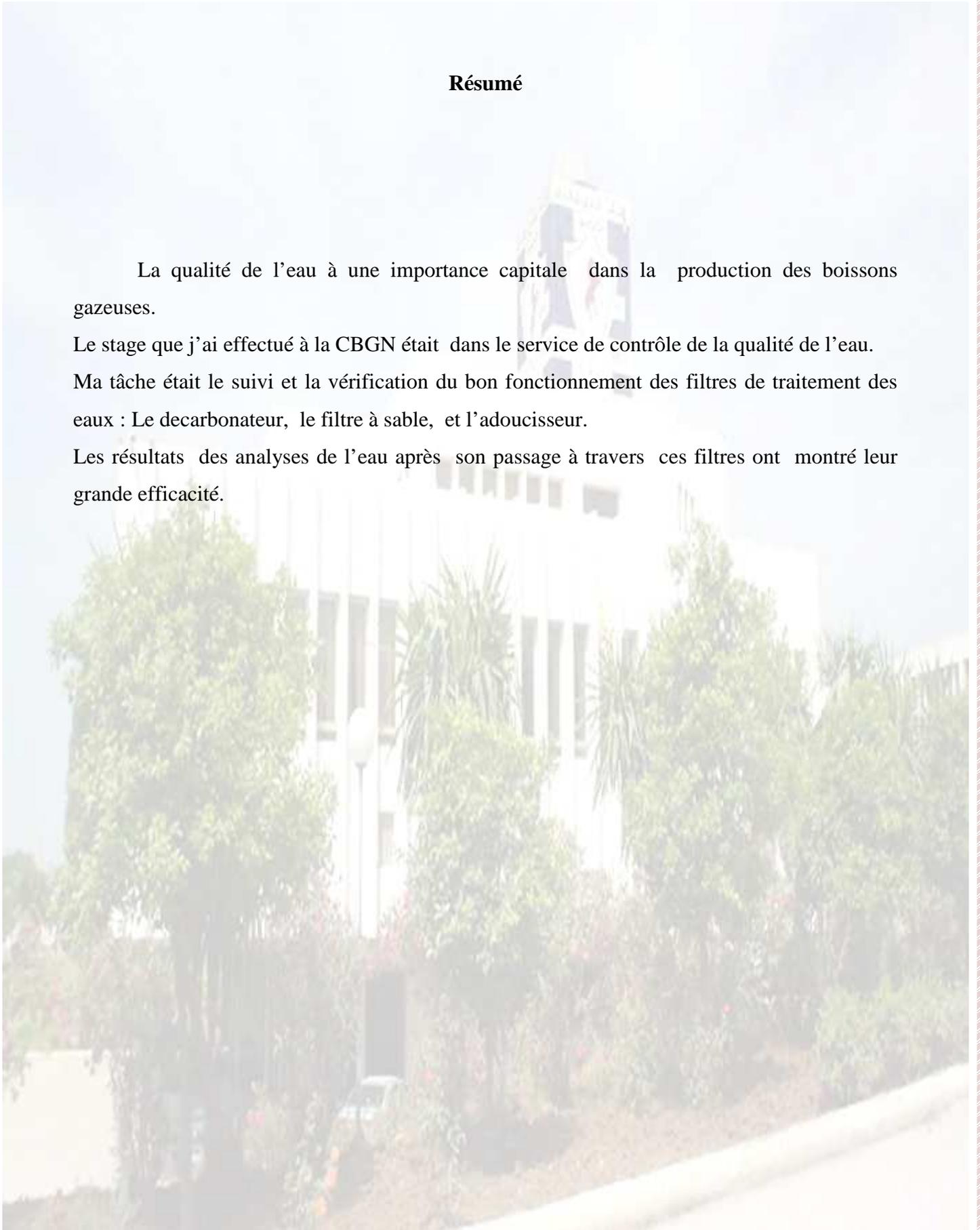
Résumé

La qualité de l'eau à une importance capitale dans la production des boissons gazeuses.

Le stage que j'ai effectué à la CBGN était dans le service de contrôle de la qualité de l'eau.

Ma tâche était le suivi et la vérification du bon fonctionnement des filtres de traitement des eaux : Le decarbonateur, le filtre à sable, et l'adoucisseur.

Les résultats des analyses de l'eau après son passage à travers ces filtres ont montré leur grande efficacité.



Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	5
CHAPITRE I.PRESENTATION DE LA CBGN.....	5
I.1 Historique de Coca-Cola	5
I.2 Coca-Cola au Maroc.....	6
I.2.1 Historique de la CBGN	7
I.2.2 Présentation de la CBGN	7
I.2.3 Activité de la CBGN.....	8
I.2.4 Organisation de l'entreprise CBGN	9
CHAPITRE II.TRAITEMENT DES EAUX	11
II.1 Généralité	11
II.2 Description de processus traitement de l'eau Traitée	11
II.2.1 Stockage et Chloration dans le bassin n°1.....	13
II.2.2 La coagulation et floculation.....	15
II.2.3 Filtration par filtre à sable.....	15
II.2.4 Décarbonatation	16
II.2.5 Filtration par filtre à charbon.....	17
II.3 Adoucisseur	17
II.3.1 Adoucissement de l'eau.....	18
II.3.2 La régénération des adoucisseurs	19
CHAPITRE III .LES ANALYSES ET CONTROLES DE LA QUALITE AU LABORATOIRE	19
III.1 Analyses physico-chimiques des eaux	20
II.1.1 Titre alcalimétrique (TA) et Titre alcalimétrique complet (TAC).....	20
III.1.2 La dureté de l'eau	21
III.1.4 Mesure de Teneur en chlore résiduel.....	23
III.1.5 La turbidité.....	23
III.1.6 Taux de solide dissous (TDS).....	23

III.2	Contrôle qualité de produits finis	24
III.2.1	Détermination de volume du CO ₂	24
III.2.1	La détermination de la densité du sucre : Taux de Brix	24
III.2.2	Mesure de brix par inversion	25
III.2.3	Contrôle de contenu net	25
III.2.4	Contrôle de Stress Cracking	26
III.2.5	Contrôle de gout et de l'odeur	26
III.2.6	Contrôle de débris de verre	26
III.2.7	Contrôle de torque	26
III.3	Contrôle à la réception	26
III.3.1	Contrôle des matières premières	27
III.3.2	Contrôle des matières d'emballages et de conditionnement	27
III.3.3	Contrôle des produits chimiques	27
III.4	Contrôle bactériologique	27
III.4.1	La recherche des Coliformes	28
III.4.2	La recherche des Moisissures et les levures	28
III.4.3	La recherche des Germes totaux	28
CHAPITRE IV	.ETUDE DE L'EFFICACITE DES FILTRES AU TRAITEMENT DES EAUX	29
IV.1	Qualité de l'eau après son passage à travers le filtre à sable	29
IV.2	La qualité de l'eau après son passage à travers le décarbonateur	30
IV.3	La qualité de l'eau après son passage à travers l'adoucisseur	31
CONCLUSION		32
REFERENCES BIBLIOGRAPHIES		32

INTRODUCTION GENERALE

J'ai effectué le stage à la CBGN dans le service contrôle qualité et précisément dans le service des traitements des eaux utilisées à la compagnie.

Au cours de mon stage à la CBGN, ma tâche était le suivi du processus de traitement des eaux utilisées aussi bien pour produire la boisson gazeuse que celles utilisées pour le lavage des bouteilles.

La CBGN utilise de l'eau dans la fabrication de ses boissons gazeuses et dans d'autres processus de fabrication, dont on distingue l'eau de la chaudière, de lavage et celle de refroidissement. La qualité de l'eau a une grande influence sur la qualité du produit principal mis sur le marché. C'est pour cette raison que l'efficacité des procédures de traitements d'eau est tenue en considération au cours de la production. La qualité de l'eau est liée à certaines normes des paramètres physico-chimiques. Les techniques utilisées dans ce traitement sont la chloration pour la désinfection, la filtration qui sert à la clarification, la décarbonatation dans le but de diminuer l'alcalinité d'eau et l'adoucissement pour réduire la dureté de l'eau.

Le travail présenté dans ce mémoire consiste au suivi de l'efficacité des filtres utilisés pour les différentes techniques ci-haut citées.

CHAPITRE I

PRESENTATION DE LA CBGN

1.1 Historique de Coca-Cola

Le 8 mai 1886, le docteur John STYTH PEMBERTON, pharmacien d'Atlanta (état de Géorgie), inventa une nouvelle boisson gazeuse, Il voulait trouver un sirop original et désaltérant.

Il mit au point un mélange comprenant de l'extrait de noix de kola, du sucre, de la caféine, des feuilles de coca, des cocaïnes et un composé d'extraits végétaux.

Son comptable, Franck Mr. Robinson baptisa la boisson « coca-cola » et dessina le premier graphisme, toujours utilisé aujourd'hui.

La boisson fut mise en vente à la « soda - fountain » de la Jacob's pharmacie.

Les serveurs diluaient le sirop avec de l'eau glacée.

L'un eut l'idée d'employer de l'eau gazeuse et les consommateurs présents apprécièrent encore plus la formule. Le coca-cola était né.

Une banderole fut accrochée sur la façade de la pharmacie.

Le 29 mai 1886, la première annonce publicitaire était publiée dans « The Atlanta Journal ».

1.2 Coca-Cola au Maroc

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

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

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

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

La Coca Cola Compagnie est représentée au Maroc par des franchises qui sont au nombre de 7.

Le groupe dispose également de 5 sociétés d'embouteillages :

- La Société centrale des boissons gazeuses (SCBG)
- La compagnie des Boissons gazeuses du nord (CBGN)
- La compagnie des Boissons gazeuses du sud (CBGS)
- L'Atlas bottling company.
- La société des boissons gazeuses du Sousse

Enfin, 11 usines d'embouteillage sont présentes sur le sol marocain.

Leurs parts de marché respectives sont de l'ordre de 40 % SCBG, 28% pour la CBGN et CBGS, 22% pour Atlas bottling company et enfin 10% pour la société des boissons gazeuses du Sousse.

I.2.1 Historique de la CBGN

La CBGN est l'un des huit embouteilleurs du Maroc, elle a été créée en 1952 et elle était implantée au début à la place de l'actuel Hôtel SOFIA. Ensuite elle fut transférée au nouveau quartier industriel à Sidi Brahim avec un capital de 2. 000. 000 Dhs.

En 1971, le capital est augmenté de 24 .000 .000 Dhs (1953) à 1.240.000.000Dhs, durant des années et jusqu'à 1987, la CBGN ne fabriquait que de coca cola et FANTA ORANGE, après et pour augmenter sa part du marché, la compagnie a décidé de diversifier le produit, de là, elle a commencée à produire Fanta lemon, Bonaqua, Sprite, Hawai etc Pour la même raison, elle a lancée en 1991 les Bouteilles en plastiques PET COCA-COLA et multi produits

En 1997, le capital est passé à 3 .720. 000. 000 Dh

En 1997, la compagnie racheté l'unité SIM

En 1999, acquisition de la C.B.G.N par The COCA COLA HOLDING.

EN 2002, acquisition de la C.B.G.N par Equatorial coca-cola bottling company (E.C.C.B.C) ; Groupe Cobega

I.2.2 Présentation de la CBGN

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

- lignes 1 de bouteilles de verres : 1500 Cs/h
- Lignes 2 de bouteilles en verres 1100 Cs /h
- Lignes 3 et 4 des bouteilles en plastique PET

La CBGN de Fès dispose d'un laboratoire de contrôles qualités, 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.

I.2.3 Activité de la CBGN

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

Aujourd'hui, la CBGN dispose d'un site de production avec quatre lignes (deux lignes des bouteilles en verres et deux lignes des bouteilles en plastique PET) et son territoire s'étend sur les centres de distribution: Fès, Meknès, Sidi Slimane, Khenifra, Azrou, Midelt, Errachidia).

Son effectif moyen est actuellement 500 à 1000 dont 20 cadres.

Et enfin, la compagnie a acquis de nouveaux camions puissants et rapides afin de répondre à tous les besoins des ses clients et ses dépôts et faciliter la distribution de ses produits.

Le processus de production utilise dans la C.B.G.N se fait suivant des étapes présentées ci-dessous

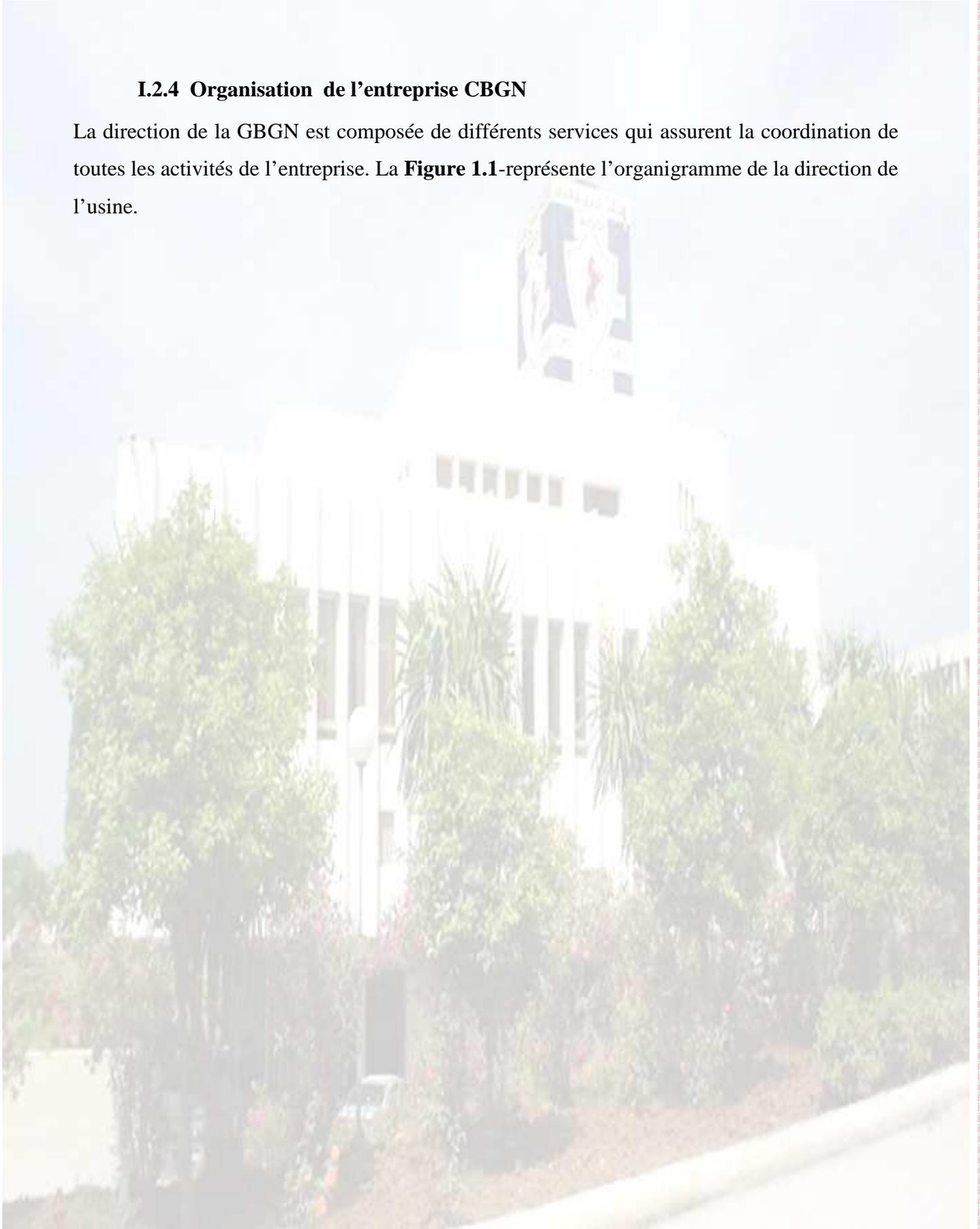
- Le contrôle des matières premières qui se fait à la réception.
- La production.
- La maintenance préventive.
- Le contrôle de qualité.
- La livraison du produit au département Gestion du stock.
- Distributions des produits aux centres ou dépôts selon le besoins du consommateur.

La CBGN s'est engagée dans deux grandes certifications :

- ISO 9001/ 2000 (2005), 14001(1996), 18001(1999).
- HACCP (2003).

I.2.4 Organisation de l'entreprise CBGN

La direction de la GBGN est composée de différents services qui assurent la coordination de toutes les activités de l'entreprise. La **Figure 1.1**-représente l'organigramme de la direction de l'usine.



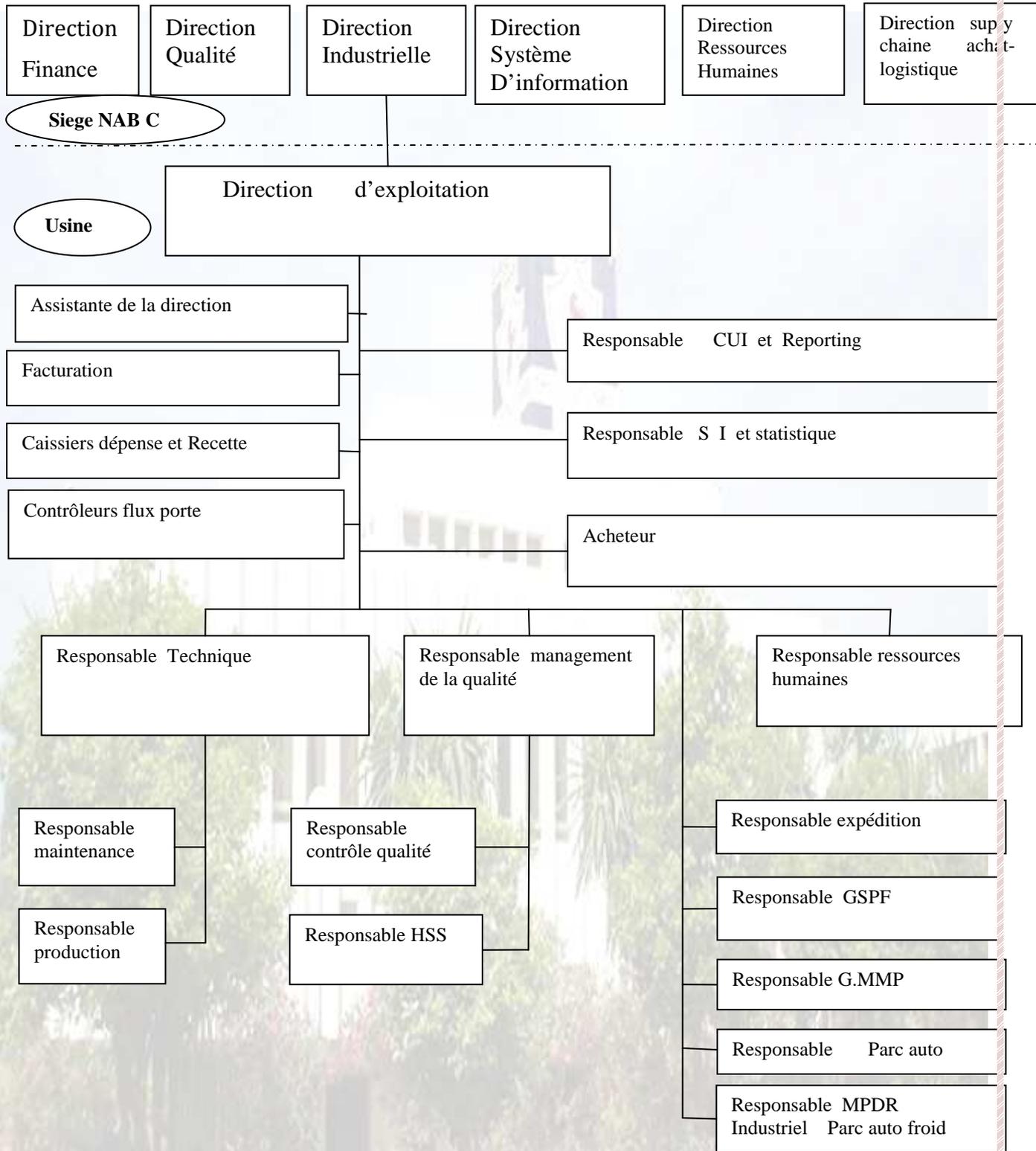


Figure 1.1- Organigramme de la direction de l'usine

CHAPITRE II

TRAITEMENT DES EAUX

II.1 Généralité

L'eau est le produit principal de boisson gazeuse à la CBGN, une fois qu'elle est reçue, elle subit un processus de traitement pour lui donner la qualité conforme à la norme.

On utilise de l'eau au niveau des laveuses des bouteilles, et dans le mixeur là où elle est mélangée avec le sirop fini et du gaz carbonique CO₂ pour former des boissons gazeuses désirées (Schweppes, hawai, sprite, coca cola ,,,) .

Les différentes procédures de traitement d'eau visent à éliminer des matières en suspensions, à diminuer l'alcalinité de l'eau, à réduire la dureté de l'eau et à détruire les microbes pathogènes présents dans l'eau pour avoir l'eau de bonne qualité.

Après les opérations de traitements des eaux, on distingue de l'eau traitée qu'on utilise dans la production et de l'eau adoucie qui va être utilisée pour laver les bouteilles.

II.2 Description de processus traitement de l'eau Traitée

L'eau traitée a une importance capitale à la CBGN, on l'utilise pour préparer la boisson gazeuse et le sirop fini. Pour obtenir cette eau, différents procédés physico-chimiques sont mis en place et la **figure 2.1** et la **Figure 2.2** représentent le principe de traitement des eaux.



Figure 2.1-principe de traitement des eaux

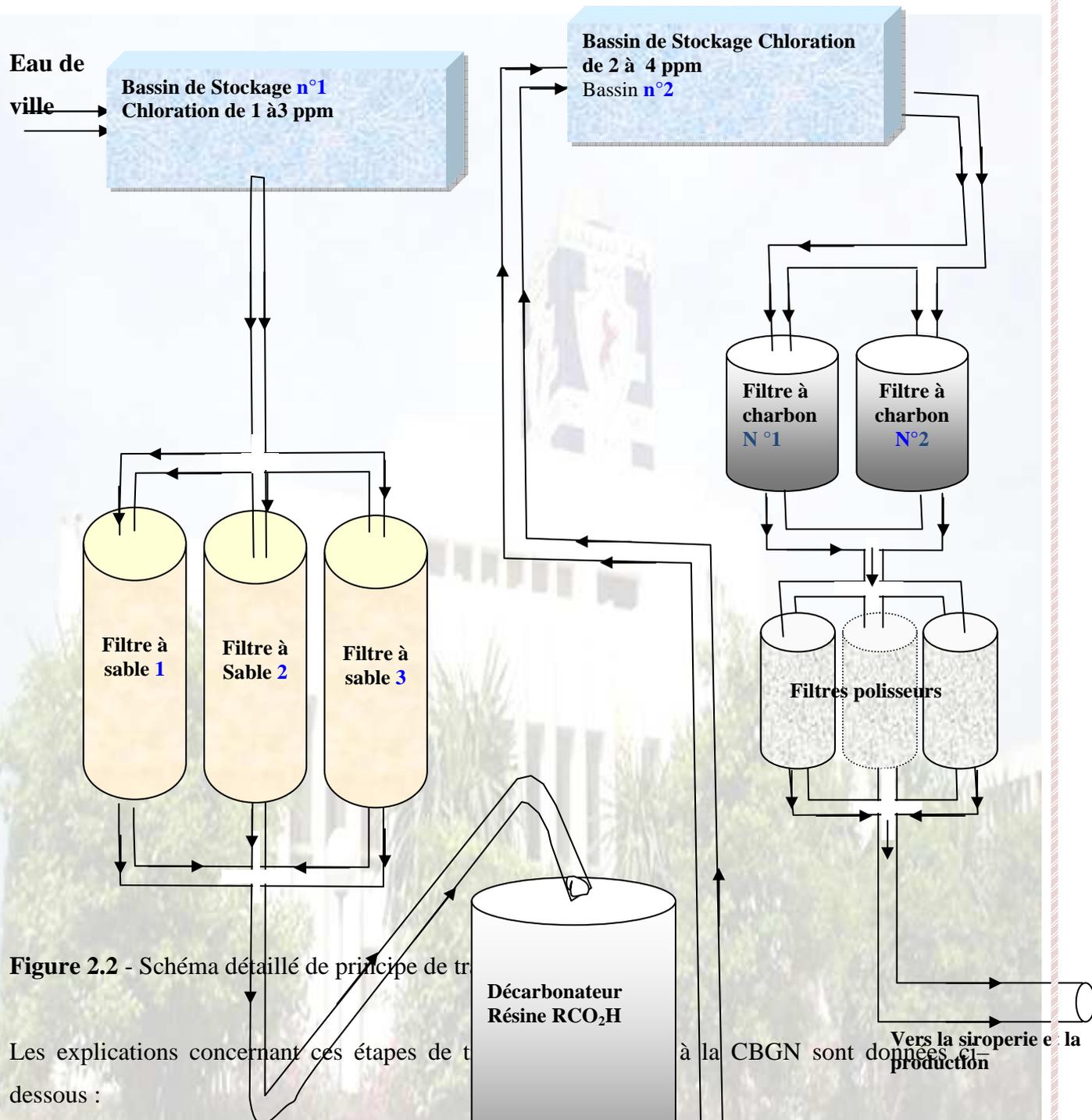


Figure 2.2 - Schéma détaillé de principe de traitement

Les explications concernant ces étapes de traitement sont données ci-dessous :

II.2.1 Stockage et Chloration dans le bassin

L'eau brute de ville est stockée au niveau du Bassin de Stockage n°1. Suite elle subit la réaction de chloration qui consiste à détruire les microbes pathogènes par l'ajout du chlore sous forme de l'eau de javel de concentration comprise entre 1 à 3ppm.

La chloration est l'une des méthodes de désinfection physico-chimique qu'on utilise pour désinfecter l'eau. Cette méthode utilise de divers type de substances chlorées (le chlore

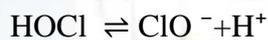
gazeux Cl_2 , les hypochlorites de sodium NaOCl , les hypochlorites de calcium CaOCl_2 , monochloramine NH_2Cl et le dioxyde de chlore) comme désinfectants.

II.2.1.1 Réactions de chlorations

Le Chlore gazeux et hypochlorite réagissent directement avec l'eau pour former l'acide hypochloreux HClO qui est un produit actif pendant la désinfection.



L'acide hypochloreux s'ionise dans l'eau suivant le pH et la température:



L'acide hypochloreux possède l'action biocide la plus efficace. En effet il ne porte pas de charge électrique et sa forme ressemble à celle de l'eau. La membrane cytoplasmique le laisse donc passer en même temps que l'eau, contrairement à l'hypochlorite ClO^- qui ne pénètre pas du fait de sa charge négative. A l'intérieur de la cellule, l'acide hypochloreux HOCl bloque toute activité enzymatique, entraînant ainsi la mort de la cellule

II.2.1.2 Les avantages et les inconvénients des produits chlorés

II.2.1.2.1 Avantages

Les produits chlorés ont des nombreuses avantages pendant son utilisation, par exemple ils ont de faible toxicité, ils présentent un large spectre bactéricide-microbicide, leur utilisation en milieu alcalin favorable au nettoyage, leur caractère non moussant et ils sont facilement rinçable.

II.2.1.2.2 Inconvénients

Malgré leurs avantages les produits chlorés ont des inconvénients; ils sont instables à chaud, ils perdent leur efficacité pendant le stockage, ils sont très sensible aux matières organiques et en cas de mélange avec un acide il y a des risques d'accident.

II.2.2 La coagulation et floculation

Après la désinfection de l'eau, on injecte le coagulant floculant (IDT680 en base d'aluminium) pour rassembler la matière en suspension afin de faciliter leur élimination par filtration.

La coagulation consiste à déstabiliser des matières en suspensions qui sont responsable de couleur et des odeurs de l'eau, pour faciliter leur sédimentation par un ajout d'un coagulant.

La floculation est un phénomène physico-chimique au cours duquel les micelles et la matière en suspension forment des flocons qui s'agrègent en un floc. On procède à l'agglomération de particules coagulées par l'agitation de l'eau qui mettent en contact elles même les fins éléments solides, de sorte que ils adhèrent les uns des autres et forment des particules de plus en plus volumineuses (floc). Ces grosses particules du floc se déposent ensuite dans les bassins de sédimentation ou sont éliminées par filtration.

II.2.3 Filtration par filtre à sable

Après la coagulation et floculation, l'eau passe à travers le filtre à sable 1, 2 et 3 pour empêcher le passage des matières en suspension et avoir de l'eau clarifiée à la sortie.

Après un certain temps de fonctionnement du filtre à sable, les dépôts de matières de coagulation-floculation sur le sable augmentent et perturbent l'activité du filtre.

Si la turbidité de l'eau à la sortie devient hors norme, on procède à un lavage à contre courant pour éliminer toutes particules retenues par le filtre à sable.

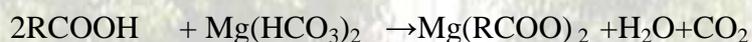
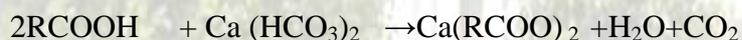
Le lavage à contre-courant se fait suivant les étapes citées ci-dessous:

- ✓ Fermeture de toutes les vannes du filtre.
- ✓ Vidange de la partie supérieure du filtre par pulsation avec de l'air à contre courant
- ✓ Mettre en marche la souffleuse depuis le tableau de commande et l'arrêter après 5 à 10 minutes.
- ✓ Allumer la pompe de lavage qui pompe de l'eau et de l'air à un débit de 50 à 60m³/h pour éliminer les déchets de la coagulation retenue pendant la filtration jusqu'à ce que il y ait la sortie de l'eau claire.
- ✓ Passer à l'étape préparatoire de fonctionnement du filtre qui consiste à faire passer de l'eau à co-courant (de haut en bas) pendant 5 à 10 minutes.

On vérifie la turbidité et le taux d'aluminium puis on règle le débit jusqu'à 12,5m³/h.

II.2.4 Décarbonatation

La décarbonatation sur la résine échangeuses est la réduction de l'alcalinité de l'eau par une résine pour donner à l'eau le seuil acceptable. L'eau passe au niveau de décarbonater contenant une résine faiblement acide de forme RCOOH qui joue le rôle d'échangeur d'ions, la résine capte des cations liées aux anions bicarbonates ou carbonates et libère le gaz carbonique CO₂ suivant ces réactions :



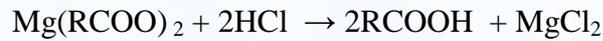
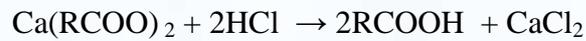
Le décarbonateur est monté à la sortie de filtre à sable et sert à diminuer le taux d'alcalinité de l'eau par l'échange d'ions entre la résine et les cations pour former le gaz carbonique CO₂. Une fois que la résine est colmatée, on la régénère par l'excès de l'acide chlorhydrique dans un processus de lavage du décarbonateur.

Les étapes de lavage décarbonateur sont les suivantes :

- ✓ Fermeture de toutes les vannes
- ✓ On lave à contre courant avec de l'eau pendant 10 minutes
- ✓ Puis on rince avec le HCl pour régénérer la résine jusqu'à un ph inférieur à 1

- ✓ Le rinçage avec de l'eau pour éliminer le HI et on ramener le ph à 4,9 cette étape dure environ 45 minutes

Réactions de la régénération de la résine sont les suivantes :

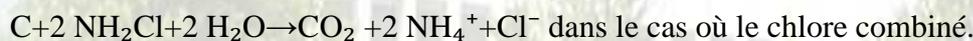
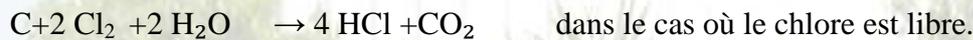


L'eau décarbonatée est stockée au niveau de bassin n° 2 où on injecte de l'eau de javel de concentration 2 à 4 ppm qui joue le rôle d'un désinfectant afin d'inactiver toutes les germes pathogènes.

II.2.5 Filtration par filtre à charbon

L'eau désinfectée provenant du bassin n° 2 passe à travers le filtre à charbon pour se débarrasser du chlore résiduel et des odeurs. Le chlore est éliminé dans l'eau à cause de son pouvoir oxydant qui peut affecter le goût de l'eau.

Pour la déchloration de l'eau, on utilise le charbon actif pour éliminer le chlore résiduel et le chlore combiné. Les réactions de déchloration sont les suivantes :



Le charbon actif est utilisé pour améliorer les caractéristiques organoleptiques de l'eau et pour éliminer certaines matières toxiques qu'elle contient en concentrations très faibles.

Pour sécuriser la démarche de ce traitement, l'eau passe à travers le filtre de sécurité (filtre polisseur) contenant de supports inoxydables; chaque support contient de cartouche en fibre ayant d'une porosité très faible pour empêcher les grains des charbons qui peuvent s'échapper au niveau de filtre à charbon. L'eau qui sort du filtre polisseur est l'eau traitée ; elle est utilisée pour préparer les boissons gazeuses et les sirops finis.

II.3 Adoucisseur

L'adoucisseur contient une résine échangeuse d'ions qui diminue la dureté de l'eau au cours de traitement d'eau.

II.3.1 Adoucissement de l'eau

Cette opération consiste à la réduction de la dureté de l'eau pour éviter le calcaire 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-Na qui capte les ions magnésium (Mg^{2+}) et calcium (Ca^{2+}): **Figure 2.3** Montre le schéma de l'adoucisseur.

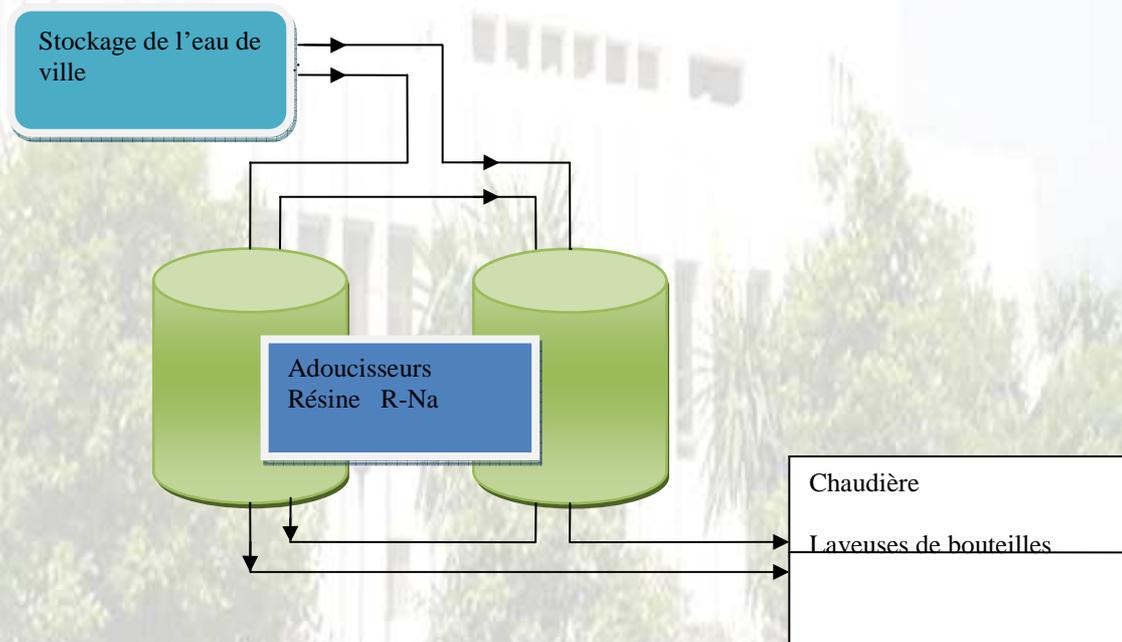
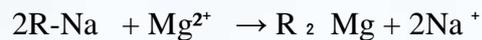
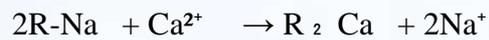


Figure 2.3- schéma de l'adoucisseur

L'adoucisseur contient une résine échangeur d'ion R-Na qui fait l'échange avec des ions Calcium Ca^{2+} et Magnésium (Mg^{2+}) contenus dans l'eau suivant les réactions ci-dessous:

Réaction d'échange d'ions



II.3.2 La régénération des adoucisseurs

Les adoucisseurs ont pour rôle de réduire la dureté de l'eau afin d'empêcher la formation de calcaire au niveau de la chaudière et les laveuses suite à la chaleur. Après le colmatage de la résine, on la rend ses propriétés initiales par la régénération avec la chlorure de sodium (NaCl).

Une fois que les paramètres de duretés sont hors normes : dureté totale inférieure à 100mg/l et dureté calcique inférieure à 40 mg/l, on arrête l'adoucisseur pour commencer la régénération automatique suivant ces étapes :

- ✓ Lavage à contre-courant avec de l'eau pendant 15minutes
- ✓ Aspiration de la saumure NaCl pour régénérer la résine pendant 65minutes.
- ✓ On rince lentement avec de l'eau pour éliminer les ions magnésium et calcium durant 30minutes
- ✓ on rince rapidement avec de l'eau pendant 30minutes.

La régénération de la résine se fait suivant les réactions ci-dessous :



CHAPITRE III

LES ANALYSES ET CONTROLES DE LA QUALITE AU LABORATOIRE

Le laboratoire de la CBGN dispose des matériels nécessaire pour la vérification de conformités des produits reçus, des produits finis et pendant le processus de la production de

boisson gazeuse afin d'assurer la protection du consommateur face aux risques que peuvent présenter certains produits industriels. Les analyses et contrôles qualités au laboratoire se déroulent pendant la production et à la réception.

Les analyses et contrôles qualités pendant la production sont les suivants :

- Analyses physico chimiques des eaux.
- Contrôles de produits finis.
- Contrôles microbiologiques

III.1 Analyses physico-chimiques des eaux

Pendant le processus de traitement des eaux, l'évaluation de la qualité d'eau dépend des résultats des différentes analyses (TAC, la turbidité, TDS,,,,).

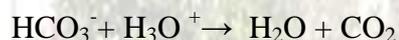
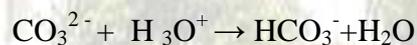
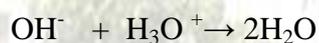
II.1.1 Titre alcalimétrique (TA) et Titre alcalimétrique complet (TAC)

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence de bicarbonate, hydrogénocarbonates et de l'hydroxyde. L'alcalinité se mesure par la neutralisation de l'eau par l'acide minérale en présence de l'indicateur coloré.

Titre Alcalimétrique exprime le teneur en bicarbonates et hydroxydes dans l'eau.

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

Principe de la réaction



Mode opératoire

On prélève 100ml d'eau à analyser, on ajoute 3 gouttes de thiosulfate de sodium $Na_2S_2O_3$, on y verse 3 gouttes de phénolphaléine si il n y a pas l'apparition de coloration TA est nul, si non on titre avec l'acide sulfurique H_2SO_4 jusqu'à la décoloration de la solution et on note la valeur de volume de l'acide sulfurique H_2SO_4 (V).

$$TA = V \times 10 \text{ mg/l}$$

Titre alcalimétrique complet TAC exprime la teneur en bicarbonates, hydroxydes et en hydrogénocarbonates dans l'eau,

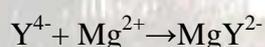
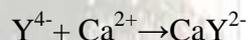
$$TAC = [OH^-] + [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}]$$

On procède de même façon pour la détermination de titre alcalimétrique mais on utilise indicateur colorée le méthyle orange qui donne la coloration jaune orange à la fin du titrage avec l'acide sulfurique.

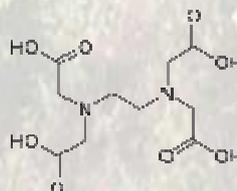
III.1.2 La dureté de l'eau

La dureté de l'eau correspond à la somme de concentrations des cations à l'exception des alcalins et de protons. Dans la majorité de cas la dureté est due à la présence des ions magnésiums et des ions calciums. La dureté peut être exprimée de manière différente suivant des cations ou des sels prises en considérations. On distingue la dureté totale, la dureté calcique,,

Sur le plan analytique, la dureté de l'eau se détermine par complexometrie, il se base sur la formation de complexe entre les alcalino-terreux et de l'acide éthylène diamine tétracétique (EDTA) selon les réactions suivantes :



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



III.1.2.1 la dureté totale

La Dureté Totale (DT) exprime la somme des concentrations des ions magnésiums et calcium présents dans l'eau.

Mode opératoire

- ✓ On prélève 50ml de l'échantillon,
- ✓ Ajouter 3 gouttes de la solution tampon de $pH=10$ pour empêcher la précipitation des ions magnésiums
- ✓ Puis 3 gouttes de noir d'eriochrome qui sert l'indicateur coloré
- ✓ On dose avec la solution d'EDTA jusqu'à ce que la coloration passe de la move à bleu
- ✓ $DT=V$ (volume d'EDTA) $\times 20$ en mg/l

III.1.2.2 la dureté calcique

La Dureté Calcique (DC) correspond à la teneur en sels de calcium dans l'eau.

Mode opératoire :

- ✓ On prélever 50ml d'eau à analyser.
- ✓ On ajoute 2ml de la soude caustique $NaOH$ pour faire précipiter les ions magnésiums sous forme de l'hydroxyde de magnésium $Mg(OH)_2$.
- ✓ On ajoute 3 gouttes de murexide agent complexant, si la coloration de la solution est move Dc est nulle, si non on titre avec EDTA jusqu'à l'apparition coloration rose

$$DC = V \text{ (volume de l'EDTA)} \times 20 \text{ en mg/l.}$$

La dureté magnésienne est la différence entre la dureté totale et la dureté calcique.

$$DM = Dt - Dc$$

III.1.3 La teneur en aluminium

On utilise le sulfate de l'alumine comme coagulant et floculant avant la filtration de l'eau. Pour mesure la teneur en aluminium dans l'eau, on prélève l'échantillon à la sortie du filtre, on ajoute de DPD (diphényle phénylamine diamine) aluminium 1et 2 qui donne la coloration rose

avec le chlore, la solution obtenue est mise dans un comparateur colorimétrique et on ajuste le disque de comparateur jusqu'à ce qu'on trouve la même coloration ; on lit la valeur de la teneur en aluminium en ppm sur le disque contenant les valeurs ; la teneur normal doit être inférieure à 0,1ppm à la sortie de filtres.

III.1.4 Mesure de Teneur en chlore résiduel

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. A l'entre du filtre à sable sa teneur normale est de 1 à 3 ppm et à l'entrée du filtre à charbon elle varie de 2 à 4ppm. Le chlore est éliminé au niveau de filtre charbon ce qui fait que à la sortie de ce filtre la chloration normale est nulle.

Mode opératoire :

- ✓ On prélève un échantillon, on transvase dans une cellule transparente de 10 ml.
- ✓ On ajoute de 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.

III.1.5 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.

La turbidité de l'eau de ville est réduite aux normes ou aux seuils acceptables par des différentes techniques utilisées par usine dont il y a la filtration par le filtre à sable. L'eau subit au début de la filtration, la coagulation /floculation qui consiste à ajouter des produits chimiques coagulant –floculant (Sulfate d'alumine /IDT680) qui provoquent l'agrégation des petites particules pour former de grosses particules facilement éliminable par filtration. La norme de turbidité est inférieure à 0,5 NTU.

III.1.6 Taux de solide 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.

Le TDS est mesuré par le TDS-mètre, pour mesurer le TDS de l'eau on plonge l'électrode dans l'échantillon et on lit la valeur affichée par le TDS mètre en mg/l.

La norme est inférieure à 500mg/l.

III.2 Contrôle qualité de produits finis

Pendant la production le contrôle qualité est important pour garantir la sécurité et la qualité au consommateur, il permet aussi d'améliorer le procédé de fabrication. On distingue de différentes analyses et contrôle qualité après la production de boisson gazeuse tels que la détermination de la quantité de gaz carbonique, mesure de taux de brix ou taux du sucre contenu dans le produit,,,

III.2.1 Détermination de volume du CO₂

Cette technique se base sur la mesure de pression par le manomètre et la mesure de la température du produit. A chaque couple pression-température correspond la quantité bien précise de gaz carbonique. Pour mesurer la pression on perce le bouchon de la bouteille contenant la boisson gazeuse par une seringue reliée directement au manomètre et on ouvre le robinet pour éliminer l'air présent et remettre le manomètre à zéro, on agite jusqu'à ce que l'aiguille de manomètre soit stable et on note la valeur correspondante à la pression à l'intérieur de la bouteille et cette pression est proportionnelle à la quantité du CO₂. Ensuite on plonge le thermomètre qui mesure la température du produit, puis les valeurs sont mises dans la table température -pression afin d'estimer la quantité du CO₂.

III.2.1 La détermination de la densité du sucre : Taux de Brix

Le brix exprime la concentration en saccharose contenu dans la boisson

Pour connaître le taux du sucre que contient la boisson gazeuse on utilise le densimètre électronique. Suivants ces étapes ci-dessous

- ✓ Prélèvement d'une quantité de boisson pour rincer le bécher de 500 ml

- ✓ Verser le produit pour le rinçage.
- ✓ Mettre dans le décarbonateur le béccher remplie de boisson gazeuse pour se débarrasser du gaz présent enfin de trouver de meilleur résultat.
- ✓ Laisser le produit sur le décarbonater pour éliminer le CO₂ pendant 3 minutes
- ✓ Injecter dans la cellule de densimètre électronique plus deux fois le produit pour pousser le précédent
- ✓ Puis injecter doucement le produit dans le densimètre et laisser la quantité de boisson décarbonaté dans la seringue pour empêcher les bulles d'air qui risquent de fausser le résultat
- ✓ Le résultat est affiché après 1 à 2 minutes.

III.2.2 Mesure de brix par inversion

Ce contrôle est fait sur les produits ayant dépassé trois jours après leur production.

La mesure de brix par inversion suivant ces étapes :

- ✓ On verse 50 ml de boisson décarbonatée dans un flacon propre et sec ensuite verser 0,3 ml d'acide d'inversion, on ferme et on mélange.
- ✓ Placer l'échantillon dans un bain marie à 90°C et laisser le produit pendant une heure après avoir s'assurer que le niveau de l'eau dans le bain marie couvrira au moins 60% du liquide dans le flacon.
- ✓ Ensuite enlever l'échantillon et laisser refroidir à la température ambiante.
- ✓ Puis on mesure le brix inversi de l'échantillon en utilisant le densimètre électronique...

Détermination de brix réel :

- ✓ Si l'échantillon est une boisson à base de jus (pom's, Schweppes citron).

$$Brix_{réel} = \frac{brix_{inverte}}{1,0487}$$

- ✓ Si l'échantillon est une boisson sans jus (coca cola) .

$$Brix_{réel} = \frac{brix_{inverte}}{1,051}$$

III.2.3 Contrôle de contenu net

Cette mesure permet d'évaluer le fonctionnement de la soutireuse et le remplissage de bouteilles afin de livrer aux consommateurs la quantité de produit indiquée sur l'étiquette.

Pour connaître le contenu net du produit, on mesure le poids de cinq bouteilles pleines (M_p) et la moyenne de bouteilles vides (M_v), on injecte la boisson gazeuse dans le densimètre qui donne son brix et permet d'évaluer sa densité d .

$$CN = \frac{M_p - M_v}{d}$$

CN : Contenu net

N.B : A chaque brix correspond à sa propre densité, on doit consulter la table brix-densité

III.2.4 Contrôle de Stress Cracking

Le test du stress cracking a pour but d'évaluer la qualité de la base des bouteilles en plastiques soufflées, lorsque cette dernière présente un problème d'apparence.

III.2.5 Contrôle de gout et de l'odeur

Ce contrôle est important, il permet de comparer la qualité organoleptique de boisson produite et à ce qu'on doit livrer aux consommateurs.

III.2.6 Contrôle de débris de verre

Il arrive pendant le soutirage de bouteille en verre que la bouteille explose, pour cela on peut trouver les petits morceaux des verres à l'intérieur de la boisson.

III.2.7 Contrôle de torque

Ce test vise à évaluer l'état de fermeture de la bouteille pendant le bouchage.

On utilise un appareil torque- mètre qui mesure la force appliquée sur la surface pour ouvrir le bouchon.

III.3 Contrôle à la réception

Toutes les matières reçues à la CBGN doivent être contrôlées selon leurs rôles dans le processus de fabrication de boisson gazeuse, pour assurer sa conformité exigée par la société.

Il y a trois contrôles à la réception qui sont les suivants : Contrôles des matières premières, contrôle des emballages /conditionnement et les contrôles de produits chimiques.

III.3.1 Contrôle des matières premières

Les matières premières reçues à la CBGN sont : du sucre, les concentrés/extraits de base et du CO_2 . Le contrôle du sucre se base sur son goût, son apparence et sa turbidité. A la réception du CO_2 on vérifie sa pureté, son odeur et son goût pour s'assurer qu'il respecte les normes exigées par la CBGN.

III.3.2 Contrôle des matières d'emballages et de conditionnement

Les matières d'emballages et de conditionnement reçues doivent subir de contrôles de la conformité avant leur utilisation par l'entreprise. Ces matières sont des préformes (PET), bouteilles en verre qui subit le contrôle de la verticalité, des bouchons, étiquettes, films rétractables et étirables, la colle, les palettes et les casiers.

III.3.3 Contrôle des produits chimiques

Les produits chimiques contrôlés à la réception sont les suivants :

- La soude caustique (NaOH) utilisée pendant le nettoyage des bouteilles et sanitation.
- Le chlore (Cl_2) utilisé pendant la désinfection des bouteilles et le traitement des eaux.
- Le Chlorure de Sodium (NaCl) nécessaire pour la régénération de la résine échangeuse des cations au niveau de l'adoucisseur.
- L'acide Chlorhydrique (HCl) qui participe à la régénération du décarbonateur.

III.4 Contrôle bactériologique

Pour assurer la salubrité du produit fini (boisson gazeuse), le service contrôle qualité effectue des analyses microbiologiques dans le but de déterminer s'il y a présence de microorganismes pathogènes qui peuvent nuire à la santé du consommateur. Le laboratoire de contrôle qualité s'intéresse à la recherche des microbes suivants:

- ✓ Coliformes.
- ✓ Moisissures et Levures.
- ✓ Germes totaux.

III.4.1 La recherche des Coliformes

Ce test s'applique seulement pour l'eau traitée, on fait la filtration sur une membrane de porosité de $0,45\mu\text{m}$, et on dépose la membrane sur un milieu de culture spécifique pour leur croissance dans une boîte de pétri et incubée à une température de 35°C pendant 24 heures.

III.4.2 La recherche des Moisissures et les levures

Ce test s'applique pour le sirop simple stocké, le sirop fini stocké et avant le mixage, l'eau de sanitation, la boisson gazeuse et les robinets de soutirage. Ils sont filtrés chacun sur une membrane de porosité de $0,65\mu\text{m}$ ou $0,8\mu\text{m}$, déposée par la suite sur un milieu de culture spécifique et incubée à une température de 25°C pendant 48h , 120 heures selon le produit fini.

III.4.3 La recherche des Germes totaux

On fait ce test pour le sucre brut, l'eau traitée et les bouteilles lavées. Leur filtration se fait sur une membrane de porosité de $0,45\mu\text{m}$, déposée sur un milieu spécifique pour la détection de la présence de tous les microorganismes: Bactéries, Coliformes, Moisissures et Levures.

CHAPITRE IV

ETUDE DE L'EFFICACITE DES FILTRES AU TRAITEMENT DES EAUX

Durant le processus de traitement des eaux, l'eau passe à travers les filtres à sables pour se débarrasser des matières en suspensions, à travers le décarbonateur qui diminue son alcalinité et par l'adoucisseur pour réduire sa dureté. Ces filtres donnent une bonne qualité à l'eau pour qu'elle soit utilisée dans des différents processus de production à la CBGN. Dans ce chapitre, nous avons fait une étude de trois filtres (filtres à sables, décarbonateurs et adoucisseur) pour évaluer leur efficacité.

IV.1 Qualité de l'eau après son passage à travers le filtre à sable

Le filtre à sable a pour fonction l'élimination de la matière en suspension qu'on peut trouver dans l'eau. Le Tableau 4.1 montre les résultats des analyses de l'eau après son passage à travers le filtre à sable en comparaison avec les valeurs normes, les paramètres étudiés sont le pH, la turbidité et le taux d'aluminium.

Paramètre	Résultat	Norme
pH	7,4	$6,5 \leq \text{pH} \leq 7,5$
Turbidité(NTU)	0,25	<0,5
Taux d'aluminium (ppm)	< 0,1	<0,1

Tableau 4.1-Résultat d'analyse d'eau après son passage à travers filtre à sable.

D'après les résultats d'analyses d'eau après son passage à travers le filtre à sable, on constate que la qualité de l'eau est conforme à la norme de production de la boisson gazeuse; ce qui témoigne la grande efficacité de ce filtre et le bon processus de son entretien.

IV.2 La qualité de l'eau après son passage à travers le décarbonateur

Le décarbonateur contient une résine échangeuse d'ions acide faible RCOOH qui diminue l'alcalinité de l'eau une fois qu'elle passe à travers. Le Tableau 4.2 montre les résultats des analyses d'eau après son passage à travers cette résine en comparaison avec les valeurs normes. Les paramètres étudiés sont le pH, le titre alcalimétrique (TA) et le titre alcalimétrique complet (TAC).

Paramètre	Résultat	Norme
pH	5,62	4,9 à 7
TA (ppm)	0	<2
TAC (ppm)	42	<85

Tableau 4.2- Résultat des analyses d'eau après son passage au niveau de décarbonateur

Selon les résultats présentés dans ce tableau on remarque que la qualité de l'eau respecte les normes après son passage à travers le décarbonateur, respecte les normes ; de tels résultats reflètent la grande efficacité de fonctionnement de décarbonateur.

IV.3 La qualité de l'eau après son passage à travers l'adoucisseur

L'adoucisseur sert à réduire la dureté de l'eau par la résine R-Na qu'il contient. Cette résine entre en échange en ions avec les ions calcium Ca^{2+} et magnésium Mg^{2+} . Une fois que la résine n'est plus fonctionnelle on la rend ses propriétés initiales par la régénération avec l'excès de chlorure de sodium NaCl. Les résultats de fonctionnement de l'adoucisseur sont indiqués dans le Tableau 4.3.

Paramètres	Résultat avant régénération	Résultat après la régénération de résine	La norme
Dureté calcique (Dc) mg/l	52	0	<40
Dureté totale (Dt) mg/l	84	0	<100

Tableau 4.3- les résultats d'analyses de l'eau à la sortie de l'adoucisseur avant et après sa régénération.

Les résultats d'analyses d'eau avant et après la régénération de la résine, montrent le bon fonctionnement de l'adoucisseur et la grande efficacité des procédures de sa régénération.

CONCLUSION

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.

Cette période de stage permet aux stagiaires de maîtriser les différentes procédures industrielles et s'intégrer au monde du travail.

Le stage dans l'entreprise est une bonne occasion pour appliquer les connaissances théoriques acquises au cours de la formation.

En effet, le stage que j'ai effectué à la CBGN m'a permis de suivre les analyses et la qualité de l'eau utilisée aussi bien pour la production de la boisson gazeuse que celle utilisée pour le lavage des bouteilles. Après les différents traitements (la chloration, la filtration, la décarbonatation et l'adoucissement), les analyses effectuées ont montré que l'eau a une qualité conforme à la norme ; ce qui témoigne la grande efficacité des filtres de traitement des eaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Raymond Des jardins.** Traitement des eaux. Deuxième édition revue et enrichie.
p. 118 et 127

— **F. Bernée, J. Cordonnier.** Traitement des eaux. P 5-6.

— **Doré Marcel.** Chimie des oxydants et traitements des eaux.

www.inspq.qc.ca/pdf/.../198-Cartable Eau/Turbidite.pdf

www.lenntech.fr/bibliotheque/coagulation/coagulation-floculation.htm

www.lenntech.fr/procedes/adoucissement/adoucissement.htm

www.safewater.org/PDFS/resourcesknowthefacts/tds+ph.pdf

