

Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

**Suivi des paramètres physico- chimiques de traitement
de l'eau au niveau du décarbonateur**

Présenté par :

✓ ELYOUSSOUFI SOUMIA

Encadré par :

✓ Mr FAHMI ELKHAMMAR
✓ Pr ABDELHADI LHASSANI

Soutenu Le 08 Juin 2016 devant le jury composé de:

- Pr ABDELHADI LHASSANI
- Pr AMAL HAUDI
- Pr HAMID WAHBI

Stage effectué à CBGN

Année Universitaire 2015 / 2016

Dédicace

A mes parents :

Aucune dédicace ne saurait exprimer le dévouement, le respect et l'amour que nous portons à vous.

A mes frères et sœurs :

Nous vous dédions ce travail en témoignage des liens solides qui nous unissent, en vous souhaitant un avenir plein de succès et de bonheur.

A mes amis

A tous mes amis et mes collègues, vous nous avez offert ce qu'on a de plus beau en soit L'AMITIE. Puisse ce travail vous exprimer nos souhaits de bonheur.

A tous ceux qui ont participé à l'élaboration de ce travail :

Veillez accepter nos meilleurs vœux de prospérité. Puissiez trouver ce travail le témoignage de nos gratitude et de nos respects.

remerciement

*Je tiens tout d'abord {témoigner ma profonde reconnaissance et {exprimer mes remerciements à Monsieur **le directeur** de la société, de m'avoir donné la chance de passer mon stage de projet de fin d'étude au sein de la société (CBGN).*

*Je tiens à remercier également mon encadrant Monsieur **FAHMI EL Khammar** pour l'aide et les conseils concernant la réalisation de ce rapport, ainsi que les éclaircissements apportés concernant les différentes étapes de la production.*

*Je tiens aussi à remercier Mr **Abdelhadi Lhassani** pour le grand soutien et la disponibilité qu'il m'a accordée pour réussir ce travail. Il a fait preuve à la fois d'une grande patience, collaboration, gentillesse et d'un esprit responsable et critique.*

*Enfin je tiens à remercier les membres du jury : Mr **.Hamid wahbi** et Mme **.Amal haoudi** Pour avoir accepté de juger mon travail.*

Et pour finir, je tiens à remercier et à témoigner toute ma reconnaissance à tout le personnel de la société pour l'expérience enrichissante et pleine d'intérêt qu'ils m'ont fait vivre durant cette durée de stage au sein de l'entreprise.

Sommaire

INTRODUCTION	1
<i>Chapitre I : présentation de l'entreprise</i>	2
Histoire de coca cola	3
Coca cola au Maroc	3
Histoire de la CBGN	4
Les activités de la CBGN	5
Fiche techniques	6
Description de la CBN	6
Organisation de la CBGN.....	7
<i>Chapitre II : Processus de fabrication des boissons gazeuses</i>	8
I .Procédé de traitement de l'eau	9
Objectif	9
I-1 - Définition de chaque étape	10
Stockage dans le bassin	10
Coagulation-Floculation	11
Filtration à sable	11
Filtration à décarbonateur.....	12
stockage dans la bassin	14
Filtration à filtre charbon.....	14
Filtration à filtre polisseur.....	15
I-2- Adoucissement del'eau	15
II .Siroperie	16
II-1- Préparation de sirop simple.....	16
II-2- Préparation de sirop fini	17
II-3- Mixage	18
III .Embouteillage	18

III-1- Bouteille en verre19

Chapitre III : Suivi des paramètres physico-chimiques de traitement de l'eau.....22

paramètres physiques de l'eau.....23

Turbidité23

Conductivité23

Température24

PH.....24

les paramètres chimiques24

Détermination du taux d'alcalinité complète.....24

Titre alcalimétrique (TA).....25

Titre alcalimétrique complète (TAC)25

1- Taux de chlore26

2- Mesure de taux de solide dissous.....27

3- Dureté de l'eau27

3-1- Mesure de la dureté calcique.....27

3-2- Mesure de la dureté totale.....28

Résultat et interprétation.....2

Conclusion33

Introduction générale

Chaque étudiant doit compléter son cursus universitaire par un stage afin de pratiquer ce qu'il a acquis durant sa période d'études. de ce fait, on comprend l'importance du stage dans l'avenir professionnel du lauréat.

Un stage au sein d'une entreprise quelconque a plusieurs objectifs, que se soit pour le stagiaire ou pour l'entreprise elle-même.

Pour l'étudiant les objectifs du stage sont nombreux, on peut les limiter en 3 volets:

➤ Objectifs personnels :

Découvrir le monde professionnel, et apprendre à s'intéresser dans l'environnement professionnel (relations humaines, organisation du travail ...).

➤ Objectifs pédagogiques:

*Mettre en pratique les connaissances et le savoir-faire acquis lors de la formation académique et mieux définir son choix d'orientation.
C'est l'élément qui finalise le cursus universitaire.*

➤ Objectifs professionnels:

Acquérir une première expérience professionnelle et sociale afin de faciliter l'insertion dans le monde du travail.

Chapitre I

Présentation de l'entreprise

1-Histoire de coca cola

- Le 8 mai 1886, John Smith Perberton, pharmacien à Atlanta (Etat de Géorgie), découvre un nouveau sirop qui selon lui avait des vertus désaltérantes et apaisantes. Selon la légende, le mélange serait composé d'extrait de noix de cola, de sucre, de caféine, des feuilles de coca décaïnées et un composé d'extraits végétaux .
- Son comptable, Franck M. Robinson baptisa «coca cola» et dessina le premier graphisme, La boisson fut mise en vente à sirop avec de l'eau glacée. C'est alors que l'un des serveurs eut l'idée de mélanger le sirop avec de l'eau gazeuse et les consommateurs présents, apprécièrent encore plus la formule. Coca-Cola était né.
- En 1890 : l'affaire est rachetée par Asa candler à 2300\$, qui devient seul détenteur de la formule secrète et en 1892, Asa candler fonde «The Coca-Cola Company .
- Depuis, les ventes se sont envolées et Coca-Cola est aujourd'hui la marque la plus connue et la plus vendue au monde.



L'évolution de la bouteille de Coca Cola

2- Coca cola au maroc

Le Coca-Cola Compagnie est représentée 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 a Casa et Sale (SCBG).
- ❖ **La Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord à Fès (CBGN).**

- ❖ La Compagnie des Boissons Gazeuses du sud a Marrakech (CBGS).
 - ❖ L'Atlas Bottling Company a Tanger et Oujda (ABC).
 - ❖ La Société des Boissons Gazeuses du Sousse a Agadir (SGBS).
- Au total, 11 usines d'embouteillage sont présentes sur le sol marocain.

3-Histoire de la CBGN

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 Limon et Sprite ; elle a lancée en 1992 les bouteilles en Plastique PET, elle a même achetée une nouvelle machine avec une grande capacité (plus de 6000 bouteilles par heure, rapide 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 produit.
- 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.

4-Activités de la compagnie

Les activités de la CBGN se manifestent par la production des boissons gazeux et leur remplissage dans des bouteilles ainsi que leurs distributions dans le territoire assigné.

Les différentes boissons gazeuses produites sont :

Les produits stratégiques		Les produits alliés	
<i>Coca-cola</i>		<i>Schweppes</i>	
<i>Fanta</i>			
<i>Sprite</i>			
<i>Pom's</i>			
<i>Hawaï</i>			

D'autres produits parfumés existent tels que : Coca-cola Light Limon et Coca-cola zéro.

Les différentes tailles d'emballage en verre sont récapitulées dans le tableau suivant selon les boissons :

Produits	Emballage
Coca Cola	20cl, 35cl, 1L
Sprite	35cl, 1L
Fanta Orange	20cl, 35cl, 1L
Pom's	35cl, 1L
Hawaï	35cl, 1L
Schweppes Tonic	20cl
Schweppes Citron	1L

5-Fiche technique

- ✚ **Dénomination sociale** : CBGN
- ✚ **Raison Sociale** : Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord
- ✚ **Activité** : Production, Embouteillage et Commercialisation des boissons gazeuses
- ✚ **Date de création** : 26 juin 1953
- ✚ **Superficie** : 3 HA
- ✚ **Centres de distributions** : Meknès, Fès extérieur : Azrou, Sidi Slimane, Midelt, Khénifra, Errachidia
- ✚ **Capital Social** : 3.720.000 DH
- ✚ **Forme Juridique** : Société Anonyme SA
- ✚ **Siège Social** : Quartier Industriel Sidi Brahim BP : 2284 Fès
- ✚ **Tel** : 0535641070 / 0535641136
- ✚ **Fax** : 0535641181 / 0535644244
- ✚ **Numéro de Registre de Commerce** : Fès 11286
- ✚ **Identification fiscal** : 102054
- ✚ **Patente** : 13245421
- ✚ **CNSS** : 1349952
- ✚ **Assurance** : AXA

6-Description de la CBGN

La compagnie des Boissons gazeuse est composée de:

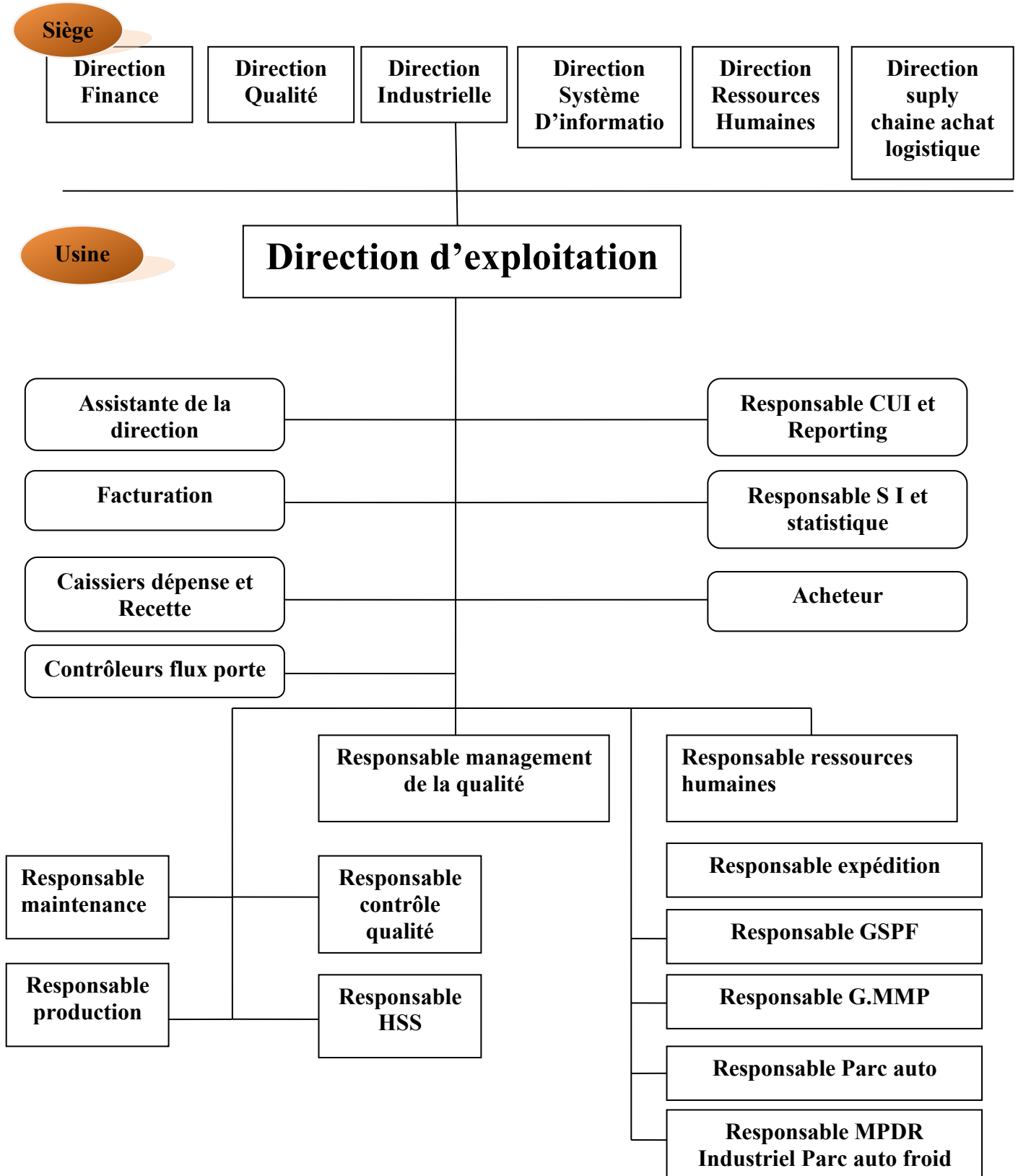
- ✓ Département administratif
- ✓ Département technique
- ✓ Département de la ressource humaine
- ✓ Département commercial
- ✓ Magasin (produits finis, matière première....)
- ✓ Des vestiaires
- ✓ Petit restaurant
- ✓ Poste de gardien

Usine qui dispose de :

- Salle de conditionnement contient deux lignes de production de verre
- Salle de traitement de l'eau
- Salle pour la production du sirop
- Laboratoire des analyses physico-chimiques
- Laboratoire microbiologie
- Laboratoire des analyses organoleptiques

7-Organisation de la CBGN

La direction de la GBGN est composée de différents services qui assurent la coordination de toutes les activités de l'entreprise. La figure suivante représente l'organigramme de la direction de l'usine.



Chapitre II

Processus de fabrication des boissons gazeuses

I-Procédé de Traitement d'eau

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 :

a-Les matières en suspension :

L'eau de fabrication doit être exempte de toute particule de matière en suspension, bien évidemment les grosses particules visibles à l'oeil nu doivent être éliminées.

b-Les matières organiques :

Les eaux fortement chargées des matières organiques peuvent entraîner la formation de collerette ou de floc dans la boisson quelques heures après la fabrication.

c-Les micro-organismes :

Sont présents dans la plupart des eaux, ils peuvent se développer dans plusieurs jours après la fabrication et changent le goût et l'aspect du produit fini.

e-Les substances sapides et odorantes :

Le chlore, les chloramines et le fer peuvent réagir avec les arômes des boissons et modifient le goût.

f-L'alcalinité :

Les bicarbonates, les carbonates ou les hydroxydes, peuvent donner un goût anormal au produit fini.

Le traitement consiste à faire passer l'eau brute par plusieurs processus physico-chimiques : la coagulation, la chloration, la réduction de l'alcalinité, la décarbonation.

- Le processus chimique fait intervenir la stérilisation (chloration), la coagulation et la réduction de l'alcalinité.
- Le processus physique utilise le filtre à sable, le décarbonateur, le filtre charbon et le filtre polisseur.

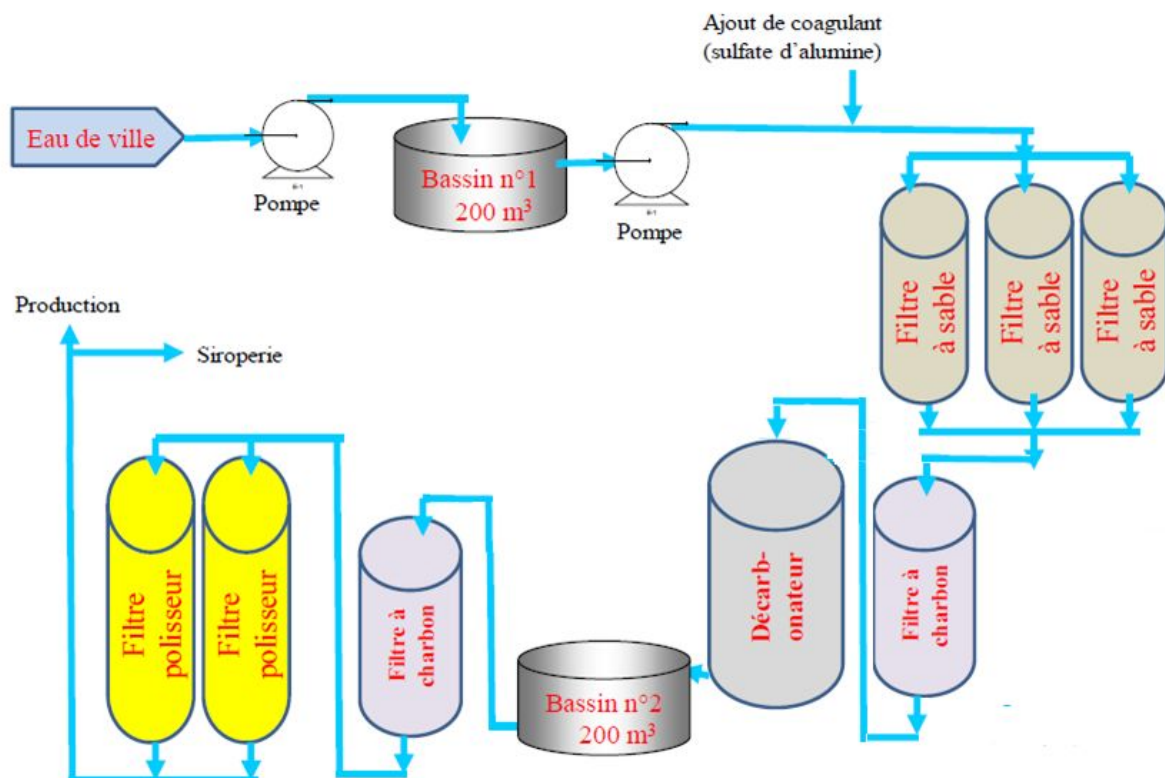


Figure 1 : Schéma détaillé de principe de traitement des eaux

I-1 -Définition de chaque étape

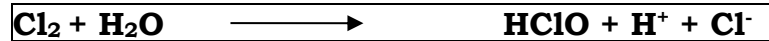
1-Stockage dans le bassin 1 :

L'eau prévenant de la RADEF est stockée dans le bassin 1 d'une capacité de 200 m3 cette eau est chlorée par injection d'une quantité de chlore comprise entre 1 et 3 ppm afin de préserver son état contre toute contamination .

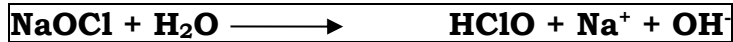
Réaction de chloration :

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

Chlore dissout :



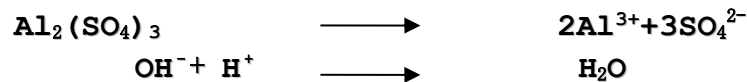
Hypochlorite :



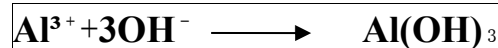
2-Coagulation- floculation :

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 réaction globale est :



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 des 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.

3-Filtration à sable :

L'eau sortante du bassin 1 est transportée via des pompes vers les filtres à sable après avoir reçue une dose de sulfate d'aluminium qui représente l'agent

coagulant, qui va déstabiliser les particules colloïdales pour former des floccs qui vont être éliminé au niveau de ces filtres. bien évidemment, après un certain temps estimé à 3 jours, les filtres à sables vont être chargés par les floccs, ce qui va déranger son bon fonctionnement, pour les débarrassés de ces particules, il sera lavé tous les 3 ou 4 jours par l'injection de l'eau à contre courant.

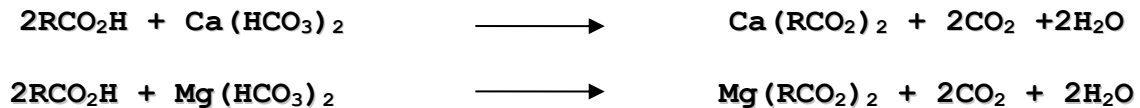
L'efficacité de ces filtres est vérifiée par l'analyse des GOA, et la turbidité, il faut aussi vérifier l'état du sable, cette vérification peut conduire au changement du sable si nécessaire.

4-Filtration à décarbonateur :



Le décarbonateur est monté à la sortie des filtres à sable, Il s'agit d'une grande cuve remplie par un lit de résines cationiques, un solide organique insoluble qui au contact de l'eau échange les cations qui contient avec les cations provenant de la solution.

Dans notre cas, la résine utilisée est de type RCO_2H , le but étant de réduire l'alcalinité de l'eau, le mécanisme consiste à échanger les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} provenant du bicarbonate de sodium et de magnésium avec la formation du gaz carbonique suivants les réactions :



4-1 la décarbonatation

La dureté d'une eau est fonction des quantités de calcium et de magnésium qu'elle contient. Le calcaire, carbonate de calcium, précipite sous forme de tartre sous certaines conditions. Les ions calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}) d'une eau déterminent sa dureté. Le corps humain a besoin d'apports quotidiens en calcium et en magnésium, provenant de l'eau de boisson et des aliments. En revanche, si l'eau est trop riche en ces éléments, cela peut engendrer de nombreuses perturbations du corps humain.

4-2 les techniques de décarbonatation

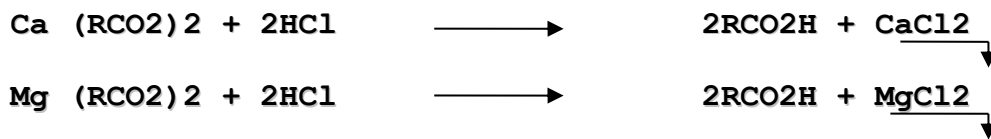
La décarbonatation n'élimine que les ions calcium et magnésium liés aux bicarbonates, il s'agit alors d'un adoucissement partiel. L'adoucissement total d'une eau correspond à l'élimination de l'ensemble des ions calcium et magnésium.

Parmi les procédés de décarbonatation, on trouve :

- ✓ la décarbonatation à la chaux ou à la soude
- ✓ la décarbonatation sur résines échangeuses d'ions
- ✓ l'électro-décarbonatation.

Principe de la décarbonatation sur résines échangeuses d'ions :

L'utilisation des résines repose sur un échange d'ions entre ceux contenus dans l'eau à traiter et ceux retenus dans la structure macro poreuse de la résine. Les résines d'adoucissement échange les ions sodium de la résine contre les ions calcium et magnésium de l'eau. Lorsque la résine est saturée, il faut la régénérer à l'aide d'une solution concentrée d'acide (H_2SO_4 généralement, parfois HCl). Les résines de décarbonatation échangent les ions H^+ de la résine contre les ions Ca^{2+} , Mg^{2+} et Na^+ . Les résines sont régénérées avec un acide fort, selon les réactions suivantes :



4-3 Définition des résines

Les résines ou Les échangeurs d'ions sont des solides insolubles dans l'eau qui peuvent échanger des ions avec une solution environnante ils se présentent généralement sous forme granulaire.

4-4 types d'échangeurs d'ions

- ↳ Echangeurs de cation
 - ↳ Echangeurs d'anion
 - ↳ Résine complexant
-
- Pour traiter les cations on utilise les résines acides
 - Pour traiter les anions on utilise les résines basiques

5-Stockage dans le bassin 2 :

Le bassin 2 est un bassin qui reçoit l'eau sortante du décarburateur, avec une capacité de 200 m³, une quantité de chlore est ajoutée de telle manière à obtenir une concentration de 6 à 8 ppm afin de désinfecter l'eau.

Le niveau dans ce bassin doit être contrôlé toutes les 4 heures, ainsi que la teneur du chlore dans l'eau sortante qui doit rester dans l'intervalle de 6 à 8 ppm.

6-Filtration à charbon :

Les filtres à charbon sont des cuves remplies par du charbon actif qui représente un agent adsorbant visant à éliminer le chlore et toutes les substances pouvant donner un goût ou une odeur anormale à la boisson, ainsi que les substances organiques et les micro polluants.

L'efficacité de l'opération dépend non seulement du type de charbon utilisé, mais également de la durée de son contact avec l'eau .

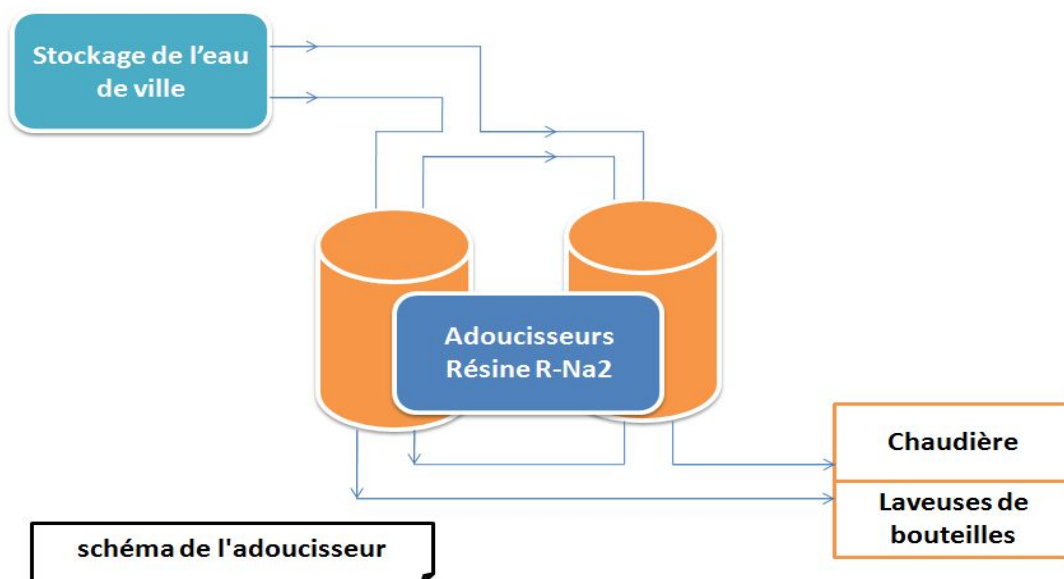
La régénération du filtre à charbon se fait avec une stérilisation avec de la vapeur (100°C) pendant deux heures ensuite un lavage à contre-courant avec de l'eau pendant 15 à 30 min.

7-Filtres polisseurs :

La station renferme deux filtres polisseur, chaque filtre se compose d'un support pour filtre en papier ou cartouche en fibre chargé d'éliminer les particules de charbon actif éventuellement présentes dans l'eau à la sortie du filtre à charbon. Les filtres polisseurs doivent être nettoyés avec une solution chlorée à chaque changement de papier ou de cartouche.

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

I-2-L'adoucissement de l'eau

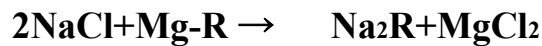
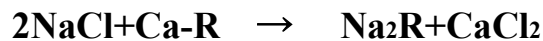


Les adoucisseurs d'eau, également appelés échangeurs d'ions, éliminent de l'eau les ions calcium et magnésium et les remplacent par les ions sodium par une résine cationique de type RNa_2 .

Ce type de traitement s'effectue à l'aide **des filtres à résines échangeuses d'ions**.

Le principe est simple: des résines synthétiques sont chargées de capter les ions calcium et magnésium responsables de la dureté de l'eau, tout en libérant en proportion équivalente des ions sodium stockés au préalable dans les résines selon les réactions suivantes :

Après une certaine durée d'utilisation, la résine se retrouve saturée, et nécessite par conséquent une régénération par une solution concentré de NaCl, ceci se voit lorsque la mesure de taux de la dureté révèle des valeurs hors norme. la régénération se fait à l'aide du chlorure de sodium NaCl selon les réactions suivantes :



II-Siroperie :

Après avoir traité l'eau, il reste une deuxième étape qui est La production de la boisson gazeuse : c'est la siroperie, cette Opération peut être subdivisée en deux grandes parties :

- ↳ La préparation du sirop simple.
- ↳ La préparation du sirop fini.

II-1-Préparation du sirop simple

Cette préparation s'effectue en plusieurs étapes :

A :Tamisage :

Le sucre utilisé sera tamisé pour éliminer les grandes granules de sucre et laisser passer seulement le sucre poudre.

B :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 versé par la suite dans le dissolvant par le haut de la cuve. En même temps que le sucre est versé dans le dissolvant (cuve de dissolution) déjà rempli d'eau traitée, l'agitateur commence à homogénéiser la solution (eau+sucre). Le sirop est chauffé à contre courant, dans l'échangeur, avec de la vapeur d'eau. La dissolution est considérée finie quand le mélange atteint un Brix supérieur à 60° Brix et 80°C à 85°C de température.

C :Ajout du charbon actif :

Dans une cuve, on ajoute le charbon actif sous forme de poudre au sirop simple pour éliminer les impuretés, les particules odorantes qui peuvent influencer sur le goût du sirop pendant 30min.

D :Filtration :

Après une durée de 1h à 2h, le sirop simple subit une filtration dans une cuve, par une pâte filtrante en célite, dont le rôle est d'éliminer le charbon et les matières en suspension. Une deuxième filtration du sirop simple se fait dans un filtre à poche pour éliminer les résidus de charbon qui pourraient subsister.

E :Refroidissement du sirop simple :

Après l'étape de filtration on procède au refroidissement du sirop simple filtré avant de le mettre dans les cuves de préparation du sirop fini. Le refroidissement s'effectue dans un échangeur thermique afin de diminuer sa température de 85°C à 20°C. enfin le sirop simple obtenu est stocké dans une cuve dans un intervalle de temps compris entre 1h et 24h.

II-2-Préparation du sirop fini

Le sirop simple est mélangé avec un concentré (si on parle de liquide), ou extrait de base (si on parle de poudre), selon le sirop fini désiré.

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

On arrête l'agitateur pendant 10min pour désaérer, et on prélève un échantillon pour vérifier le Brix, le goût, l'odeur et l'apparence. On transporte le sirop simple et les extraits de base à l'aide de pompes vers une cuve où le mélange s'effectue, cette cuve est appelée : Cuve de sirop fini. On maintient l'agitation pendant 30 min. Puis on arrête l'agitateur pendant 10 min pour la désaération du sirop fini.

a) Mesure de Brix :

Le Brix étant la teneur d'une solution en sucre. On prélève un échantillon du sirop fini dans une éprouvette préalablement rincée avec le sirop fini, on y introduit le densimètre à toupie lentement pour lire la valeur du Brix indiquée sur la tige du densimètre. On mesure la température du sirop fini pour déduire finalement la valeur du Brix.

b) Contrôle du goût et d'odeur :

L'odeur et l'apparence sont des paramètres très sensibles et il ne faut pas les négliger. On met le liquide dans un bêcher sec et propre après l'avoir senti. on va le mettre dans la bouche, et il ne faut jamais l'avaler avant de le faire circuler dans la bouche. L'odeur du goût du sirop fini doit être normale.

II-3-Mixage

Le mixage constitue la dernière phase de production de la boisson, cette étape consiste à mélanger le sirop fini avec l'eau traitée refroidie par l'eau glycolée, et le gaz carbonique, dans des proportions bien définies.

III-Embouteillage :

III-1- Les bouteilles en verre

La boisson étant prête, il ne reste qu'à préparer les bouteilles en verre pour le remplissage.

Alors le remplissage des bouteilles en verre passe par les étapes suivantes :

1. Dépalettisation :

Grâce à une machine appelée dépalettiseur, les caissiers sont placés les unes sur les autres pour les mettre sur le convoyeur.

2. Dévissage :

Les bouteilles qui sont encore avec leurs bouchons sont dévissées avec des dévisseuses.

3. Décaissage :

A l'aide de la décaisseuse, les caissiers sont vidés des bouteilles pour les mettre sur le convoyeur qui alimente la laveuse bouteilles.

4. Lavage des bouteilles :

Les bouteilles rendues du marché subissent un nettoyage avec de l'eau et de la soude, afin d'éliminer toute saleté et garantir une propreté et une stérilisation avant soutirage.

Le lavage s'effectue selon les étapes suivantes :

- **La pré- inspection** : est une opération primordiale pour la sélection des bouteilles conformes et non ébréchées par un opérateur.
- **Le pré lavage** : est assuré par une eau adoucie tiède qui réchauffe légèrement la bouteille, permettant par la suite, l'élimination des adhérents aux parois.
- **Le lavage à la soude caustique** : s'effectue à une température de 70°C, combiné à un additif « le triphosphate de sodium » dont le rôle est d'empêcher la formation de la mousse provenant de NaOH, et de permettre la brillance des bouteilles.
- **Le pré rinçage** : est une opération de rinçage des bouteilles, afin d'éliminer les traces du détergent. il se fait dans trois bains contenant une eau adoucie chaude, tiède et froide.

Le rinçage final : est réalisé par l'eau traitée froide et chlorée (1 à 3 ppm), pour éliminer les résidus caustiques et refroidir les bouteilles jusqu'à température ambiante.

5.L'inspection visuelle par des mireurs :

pour éliminer les bouteilles males lavées et ébréchées.

6.L'inspection électronique :

s'effectue automatiquement avant le soutirage, dans le but de retirer des bouteilles contenant des corps étrangers, du liquide résiduel ou présentant un goulot ou un fond ébréché.

6 .Carbonation et refroidissement :

Cette étape consiste à mélanger le sirop fini, l'eau traitée refroidie et le CO₂ dans un mixeur pour obtenir de la boisson gazeuse.

7. Soutirage et bouchage :

C'est le remplissage des bouteilles lavées à l'aide d'une soutireuse. ces bouteilles seront par la suite bouchées sans aucune intervention du conducteur de la machine.

8. Mirage visuel :

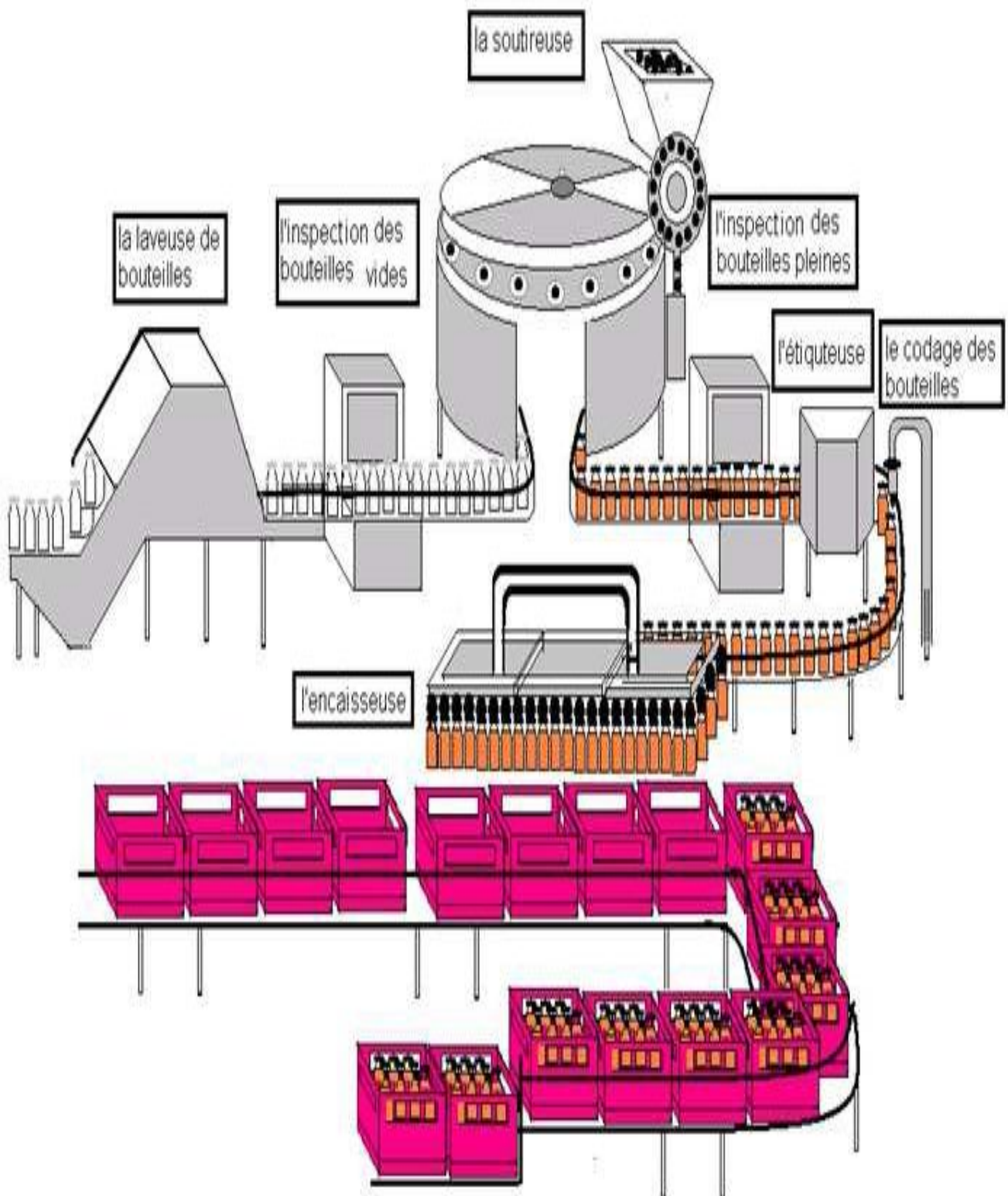
Les bouteilles ainsi remplies et fermées sont contrôlées visuellement par des mireurs bien formés, pour éliminer toutes bouteilles males remplies ou males bouchées.

9. Codage et étiquetage :

Après l'inspection visuelle, les bouteilles remplies sont codifiées « date, heure lieu de production, date de péremption et ligne concernée ». ensuite, elles passent vers une étiqueteuse pour étiquetage.

10. Encaissage et stockage :

Les bouteilles pleines étiquetées, passent à travers des convoyeurs vers l'encaisseuses pour les mettre automatiquement dans des caisses, et les stocker.



Shémas 1 : les étapes de l'embouteillage des bouteilles en verre

Chapitre III

le suivi des paramètres physico-chimiques de traitement l'eau au niveau de décarbonateur

Introduction

Depuis la nuit du temps, l'eau est associée à la vie, et il a été depuis toujours étroitement liée à son développement et son rôle a été d'autant plus important lors de la révolution industrielle ou jusqu'à nos jours, elle est indispensable pour le bon fonctionnement des usines.

La qualité et la quantité des eaux utilisées dans l'industrie sont très variables, elles dépendent du type de l'entreprise productrice et de sa taille.

Composition de l'eau :

L'eau en général est une solution complexe contenant plusieurs éléments de compositions différentes, qu'on peut classer en 3 catégories :

- ✓ Les éléments minéraux : les cations (Calcium(Ca^{2+}) , Magnésium(Mg^{2+}) , Potassium(K^+) , Sodium(Na^+) et le fer(Fe^{2+}) ...) .les anions(OH^- , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4 ...)
- ✓ Les gazes : CO_2 , SiO_2 , O_2 .
- ✓ Les oligo-éléments : Le cuivre, zinc, étain, vanadium, titane, molybdène, zirconium, germanium....

I -Les paramètres physiques de l'eau :

1-Turbidité

C'est un paramètre organoleptique qui permet de contrôler la présence des matières en suspension (argile, grains de silice...). La mesure est faite par un turbidimètre.

La norme de turbidité est inférieure à 0,3 NTU.

2- Conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes, la plus part des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels

dissous dans l'eau, elle est fonction de la concentration totale en ions, de leur mobilité, de leur valence, de leur concentration relative et de la température. Son unité est le $\mu\text{S}/\text{cm}$.

3- Température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. en effet celle ci joue un rôle dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique , dans la détermination du Ph pour la connaissance de l'origine de l'eau.

4- Ph

C'est un indicateur de l'acidité ou de l'alcalinité de l'eau ; C'est l'un des paramètres opérationnels de la qualité de l'eau. Le Ph est lié à la nature géologique des terrains traversés, les valeurs normales sont comprises entre 6,5 et 8,5. En dessous de 6, l'eau est corrosive et au-dessus de 8,5 il y a risque d'entartrage et de mauvaise efficacité du chlore.

II-Les paramètres chimiques :

1- Détermination du taux d'alcalinité complet :

Il est nécessaire de déterminer ce taux pour pouvoir évaluer l'efficacité du traitement et pour s'assurer qu'on travaille avec une eau répondant aux normes recommandées.

1-1- Titre alcalimétrique : TA

Indique la teneur de l'eau en ions hydroxydes (OH^-) et carbonates (CO_3^{2-}).

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

Mode opératoire :

- On prélève 100 ml de l'échantillon d'eau à analyser.
- On ajoute quelques gouttes de la phénolphthaléine (indicateur colorée) et on remue

Résultat :

- Si la solution reste incolore : TA = 0 (mg/l).
- Si la couleur change au rose : On titre avec une solution de H_2SO_4 (0,02N)

Le calcul du titre alcalimétrique se fait par l'équation :

$$\text{TA (mg/l)} = V (\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot 10$$

1-2- Titre alcalimétrique complet : TAC

Indique la teneur de l'eau en ions hydroxydes (OH^-), carbonates (CO_3^{2-}) et bicarbonates (HCO_3^-).

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

Mode opératoire :

- On prélève 100 ml de l'échantillon d'eau à analyser.
- On ajoute quelques gouttes du Méthyle orange (indicateur coloré) et on mélange.
- On titre avec H_2SO_4 (0,02N) jusqu'au virage du jaune au rose.

Le calcul du titre alcalimétrique complet se fait par l'équation :

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

2- Taux du chlore :

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'entrée 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 :

Pour la mesure du taux du chlore, on utilise une cuvette de 10 ml et un comparateur à l'aide duquel on lit la valeur.

- On remplit la cuvette avec l'échantillon (l'eau).
- On ajoute le réactif (N, N-diéthyle-p-phénylène-diamine) DPD qui joue le rôle d'indicateur coloré et on mélange.
- On place la cuvette dans le comparateur et on compare la couleur avec celles du disque du chlore.en suite, on déduit la valeur équivalente.

3. Mesure du 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..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 inférieur à 500mg/l.

5. Dureté de l'eau :

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

- Le titre hydrotimétrique calcique TH, ou dureté calcique D_c exprime la concentration en ions Calcium Ca^{2+} . La mesure de la dureté calcique se fait après ajout de NaOH dont le rôle est de fixer le magnésium sous forme de $\text{Mg}(\text{OH})$. Le taux de calcium est déterminé par titrage complexométrique à l'EDTA.
- Le titre hydrotimétrique total, ou dureté totale indique globalement la concentration en ions Calcium Ca^{2+} et Magnésium Mg^{2+} .

5-1- Mesure de la dureté calcique (D_c)

Mode opératoire :

- On prélève 50 ml de l'échantillon d'eau à analyser.
- On ajoute 2 ml d'une solution de NaOH (1N) avec quelques gouttes de d'indicateur des ions Ca^{2+} (Murexide).
- On agite

Résultat :

- si la couleur obtenue est mauve : $[\text{Ca}^{2+}] = 0$
- si la couleur obtenue est rose : Présence de Ca^{2+} , on titre avec une

solution D'EDTA (0,01N) jusqu'au virage au mauve.

Le calcul de la dureté calcique se fait par l'équation :

$$Dc \text{ (mg/l)} = V \text{ (EDTA) versé} * 20$$

5-2- Mesure de la dureté totale (Dt) :

Mode opératoire :

- On prélève 50 ml de l'échantillon d'eau à analyser.
- On ajoute 2 ml d'une solution tampon (pH=10) et quelques gouttes d'indicateur des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} (noir d'érichrome).

Résultats :

- si la couleur est bleue : $[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] = 0$
- si la couleur est rouge : présence des ions Ca^{2+} et Mg^{2+} , on titre avec l'EDTA (0,01N) jusqu'au virage au bleu.

Le calcul de la dureté totale se fait par l'équation :

$$Dt \text{ (mg/l)} = V \text{ (EDTA) versé} * 20$$

III-Résultats et interprétations

Analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau à la sortie du filtre à décarbonateur :

Nous avons effectué 8 prélèvements de l'eau à la sortie du filtre à décarbonateur depuis le 02 jusqu'au 10 mai 2016, et nous avons étudié différents paramètres physico-chimiques : Titre alcalimétrique TA, Titre alcalimétrique complet TAC, pH, TDS

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

Décarbonateur				
Jours de prélèvement en mai 2016	TA (ppm)	TAC (ppm)	TDS (ppm)	pH
02	00	41,25	403,75	5,6
03	00	43,83	259	5,79
04	00	42,33	290,66	5,79
05	00	51,5	480,16	5,88
06	00	35,33	521,33	5,78
07	00	42,25	561,5	5,93
09	00	47	564	6,06
10	00	81,8	718,45	6 ,12
Normes	<2mg/l	<85ppm	<500ppm	4.9<pH<7

Tableau 1: Détermination des paramètres physico-chimiques (TA, TAC, TDS , PH) de l'eau à la sortie du filtre à décarbonateur

- on observe que tous les résultats obtenus sont conformes aux normes prescrites, à l'exception des valeurs obtenus dans la cas du TDS.

1-contrôle de TAC

La figure 1 présente les courbes de TAC en fonction du temps :

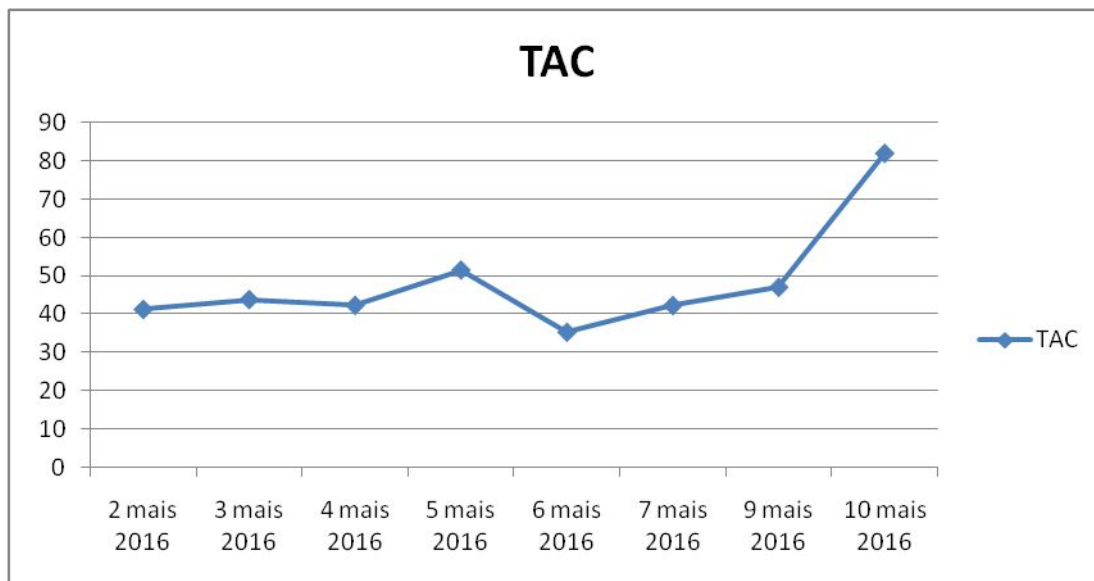


Figure1: diagramme de TAC en fonction du temps

Interprétation du Résultat :

TA est toujours nul parce que l'eau de la régie autonome de distribution d'eau et électricité (L 'R.A.D.E.E.F) ne contient ni d'hydroxydes, ni de carbonates .

- D'après le graphe on constate que les résultats sont dans les normes (< 85 ppm), et sont comprises entre 35.33 ppm et 81.8 ppm.
- Dans le cas ou des résultats se trouvent hors norme, on essaye d'abord d'identifier l'origine du problème, après on régénère la résine par l'ajout de HCl concentré.
- Il faut s'assurer de la bonne préparation de la solution de titrage.

2-Contrôle de TDS

Les résultats d'analyse du TDS pour le 7 échantillons sont montrés dans la figure 2 :

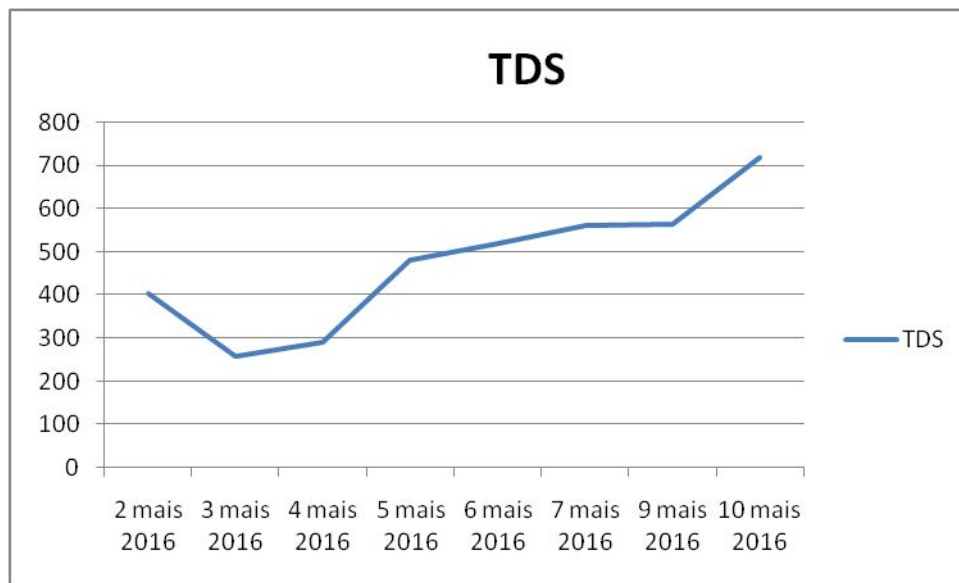


Figure 2 : variation de la TDS en fonction de temps

Interprétation du Résultat :

D'après le graphe on remarque que les valeurs sont comprises entre 259 ppm et 718 ppm donc elles ne sont pas dans les normes (<500 ppm).

Si on a une anomalie on procède de la manière suivante :

- le traitement n'est pas adéquate c'est-à-dire la résine est saturée dans ce cas une régénération de la résine avec HCl concentré pour rendre les caractéristiques initiales à cette résine.
- peut être la non fiabilité de l'équipement de mesure de TDS, dans ce cas un calibrage avec une solution étalon est nécessaire.

3-contrôle de PH

La figure 3 présente le trace de pH en fonction du temps :

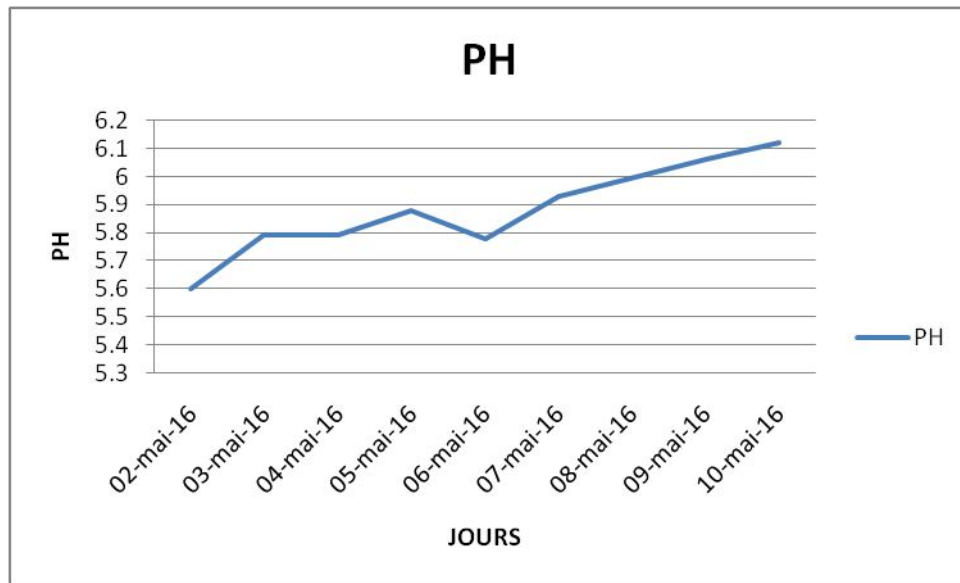


Figure 3: variation de pH en fonction du temps

Interprétation du Résultat :

D'après le graphe on constate que les résultats sont dans les normes $4.9 < \text{pH} < 7$, et sont comprises entre 5.6 et 6.1.

Lorsque le Ph est voisin de 7 en même plus de 7 le TAC augmente donc on procède une régénération de la résine.

Conclusion

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

Ce stage ma permis aussi de suivre de plus près les différents méthodes de traitement des eaux nécessaires à la fabrication des boissons gazeuses et de pouvoir effectuer plusieurs opérations analytiques déterminants ainsi les caractéristiques des différents eaux étudiés.