



Licence Sciences et Techniques (LST)

Techniques d'analyse chimique et contrôle de qualité

TACCQ

PROJET DE FIN D'ETUDES

**Le Contrôle Qualité et le Suivi du
Traitement de l'Eau**

Réalisé par :

- ◆ AIT EL HAJ Mustapha

Encadré par :

- ◆ Mr Abdallah MOUNAFI (Encadrant à la CBGS)
- ◆ Pr Hamza BALI (Encadrant à la FSTF)

Soutenu Le XI Juin 2012 devant le jury composé de:

- ◆ Pr Hamza BALI (Encadrant)
- ◆ Pr E. H EL GHADRAOUI (Président)
- ◆ Pr H. SOUHA (Examineur)

Stage effectué à la CBGS de Marrakech

Année Universitaire 2011 / 2012



Sommaire :

INTRODUCTION GENERAL ;.....	1
CHAPITRE (I) : Présentation Générale	2
I_ Présentation de la CBGS et de NABC	3
1- Les actionnaires	3
2- Produit de la CBGS :	3
3- Organigramme de l'entreprise :	4
CHAPITRE (II) : La Production des Boissons Gazeuses	5
I_ Services de production	6
1- Siroperie :	6
2- La station : traitement des eaux :	6
3- Salle des machines :	6
4- Chaudière :	7
5- Les lignes de production :	7
II_ Fabrication des boissons gazeuses	7
1- Généralité sur les boissons gazeuses :	7
2- Fabrication du sirop :	7
3- Nettoyage et Sanitation :	9
4- La carbonatation :	10
5- La mise en bouteille :	10
6- L'embouteillage :	10
CHAPITRE (III) : Les contrôles de qualité dans la CBGS	13
I_ La qualité dans la CBGS	14
1- Contrôle à la réception :	14
2- Contrôle au cours de la production :	16
3_ Suivi du stock verre et PET :	17
4_ Sortie de marchée :	17
5_ les normes et les cibles des paramètres : volume CO ₂ et Brix	18
Chapitre (IV) : Traitement des Eaux	19
I- Introduction	19
II_ les paramètres de la qualité de l'eau	19
1- Les matières en suspension :	19
2- La turbidité :	19
3- La couleur :	19
4- Les matières organiques :	20

5-	Les substances sapides et odorantes :.....	20
6-	L'alcalinité :.....	20
III	Les méthodes de traitement des eaux	21
1-	Méthodes physiques :	21
2-	Les méthodes chimiques :.....	22
IV	Description du procédé de traitement des eaux	22
1-	Description de l'installation :	22
2-	Les étapes du traitement des eaux de la production :	22
3-	Traitement de l'eau utilisé pour le lavage des bouteilles :.....	25
	Chapitre (V) : Le Suivi du Traitement de l'Eau	26
I_	Contrôle physico-chimique des eaux	27
II	Rapport du suivi du contrôle traitement de l'eau	27
1-	Les contrôles dans le cas d'une eau brute :	27
2-	L'eau après passage sur le filtre à sable :	28
3-	Les contrôles après passage sur le Décarbonateur :	28
4-	Les contrôles dans le cas de l'eau traitée :.....	29
II_	Détermination des causes potentiel de la détérioration de la qualité des eaux de processus	29
1-	Diagramme d'Ishikawa générale de la station :.....	29
III_	Conclusion Générale.....	30

INTRODUCTION GENERALE

Coca cola compagnie est représenté par des sociétés d'embouteillage partout dans le monde. Ces entreprises sont approvisionnées en concentrés de boissons et elles s'occupent de la dilution de ces concentrés, de l'ajout de sucre et de CO₂.

Puisque la qualité de l'eau est d'une grande importance dans l'agroalimentaire, toutes les usines d'embouteillage disposent de stations de traitement d'eau (STE) à l'amont de leur chaîne de production.

Au Maroc, la Coca Cola Compagnie est représentée par le groupe NABC. Ce dernier s'est investi dans la recherche du célèbre trio de la satisfaction d'un client (délai/qualité/prix), ainsi que dans la politique de l'économie de l'eau. Toutes les STE des usines du groupe ont un bon indice en économie de l'eau. Pour la CBGS, malgré les efforts qui ont été fournis dans ce sens, il reste encore un point à améliorer : le traitement et l'optimisation les pertes des réactifs.

Dans ce cadre, s'inscrit le sujet de mon stage de fin d'étude, que j'ai effectué au sein de l'usine CBGS de Marrakech.

Ce travail sera structuré en trois parties suivi d'une conclusion générale :

- La première partie constituera une présentation de la CBGS et le groupe NABC et décrira le procédé de fabrication des boissons gazeuses.
- La deuxième partie concerne les contrôles et les testes de qualité effectués dans le laboratoire de la CBGS.
- La troisième partie donnera une idée sur la bibliographie, les traitements des eaux et décrira la station dans laquelle se déroulera le projet.
- La dernière partie sera consacrée à la détection des sources de potentiel problème ainsi que les résultats expérimentaux effectués.



I_ Présentation de la CBGS et de NABC

1- Les actionnaires

Equatorial Coca Cola Bottling Company ECCBC et holding créé en 1997 avec une participation majoritaire du groupe industriel espagnol COBEGA, partenaire de Coca Cola depuis 1951, et la multinationale The Coca Cola Company.

Spécialisé dans l'embouteillage et la commercialisation des boissons gazeuses ECCBC est présente dans une dizaine de pays africains (Bissau, Guinée, guinée Equatoriale, Libéria, Maroc, Mauritanie, Sao Tome et Sierra Léone...).

La présence d'ECCBC au Maroc remonte à novembre 2002, date d'acquisition des concessions de Fès (CBGN).

NABC (North Africa Bottling Company fut créée le 22 décembre 2003, elle suit le regroupement de 5 sociétés marocaines (Société Centrale des boissons gazeuses « SCBG», Compagnie Boissons Gazeuses du Nord «CBGN», Compagnie des boissons gazeuses «CBGS», et la Société des boissons Mauritanienne « SOBOMA»).

Cette union place le groupe NABC comme filiale principale de l'ECCBC et comme le plus important des concessionnaires de la compagnie Coca Cola en Afrique avec un effectif de plus de 3500 salariés.

NABC disposait de 5 sites de production au Maroc qui sont situés à : Casablanca, Fès, Marrakech, salé et Agadir regroupant plusieurs lignes d'embouteillage en PET (polyéthylène téréphtalate), verre et boite .Il faut noter que l'usine de salé a été fermé il y a plus d'un an.

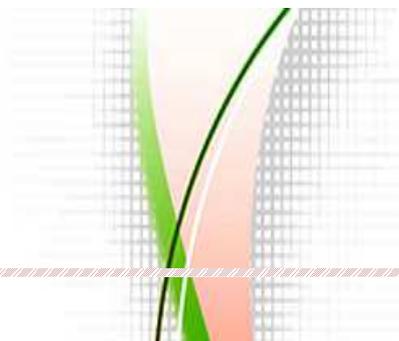
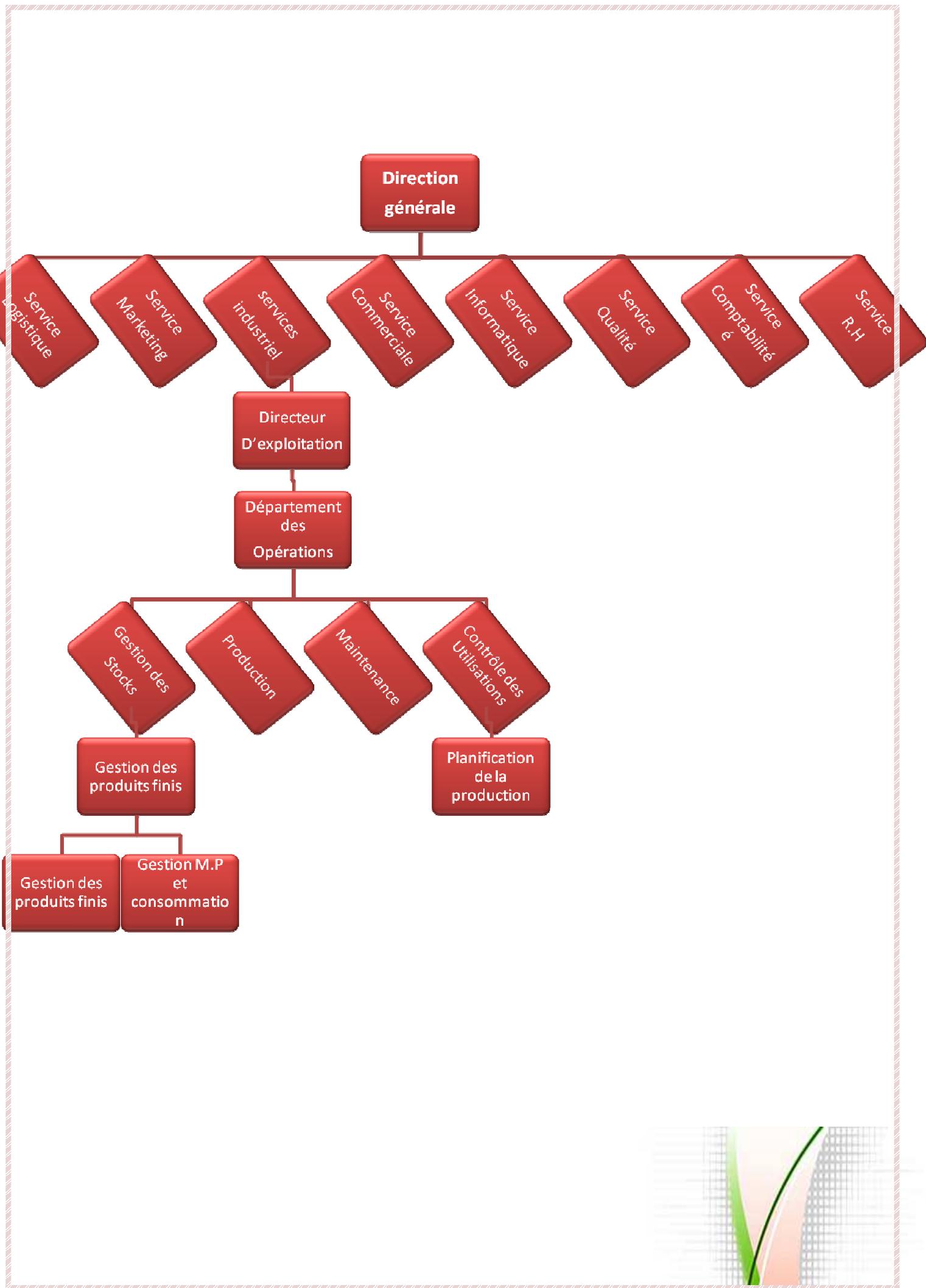
Ces unités desservent sur le sol Marocain les régions de Casablanca, Fès, Marrakech, ceci à travers plusieurs centres de distribution.

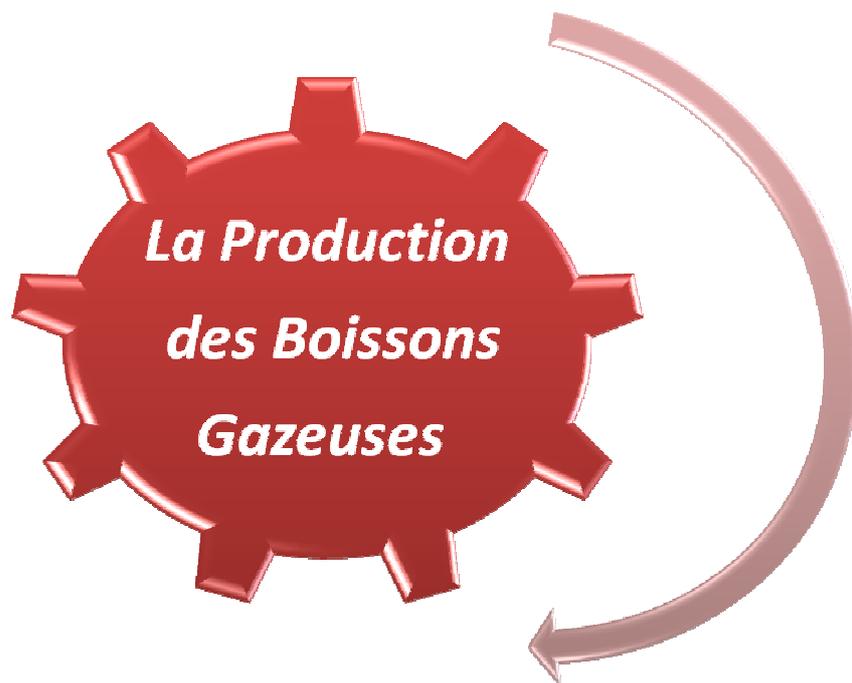
2- Produit de la CBGS :

Produit	Taille
- Coca-Cola	➤ Verre : royale (35cl), Splache (20cl), 1 litre
- Coca light	➤ PET : 1,25, 1/2, 2/2, 3/2, 4/2 litre
- Coca zéro	
- Fanta orange	➤ Verre : (35cl), Splache (20cl), 1 litre ➤ PET : 1/2, 2/2, 3/2 litre
 Hawaï tropical	➤ Verre :(35cl), 1 litre
 Pom's	
 Sprite	➤ PET : 1/2, 2/2, 3/2 litre
- Fanta Lemon	
 Schweppes tonic	➤ Verre Splache (20cl)
 Schweppes Mandarine	➤ PET : 3/2, 1 litre
 Schweppes citron	

Tableau 1 : les différents produits de CBGS

3- Organigramme de l'entreprise :





La fabrication des boissons gazeuses s'effectue selon différentes étapes depuis l'arrivée des matières premières jusqu'au produit fini. On distingue dans ce processus deux types de lignes de production : ligne pour les bouteilles en verre et ligne pour les bouteilles en PET (polyéthylène téréphtalate).

I_ Services de production

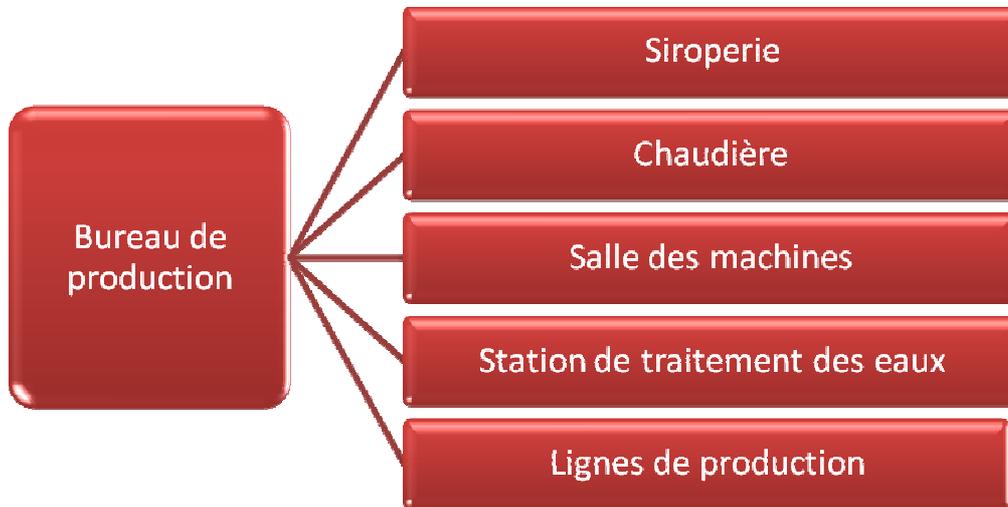


Figure 5 : Service de production

1- Siropierie :

Son rôle comme l'indique son nom est la préparation des sirops par mélange des concentrés avec le sirop simple (l'eau traitée et le sucre).

2- La station : traitement des eaux :

Bien qu'on dise que l'eau n'a pas de couleur ni de goût, sa qualité varie d'un lieu à l'autre. Cette étape vise donc, à travers des traitements chimiques et physiques, à traiter l'eau de sorte à ce qu'elle corresponde à un seul standard et que le goût de la boisson soit le même.

Ainsi que l'eau fournie par RADEEMA contient de l'eau de javel et une quantité non négligeable de calcaire ; le traitement d'eau s'avère nécessaire pour améliorer la quantité et à agrandir la durée de vie du produit.

3- Salle des machines :

Elle contient :

- Deux grands réacteurs.
- Un bac tampon
- Des filtres à sable
- Le filtre décarbonateur
- Des filtres à charbon
- Un bac de chaud

4- Chaudière :

C'est une installation qui a besoin de la chaleur comme énergie. Cette dernière lui est procurée en brûlant le (Fuel). Le rôle principal de cette machine est d'alimenter les laveuses des bouteilles par la pression et la vapeur d'eau chaude.

5- Les lignes de production :

L'usine de la CBGS comporte trois lignes de production :

- Deux lignes de verres nommées (SASIB et ORTHMAN), elles contiennent presque les mêmes éléments.
- Une ligne PET, dans laquelle les bouteilles sont en plastique.

II _ Fabrication des boissons gazeuses

1- Généralité sur les boissons gazeuses :

Les boissons gazeuses contiennent du dioxyde de carbone (CO₂) dissous. Ce dernier peut être présent spontanément dans la boisson par une fermentation ou une source minérale ou encore ajouté artificiellement.

2- Fabrication du sirop :

2-1_ Processus de fabrication du sirop :

La fabrication du sirop passe par trois étapes :

- ✓ Préparation du sirop simple (Sucre + Eau traitée + Vapeur)
 - Dissolution du sucre
 - Filtration
 - Refroidissement du sirop simple
- ✓ Préparation du sirop fini

2-1-1_ Procédés de préparation du sirop simple :

Cette préparation s'effectue en plusieurs étapes :

● Dissolution du sucre :

L'eau traitée et le sucre constituent la matière première de cette préparation, le mélange de ces deux constituants est soumis à une température variant entre 75 et 80°C pendant 40 min. afin de favoriser la dissolution de sucre et la pasteurisation du mélange.

On ajoute aussi des quantités bien définies du charbon actif en poudre qui permet de clarifier le mélange et d'éliminer également les mauvaises odeurs.

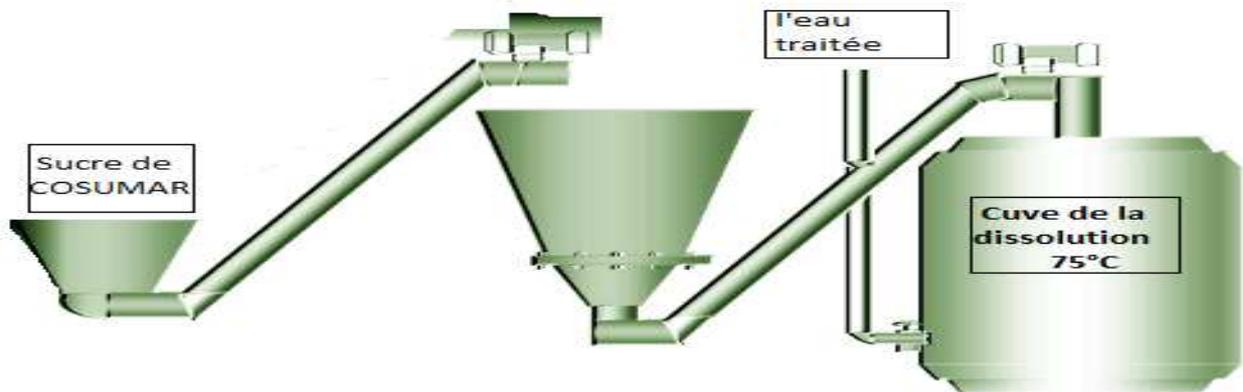


Figure 6 : La dissolution

Filtration :

On obtient donc un mélange appelé **Sirop simple** qui passe ensuite à travers deux filtres alimentés par une cuve d'adjurant de filtration : terre diatomée contenant de la cristalline qui permet l'élimination de toutes impuretés.



Figure 7 : Les filtres après dissolution

Refroidissement du sirop simple :

Le sirop simple obtenu filtré subit, un refroidissement dans un échangeur thermique afin de diminuer sa température de 80°C à 20°C.

Enfin le sirop simple obtenu est stocké dans une cuve avec un intervalle de temps compris entre 1h et 24h.

2-1-2_Préparation du Sirop fini :

Cette préparation est obtenue en mélangeant le sirop simple ayant un Brix de 60° avec des concentrés du jus (si on parle de liquide), ou extrait de base (si on parle de la poudre) selon la boisson désirée.

Au début, on remplit par du sirop simple la cuve désiré pour contenir le mélange car il y'en a sept cuves de sirop fini, puis dans une cuve spécifique on mélange les concentrés désirés avant de les ajouter sur le sirop simple.

Après l'ajout des concentrés on agite le tout pour homogénéiser la solution et on la laisse au repos pendant presque une heure (pour sa stabilisation avant de l'envoyer à la production).

On prélève un échantillon pour vérifier le brix GOA (gout- odeur- apparence), un test de microbiologie est réalisé, si ce dernier est conforme c'est bien si non, on procède à sa correction (si on trouve qu'elle est non conforme alors le mélange est versé dans les égouts.)

On peut schématiser le processus de préparation de sirop fini par le schéma suivant :

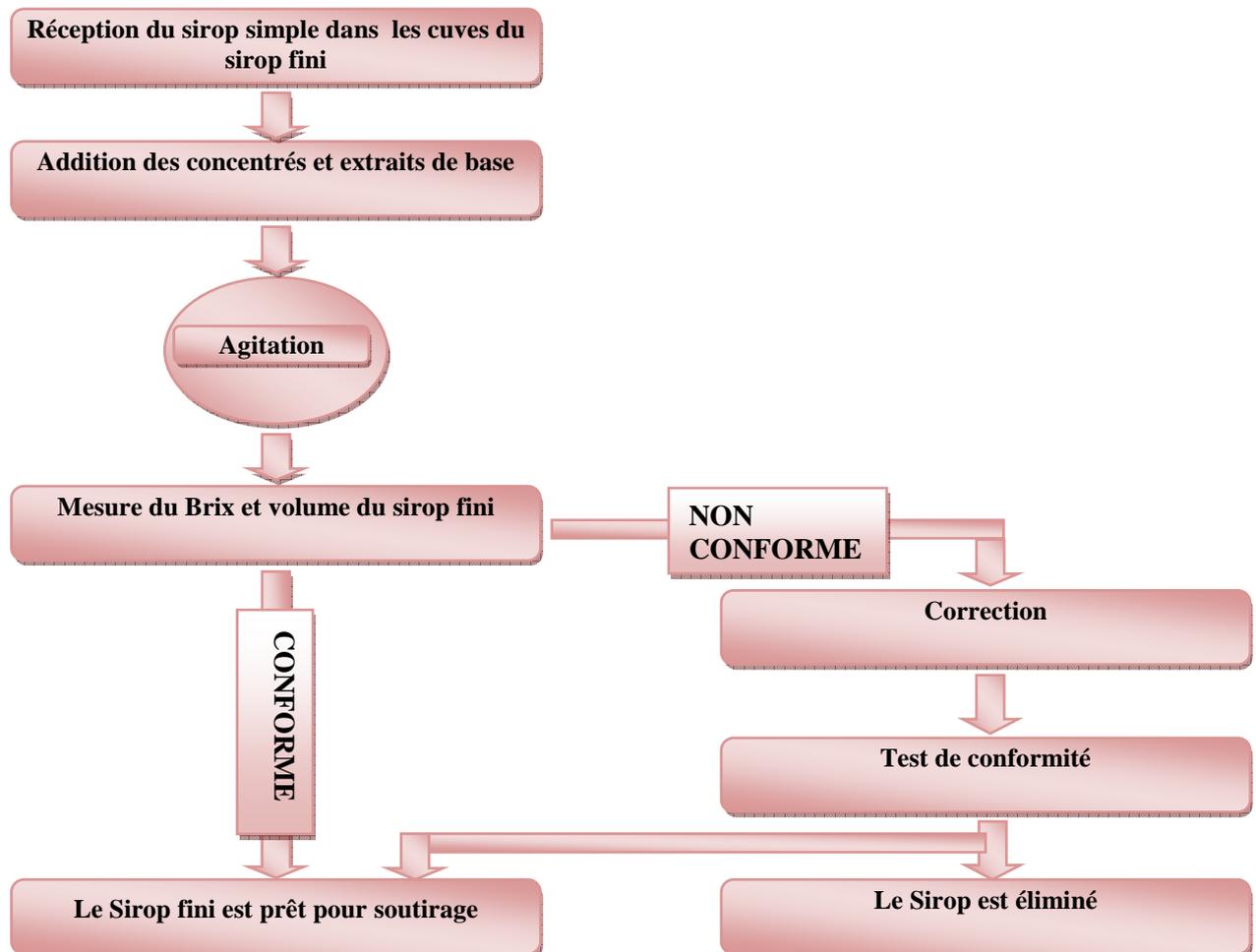


Figure 8 : La préparation du sirop fini

3- Nettoyage et Sanitation :

Les opérations de sanitation des équipements de remplissage et cuve de siroperie sont des opérations de nettoyage et de stérilisation qui consiste à débarrasser ces équipements des traces de produits.

On distingue deux types de nettoyage et sanitation :

Nettoyage et sanitation à : Trois étapes :

↳ Rinçage avec l'eau traitée.

- ↪ Sanitation avec l'eau chaude à (T=85°C pendant 15 minutes)
- ↪ Rinçage et refroidissement avec l'eau traitée

 **Nettoyage et sanitation à Cinq étapes :**

- ↪ Rinçage avec l'eau traitée
- ↪ Nettoyage avec la soude chaude à (1,6% et T=75°C)
- ↪ Rinçage avec l'eau traitée
- ↪ Sanitation avec l'eau chaude à (T=85°C pendant 15 minutes)
- ↪ Rinçage avec l'eau traitée et remplissage du circuit avec la solution désinfectante jusqu'à la prochaine production.

4- La carbonatation :

Les boissons gazeuses ont besoin du dioxyde de carbone (CO₂) pour leur donner leur pétillant. La carbonatation est le processus de dissolution du dioxyde de carbone gazeux dans un liquide à base d'eau.

Le dioxyde de carbone réagit chimiquement avec les molécules d'eau pour former de l'acide carbonique selon la réaction suivante :



Les paramètres suivants concernant l'eau ou le liquide traité influent sur le rendement de la carbonatation :

-  Température (élévation de la température = Chute de la solubilité du CO₂).
-  Pression du liquide (augmentation de la pression = accroissement de la solubilité).
-  Pour une carbonatation efficace, il est conseillé d'avoir une faible teneur en O₂, ainsi qu'en N₂ dissous.

5- La mise en bouteille :

Après la préparation du sirop fini (au niveau de la siroperie), ce dernier sera mélangé avec de l'eau traitée et le dioxyde de carbone selon des proportions bien déterminées pour chaque boisson. Le mélange sera refroidi par un échangeur thermique pour une meilleure absorption du dioxyde de carbone mais aussi pour éviter la montée de la mousse au cours du remplissage des bouteilles. Une fois la boisson est bien agitée, on fait la couler au Soutireuse.

Après la préparation de boisson viendra l'opération d'embouteillage dans les bouteilles en Verre ou en PET.

6- L'embouteillage :

6-1_ Pour La ligne des bouteilles en verre :

 **Triage :**

C'est une opération qui précède le lavage et qui consiste à enlever les bouchons ; les bouteilles trop sales et les formes des bouteilles indésirables. Cette opération se fait manuellement par des ouvriers.

Laveuse des bouteilles :

Le lavage s'effectue selon plusieurs étapes :

➤ **La pré-inspection :**

C'est l'opération qui consiste à la sélection des bouteilles conformes, effectué par un opérateur.

➤ **Le pré-lavage :**

Il est assuré avec une eau adoucie tiède qui réchauffe légèrement la bouteille, permettant par la suite l'élimination des matières adhérentes aux parois.

➤ **Le lavage à la soude caustique :**

Il s'effectue à une température de 82 °C Combiné au triphosphate de sodium dont le rôle est d'empêcher le passage de la mousse en provenance de NaOH et de permettre la brillance des bouteilles.

➤ **Le pré-rinçage :**

C'est une opération de rinçage des bouteilles afin d'éliminer les traces de détergent, elle se fait dans trois bains contenant une eau adoucie chaude, tiède et froide. Le rinçage final est réalisé par l'eau froide chlorée de 1 à 3 ppm pour éliminer les résidus caustiques et refroidir les bouteilles jusqu'à la température ambiante.

➤ **L'inspection électronique :**

Elle a pour but de retirer les bouteilles contenant des matières étrangères, cette opération s'effectue avant le soutirage.

Le soutirage et bouchage des bouteilles :

Sans aucune intervention manuelle, la Soutireuse assure le remplissage automatique des bouteilles et la boucheuse assure le bouchage de chaque bouteille remplie.

Inspection des bouteilles pleines :

Après bouchage ou vissage des bouteilles pleines, elles sont inspectées par des mireurs pour éliminer celles qui sont males bouchées, ainsi que les autres bouteilles ayant le niveau de remplissage inférieur ou supérieur à la norme.

Le Codage et Etiqueteuse :

La date de production et celle d'expiration sont marquées sur le bouchon par la dateuse. Les bouteilles sont décorées par des étiquettes qui portent les renseignements concernant le produit.

L'encaisseuse :

C'est la dernière étape de la production. Cette machine met les bouteilles dans des caisses qui seront stockées dans le magasin.

6-2 Pour La ligne des bouteilles en PET :

Soufflage des préformes :

Les préformes qui peuvent être claires ou vertes constituées d'une matière appelée la résine sont conduites vers la machine de fabrication. A l'entrée de la machine, les préformes subissent un chauffage dans un four à infrarouge.

A la sortie du four, la préforme est conduite vers le moule muni d'une tige d'élongation qui pénètre dans la préforme pour lui donner la hauteur prévue.

La préforme subit ensuite un pré-soufflage avec une pression de 7 bars, pour préparer la matière à subir une haute pression (40 bars) lors du soufflage.

A la sortie du souffleur, les bouteilles subissent un refroidissement et sont envoyées (grâce à un convoyeur à air) vers la rinceuse où elles subissent une opération de stérilisation.

La bouteille sortante de la rinceuse passe par les différentes étapes citées précédemment pour la ligne en verre.

Soutirage et bouchage

Etiquetage et codage

Mise en pack et stockage



I_ La qualité dans la CBGS

La CBGN veille principalement sur deux volets pour le contrôle de la qualité à savoir :

- ↳ le contrôle à la réception
- ↳ le contrôle au cours de la production.

1- Contrôle à la réception :

A l'arrivée de toute livraison de matières premières, le responsable doit procéder à une vérification standardisée afin de confirmer que la livraison est conforme aux normes tant du point de vue quantités que qualité.

Lorsque les matières premières arrivent, elles sont comptées et contrôlées à la lumière :

- de la commande initiale
- les dates de péremption
- la quantité
- les types de matières reçus

L'ensemble est consigné dans des fiches d'inventaire.

Il est nécessaire de suivre ces procédures chaque fois que les matières premières sont réceptionnées.

Toute réception, à quelque niveau que ce soit, doit se faire sous réserve de contrôle

1-1_ Contrôle du sucre granulé:

Le contrôle du sucre granulé englobe les paramètres suivants :

- Apparence
- Goût
- Odeur
- Turbidité
- SO₂

1-2_ Contrôle du gaz carbonique :

Le contrôle de CO₂

- Pureté
- Apparence, goût, odeur et couleur

1-3_ Contrôle des matières d'emballage et de conditionnement :

- Préformes PET et bouteilles en verre

- Bouchons et Etiquettes :

- ↔ Epaisseur
- ↔ Longueur
- ↔ Largeur
- ↔ Impression

- Films rétractable et étirables.
- Palettes et casiers.

1-4_ Contrôle des produits chimiques :

• La soude caustique :

Utilisée pour le nettoyage des bouteilles.

• Le chlore :

Pour la désinfection des bouteilles et le traitement des eaux.

• Le chlorure de sodium :

Pour la régénération des adoucisseurs.

• L'acide chlorhydrique :

Pour la régénération du décarbonateur.

2- Contrôle au cours de la production :

2-1_ les contrôles :

Plusieurs paramètres doivent être contrôlés au cours de la production de la boisson gazeuse. Le tableau ci-dessous (tableau 2) résume ces différents contrôles :

Elément contrôlé	Paramètre
Sirop fini	Brix
Boissons gazeuses	G.O.A Pression de CO ₂ } Température de carbonatation } Volume de CO ₂
Bouchons	Codage, Torque
Etiquettes	Epaisseur, longueur et largeur. Impressions.

Tableau 2

2-2_ Désignation des abréviations :

• Brix :

C'est le pourcentage massique du saccharose dans la solution, il est mesuré après décarbonatation de l'échantillon pendant 3 min.

 **G.O.A :**

Goût, odeur, apparence : c'est tout simplement un test qui consiste à goûter la boisson et la sentir en essayant de détecter une anomalie au goût à l'odeur ou à l'apparence.

 **Torque mètre :**

C'est un appareil qui sert à contrôler la pression d'ouverture du bouchon.

 **Codage :**

C'est la vérification du bon établissement du jet d'encre ainsi que sa clarté.

 **Etiquetage :**

Il s'agit de voir si les étiquettes sont bien appliquées sur les bouteilles.

2-3_Section contrôle Qualité:

Avant d'arriver au consommateur, les boissons gazeuses passent donc par un service contrôle qualité. Ce dernier est chargé de contrôler le produit du début jusqu'à obtenir une boisson prête à être consommée, il est chargé aussi de l'étalonnage des différents appareils existants dans le laboratoire ainsi que leurs bon fonctionnements.

 **Contrôle du volume de CO₂ dans la boisson :**

Après le codage, le technicien du laboratoire prélève une bouteille de la chaîne de production. Il la place dans un appareil contenant un manomètre puis il effectue une agitation manuelle jusqu'à la stabilisation de l'aiguille du manomètre. Après la lecture de la pression la température est mesurée à l'aide d'un thermomètre et à partir de ces deux paramètres, le volume du CO₂ est déterminé en utilisant la charte de Coca-Cola.

 **Contrôle du Brix de la boisson :**

Après avoir contrôlé le volume de CO₂, on met le liquide de la boisson dans un bêcher pour le décarbonater pendant 3 min. On prélève ce liquide décarbonaté et on l'injecte dans le densimètre, la valeur affichée correspond au degré Brix.

 **Contrôle G.O.A:**

Goût, odeur et apparence de la boisson.

 **Contrôle de la hauteur de remplissage des bouteilles :**

Vérifier si elles sont bien remplies.

 **Contrôle de remplissage des bouteilles PET :**

Pour évaluer le contenu net de la bouteille.

 **Contrôle de la fermeture des bouteilles :**

Une fois que les bouteilles ont été capsulées, le contrôle de la fermeture se fait en utilisant un détecteur de non fermeture durant le processus de capsulage.

3_ Suivi du stock verre et PET :

Le Laboratoire de la CBGS effectue le suivi du stock des produits finis verre et PET, pour contrôler les paramètres suivant (avant d'arriver au consommateur).

-  Volume CO₂
-  Brix
-  Goût
-  Apparence
-  Sertissage

4_ Sortie au marché :

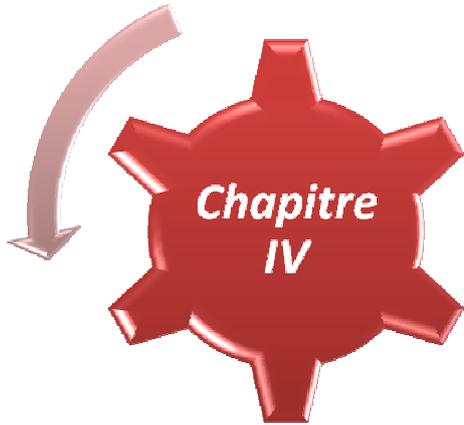
C'est Les mêmes contrôles des paramètres qui sont réalisés dans le suivi du stock a la seul déference que ces derniers concernent les produits qui sont à l'extérieur de l'usine (par exemple le supermarché ...)

5_ les normes et les cibles des paramètres : volume CO₂ et Brix

Le tableau (Tableau 3) suivant donne les normes et les cibles des paramètres : volume de dioxyde de carbone (CO₂) et le Brix des boissons pour l'emballage Verre et PET.

Tableau 3

parfum	Norme	Norme	Cible			Cible PET			
	Brix	CO ₂	verre						
	+/-	+/-	20cl	35cl	1l	1/2l	2/2l	3/2l	4/2l
	0,15	0,25							
Coca cola	10,37	3,75	3,90		3,90	4,70	4,60	4,60	4,60
Coca light	10,37	3,60					4,50		
F .Lemon	12,01	3,00		3,15	3,15	3,80	3,70	3,70	
F .Orange	12,45	3,00	2,75	2,65	2,65	3,20	3,10	3,10	
Pom's	12,47	3,50		3,65	3,65	4,40	4,30	4,30	
Hawaiï	12,95	2,00		2,15	2,15	2,60	2,50	2,50	
Sprite	11,50	3,70		3,80	3,80	4,70	4,60		
Schweppes Citron	12,01	3,00	3,15			3,80	3,70	3,70	
Schweppes Tonic	09,01	4,20	4,35				4,90		



Coca-Cola



I- Introduction

L'eau est la matière première principale pour la production des boissons , le lavage des machines et pour bien d'autres utilisations.

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

Une eau qui va entrée dans un cycle de refroidissement d'une chaudière est moins exigeante que l'eau utilisée dans une industrie électronique.

Dans l'industrie agroalimentaire, en particulier dans l'industrie des boissons gazeuses, l'eau doit donc présentée les critères de qualité chimique et biologique admissible, elle représente environ 90% du volume totale de la boisson.

C'est pour cette raison que la société CBGS a mis en place une station bien équipée pour le traitement des eaux, afin de garantir une eau de qualité n'ayant aucun risque sur la santé des consommateurs.

II_ les paramètres de la qualité de l'eau

Le service de traitement des eaux est un service fonctionnant 24h /24h. Et ce traitement d'eaux a pour but l'élimination des impuretés susceptibles d'affecter le goût, l'odeur et la couleur des boissons. Ces critères sont évalués au moyen des paramètres suivant :

1- Les matières en suspension :

Les microparticules sont susceptibles de provoquer une baisse rapide de la carbonatation et une formation de mousse lors du remplissage. Généralement on rencontre des sables et des argiles.

2- La turbidité :

C'est un paramètre qui définit la transparence de l'eau. Elle correspond aux particules fines présentes dans le filtrat, appelées colloïdes et qui rendent l'eau trouble. Elle est d'autant plus élevée que la densité des particules contenue dans l'eau est forte. L'unité utilisée est le NTU (unité de turbidité néphélométrique). La turbidité est également considérée comme un indicateur indirect du risque microbiologique, car certains microorganismes tels que les virus peuvent y être associés.

3- La couleur :

Peut être due à la présence de métaux. Elle s'exprime par comparaison avec une échelle de couleur étalon, obtenue à partir d'une solution de sel double de cobalt.

Son unité est le mg/l de platine. Cette valeur doit être inférieure à 5 mg/l de Pt. La limite de qualité pour les eaux brutes est de 200 mg/l de Pt.

4- Les matières organiques :

Les eaux sont chargées de matières organiques sous forme dissoute, la matière organique est principalement composée d'atomes de carbone, auxquels sont associés des atomes d'hydrogène, d'oxygène et d'azote. Ce sont les molécules qui constituent la matière vivante (glucides, lipides et protéines). La présence de matière organique dans les eaux alimentaires pose principalement deux types de problèmes :

- ↳ Elle réagit avec les produits utilisés pour la désinfection de l'eau (Chlore) et forme des sous-produits indésirables pouvant être à l'origine du (mauvais goût) de l'eau.
- ↳ Elle peut également initier des problèmes de prolifération bactérienne dans les réseaux de distribution.

5- Les substances sapides et odorantes :

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

6- L'alcalinité :

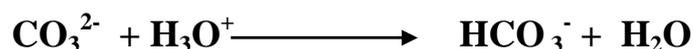
Les bicarbonates, les carbonates ou les hydroxydes, peuvent donner un goût anormal au produit fini. Elle se caractérise par trois paramètres :

6-1_Titre Alcalimétrique (TA) :

Il correspond à la mesure de la teneur d'une eau en oxydes et de la moitié de teneur en carbonates alcalin et alcalinoterreux.

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

La réaction de neutralisation des ions carbonates est la suivante :

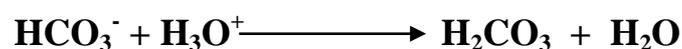


6-2_ Titre Alcalimétrique Complet (TAC) :

Il correspond à la teneur d'une eau en hydroxydes, en carbonates et en hydrogénocarbonates alcalin et alcalinoterreux.

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

La neutralisation de la totalité des espèces carbonique dissociées s'obtient selon la réaction suivante



6-3_ La dureté :

La dureté de l'eau ou Titre Hydrotimétrique (TH) est un indicateur global de la minéralisation de l'eau. Elle correspond à la somme des cations métalliques, à l'exception des métaux alcalins. Dans les eaux naturelles, elle est essentiellement due aux ions Calcium et Magnésium.

III Les méthodes de traitement des eaux

Le traitement de l'eau est nécessaire à la production des boissons gazeuses. Ce traitement consiste à faire passer l'eau brute par plusieurs méthodes physico-chimique :

- la coagulation,
- la chloration,
- la réduction,
- l'alcalinité,
- la décarbonations...

1- Méthodes physiques :

1-1_ Coagulation-floculation :

Les pratiques de coagulation-floculation-sédimentation conventionnelles sont des prétraitements essentiels de plusieurs dispositifs de purification de l'eau, particulièrement la filtration. Ces processus produisent des agglomérats des corps solides en suspension, qui peuvent ensuite être retirés physiquement plus aisément.

L'élimination des particules en suspension par ces méthodes améliore beaucoup l'efficacité de la filtration qui suit. Ce processus est souvent suivi par une séparation physique par gravité (sédimentation ou flottation) et toujours par une filtration.

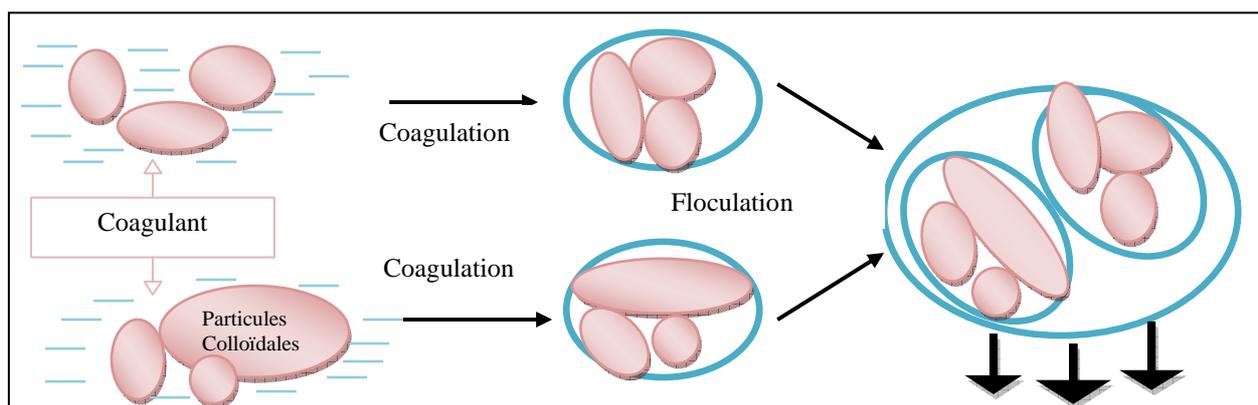


Figure 16 : Principe de coagulation-floculation

1-2_ Séparation par membrane :

Les membranes sont de fines pellicules d'un matériau capable de séparer les contaminants selon leurs tailles et leurs charges. L'eau traverse une membrane, les particules volumineuses, micro-organismes et d'autres contaminants sont arrêtés.

2- Les méthodes chimiques :

2-1_ Echange d'ions :

L'échange d'ions est un procédé dans lequel les ions d'une certaine charge contenus dans une solution (par exemple des cations) sont éliminés par adsorption sur un matériau solide (l'échangeur d'ions) pour être remplacés par une quantité équivalente d'autres ions de même charge émis par le solide.

L'échangeur d'ions est un sel, un acide ou une base.

2-2_ Désinfection chimique :

Les dispositifs de désinfection servent à combattre les maladies portées par l'eau causées par les bactéries ou les virus. Ces processus neutralisent les pathogènes en traitant l'eau avec des additifs ou par exposition aux U.V.

La chloration est le type le plus populaire des traitements chimiques. Le chlore est aussi un oxydant et il aide à éliminer le fer, le sulfure d'hydrogène et d'autres minéraux.

IV Description du procédé de traitement des eaux

1- Description de l'installation :

L'installation est constitué de :

- 2 cuves de stockage.
- 4 filtres à sables fonctionnant en parallèle.
- 2 Décarbonateurs.
- Une bâche de stockage.
- 3 filtres à charbon active.
- 3 filtres polisseurs.
- Un filtre UV.
- Filtre adoucisseur.

2- Les étapes du traitement des eaux de la production :

Les différentes étapes du traitement des eaux sont les suivantes :

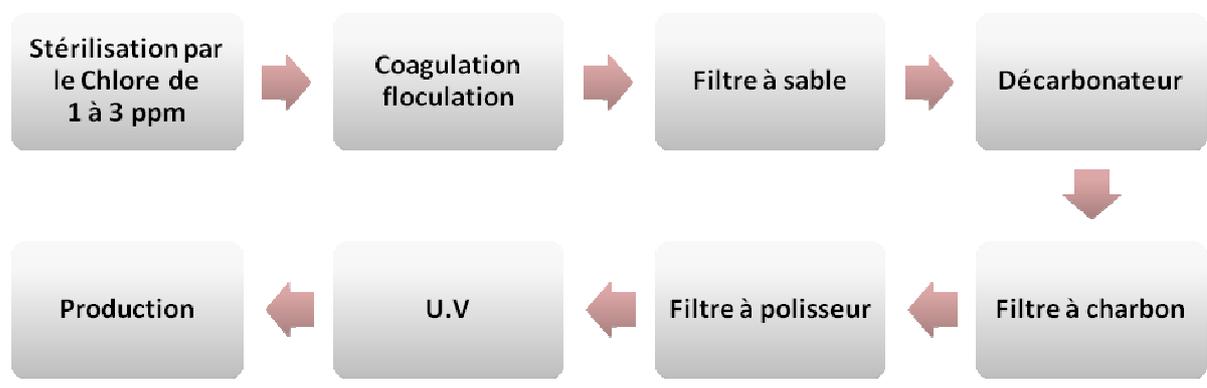


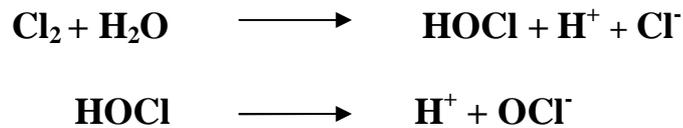
Figure 17

2-1 Stérilisation par le chlore :

La stérilisation vise à tuer ou inactiver les germes pathogènes qui se trouvent dans l'eau. Cette inactivation est obtenue par un traitement chimique. Les réactifs utilisés sont le chlore, le brome, l'iode, l'azote, le permanganate de potassium et l'eau oxygénée.

Dans le cas de l'installation du traitement de l'eau de la CBGS, on utilise le chlore comme moyen de stérilisation de l'eau.

L'introduction du chlore dans l'eau conduit à son hydrolyse et la formation de l'acide hypochloreux qui a la propriété d'un bactéricide qui stérilise l'eau selon les équations chimiques :



HOCl = acide hypochloreux
OCl⁻ = ion hypochlorite.

Dans ce processus de stérilisation au chlore, c'est la molécule HOCl qui exerce cette action inhibitrice.

2-2 Coagulation-floculation :

La coagulation-floculation est un procédé physico-chimique de clarification des eaux. Il réside dans la formation par addition de coagulant (sel d'aluminium sous forme de polychlorosulfate basique $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), il déstabilise les particules colloïdales par le polymère Al^{3+} et forme un **floc**, qui absorbe plusieurs composés chimiques responsable de l'odeur, la couleur et le goût anormal de l'eau.

2-3 Filtration :

L'eau destinée à la production (boissons) et à la siroperie (préparation des sirops simple et fini) est filtrée successivement à travers des filtres à sable, filtres à charbon et des filtres de sécurité (polisseur). Ceci pour éliminer les impuretés et les matières en suspension.

2-3-1_ Filtration au niveau de filtre à sable :

Les filtres à sable sont utilisés dans toutes les installations de traitement pour débarrasser l'eau des matières en suspension afin de diminuer le taux de turbidité.

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

La propreté de ce filtre est assurée par la vérification de l'état du sable (une fois tous les trois mois) et un lavage à contre courant (deux fois par semaine) .

2-3-2 Filtration au niveau du décarbonateur :

Le décarbonateur est monté à la sortie des filtres à sables et sert à réduire le taux d'alcalinité de l'eau. L'eau traverse un lit de résine faiblement acide (RCOOH par ex.) et qui échange les ions H^+ par les bicarbonates de calcium et de magnésium avec formation de CO_2 .

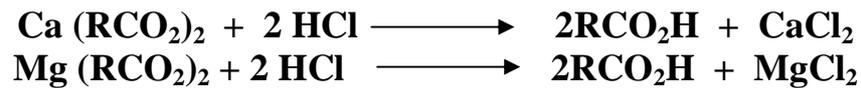
Les réactions d'échanges ioniques ayant lieu au niveau du décarbonateur sont :



Remarque :

Le décarbonateur nécessite un entretien après le colmatage de la résine et se base sur la régénération (avec de l'acide chlorhydrique concentré) pour enrichir l'acidité de sa résine.

Cette régénération se traduit par les réactions suivantes :



A la fin de la manipulation, un lavage avec de l'eau traitée est nécessaire pour éliminer les traces de HCl restants.

2-3-3_ Filtration sur charbon actif :

La fonction du filtre à charbon actif est d'éliminer le chlore, ainsi que les substances sapides et odorantes susceptibles de donner un goût anormal aux produits.

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

L'entretien de ce filtre est effectué par lavage à contre courant (deux fois par semaine) et une stérilisation avec la vapeur (une fois par mois et selon les besoins).

2-3-4_ Filtration au niveau du filtre polisseur :

La station de traitement renferme deux filtres polisseurs, 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).

3- Traitement de l'eau utilisée pour le lavage des bouteilles :

Lors de l'opération de rinçage des bouteilles, l'utilisation d'une eau trop dure peut ternir le verre et entraîner la formation de tartre, pour réduire cette dureté (généralement due à un excès de calcium et de magnésium) on peut procéder à un adoucissement sur une résine échangeuse de cations de type Na_2R .



Figure 18

Tous les sels de l'eau brute se transforment en sels de sodium lorsqu'ils traversent l'adoucisseur. A la sortie de ce dernier, le titre hydrotimétrique (ou 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 :





I_ Contrôle physico-chimique des eaux



A l'aide de ces analyses analytiques, on peut vérifier en permanence, le bon fonctionnement des différents composants de l'installation et de s'assurer qu'on obtient une eau traitée qui répond aux normes spécifiées par la compagnie.

Les analyses comportent la mesure :

-  Le taux de TAC
-  Le taux d'aluminium
-  Le taux de chlore libre
-  La turbidité
-  La dureté de l'eau

N.B : le détail de ces analyses se trouve dans l'Annexe N° (2).

II Rapport du suivi du contrôle de traitement de l'eau

Le suivi de contrôle traitement de l'eau est effectué chaque deux heures a raison de quatre contrôles par jour, les résultats sont représentés dans les tableaux suivantes :

1- Les contrôles dans le cas d'une eau brute :

		L'eau brute			
contrôle	Apparence	Chlore (ppm)	TAC (°F)	TDS (mg /l)	Turbidité
	Goût				
Jours	Odeur	(< 103 ppm)	(< 250 °F)	(< 500 mg/l)	(< 5 NTU)
07 / 05 / 12	Normale	0,60	10,18	374	0,46
08 / 05 / 12	Normale	0,70	10,20	352	0,42
09 / 05 / 12	Normale	0,70	10,18	364	0,49
10 / 05 / 12	Normale	0,60	10,30	351	0,64
11 / 05 / 12	Normale	0,60	10,30	336	0,27
21 / 05 / 12	Normale	0,40	11,10	367	0,34
22 / 05 / 12	Normale	0,20	10,80	332	0,45
23 / 05 / 12	Normale	0,20	10,80	326	0,34
24 / 05 / 12	Normale	0,20	10,30	339	0,26
25 / 05 / 12	Normale	0,20	10,50	306	0,16

Tableau 4

Dans le cas d'une eau brute non traitée, on remarque les analyses sont conforme, car les valeurs obtenues sont tous inférieures aux valeurs données par les normes.

2- L'eau après passage sur le filtre à sable :

L'eau après filtre à sable					
contrôle	Apparence	Chlore (ppm)	TAC (°F)	PH	Turbidité
	Goût				
Jours	Odeur	(< 1 à 3 ppm)	(< 11 °F)		(<0,5 NTU)
07 / 05 / 12	Normale	2	10,10	7,71	0,01
08 / 05 / 12	Normale	2	10,20	7,74	0,01
09 / 05 / 12	Normale	2	10,00	7,73	0,01
10 / 05 / 12	Normale	2	10,10	7,72	0,01
11 / 05 / 12	Normale	2	10,00	7,71	0,01
21 / 05 / 12	Normale	2	10,30	7,51	0,01
22 / 05 / 12	Normale	2	10,60	7,80	0,01
23 / 05 / 12	Normale	2	10,50	7,74	0,01
24 / 05 / 12	Normale	2	10,00	7,87	0,01
25 / 05 / 12	Normale	2	10,80	7,78	0,01

Tableau 5

Après passage sur un filtre à sable, on remarque que toutes les valeurs sont conformes aux normes avec une légère augmentation du pH.

3- Les contrôles après passage sur le Décarbonateur :

L'eau après Décarbonateur				
contrôle	Apparence	Chlore (ppm)	TH (mg /l)	PH
	Goût			
Jours	Odeur	(< 1 à 3 ppm)	(<500 mg/l)	
07 / 05 / 12	Normale	2	22,30	6,78
08 / 05 / 12	Normale	2	21,50	6,83
09 / 05 / 12	Normale	2	20,30	6,69
10 / 05 / 12	Normale	2	22,00	6,72
11 / 05 / 12	Normale	2	21,70	6,76
21 / 05 / 12	Normale	2	20,60	6,46
22 / 05 / 12	Normale	2	22,10	6,64
23 / 05 / 12	Normale	2	20,80	6,67
24 / 05 / 12	Normale	2	21,70	6,70
25 / 05 / 12	Normale	2	19,80	6,58

Tableau 6

Après carbonatation, le taux de Chlore reste stable, avec une légère diminution du pH a cause de la présence de CO₂.

4- Les contrôles dans le cas de l'eau traitée :

		L'eau traitée					
contrôle	Apparence	ALU (mg /l)	Chlore (ppm)	TDS(mg /l)	TAC (°F)	Turbidité (NTU)	PH
	Goût	(< 0,2mg/l)	(< 1 à3)	(<500 mg/l)	(<500 °F)	(<0,5)	5,5et 7,5
Jours	Odeur						
07 / 05 / 12	Normale	0,02	0	289	6,30	0,01	6,84
08 / 05 / 12	Normale	0,02	0	278	6,10	0,01	6,92
09 / 05 / 12	Normale	0,04	0	264	6,10	0,01	6,85
10 / 05 / 12	Normale	0,04	0	274	6,40	0,01	6,86
11 / 05 / 12	Normale	0,04	0	272	6,20	0,01	6,83
21 / 05 / 12	Normale	0,04	0	264	5,90	0,01	6,90
22 / 05 / 12	Normale	0,03	0	262	6,10	0,01	6,82
23 / 05 / 12	Normale	0,02	0	261	6,40	0,01	6,87
24 / 05 / 12	Normale	0,04	0	264	6,10	0,01	6,84
25 / 05 / 12	Normale	0,04	0	255	5,90	0,01	6,80

Tableau 7

Dans le cas d'une eau traitée, on remarque que les analyses sont conformes, puisque le taux d'Aluminium est inférieur à la norme, le taux de Chlore est nul et le pH mesuré reste dans l'intervalle consigné dans les normes, alors que le TDS diminue considérablement.

II_ Détermination des causes potentiel de la détérioration de la qualité des eaux de processus

1- Diagramme d'Ishikawa générale de la station :

Le diagnostic de ce chapitre conduit à tracer un diagramme d'Ishikawa générale sur lequel sont portés tous les éléments pouvant contribuer à la contamination de l'eau.

Ce diagramme permet de classer les différents éléments (branches) susceptibles de causer la contamination décelée dans l'eau.

Ainsi, pour chercher les défaillances, il faut analyser les autres différentes causes ou catégories hiérarchisées (branchettes) selon leur niveau d'importance ou de détail.

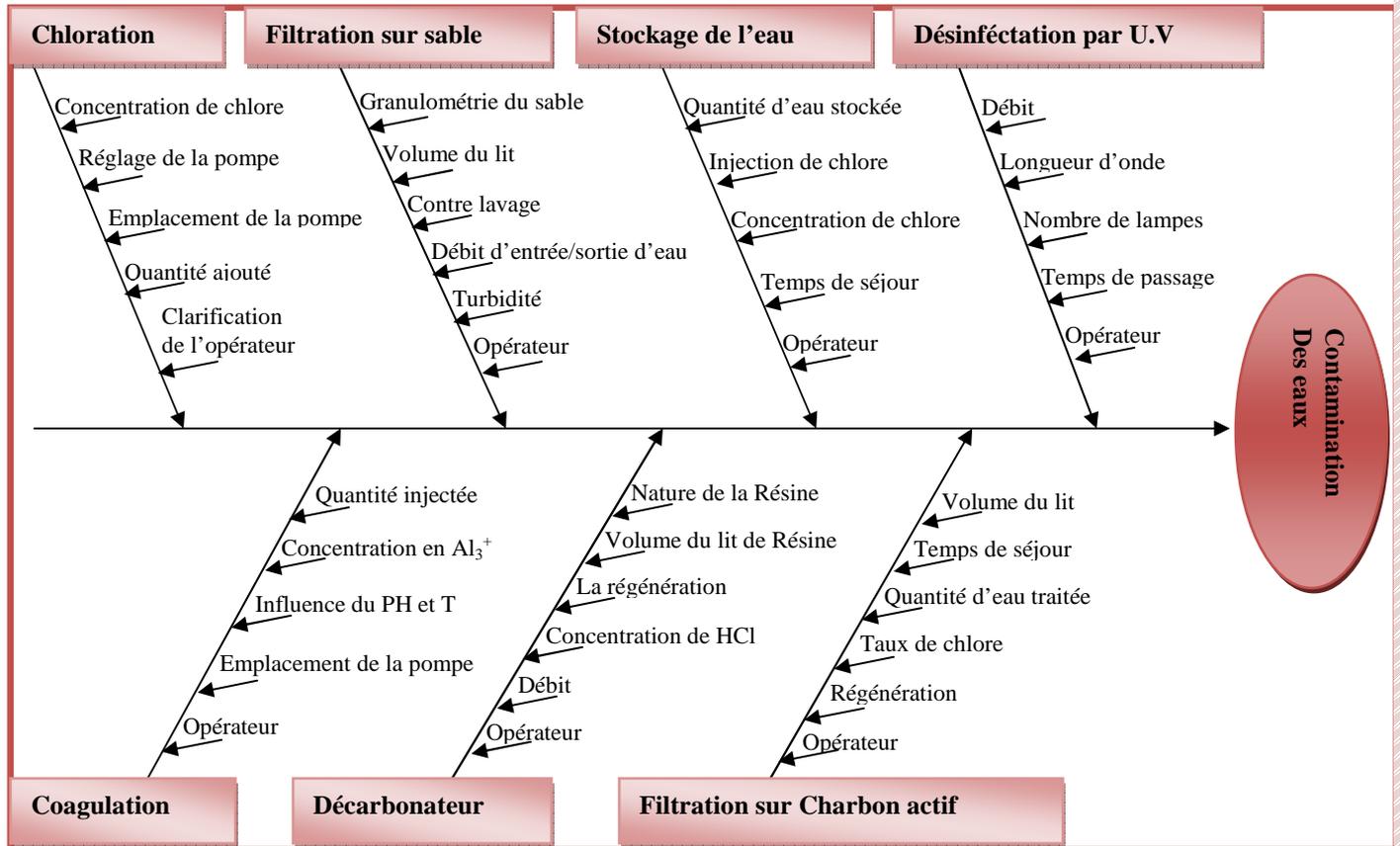


Figure 19 : Diagramme d'Ishikawa

Conclusion

D'après les analyses physico-chimiques effectuées, on remarque que tous les résultats sont conformes à ceux exigés par la compagnie des boissons gazeuses où j'ai effectué mon stage de fin d'études.

La période que j'ai passé au laboratoire des analyses de la société Coca – Cola de Marrakech m'a permis de me familiariser avec le monde du travail et de côtoyer les différents cadres de la société.

Ce séjour parmi les employés de l'usine ma aussi permis de mettre en avant mes compétences et mes connaissances dans le domaine de la Chimie, d'une part dans l'interprétation, et d'autre part dans la compréhension du travail que j'ai réalisé avec l'aide des techniciens de la compagnie.

Enfin, ce stage m'a été très bénéfique, car il m'a permit d'avoir une expérience certes minime, deux mois, du monde poste universitaire, entre autre le monde du travail, ces exigences, le professionnalisme dont il faut user au sein d'une entreprise, telles les grandes compagnies internationales implantée dans notre pays.