



Licence Sciences et Techniques (LST)

**TECHNIQUES D'ANALYSE CHIMIQUE ET
CONTROLE DE QUALITE
(TACCQ)**

PROJET DE FIN D'ETUDES

**Suivi des Techniques d'Analyse et
Contrôle de Qualité**

Présenté par :

- ◆ ALAOUI SOSSE Saad

Encadré par :

- ◆ Pr. BOULAHNA Ahmed
- ◆ Mr. EL KHAMMAR Fahmi

Soutenu Le 15 Juin 2010 devant le jury composé de :

- Pr. EL HADRAMI EL Mestafa
- Pr. EL GHAZOUALI Ahmed
- Pr. BOULAHNA Ahmed
- Mr. EL KHAMMAR Fahmi

Stage effectué à la :



Année Universitaire : 2009 / 2010

Remerciements

A l'issue de ce travail, je tiens à remercier, la direction de la CBGN Pour l'opportunité d'effectuer mon stage dans une prestigieuse unité industrielle.

Je tiens aussi à remercier et exprimer mon profond respect à mon encadrant Pr. BOULAHNA Ahmed pour m'avoir soutenu par ses conseils et ses idées.

Ensuite, je tiens à exprimer mes remerciements aux membres du jury à savoir, Pr. EL HADRAMI EL Mestafa, Pr. EL GHAZOUALI Ahmed, Pr. BOULAHNA Ahmed qui ont accepté d'évaluer mon travail.

Je désire exprimer ma reconnaissance et mes remerciements les plus sincères à mon encadrant au sein de la société Mr. EL KHAMMAR Fahmi Responsable de contrôle qualité, sans oublier tous les techniciens du laboratoire et tous les membres de la société pour leurs accueils chaleureux, leurs conseils judicieux et leurs soutiens permanents.

Mes remerciements et ma gratitude vont également à tous les gens qui ont consacré de leur temps et de leur énergie afin de faciliter le déroulement de mon stage.

Merci à tous.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	4
CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA SOCIETE	5
1. <i>Histoire de Coca-Cola</i>	5
2. <i>Coca-Cola au Maroc</i>	6
3. <i>Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord (CBGN)</i>	6
4. <i>Activités de la compagnie</i>	7
CHAPITRE II : PROCESSUS DE PRODUCTION	8
I. TRAITEMENT DES EAUX.....	8
1. <i>L'objectif de traitement des eaux</i>	8
2. <i>L'eau traitée</i>	9
a. Principe de la première chloration.....	9
b. Principe de la coagulation-floculation	9
c. Principe de deuxième chloration de l'eau.....	10
d. Principe de filtration	10
3. <i>L'eau adoucie</i>	12
4. <i>Les analyses physico-chimiques</i>	13
a. Le titre alcalimétrique (TA)	14
b. Le titre alcalimétrique complet (TAC)	14
c. Dosage du chlore Cl ₂	14
d. Mesure du taux d'aluminium	14
e. Mesure du taux de solides dissous (TDS)	15
f. Mesure de la turbidité	15
g. Mesure de la dureté totale (Dt)	15
h. Mesure de la dureté calcique (Dc)	15
II. SIROPERIE	15
1. <i>Préparation du sirop simple</i>	15
a. La dissolution du sucre	14
b. Ajout du charbon actif	14
c. Filtration	14
d. Refroidissement du sirop simple	14
2. <i>Préparation du sirop fini</i>	16
III. L'EMBOUTEILLAGE	19
1. <i>Les bouteilles en verre</i>	19
a. Lavage des bouteilles	17
b. Inspection visuelle et électronique des bouteilles lavées	18
c. Le mixage	18

d. Le soutirage et vissage des bouteilles	18
e. Le codage des bouteilles	18
f. Inspection des bouteilles pleines.....	18
g. Etiqueteuse	18
h. L'encaisseuse	18
3. Les bouteilles en PET	21
a. Le soufflage	19
b. Le rinçage	19
c. Soutirage, vissage, mirage et étiquetage	19
d. Mise en packs des bouteilles en PET	19
CHAPITRE III : LABORATOIRE DE CONTROLE QUALITE	20
1. Contrôle à la réception de la matière première	20
2. Contrôle au cours de la production	20
a. Contrôle du brix de boisson	21
b. Contrôle du volume de CO ₂ dans la boisson	22
c. Mesure du Torque	22
d. Contrôle du goût, odeur et apparence de la boisson	23
e. Contrôle des débris de verre	23
f. Contrôle des préformes	23
g. Contrôle du contenu net	23
h. La hauteur de remplissage	24
i. Contrôle du sertissage	24
j. Test stress cracking	24
3. Contrôle de lavage des bouteilles	25
a. Détermination de la concentration de soude	29
b. Contrôle des traces de soude	26
c. Mesure du taux de chlore	26
4. Contrôle microbiologique	26
CONCLUSION	26

Introduction

Depuis plusieurs années, la qualité est une préoccupation permanente des entreprises, et le souci de fournir aux consommateurs des produits satisfaisant leur besoin est une exigence de chaque jour. En effet, la mondialisation les place dans le jeu de la concurrence et de l'importance d'assurer la sécurité, la fiabilité et la protection de l'environnement, ce qui les oblige à gérer avec rigueur compétence, responsabilité en un mot et de réunir toutes les composantes de la qualité.

L'entreprise recherche donc la satisfaction de son client et elle souhaite instaurer un climat de confiance avec celui-ci en lui assurant qu'elle développe en interne les capacités nécessaires pour offrir des produits de qualité constante. Le client juge de sa satisfaction en analysant les caractéristiques du produit.

La Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord (CBGN), est fortement engagée dans un processus qualité. En effet, une politique globale de la qualité est mise en œuvre au sein de la société, toutes ressources nécessaires sont mobilisées afin que ses produits respectent la qualité, la sécurité et l'environnement conformément aux normes organisationnelles.

C'est pour cela que j'ai décidé de réaliser mon stage dans la CBGN, pour améliorer ainsi que évaluer mes connaissances à propos de la qualité durant la période de ce stage en cas de pratique au sein d'une entreprise qui met la qualité parmi ses premières priorités.

C'est dans ce cadre où s'inscrit mon projet de fin d'études, ce dernier a été réalisé selon le plan suivant :

- La présentation de la société depuis sa création à nos jours.
- Le processus de production des boissons gazeuses.
- Les techniques d'analyse et les contrôles de qualité effectuée dans le laboratoire de la société.

Chapitre I : Présentation de la société



1. Histoire de Coca-Cola :

Le 8 mai 1886, John Pemberton, 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 décocainées 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. L'un eut l'idée d'employer de l'eau gazeuse et les consommateurs présents apprécèrent encore plus la formule. Le Coca-Cola était né.

En 1887, 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».

Le nom et l'écriture de la marque furent brevetés en 1890, alors que l'embouteillage à grande échelle commença en 1897.

Depuis, les ventes se sont envolées et Coca-Cola est aujourd'hui la marque la plus connue et la plus vendue du monde.

La Compagnie Coca-Cola aujourd'hui est la plus grande compagnie de rafraîchissement du monde, elle produit plus de 400 marques et commercialise 4 des 5 marques de soft drinks les plus vendues au niveau mondial : Coca-Cola, Coca-Cola Light, Fanta et Sprite.

Aujourd'hui Coca-Cola est présente sur tous les continents, dans tous les pays, et est devenue le premier distributeur mondial de boissons carbonatées avec 47% du marché mondial.

2. Coca-Cola au Maroc :

Au Maroc, Coca-Cola apparut en 1947; un bateau usine, qui était accosté au port de Tanger, produisait alors la boisson pour les soldats américains. De nos jours son activité au pays représente 1.5% du PIB national (Produit Intérieur Brut), et emploie 70000 personnes de façon directe et indirecte.

Le groupe dispose également de 5 sociétés d'embouteillage :

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

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

3. Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord (CBGN) :

La CBGN fut créée en 1952 à la place de l'actuel hôtel SOFIA. Après, elle a été transportée à la place actuelle au quartier industriel SIDI BRAHIM. Elle s'est enrichie, par la suite, par l'achat de l'unité SIM en 1997.

Ses centres de distribution sont au nombre de cinq. Ils sont établis à Fès, Meknès, Sidi Slimane, Errachidia et Khénifra. Ses activités sont partagées entre l'embouteillage et la distribution des boissons gazeuses.

La CBGN est constituée des départements suivants :

- Département management, qualité, sécurité et environnement.
- Service maintenance.
- Service production.
- Département formations et ressources humaines.
- Département administratif.
- Département commercial.

L'unité de la production dispose de 4 lignes d'embouteillages ayant les capacités nominales suivantes :

- ❖ Lignes 1 et 2 des bouteilles en verre.
- ❖ Lignes 3 et 4 des bouteilles en PET (Le polyéthylène téréphtalate).

4. Activités de la compagnie :

L'activité de la société est autant industrielle que commerciale. Elle se charge de la production des produits et leur distribution dans son territoire assigné.

La CBGN se charge de la production des boissons gazeuses, cette production se fait dans différentes matières d'embouteillages et à différents volumes :

Produits	Verre (cl)	PET (litre)
Coca Cola	20,35.5 et 100	1/2, 1, 1.5 et 2
Fanta Orange	20,35 et 100	1/2, 1, 1.5 et 2
Fanta Lemon	35 et 100	1/2, 1 et 1.5
Hawaï Tropicale	35 et 100	1/2, 1 et 1.5
Pom's	35 et 100	1/2, 1 et 1.5
Sprite	35 et 100	1 et 1.5
Schweppes Tonic	20	1
Schweppes Citron	25 et 100	1/2, 1 et 1.5
Top's Cola		1.25 et 2
Top's Orange		1.25 et 2
Top's Lemon		1.25 et 2
Top's Lemonade		1.25 et 2
Top's Pomme		1.25 et 2

En plus de la production, elle commercialise d'autres produits tel que :

l'eau CIEL, Coca-Cola Light, Coca-Cola Zero, MIAMI et les cannettes COCA-COLA et multi produits achetés chez d'autres embouteilleurs.

Chapitre II : Processus de production

Le processus de production utilisé dans la CBGN passe par plusieurs étapes :

- Traitement des eaux.
- Siroperie.
- L'embouteillage.
- Etc.

On va essayer dans ce qui suit, d'expliquer le déroulement du processus de production lors de ces trois étapes.

I. Traitement des eaux

1. L'objectif de traitement des eaux :

Le but du traitement de l'eau est d'obtenir une eau ayant les caractéristiques chimiques, physiques et bactériologiques requises pour la qualité des boissons, en éliminant les impuretés susceptibles d'affecter le goût et l'aspect du produit.

L'intérêt du traitement de l'eau est alors d'éliminer tous les constituants de l'eau qui jouent un rôle nuisible et parmi ces constituants on trouve :

Les matières en suspension :

L'eau de fabrication doit être exempt de toute particule de matière en suspension, bien évidemment les grosses particules visibles à l'œil nu doivent être éliminées. Ces particules sont indésirables et sont également susceptibles de provoquer une baisse rapide de la carbonatation et une formation de mousse lors du remplissage.

☒ Les matières organiques :

Les eaux fortement chargées de matières organiques peuvent entraîner la formation de collerettes ou de floccs dans la boisson quelques heures après la fabrication.

☒ Les micro-organismes :

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

☒ Les substances sapides et odorantes :

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

☒ L'alcalinité :

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

2. L'eau traitée :

L'eau utilisée pour la préparation des sirops, la fabrication des boissons gazeuses, le rinçage des bouteilles soufflées et pour la sanitation, doit être retraitée pour éliminer tous éléments susceptibles d'altérer les propriétés organoleptiques du produit tel que : flaveur, goût, odeur et aspect.

Les différentes étapes de traitement sont les suivantes :

- Première chloration de l'eau
- Coagulation-floculation.
- Deuxième Chloration de l'eau.
- Filtration de l'eau.

a. Principe de la première chloration :

A l'entrée de l'usine, l'eau de ville est stockée au premier bassin, à ce niveau l'eau subit une chloration de 1 à 3 ppm pour empêcher l'effet des germes pathogènes qui peuvent se trouver dans l'eau.

b. Principe de la coagulation-floculation :

La coagulation-floculation est un procédé de clarification des eaux, il permet la formation de floccs pour faciliter la filtration, et pour cela on utilise le sulfate d'aluminium $Al_2(SO_4)_3$ comme coagulant .

Cette prise en masse vise les particules colloïdales et dispersions fines, mais également les substances dissoutes et les grosses molécules hydrophiles.

Le flocc absorbe aussi plusieurs composés chimiques très petits et légers qui véhiculent à travers tout le système de traitement d'eau.

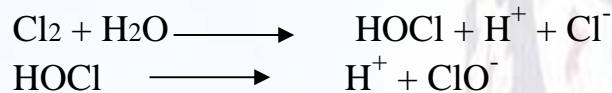
c. Principe de deuxième chloration de l'eau :

C'est une étape de stérilisation de l'eau dans le but d'éliminer ou d'inactiver les germes pathogènes s'y trouvant, qui peuvent causer des maladies infectieuses chez le consommateur.

L'effet stérilisant du chlore bactéricide provient surtout d'un effet d'inhibition enzymatique plus que par son action oxydante directe sur la structure même de la cellule vivante.

Les réactions mises en jeu dans cette étape sont :

Hydrolyse du chlore :



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

d. Principe de filtration :

Le processus de filtration de l'eau s'effectue en plusieurs étapes qui se succèdent et qui sont les suivantes :

❖ Filtration au niveau du filtre à sable :

La filtration par le sable est l'une des méthodes de traitement d'eau les plus anciennes, si cette méthode est correctement utilisée elle permet de produire une eau de grande qualité.

Le filtre à sable purifie l'eau de trois manières différentes:

- Filtration pendant laquelle les particules sont séparées de l'eau à traiter.
- Adsorption chimique pendant laquelle les particules les contaminants collent à la surface du sable et viennent grossir la taille de ce dernier.
- Assimilation par des micro-organismes aérobies qui se nourrissent des polluants de l'eau.

Cette étape vient juste après le processus de coagulation-floculation dont le but est de diminuer le taux de turbidité en se débarrassant des matières en suspension contenues dans l'eau.

Remarque :

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

- ✓ Un lavage à contre courant d'eau traversant le filtre pour expulser le floc résultant de processus de coagulation-floculation.
- ✓ un lavage à contre-courant par le chlore.
- ✓ Un lavage à contre-courant par l'air.
- ✓ Un lavage à co-courant du haut vers le bas par l'eau chlorée traitée.

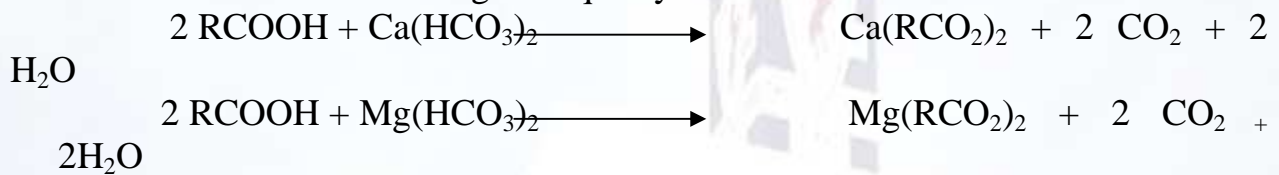
✓ La vérification de l'état du sable s'effectue une fois tous les 3 mois.

❖ Filtration au niveau du filtre décarbonateur :

Le décarbonateur est monté à la sortie des filtres à sable dont le but est de réduire le taux d'alcalinité.

L'eau à traité transverse un lit de résine faiblement acide de type RCOOH. Les bicarbonates de calcium et de magnésium échangent leurs cations par l'hydrogène avec la formation de CO₂.

Les réactions d'échange ionique ayant au niveau du décarbonateur sont :



L'eau décarbonatée obtenue passe vers le deuxième bassin de stockage où elle subira une deuxième stérilisation par le chlore. La teneur en chlore peut osciller entre 2 à 4 ppm.

Lorsque le colmatage se produit. On régénère la résine RCO₂H par un lavage à co-courant à l'aide d'une solution d'acide chlorhydrique.

Cette régénération se traduit par les réactions suivantes :



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

❖ Filtration au niveau du filtre à charbon :

Le filtre à charbon a pour fonction, d'adsorber le chlore ainsi que les substances sapides et odorantes susceptibles de donner un goût différent.

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

Les grains de charbon sont extrêmement poreux et leur capacité d'adsorption varie en fonction de la surface disponible.

Le passage de l'eau dans les filtres à sable et dans le décarbonateur est déterminant, car il prévient tout dépôt de corps étranger à la surface des granules de charbon. Les impuretés qui seront toutefois déposés doivent être éliminées lors du lavage à contre courant.

❖ Filtration au niveau du filtre polisseur :

La station renferme deux filtres polisseur, chaque filtre se compose d'un support où on dépose des cartouches en fibres chargés à pour fonction d'éliminer les particules de sables ou de charbon actif qui sont éventuellement présentes dans l'eau.

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 analyses microbiologique.

On peut présenter la totalité du principe des opérations de traitement d'eau par le schéma suivant :

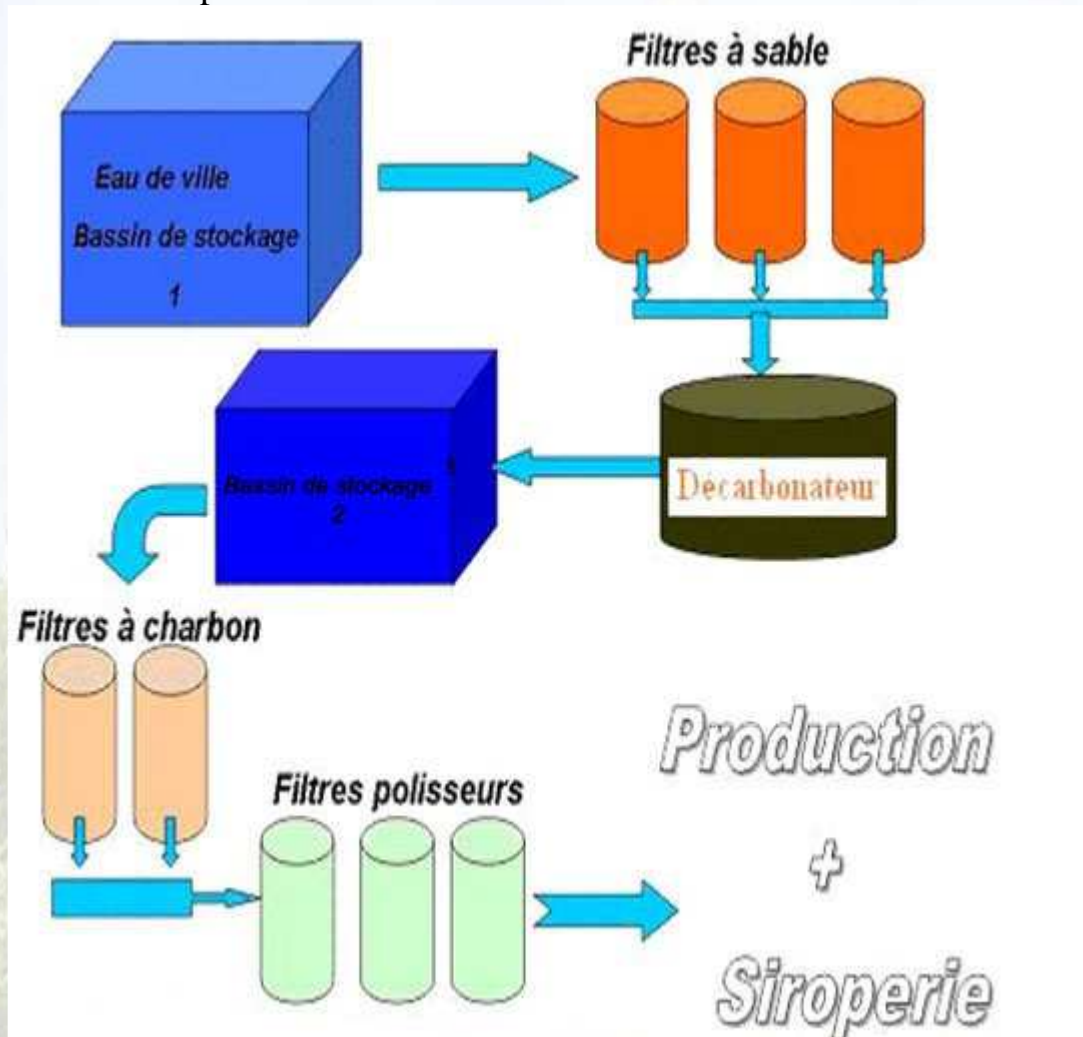


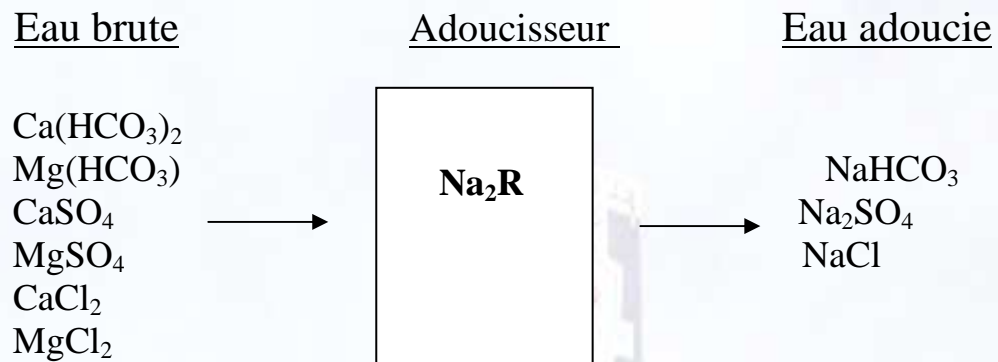
Figure 1: Schéma de traitement d'eau

3. L'eau adoucie :

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 .

L'eau de ville arrive du troisième bassin comme lieu de stockage avant de passer à travers les adoucisseurs. Les Filtres adoucisseurs assurent l'adoucissement de l'eau grâce à une résine échangeuse de cations permettant un échange des ions Na^+ avec Ca^{2+} et Mg^{2+} .

Tous les sels de l'eau brute se transforment en sels de sodium lorsqu'ils traversent l'adoucisseur.



A la sortie de l'adoucisseur, le titre hydrotimétrique ou la dureté de l'eau traitée est faible, dans le cas où la mesure du taux de dureté révèle des valeurs hors norme, une opération de régénération de la colonne opérationnelle est nécessaire.

La régénération se fait à l'aide de chlorure de sodium NaCl selon les réactions suivantes :



Puis un lavage avec de l'eau non salée pour éliminer les traces de NaCl restants.

4. Les analyses physico-chimiques des eaux :

On peut présenter les analyses physico-chimiques des eaux par le tableau suivant :

Eau contrôlée	Paramètres	Fréquence
Eau brute	<ul style="list-style-type: none"> - G.O.A. - pH. - Cl₂ (ppm). - TA et TAC (ppm). - TDS (ppm). - Turbidité. 	- Une fois par jour.
Eau de filtre à sable	<ul style="list-style-type: none"> - O.A. 	

	- Cl ₂ (ppm). - Al (ppm). - Turbidité.	- Chaque deux heures.
Eau de décarbonateur	- TA et TAC (ppm). - TDS (ppm). - pH.	- Chaque deux heures.
Eau de filtre à charbon	- Cl ₂ (ppm). - Al (ppm). - TA et TAC (ppm). - TDS (ppm). - G.O.A. - pH.	- Chaque deux heures.
Eau de filtre polisseur	- Turbidité.	- Chaque deux heures.
Eau adoucie	- G.O.A. - Dc (ppm). - Dt (ppm).	- Chaque deux heures.

Tableau 1: Les analyses physico-chimiques des eaux

a. Le titre alcalimétrique (TA) :

Permet la mesure de l'eau en alcalin (OH⁻) et en carbonates alcalins (CO₃²⁻). Il correspond à la neutralisation des ions hydroxydes et à la transformation des ions carbonates en hydrogénéo-carbonates (HCO₃⁻) par un acide fort :



b. Le titre alcalimétrique complet (TAC) :

Permet la mesure de l'eau en alcalin, en carbonates et hydrogénéo-carbonates.

Il correspond à la neutralisation des ions hydroxydes et hydrogénéo-carbonates par un acide fort :



c. Dosage du chlore Cl₂ :

C'est un dosage colorimétrique par l'ajout d'un réactif (DPD N°1), qui confère à la solution une couleur rosâtre comparée à une référence qui donne directement la teneur en chlore résiduel.

d. Mesure du taux d'aluminium :

Même principe que le dosage du chlore, sauf dans ce cas, il y a utilisation d'un réactif (DPD N°4). Ce contrôle a pour but de s'assurer de l'absence des résidus d'aluminium provenant du coagulant de sulfate d'aluminium, utilisée dans le traitement de l'eau.

e. Mesure du taux de solides dissous (TDS) :

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

f. Mesure de la turbidité :

C'est un paramètre organoleptique qui permet de contrôler la présence des matières en suspension (argiles, grains de silice...), se fait par un turbidimètre.

g. Mesure de la dureté totale (Dt) :

Permet de déterminer la teneur totale en calcium et magnésium présents dans l'eau adoucie sous forme de bicarbonates de calcium et de magnésium par un titrage complexométrique à l'EDTA (éthylène diamine tétra acétique)

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

h. Mesure de la

dureté calcique (Dc) :

Se fait après l'ajout de NaOH dont le rôle est de fixer le magnésium sous forme de $\text{Mg}(\text{OH})_2$, le taux de calcium est déterminé par titrage avec l'EDTA.

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

II. Siroperie

La siroperie constitue la deuxième étape, après celle de traitement des eaux, dans le processus de production de la boisson gazeuse, lors de cette étape on procède à la fabrication de deux sirops :

- ❖ Sirop simple (eau + sucre).
- ❖ Sirop fini (sirop simple + concentré).

1. Préparation du sirop simple :

L'eau traitée et le sucre, constituent la matière première de cette première préparation qui s'effectue en plusieurs étapes :

a. La dissolution du sucre :

La préparation du sirop simple commence par la dissolution du sucre avec de l'eau traitée dans un conge appelé contimol (c'est un poste de dissolution continue du sucre) à une température de 80°C à circuit fermé afin de favoriser la dissolution complète du sucre. Après, le mélange est pasteurisé à une température de 85°C . Le sirop est chauffé à contre courant dans un échangeur à plaque avec de la vapeur d'eau.

b. Ajout du charbon actif :

Dans une cuve, on ajoute le charbon actif sous forme de poudre au sirop simple afin d'éliminer les impuretés, les cendres, les particules odorantes et pour sa clarification.

c. 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.

d. Refroidissement du sirop simple :

Le sirop simple filtré subit, un refroidissement dans un échangeur thermique afin de diminuer sa température de 85°C à 20°C.

Le refroidissement du sirop simple est réalisé en deux étapes :

- on fait passer l'eau de tour de refroidissement (l'eau adoucie).
- on fait passer l'eau glycolée.

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

2. Préparation du sirop fini :

A la fin de la réfrigération, on arrive à l'étape de la préparation de sirop fini, dans cette opération on mélange le sirop simple avec le concentrée, si on parle de liquide, ou avec l'extrait de base, si on parle de poudre. On peut présenter le processus de préparation de sirop fini par le schéma suivant :

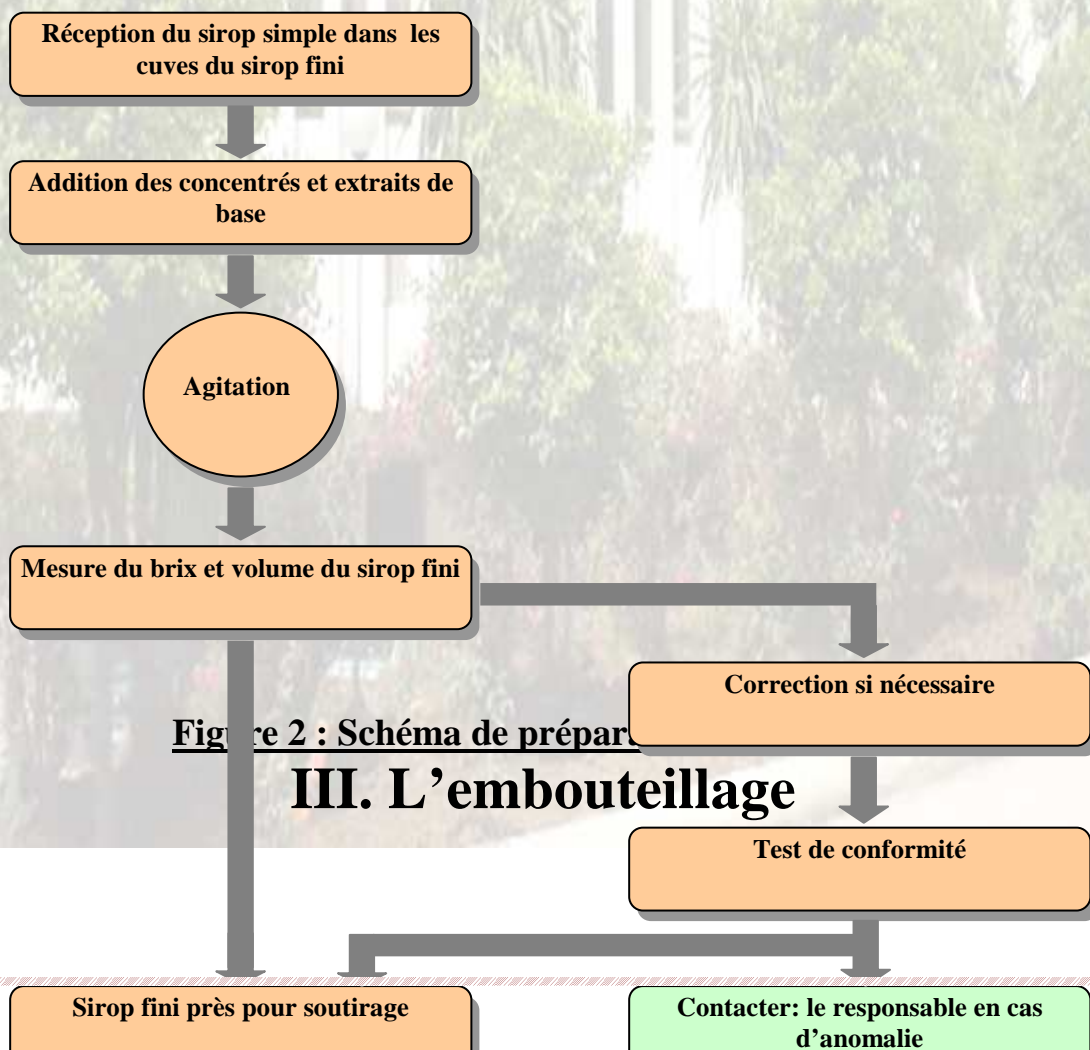


Figure 2 : Schéma de préparation

III. L'embouteillage

C'est la troisième étape principale dans le processus de production des boissons gazeuses, il s'agit de la mise en bouteille et toutes les opérations qui aboutit à l'obtention d'une boisson gazeuse.

La CBGN dispose de quatre lignes de mise en bouteille, 2 pour les bouteilles en verre et 2 pour les bouteilles en PET.

1. Les bouteilles en verre :

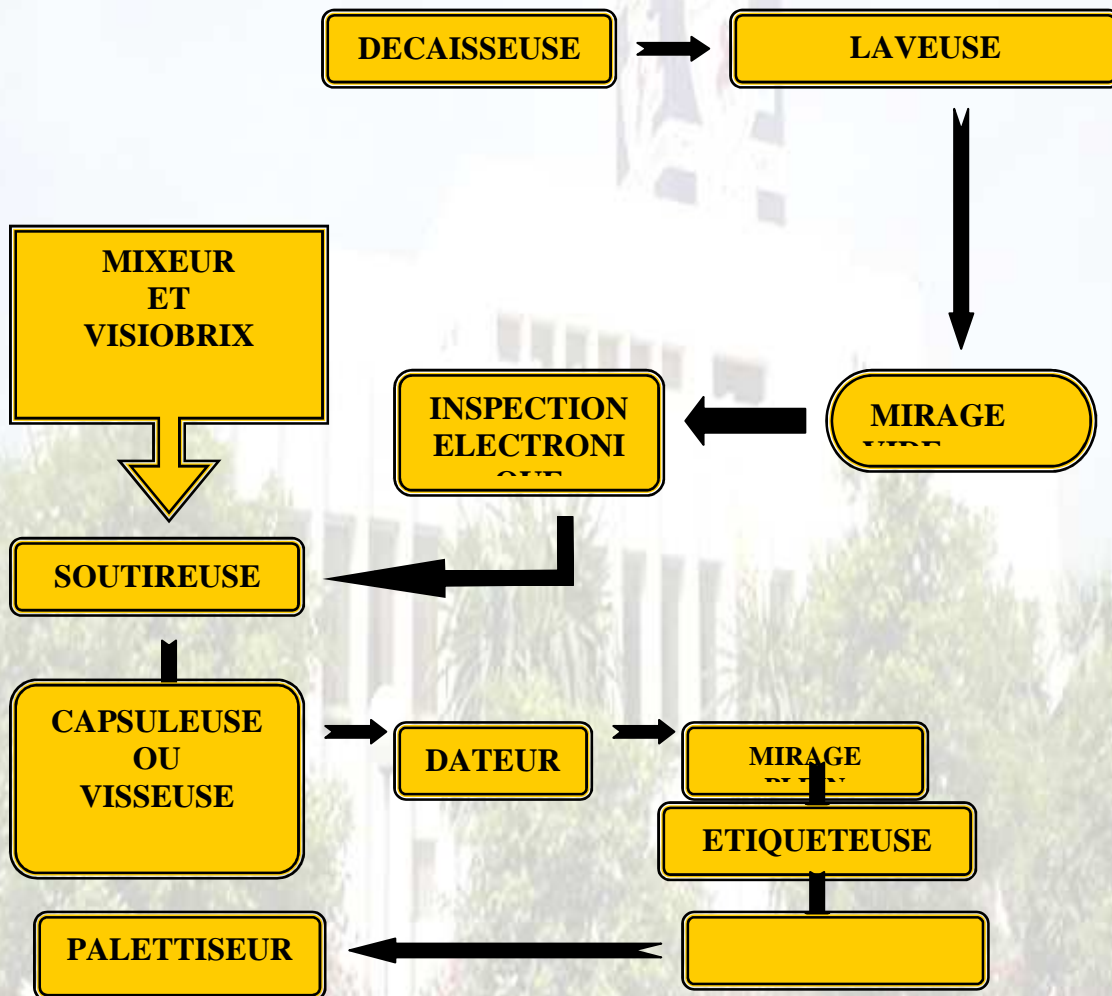


Figure 3 : Schéma de l'embouteillage des bouteilles en verre

a. Lavage des bouteilles :

Les bouteilles rendues du marché doivent subir un lavage et un nettoyage avec de l'eau et un détergent (NaOH) pour garantir une propreté, et une stérilisation avant le soutirage.

A l'entrée de la laveuse, les bouteilles s'incitent automatiquement dans des alvéoles et passent directement vers le bain de pré-injection qui contient un convoyeur inoxydable pour conduire ou transmettre toutes particules ou déchets par suite leur rejet à l'extérieur pour éviter toute contamination des autres bains.

Les Bains de soude : le premier bain contient de l'eau chaud à 68°C et de la soude caustique (2 à 2.5%), les bouteilles passent ensuite vers le deuxième bain sodique (2.5 à 3%) à 75°C au moyen des glisseurs des rompes bien alignées afin d'assurer un lavage efficace, ces bains sont utilisés pour enlever les étiquettes et pour la stérilisation.

Bain d'eau : les bouteilles passent directement vers les deux bains d'eau chaude ensuite vers le rinçage final avec de l'eau froide et chlorée avec une solution de 1 à 3 ppm.

b. Inspection visuelle et électronique des bouteilles lavées :

Les bouteilles lavées doivent être contrôlées par des personnes bien formées pour éliminer toute bouteille mal lavée, ébréchée, contient des corps étrangers...

Pour mieux contrôler les bouteilles lavées, on utilise une inspectrice électronique qui assure l'élimination de toute bouteille sale, ébréchée, où contenant du liquide.

c. Le mixage :

Le sirop fini et l'eau traitée seront conduits par des tuyaux inoxydables vers les réservoirs du mixeur. Donc on commence à les mélanger par un doseur qui règle la quantité suffisante à la fois de l'eau traitée et celle du sirop fini, ensuite le mélange sera pompé directement vers le mixeur pour subir un refroidissement et une saturation par CO₂.

d. Le soutirage et vissage des bouteilles :

Sans aucune intervention manuelle du machiniste, la soutireuse assure le remplissage automatique des bouteilles et la visseuse assure le vissage de chaque bouteille rempli.

e. Le codage des bouteilles :

La date de production et celle d'expiration sont marquées sur le bouchon par la dateuse.

f. Inspection des bouteilles pleines :

Après vissage des bouteilles pleines, les bouteilles sont inspectées par des mireurs pour éliminer celles qui sont males ou non bouchées, ainsi que les autres bouteilles ayant le niveau de remplissage inférieure ou supérieure à la norme, ou d'autre contenant des corps étrangers.

g. Etiqueteuse :

Les bouteilles sont décorées par des étiquettes qui portent les renseignements concernant le produit.

h. L'encaisseuse :

C'est la dernière étape de la production. Cette machine met les bouteilles dans des caisses, ces derniers seront transportés au magasin.

2. Les bouteilles en PET :

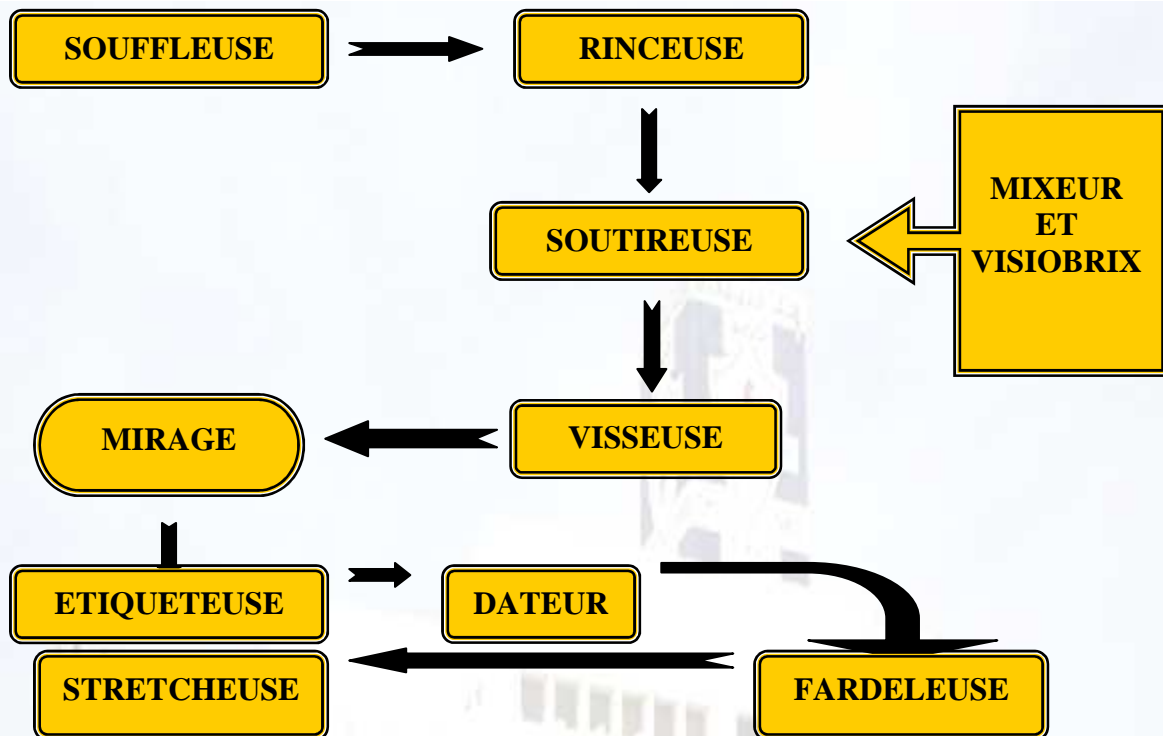


Figure 4 : Schéma de l'embouteillage des bouteilles en PET

a. Le soufflage :

Le premier poste de cette ligne est la souffleuse, c'est une machine qui fabrique les bouteilles en PET à partir des préformes (la forme initiale des bouteilles).

Au cours de cette étape, les préformes subissent un chauffage dans un four contenant des lampes Infrarouge pour que la matière devienne môle, suivi d'un étirage par une tige d'élongation, puis d'un soufflage à l'aide stérile dans un moule pour donner la forme finale à la bouteille.

b. Le rinçage :

Les bouteilles soufflées passent à travers des convoyeurs à air pour un rinçage avec l'eau chlorée (1 à 3 ppm) à l'aide d'une rinceuse.

c. Soutirage, vissage, mirage et étiquetage :

Le soutirage, le vissage, l'inspection des bouteilles pleines au niveau du mirage et l'étiquetage, se font de la même façon que les bouteilles en verre.

e. Mise en packs des bouteilles en PET :

Cette opération s'effectue par la fardeleuse qui emballe les bouteilles plastiques par des films en plastiques. Enfin elles passent vers la stretcheuse qui s'occupe de l'emballage final des formations fardelées.

Chapitre III : Laboratoire de contrôle qualité

La CBGN de Fès dispose d'un laboratoire de contrôle qualité, Équipé des instruments et des appareils de mesure, de contrôle et d'essais Modernes pour préserver la conformité du produit au cours des opérations Internes et lors de la livraison à la destination prévue.

Le processus de fabrication des boissons gazeuses est un enchaînement de plusieurs contrôles très compliqués qui s'effectuent dans le laboratoire de la CBGN et qui sont les suivants :

- Contrôle à la réception.
- Contrôle au cours de la production.
- Contrôle de lavage des bouteilles
- Contrôle microbiologique.

Chaque contrôle possède son importance et chaque défaillance influence directement la qualité du produit fini ce qui nécessite :

- ✓ Le respect des modes opératoires de la société.
- ✓ L'utilisation d'une main d'œuvre bien formée et qualifiée.
- ✓ Une communication saine entre tous les services.

1. Contrôle à la réception de la matière première :

Le contrôle à la réception est un contrôle fondamental qui précède toute production et il a comme rôle de vérifier la conformité des produits reçus. En effet chaque produit reçu par l'entreprise (produit chimique, matière première, produit fini acheté, produit d'emballage et de conditionnement) doit passer par ce contrôle avant son utilisation, pour s'assurer de sa conformité selon les normes prédéfinies.

2. Contrôle au cours de la production :

On peut présenter les principaux contrôles sur le tableau suivant:

Eléments Contrôlés	Paramètres	Appareils de Mesure	Fréquences
--------------------	------------	---------------------	------------

Sirop	Brix	Densimètre	- Au démarrage - A chaque préparation - A chaque changement
Boisson gazeuse	- G.O.A - Brix - Volume de CO ₂	Densimètre électronique Manomètre, Thermomètre, Tableau de carbonatation	- Au démarrage, toutes les heures, à chaque changement de production et taille, à chaque fin de soutirage. - Au démarrage. - Toutes les 15 min.
Bouchons	Codage Torque	Dateur Torque mètre	- Au démarrage, toutes les 15 min et à chaque changement de production. - Au démarrage, toutes les heures et à chaque changement de production.
Préforme	Poids, longueur, diamètre	Pied à coulisse	- Au démarrage, et chaque changement de production.
Bouteilles (verre et PET)	- Débris en verre - Contenu net - Hauteur de remplissage	Mirage Balance Jauge	- Toutes les heures. - Toutes les heures. - Au démarrage, à chaque changement de production et taille, au milieu et à la fin de production.

Tableau 2 : les principaux contrôles effectués en cours de la production

a. Contrôle du brix de boisson :

- Degré de Brix : c'est le pourcentage en poids de saccharose dans la solution. Ce test décrit la méthode à suivre pour mesurer le brix de la boisson gazeuse ou des sirops en utilisant le densimètre électronique DMA.1002.

- Manipulation :

- On prélève une bouteille du produit fini formé.

- On rince le bécher de 500ml avec la boisson à contrôler.
- On verse suffisamment la boisson dans le bécher rincé.
- On décarbonate la boisson pendant 3 min en se servant du décarbonateur à air comprimé.
- On rince la seringue avec la boisson décarbonatée plusieurs fois.
- On rince la cellule de mesure du densimètre électronique avec la boisson décarbonatée plusieurs fois.
- On remplit la seringue avec la boisson décarbonatée en évitant les bulles d'air.
- On injecte doucement et pas complètement le contenu de la seringue dans la cellule de mesure, en veillant à ne pas laisser les bulles d'air dans le tuyau de vidange du densimètre.
- On atteint la stabilisation de la valeur lorsque la croix x s'arrête de clignoter.
- On relève la valeur affichée.

b. Contrôle du volume de CO₂ dans la boisson :

Pour déterminer le volume de gaz carbonique dissous dans une boisson ; c'est-à-dire le volume de carbonations de la boisson ; on effectue les deux opérations suivantes :

- Mesure de la pression :

On prélève une bouteille de la chaîne de production, on place cette bouteille dans le manomètre puis on perce la capsule ou le bouchon à vis, après, on purge pour remettre l'aiguille du manomètre à zéro et on commence à agiter jusqu'à la stabilisation de l'aiguille, la pression est indiquée en psi.

- Mesure de la température en (°C) :

On introduit le thermomètre pour mesurer la température de l'échantillon, ensuite, on attend quelques secondes avant la lecture.

Après avoir effectué ces deux opérations, on consulte le tableau de carbonations, et on détermine le volume de gaz carbonique correspondant au couple pression- température trouvé en utilisant la charte de Coca-Cola.

c. Mesure du Torque :

C'est une méthode qui s'effectue par un appareil de torque mètre qui sert à contrôler l'intensité du couple de force nécessaire pour dévisser un bouchon à vis des bouteilles en verre de 1L et les bouteilles en PET de toute taille qui doit avoir des valeurs comprises entre 14 et 17.

- Si l'intensité est supérieure à 17 bars, le client va trouver une difficulté lors de l'ouverture de la bouteille.

- Si l'intensité est inférieure à 14 bars, il y a une fuite de CO₂.

Manipulation :

- On prélève un échantillon.
- On écarte les épingles de l'appareil.
- On pose la bouteille sur la plate forme de l'appareil.
- On serre la bouteille fermement en tournant le vice de serrage dans le sens de rotation des aiguilles d'une montre.
- On met l'appareil à zéro.
- On tourne le bouchon doucement dans le sens de l'ouverture jusqu'à ouverture de la bouteille.
- On relève la valeur affichée.

d. Contrôle du goût, odeur et apparence de la boisson :

Ce contrôle est très important et il ne faut jamais le négliger, car le goût, l'odeur et l'apparence sont des paramètres très sensibles. On met le liquide dans un bêcher sec et propre après l'avoir senti et on le fait circuler dans la bouche, aucune odeur ni saveur anormales ne doivent être constatées.

e. Contrôle des débris de verre :

C'est le test à suivre pour chercher les débris de verre dans le produit fini, lors des explosions des bouteilles au niveau des soutireuses des lignes verres.

f. Contrôle des préformes :

On prend 6 préformes et on mesure le poids, la longueur, le diamètre externe et interne et la longueur du goulot à l'aide d'un pied à coulisse, puis on les compare aux exigences spécifiées en vue d'établir leur conformité.

g. Contrôle du contenu net :

- Pour les bouteilles en PET :

On prend cinq bouteilles remplies chaque heure, et on mesure le poids net de chacune, puis on calcule le poids moyen de ces 5 bouteilles. Cinq bouteilles soufflées vides avec bouchon sont utilisées pour déterminer la tare, le contenu net est calculé par la relation suivante :

$$\text{Contenu net} = \frac{P_n - P_v}{D}$$

P_n: le poids moyen des cinq bouteilles remplies.

P_v: le poids moyen de cinq bouteilles soufflées et vides avec leur bouchonne.

D : Densité.

- Pour les bouteilles en verre :

On prend cinq bouteilles remplies chaque heure et on mesure le poids de chacune, remplies et vides. Le contenu net pour chaque bouteille est calculé par la relation suivante :

$$\text{Contenu net} = \frac{pn - pv}{D}$$

Pn: poids net d'une bouteille remplie.

Pv : le poids de la même bouteille vide.

D: Densité.

N.B : Pour déterminer la densité on utilise un tableau de calcul disponible au laboratoire. Chaque valeur de Brix correspond à une valeur de densité bien déterminée.

h. La hauteur de remplissage :

Ce contrôle est effectué à l'aide d'un calibre de vérification de la hauteur appelé la jauge, qui doit être fait au début et au cours d'une période d'embouteillage et à chaque incident de soutirage.

i. Contrôle du sertissage :

Ce contrôle doit être effectué au début de chaque période d'embouteillage et après chaque réglage de la visseuse à l'aide d'un calibre <go> ou <no go>.

- Si le bouchon couronne passe à travers <no go>, cela veut dire que le sertissage est trop fort.

- Si le bouchon couronne ne pas à travers le calibre <go>, cela veut dire que le sertissage est trop faible, ce qui entraînera une fuite de liquide et par la suite une mauvaise saturation de CO₂.

j. Test stress cracking :

On utilise ce test dont le but d'évaluer la qualité de la base de la bouteille soufflée lorsque cette dernière présente un problème d'apparence.

Manipulation :

- On prépare une solution de soude à 0.2%.
- A la sortie de la soutireuse, on prélève une bouteille pleine de chaque moule de la souffleuse.
- On met les bouteilles prélevées debout dans les bacs de stress cracking et on remplit les bacs jusqu'à immersion totale de la base des bouteilles.
- On attend 20 min pour vérifier l'état de bouteille (aucune bouteille ne doit ni éclater ni fuir).
- Finalement, on fait chuter la bouteille restée intact d'une hauteur de 2m (aucune bouteille ne doit ni éclater ni fuir).

3. Contrôle de lavage des bouteilles :

On peut présenter les différents contrôles au niveau des eaux de lavage des bouteilles en verre sur le tableau suivant :

Élément contrôlé	Réactif	Appareil de mesure	Fréquence
Traces de soude	Phénophtaléine	Sans appareil	- Au démarrage, après recharge, toute les 4 heures.
Moisissures	Bleu de méthylène 1%	Sans appareil	- Au démarrage. - Changement de taille des bouteilles - Chaque équipe.
Température	Sans réactif	Thermomètre	- Au démarrage - Toutes les heures.
Pression de rinçage	Sans réactif	Manomètre	- Toutes les 4 heures.
Eau chlorée	DPD N°1	Comparateur	- Au démarrage, après recharge, toute les 4 heures.
Apparence des bouteilles	Sans réactif	Mirage	Toutes les heures
Odeur et apparence des bains	Sans réactif	Sans appareil	Une fois par équipe

Tableau 3 : les contrôles de lavage des bouteilles

N.B : Le test au bleu de méthylène a pour but de prévenir la présence des moisissures qui retiennent la coloration bleue même après le lavage des bouteilles.

a. Détermination de la concentration de soude :

Ce test décrit le protocole à suivre pour déterminer la concentration de soude dans les bains des laveuses.

Manipulation :

- On prélève 5ml de soude prélevés des différents baignoires.
- On ajoute 25ml d'eau distillée et 3 à 4 gouttes de phénophtaléine.
- On titre avec H_2SO_4 (1.25N) jusqu'à disparition de la couleur rose.
- Le volume d'acide versé est égal au pourcentage de la soude.

b. Contrôle des traces de soude :

Juste à la sortie de la laveuse, on prélève des échantillons, on ajoute quelques gouttes de phénophtaléine. S'il n'y a pas de changement de couleur le résultat est bon, mais lorsqu'il s'agit d'une couleur rose, cela signifie qu'il y'a présence de traces de soude dans les bouteilles. Dans ce cas, il faut éliminer toutes les bouteilles contaminées jusqu'à correction du problème.

c. Mesure du taux de chlore :

C'est la méthode à suivre pour mesurer le taux du chlore en ppm dans l'eau de rinçage des bouteilles en verres lavées et des bouteilles en PET, en utilisant le DPD N° 1.

On remplit une cuvette de 10 ml de l'eau de rinçage des bouteilles de PET et on ajoute une tablette de DPD N°1, après on compare la couleur de la cuvette avec les couleurs de disque comparateur, puis on lit la valeur correspondante qui indique la teneur du chlore dans l'eau de rinçage.

4. Contrôle microbiologique :

Afin d'assurer l'innocuité du produit fini (boissons gazeuses), la CBGN effectue des analyses microbiologiques dans le but de déterminer s'il y a présence de micro-organismes capables de nuire à la santé du consommateur.

Conclusion

Ce stage constitue certainement une étape importante dans le parcours de notre formation. Il nous offre l'accès au monde du travail pour découvrir,

renforcer notre autoformation et développer notre sens d'initiative.

Nous considérons, dans ce sens, que le résultat obtenu était très satisfaisant, non seulement sur le plan des connaissances techniques acquises et des expériences consolidées mais aussi sur celui du contact humain. En effet, l'esprit coopératif et bienveillant de l'ensemble des cadres et techniciens nous a facilité la tâche et nous a permis d'appréhender les exigences de la vie professionnelle.

A travers cette expérience concluante pleine de motivations et d'assiduité, on a pu comprendre que la performance d'une entreprise est basée essentiellement sur la qualité technique, la qualification des ressources humaines et la vertu de la communication.

C'est pour cela que la CBGN, et grâce à ses différents départements, incluant le département de management qualité, sécurité et environnement, essaie d'insuffler du sang nouveau dans ses différentes structures, et par la suite de garantir la sécurité du consommateur, tout en mettant la qualité parmi ses premières priorités.

