



Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

Evaluation de l'Efficacité du Lavage des Bouteilles en Verre

Présenté par :

◆ **EL MRABET IMANE**

Encadré par :

- ◆ **Mr E.FAHMI (CBGN)**
- ◆ **Pr. A.MELIANI (FST)**

Soutenu Le 11 Juin 2014 devant le jury composé de:

- **Pr. Abdeslam MELIANI**
- **Pr. Chakib AMEZIANE HASSANI**
- **Pr. Ahmed BOULAHNA**

Stage effectué à la CBGN

Année Universitaire 2013 / 2014

Dédicace

Je tiens à dédier cet humble travail :

 *à mes chers parents avec tous mes sentiments de respect, d'amour, de gratitude et de reconnaissance pour tous les sacrifices déployés pour assurer mon éducation et mes études dans les meilleures conditions ;*

 *à mes chers frères pour leur soutien et solidarité ;*

 *à mes professeurs sans exception, pour leurs efforts afin de m'assurer une bonne formation ;*

 *à mes amis et à tous ceux que j'aime pour leurs encouragements et leurs soutiens;*

 *à tous ceux qui ont veillé à ce que ce travail soit à la hauteur ;*

Remerciements

Je tiens à remercier très vivement le Directeur Général de la CBGN de Fès, qui m'a accepté comme stagiaire au sein de leur entreprise.

*J'exprime mes sincères remerciements à mon encadrant dans l'entreprise **Mr.FAHMI**, pour son suivi, ses conseils précieux, ses remarques, et ses critiques qu'il m'a apportés pendant cette période de stage, ainsi que **Mr.OUAHID** pour son accompagnement et ses informations.*

*Je remercie très vivement mon encadrant à la FSTF **Mr.MELIANI** pour son soutien, ses suggestions et les orientations que m'a apportées afin de réaliser ce travail.*

J'adresse également mes remerciements à tous les enseignants de Licence Génie Chimique qui nous ont formés théoriquement et pratiquement durant cette année de LST.

J'ai le grand plaisir d'exprimer mes vifs remerciements à tout le corps administratif de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès qui a géré honorablement nos études.

Enfin, tous ceux qui ont participé, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail trouvent ici mes remerciements les plus profonds.

Sommaire

DEDICACE	2
REMERCIEMENTS	2
TABLE DES FIGURES	5

LISTE DES TABLEAUX	5
LISTE DES ABREVIATIONS	6
INTRODUCTION	7

Partie I : présentation de la CBGN et aperçu général sur les procédés de production :

I- PRESENTATION DE LA CBGN	8
1- COCA COLA AU MAROC :	8
2- HISTORIQUE DE LA CBGN DE FES :	9
3- FICHE D'IDENTIFICATION DE LA CBGN :.....	9
4- ACTIVITES DE LA CBGN :.....	10
5- L'ORGANIGRAMME :	10
II- LES PROCEDES DE PRODUCTION :	11
1- TRAITEMENT DES EAUX :.....	11
<i>a- Stockage dans le bassin 1</i> :	11
<i>b- Coagulation</i> :.....	11
<i>c- Filtration à filtre à sables</i> :.....	12
<i>d- Filtration à filtre à charbon</i> :.....	12
<i>e- Filtration à filtre décarbonateur</i> :.....	12
<i>f- Stockage dans le bassin 2</i> :.....	12
<i>g- Filtration à filtre à charbon actif</i> :	12
<i>h- Filtration à filtres polisseurs</i> :	13
2- ADOUCISSEMENT :.....	13
3- LES ETAPES DE PREPARATION DE LA BOISSON :	14
<i>a- Sirop simple (SS)</i> :.....	14
<i>b- Sirop fini (SF)</i> :.....	16
<i>c- Mixage</i> :	16
4- LE CONDITIONNEMENT :	16
<i>a- Dépalettisation</i> :	17
<i>b- Dévissage</i> :.....	17
<i>c- Décaissage</i> :.....	17
<i>d- Lavage des bouteilles en verre</i> :.....	17
<i>e- L'inspection visuelle par les mireurs</i> :	17
<i>f- L'inspection électronique</i> :.....	17
<i>g- Soutirage et bouchage</i> :.....	17
<i>h- Codage</i> :.....	18
<i>i- Etiquetage</i> :.....	18
<i>j- Encaissage</i> :	18
<i>k- Palettisation</i> :.....	18

Partie II : Description du service contrôle qualité

1- CELLULE MICROBIOLOGIQUE :.....	19
2- CELLULE METROLOGIQUE :.....	20
3- CELLULE DE CONTROLE SUR TOUTE LA LIGNE DE PRODUCTION :.....	20
4- CELLULE DE CONTROLE A LA RECEPTION :.....	20

Partie III : Evaluation de l'efficacité du lavage des bouteilles en verre :

I- INTRODUCTION :.....	21
II- DESCRIPTION DE L'OPERATION DE LAVAGE :	22
III- TRAVAUX EFFECTUES ET RESULTATS :.....	23
1- CONTROLE DES TEMPERATURES :.....	23
2- CONTROLE DU POURCENTAGE DE SOUDE :	24
3- CONTROLE DE CONCENTRATION DU CHLORE :	25
4- CONTROLE DE PRESSION DE RINÇAGE :	26
5- CONTROLE DES MOISSURES :	27
6- CONTROLE DE TRACES DE SOUDE :	27
7- LES NORMES EXIGEEES PAR LA CBGN CONCERNANT LE LAVAGE DES BOUTEILLES :.....	27
IV- INTERPRETATION DES RESULTATS :.....	28
1- LES TEMPERATURES :.....	28
2- POURCENTAGE DE LA SOUDE DANS LES BAINS :.....	28
3- CONCENTRATION DU CHLORE :.....	28
4- PRESSION D'EAU DE RINÇAGE :	28
5- TEST DES MOISSURES :.....	28
6- TRACES DE LA SOUDE :	29
CONCLUSION	29
BIBLIOGRAPHIE ET WEBIOGRAPHIE.....	30

Liste des figures

Figure 1 : l'organigramme de la CBGN

Figure 2 : schéma représentatif des étapes de traitement des eaux

Figure 3 : schéma représentatif de l'adoucissement de l'eau

Figure 4 : schéma récapitulatif de préparation du sirop simple

Figure 5 : bouchons couronnes

Figure 6 : capsule à vis

Figure 7 : Schéma représentatif des étapes de lavage des bouteilles dans la laveuse N°1

Figure 8: cartes de contrôle de variation des températures des 4 bains

Figure 9: cartes de contrôle de variation des % de la soude des 4 bains

Figure 10 : image du comparateur du chlore

Figure 11 : image du réactif DPD n°1

Figure 12 : carte de contrôle de variation des pressions de rinçage

Figure 13 : carte de contrôle de variation des concentrations du chlore

Liste des tableaux

Tableau 1 : fiche d'identification de la CBGN

Tableau 2 : produits de CBGN et leurs tailles

Tableau 3 : paramètres à surveiller et leurs normes de filtration à CA

Tableau 4 : paramètres contrôlés et décisions prises lors de préparation du SS

Tableau 5 : paramètres à surveiller et décisions prises lors de l'inspection électronique

Tableau 6 : paramètres à surveiller et décisions prises pendant le soutirage et le bouchage

Tableau 7 : résultats des températures dans les bains

Tableau 8 : résultats du suivi des % de la soude dans les bains

Tableau 9 : résultats du suivi des concentrations du chlore et des pressions du rinçage

Tableau 10 : paramètres contrôlés au niveau de la laveuse N°1 et normes exigées

Tableau 11 : paramètres contrôlés au niveau de la laveuse N°2 et normes exigées

Liste des abréviations

CNSS : la Caisse Nationale de Sécurité Sociale.

RC : Registre du Commerce.

RADEEF : Régie Autonome de Distribution d'Eau et d'Electricité de Fès.

TA : Titre Alcalimétrique.

TAC : Titre Alcalimétrique Complet.

TDS : (Total Dissolved Solids) Total des Solides Dissouts.

DPD : Diéthyl-p-phénylène Diamine (C₁₀H₁₆N₂).

CA : Charbon Actif.

SS : Sirop Simple.

SF : Sirop Fini.

PF : Produit Fini.

NTU : Nephelometric Turbidity Unit.

GOA : Goût, Odeur, Apparence.

ppm : partie par million.

Introduction

Afin de valider la troisième année de Licence Sciences et Techniques au sein la Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FSTF), je suis tenue d'effectuer un stage de projet de fin d'études dans une entreprise dont l'intention est de vérifier les connaissances acquises durant les trois années de formation, aussi pour s'ouvrir sur le monde professionnel, sur l'entreprise et son environnement socioéconomique.

En effet, j'ai entrepris un stage durant un mois au sein de **la Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord (CBGN) de Fès**, dont l'activité principale est la fabrication et le conditionnement des boissons gazeuses, et plus précisément dans le service contrôle qualité.

J'ai choisi de passer mon stage dans cette entreprise, suite à la place importante qu'elle occupe au niveau industriel, par ses procédés intéressants de production, et aussi par sa bonne réputation.

Les boissons gazeuses, étant des produits alimentaires, ne doivent présenter aucun risque sur la santé des consommateurs.

Ce risque peut être une contamination microbienne ou une toxicité, qui peuvent provenir de la boisson ou des bouteilles.

En effet, les bouteilles nécessitent un lavage adéquat par la soude. Il faut s'assurer que le lavage est bien effectué et qu'il n'y a plus des moisissures ou des traces de soude, d'où la nécessité de l'évaluation de l'efficacité du lavage, qui est le sujet de mon stage.

Et pour mettre en évidence tous les côtés de mon stage, ce rapport est divisé en trois chapitres :

- le premier c'est une présentation de la CBGN et un aperçu général sur les procédés de production;
- le deuxième donne une description du service contrôle qualité ;

- le troisième chapitre est réservé pour mon sujet traité au sein de la CBGN qui est «l'évaluation de l'efficacité du lavage des bouteilles en verre»;

Partie I :

Présentation de la CBGN et aperçu général sur les procédés de production

I- Présentation de la CBGN

1- Coca cola au MAROC :

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

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

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

La présence de Coca Cola au Maroc est représentée par 6 compagnies d'embouteillage qui sont distribuées sur 6 villes :

- La Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord (CBGN) de Fès ;
- La Société Centrale des Boissons Gazeuses (SCBG) à Casablanca ;

- La Compagnie des Boissons Gazeuses du Sud (CBGS) à Marrakech ;

Ces 3 compagnies précitées font partie du groupe NABC (North Africa Bootling Company).

- L'Atlas Bottling Company (ABC) à Oujda ;

- L'Atlas Bottling Company (ABC) à Tanger ;

- La Société des Boissons Gazeuses du Sousse (SBGS) à Agadir ;

2- Historique de la CBGN de Fès :

La CBGN (Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord) est une société qui a pour activité principale la fabrication et le conditionnement des boissons gazeuses.

Voilà un bref historique de la CBGN:

- ◆ En 1952 : C'est la mise en place de la CBGN, embouteilleur franchisé de la compagnie coca-cola, elle a été située à la place actuelle de l'hôtel Sofia;
- ◆ En 1971 : une nouvelle unité construite au quartier industriel Sidi Brahim;
- ◆ De 1952 à 1987 : La CBGN 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 Lemon, Hawaiï et Sprite.

- ◆ 1992 : le remplissage des boissons en bouteilles plastiques (PET), elle a même acheté une nouvelle machine avec une grande capacité (plus de 6000 bouteilles par heure, et qui effectue plusieurs taches au même temps (soufflage, rinçage, soutirage, bouchage et datage);
- ◆ En 1997 : elle acquiert la SIM (Société Industrielle Marocaine);
- ◆ En 2002 : la CBGN devient filiale de l'ECCBC (Equatorial Coca-Cola Bottling Company) et par la suite de Coca-Cola Holding ;

3- Fiche d'identification de la CBGN :

Raison social	Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord
Forme juridique	Société anonyme
Capital social	3 720 000 DH
Activité	Embouteillage et distribution des boissons Gazeuses non alcoolisées
Secteur d'activité	Agroalimentaire
Adresse	Q. I Sidi Brahim – Fès
Téléphone	05 35 96 50 00
Fax	05 35 96 50 25
Date de création	26 juin 1953
Patente	13245421
Identifiant fiscale	102054

N°RC	11 286
N° CNSS	1349952

Tableau 1: fiche d'identification de la CBGN

4- Activités de la CBGN :

L'activité de la société est autant industrielle que commerciale, elle se charge de la production des boissons gazeuses du nord et de la distribution dans son territoire assigné. Elle fabrique des boissons gazeuses de différents types :

Produit	Taille des bouteilles en verre
Coca cola	20cl; 35.5cl ; 1L
Fanta Orange	35cl ; 1L
Fanta Lemon	35cl ; 1L
Hawai Tropical	35cl ; 1L
Schweppes Tonic	20cl ; 1L
Schweppes Citron	20cl ; 1L
Sprite	35cl ; 1L
Poms	35cl ; 1L

Tableau 2: produits de CBGN et leurs tailles

En plus de la commercialisation de ses propres produits, la CBGN commercialise aussi les eaux de table (CIEL et BONAQUA), Coca-Cola light, Coca-Cola zéro, d'autres boissons gazeuses de formes canettes, et les jus de Miami.

5- L'organigramme :

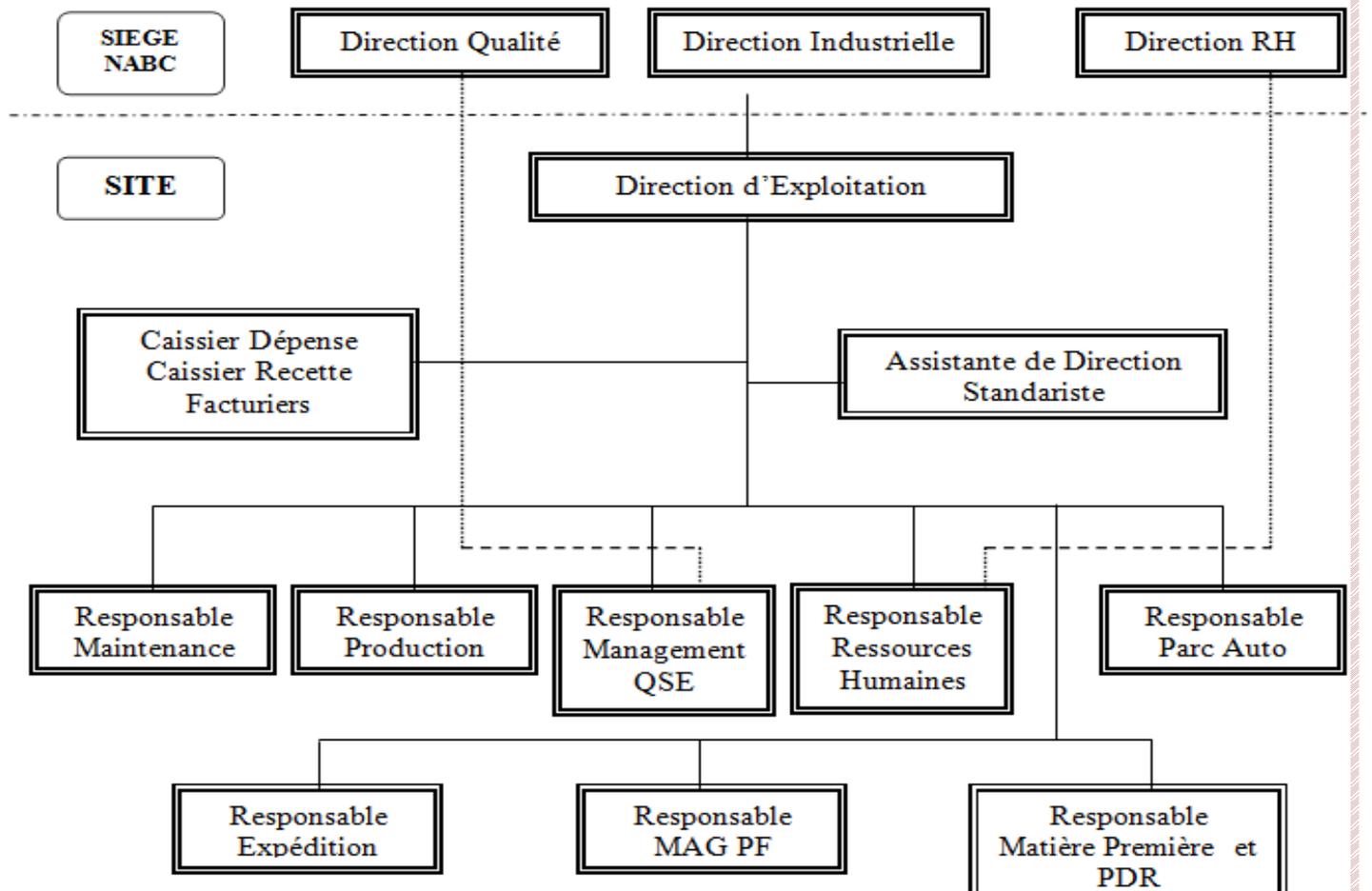


Figure 1: l'organigramme de la CBGN

Leur engagement qualité :

Le NABC est formellement engagé dans un processus qualité, en effet, une politique globale de la qualité est mise en œuvre au sein du groupe.

Toutes les ressources sont mobilisées afin que les produits et les pratiques respectent la qualité, la santé, la sécurité et l'environnement conformément aux normes organisationnelles, réglementaires et légales ainsi que la charte du NABC. L'engagement dans l'amélioration continue pour atteindre l'efficacité et l'excellence.

Les réalisations de la NABC sur le terrain attestent de sa volonté à atteindre ce but :

La CBGN a obtenu en Avril 2004 le certificat de Système Management Intégré et a réussi l'audit de suivi en 2005, elle est également reconnue conforme au référentiel HACCP.

La CBGN est certifiée SMI depuis Janvier 2005 et HACCP depuis 2003 en ce qui concerne la CBGN

Ainsi, le NABC s'engage à satisfaire ses clients, partenaires, actionnaires et personnels à travers une démarche intégrée ISO 9001 version 2000 pour la qualité, ISO 14001 pour l'environnement, OHSAS 18001 pour la sécurité.

II- Les procédés de production :

1- Traitement des eaux :

Avant son utilisation pour la préparation des boissons, l'eau de ville reçue de la RADEEF, doit d'abord subir un traitement comprenant plusieurs étapes afin de diminuer son alcalinité, son pH, les matières en suspension...

Ce traitement a pour but d'éviter tout développement microbien dans les boissons.

Et l'eau utilisée pour le lavage des bouteilles et dans les chaudières, doit être adoucie (élimination des ions Mg^{2+} et Ca^{2+}) afin d'éviter l'entartrage des tuyauteries de la laveuse et des chaudières.

L'eau de ville subit un traitement de plusieurs étapes :

a- Stockage dans le bassin 1 :

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

b- Coagulation :

Injection d'un coagulant à base d'aluminium (consiste à rassembler, en formant des floccs, les matières en suspension et les matières colloïdales afin de faciliter leur élimination).

L'importance de l'état colloïdal de l'eau peut être estimée, en première approche, par la turbidité, sinon par la couleur de l'eau.

Théoriquement, n'importe quel électrolyte peut être utilisé pour obtenir la coagulation/floculation d'un colloïde. Cependant, il est reconnu, depuis de nombreuses années, que l'efficacité d'un flocculant augmente considérablement avec le nombre d'oxydation (valence) du cation de l'électrolyte.

Les sels d'aluminium et de fer sont presque exclusivement utilisés dans la floculation des eaux car leur dissolution libère des cations (Al^{3+} et Fe^{3+}) susceptibles de neutraliser les charges négatives des colloïdes.

c- Filtration à filtre à sables :

La filtration à sables est destinée à éliminer les floccs résultants de la floculation.

Les filtres à sables sont à nombre de 3. Bien évidemment, après un certain temps (estimé à 3 ou 4 jours), les filtres à sables vont être chargés par les floccs, ce qui va déranger leur bon fonctionnement, pour les débarrasser de ces particules, ils seront lavés 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.

d- Filtration à filtre à charbon :

Cette étape a pour rôle d'éliminer le chlore déjà injecté dans le bassin 1, car le chlore diminue la durée de vie de la résine utilisée par la suite dans le décarbonateur.

e- Filtration à filtre décarbonateur :

Le filtre décarbonateur est une grande cuve contenant des résines échangeuses de cations, qui se présentent sous forme de sphères de 1 mm de diamètre environ, et qui possèdent la propriété de retenir les cations Ca^{2+} et Mg^{2+} liés aux bicarbonates ($Ca(HCO_3)_2$ et $Mg(HCO_3)_2$).

Le but de la filtration à filtre décarbonateur est de réduire l'alcalinité de l'eau en éliminant les cations Ca^{2+} et Mg^{2+} susceptibles de s'associer avec les anions CO_3^{2-} et HCO_3^- responsables de l'alcalinité. A la CBGN la résine utilisée est de type RCO_2H .

f- Stockage dans le bassin 2 :

L'eau sortante du filtre décarbonateur est stockée dans le bassin 2 qui est d'une capacité de 200 m³. Comme dans le bassin 1, l'eau est encore une fois injectée par le chlore (concentration entre 1 et 3 ppm).

g- Filtration à filtre à charbon actif:

Le filtre à charbon est une cuve remplie par du charbon actif qui présente un agent absorbant visant à éliminer le chlore, et toutes substances sapides et odorantes susceptibles de donner un goût ou une odeur anormale aux boissons.

L'efficacité de cette opération est liée au type de charbon et la durée de son contact avec l'eau. A la sortie du filtre à charbon les paramètres suivants doivent être vérifiés :

Les paramètres	Les normes	Les décisions prises en cas de dérive
TA	2mg/l	- isolement du lot de produit fini ; - lavage du filtre à charbon ; - changement du charbon si nécessaire ;
TAC	85mg/l	
Teneur en chlore	0	
Ph	5	
TDS	500ppm	
Turbidité	0.5NTU	

Tableau 3: paramètres à surveiller et leurs normes de filtration à CA

h- Filtration à filtres polisseurs :

Le but de cette filtration est de retenir les particules de charbon actif ou de sable susceptibles de s'échapper 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.

Ces 7 opérations, une fois terminées on obtient de l'eau traitée prêt à être utilisée dans la siroperie.

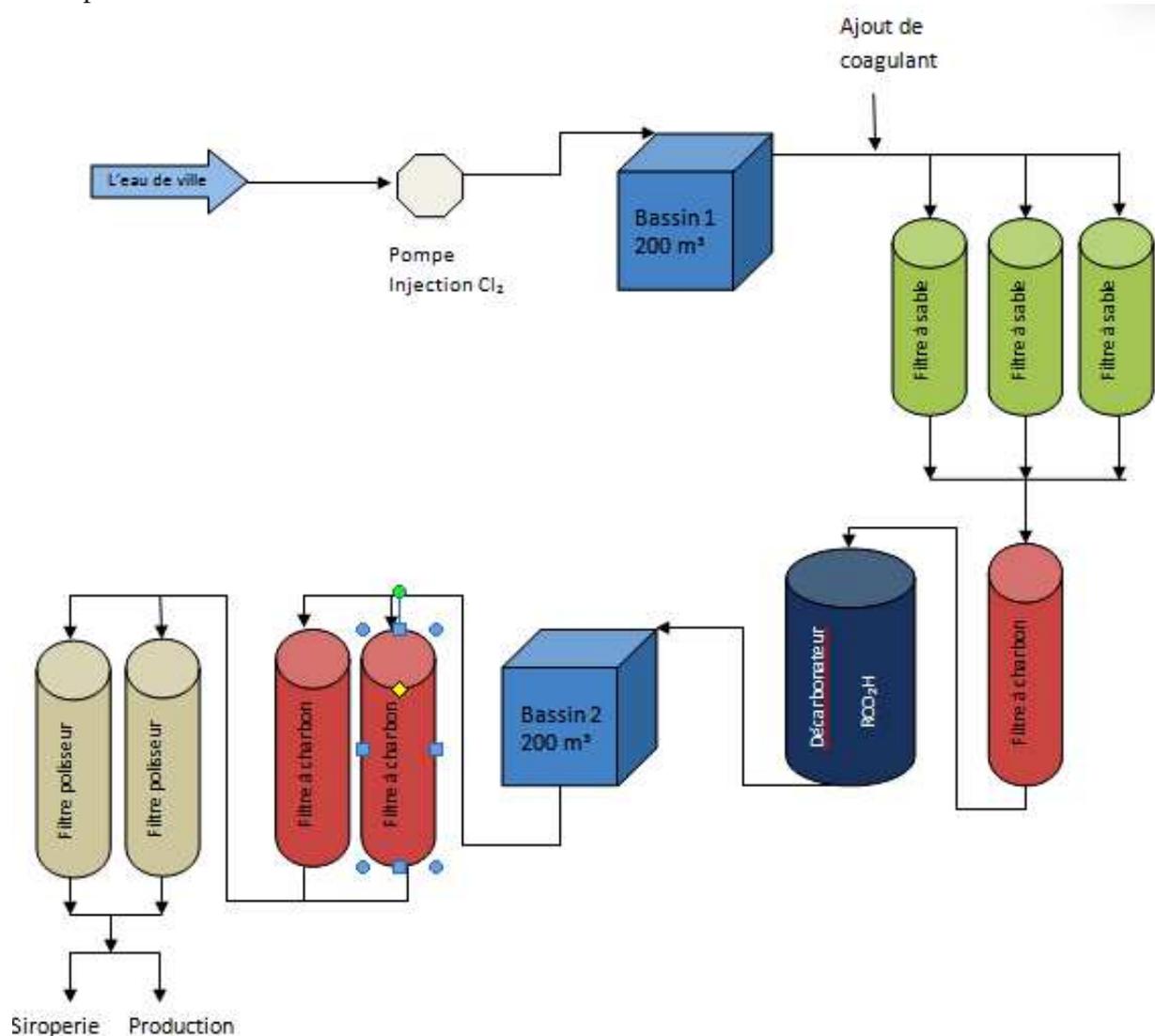


Figure 2: schéma représentatif des étapes de traitement des eaux

2- Adoucissement :

C'est un procédé de traitement destiné à réduire la dureté de l'eau (due à la présence chlorures de calcium et de magnésium)

Le bassin 3, qui est d'une capacité de 150 m^3 , est rempli avec l'eau de ville. On la fait passer par un adoucisseur de 2 colonnes chacune possède un résine de type R-Na qui échange les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} par les ions Na^+ .

Lorsque tous les ions Na^+ de la résine sont consommés, il faut régénérer l'adoucisseur. On lui apporte alors une solution saturée en sel (chlorure de sodium NaCl) riche en ions Na^+ . De leur côté, les ions Ca^{2+} et Mg^{2+} sont évacués à l'égout avec les eaux de rinçage.

L'eau adoucie est utilisée pour le lavage des bouteilles en verre, dans les chaudières, les tours de refroidissement et dans le condenseur évaporateur, afin d'éviter l'entartrage des tuyauteries des ces appareils.

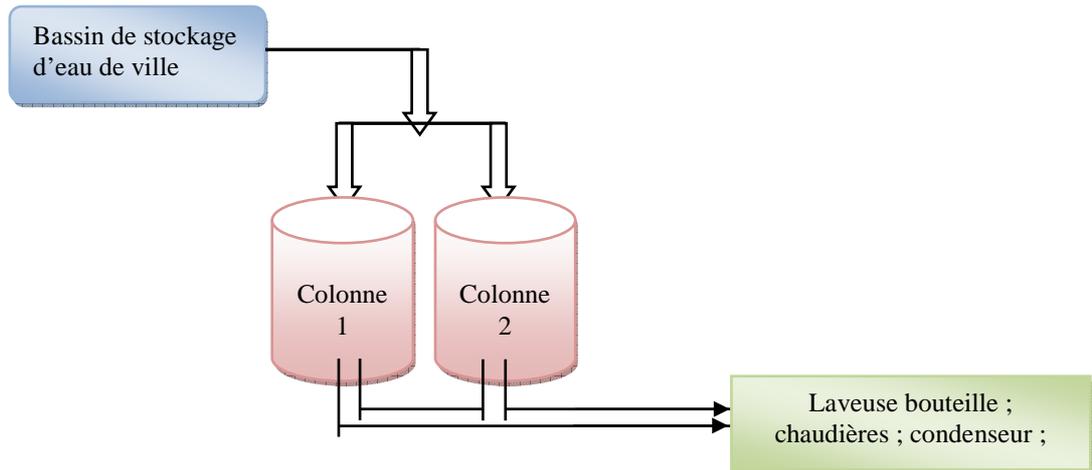


Figure 3: schéma représentatif de l'adoucissement de l'eau

3- Les étapes de préparation de la boisson :

Après le traitement et l'adoucissement des eaux, il y a une étape très importante, c'est la préparation de la boisson qui se divise elle-même en 3 phases :

- Préparation du sirop simple ;
- Préparation du sirop fini ;

Ces deux étapes se réalisent dans la siroperie.

- Le mixage : s'effectue au niveau d'un mixeur, dans la zone de remplissage des bouteilles.

a- Sirop simple (SS) :

Les matières premières utilisées pour préparer ce sirop sont : le sucre granulé reçu de COSUMAR (contrôlé dans le laboratoire de la CBGN qui veille sur sa qualité et sur le respect des normes prescrites) et l'eau traitée.

Les étapes de cette opération sont classées comme la suite :

➔ Dissolution :

Après le tamisage et le stockage dans un silo, le sucre est transporté vers une cuve de dissolution contenant de l'eau traitée à la température de 60°C .

➔ Filtration :

Passage de la solution du sucre obtenue dans un ensemble de filtres pour agitation et précipitation des grains non dissoutes.

➔ Pasteurisation :

Pour éviter tout développement de microorganismes le sirop doit être pasteurisé. Pour cela la solution de sucre, au niveau de l'échangeur, est chauffée à environ 85 °C par la vapeur d'eau provenant de l'atelier des chaudières (la température ne doit pas dépasser ce degré, sinon on risque de caraméliser le sucre).

➔ Ajout du charbon actif :

Au niveau de la cuve de réaction, on ajoute le charbon actif en poudre pour clarifier le mélange et éliminer les mauvaises odeurs du sucre.

➔ Filtration :

Ensuite, passage du mélange à travers deux filtres alimentés par une cuve d'adjuvant de filtration (terre diatomée contenant de la cristalline est permet l'élimination de toutes impureté).

➔ Refroidissement :

Refroidissement du mélange pour obtenir un sirop simple, avec une température convenable (le refroidissement se fait selon trois étapes. La première consiste à ramener la température du sirop simple à 60 °C environ à l'aide de l'eau traitée à la température ambiante, la deuxième serve à ramener la température de 60 °C à 50 °C grâce à l'eau adoucie à la température 15 °C, la troisième et la dernière étape va ramener le sirop simple à une température d'environ de 22 °C grâce à l'eau glycolée qui est d'une température inférieure à 0 °C.

Ainsi on obtient du sirop simple prêt à l'utilisation dans la préparation de sirop fini.

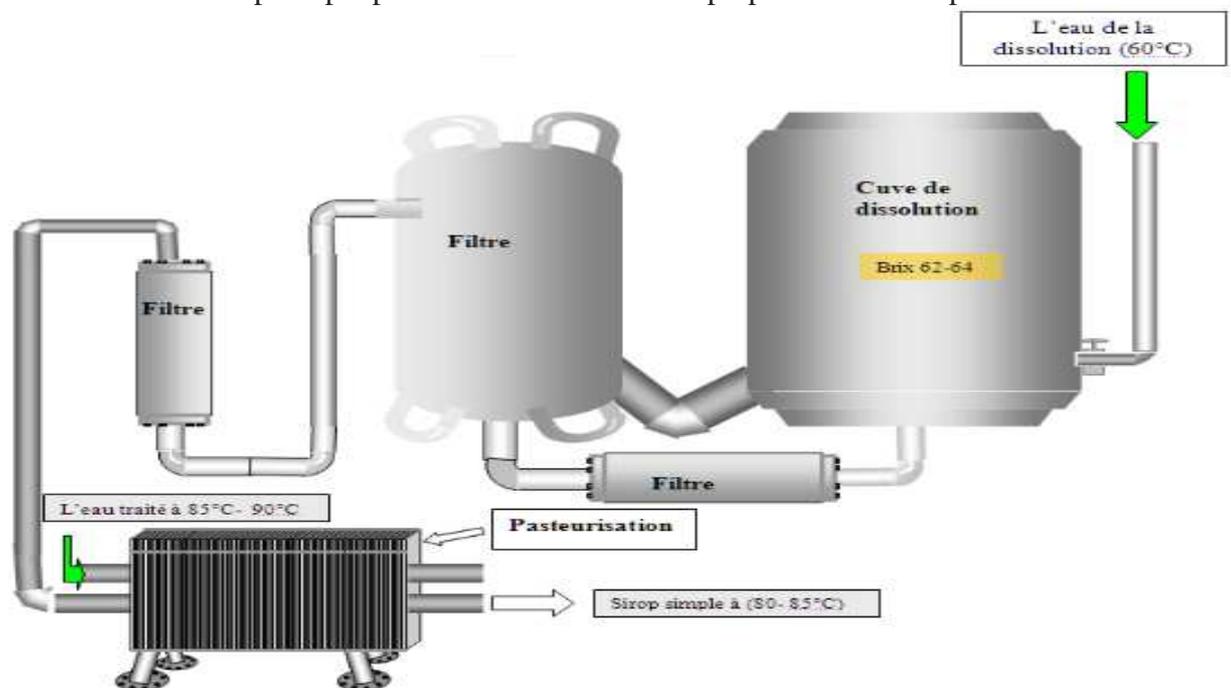


Figure 4: schéma récapitulatif de préparation du sirop simple

Les paramètres à contrôler	Les décisions prises en cas de dérive
Microbiologie de sirop simple	- isolement du lot de PF et sirop fini en fonction

Températures affichées	des résultats microbiologiques;
Apparence de sirop simple sur filtre à poche	- contrôle de tous les produits finis depuis la dernière analyse conforme ; - refiltration du sirop simple sur filtre à poche ; - changement de filtre à charbon si nécessaire ;

Tableau 4: paramètres contrôlés et décisions prises lors de préparation du SS

b- Sirop fini (SF) :

Le sirop fini est un mélange de sirop simple et de sirop concentré appelé aussi extrait de base, qui est à son tour un mélange complexe d'arômes, d'acidifiants et de colorants.

Voici les étapes suivies lors de la préparation du sirop fini :

- Introduction, après contrôles, des ingrédients du produit dans un récipient où se fait le mixage avec l'eau traitée.
- Le mélange est ensuite envoyé à la cuve de sirop fini dans lequel s'effectue le mixage avec le sirop simple à l'aide d'une pompe qui maintient l'agitation pendant 30 min.
- Repos du sirop fini pendant 15 min afin d'assurer sa désaération.

Le SF doit soumettre à des contrôles réguliers qui sont :

► Mesure du Brix :

Le brix est la teneur d'une solution en sucre. Et pour le mesurer on procède de la manière :

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.

► Contrôle du GOA

Ce contrôle est nécessaire et il ne faut jamais le négliger, parce que le goût, l'odeur et l'apparence sont des paramètres très importants. Ainsi, on obtient du sirop fini, respectant toutes les normes et bien contrôlé, qui va être envoyé au mixeur pour la dernière étape de préparation de la boisson.

➡ Après chaque préparation du sirop il est nécessaire d'éliminer toutes traces de ce dernier par le nettoyage et la stérilisation des cuves utilisées afin de garantir une préparation conforme de chaque sirop et d'éviter tous problèmes de non conformité.

Les opérations de sanitation des équipements s'imposent pour débarrasser ces derniers des traces de produits restants.

c- Mixage :

Une fois préparé, le sirop fini est envoyé (de la siroperie) vers le mixeur (dans la zone de remplissage des bouteilles) pour la réalisation de la dernière phase de la production de la boisson, qui est le mixage.

Le mixage consiste à mélanger le sirop fini avec l'eau traitée refroidie par l'eau glycolée et du gaz carbonique (CO₂ alimentaire) dans des proportions bien définies.

4- Le conditionnement :

Une fois la boisson gazeuse est prête, elle est envoyée du mixeur vers la soutireuse.

Il s'agit de la mise en bouteilles, c'est une étape considérable, car c'est l'emballage primaire des boissons.

Avant leur remplissage, les bouteilles en verre rassemblées des points de vente, doivent passer par plusieurs étapes :

a- Dépalettisation :

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

b- Dévissage :

Les bouteilles qui sont encore avec leurs capsules à vis sont dévissées avec des dévisseuses.

c- Décaissage :

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

d- Lavage des bouteilles en verre :

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

e- L'inspection visuelle par les mireurs :

A pour but d'éliminer les bouteilles étrangères, mal lavées et ébréchées.

f- L'inspection électronique :

S'effectue avant le soutirage, avec une machine appelée inspectrice, dans le but d'éjecter les bouteilles contenant un liquide résiduel ou des corps étrangers.

Le réglage de cette machine consiste à contrôler ses compteurs et à régler avec précision la sensibilité de chaque test suivant le degré de la lumière projetée sur l'endroit ainsi que la vitesse de la chaîne du convoyeur et sa position.

Ainsi les bouteilles sont prêtes à être remplies par la boisson et bouchonnées, et c'est le rôle de la soutireuse et la visseuse.

Les paramètres à surveiller	Les décisions prises en cas de dérive
L'efficacité de l'inspection électronique	-réglage de l'inspectrice ;
L'efficacité de l'inspection visuelle, test et rotation des mireurs	- renforcement du virage visuel ;

Tableau 5: paramètres à surveiller et décisions prises lors de l'inspection électronique

g- Soutirage et bouchage :

Les bouteilles, une fois lavées et débarrassées de toutes impuretés, sont remplies par la boisson à l'aide de la soutireuse.

Par la suite, elles sont fermées hermétiquement au niveau de la visseuse. Les bouteilles ainsi remplies et fermées sont contrôlées visuellement par un appareil électronique, afin de retirer les bouteilles mal remplies ou mal bouchées.

	Les paramètres à contrôler	Les décisions prises en cas de dérive
Soutirage	Débris de verre	- isolement et destruction du lot de produit fini contaminé ;

	L'état et pression des douches	-entretien des douches (pression et alignement);
Bouchage	Débris de verre	- isolement et destruction du lot de produit fini contaminé ; - entretien des têtes de boucheuse/visseuse ;
	Apparence du produit fini	
	Etat des têtes de boucheuse/visseuse	

Tableau 6: paramètres à surveiller et décisions prises pendant le soutirage et le bouchage

h- Codage :

Le codage se fait avec le dateur qui est une machine programmée à chaque début de production dont le rôle est d'imprimer sur les bouchons des bouteilles remplies de la boisson :

- La date et l'heure de production.
- La date limite de consommation.
- Le numéro de ligne de remplissage de bouteille.
- Le centre de production : exemple F (Fès).

Ces renseignements sont imprimés sur le bouchon des bouteilles par la tête de l'appareil, ce dernier exige un entretien (le lavage par un produit spécial) à cause de sa grande sensibilité.

i- Etiquetage :

C'est l'opération qui consiste à coller des étiquettes (qui contiennent des renseignements sur le produit) sur toutes les bouteilles en verre, sauf celles de Coca-Cola, grâce à une machine appelée étiqueteuse.

j- Encaissage :

C'est la dernière étape de production. Une machine, appelée encaisseuse, met les bouteilles dans des caissiers pour les transporter au magasin.

k- Palettisation :

Cette opération consiste à mettre les caissiers sur les palettes d'une façon bien organisée sous forme de parallélogramme à l'aide des barrières motorisées par des vérins pneumatiques. Le palettiseur exécute le contre travail du dépalettiseur.

Alors, il ne reste que le stockage de la boisson dans les camions pour la distribution.

Partie II :

Description du service contrôle qualité

Avant de traiter mon sujet je vais donner un aperçu général sur le service contrôle de qualité et plus précisément le laboratoire où j'ai effectué mon stage.

Le laboratoire représente un service très important parallèlement à la chaîne de production.

Ce dernier se compose de quatre cellules :

1- Cellule microbiologique :

L'opérateur de cette cellule s'occupe de tout ce qui est contrôle microbiologique :

- au cours de traitement des eaux ;
- contrôle de la microbiologie de l'air ;
- sirop fini ;
- produits finis ;
- sucre réceptionné ;
- eau de table ;
- produits réceptionnés ;
- ...etc

2- Cellule métrologique :

Il s'agit de contrôler tous les appareils de mesure au sein du laboratoire et leur étalonnage, ainsi que tous les thermomètres et les manomètres des machines de production.

3- Cellule de contrôle sur toute la ligne de production :

Plusieurs contrôles sont effectués tout au long de la production :

Contrôle du produit fini : les paramètres suivants sont surveillés :

- **GOA** (Goût, Odeur, Apparence) ;
- **La hauteur de remplissage** ;
- **Le Brix** : c'est le pourcentage en poids du saccharose dans la boisson, et mesuré par un densimètre électronique DMA 5000.
- **Le volume en CO₂** : en mesurant la pression et la température de la boisson, on peut déterminer le volume de CO₂ correspondant à partir d'un tableau qui donne les volumes de CO₂ équivalentes aux couples (pression-température).
- **Débris de verre** : il s'agit d'éliminer les bouteilles proches de celles exposées lors de soutirage, pour rechercher s'elles contiennent des débris de verre, en utilisant une lampe d'inspection.
- **Fermeture des bouteilles** ;

4- Cellule de contrôle à la réception :

Cette division a pour rôle de contrôler toute matière première entrante à l'usine, ainsi que tout produit fini acheté d'autres entreprises :

La soude :

Pour accorder la réception de la soude, un contrôle d'un échantillon doit être effectué afin de vérifier que son pourcentage dans la solution est conforme à la valeur exigée.

L'acide chlorhydrique :

Un échantillon d'HCl doit être prélevé de la citerne reçue pour calculer son pourcentage dans la solution.

L'eau de javel

Le sel marin (NaCl)

Le sucre

Le CO₂

Les produits finis réceptionnés d'autres entreprises (eaux de tables, jus, cannettes des boissons gazeuses...)

Les bouteilles nouvelles en verre

Les étiquettes :

Pour garantir que les étiquettes reçues sont de bon état, les mesures suivantes sont effectuées :

- La largeur, la longueur et l'épaisseur ;
- Test de soude et température : en immergeant les étiquettes dans une solution de soude et en les mettant au bain Marie à une température égale à celle des bains de la laveuse, afin de s'assurer que les étiquettes ne seront pas dissoutes dans ces conditions et donc ne vont pas gêner le lavage des bouteilles.
- Lecture du texte ;

Les bouchons couronnes :



- Mesure des diamètres interne et externe ;
- Lecture du texte ;
- Test de corrosion : en immergeant les bouchons dans une solution de sulfate de cuivre pour s'assurer que le verni interne est bien établi ;

Figure 5: bouchons couronnes

Les capsules à vis :

- Mesure des diamètres interne et externe ;
- Mesure d'épaisseur du joint ;
- Mesure de la hauteur de capsule ;
- Lecture du texte ;



Figure 6: capsule à vis

Partie III :

Evaluation de l'efficacité du lavage des bouteilles en verre

I- Introduction :

Lors de ce stage, le sujet de travail proposé est : *«l'évaluation de l'efficacité du lavage des bouteilles en verre»*.

Le lavage des bouteilles en verre est une étape critique au niveau de la série de production, car ces bouteilles représentent l'emballage primaire des boissons.

Après la réception des bouteilles qui sont déjà utilisées, elles doivent tout d'abord passer par un lavage approprié.

Donc la sensibilité de cette étape m'a motivé de choisir le thème de mon stage que j'ai déjà indiqué.

En effet, après la dépalettisation, le dévissage et le décaissage, les bouteilles sont arrivées à la machine laveuse où elles vont subir un lavage par une solution de soude puis un rinçage avec une eau chlorée.

Les tâches effectuées pendant cette période de stage résultent dans le suivi:

- ✿ des températures des bains ;
- ✿ du pourcentage de soude dans l'eau de lavage ;
- ✿ de concentration du chlore dans l'eau de rinçage ;
- ✿ de pression de rinçage ;
- ✿ des moisissures ;
- ✿ de traces de soude dans les bouteilles ;

II- Description de l'opération de lavage :

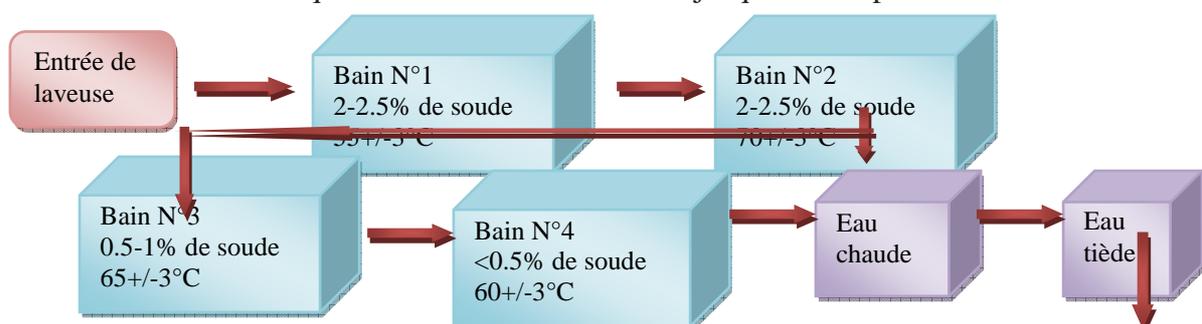
Cette opération est réalisée dans une machine laveuse, sachant que la laveuse de la ligne N°1 possède 4 bains de lavage avec la soude et un bain de rinçage, et celle de la ligne N°2 possède 2 bains de lavage et un autre de rinçage.

Le lavage des bouteilles passe par les étapes suivantes :

- ▶ **La pré-inspection** : c'est l'opération qui consiste à la sélection des bouteilles conformes, effectuée par l'opérateur.
- ▶ **Le pré-lavage** : est assuré par une eau adoucie tiède qui réchauffe légèrement la bouteille, permettant par la suite l'élimination des matières adhérant aux parois.
- ▶ **Le lavage à la soude caustique** : les bouteilles passent dans des bains contenant de la soude, cette dernière permet d'éliminer la saleté...

En effet, la soude ne possède pas de propriétés détergentes mais elle apporte une réserve d'alcalinité permettant la neutralisation des acides gras et la saponification des corps gras d'origine animale ou végétale.

- ▶ **Le pré-rinçage** : est une opération de rinçage des bouteilles afin d'éliminer les traces de détergent, se fait dans trois bains contenant une eau adoucie chaude, tiède et froide.
- ▶ **Rinçage final** : 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.



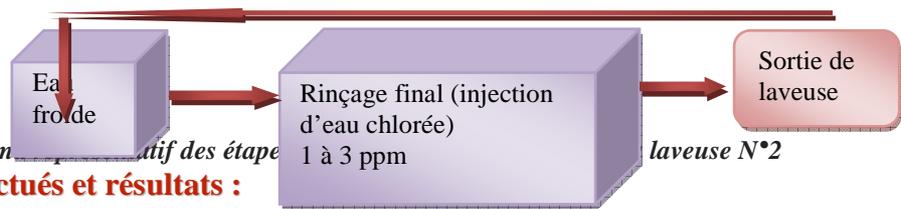


Figure 7: Schéma simplifié des étapes de lavage

III- Travaux effectués et résultats :

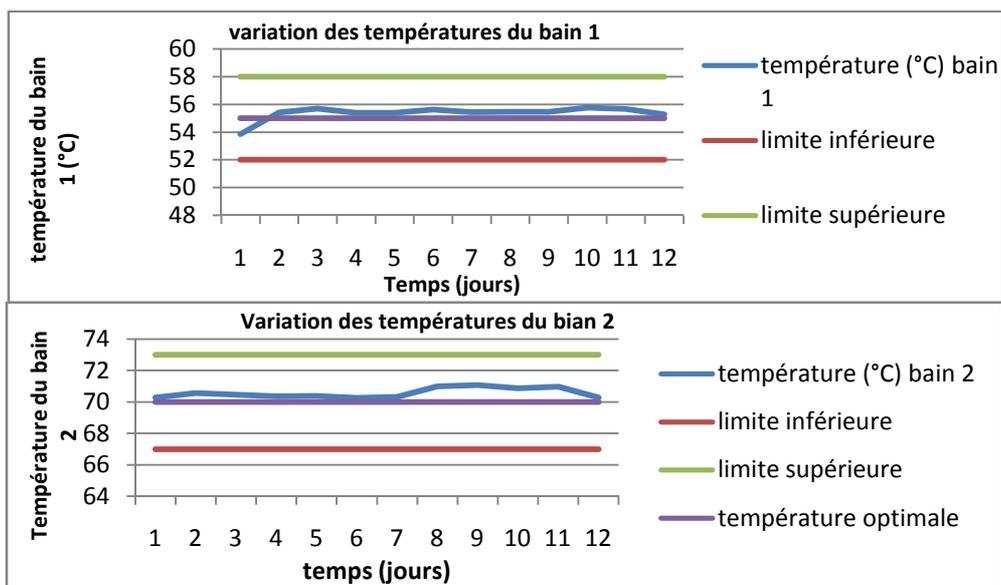
Le suivi effectué concerne les paramètres de la laveuse n°2.

1- Contrôle des températures :

Les températures des bains de lavage sont surveillées chaque heure.

Jour N°	Date	Température en °C dans le bain 1	Température en °C dans le bain 2	Température en °C dans le bain 3	Température en °C dans le bain 4
1	15-04-2014	53.85	70.30	63.70	59.55
2	16-04-2014	55.42	70.58	65.12	60.73
3	17-04-2014	55.68	70.48	64.88	60.73
4	18-04-2014	55.40	70.37	64.90	60.60
5	21-04-2014	55.40	70.40	65.00	60.10
6	22-04-2014	55.63	70.27	65.37	60.83
7	23-04-2014	55.43	70.33	65.40	60.60
8	24-04-2014	55.47	71.00	65.27	60.70
9	25-04-2014	55.47	71.07	66.30	61.17
10	28-04-2014	55.76	70.87	65.97	60.66
11	29-04-2014	55.67	70.97	66.00	61.30
12	30-04-2014	55.27	70.30	65.10	60.40

Tableau 7: résultats des températures dans les bains



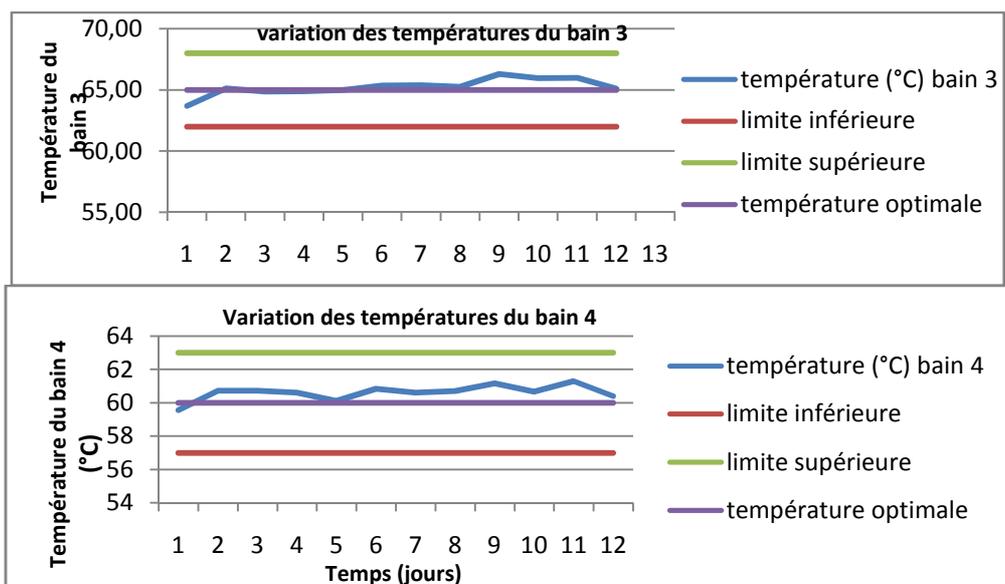


Figure 8: cartes de contrôle de variation des températures des 4 bains

2- Contrôle du pourcentage de soude :

La quantité de soude utilisée pour le lavage des bouteilles ne doit pas dépasser certaines normes, pour cela des dosages périodiques (toutes les 2 heures) doivent être réalisés.

☀ Mode opératoire :

- Prélever un échantillon du bain concerné ;
- Introduire dans un bécher 25ml de l'eau traitée ;
- Ajouter 5 ml de l'échantillon prélevé ;
- Ajouter 2 ml de chlorure de baryum ($BaCl_2$) de 0.25% (il joue le rôle d'un complexant) ;
- Ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine (indicateur coloré) ;
- Titrer avec une solution d'acide sulfurique (H_2SO_4) de 1.25 N ;

☀ Résultats des contrôles pendant la période de stage :

Jour N°	Date	Moyenne de % de soude dans le bain 1	Moyenne de % de soude dans le bain 2	Moyenne de % de soude dans le bain 3	Moyenne de % de soude dans le bain 4
1	15-04-2014	2.25	2.25	0.50	0.05
2	16-04-2014	2.27	2.27	0.55	0.10
3	17-04-2014	2.30	2.33	0.58	0.13
4	18-04-2014	2.13	2.20	0.56	0.20
5	21-04-2014	2.20	2.30	0.50	0.30
6	22-04-2014	2.17	2.23	0.57	0.20
7	23-04-2014	2.23	2.23	0.60	0.20
8	24-04-2014	2.20	2.25	0.60	0.20
9	25-04-2014	2.20	2.30	0.60	0.20
10	28-04-2014	2.13	2.20	0.60	0.20
11	29-04-2014	2.27	2.30	0.60	0.20
12	30-04-2014	2.25	2.25	0.60	0.20

Tableau 8: résultats du suivi des % de la soude dans les bains

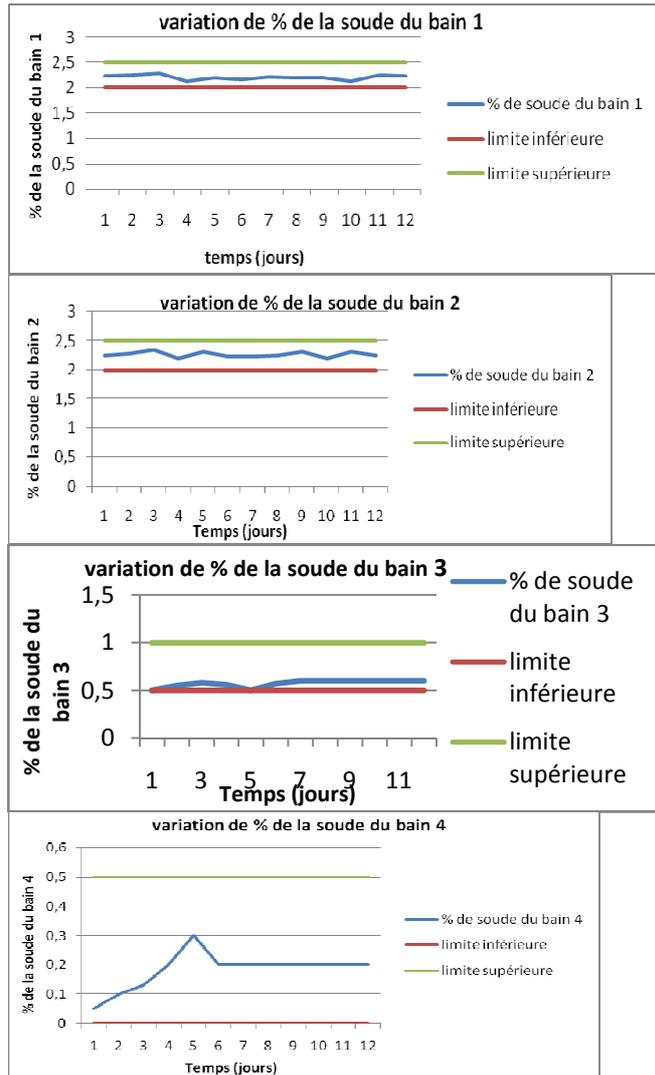


Figure 9: cartes de contrôle de variation des % de la soude des 4 bains

3- Contrôle de concentration du chlore :

La concentration en chlore de la solution de rinçage doit être aussi suivie après chaque 2 heures, en utilisant un appareil appelé comparateur de chlore.

✿ Principe du suivi du chlore :

- Après le prélèvement de l'échantillon de l'eau chlorée du bain de rinçage ;
- On l'introduit dans la cuve du comparateur ;
- On le rajoute un réactif DPD n°1 ($C_{10}H_{16}N_2$) sous forme de pastilles, qui réagit avec le chlore en changeant la couleur proportionnellement avec la concentration du chlore ;
- On compare la couleur obtenue par des couleurs de référence classées sur un disque, chaque couleur correspond à une concentration précise, dont les valeurs varient entre 1 et 4mg/l.



Figure 10: image du comparateur du chlore



Figure 11: image du réactif DPD n°1

4- Contrôle de pression de rinçage :

La pression de l'injection de l'eau chlorée dans les bouteilles est contrôlée après chaque heure, les valeurs de pression sont lues sur un manomètre.

✿ Résultats des contrôles

Jour N°	Date	Concentration du chlore en (ppm) dans l'eau de rinçage	Pression de rinçage en (bar)
1	15-04-2014	1.6	1.4
2	16-04-2014	1.5	1.2
3	17-04-2014	1.2	1.2
4	18-04-2014	1.5	1
5	21-04-2014	1.2	1
6	22-04-2014	1.2	1
7	23-04-2014	1.2	1
8	24-04-2014	1.2	1
9	25-04-2014	1.2	1
10	28-04-2014	1.2	1
11	29-04-2014	1.2	1
12	30-04-2014	1.2	1

Tableau 9: résultats du suivi des concentrations du chlore et des pressions de rinçage

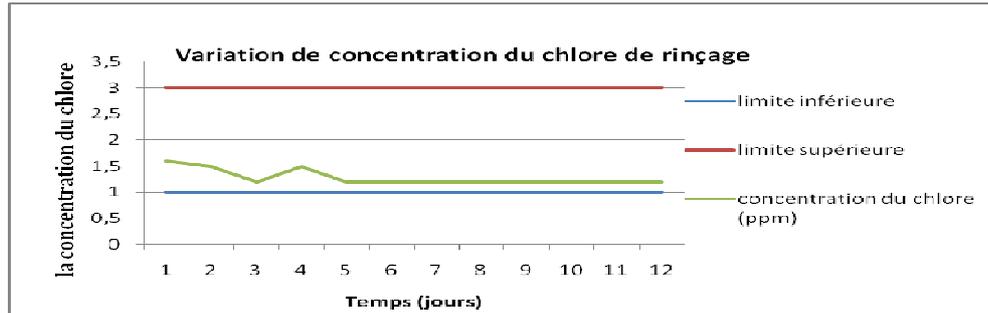


Figure 12 : carte de contrôle de variation de concentration du chlore

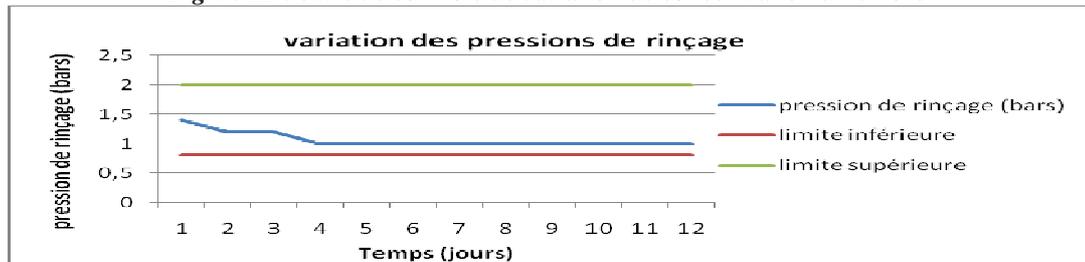


Figure 13 : carte de contrôle de variation des pressions de rinçage

5- Contrôle des moisissures :

Ce contrôle est appelé «Test du Bleu de Méthylène», ce test permet de mettre en évidence l'existence des moisissures. Ce contrôle est effectué au démarrage du lavage et après chaque changement de taille.

On injecte le bleu de méthylène au fond et sur les parois des bouteilles puis on les lave par l'eau, l'apparition des tâches bleues montre la présence des moisissures.

✿ Résultats :

Pour tous les suivis effectués, il n'y avait aucune tâche bleue sur les parois des bouteilles.

6- Contrôle de traces de soude :

Après le rinçage avec l'eau chlorée, des traces de soude sont susceptibles de rester dans les bouteilles.

Pour s'assurer de cela on introduit des gouttes de phénolphtaléine dans les bouteilles. S'il y a un résidu de soude il y aura une coloration rose.

✿ Résultats :

Il n'y avait aucune coloration rose pendant les contrôles effectués.

7- Les normes exigées par la CBGN concernant le lavage des bouteilles :

✿ Laveuse 1 :

Les paramètres		Les normes	Les décisions prises en cas de dérive
Températures des baigns	Bain 1	55+/-3°C	-blocage du lot de produit fini et contrôle microbiologique ; - entretien de la laveuse ;
	Bain 2	70+/-3°C	
	Bain 3	65+/-3°C	
	Bain 4	60+/-3°C	
% de soude	Bain 1	2 à 2.5	
	Bain 2	2 à 2.5	

	Bain 3	0.5 à 1	- réglage des paramètres de lavage ; - contrôle des équipements de mesures ;
	Bain 4	< 0.5	
Concentration du chlore		1 à 3 ppm	
Pression de rinçage		0.8 à 2 bars	
Moisissures		Néant	
Traces de soude		Néant	

Tableau 10 : paramètres contrôlés au niveau de la laveuse N°1 et normes exigées

❁ **Laveuse 2 :**

Les paramètres		Les normes	Les décisions prises en cas de dérive
Températures des bains	Bain 1	70+/-3°C	-blocage du lot de produit fini et contrôle microbiologique ; - entretien de la laveuse ; - réglage des paramètres de lavage ; - contrôle des équipements de mesures ;
	Bain 2	70+/-3°C	
% de soude	Bain 1	1.5 à 2	
	Bain 2	2 à 2.5%	
Concentration du chlore		1 à 3 ppm	
Pression de rinçage		0.8 à 2 bars	
Moisissures		Néant	
Traces de soude		Néant	

Tableau 11: paramètres contrôlés au niveau de la laveuse N°2 et normes exigées

IV- Interprétation des résultats :

1- Les températures :

D'après les résultats obtenus durant la période du suivi (tableau 7), on constate que les valeurs des températures sont comprises entre les valeurs minimales et maximales autorisées pour chaque bain, donc elles sont dans l'intervalle exigé par la société, ce qui montre que les bouteilles sont bien lavées.

2- Pourcentage de la soude dans les bains :

Les contrôles effectués pour suivre le pourcentage de la soude dans les quatre bains donnent les résultats représentés dans le tableau 8.

D'après ces résultats, on remarque que tous les pourcentages de soude des bains 1, 2, 3 et 4 sont conformes aux normes.

3- Concentration du chlore :

Toutes les valeurs obtenues lors de suivi de concentrations du chlore dans l'eau de rinçage (tableau 9) sont conformes aux normes (comprises entre 1 et 3 ppm), ce qui assure un bon rinçage des bouteilles c'est-à-dire l'élimination de toute trace de soude (qui est toxique à certaines concentrations).

4- Pression d'eau de rinçage :

Le suivi des pressions de rinçage (tableau 9) donne des valeurs conformes aux normes exigées (0.8 à 2 bars), ce qui introduit une injection efficace de l'eau chlorée dans les bouteilles (rinçage du fond des bouteilles et de leurs parois), et donc assurer un bon rinçage, une meilleure désinfection et élimination de résidu de soude.

5- Test des moisissures :

Le test du bleu de méthylène n'a montré aucune existence de moisissures, ce qui confirme que le lavage était bien effectué.

6- Traces de la soude :

Le contrôle des traces de soude était négatif, ce qui montre que le rinçage était efficace.

Conclusion

Considérées comme des produits alimentaires, les boissons gazeuses ne doivent présenter aucun préjudice à la santé des consommateurs, ce qui nécessite des contrôles réguliers de la qualité au niveau de toutes les étapes, partant de la réception de la matière première jusqu'au produit fini.

Pour que ces contrôles aient une crédibilité et une efficacité, ils sont valorisés par des normes exigées par l'entreprise afin d'évaluer les écarts et les corriger, dont le but est de garantir une bonne qualité.

Au niveau de mon expérience, Il est évident que mon stage au sein de la CBGN a été bénéfique, surtout avec l'hospitalité de son personnel et de son expérience très riche dans le domaine industriel.

C'était une occasion pour appliquer les connaissances théoriques acquises au cours des 3 ans de ma formation et s'ouvrir sur le monde professionnel.

En effet, le stage que j'ai effectué à la CBGN m'a permis de suivre les paramètres physicochimiques du lavage des bouteilles dans la laveuse 2: la température des bains, le pourcentage de la soude dans les bains, la concentration du chlore de rinçage, la pression de rinçage, le test des moisissures et le résidu de la soude.

Les résultats obtenus lors du suivi de ces paramètres sont conformes aux normes. Cela montre l'efficacité de lavage, des appareils et des produits utilisés.

La bonne réalisation de lavage contribue sans doute dans la garantie d'une bonne qualité de la boisson et donc préserver la santé du consommateur contre tout risque.

Bibliographie et webiographie

<http://fr.scribd.com/doc/38422255/Rapport-de-Stage-CBGN-Loutfi-Nabil>

<http://fr.scribd.com/doc/95496497/Projet-de-Fin-d-Etudes>

Les documents et les fiches des normes utilisés dans le laboratoire de la CBGN.