



Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

Thème :
**Analyse physico-chimique des eaux traités et contrôle
qualité des matières premières**

Présenté par :

- ◆ MAHMI walid

Encadré par :

- ◆ Mr ELKHAMMAR Fahmi (CBGN)
- ◆ Pr KANDRI RODI adiba (FST)

Soutenu Le 08 Juin 2017 devant le jury composé de:

- Pr KANDRI RODI adiba
- Pr MOUGHAMIR Khadija
- Pr SABIR Safia
- Mr ELKHAMMAR Fahmi (CBGN)

Stage effectué à la C.B.G.N-FES

Année Universitaire 2016 / 2017

Dedicace

Je dédie ce travail :

A mes chers parents qui m'offrent toutes les conditions pour réaliser mes rêves et mes objectifs, et qui grâce à leurs aides matérielles et morales je suis arrivé à ce niveau de formation.

A mon encadrant de projet de fin d'étude Mme adiba kandri rodi

A mes chers professeurs pour la meilleure formation qui nos offrons, aussi à notre chef de filière Mr. Ahmed harrach

A mes chères frères et sœurs pour leurs meilleurs et sensibles sentiments, et qui m'ont partagés la joie de la réussite et même le chagrin.

A mes collègues de département Génie chimique.

Remerciements

Louange à DIEU tout puissant de nous avoir accordé la force d'accomplir ce travail.

Je tiens à remercier **Monsieur le Directeur** de la Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord de Fès qui m'a donné l'opportunité de passer ce stage au sein de la société.

Je remercie sincèrement mon encadrant à la FST Professeur **Adiba kandri rodi** pour le privilège qu'il m'a fait en acceptant de diriger mon travail.

Je présente mes sincères remerciements à mon encadrant de stage **Mr. EIKHAMMAR Fahmi**, d'encadrer ce présent projet, et aussi pour la qualité de son encadrement, ses précieux conseils, ses encouragements, ses fructueuses orientations et son soutien tout au long du déroulement de ce stage.

Mes reconnaissances et remerciements s'adressent également à **Mr. EIKHAMMAR Ouahid** pour la confiance, le grand soutien et tout le personnel de la CBGN pour leur aide, leur compréhension et leur sympathie.

Je tiens aussi à remercier tous les membres de jury qui ont bien accepté de m'accorder de leur temps pour juger ce travail. Qu'ils trouvent ici tous le témoignage de ma reconnaissance et l'assurance de mon respect.

Finalement je suis vraiment reconnaissante à toute personne qui m'a aidé de près ou de loin à réaliser ce modeste travail.

Liste des abréviations

CBGN : Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord

ECCBC : Equatorial Coca-Cola Bottling Company

ISO : Organisation Internationale de normalisation

E.P.I : équipements de protection individuel

G.O.A : Gout, Odeur et Apparence.

TAC : Titre Alcalimétrique Complet.

TA : Titre Alcalimétrique.

TDS : Taux Des Solides Dissous.

N.T.U : Unité Néphélométrique de Turbidité.

ppm : Partie Par Million

DPD :Diéthyl-p-phénylènediamine

Liste des figures

Figure 1 : Organigramme de la direction de l'usine

Figure 2 : organigramme de l'assurance qualité

Figure 3 :E.P.I

Figure 4 : signalisation

Figure 5 : Schéma de principe du traitement des eaux

Figure 6 : Schéma du processus de l'adoucissement de l'eau

Figure 7 : schéma de préparation de sirop fini

Figure 8 : Processus d'embouteillage

Figure 9 : zahm munie d'un manomètre

Figure 10 : densimètre électronique

Figure 11 : torque-mètre

Figure 12 : variation de TAC au cours du temps

Figure 13 : variation de turbidité au cours du temps

Figure 14 : variation de TDS au cours du temps

Liste des tableaux

Tableau 1 : produits fabriqués par la compagnie en verre

Tableau 2 : exigence de l'extrait de base

Tableau 3 : résultat de $V(\text{CO}_2)$ et le degré brix

Tableau 4 : les paramètres contrôlés pour l'eau brute

Tableau 5 : les paramètres contrôlés pour les différentes étapes de traitement

Tableau 6 : les résultats trouvés pour TAC

Tableau 7 : les résultats trouvés pour la turbidité

Tableau 8 : les résultats trouvés pour TDS

Tableau 9 : les résultats trouvés pour l'aluminium

Sommaire

Introduction.....	01
Chapitre 1 : présentation de la CBGN.....	02
I. Historique de coca-cola au Maroc.....	03
II. Historique de la CBGN-Fés.....	03
III. Fiche technique.....	04
IV. Produits fabriqués par la CBGN.....	04
V. Organigramme.....	05
VI. Présentation du laboratoire	06
VII. Application d'un système qualité sécurité et environnement au sein de la CBGN.....	07
Chapitre 2 : Traitements des eaux destinés pour la production des boissons gazeuses et processus de fabrication.....	10
I. Traitement des eaux.....	11
1. Généralités	11
2. Schéma du principe de traitement d'eau en CBGN	12
3. Description des différentes étapes du traitement d'eau.....	13
4. Eau adoucie.....	14
II. La siroperie.....	15
1. Préparation du sirop simple.....	15
2. préparation du sirop fini.....	16
III. EMBOUTEILLAGE.....	17
Chapitre 3 : Analyse physico-chimique des eaux traitées et contrôle de qualité de matière première au niveau du laboratoire.....	18
I. Contrôle à la réception.....	19
1. Contrôle du sucre.....	19
2. Contrôle du concentré et extrait de base.....	21
II. Contrôle des produits finis.....	21
1. Volume en CO ₂	21

2. Le degré brix.....	22
3. Résultats de V(CO ₂) et le degré brix	
4. Inversion du Brix des boissons.....	23
5. Contrôle de torque.....	24
III. Analyses physico-chimiques des eaux.....	24
A. But.....	25
B. Intervention correctives.....	26
C. Les paramètres contrôlés.....	26
1. Titre alcalimétrique (TA) et Titre alcalimétrique complet (TAC).	26
2. La teneur en aluminium.....	27
3. Mesure de Teneur en chlore résiduel.....	27
4. La turbidité.....	28
5. Taux de solide dissous (TDS).....	28
IV. Résultats et discussions.....	28
1. Suivi des paramètres physico-chimique au niveau de filtre à charbon	
.....	28
Conclusion.....	33
Références bibliographiques.....	34

Introduction

La compagnie des boissons gazeuses du nord est une entreprise d'embouteillage des boissons gazeuse qui vise à présenter des produits de haute qualité pour satisfaire les besoins explicites et implicites des consommateurs.

Pour garantir une bonne qualité des produits et Pour faire face à la concurrence la CBGN Fès engagée à mettre en place un département de management intègre Qualité Sécurité Environnement QSE.

J'ai effectué mon stage à la CBGN-Fès dans le service contrôle qualité, ma tâche était d'une part le contrôle des matières premières et du produit fini et d'autre part le suivi du processus de traitement des eaux utilisées pour produire les boissons gazeuses par différentes analyses physico-chimique effectuées au niveau du laboratoire. J'ai également assisté aux étapes du processus de fabrication des boissons gazeuses.

Mon rapport se présente sous forme de trois chapitres :

- le premier chapitre est consacré sur la présentation de la société.
- Le deuxième chapitre décrit le processus de traitement des eaux destinés pour la production des boissons gazeuses et processus de fabrication.
- le troisième chapitre expose les Analyses physico-chimique des eaux traitées et contrôle de qualité de matière première au niveau du laboratoire.



Chapitre I :

Présentation de la CBGN

I. Historique de COCA COLA au Maroc

Les premières caisses Coca-Cola ont été importées en 1947 par l'armée américaine qui disposait d'un contingent sur la ville de Tanger pendant la seconde guerre mondiale.

Quelques années plus tard, de petites usines ont été mises en place respectivement à Tanger, Casablanca, Fès, Oujda, Marrakech, Agadir et Rabat. Ces petites unités de production se sont réorganisées. Désormais, les différents embouteilleurs de Coca-Cola sont :

La Société Centrale des Boissons Gazeuses (SCBG) pour Casablanca et Rabat, l'Atlas Bottling Company pour Tanger et Oujda, la Compagnie des Boissons Gazeuses du Sud pour la ville de Marrakech (CBGS), la Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord pour la ville de Fès (CBGN), pour la ville d'Agadir il s'agit de la Société des Boissons Gazeuses du Souss (SBGS).

Toutes ces usines de production sont devenues des franchises de Coca-Cola. Chacune d'elles dispose d'un territoire délimité dans lequel elles distribuent les produits Coca-Cola.[1]

II. Historique de CBGN-Fès

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

1952 : création de La compagnie des boissons gazeuses du nord, CBGN-Fès, à la place actuelle de l'hôtel Sofia.

1978 : transmission de la CBGN au nouveau quartier industriel sidi Brahim.

1952 \square 1987 : la compagnie ne fabrique que Coca-cola et FANTA orange.

1988 : Pour augmenter sa part du marché, elle a décidé de produire des nouveaux Produits : Hawaï tropical, pom's, Sprite...

1991 : Pour les mêmes raisons elle a lancé les bouteilles en plastique PET (polyéthylène et téréphtalique).

1997 : Elle acquiert la SIM (Société industrielle marocaine).

2002 : La CBGN devient filiale de l'ECCBC et par la suite de CocaCola Holding.

Aujourd'hui, la CBGN dispose deux lignes de production de verre ; sa superficie s'étend sur 64.260 m² avec cinq centres de distribution : Fès, Meknès, Errachidia, Khénifra et Sidi Slimane.[1]

L'usine dispose de :

- ✓ Une station pour le traitement des eaux.
- ✓ Une ligne de production (siroperie).
- ✓ Trois chaudières pour la production de la vapeur.
- ✓ Ligne 1 et 2 des bouteilles en verre.
- ✓ Station d'épuration des eaux usées STEP

III. Fiche technique

Sigle: CBGN

Raison sociale: Compagnie des Boissons Gazeuses
du Nord

Activité : Embouteillage et distribution des
Boissons Gazeuses non alcoolisées

Secteur d'activité : Agroalimentaire

Adresse: Quartier Industriel Sidi Brahim

Téléphone : 0535965000

Fax: 0535965025

Boite postale : 2284

IV. Produits fabriqués par la CBGN

Tableau 1 : Produits fabriqués par la compagnie en verre.

Parfum	Taille (cl)			
	20	35	35,5	100
Coca Cola				
Hawai Tropical				
Fanta Orange				
Fanta Lemon				
Pom's				
Sprite				
Schweppes Citron				
Schweppes Tonic				

V. Organigramme

La CBGN est constituée de plusieurs directions: Finance, qualité, industrielle,
L'organigramme suivant récapitule l'organisation de la direction usine

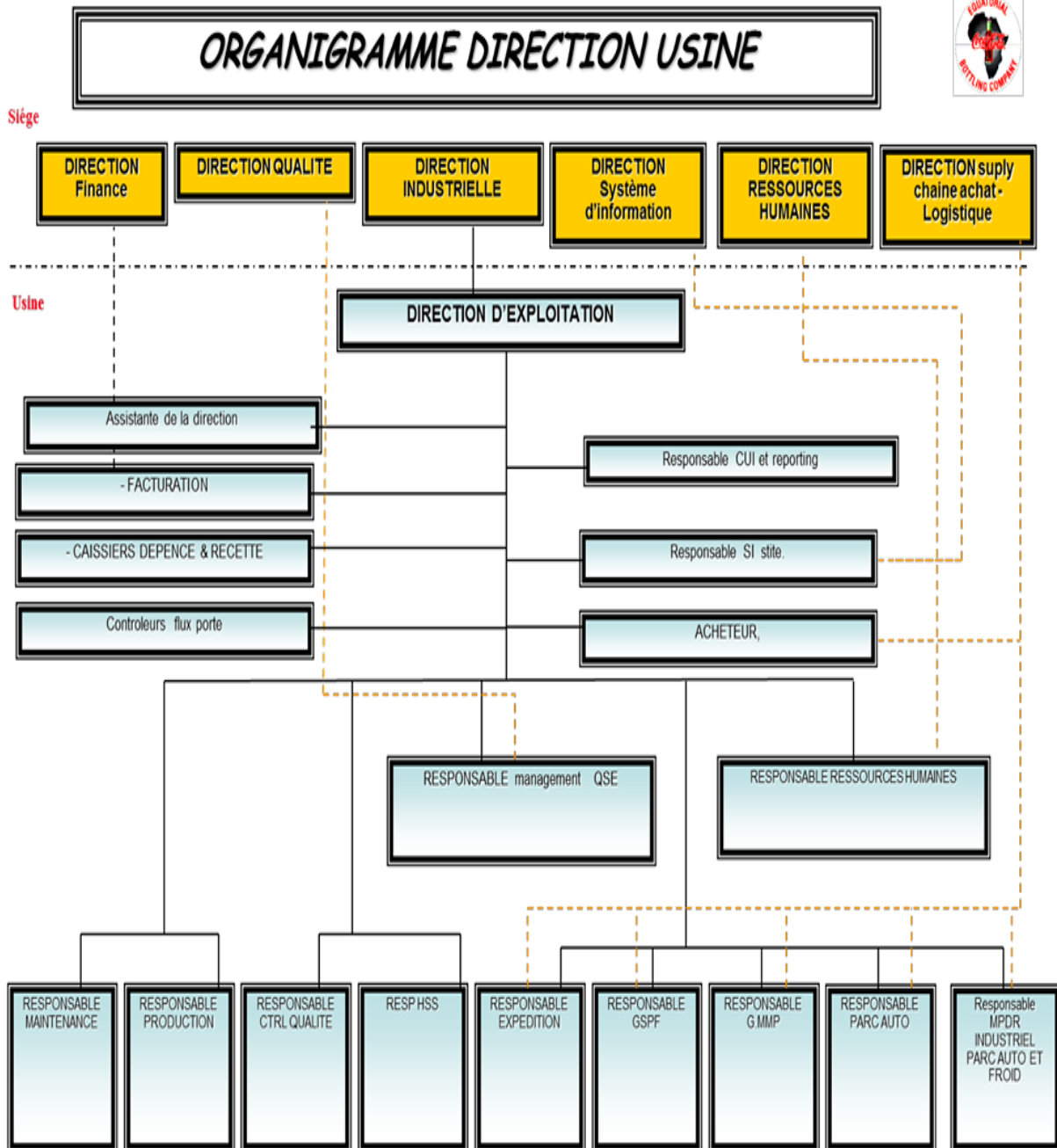


Figure 1 : Organigramme de la direction de l'usine

VI. Présentation du laboratoire :

Au sein de l'entreprise existe un laboratoire spécial de contrôle qui contient des appareils de mesure et de contrôle de qualité pour vérifier la conformité des produits au cours de la production et lors de la livraison à la distribution.

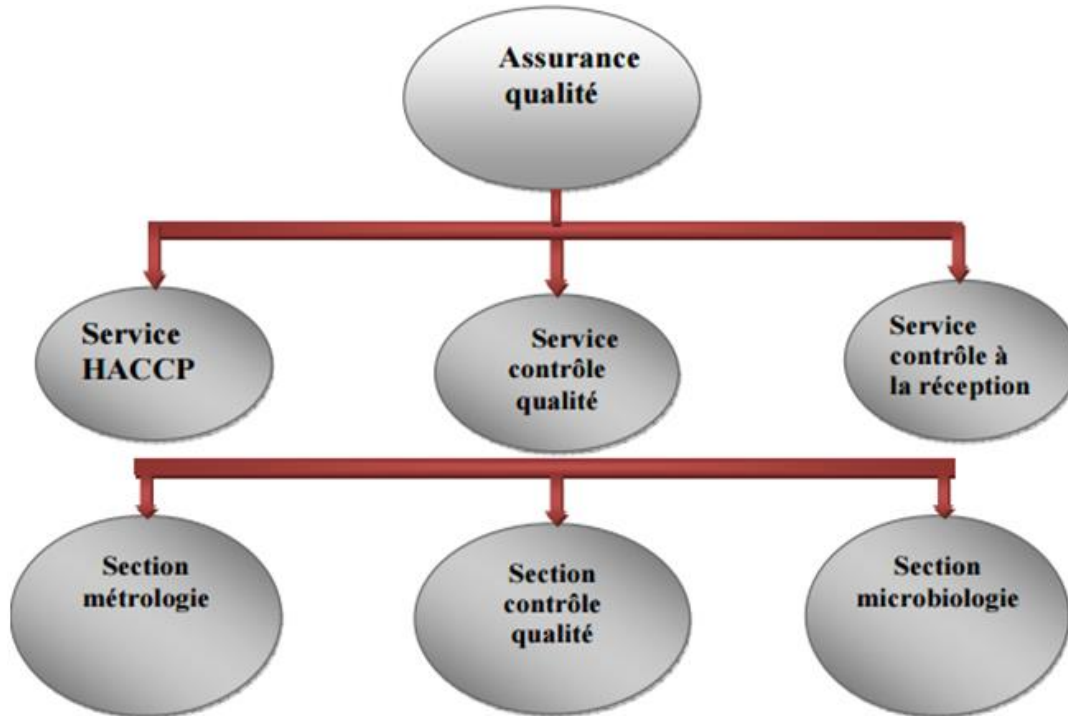


Figure 2 : organigramme de l'assurance qualité

Chaque service a un rôle bien précis qu'on doit contrôler avec soin pour garantir un produit fini sain et propre, ces contrôles doivent répondre aux normes pour ne pas provoquer des problèmes par la suite.

Dans le laboratoire on effectue plusieurs types de contrôles comme :

- ❖ Contrôle à la réception
- ❖ Contrôle au cours de la production
- ❖ Contrôle de lavage des bouteilles
- ❖ Contrôle bactériologique
- ❖ Contrôles physico-chimiques des eaux traitées.

VII. Application d'un système qualité sécurité et environnement au sein de la CBGN

• Généralités

-Normalisation : Une norme est un document officiel réalisé par un organisme agréé. La normalisation est la rédaction de ces normes. Les établissements qui rédigent les normes sont appelés organisme de normalisation.

-À propos de l'ISO

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une organisation internationale non gouvernementale, indépendante, dont les 163 membres sont les organismes nationaux de normalisation. Par ses membres, l'Organisation réunit des experts qui mettent en commun leurs connaissances pour élaborer des Normes internationales d'application volontaire, fondées sur le consensus, pertinentes pour le marché, soutenant l'innovation et apportant des solutions aux enjeux mondiaux.

Notre Secrétariat central est situé à Genève, Suisse. En savoir plus sur notre structure et notre gouvernance.

- ISO 9001 :

La norme ISO 9001 fait partie de la série des normes ISO 9000, relatives aux systèmes de gestion de la qualité, elle donne les exigences organisationnelles requises pour l'existence d'un système de gestion de la qualité.

- ISO 18001 :

Cette norme permet de mettre en place un système de management de santé et de sécurité au sein de l'entreprise pour assurer un développement durable.

- ISO 14001 :

La norme ISO 14001 est la plus utilisée des normes de la série des normes ISO14000 qui concernent le management environnemental.

-Exemple d'application au sein du laboratoire :

La CBGN applique ces démarches qualité pour assurer la qualité du produit et la protection du personnel et de l'environnement

Pour répondre aux exigences des certificats

- ISO 9001 et ISO 22000 : La CBGN de Fès dispose d'un laboratoire de contrôles qualités, équipés des instruments et des appareils de mesures de contrôles et d'essais modernes

pour la préservation de conformité du produit au cours des opérations internes et lors de la livraison à la destination prévue.

la CBGN met en œuvre un contrôle a priori qui repose sur des analyses a chaque étape de production (ces analyse sont se présentés dans la 3^{ème} partie)

- ISO 14001 : Est une norme pour la gestion des déchets il y a deux type des déchets

Déchets solides sont tries et classé selon leur nature (metal, carton ou plastique)

Déchets liquide la CBGN mise en place une STEP pour traité tous les déchets liquide avant de les mettre dans la nature (ce traitement répond aux normes de la RADEEF)

- ISO 18001 : norme qui assurer la sécurité des personnels et évité les accidents de travail pour cela la CBGN :

→ La société fournit des équipements de protection individuelle E.P.I

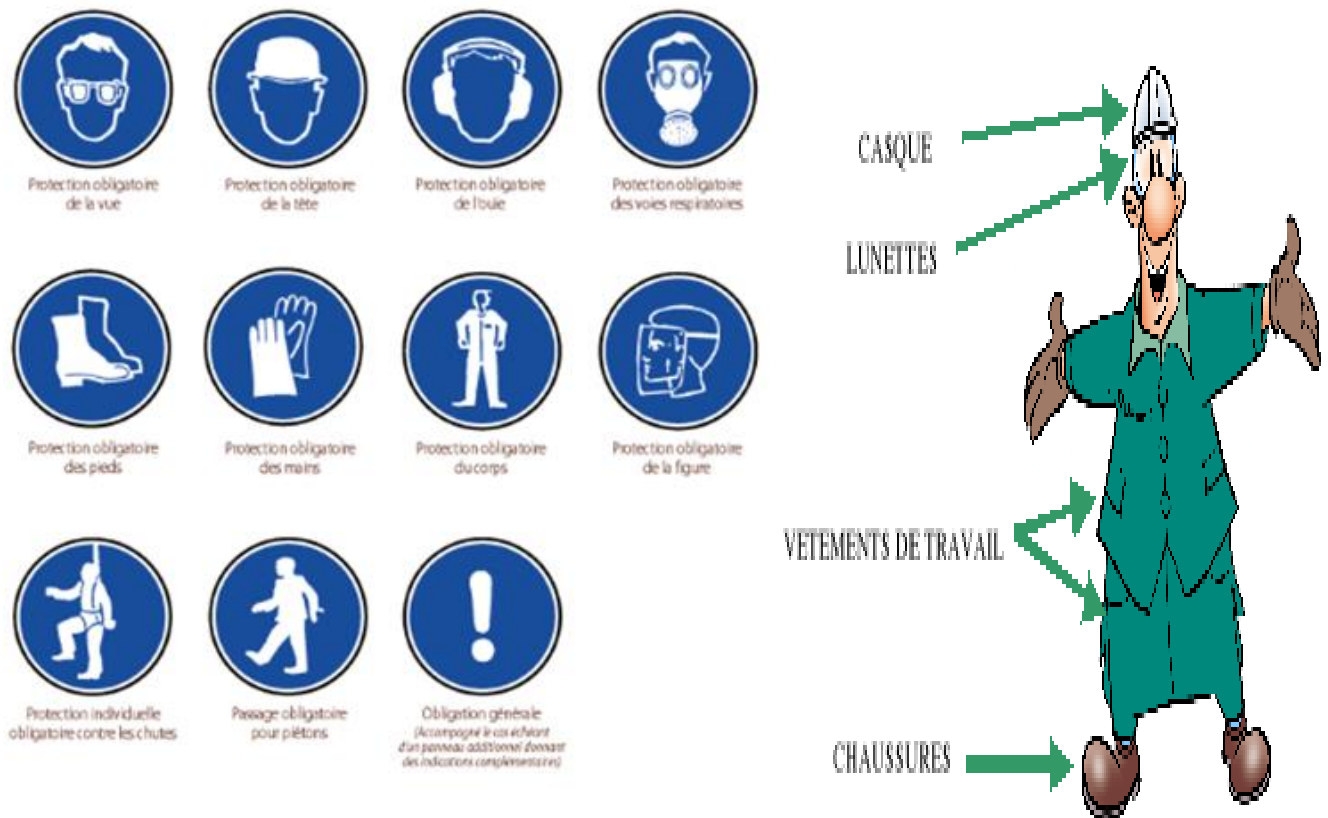


Figure 3 :E.P.I

→ La société met en place des signalisations d'interdiction et d'information pour assurer la prévention

Signalisations d'interdiction	Signalisation d'incendie
<p>Défense de fumer Flamme nue interdite et défense de fumer Interdit aux piteurs Défense d'éteindre avec de l'eau Eau non potable Entrée interdite aux personnes non autorisées Interdit aux véhicules de manutention Ne pas toucher</p>	<p>Lance à incendie Echelle Extincteur Téléphone pour la lutte contre l'incendie Direction à suivre (Signal d'indication additionnel aux panneaux ci-dessus) Direction à suivre (Signal d'indication additionnel aux panneaux ci-dessus) Direction à suivre (Signal d'indication additionnel aux panneaux ci-dessus) Direction à suivre (Signal d'indication additionnel aux panneaux ci-dessus)</p>
Sauvetage et Secours	Pictogramme (produits chimique)
<p>Sortie et issue de secours Sortie et issue de secours Sortie et issue de secours Sortie et issue de secours Téléphone pour le sauvetage et premiers secours Sortie et issue de secours Direction à suivre Direction à suivre Direction à suivre Direction à suivre Premiers secours Civière Douche de sécurité Rinçage des yeux</p>	<p>Explosif Inflammable Carburant Gaz sous pression Toxique Toxique, irritant Cancérogène, tératogène Danger pour le milieu aquatique</p>

Figure 4 : signalisation

Chapitre II :

Traitements des eaux destinés pour la production des boissons gazeuses et processus de fabrication

I. TRAITEMENT DES EAUX

1. introduction :

L'eau constitue l'élément majoritaire dans la production des boissons gazeuses et pour le lavage des boissons gazeuses, cette eau doit répondre à certaine norme donc elle subit un traitement

1. objectif

Le but du traitement d'eau est d'obtenir une eau ayant les caractéristiques chimiques, physiques et bactériologiques requises pour la qualité des boissons, en éliminant les impuretés susceptibles sans affecter le goût et l'aspect du produit. Parmi les constituants de l'eau qui jouent un rôle nuisible à la qualité des boissons, on trouve :

- **Les matières en suspension** : sont les microparticules, indésirable susceptible de provoquer une baisse rapide de la carbonatation et une formation de mousse lors du remplissage.
- **Les matières organiques** : les eaux chargées de matières organiques peuvent entraîner la formation de collerette ou de floc dans la boisson quelques heures ou plus après la fabrication.
- **Les micro-organismes** : sont présents dans la plupart des eaux, ils peuvent donc se développer dans plusieurs jours ou semaines après la fabrication et changer le goût et l'aspect du produit fini.
- **Les substances sapides et odorantes** : telles que le chlore, les chloramines et le fer peuvent réagir avec les arômes délicats des boissons en modifiant le goût.
- **L'alcalinité** : due aux bicarbonates, carbonates et aux hydroxydes, ces derniers peuvent donner un goût anormal au produit fini.[2]

2. Schéma du principe de traitement d'eau en CBGN

Ce schéma présente les différentes étapes de traitement des eaux

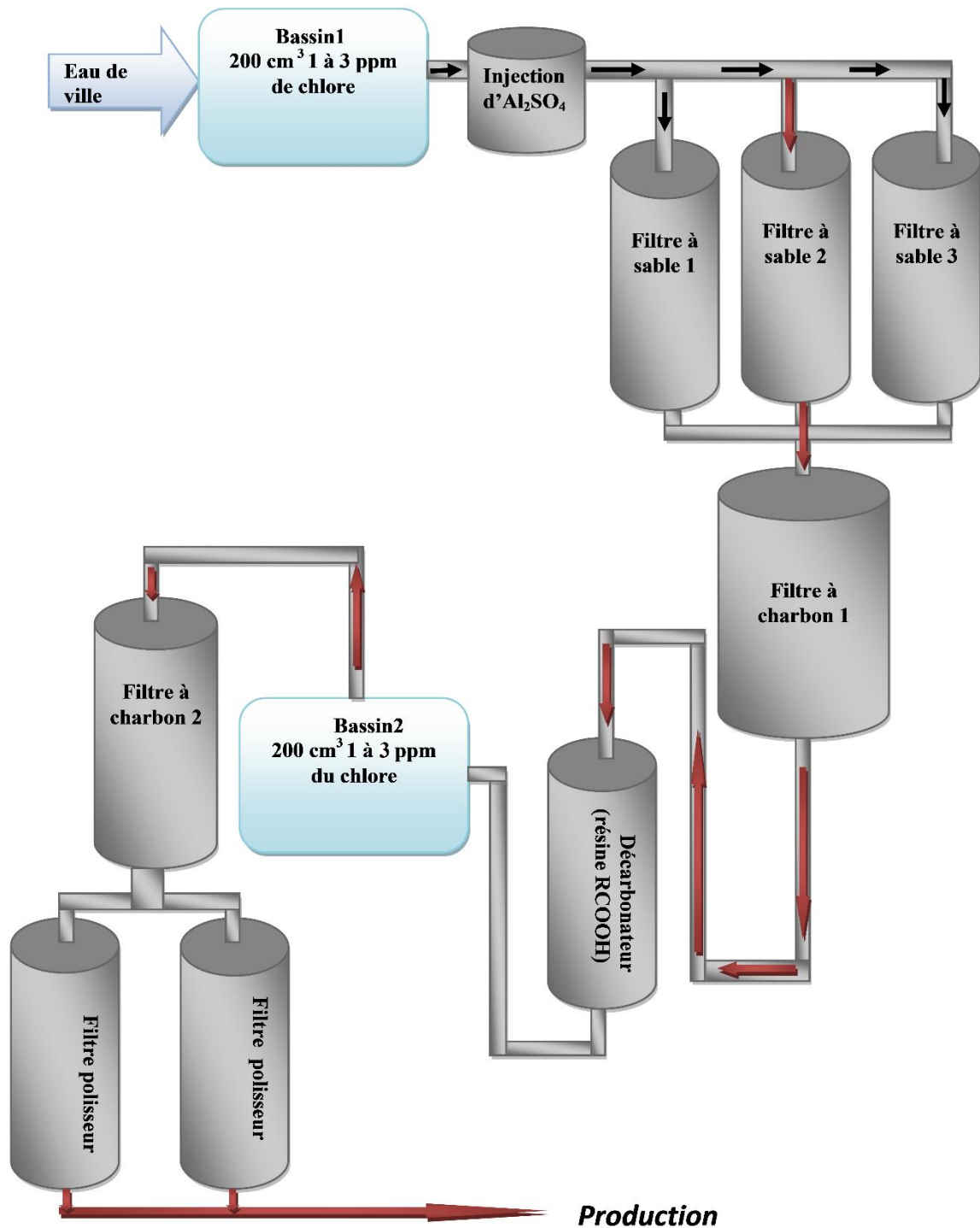


Figure 5 : Schéma de principe du traitement des eaux

3. Description des différentes étapes du traitement d'eau :

Afin de transformer l'eau de ville en une eau convenable à la production de la boisson, l'eau de ville passe par différents traitements

1. 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 comprise entre 1 et 3 ppm, afin de préserver son état contre toute contamination.

2. Coagulation :

Consiste en l'Injection d'un coagulant à base d'aluminium (qui permet la floculation des matières en suspension et les matières colloïdales se trouve dans l'eau 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.

3. Filtration à filtres à sables :

La filtration à travers des filtres à sables permet de piéger les floccs résultants de la floculation. Les filtres à sables sont à nombre de 3.

Ces filtres à sable seront lavés tout 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 G.O.A, et la turbidité, il faut aussi vérifier l'état du sable, cette vérification peut conduire au changement du sable si nécessaire.

4. Filtration à Filtre à charbon:

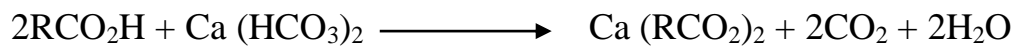
L'eau passe à travers un filtre à charbon afin d'éliminer du chlore qui s'absorbe sur les grains du charbon

5. Filtration à filtre décarbonateur :

Le décarbonateur sert à diminuer le potentiel d'hydrogène (pH) pour avoir un milieu acide et par conséquent le développement des bactéries est faible, et aussi il consiste à réduire le taux d'alcalinité de l'eau (les bicarbonates de calcium et de magnésium).

L'eau a traité traverse un lit de résine faiblement acide de type RCO_2H . Les bicarbonates de calcium et de magnésium échangent leurs cations par l'hydrogène avec formation de CO_2 .

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



La régénération se fait par addition de la solution d'acide chlorhydrique concentré.

L'eau décarbonatée ainsi obtenue est stockée dans un deuxième bassin, où on injecte de 1 à 3 ppm de chlore pour renforcer la destruction des bactéries.

6. Filtration à filtre à charbon :

L'eau subit une 2^{ème} filtration à travers le filtre à charbon pour éliminer le chlore et tous les 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.

7. Filtration à filtre polisseurs :

L'eau ensuite passe par des cartouches en fibres pour éliminer les traces de charbon qui peuvent provenir du filtre à charbon, l'efficacité de l'opération dépend du type et de la qualité des cartouches utilisées.

La propreté du filtre polisseur est assurée par la stérilisation (vapeur) et lavage à contre-courant.

4. Eau adoucie :

L'eau utilisée au niveau des laveuses est une eau adoucie donc le taux calcique doit être presque nul pour empêcher le dépôt de tartre.

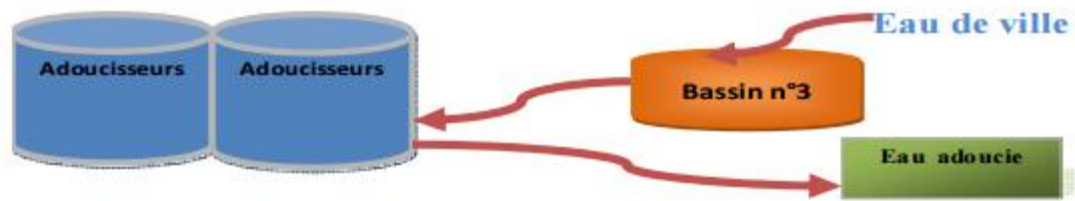


Figure 6 : Schéma du processus de l'adoucissement de l'eau

Les adoucisseurs :

Les filtres adoucisseurs servent à éliminer le calcium et le magnésium de l'eau du lavage pour éviter la présence de tarte au niveau du rinçage. L'eau entre dans l'adoucisseur et passe dans une résine de type Na_2R qui capte les cations Ca^{2+} et Mg^{2+} . La propreté de l'adoucisseur est assurée par l'addition de NaCl et par lavage contrecourant. [3]

II. La siroperie

C'est la seconde grande étape dans laquelle on prépare un élément essentiel dans la fabrication des boissons gazeuses, il y a deux types de sirops : le sirop simple et le sirop fini.

1. Préparation du sirop simple :

Cette préparation se fait en plusieurs étapes :

1. Dissolution du Sucre :

Le mélange de l'eau et du sucre qui se fait en continu est soumis à une température de $80\text{ }^\circ\text{C}$ dans un contimol à circuit fermé afin de favoriser la dissolution complète du sucre ; après le mélange est pasteurisé.

2. Ajout du charbon actif :

On ajoute le charbon actif sous forme de poudre au sirop simple afin d'éliminer les impuretés, les cendres et les particules odorantes.

3. Filtration :

Pour éliminer le charbon et les matières en suspension qui restent dans le mélange, ce dernier subit une autre phase de traitement, celle-ci commence par l'injection de la célite sous forme de poudre au niveau d'une cuve adjuvant qui va être déposée sur des plaque métalliques horizontales installées au niveau d'une cuve formant ainsi un filtre dit à gâteaux, le passage du sirop, à une température de $85\text{ }^\circ\text{C}$ à travers ce filtre, permet sa purification.

Une deuxième filtration du sirop simple se fait dans un filtre à poche pour éliminer les résidus de charbon qui pourraient subsister.

4. Refroidissement du sirop simple :

Le sirop simple ainsi obtenu subit un refroidissement dans un échangeur thermique pour abaisser sa température jusqu'à 20°C. Ce dernier est stocké dans une cuve dans un intervalle de temps de 1h à 24h.

2. préparation du sirop fini :

Le sirop fini est préparé par mélange du sirop simple avec un concentré, ou extrait de base, selon le schéma suivant :

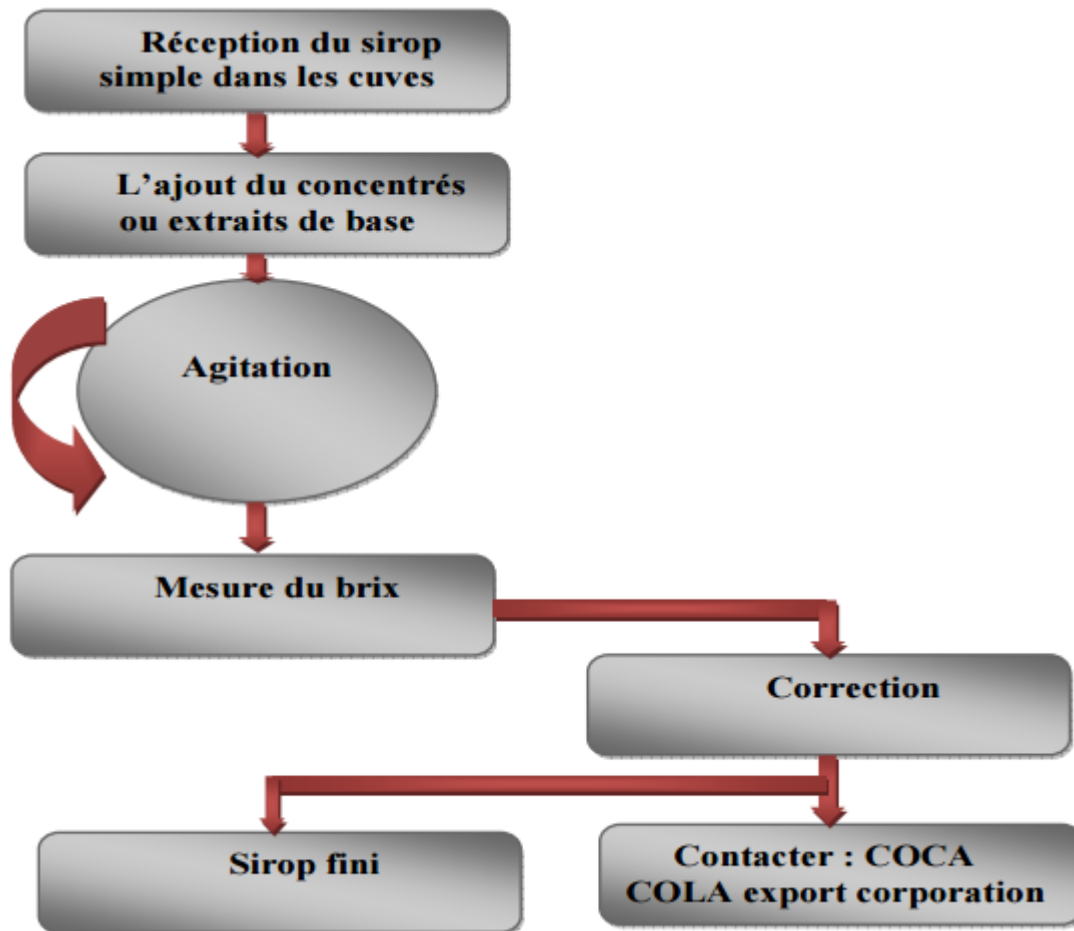


Figure 7 : schéma de préparation de sirop fini

III. EMBOUTEILLAGE

Cette unité est la dernière étape dans la fabrication des boissons gazeuses. Actuellement La CBGN possède deux lignes de production consacrées à la production des boissons dans des bouteilles en verre, cette opération se fait selon le processus suivant :

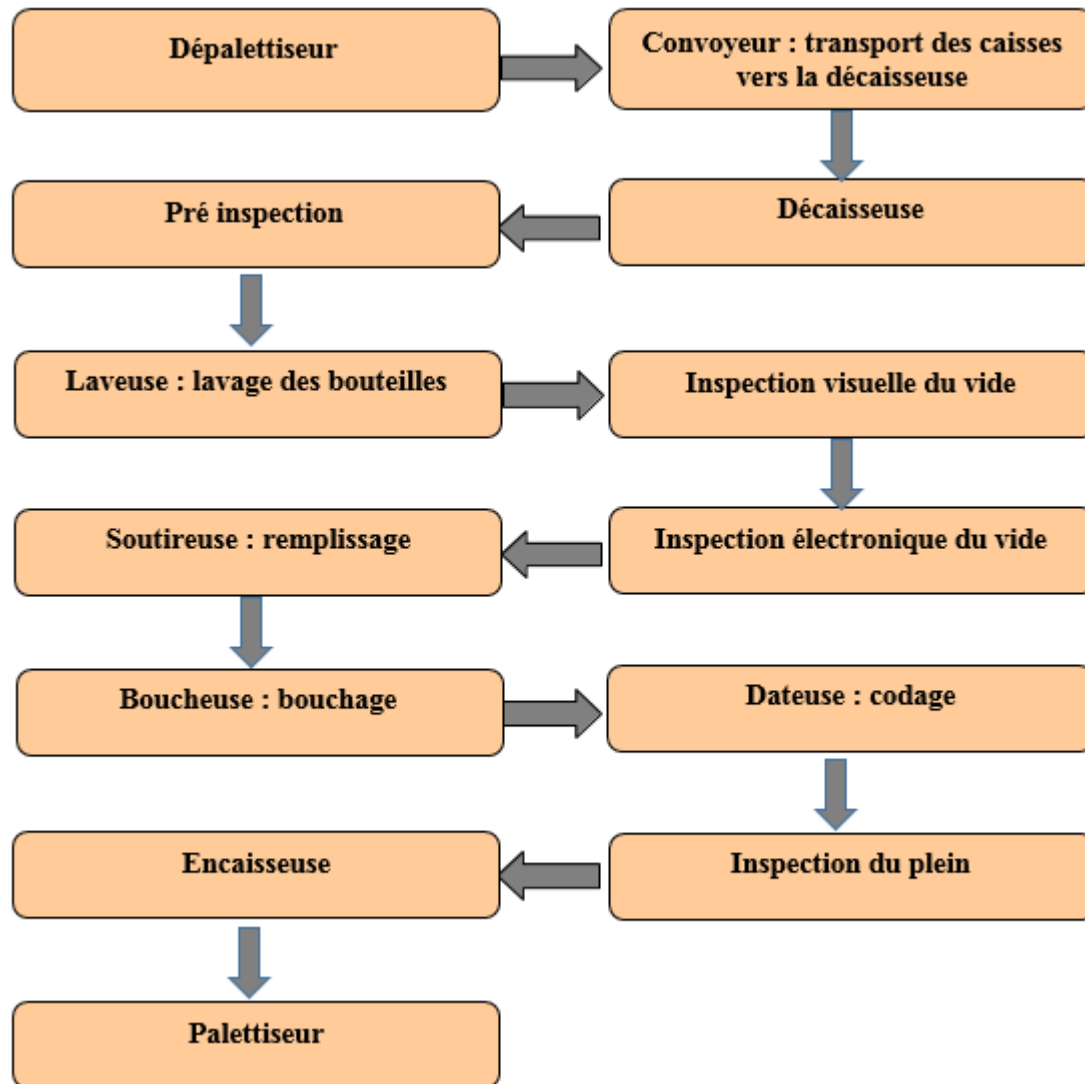


Figure 8 : Processus d'embouteillage

Chapitre III :

Analyse physico-chimique des eaux traitées et contrôle de qualité de matière première au niveau du laboratoire

I. Introduction

Le laboratoire de la CBGN dispose des matériels nécessaire pour vérifier la conformité des produits reçus, des produits finis et pendant le processus de la production de boisson gazeuse afin d'assurer la protection du consommateur face aux risques que peuvent présenter certains produits industriels. Les analyses et contrôles qualité au laboratoire se déroulent pendant la production et à la réception.

Dans le laboratoire plusieurs types de contrôles sont effectués comme :

- Contrôle à la réception : matière première et matière d'emballage.
- Contrôles de produits finis.
- Analyses physico-chimiques des eaux traitées et adoucies.

II. Contrôle à la réception

Le contrôle à la réception est un contrôle fondamental qui vérifie la conformité des produits reçus. Toute réception, à quelque niveau que ce soit, doit passer par ce contrôle pour s'assurer sa conformité selon les normes prédéfinies.

→ Matière première contrôlées :

- Sucre.
- Concentré et extrait de base.
- CO₂

→ Matières d'emballage contrôlées :

- Etiquettes.
- Bouchon couronne.
- Capsules à vis.

1. Contrôle du sucre

a. But:

Le but de ce contrôle est de déterminer les paramètres physico-chimiques et microbiologiques du sucre afin de les comparer aux exigences de la compagnie pour s'assurer de sa conformité.

b. Inspection des sacs de sucre avant échantillonnage :

- ✓ Les sacs doivent être propres, exempt de poussière, de déchets d'insectes ou d'oiseaux.
- ✓ Les sacs ne doivent pas dégager d'odeur d'huile ni de gasoil ou toute autre odeur de produit à risque pour la santé.
- ✓ Les sacs ne doivent pas être mouillés, ni contenir des traces d'eau.
- ✓ Les sacs ne doivent pas être déchirés.

c. Echantillonnage :

L'adoption de la table «Military Standard » d'échantillonnage, sur un camion de 600 sacs repartis sur le camion, on prélève 20 échantillons sur 20 sacs repartis sur le camion, et il faut bien mélanger et homogénéiser avant de démarrer les testes.

Après, la quantité à prélever environ 1 Kg est divisée par 2. Une partie servira pour les analyses, et l'autre partie est correctement fermée et gardée comme échantillon de rétention pendant 1 an.

L'échantillon de rétention doit porter les informations suivantes :

- ✓ Date de réception.
- ✓ Quantité livrée.
- ✓ N° de camion.
- ✓ N° de fournisseur.
- ✓ N° de lot.
- ✓ Date de production.

d. Analyse de sucre

❖ **Apparence :**

- ✚ Comparer le sucre échantillon avec l'échantillon de référence définissant les limites de couleur.

❖ **Goût :**

- ✚ Préparer une solution de sucre à 50 °BX (dissoudre 246 g de sucre dans 246 g d'eau distillée), agiter après dissolution.
- ✚ Prélever 20 ml de cette solution, compléter à 100 ml avec de l'eau traitée.
- ✚ Goûter et noter toute présence de goût anormal.

❖ **Odeur :**

- ✚ Remplir à moitié un flacon avec bouchon.
- ✚ Chauffer de 30 à 35°C °dans une étuve ou un bain-marie.
- ✚ Sentir et noter la présence d'odeur anormale.

❖ **Turbidité :**

- ✚ Par un turbidimètre, on mesure la turbidité de la solution de sucre à 50° BX.

Norme Turbidité < 20 NTU.

❖ **SO₂ :**

- ✚ Vérifier l'apparence du sucre en s'assurant que le sucre ne contient pas de corps étrangers.
- ✚ Dans un Erlenmeyer, mesurer 150 ml d'eau distillée. ajouter 10 ml de l'indicateur amidon et 5 ml d'acide chlorhydrique 3N.
- ✚ Titrer avec une solution d'iode 0.005N jusqu'à apparition d'une coloration bleue.

- ✚ Peser 50 g de sucre et l'ajouter à la solution dans l'Erlenmeyer. Agiter jusqu'à dissolution complète du sucre. Au moment de la dissolution vérifier l'odeur.
- ✚ Si la coloration bleue persiste, il n'y a pas de SO₂.
- ✚ Si la coloration bleue disparaît, titrer à nouveau avec la solution d'iode 0.005 N jusque l'apparition de la coloration bleue. (volume versé de l'iode = V)
- ✚ Calcul de la quantité de SO₂ en ppm :

$$SO_2 = \frac{\text{volume iode}(ml) * 0.005 * 32.03 * 1000}{(50 \text{ g de sucre})}$$

Norme : SO₂ < 6 ppm

Résultat : il n'y a pas de SO₂

❖ **Test de floc:**

- ✚ Préparer une solution de sucre à 50 °BX.
- ✚ Chauffer entre 70 – 80 °C et filtrer sur papier filtre.
- ✚ Prélever 86 ml du filtrat, ajouter 5 ml d'une solution de benzoate de sodium à 0.1 %"
- ✚ Ajouter 4 ml d' H₃PO₄ 2N.
- ✚ Compléter à 500 ml avec de l'eau gazeuse. Fermer, mélanger, laisser reposer pendant 10 jours.
- ✚ Examiner la présence de floc à travers une lumière (lampe).

2. Contrôle du concentré et extrait de base

a. Objet

Le but de ce contrôle est de voir si tous les éléments, de chaque produit réceptionné, sont conformes et identifiés, aussi si tous les emballages sont bien fermés et étiquetés conformément aux normes de TCCEC

Inspection de d'état des emballages :

- ✚ Les emballages fragiles (Cartons) ne doivent pas être déchirés, ni déformés, ni mouillés, ils doivent être soigneusement manipulés lors du déchargement.
- ✚ Les fûts en Plastiques doivent être également soigneusement manipulés au moment du déchargement pour éviter d'endommager l'emballage et le produit.

b. Exigences :

Tableau 2 : exigence de l'extrait de base

<i>Paramètres</i>	<i>Spécifications</i>	<i>Décisions</i>
Formule (Identification)	Correspond à la formule en vigueur (Voir Manuel référentiel des formules.	Toute Unité qui ne répond pas aux Spécifications doit être refusée.
Date de production	Existe et lisible.	
Batch	Existe et lisible.	
Fermeture de sécurité	Existe et intacte.	

III. Contrôle des produits finis

1. Volume en CO₂ :

Pour vérifier le volume de carbonations de la boisson gazeuse ; c'est-à-dire le volume de gaz carbonique dissous dedans, on doit effectuer deux opérations qui sont :

1. La mesure de la pression :

On installe la bouteille sur le manomètre puis on met le système en agitation. Après on attend jusqu'à l'aiguille du manomètre se stabilise et finalement on note la valeur lu : c'est la pression.



Figure 9 : zahn munie d'un manomètre

2. La mesure de la température :

Pour déterminer la température de l'échantillon, on introduit le thermomètre et on attend quelques secondes avant la lecture. La température est donnée en °C.

- D'après le tableau de carbonation, on lit le volume de gaz carbonique correspondant au couple pression température trouvé. [4]

2. Le degré brix :

Il représente le pourcentage en saccharose dans la solution, il est mesuré à l'aide d'un densimètre (DMA).



Figure 10 : densimètre électronique

Mode opératoire :

- ✚ On prélève une bouteille du produit fini fermé.
- ✚ On rince un bécher de 500ml avec la boisson et on verse suffisamment de boissons.
- ✚ On décarbonate cette dernière pendant 3 min en se servant du décarbonateur à air comprimé.
- ✚ On rince la cellule de la mesure 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 attend finalement la stabilisation de la valeur

3. Résultats de V(CO₂) et le degré brixTableau 3 : résultat de V(CO₂) et le degré brix

Produits	V(CO ₂) ml	norme ml	degrés brix	norme
Coca-cola 100 cl	3,87	4	10,41	10,52
Fanta orange 35 cl	2,24	2,25	12,95	13,1
Hawaï 100 cl	3,84	4	10,43	10,52

4. Inversion du Brix des boissons :

C'est une méthode qui permet de déterminer le brix réel de la boisson par inversion. Elle est effectuée sur les produits ayant dépassé trois jours après leur production.

Détermination du brix inversé et du brix réel

Mode opératoire

- ✚ On verse 50ml de la boisson décarbonatée dans un flacon propre et sec, puis on y ajoute 0,3 ml de l'acide d'inversion préparé précédemment. On ferme le flacon et on mélange.
- ✚ On place ensuite l'échantillon dans un bain marie à 90°C pendant 1h. (S'assurer que le niveau de l'eau dans le bain marie couvrira au moins 60% du liquide dans le flacon).
- ✚ Après 1h, on enlève l'échantillon et on laisse refroidir à la température ambiante.

On mesure alors le brix inversé de l'échantillon en utilisant le densimètre électronique afin de déterminer le brix réel.

Résultats

- **Si la boisson est à base de jus (Pom's, Schweeps citron)**

$$\text{Le Brix réel} = \frac{\text{Brix inversé}}{1.0487}$$

- Si la boisson est sans jus (coca cola par exemple)

$$\text{Le brix réel} = \frac{\text{brix inversé}}{1.051}$$

5. Contrôle de torque :

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

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



Figure 11 : torque-mètre

Résultats :

La force : 15 Nm

13 Nm < **la norme** < 17 Nm

IV. Analyses physico-chimiques des eaux traitées

A l'aide de ces analyses, 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 effectuées quotidiennement sur l'eau, permettent de vérifier à tout moment le bon fonctionnement de la station de traitement et donc assurer une eau propre et salubre pour tout le processus de fabrication.

Ces analyses doivent, donc, être effectuées pour chaque étape du procédé pour vérifier la stabilité des différents paramètres et pouvoir ainsi faire des interventions de correction en cas de non-conformité.

A. But

Le but de ces analyses est d'assurer la qualité des eaux destinés à la production, Pendant le processus de traitement des eaux, l'évaluation de la qualité d'eau dépend des résultats des

différentes analyses (TAC, la turbidité, TDS, Aluminium) qui doivent respecter les normes exigés par coca-cola.

Les paramètres contrôlés pour les différents types des eaux sont représentés dans les tableaux suivants :

Tableau 4 : les paramètres contrôlés pour l'eau brute

Eau brute				
Paramètres	Cl ₂ (ppm)	pH	TDS (ppm)	Turbidité (N.T.U)
Normes	Cl ₂ =0ppm	6,5<pH<8,5	TDS<500ppm	Turbidité ≤0,5NTU

Tableau 5 : Paramètres contrôlés pour les différentes étapes de traitement

Eau traitée	Paramètres	Normes
Eau de filtre à sable	Goût, Odeur, Apparence Cl ₂ (ppm) Aluminium (ppm) Turbidité (NTU) pH	Normale Cl ₂ (1à3 ppm) Aluminium (< 0,2 ppm) Turbidité (≤ 0,3 NTU) 6,5 <pH< 7,5
Eau de décarbonateur	TA (ppm) TAC (ppm) TDS (ppm) pH	TA (< 2 ppm) TAC (< 85 ppm) TDS(< 500 ppm) 4.9 <pH< 7
Eau de filtre à charbon	Cl ₂ (ppm) Aluminium (ppm) TA (ppm) TAC (ppm) TDS (ppm) Turbidité (NTU) pH	Cl ₂ (1à3 ppm) Aluminium (< 0,2ppm) TA(< 2 ppm) TAC (< 85 ppm) TDS (< 500ppm) Turbidité (< 0,3 NTU) 4.9 < pH < 7
Eau de filtre polisseur	Turbidité (NTU) Dureté totale (ppm) Sulfate (ppm) Chlorure (Cl ⁻)	Turbidité (<0,3 NTU) DT (< 100 ppm) SO ₄ ²⁻ (< 250 ppm) (< 250 ppm)

Si ces paramètres étant hors-norme on fait des interventions correctives

B. Intervention correctives

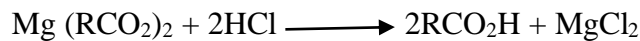
Si l'un des paramètres hors norme c'est-à-dire l'un ou plusieurs étapes du procédé de traitement des eaux n'est pas correctement opérationnelle pour cela on fait des interventions correctif sont :

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

- ✓ Un lavage à contre-courant par l'air.
- ✓ La vérification de l'état du sable s'effectuer une fois tous les 3 mois.

Décarbonateur : lorsque le colmatage se produit. On régénère la résine RCO_2H 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.

C. Les paramètres contrôlés

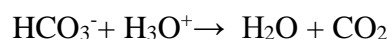
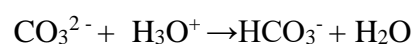
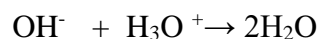
1. Titre alcalimétrique (TA) et Titre alcalimétrique complet (TAC)

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

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

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

Principe de la réaction



Mode opératoire

On prélève 100ml d'eau à analyser, on ajoute 3 gouttes de thiosulfate de sodium $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, on y verse 3 gouttes de phénolphtaléine si il n'y a pas l'apparition de coloration donc TA est nul, si non on titre avec l'acide sulfurique H_2SO_4 jusqu'à la décoloration de la solution et on note la valeur de volume de l'acide sulfurique H_2SO_4 (V).

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

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



On procède de la même façon pour la détermination de titre alcalimétrique mais on utilise comme indicateur colorée le méthyle orange qui donne la coloration jaune orange à la fin du titrage avec l'acide sulfurique. [5]

2. La teneur en aluminium

On utilise le sulfate de l'alumine comme coagulant et floculant avant la filtration de l'eau. Pour mesurer la teneur en aluminium dans l'eau, on prélève l'échantillon à la sortie du filtre, on ajoute de DPD (diphényle phénylamine diamine) aluminium qui donne la coloration rose avec le chlore, la solution obtenue est mise dans un comparateur colorimétrique et on ajuste le disque de comparateur jusqu'à ce qu'on trouve la même coloration ; on lit la valeur de la teneur en aluminium en ppm sur le disque contenant les valeurs ; la teneur normal doit être inférieure à 0,1ppm à la sortie de filtres.

3. Mesure de Teneur en chlore résiduel

Le chlore est utilisé au niveau de bassin de stockage n°1 et n°2 ; la vérification de sa teneur est important pour optimiser son pouvoir désinfectant. A l'entrée du filtre à sable sa teneur normale est de 1 à 3 ppm et à l'entrée du filtre à charbon elle varie de 2 à 4ppm. Le chlore est éliminé au niveau de filtre charbon ce qui fait que à la sortie de ce filtre la chloration normale est nulle.

Mode opératoire :

- ✓ On prélève un échantillon, on transvase dans une cellule transparente de 10 ml.
- ✓ On ajoute de un réactif DPD (Diéthyl-p-phénylènediamine) qui donne la coloration rosâtre.
- ✓ La cellule est mise dans un comparateur colorimétrique contenant un disque avec des mesures.
- ✓ On ajuste ce disque jusqu'à obtenir la même coloration et on lit la valeur correspondant en mg/l.

4. La turbidité

La turbidité est la mesure de l'aspect plus ou moins trouble de l'eau. Elle est causée par la présence de diverses matières en suspensions dans l'eau : colloïdes, argiles, matière organique et matière inorganique. Elle est mesurée avec un appareil appelé turbidimètre.

5. Taux de solide dissous (TDS)

TDS exprime le total des solides dissous et représente la concentration totale des substances dissoutes dans l'eau. Le TDS est composé de sels inorganiques et de quelques matières organiques. Les sels inorganiques communs trouvés dans l'eau incluent le calcium, le magnésium, le potassium et le sodium qui sont tous des cations et des carbonates, nitrates, bicarbonates, chlorures et sulfates qui sont des anions.

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

La norme est inférieure à 500mg/l.

V. Résultats et discussions

1. Suivi des paramètres physico-chimique au niveau de filtre à charbon 2

C'est au niveau de filtre à charbon que s'effectue les contrôles de qualité car cette eau destiné à la production et il doit respecter les normes

Les analyses effectuées au niveau de ce filtre sont : le TAC, Turbidité, TDS, Aluminium

NB :

Normalement l'eau sort du filtre polisseur mais il a juste le rôle d'élimine les particules de charbon pour cela on prend les résultats du filtre à charbon

- **TAC**

Tableau 6 : les résultats trouvés pour TAC [6]

la date	TAC	norme
22/04/2017	55,25	85
24/04/2017	68,75	85
25/04/2017	74,75	85
26/04/2017	36,25	85
27/04/2017	40	85
28/04/2017	64,5	85
29/04/2017	64	85
30/04/2017	37,5	85
02/05/2017	62,5	85
03/05/2017	63,25	85
04/05/2017	70,75	85
05/05/2017	64	85
06/05/2017	53	85
08/05/2017	50,75	85
09/05/2017	48	85

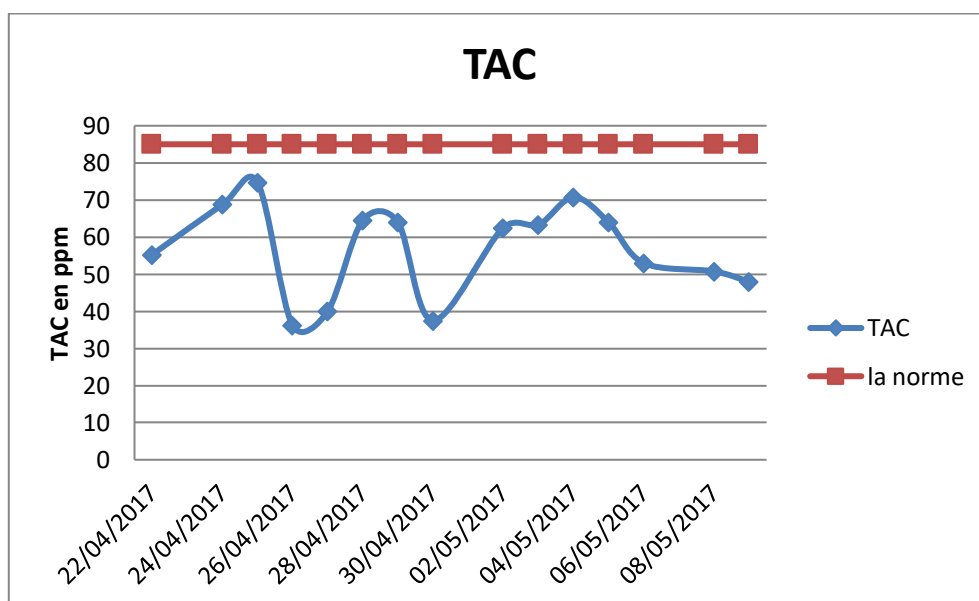


Figure 12 : variation de TAC au cours du temps

Interprétation :

Au cours du temps les valeurs de TAC reste dans la norme se qui signifie l'efficacité de traitement au niveau de décarbonateur.

- **Turbidité**

la date	turbidité	norme
22/04/2017	0,1	0,3
24/04/2017	0,103	0,3
25/04/2017	0,098	0,3
26/04/2017	0,101	0,3
27/04/2017	0,105	0,3
28/04/2017	0,101	0,3
29/04/2017	0,112	0,3
30/04/2017	0,086	0,3
02/05/2017	0,101	0,3
03/05/2017	0,112	0,3
04/05/2017	0,097	0,3
05/05/2017	0,102	0,3
06/05/2017	0,099	0,3
08/05/2017	0,101	0,3
09/05/2017	0,111	0,3

Tableau 7 : les résultats trouvés pour la turbidité [6]

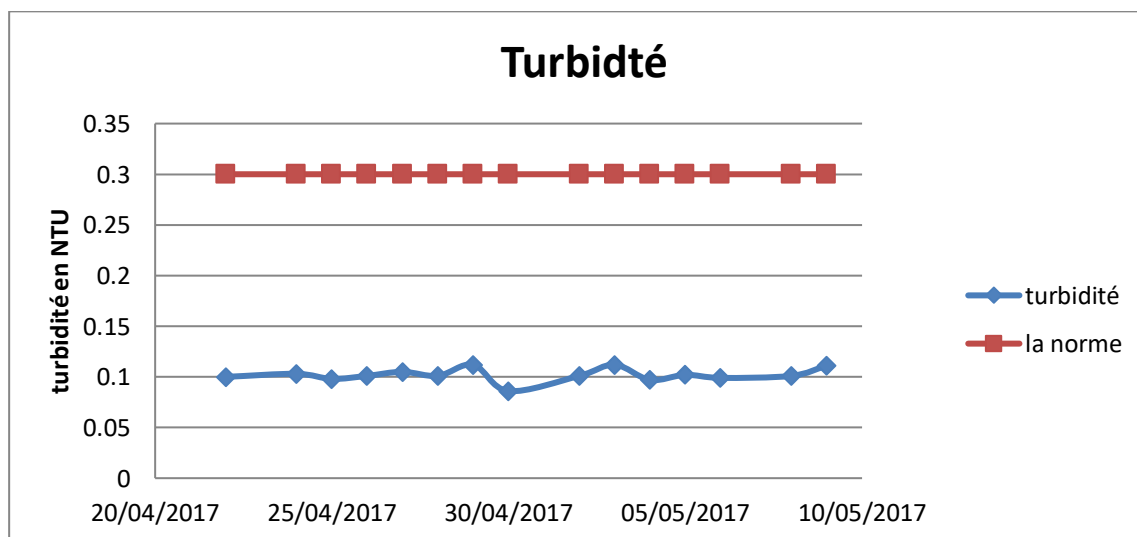


Figure 13 : variation de turbidité au cours du temps

Interprétation :

Au cours du temps les valeurs de turbidité reste dans la norme se qui signifie l'efficacité de traitement des filtres à sables

• **TDS**

la date	TDS	norme
22/04/2017	472	500
24/04/2017	476,5	500
25/04/2017	476,75	500
26/04/2017	465,5	500
27/04/2017	475	500
28/04/2017	482,5	500
29/04/2017	474,75	500
30/04/2017	460,75	500
02/05/2017	472,5	500
03/05/2017	468,75	500
04/05/2017	490,75	500
05/05/2017	485	500
06/05/2017	477	500
08/05/2017	467,5	500
09/05/2017	517,5	500

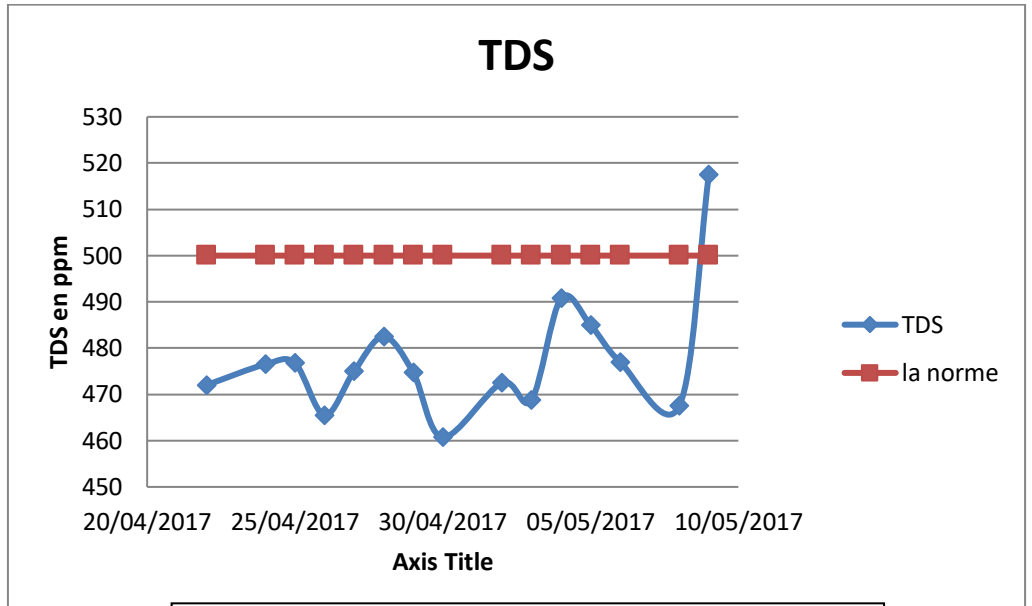


Figure 14 : variation de TDS au cours du temps

Tableau 8 : les résultats trouvés pour TDS [6]

Interprétation :

Au cours du temps les valeurs de TDS reste dans la norme se qui signifie l'efficacité de traitement de decarbonateur

• **Aluminium**

la date	aluminium	norme
22/04/2017	0,023	0,2
24/04/2017	0,023	0,2
25/04/2017	0,031	0,2
26/04/2017	0,041	0,2
27/04/2017	0,041	0,2
28/04/2017	0,027	0,2
29/04/2017	0,04	0,2
30/04/2017	0,042	0,2
02/05/2017	0,034	0,2
03/05/2017	0,021	0,2
04/05/2017	0,02	0,2
05/05/2017	0,024	0,2
06/05/2017	0,026	0,2
08/05/2017	0,026	0,2
09/05/2017	0,021	0,2

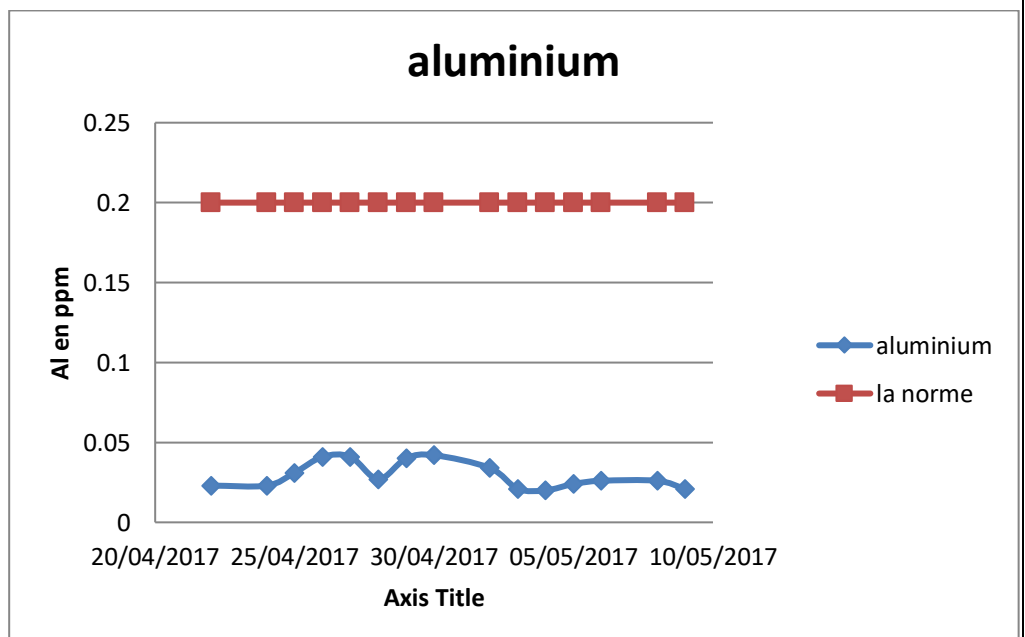


Figure 15 : variation d'aluminium au cours du temps

Tableau 9 : les résultats trouvés pour l'aluminium[6]

Interprétation :

On constate que les valeurs d'aluminium restent bien dans les normes se qui signifie l'optimisation au niveau de l'injection du coagulant

Conclusion

La production basée sur la qualité et la sécurité alimentaire est devenue un label important dans la vie quotidienne de toute l'humanité et ceci à l'échelle nationale et internationale.

Cette approche du milieu industriel et en particulier celle de la CBGN m'a permis d'une part de pratiquer mes connaissances scientifiques, et d'autre part d'avoir une idée sur la vie dans le monde industriel.

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau traitée utilisée pour la production des boissons gazeuses (turbidité, TAC, TDS, et aluminium) sont bien dans les normes exigés par la compagnie et cela montre l'efficacité des différents filtres (filtre à sable, decarbonateur et filtre à charbon) à rendre l'eau de ville apte à la production des boissons.

On déduit donc de ce travail que le processus de fabrication des boissons gazeuses obéit à un système d'hygiène et de contrôle de qualité répondant aux besoins du consommateur.

Références bibliographiques

- [1] Document de la société (histoire de CBGN ou Coca-Cola aujourd'hui)
- [2] Raymond Des jardins. Traitement des eaux. Deuxième édition revue et enrichie (p. 118 et 127)
- [3] F. Bernée, J. Cordonnier. Traitement des eaux(P 5-6).
- [4] Mizero Sylvestre, «Etude de l'efficacité des filtres utilisés au traitement des eaux à la CBGN», Projet Fin d'Etudes pour l'obtention d'une licence en Sciences et Technique à la FST de Fès, Juin 2009/2010.
- [5] Travaux pratiques, Génie de dépollution, LST : Génie Chimique (responsable : PrA.LHASSANI).
- [6] Les enregistrements de la compagnie des boissons gazeuses (CBGN).