



Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

**Contrôle des paramètres physicochimiques au cours de la
production dans la CBGN**

Présenté par :

◆ ZIDANE IMANE

Encadré par :

- ◆ Mr. FAHMI EL KHAMMAR
- ◆ Pr. BOUAYAD ABDESSALAM

Soutenu Le 18 Juin 2011 devant le jury composé de:

- Pr. BOUAYAD Abdessalam
- Pr. KANDRI ROUDI Youssef
- Pr. BOUAYAD Abdelouahed

Stage effectué à la compagnie des boissons gazeuses du nord (CBGN)

Année Universitaire 2010 / 2011

Remerciments

Je tiens à exprimer mes remerciements et ma profonde gratitude à tous ceux qui ont veillé à mon stage au sein de la Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord, qu'ils trouvent ici l'expression de ma grande estime.

J'aimerais adresser mes vifs remerciements

A Monsieur Abdessalam BOUAYAD, mon encadrant, enseignant à la FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES de Fès.

A l'ensemble du personnel de la compagnie des boissons gazeuses du nord notamment à Monsieur FAHMI EL Khammar d'avoir accepté de m'encadrer au sein de la compagnie des boissons gazeuses du nord.

A Messieurs les jurys d'avoir accepté avec spontanéité de juger mon modeste travail.

Mes très sincères remerciements vont aussi à tous les agents de la société qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce rapport pendant mon stage.

Dédicace

A mes très chers parents

Nulle dédicace ne saurait exprimer l'estime, le dévouement, le respect, l'affection et l'amour que j'ai porté pour vous.

Rien au monde ne pourrait compenser les sacrifices que vous avez endurés durant nos longues années d'études.

A mes sœurs et mes frères

En témoignage de notre amour fraternel, je vous

Sommaire

Introduction.....01
.....01

Présentation de la société.

- 1- Naissance de coca cola.....02
- 2- Coca-cola au Maroc02
- 3- Historique de la CBGN.....02
- 4- Identification de la société.....03
- 5- Structure organisationnelle.....03
- 6- Données générales sur la production de la BCGN.....03

Chapitre I : traitement des eaux

I - Les différentes étapes de traitement des eaux destinées à la production.....06
.....06

- 1- Filtre à sable.....06
- 2- Filtre décarbonater.....06
- 3- Filtre à charbon.....07
- 4- Filtre polisseur.....07

II -Les différentes étapes de traitement des eaux destinées au lavage des bouteilles.....08
.....08

III -les analyses effectuées sur l'eau traitée08

- 1- Titre alcalimétrique-Titre alcalimétrique complet.....08
- 2- Dureté de l'eau.....08
- 3- La turbidité.....09

4-	Le	
pH.....		09
5-	Le taux du chlore et	
d'aluminium.....		09
6-	TDS.....	
.....		09

I V- Résultats

d'analyses		10
Observations.....		14

Chapitre I I : la siroperie et l'embouteillage

I-La

<i>siroperie</i>		15
------------------------	--	----

1-préparation et contrôle du sirop simple.....15

a-	<i>Le</i>	
<i>contimol</i>		16
b-	<i>La cuve à</i>	
<i>charbon</i>		16
c-	<i>Le</i>	
<i>filtre</i>		16

2-préparation du sirop fini.....16

a- Préparation.....		17
b- Le contrôle du Brix.....		17
c- Contrôle du goût, odeur et apparence.....		18

***II-l'embouteillage*.....18**

1-Ligne de production (le chemin d'une bouteille).....18

- L'emballage en verre.....18

2-schéma de l'embouteillage des produits en verre21

- L'emballage en plastique.....22

3-schéma de l'embouteillage des produits en plastique (PET)23

4-les analyses physicochimiques effectuées au cours de l'embouteillage	23
a- Inspection visuelle et électronique des bouteilles lavées	23
b- Contrôle de résidu de soude dans les bouteilles lavées	24
c- Contrôle des moisissures dans les bouteilles lavées	24
d- Contrôle du pourcentage du chlore dans les bains de rinçage	24
e- Contrôle du pourcentage de la soude dans les bains.....	25

Chapitre III : les analyses physico-chimiques du produit fini

Contrôles physico-chimiques.....	27
1- Contrôle organoleptique (G.O.A) de la boisson	27
2- Contrôle du volume de CO ₂ de la boisson	27
3- Contrôle du Brix.....	28
4- Contrôle des remplissages des bouteilles.....	29
5- Contrôle du torque pour les capsules à vis et le sertissage pour les bouchons couronne.....	30
Conclusion	31

Introduction

La vie active exige une formation spécifique que l'on ne peut l'apprendre que par les expériences.

Après trois ans d'étude dans le domaine de la chimie, le fait d'effectuer un stage dans des entreprises devient une nécessité dont l'objectif est d'appliquer les connaissances pratiques et théoriques afin de se familiariser avec la réalité professionnelle et s'adapter au monde du travail.

La société CBGN est une entreprise industrielle qui fabrique et commercialise les boissons gazeuses.

Mon thème de stage présenté dans ce rapport traitera les chapitres suivants :

- ❖ Traitement et contrôle de l'eau destinée à la production et au lavage.
- ❖ Suivi des étapes de préparation du sirop.
- ❖ Suivi de l'embouteillage.
- ❖ Suivi des analyses physico-chimiques du produit fini.

Ces différents chapitres seront précédés par une présentation de la société où s'est déroulé le stage et je terminerai ce rapport par une conclusion générale.

Présentation de la société

1. N

- Le ... e
- nc ... e
- co

- Il mit au point un mélange comprenant de l'extrait de noix de kola, du sucre, de la caféine, des feuilles de coca decocainées et un composé d'extraits végétaux.
- Son comptable, Franck Mr. Robinson baptisa la boisson « coca-cola » se dessina le premier graphisme, toujours utilisé aujourd'hui.
- La boisson fut mise en vente à la « soda –fontain » de la Jacob's pharmacie.
- Les serveurs diluaient le sirop avec de l'eau glacée.
- L'un eut l'idée d'employer de l'eau gazeuse et les consommateurs présents apprécièrent encore plus la formule. COCA COLA était né.
- le 29 mai 1886, la première annonce publicitaire était publiée dans « the Atlanta journal »
- la compagnie coca-cola est aujourd'hui la plus grande compagnie de rafraîchissement du monde
- -produit plus de 400 marque consommées à plus de 800million de fois par jour dans plus de 200 pays.

2- Coca Cola au Maroc

Pendant la seconde guerre mondiale, les premières caisses de coca cola ont été importées au Maroc en 1947 par l'armée américaine qui disposait d'une centaine à la ville de Tanger, Casablanca, Fès, Oujda, Marrakech, Agadir, et Rabat.

3- Historique de la CBGN

- Création de la CBGN en 1952 par deux groupes d'associés : la famille Benabdellah et le groupe suisse France Hauss.
- La CBGN achète l'unité SIM en 1997.
- La même année la CBGS est acquise par The Coca-Cola Holding.
- ECCBC acquiert la CBGN en 2002.
- L'unité de production de la CBGN situé au quartier industriel Sidi Brahim à Fès dispose de 2 lignes verre ainsi que 2 lignes PET ; les centres de distribution de la société sont au nombre de cinq établis à : Fès, Meknès, Sidi Slimane, Azrou, Khénifra et Errachidia.

4- Identification de la société

▪ Carte d'identité

La CBGN est une société anonyme au 1240.000.000 DHS, dont l'objectif est la production des boissons gazeuse, la commercialisation et la distribution.

▪ Situation géographique

La Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord de Fès à été créée en 1952 à la place de l'actuel hôtel SOFIA. Après, elle a été transférée à la place actuelle au nouveau quartier industriel SIDI BRAHIM

5- Structure organisationnelle

La CBGN est présidée par un PDG, et sous sa tutelle un directeur général, son adjoint, un responsable d'assurances qualité qui travaille en collaboration avec la direction général et quatre directions responsables du bon fonctionnement de l'entreprise.

Chaque direction gère un ensemble de services. La structure de la C.B.G.N est hiérarchique linéaire dont le biais d'informations et généralement constitué par des notes de services et des avis.

6- Données générales sur la production de la CBGN

L'activité de la société est autant industrielle que commerciale. Elle se charge de la production des produits suivants :

<i>Produit</i>	<i>Taille en Verre</i>	<i>Taille en PET</i>
Coca-Cola	20cl , 35.5cl , 1L	1/2 , 2/2 , 3
Fanta Orange		
Fanta Lem		
Hawaii Tr		
Pom's		
Schweeps		
Schweeps		
Top's Ora		
Top's Cola		
Top's Lem		
Top's Pom		
Top's Lim		

Chapitre I

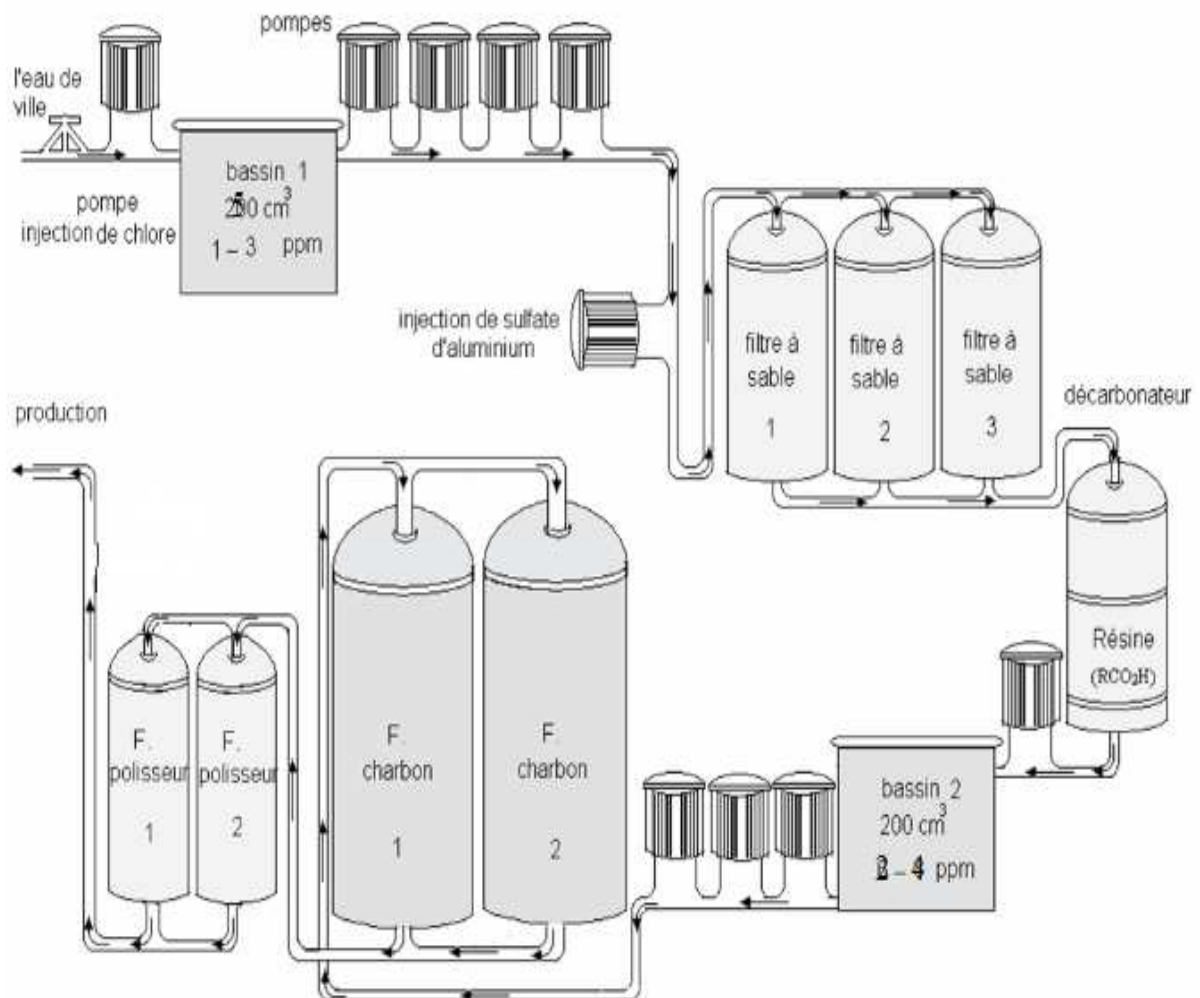
Traitement

des eaux

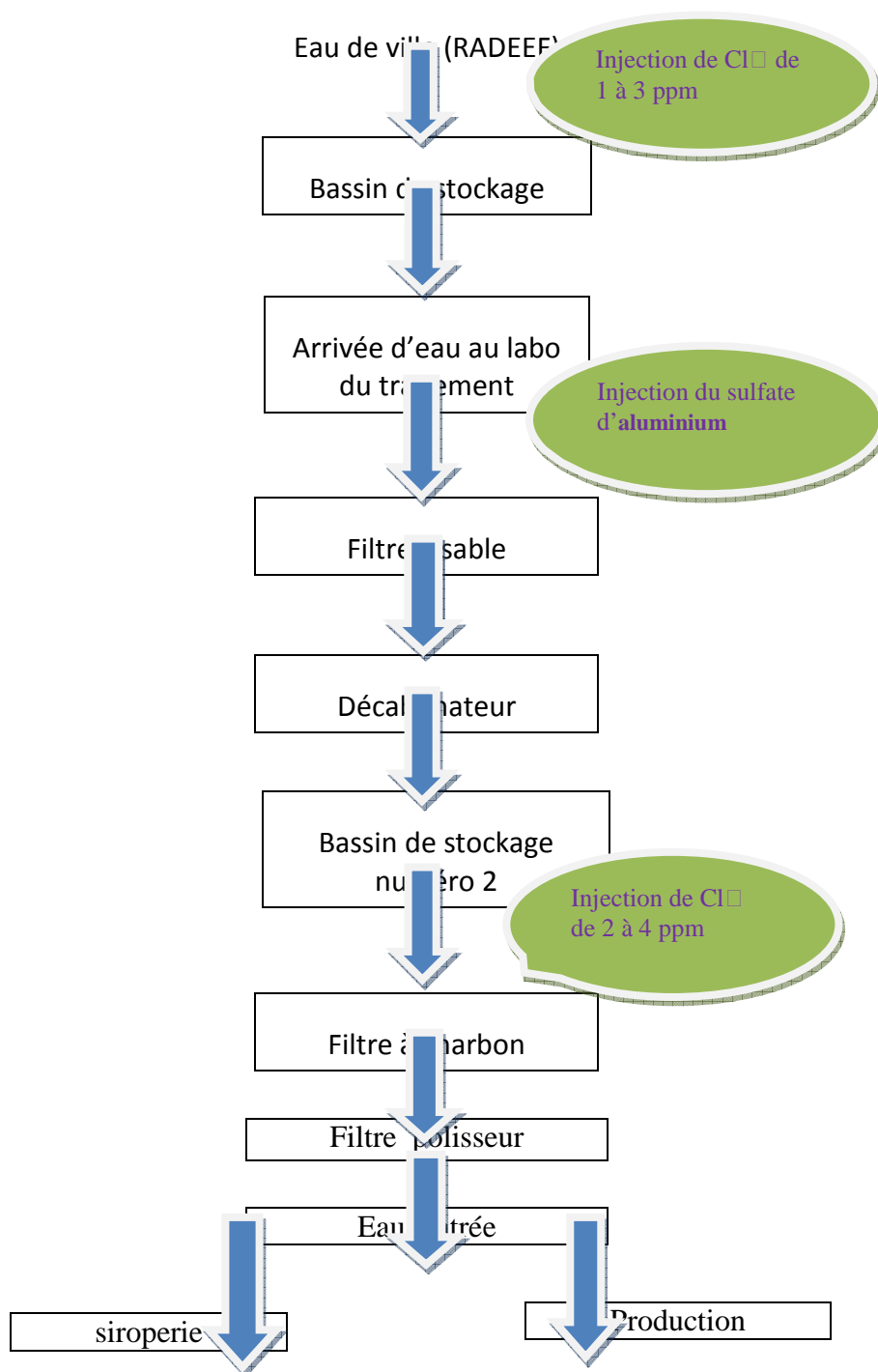
Introduction

L'eau constitue l'élément majoritaire dans la boisson gazeuse, donc il peut influencer son goût, son odeur ainsi que son apparence, c'est pour cela qu'il faut traiter l'eau de ville avant son utilisation pendant la production du sirop, cette eau contient pas mal de substance qui peut influencer la boisson .c'est pour cette raison que l'eau doit subir plusieurs traitements physico-chimiques dont l'objectif principal est de fournir une eau traitée ayant des caractéristiques physiques et bactériologiques requises pour la fabrication des boissons suite aux exigences de la compagnie.

Le schéma ci-dessous résume les différentes étapes de traitement de l'eau que nous allons détailler par la suite :



les différentes étapes de traitement d'eau



1- Les différentes étapes de traitement des eaux destinées à la production

Tout d'abord l'eau de la ville est accumulée dans un bassin (num1). Ce bassin est destiné à la fois au stockage de l'eau et à sa chloration par l'injection d'une quantité de chlore comprise entre 1 et 3 ppm.

La capacité de ce bassin est d'environ 250 m³, le niveau d'eau à l'intérieur est contrôlé au moyen des sondes de niveau.

A noter que la teneur en chlore et les paramètres (goût, odorat et apparence) GOA, sont analysés quotidiennement. Par la suite, l'eau est aspirée par des pompes.

1-filtre à sable

L'eau sortante du bassin 1 est transportée via des pompes vers les filtres à sable après avoir reçue une dose de sulfate d'aluminium qui représente l'agent coagulant, qui va déstabiliser les particules colloïdales pour former des floccs qui vont être éliminés au niveau de ces filtres.

Bien évidemment, après un certain temps estimé à 3 jours, les filtres à sables vont être chargés par les floccs, ce qui va déranger son bon fonctionnement, pour se débarrasser de ces particules, il sera lavé tous les 3 ou 4 jours par l'injection de l'eau à contre courant.

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

Le filtre à sable a pour rôle de clarifier et d'éliminer les matières en suspension et d'arrêter toutes les particules de floccs résultants du processus (coagulation-floculation).

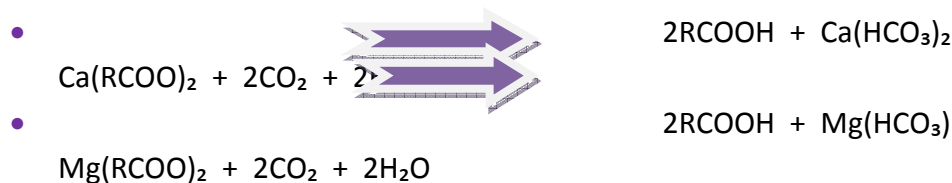
Analyse à l'entrée : Teneur en Cl⁻

Analyse à la sortie : Odeur apparence, la turbidité, Aluminium et le pH.

2-filtre décarbonater

Il s'agit d'une grande cuve remplie par un lit de résines cationiques, un solide organique insoluble qui au contact de l'eau échange les cations qui contiennent avec les cations provenant de la solution.

Dans notre cas, la résine utilisée est de type RCO₂H, le but étant de réduire l'alcalinité de l'eau, le mécanisme consiste à échanger les ions Ca²⁺ et Mg²⁺ provenant du bicarbonate de sodium et de magnésium avec la formation du gaz carbonique suivants les réactions :



Il faut mesurer périodiquement l'efficacité de la résine qui est caractérisée par la teneur de l'effluent en carbonates et hydrogencarbonates, lorsque cette quantité dépasse les 85 mg/l, il faut régénérer la résine par de l'acide chlorhydrique concentré qui va substituer les ions Ca²⁺ et Mg²⁺ par des protons.

Après une certaine durée, la régénération ne peut rénover les résines, dans ce cas il faut changer carrément le remplissage.

Analyse à la sortie : TA, TAC, pH et TDS.

Bassin 2

Le bassin 2 est un bassin qui reçoit l'eau sortante du décarburateur, avec une capacité de 250m³, une quantité de chlore est ajoutée de telle manière à obtenir une concentration de 2 à 4 ppm afin de désinfecter l'eau.

Le niveau dans ce bassin doit être contrôlé toutes les 4 heures, ainsi que la teneur du chlore dans l'eau sortante qui doit rester dans l'intervalle de 2 à 4 ppm.

3-filtre à charbon

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

Analyse à l'entrée : Teneur en chlore

Analyse à la sortie : Cl₂, TA, TAC, Aluminium, pH, TDS et la turbidité.

4-filtre polisseur

La station renferme deux filtres polisseur (Appelé aussi filtre de sécurité), chaque filtre se compose d'un support pour filtre en papier ou cartouche en fibre chargé d'éliminer les particules de charbon actif éventuellement présentes dans l'eau à la sortie du filtre à charbon.

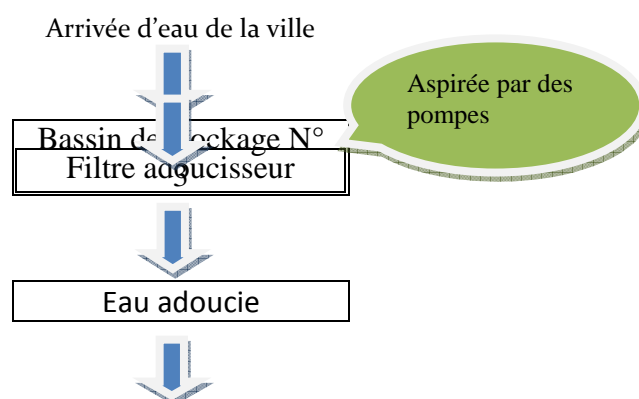
Les filtres polisseurs doivent être nettoyés avec une solution chlorée à chaque changement de papier ou de cartouche.

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

Analyse à la sortie : La turbidité.

A la sortie de ce filtre, l'eau est entièrement traitée et est directement utilisée en siroperie et en production.

11 -Les différentes étapes de traitement des eaux destinées au lavage des bouteilles (schéma n°2) :



Lavage des bouteilles

Les laveuses des bouteilles et bien d'autres machines consomment des quantités importantes d'eau sous des températures relativement élevés, donc si on utilise l'eau de ville, ça va provoquer du tartre qui va empêcher le bon fonctionnement de ces équipements, pour cela il faut traiter ces eaux (rassemblées dans un bassin (n°3 de 250 m³)) afin d'éviter la formation du tartre.

C'est l'opération d'adoucissement de l'eau, ça consiste en une permutation des ions Mg²⁺ et Ca²⁺ par Na⁺, pour ce faire, on fait circuler l'eau à travers des résines cationiques de type Na₂R.

Remarque : La régénération s'impose lorsque le filtre adoucisseur est colmaté et lorsque les paramètres de dureté (Dc ,Dt) dépassent les normes.

La régénération se fait par le chlorure de sodium Na Cl.

Analyses à la sortie : Dt et Dc.

111 -les analyses effectuées sur l'eau traitée

1- TA -TAC

a-titre alcalimétrique :

Le titre alcalimétrique ou TA mesure la teneur de l'eau en hydroxydes, la moitié de la teneur en carbonates.

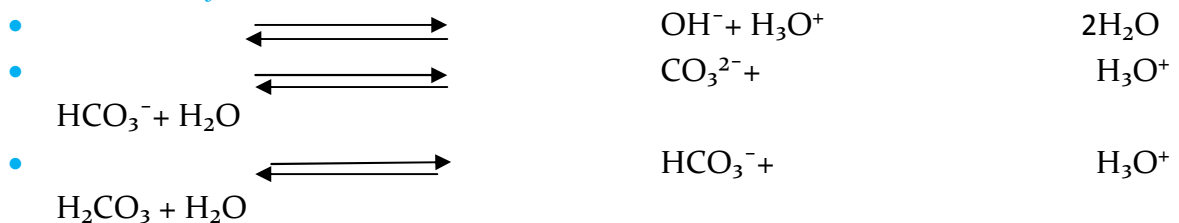
Les réactions mises en jeu :



b- Titre alcalimétrique complet (TAC) :

Le titre alcalimétrique complet (TAC) correspond à la neutralisation par un acide fort des ions hydroxydes OH⁻, des ions carbonates CO₃²⁻ et des ions bicarbonates HCO₃⁻.

Les réactions mises en jeu :



2- la dureté de l'eau

Correspond à la somme des concentrations en cations métalliques, à l'exception des cations des métaux alcalins (Na, K,...) et de l'ion hydrogène (H⁺)

a-La dureté totale

La dureté totale d'une eau représente sa teneur en ions calcium Ca²⁺ et magnésium Mg²⁺ .

b-la dureté calcique :

C'est la concentration en ions calcium dans l'eau à analyser.

3- la turbidité

Désigne la teneur de l'eau en matières qui la troublent. Elle est causée par des particules vivement divisées.

On la mesure à l'aide d'un turbidimètre.

4-pH

Le pH d'une eau est une indication de sa tendance à être acide ou alcaline, il est fonction de la concentration des ions H⁺ contenus dans l'eau.

$$\text{pH} = - \log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

5-Taux de chlore et aluminium

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

Le taux d'Al et de Cl₂ doit être nul dans l'eau traitée.

6-Taux des solides dissous (TDS)

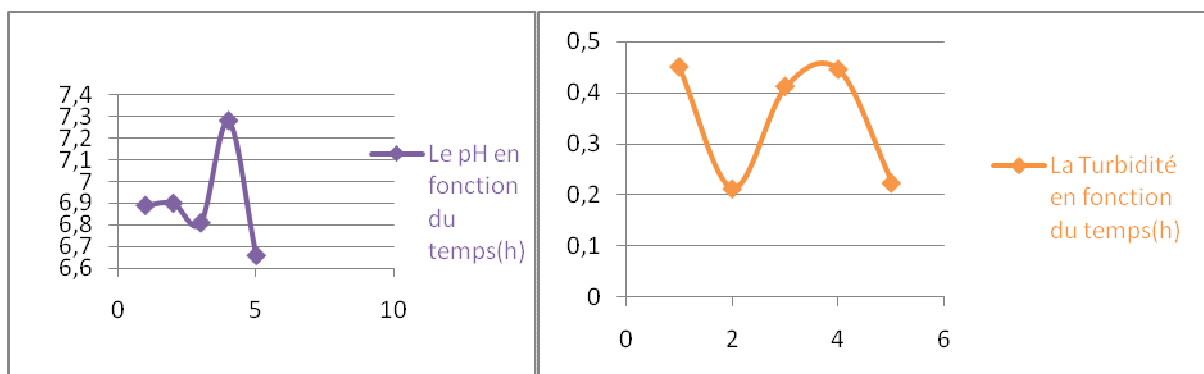
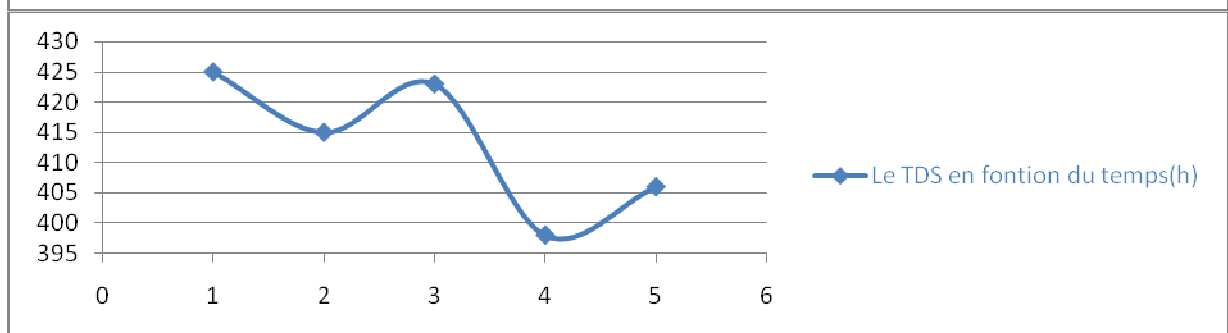
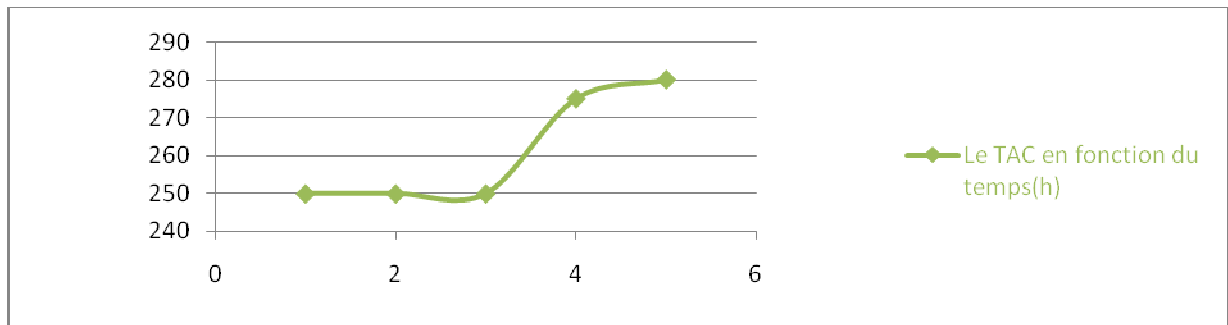
On mesure le taux des solides dissous dans l'eau à l'aide d'un appareil spécial (TDS-mètre).

IV-Résultats d'analyses

1-

Eau brute

heure	Normes						
	normal	<1(ppm)	*****	*****	6.5<pH<8.5	<500(ppm)	<0.5(NTU)
	G.O.A	Cl ₂	TA	TAC	pH	TDS	turbidité
10h :00min	Nm	1	0	250	6.89	425	0.450
11h :00min	Nm	1	0	250	6.9	415	0.213
12h :00min	Nm	1	0	250	6.81	423	0.412
13h :00min	Nm	1	0	275	7.28	398	0.445
14h :00min	Nm	1	0	280	6.66	406	0.224

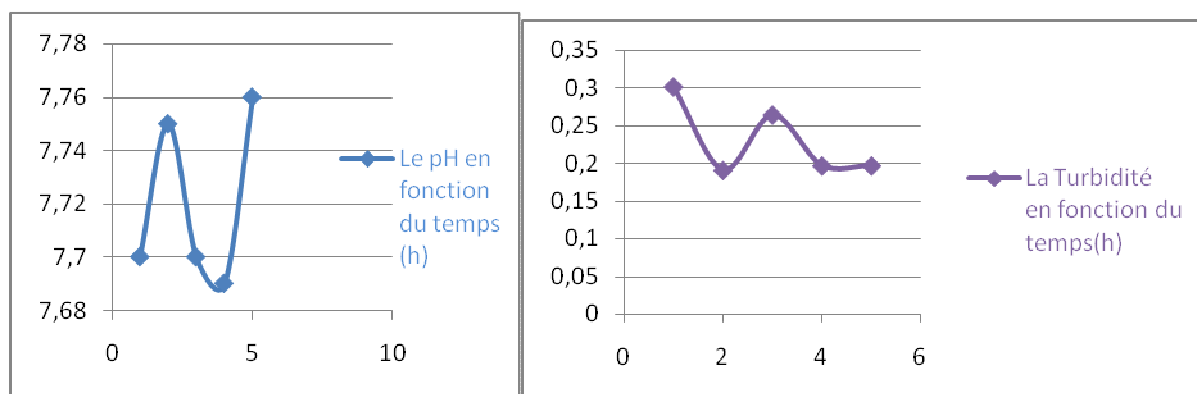


graphes representants le suivi de TAC, TDS, pH, et la turbidité en fonction du temps

- pour l'analyse organoleptique, il faut que l'eau ne contienne pas d'odeur, de goût, elle doit être normale.
- D'après les valeurs des résultats trouvés, on remarque qu'ils répondent à la norme.

2- Analyse au niveau du filtre à sable

Heure	Normes				
	1 à 3 ppm	6.4<pH<8.5	Normal	0-0.1 ppm	≤0.5 NTU
	Entrée	Sortie			
	Cl2	pH	G.O.A	Aluminium	Turbidité
10h :10min	2	7.7	Nm	0	0.301
11h :10min	2	7.75	Nm	0	0.191
12h :10min	1	7.7	Nm	0	0.264
13h :10min	3	7.69	Nm	0	0.197
14h :10min	2	7.76	Nm	0	0.197



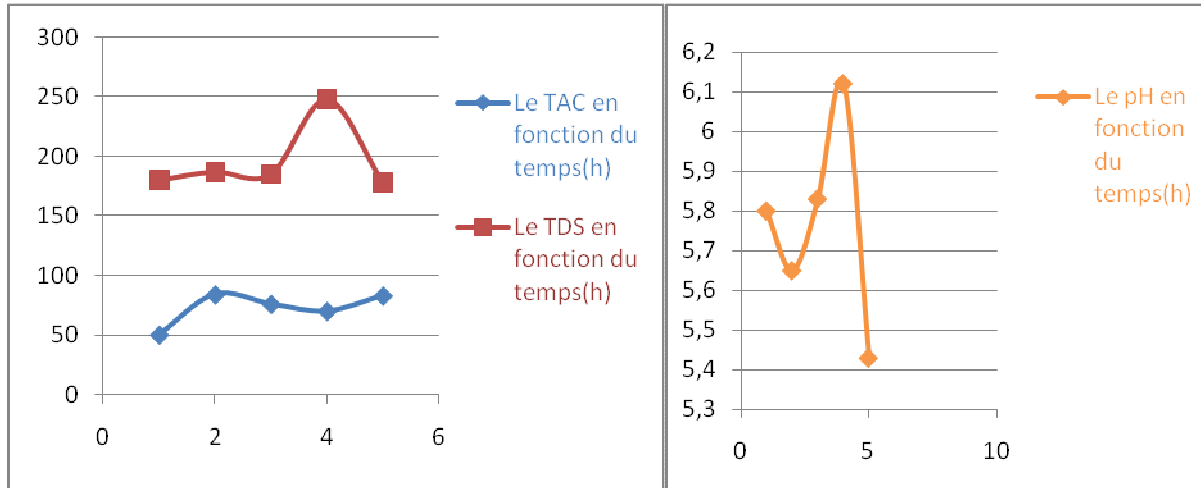
Graphes représentant le suivi de la turbidité et de pH en fonction du temps

- Les résultats obtenus sont conformes aux normes.

3- Analyse au niveau du filtre décarbonateur

heure	Normes			
	<2ppm	<85ppm	<500ppm	>4.9
	TA	TAC	TDS	pH
10h15min	0	50	180	5.8
11h :15min	0	84	187	5.65
12h :15min	0	76	185	5.83

13h :15min	0	70	248	6.12
14h :15min	0	83	178	5.43

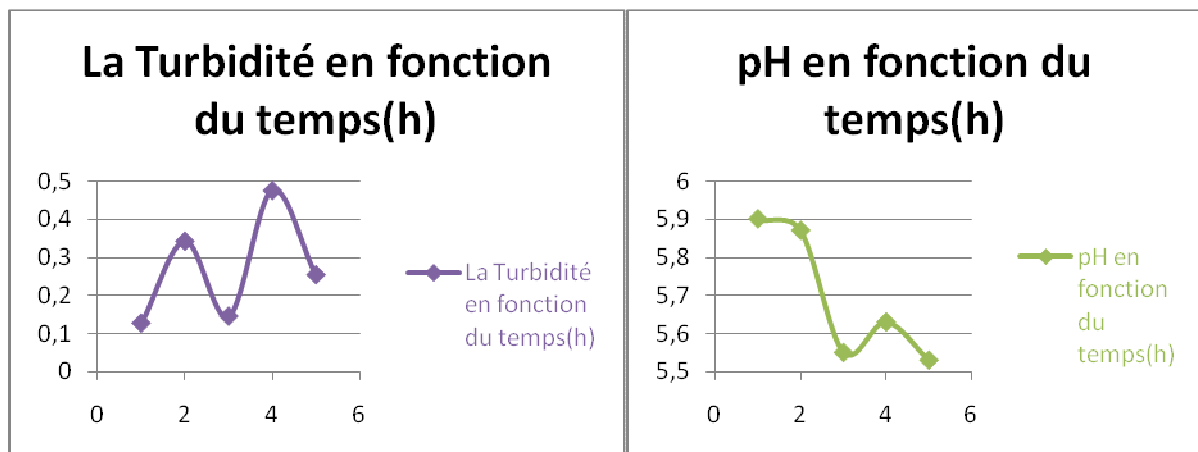
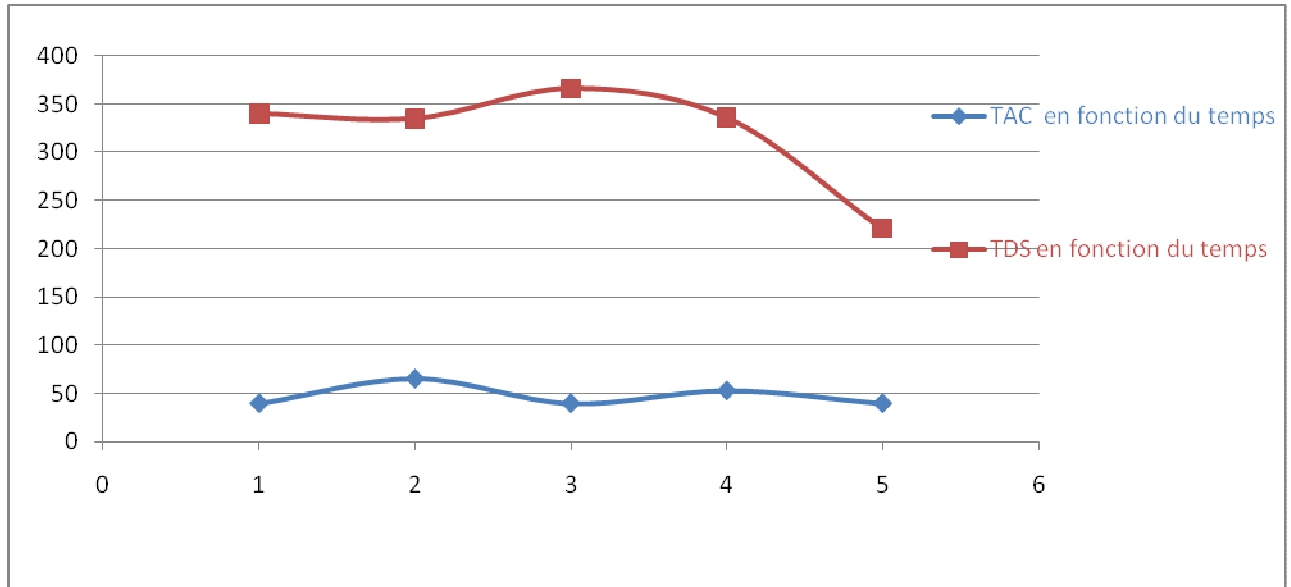


Graphes représentant le suivi de TAC, pH et de TDS en fonction du temps

- D'après les valeurs des normes prescrites on déduit que les résultats sont conformes.

4- analyse au niveau du filtre à charbon

Heure	Normes								
	2à4ppm	normal	0ppm	0-0.1ppm	<2ppm	<85ppm	<0.5NTU	<500ppm	4.9<pH<7
	Entrée	Sortie							
	Cl2	GOA	CL2	AL	TA	TAC	Turbidité	TDS	pH
10 h:25min	4	Nm	0	0	0	40	0.127	340	5.9
11h :25min	4	Nm	0	0	0	65	0.342	335	5.87
12h :25min	3	Nm	0	0	0	40	0.145	366	5.55
13h :25min	2	Nm	0	0	0	53	0.475	336	5.63
14h :25min	2	Nm	0	0	0	40	0.254	221	5.53

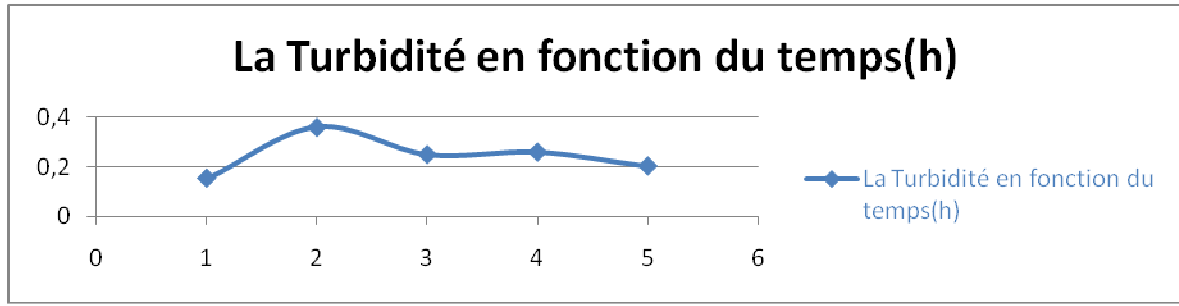


Graphes représentant le suivi de TAC, TDS, pH et de turbidité en fonction du temps

- On remarque que ces résultats répondent aux normes, ceci implique le bon fonctionnement du filtre à charbon.

5- Analyse au niveau du filtre polisseur

Heure	Norme < 0.5 NTU
	turbidité
10h :30min	0.152
11h :30min	0.360
12h :30min	0.249
13h :30min	0.259
14h :30min	0.202

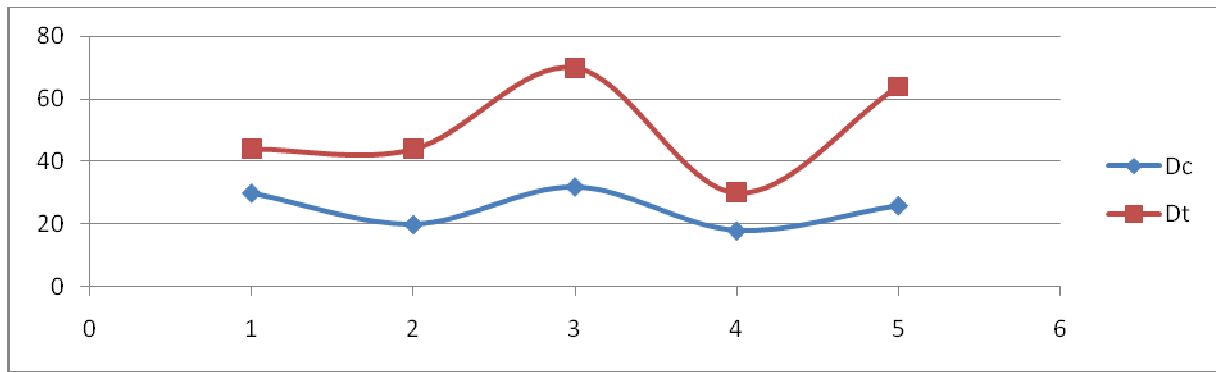


Graphe représentant le suivi de la turbidité en fonction du temps

- On voit que les valeurs de l'analyse est conforme à la norme.

6- Analyse au niveau du filtre adoucisseur :

heure	normes		
	G.O.A	Dc (<40 ppm)	DT(<100ppm)
10h :35min	Nm	30	44
11h :35min	Nm	20	44
12h :35min	Nm	32	70
13h :35min	Nm	18	30
14h :35min	Nm	26	64



Graphe représentant le suivi de la dureté calcique et de la dureté totale en fonction du temps

- On remarque que ces résultats sont conformes aux normes.

Interprétations

- Au début, l'eau de la ville a des concentrations en TAC et turbidité élevées (qui répondent aux normes données par la RADEEF), mais lors de son passage à travers les différents filtres, ces concentrations diminuent jusqu'à des valeurs convenables pour la préparation des boissons gazeuses.
- La concentration de chlore à la sortie du filtre à charbon est égale à zéro ce qui montre que le filtre à charbon fonctionne bien.
- L'aluminium est toxique, donc sa valeur doit être nulle à la sortie de ces filtres.
- Les résultats fournis par les analyses physicochimiques s'avèrent être dans les normes souhaitées ce qui nous permet de certifier que l'eau traitée est de bonne qualité.

Chapitre II

La siroperie et

L'embouteillage

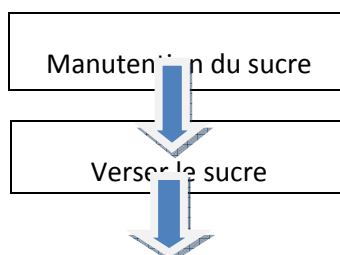
Après
siroperie, c
sirop fini.

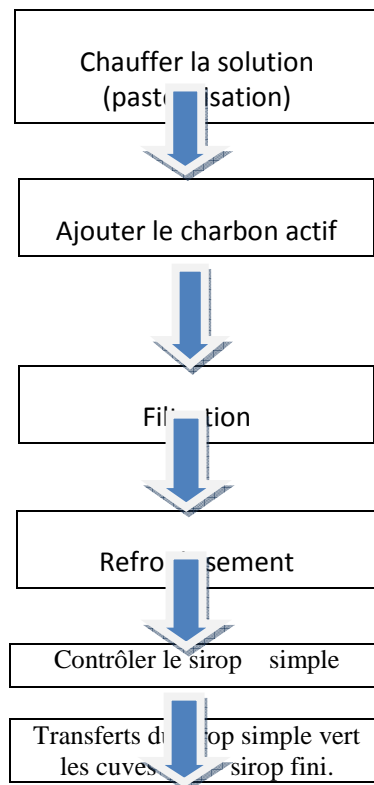
L'eau
d'être prêt

I - la si

1- préparation et contrôle du sirop simple

Le sirop simple est préparé selon le schéma suivant :





a- le contimol (lieu de dissolution du sucre)

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

b- La cuve à charbon

Dans une cuve à charbon actif, on ajoute des quantités bien définies du charbon actif en poudre qui permet de clarifier le mélange et d'éliminer également les mauvaises odeurs.

Une pompe doseuse injecte des petites quantités du mélange (le sirop + le charbon) dans la cuve contenant le sirop simple appelé cuve de réaction.

c- Le filtre

Le but de cette filtration est de fixer les grains de charbon et toutes autres impuretés non souhaitables sur des couches du filtre.

Ce filtre est formé de couches filtrantes dites gâteaux.

Le filtrat obtenu doit être de turbidité inférieure ou égale à 0.71 NTU.

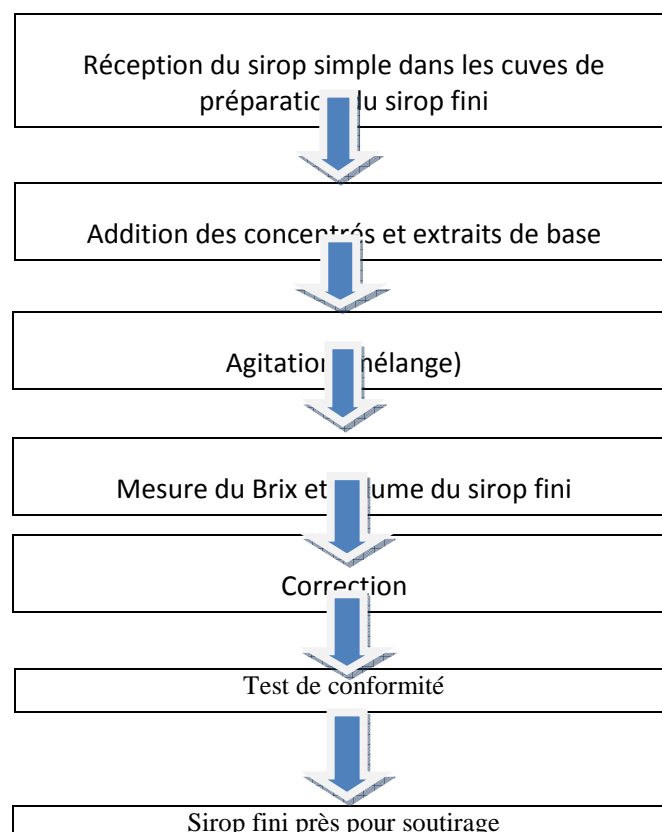
On procède ensuite à une inspection du sirop simple obtenu pour s'assurer de l'absence de toute trace de charbon.

Le sirop simple est ensuite transféré vers une cuve tampon, puis à travers un filtre à poche pour assurer l'élimination des grains de charbon.

Enfin, le mélange passe à travers un échangeur thermique dont le rôle est de refroidir le mélange progressivement jusqu'à une température de 20°C.

2- préparation du sirop fini

Le sirop fini c'est le mélange du sirop simple avec le concentré du produit (l'extrait de base) :



a- Préparation

Le concentré est versé dans une cuve où il subit une agitation avant de le mélanger avec le sirop simple préalablement stocké dans une cuve spéciale

On transporte par des pompes le sirop simple et les extraits de base vers une cuve où le mélange s'effectue (cuve sirop fini) par simple agitation.

b- Le contrôle du Brix

Pour le contrôle du Brix, on prélève un échantillon du sirop fini dans une éprouvette, on y introduit le densimètre à toupie lentement pour lire la valeur du Brix indiqué sur le densimètre.

On mesure la température du sirop fini pour apporter la correction dépendante de la température (voir tableau ci-dessous).

La valeur du Brix est calculée à partir de la formule suivante :

Le Brix = la valeur lue + 0.1 (correction du ménisque) + la correction dépendante de la température.

Température (°C)	Correction (°Brix)
19	-0.08
20	0.00
21	0.08

Tableau : correction du Brix en fonction de la température

c- Contrôle du Goût, odeur et apparence

- L'odeur du sirop fini doit être normale (pas de mauvaise odeur).
- Le goût du sirop fini est contrôlé en respectant les instructions de dilution pour chaque produit.
- Apparence doit être claire et normale.

II- L'embouteillage :

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

- ❖ Ligne 1 et 2 des bouteilles en verre "LV-1" "LV-2"
- ❖ Ligne 3 et 4 des bouteilles soufflées "PET"

1- Ligne de production (le chemin d'une bouteille)

- L'emballage en verre

a- Lavage des bouteilles



Les bouteilles rendues du marché doivent subir un lavage et nettoyage avec la soude pour garantir une propreté, et une stérilisation avant le soutirage.

A l'entrée de la laveuse, les bouteilles s'insèrent automatiquement dans des alvéoles et passent directement vers le bain de pré injection.

La compagnie dispose deux laveuses. Chaque laveuse se compose de différents bains où les bouteilles circulent. Chaque bain est à une température différente de l'autre.

Principe de la laveuse

Le lavage s'effectue selon plusieurs étapes :

- ✓ **La pré-inspection** : c'est l'opération qui consiste à la sélection des bouteilles conformes, effectué par un opérateur.
- ✓ **Le pré-lavage** : qui est assuré par une eau adoucie tiède où il y a une quantité de chlore qui réchauffe légèrement la bouteille, Cette étape est importante pour assurer aux bouteilles une température intermédiaire afin qu'elles puissent supporter la température du premier bain sans choc thermique.
- ✓ **Les bains de soude** où il y a de l'eau traitée chaude avec un pourcentage de soude .

⇒ laveuse groupe 1

- Bain N°1 : la température est de $65\pm 3^{\circ}\text{C}$ et le pourcentage de soude est compris entre 2 et 2.5%.

- Bain N°2 : la température est de $70\pm 3^{\circ}\text{C}$ et le pourcentage de soude est compris entre 2.0 et 2.5%.

⇒ Laveuse groupe 2

- Bain N°1 : la température est de $70 \pm 3^{\circ}\text{C}$ et le pourcentage de la soude est compris entre 1.5 et 2%.
- Bain N°2 : la température est de $70 \pm 3^{\circ}\text{C}$ et le pourcentage de la soude est compris entre 2 et 2.5%.

Ces différents bains sont utilisés pour enlever les étiquettes et pour la stérilisation des bouteilles.

- ✓ **Bain de rinçage final** : les bouteilles subissent un lavage par l'eau adoucie et chlorée pour assurer la propreté et la stérilisation des bouteilles et refroidir les bouteilles jusqu'à la température ambiante.
- ✓ **L'inspection visuelle par les mireurs** : à pour but d'éliminer les bouteilles mal lavées et ébréchées.
- ✓ **L'inspection électronique** : s'effectue avant le soutirage, dans le but de retirer les bouteilles contenant des matières étrangères.

b- Soutirage des boissons



La soutireuse remplit automatiquement les bouteilles.

c- Capsulage des bouteilles



C'est la capsuleuse ou visseuse qui visse les bouteilles. Les bouteilles ainsi remplies et fermées sont contrôlées visuellement par un appareil électronique, afin de retirer les bouteilles mal remplies ou mal bouchées.

a- Mirage visuel

Consiste à contrôler visuellement les bouteilles pleines pour éliminer celles qui contiennent des anomalies au niveau du remplissage ou des particules étrangères.

b- Le codage des bouteilles

Après l'inspection visuelle, les bouteilles remplies sont codées sur le bouchon, (date, heure et lieu de production, date de péremption, ligne concernée).

c- Etiquetage

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

d- L'encaisseuse

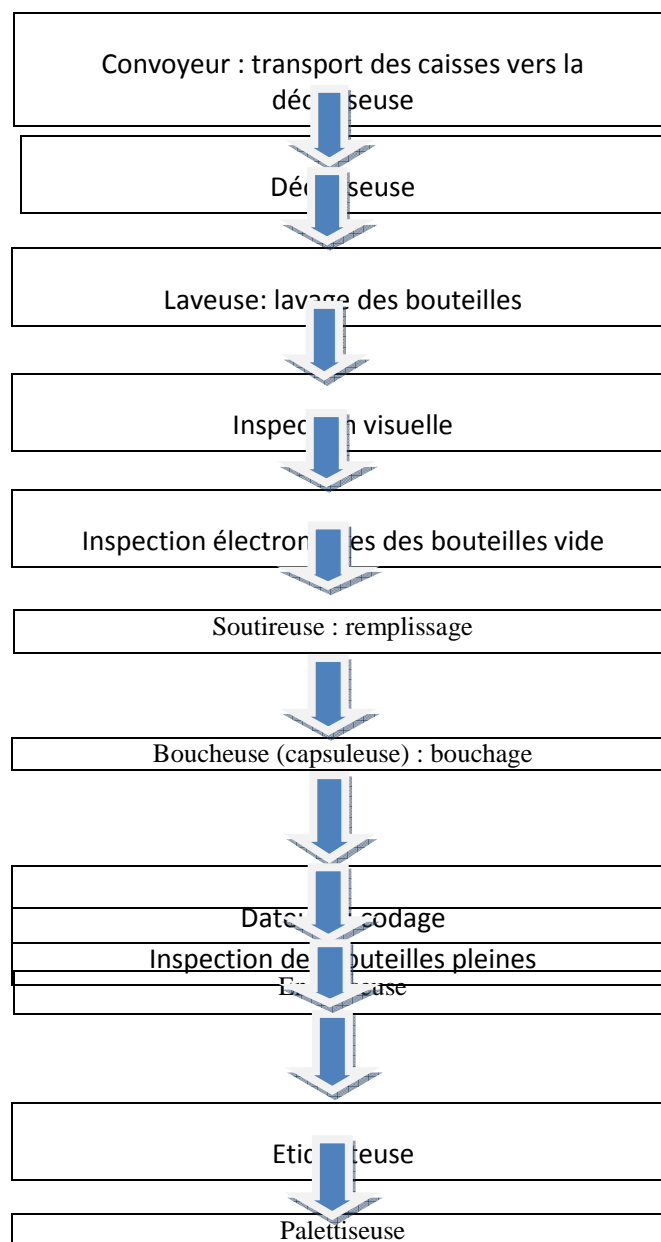
C'est la dernière étape de production. Cette machine met les bouteilles dans des caisses pour les transporter au magasin.

e- Palettisation

C'est la mise en palettes des caisses pleines de bouteilles remplies.



2- schéma de l'embouteillage des produits en verre



• L'emballage

en plastique

On utilise des préformes en polyéthylène(PET).

a- Souffleuse

C'est une machine destinée à faire souffler de l'air à l'intérieur des préformes et par conséquent les rendre sous forme de bouteilles en plastique.

b- Rinceuse

C'est une machine destinée au lavage des bouteilles soufflées par de l'eau traitée chlorée.

Les mêmes étapes sont suivies que pour l'emballage en verre.

- Soutirage des boissons.
- Capsulage des bouteilles.
- Mirage visuel
- Etiquetage
- Le codage des bouteilles

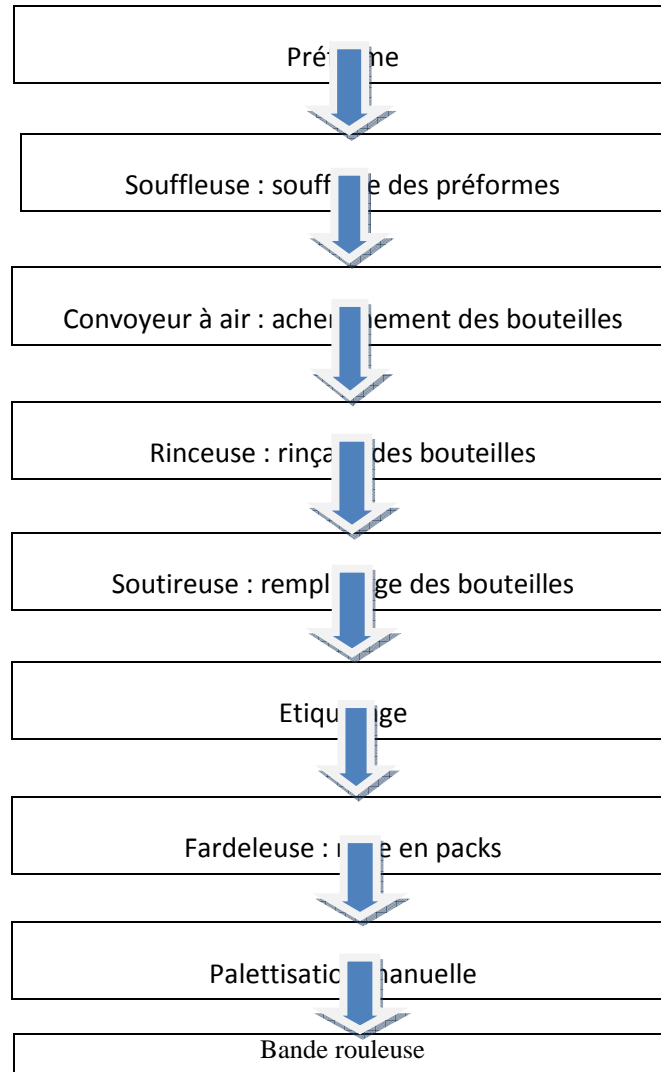
c- Fardeuse

Elle permet d'appliquer l'emballage sur un ensemble de bouteilles (la mise en pack des bouteilles pleines).

d- Stretcheuse (bande rouleuse)

Elle permet d'appliquer l'emballage sur l'ensemble des bouteilles emballées.

3- schéma de l'embouteillage des produits en plastique (PET)



4- les analyses physicochimiques effectuées au cours de l'embouteillage

a- Inspection visuelle et électronique des bouteilles lavées

➤ Inspection visuelle

Elle est assurée par des mireurs bien formés pour éliminer les bouteilles qui présentent une anomalie (bouteille ébréchée, bouchée, contenant un corps étranger...etc.)

➤ Inspection électronique

Cette inspectrice permet de trier et éliminer automatiquement toutes les bouteilles qui ne correspondent pas aux critères de qualité.

Pour assurer de l'efficacité que cette inspectrice et qu'elle fonctionne bien on se réfère aux témoins portants les anomalies suivantes :

- Un corps étranger au centre
- Un corps étranger au coté
- Bouteille ébréchée
- Bouteille bouchée
- Un corps collé à l'intérieur de la bouteille
- Un corps collé à l'extérieur de la bouteille

- ⇒ Si l'inspectrice élimine automatiquement ces bouteilles, donc elle fonctionne bien.
- ⇒ Si l'inspectrice a laissé passer une bouteille présentant une anomalie parmi ces 6 citées, on fait appel au technicien qui s'occupe de l'inspectrice.

b- Contrôle de résidu de soude dans les bouteilles lavées

Pour contrôler le résidu de soude dans les bouteilles lavées, on prend une série de bouteilles selon le nombre des alvéoles, on verse de la phénolphaléine sur la paroi de chaque bouteille. La présence ou l'absence des traces de la soude est fonction de la présence ou non de la coloration rose sur les parois de la bouteille.

c- Contrôle des moisissures dans les bouteilles lavées

Appelé aussi "test au bleu de méthylène". Il s'effectue à chaque démarrage.

On prend une série de bouteilles lavées (de 1 jusqu'à n) :

Dans la bouteille n°1, on fait couler une quantité (50ml) de bleu de méthylène sur la paroi, puis on verse le contenu dans la bouteille n°2 jusqu'à la bouteille n° n. et on rince les bouteilles par de l'eau distillée.

- ⇒ S'il y a des taches violettes c'est-à-dire présences de moisissures.
- ⇒ S'il y a absence de coloration donc absence de moisissures.

d- Contrôle du pourcentage du chlore dans les bains de rinçage

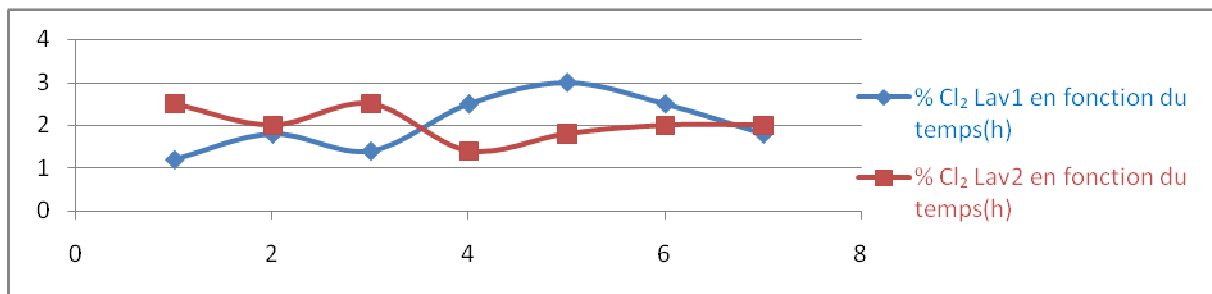
- Mode opératoire

On prélève un échantillon d'eau du bain de rinçage final, on le met dans la cuvette du comparateur (appareil de mesure) et on y ajoute une pastille de DPD n°1 puis on note la valeur correspondante sur le disque du comparateur.

- Résultats

⇒ Laveuse groupe1 et 2

Heure	% du chlore trouvé		Norme 1 à 3 ppm
	Laveuse groupe1	Laveuse groupe2	
11h00min	1,2	2,5	
11h30min	1,8	2	
12h00min	1,4	2,5	
12h30min	2,5	1,4	
13h00min	3	1,8	
13h:30min	2.5	2	
14h:00min	1.8	2	



Graphique représentant le suivi du pourcentage du chlore au cours du temps

Après ce contrôle on note bien que le pourcentage du chlore dans les bains de lavage est dans la norme.

e- Contrôle du pourcentage de la soude dans les bains

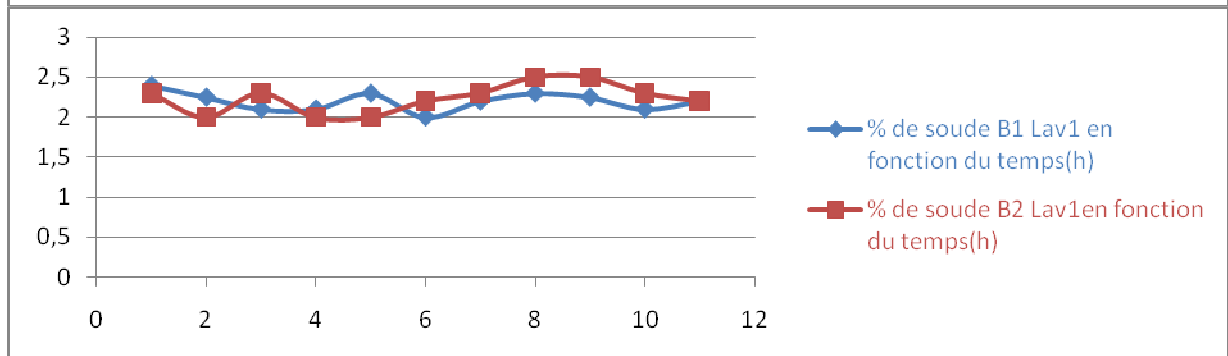
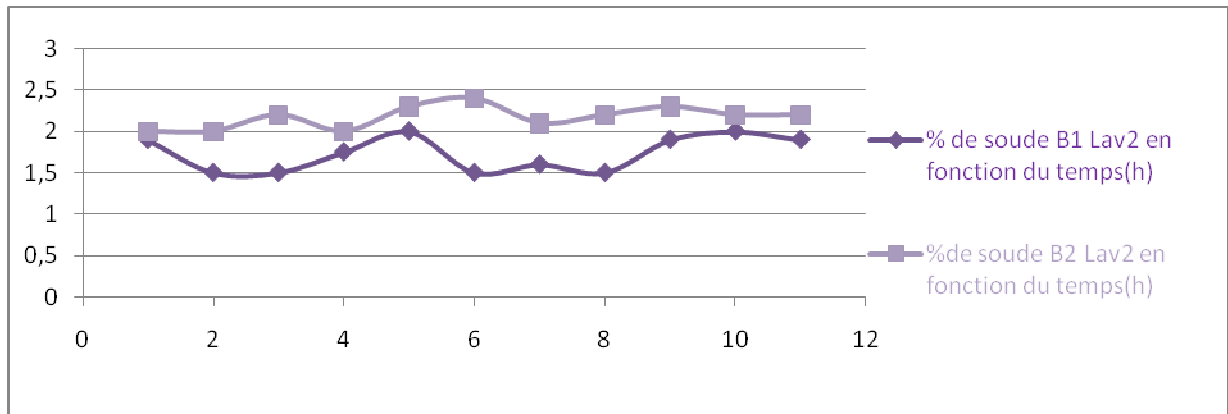
- Mode opératoire

La mesure est effectuée pour chaque bain de soude. On prélève 5ml de l'échantillon à analyser dans un bêcher auquel on y ajoute 25ml de l'eau, 2ml de chlorure de baryum et quelques gouttes de phénolphtaléine, et on fait le titrage par une solution d'acide sulfurique H_2SO_4 (1.25N).

Et donc le pourcentage de la soude correspond à la tombée de burette.

▪ Résultats

Heure	Pourcentage de la soude trouvée						
	Laveuse groupe 1			Laveuse groupe 2			
	Bain 1	Bain 2	norme	Bain 1	norme	Bain 2	norme
10h30min	2.4	2.3	2à2.5%	1.9	1.5à2%	2	2à2.5%
11h00min	2.25	2		1.5		2	
11h :30min	2.1	2.3		1.5		2.2	
12h :00min	2.1	2		1.75		2	
12h :30min	2.3	2		2		2.3	
13h :00min	2	2.2		1.5		2.4	
13h :30min	2.2	2.3		1.6		2.1	
14h :00min	2.3	2.5		1.5		2.2	
14h :30min	2.25	2.5		1.9		2.3	
15h :00min	2.10	2.3		2		2.2	
15h :30min	2.2	2.2		1.9		2.2	



Graphes représentant le suivi du pourcentage de soude dans les laveuses au cours du temps

⇒ La variation du pourcentage de soude au cours du temps reste dans les normes.

Chapitre III
Les analyses
physico-
chimiques du
produit fini

Le c
les normes

❖ **C**

1- **C**

Le c
nez et la dé

Ce t

2- **C**

Ce p

spectant

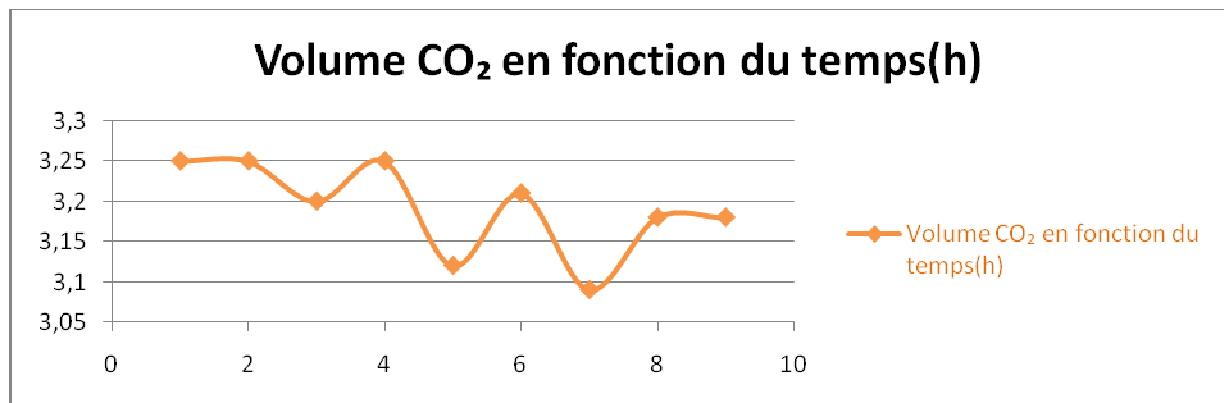
tion du

La valeur de volume de CO₂ est déduite d'un tableau de carbonatation qui indique pour une température et pression données correspond un volume de CO₂ donné.

Les valeurs de volume de CO₂ trouvés sont ensuite comparées avec celles des normes prescrites selon chaque produit.

Les résultats d'analyses sont présentés par le tableau suivant :

heure	Pression (atm)	Température (°C)	Volume CO ₂ (g/l)	norme V(CO ₂)
10h :00min	28	13.1	3.25	3±0.25
10h :30min	28	13.5	3.25	
11h :00min	28	13.9	3.20	
11h :30min	28	14.5	3.25	
12h :00min	28	15.1	3.12	
12h :30min	27	13	3.21	
13h :00min	26	13.3	3.09	
13h :30min	26	12.4	3.18	
14h :00min	26	12.5	3.18	



Graphique représentant le suivi de la variation du V(CO₂) au cours du temps

N.B :

- ❖ ce suivi est effectué sur une bouteille de verre FANTA LEMON 35Cl
- ❖ La valeur standard du volume CO₂ est de 3.75±0.25

D'après le contrôle le produit est conforme à la norme standard.

3- Contrôle du Brix

C'est le pourcentage massique du saccharose dans la solution.

La boisson contient du gaz carbonique. D'abord, on la décarbonate à l'aide d'un décarbonateur.

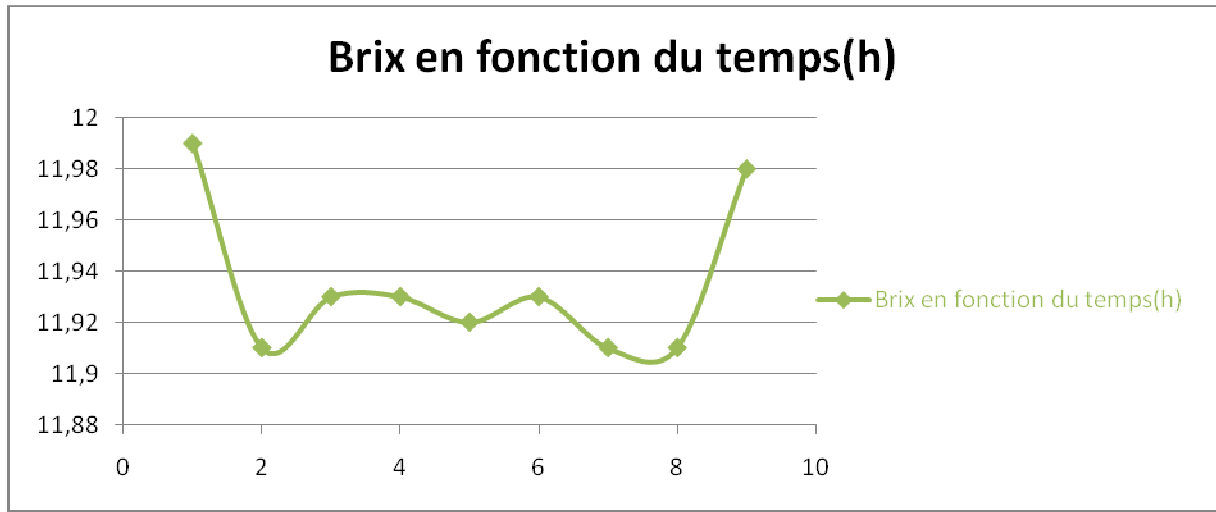
On mesure la concentration du sucre de la façon suivante :

On utilise un densimètre électrique pour la boisson décarbonatée à l'aide d'une seringue, on injecte dans la cellule une quantité de la boisson et on lit la valeur qui représente le Brix de la boisson.

- ❖ Les résultats obtenus sont présentés comme suit :

Heure	Brix	norme
10h :00min	11.99	12.01 ± 0.15
10h :30min	11.91	
11h :00min	11.93	
11h :30min	11.93	
12h :00min	11.92	
12h :30min	11.93	
13h :00min	11.91	

13h :30min	11.91	
14h :00min	11.98	



Graphe représentant le suivi de la variation du Brix au cours du temps

N.B :

- ❖ ce suivi est effectué sur une bouteille de verre FANTA LEMON 35Cl
- ❖ la valeur standard du Brix est de 12.01 ± 0.15 , donc les résultats trouvés sont conformes.

4- Contrôle du remplissage des bouteilles

Le niveau de remplissage des bouteilles est contrôlé à l'aide d'un calibre vérifiant la hauteur de remplissage. Lors du soutirage, on élimine les bouteilles trop ou pas assez remplies.

a- Pour les bouteilles en verre

Pour déterminer le contenu net, on prend 5 bouteilles remplies dont on mesure le poids, puis on pèse les mêmes bouteilles vides.

On prend une bouteille de ces 5 dont on mesure le brix, et à partir d'un tableau on lit la valeur de la densité correspondante.

Le contenu net de chaque bouteille remplie est calculé par la relation suivante :

$$\text{Contenu net} = \frac{\text{masse de la bouteille remplie} - \text{masse de la bouteille vide}}{\text{Densité}}$$

b- Pour les bouteilles en PET

On prend 5 bouteilles vides et on mesure leurs poids, puis on fait la moyenne.

On prend 5 bouteilles remplies, on mesure leurs poids et on fait la moyenne.

On prend une bouteille de ces 5 dont on mesure le Brix, et à partir d'un tableau on lit la valeur de densité correspondante.

Le contenu net d'une bouteille remplie est calculé par la relation suivante :

$$\text{Contenu net} = \frac{\text{moyenne du poids des B. remplies} - \text{moyenne du poids des B. vides}}{\text{Densité}}$$

La valeur du volume net est déduite dans le tableau :

heure	Contenu net (ml)	Normes (ml)
10h :30min	1000.12	985.0 à 1015.0
11h :45min	998.13	
13h :00min	1000.56	
14h :15min	999.89	

Donc le contenu net du produit respecte les normes.

N.B :

- ❖ L'analyse est effectuée sur un échantillon de "coca cola" de 1 litre.
- ❖ la densité du produit est égale à : 1.03828 g/cm₃.

5- contrôle du torque pour les capsules à vis et sertissages pour les bouchons couronnes

Pour les bouteilles à vis, le contrôle se fait à l'aide d'un torque-mètre (c'est un appareil spécial la mesure de l'ouverture de la bouteille).

Pour l'emballage en verre, on prend 12 bouteilles (12 têtes des visseuses bien numérotées).

Pour l'emballage en PET on prend 8 bouteilles (8 têtes de la visseuse).

Puis on mesure leur torque qui doit respecter les normes prescrites.

Une capsule à vis est appliquée parfaitement si la valeur du torque est limitée dans l'intervalle [15-17].

Toute valeur se trouvant à l'extérieur de cet intervalle implique le non-conformité du torque.

Pour les bouteilles à bouchon couronnes, on contrôle l'application du bouchon par un calibre où il y a des trous testant "go" ou "no go".

- ⇒ Si les bouchons passent par les trous "go" ceci implique que le sertissage est bien appliqué.
- ⇒ Si les bouchons ne passent guère à travers les trous "no go" ceci implique que le sertissage n'est pas bien appliqué.

Les résultats trouvés sont présentés par le tableau suivant :

Mesure1	15.9	16.8	14.1	15.0	14.1	15.9	15.0	16.8
Mesure2	15.0	15.9	15.9	10.0	16.8	14.1	16.8	14.1

Tableau : résultats de contrôle du torque

- ❖ La valeur standard du torque est : [15-17]
- ❖ Toutes les valeurs respectent les normes.

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 en premier lieu, la possibilité de pratiquer mes connaissances scientifiques, et en deuxième temps d'avoir une idée sur la vie industrielle.

Au terme de mon stage, j'ai étudié le suivi des paramètres physicochimiques au sein de la CBGN, et j'ai aboutie à des résultats satisfaisants, cela se manifeste dans les résultats des analyses effectuées qui respectent les normes exigées.

On trouve que le processus de fabrication des boissons gazeuses obéit à un système d'hygiène et de contrôle de qualité qui répond aux besoins du consommateur.