

Sommaire

Introduction.....	1
-------------------	---

CHAPITRE N°1 : PRESENTATION DE LA CBGN

I. Histoire de Coca-cola.....	3
II. Coca-cola au Maroc	3
III. Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord (CBGN)	4
IV. Activités de la compagnie.....	5
V. Organigramme de la CBGN.....	6

CHAPITRE N°2: PROCESSUS DE FABRICATION

<u>I.</u> Traitement des eaux	8
I-1. Introduction	8
I-2. Traitement des eaux.....	9
I-2-1. Coagulation-floculation	9
I-2-2. Désinfection.....	9
I-2-3. Filtration	10
<u>a)</u> Filtration au niveau du filtre à sable.....	10
b) Filtre décarbonateur	10
c) Filtration avec le charbon	10
d) Filtre polisseur	11
I-2-4. Analyses physico-chimiques	11
a) Potentiel hydrogène «pH».....	11
b) La conductivité électrique	11
c) La turbidité.....	11
d) Mesure du taux de solide dissous (TDS).....	12
I-2-5. Analyses chimiques	12
<u>a)</u> Détermination du titre alcalimétrique (TA).....	12

b) Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC).....	13
c) Détermination du taux d'aluminium	14
d) La dureté de l'eau.....	14
a. Dureté totale (DT)	14
b.Dureté calcique.....	15
I-2-6. Adoucissement de l'eau.....	18
<u>II. La Siroperie</u>	19
II-1. Préparation du sirop simple	19
II-1-1. Dissolution du sucre.....	19
II-1-2. Ajout du charbon actif	19
II-1-3. Filtration	19
II-1-4. Refroidissement du sirop simple	20
II-2. Préparation du sirop fini.....	20
<u>III.L'embouteillage</u>	21
III-1. Les lignes de bouteilles en verre.....	21
III-1-1. Dépalitisation et décaissement	21
III-1-2. Lavage des bouteilles.....	21
III-1-3. Mirage vide	22
III-1-4. Inspection automatique	22
III-1-5. Préparation de la boisson finale.....	26
III-1-6. Soutirage de la boisson.....	22
III-1-7. Capsulage et Vissage des bouteilles	23
III-1-8. Codage des bouteilles	23
III-1-9. Mirage plein	23
III-1-10. Étiquetage et encaissage	23
III-2. La ligne de bouteilles en PET (polyéthylène téréphtalate)	28

CHAPITRE N°3: CONTROLE DE QUALITE AU LABORATOIRE

I. Introduction	26
II. Les contrôles physico-chimiques au laboratoire	26
II-1. Contrôle à la réception	26
II-2. Contrôle des laveuses des bouteilles en verre	27
II-2-1. Contrôle du pourcentage de la soude dans les bains.....	27
II-2-2. Contrôle du pourcentage du chlore dans les bains	27
II-2-3. Test au bleu de méthylène pour les bouteilles lavées	28
II-2-4. Contrôle des résidus caustiques au niveau des bouteilles lavées	28
II-3. Contrôle des préformes	28
II-4. Contrôles du produit fini.....	28
II-4-1. Contrôle du Brix de la boisson.....	28
II-4-2. Contrôle du volume de CO2 dans la boisson	28
II-4-3. Contrôle du goût, odeur et apparence	29
II-4-4. Contrôle du contenu net	29
a.Pour les bouteilles PET (polyéthylène téréphtalate)	29
b.Pour les bouteilles en verre	33
II-4-5. Contrôle du torque pour le bouchon à vis	34
II-4-6. Contrôle de sertissage des bouchons couronnes.....	34
II-4-7. Contrôle de débris de verre.....	34
II-4-8. Test stress cracking.....	34
II-5. Contrôle bactériologique	35
Conclusion.....	33
Annexes.....	34

Remerciement

Je tiens à exprimer mes remerciements et ma profonde gratitude tout d'abord à monsieur le directeur de la CBGN qui a eu la bienveillance à nous accorder ce stage à son établissement et à tous ceux qui ont veillé à mon stage au sein de la CBGN, qu'ils trouvent ici l'expression de ma grande estime.

J'aimerais adresser mes vifs remerciements :

À Mr MK.Skalli pour son aide précieuse, ses conseils, et son encadrement pendant ma période de stage.

À tous les membres de jury d'avoir eu l'amabilité d'examiner et de juger mon travail.

À l'ensemble du personnel de la CBGN, notamment à Mr Ait Hsine qui a bien voulu m'accepter pour passer ce stage.

À mon encadrant Mr Fahmi El Khammar pour son aide précieuse, son encouragement et sa disponibilité tout au long de ma période du stage.

À l'ensemble des techniciens du laboratoire de la CBGN **Mr. Wahid, Mr Slaoui, Mr Brahim, Mr. Abdrahim, Mr. Omar, Mr. Bouafi, Mr. Boujmaa, Mr. Idriss, et Mr Sayyad Omar** qui ont répondu favorablement à mes questions.

À toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin, chacun de sa manière, pendant la période du stage.

Lexiques et Abréviations

CBGN : Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord.

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

pH : Potentiel hydrogène.

TA : Titre alcalimétrique.

TAC : Titre alcalimétrique complet.

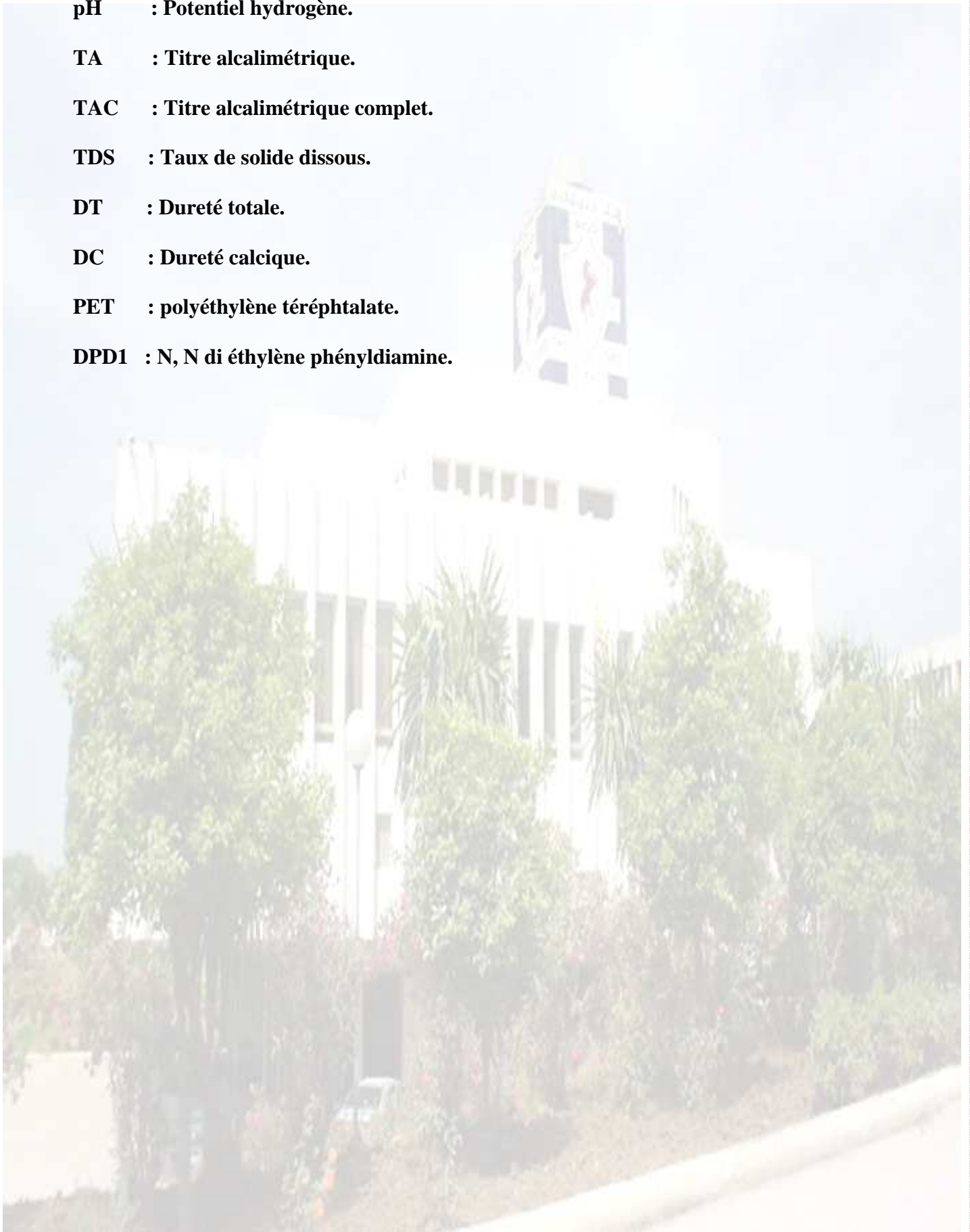
TDS : Taux de solide dissous.

DT : Dureté totale.

DC : Dureté calcique.

PET : polyéthylène téréphtalate.

DPD1 : N, N di éthylène phényldiamine.



Introduction

Pour garantir sa place sur le marché actuel (national et international), la Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord (CBGN), à l'instar des autres entreprises de l'agroalimentaire est dans l'obligation de donner plus de satisfaction sur la qualité de ces produits.

La CBGN est une entreprise d'embouteillage des boissons gazeuses qui vise à présenter des produits de haute qualité, respectant les bonnes pratiques de production et les normes internationales de la qualité.

Pour garantir cela, la CBGN s'est engagée à mettre en place un département de management qui intègre la qualité, la sécurité, ainsi que l'environnement.

Le processus de fabrication des boissons gazeuses est un enchaînement des étapes très importantes et très complexes et chaque défaillance dans une étape peut avoir un impact négatif sur la qualité du produit fini.

Mon stage s'est déroulé au sein de la compagnie des boissons gazeuses du nord avec but de :

- Suivre le processus de fabrication.
- Faire les analyses physico-chimiques au cours de la production.
- Faire les analyses du traitement des eaux.

Chapitre N°1

Présentation de

LA CBGN

I. Histoire de Coca-cola

Le 8 mai 1886, John Stith Perberton, pharmacien à Atlanta (État de Géorgie), découvre un nouveau sirop qui selon lui avait des vertus désaltérantes et apaisantes. Selon la légende, le mélange serait composé d'extraits de noix de cola, de sucre, de caféine, des feuilles de coca décocaïnées et un composé d'extraits végétaux.

Son comptable, Franck M. Robinson baptisa «coca-cola» et dessina le premier graphisme. La boisson fut mise en vente à sirop avec de l'eau glacée. L'un eut l'idée d'employer de l'eau gazeuse et les consommateurs présents apprécièrent encore plus la formule. Le coca-cola était né.

En 1890: l'affaire est rachetée par Asa candler à 2300\$, qui devient seul détenteur de la formule secrète et en 1892, Asa Candler fonde «The Coca-Cola Company».

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

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

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

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

II. Coca-cola au Maroc

Au Maroc, coca-cola apparut en 1947; un bateau usine, qui était accosté au port de Tanger, produisait alors la boisson pour les soldats américains. De nos jours son activité au pays représente 1,5% du PIB national (Produit Intérieur Brut), et emploi 70000 personnes de façon directe et indirecte.

Le groupe dispose également de 5 sociétés d'embouteillage:

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

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

III. Compagnie des Boissons Gazeuses du Nord (CBGN)

La CBGN fut créée en 1952 par deux groupes d'associés: la famille Benabdellah et le groupe suisse France Hauss. Elle s'est enrichie, par là ensuite, par l'achat de l'unité SIM en 1997.

Implantée dans le quartier industriel Sidi Brahim à Fès, la CBGN dispose actuellement de 2 lignes verre ainsi que de 2 lignes PET; et ces centres de distribution sont au nombre de cinq. Ils sont établis à Fès, Meknès, Sidi Slimane, Errachidia et Khénifra.

Ses activités sont partagées entre l'embouteillage et la distribution des boissons gazeuses.

La CBGN est constituée des départements suivants :

- Département management qui intègre la qualité, la sécurité, et l'environnement.
- Service maintenance.
- Service production.
- Département formations et ressources humaines.
- Département administratif.
- Département commercial.

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

- ❖ Ligne 1 des bouteilles en verre.
- ❖ Ligne 2 des bouteilles en verre.
- ❖ Ligne 3 des bouteilles soufflées « PET »
- ❖ Ligne 4 des bouteilles soufflées « PET »

IV. Activités de la compagnie

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

Produits	VERRE (en Cl)	PET (en Litre)
Coca Cola	20, 35,5 et 100	1/2, 2/2, 3/2, et 4/2
Fanta Orange	20,35 et 100	1/2, 2/2, 3/2, et 4/2
Hawaï Tropicale	35 et 100	1/2, 2/2, et 3/2
Pom's	35 et 100	1/2, 2/2, et 3/2

Sprite	35 et 100	2/2
Schweppes Tonic	20	2/2
Schweppes Citron	20 et 100	1/2, 2/2, et 3/2
Top's Orange		1/2, et 5/4
Top's Lemonade		1/2, et 5/4
Top's Pomme		1/2, et 5/4

V. Organigramme de la CBGN

ORGANIGRAMME DIRECTION USINE

Siege

**DIRECTION
Finance**

DIRECTION QUALITE

**DIRECTION
INDUSTRIELLE**

**DIRECTION
Système
d'information**

**DIRECTION
RESSOURCES
HUMAINES**

**DIRECTION
chaîne a
Logisti**

Usine

DIRECTION D'EXPLOITATION

Assistante de la direction

- FACTURATION

- CAISSIERSE PENCE & RECETTE

Controlleurs flux porte

Responsable CUI et reporting

Responsable SI stite.

ACHETEUR,

RESPONSABLE TECHNIQUE

RESPONSABLE management QSE

RESPONSABLE RESSOURCES HUMAINES

**RESPONSABLE
MAINTENANCE**

**RESPONSABLE
PRODUCTION**

**RESPONSABLE
CTRL QUALITE**

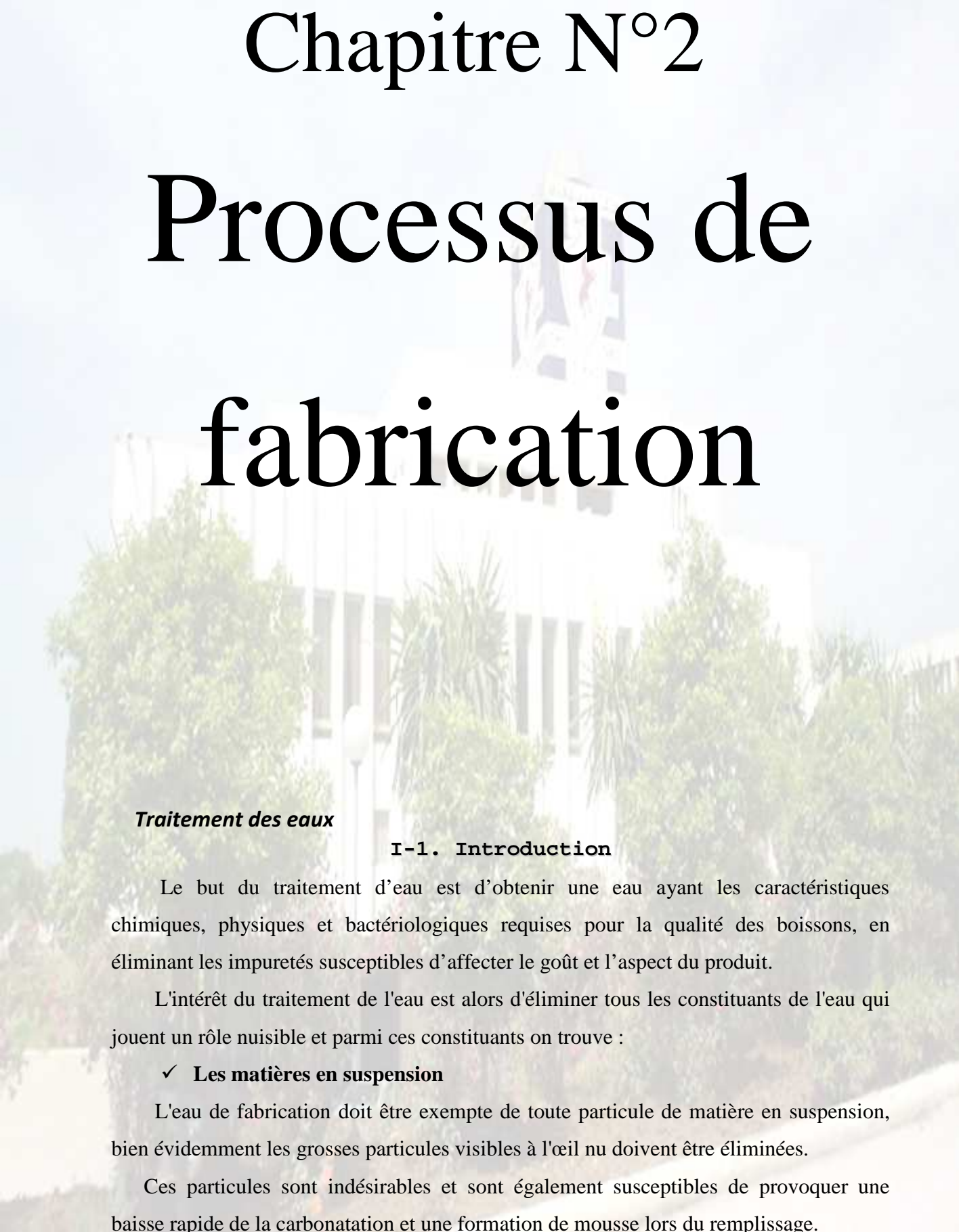
RESP HSS

**RESPONSABLE
EXPEDITION**

**RESPONSABLE
GSPF**

**RESPONSABLE
G.MMP**

**RESPONSABLE
PARC AUTO**



Chapitre N°2

Processus de fabrication

Traitement des eaux

I-1. Introduction

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 d'affecter le goût et l'aspect du produit.

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

✓ Les matières en suspension

L'eau de fabrication doit être exempte de toute particule de matière en suspension, bien évidemment les grosses particules visibles à l'œil nu doivent être éliminées.

Ces particules sont indésirables et sont également susceptibles de provoquer une baisse rapide de la carbonatation et une formation de mousse lors du remplissage.

✓ **Les matières organiques**

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

✓ **Les micro-organismes**

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

✓

Les substances sapides et odorantes

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

✓

L'alcalinité

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

I-2. Traitement des eaux

I-2-1. Coagulation-floculation

La coagulation – floculation est un procédé physico-chimie de clarification des eaux, il permet la formation de floes pour faciliter la filtration.

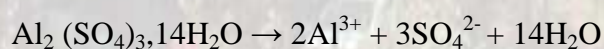
Cette prise en masse vise les particules colloïdales et dispersions fines, mais également les substances dissoutes et les grosses molécules hydrophiles.

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

La coagulation se fait soit par addition de :

- Sulfate d'alumine $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$
- Sulfate de fer FeSO_4 oxydé par le chlore.
- Chlorure du fer FeCl_3 .

Dans l'eau le sulfate d'aluminium injecté s'ionise en donnant des ions d'aluminium positifs et des ions de sulfates négatifs selon l'équation suivante :



I-2-2. Désinfection

À la fin du traitement, la désinfection permet de détruire ou d'éliminer les micro-organismes pathogènes, on utilise pour cela un désinfectant chimique tel que le chlore.

Le chlore en tant que désinfectant a les principaux avantages suivants :

- Une bonne efficacité pour tuer ou inactiver les bactéries, les virus...
- Un effet bactériologique.
- Une grande facilité d'utilisation.

I-2-3. Filtration

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

Filtration au niveau du filtre à sable

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

Filtre décarbonateur

Le filtre décarbonateur a pour but de réduire le taux d'alcalinité de l'eau.

L'eau à traiter traverse un lit de résine faiblement acide de type RCO_2H (ces résines échangeuses des cations, possèdent un groupement acide faible. Les protons sont mieux retenus que les autres cations. Les petits cations sont généralement mieux retenus

que les gros) ; les bicarbonates de calcium et de magnésium échangent leurs cations avec formation de CO₂.

Les réactions qui se passent :



Filtration avec le charbon

Le charbon actif ou charbon activé est une poudre noire, légère, constituée essentiellement de matière carbonée à structure microporeuse.

C'est, en fait, une sorte de charbon de bois présentant une très grande surface spécifique qui lui confère un fort pouvoir adsorbant. Et cette matière est utilisée pour éliminer l'odeur et le goût de l'eau pour ne pas influencer sur la boisson.

Filtre polisseur

On utilise le filtre polisseur afin d'éliminer les particules de sable ou de charbon qui peuvent provenir du filtre à charbon.

L'efficacité de l'opération dépend du type et de la qualité des cartouches utilisés (qui doivent être changées toutes les 2 ans).

I-2-4. Analyses physico-chimiques

Potentiel hydrogène «pH»

Le pH d'une eau est une indication de sa tendance à être acide ou alcaline, il est en fonction de l'activité des ions (H⁺) présents dans la solution.

Ce test est fait au niveau de l'eau brute, à la sortie du décarbonateur et à la sortie du filtre à charbon. Et c'est grâce à l'appareil de pH-mètre; qui doit être bien étalonné ; qu'on détermine les valeurs de pH.

La conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est la conductance (inverse de la résistance) d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques, elle est fonction de la concentration totale en ions, de leur mobilité, de leur valence, de leur concentration relative et de la température. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la qualité des sels dissous dans l'eau. Et on mesure la conductivité par un conductimètre.

La turbidité

Elle correspond à la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de particules en suspension. Elle se mesure en faisant passer un faisceau lumineux à travers l'échantillon à tester. La turbidité est déterminée en mesurant la lumière qui est diffusée par les particules en suspension.

Mesure du taux de solide dissous (TDS)

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

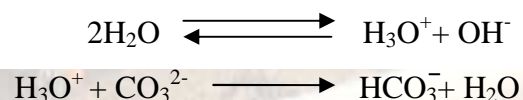
On plonge l'électrode dans l'échantillon et on note la valeur du taux de solides dissous.

I-2-5. Analyses chimiques

Détermination du titre alcalimétrique (TA)

L'alcalinité des eaux est essentiellement due à la présence des bichromates ou des carbonates et des hydroxydes.

TA : correspond à la neutralisation des ions hydroxydes OH^- et à la transformation de la moitié des ions carbonates en hydrogénocarbonates HCO_3^- par un acide fort selon l'équation suivante :



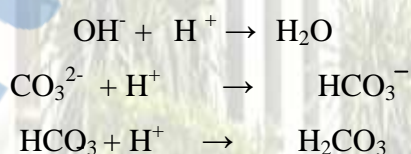
Mode opératoire:

On prélève 100 ml d'échantillon, on ajoute deux gouttes de phénolphtaléine (Indicateur de pH avec une zone de virage de 8.3 à 10), dont deux manifestations peuvent se présenter, soit :

- Une coloration rose, qui signifie que le TA est différent de 0 ce qui nécessite un dosage par HCl (N/10). On verse goutte à goutte jusqu'à la décoloration et on note le volume versé V.
- Pas de coloration rose, ce qui signifie que le TA est égal à 0, donc le pH de l'eau est inférieur à 8,3.

Détermination du titre alcalimétrique complet (TAC)

Il correspond à la neutralisation des ions hydroxydes OH^- , et CO_3^{2-} et HCO_3^- par un acide fort en présence d'un indicateur coloré (Hélianthine), les réactions mises en jeu sont :

**Mode opératoire:**

Pour déterminer le TAC, on utilise l'hélianthine (avec une zone de virage de 3,3 à 4,6), qu'on ajoute à 100 ml d'échantillon pour donner une coloration jaune, ce qui nécessite un dosage par HCl, on ajoute un volume V' d'acide chlorhydrique à l'aide d'une burette, tout en agitant après chaque goutte versée jusqu'à l'apparition d'une coloration jaune-orangé.

Le volume de l'acide versé multiplié par 10 représente le taux d'alcalimètre complet exprimé en ppm.

Remarque : À la sortie du décarbonateur, la valeur doit être inférieure à 85 ppm.



Après l'ajout de l'hélianthine
Sur l'échantillon



après dosage par
HCl (0,1N)

Détermination du taux d'aluminium

Ce dosage se réalise sur l'eau traitée à la sortie du filtre à charbon pour s'assurer de l'absence des traces d'aluminium.

Mode opératoire :

On remplit la cuvette du comparateur *lavibonde* jusqu'au trait de jauge par de l'eau à la sortie du filtre à charbon puis on ajoute à cette eau une pastille d'aluminium N° 1 et une pastille d'aluminium N° 2. On agite puis on place la cuvette dans le comparateur. À l'aide du disque d'aluminium, on détermine la valeur du taux d'aluminium en comparant la couleur de la solution avec la couleur correspondante sur le disque.

Résultat : Le taux aluminium doit être nul.

La dureté de l'eau

Ce test doit être réalisé sur l'eau à la sortie de l'adoucisseur.

Dureté totale (DT)

La dureté totale d'une eau est la concentration totale en ions calcium, magnésium et autres cations bivalents dans cette eau.

Mode opératoire :

On prélève 50 ml de l'échantillon, on lui ajoute quelques gouttes de la solution tampon et 3 à 4 gouttes d'indicateur coloré (noir d'hérichrome).

Résultat :

- si la couleur de la solution vire au bleu (claire), la dureté est nulle.
- Si la couleur de la solution vire au rouge (rouge violet), on titre doucement avec la solution de l'EDTA jusqu'à ce que la solution vire au bleu (claire).

Soit V le volume de l'EDTA versé en ml : DT (en ppm) = V*20

Les réactions mises en jeu sont :



50 ml de l'échantillon à analyser
+ 5 ml d'une solution tampon



quelque goutte de l'indicateur
Colore noir D'herichrome



Dosage par la solution d'EDTA à 0,02 mol/l
Jusqu'à l'obtention de la coloration bleue

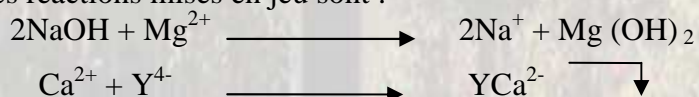
Dureté calcique

La dureté calcique d'une eau est la concentration en ions calcium (Ca^{2+}) dans cette eau.

Mode opératoire :

On ajoute à 50 ml d'eau à analyse 2 ml de NaOH (1 %) et 3 à 4 gouttes d'indicateur de Murexide puis on titre avec l'EDTA jusqu'à ce que la solution vire au bleu (clair).

Les réactions mises en jeu sont :





Une pincée de l'indicateur
+5 ml d'une solution tampon (NaOH).

50

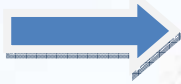
ml

de

l'échantillon

a

analysé



Colore murexide



Dosage par la solution d'EDTA à 0,02 mol/l
Jusqu'à l'obtention de la coloration bleue

Production

Eau
De
ville

Bassin N°1

A ce stade on analyse la
teneur en chlore, le gout,
l'odorat, apparence.

Ajout du chlore 1à3ppm

coagulant Sulfate d'Alumine

3 filtres à sable

A l'entrée du filtre on analyse la
teneur en chlore qui doit être entre 1
et 3 ppm. À la sortie du filtre on
analyse la turbidité et le G.O.A

Filtres polisseur

A la sortie du filtre on doit
contrôler la turbidité qui doit
être < 0,5

2 filtres à charbon

A la sortie du filtre on doit contrôler :

- gout, odorat, et apparence
- TA qui ne doit pas dépasser 2mg/l
- TAC qui doit être nul
- pH doit être >4,9
- rDS doit être <500ppm
- Turbidité qui doit être <0,5 NTU

Décarbonateur

A la sortie du filtre on doit contrôler le - TAC qui doit être inférieur à 85mg/l

- Le pH qui doit être >4,9
- TDS qui doit être <500 ppm

ajout du chlore 3±1ppm

Bassin N°2

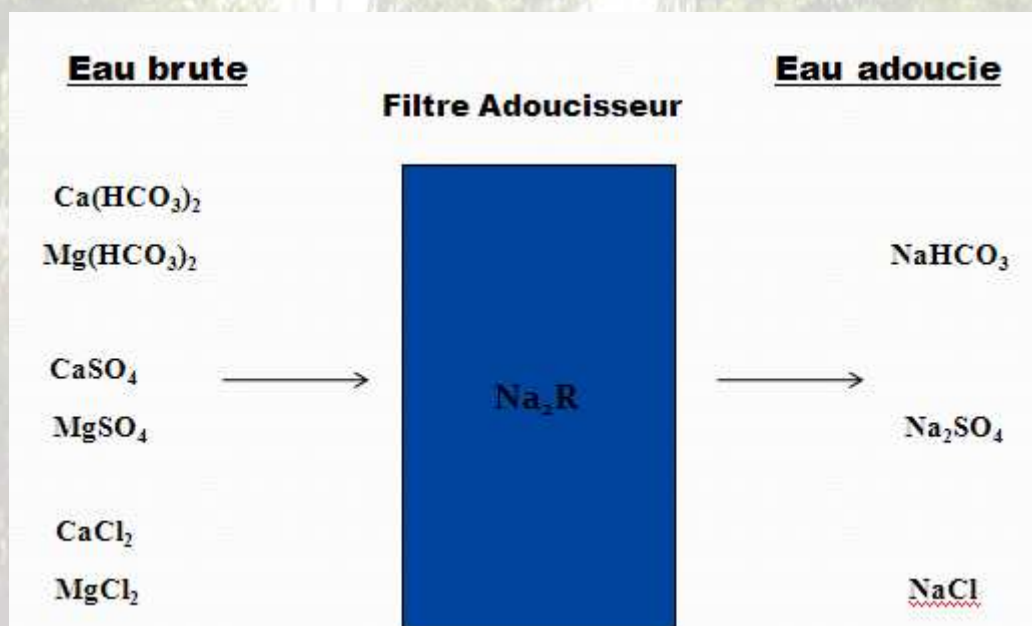
A la sortie de ce bassin on doit analyser la teneur en chlore qui doit être comprise entre 2 et 4 ppm

I-2-6. Adoucissement de l'eau

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

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

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



La Siroperie

La siroperie constitue la deuxième phase, après celle de traitement d'eau, dans le cycle du procédé de fabrication, elle a pour rôle de transformer l'eau et le sucre en un sirop qui va donner lieu à la boisson, ce processus peut être découpé en deux étapes, la première concerne la préparation du sirop simple, la deuxième est pour le sirop fini

II-1. Préparation du sirop simple

II-1-1. Dissolution du sucre

La préparation du sirop simple commence par la dissolution du sucre avec de l'eau traitée dans un conge appelé **CONTIMOL** (poste de dissolution continue du sucre).

Le sucre est acheté de la société **COSUMAR** et il provient en sac de 50 kg. Il est versé au début dans une trémie puis transporté, avec une vis sans fin dans un silo où il est versé par la suite dans le dissolvant par le haut du conge. En même temps que le sucre est versé dans le dissolvant <<cuve de dissolution>> déjà rempli d'eau traitée, l'agitateur commence à homogénéiser la solution (eau+sucre) et le mélange est pompé dans un circuit fermé composé du dissolvant et d'échangeur à chaud pour faciliter l'homogénéisation du sucre dans l'eau et pour but de pasteurisation.

Le sirop est chauffé à contre-courant, dans l'échangeur, avec de la vapeur d'eau.

La dissolution est considérée finie quand le mélange atteint un Brix supérieur à 60 et 80 °C à 85 °C de température.

II-1-2. Ajout du charbon actif

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

II-1-3. Filtration

Après une durée de 1 h à 2 h du sirop simple dans une cuve de réaction, il subit une filtration dans une autre cuve, par une pâte filtrante en célite, dont le rôle est d'éliminer le charbon et les matières en suspensions.

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

II-1-4. Refroidissement du sirop simple

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

Le refroidissement du sirop simple est réalisé par trois étapes :

- Premièrement, on fait passer l'eau traitée à la température ambiante pour diminuer la température du sirop à 60 °C
- Deuxièmement, on fait passer l'eau de tour de refroidissement (l'eau adoucie) à une température de 15 °C afin de ramener le sirop, de l'étape précédente, à une température de 50 °C
- Finalement, on fait passer l'eau glycol (refroidi au niveau de freez-cooler par l'ammoniac).

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

II-2. Préparation du sirop fini

Le sirop fini est un mélange du sirop simple et du concentré appelé aussi extrait de base. La préparation du sirop fini commence par le contrôle des ingrédients du produit par le siropeur (l'opérateur qui prépare le sirop) qui les introduit dans un récipient où se fait le mixage avec l'eau traitée, le mélange est ensuite envoyé à une 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 le produit obtenu repose dans presque 15 minutes pour assurer sa désaération puis contrôlé par le siropeur qui veille sur sa conformité en réglant tous les paramètres en question (température, brix..). Le sirop fini est envoyé à l'embouteillage (troisième phase du procédé de fabrication)

L'embouteillage

C'est la troisième phase principale dans le procédé de fabrication de la boisson, il s'agit ici de la mise en bouteille de la boisson et toutes les opérations qui en découlent.

On distingue dans ce processus deux types de lignes de production : une ligne pour les bouteilles en verre et une ligne pour les bouteilles en PET (polyéthylène téréphtalate).

III-1. Les lignes de bouteilles en verre

III-1-1. Dépalitisation et décaissement

Au début de cette ligne on trouve un poste de dépalitisation, cette opération consiste à mettre les caisses, chargées de bouteilles vides en verre, sur le convoyeur qui les achemine vers la décaisseuse (machine à becs automatisée) permettant d'enlever les bouteilles des caisses et de les poser sur le convoyeur qui alimente la laveuse, les caisses à leur tour sont envoyés à la laveuse des caisses où ils subissent un lavage en eau chaude et un rinçage par l'eau froide.

III-1-2. Lavage des bouteilles

La laveuse des bouteilles est composée de quatre baignoires, d'eau adoucie et de soude caustique, montés en série pour garantir une propreté et une stérilisation complète. À l'entrée de la laveuse, on trouve des alvéoles qui débarrassent les bouteilles des anciennes étiquettes, et les déposent par la suite sur un convoyeur inoxydable afin d'en assurer l'évacuation et ceci pour éviter la contamination des baignoires en aval. Ensuite, les bouteilles sont introduites dans le premier bain où elles subissent un prélavage en eau chaude à une température de 70 °C environ, des gicleurs bien alignés permettent d'envoyer dans les bouteilles des jets d'eau pour assurer un lavage efficace, le deuxième et le troisième bain contiennent de l'eau chaude mélangée avec de la soude caustique ayant une concentration allant de 2 à 2,5 %, ce mélange élimine toute la saleté existante, surtout à l'intérieur des bouteilles, enfin un rinçage final par l'eau froide chlorée d'une concentration de 1 à 3 ppm, a eu lieu dans le quatrième bassin.

Pour une raison d'économie, l'eau des trois derniers baignoires est recyclée vers un bassin où se fait une opération de traitement par l'eau de javel.

III-1-3. Mirage vide

C'est une opération de pré inspection visuelle des bouteilles lavées, elle se fait par une équipe de mireurs qui contrôle toutes les bouteilles et enlève celles présentant un certain défaut, parmi les suivants :

- Les bouteilles sales.
- Les bouteilles ébréchées.
- Les bouteilles très usées.
- Les bouteilles avec des goulots ébréchés.

III-1-4. Inspection automatique

C'est une inspection qui se fait automatiquement avec un appareil qui accomplit l'opération d'inspection manuelle en détectant les bouteilles présentant l'un des défauts cités ci-dessus et qui est difficile à vérifier par l'œil nu, les bouteilles captées sont convoyées automatiquement vers l'entrée de la laveuse.

III-1-5. Préparation de la boisson finale

Le sirop fini, préparé au niveau de la siroperie, et l'eau traitée sont conduits par des tuyaux inoxydables vers des réservoirs témoins. Dans le STARBLEND PLUS, des volumes spécifiques d'eau traitée, de sirop fini et du gaz carbonique CO₂, selon la nature des boissons, sont mélangés à l'aide des doseurs qui donnent la quantité exacte de chaque élément. Le contrôle des paramètres de la boisson (le brix, la température, le volume de CO₂) est assuré par un Visio brix qui les affiche sur un écran, ainsi le mélange obtenu (la boisson) traverse un échangeur lui permettant de diminuer sa température avant de le remplir dans les bouteilles.

III-1-6. Soutirage de la boisson

Cette opération consiste à remplir la boisson dans les bouteilles, elle se fait automatiquement par une machine appelée soutireuse. Dans un premier temps, le réservoir de la soutireuse se remplit à l'aide de la différence de pression entre le réservoir et la cuve de la boisson finale où règne une pression de 2 bars, ce qui provoque une aspiration de la boisson par le réservoir. Ensuite les bouteilles vides entrent dans la soutireuse, puis elles remontent à l'aide d'un piston vers le robinet, grâce à une différence de pression précise, entre le réservoir et la bouteille, le liquide est pulvérisé sur les parois de la bouteille, quand le liquide atteint un niveau bien déterminé la pression entre les deux extrémités s'égalise et l'écoulement de la boisson s'arrête.

III-1-7. Capsulage et Vissage des bouteilles

Les bouteilles sortantes de la soutireuse passent directement dans une autre machine appelée visseuse, celle-ci est constituée de têtes permettant la fermeture des bouteilles par des vis ou des bouchons (pour les bouteilles de 1litre) avec une pression bien déterminée.

III-1-8. Codage des bouteilles

On s'intéresse dans ce codage à la date de production, de préemption ou d'expiration et un code composé du numéro de la ligne de production et de la première lettre de la ville où l'usine est installée. Ce code indique la référence des bouteilles en cas de non-conformité, la durée de vie pour ce type de bouteille est en général de 1an.

III-1-9. Mirage plein

C'est une opération similaire à celle du mirage vide, cette fois l'opérateur ajoute, aux conditions précédentes, le contrôle du niveau de remplissage.

III-1-10. Étiquetage et encaissage

L'étiquetage est l'habillage de la bouteille par une étiquette à l'aide d'un appareil, elle contient toutes les informations sur le produit. Une fois la bouteille est étiquetée, elle est acheminée vers l'encaisseuse qui met les bouteilles en caisse, son fonctionnement est similaire à celui de la décaisseuse. Les caisses qui sortent de la décaisseuse sont transportées à l'aide du matériel de manutention au magasin produit fini.

La ligne de production tourne à une vitesse presque de 19000 bouteilles par heure pour les petites bouteilles et de 12000 bouteilles par heure pour les grandes bouteilles (bouteilles de 1litre).

III-2. La ligne de bouteilles en PET (polyéthylène téréphtalate)

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

La première opération dans ce poste consiste à chauffer les préformes, provenant d'un élévateur de stockage, dans un four à lampes infrarouges, la température de chauffage varie entre 140 et 180°C. Ensuite les préformes chauffées sont introduites dans des moules qui leur donnent la forme désirée, cette forme est obtenue à l'aide d'une tuyère qui descend dans la préforme avec une forte pression de l'ordre de 40 bars et de la forme du moule, à la sortie du poste, les bouteilles subissent un refroidissement.

Par la suite les bouteilles sont envoyées, grâce à un convoyeur à air vers la rinceuse, où elles subissent une opération de stérilisation en envoyant des jets d'eau dans la bouteille maintenue dans une position verticale.

La bouteille sortant de la rinceuse passe vers la soutireuse, la boucheuse, le mirage plein, le dateur, l'étiqueteuse et la stricheuse qui fonctionnent d'une façon similaire à celle des machines de la ligne précédente.

The background image shows a modern, multi-story building with a glass facade, partially obscured by lush greenery including palm trees and other tropical plants. A road with a white curb is visible in the foreground. The overall scene is bright and sunny.

Chapitre N°3

Les contrôles physico-chimiques au laboratoire

I. Introduction

Contrôle de qualité est expression vient de l'anglais « Qualité Contrôle » traduit par contrôle de la qualité

Le contrôle de la qualité est donc à la fois la mesure d'une caractéristique et sa comparaison à une base de référence admise ou imposée.

Si on se réfère aux normes AFNOR ou ISO sur le vocabulaire de la qualité, le débat a été tranché le contrôle, selon ces documents :

« L'action de mesurer, examiner, essayer, passer au calibre une ou plusieurs caractéristiques d'un produit ou service et les comparer aux exigences spécifiées en vue d'établir leur conformité »

Pour Harrington (1986) : le contrôle de la qualité c'est bien faire les choses, non seulement la première fois, mais toutes les fois.

Donc, le contrôle de la qualité a pour fonction d'améliorer la qualité du produit.

II. Les contrôles physico-chimiques au laboratoire

II-1. Contrôle à la réception

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

On peut distinguer quatre catégories du contrôle à la réception qui sont les suivantes :

✓ Contrôle de la matière première :

- Sucre.
- Co₂.
- Concentrés et extraits de base.

✓ Contrôle des produits chimiques :

- eau de javel (l'hypochlorite de sodium)
- la soude caustique (NaOH)



- Le sel marin (NaCl)
- l'acide chlorhydrique (HCl)
- ✓ **Contrôle des matières d'emballage et de conditionnement :**
 - Préformes
 - étiquettes
 - capsule à vis
 - bouchon couronne
 - bouteilles en verre
- ✓ **Contrôle des produits finis achetés :**
 - les boissons gazeuses
 - les eaux de tables et gazeuses : ciel, Bonaqua
 - les jus Miami (orange, pêche, agrume et tropical)

II-2. Contrôle des laveuses des bouteilles en verre

II-2-1. Contrôle du pourcentage de la soude dans les bains

On prend 25 ml d'eau traitée, on lui ajoute 5 ml d'échantillon à analyser (pris du bain de soude) et 1 ml de chlorure de baryum $BaCl_2$ (25 %) et quelques gouttes de phénolphthaléine, on titre le mélange par une solution d'acide sulfurique à 1,25 N.

le pourcentage de la soude est calculé à partir de la formule suivante :

$\% (NaOH) = \text{Volume de dosage.}$

II-2-2. Contrôle du pourcentage du chlore dans les bains

Ce contrôle a pour objectif de vérifier la valeur du chlore au niveau des bains de rinçage.

On prélève un échantillon de l'endroit désiré, on remplit la cuvette de l'appareil jusqu'au trait de 10 ml, on ajoute une pastille de DPD1 (N, N di éthylène phényldiamine) écrasée, on agite pour que la poudre se dissolve dans l'eau et on compare les couleurs du disque avec celle de l'échantillon. Le taux du chlore correspond à la couleur qui coïncide avec la couleur de l'échantillon.

II-2-3. Test au bleu de méthylène pour les bouteilles lavées

Ce test est important pour s'assurer de l'absence des moisissures et les levures, au niveau des bouteilles lavées. En ajoutant le bleu de méthylène (1 %) à l'intérieur des

bouteilles, puis on les lave avec de l'eau. S'il y a des moisissures, ils vont retenir la coloration bleue.

II-2-4. Contrôle des résidus caustiques au niveau des bouteilles lavées

Ce contrôle est réalisé pour s'assurer de l'absence de la soude après le rinçage final au niveau des bouteilles lavées. Pour cela, on verse la phénolphthaléine sur les parois des bouteilles, et la présence des traces de soude va être marquée par la coloration rose.

II-3. Contrôle des préformes

On prend 6 préformes et on mesure le poids, la longueur, le diamètre externe et interne, et la longueur puis on les compare aux exigences spécifiées en vue d'établir leur conformité.

II-4. Contrôles du produit fini

II-4-1. Contrôle du Brix de la boisson

Le degré Brix est le pourcentage en poids de saccharose dans la boisson. Avant d'effectuer ce contrôle, on décarbonate la boisson pendant 3 min en utilisant un décarbonateur à air comprimé. Après décarbonatation de la boisson on injecte à l'aide d'une seringue dans le densimètre électronique DMA.1002. On procède à plusieurs injections pour rincer la cellule du densimètre (faire vider 3 à 4 seringues dans le densimètre), puis on laisse la dernière seringue à moitié remplie et verse au densimètre. Après un certain temps, la valeur du Brix est notée.

II-4-2. Contrôle du volume de CO₂ dans la boisson

La valeur du CO₂ est déterminée par l'intersection des deux valeurs (pression et température) à partir tableau de carbonatation de Coca Cola.

On prend une bouteille à tester, on la place au manomètre de l'appareil de mesure et on purge pour faire sortir l'air qui est dans la partie non remplie de la bouteille, puis on

Ferme et on procède à une agitation jusqu'à stabilisation de l'aiguille du manomètre et on note la pression. Ensuite à l'aide d'un thermomètre on mesure la température.

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

II-4-3. Contrôle du goût, odeur et apparence

Ce contrôle s'effectue chaque fois qu'on fait le contrôle du Brix et du CO_2 de la boisson. Il ne faut jamais négliger ce contrôle parce que le goût, l'odeur et l'apparence sont des paramètres très sensibles, car ils entrent à la qualité organoleptique et ces paramètres influencent directement sur le produit fini.

II-4-4. Contrôle du contenu net

Pour les bouteilles PET (polyéthylène téréphtalate)

Chaque heure on prend cinq bouteilles de la soutireuse, ou on prend pour contrôler le contenu net au tour de la soutireuse 48 bouteilles pour la ligne 3 ou 62 bouteilles pour la ligne 4 et on mesure le poids net de chacune. Cinq bouteilles soufflées avec bouchon sont utilisées comme la tare et le contenu net est calculé par la relation suivante :

$$\text{Contenu net} = \frac{Pn - T}{D}$$

Pn: pois net.

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

D: Densité.

Remarque :

Pour le contrôle du contenu net des 5 bouteilles, on prend le poids moyen de ces 5 bouteilles comme poids net.

Par contre le contenu net au tour de la soutireuse on prend le poids net de chaque bouteille. (48 ou 62).

Pour les bouteilles en verre

Chaque heure on prend cinq bouteilles da la soutireuse et on mesure le poids de chacune, remplie et vide. Le calcul se fait comme suit :

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

Pn: poids net d'une bouteille remplie.

T : le poids de la même bouteille vide.

D: Densité.

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

II-4-5. Contrôle du torque pour le bouchon à vis

Pour les bouteilles à vis le contrôle est réalisé grâce au torque mètre (appareil spécial pour la mesure du torque). Pour cela on prend un membre de bouteille qui correspond au membre de tête de la visseuse qu'on mesure leur torque.

L'appareil torque mètre donne des valeurs entre [0.30] alors que les valeurs qui indiquent une bonne fermeture des bouteilles est compris entre [15.17].

II-4-6. Contrôle de sertissage des bouchons couronnes

Pour les bouchons couronnes, on utilise un outil ou il y a des trous nommés : 'GO' et 'NO GO', les bouchons doivent passés par le trou 'GO' et ne passe pas par le trou 'NO GO'.

N.B : Si les bouchons ne passent pas à travers le calibre 'GO' cela veut dire que la bouteille n'est pas bien fermée ce qui peut entraîner une fuite de liquide et de CO₂.

II-4-7. Contrôle de débris de verre

Ce test est indispensable lorsqu'une bouteille de verre est cassée dans la soutireuse à force de pression en arrêtant la soutireuse et on rince avec un courant très fort d'eau, pour ce débarrasser des débris de verre puis on met la soutireuse en marche et on prend premièrement 4 bouteilles 2 après celle qui est cassée et deux avant puis on prend la bouteille qui est à la place de celle qui est cassée et une après et une avant, cette dernière phase est répétée une autre fois donc on a 10 bouteilles à contrôler. Dans le laboratoire, on renverse la bouteille et on observe le débris de verre à l'aide d'une lampe à lumière intense.

II-4-8. Test stress cracking

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

Mode opératoire :

- On prépare une solution de soude à 0,2 %.
- À la sortie de la soutireuse, on prélève une bouteille pleine de chaque moule de la souffleuse.

On met les bouteilles prélevées debout dans les bacs de stress cracking et on remplit les bacs jusqu'à immersion totale de la base des bouteilles.

II-5. Contrôle bactériologique

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

Le laboratoire de contrôle qualité s'intéresse à la recherche des :

✓ **Coliformes :**

Ce test s'applique seulement pour l'eau traitée, filtrée sur une membrane de porosité de 0,45 µm, déposée sur un milieu spécifique pour leur croissance dans une boîte de pétri et incubée à une température de 35°C pendant 24 heures.

✓ **Moisissures et les levures :**

Ce test s'applique pour le sirop simple stocké, le sirop fini stocké et avant le mixage, l'eau de sanitation, la boisson gazeuse, robinet de soutirage. Ils sont filtrés chacun sur une membrane de porosité, de 0,65 µm ou 0,8 µm, déposée par la suite sur un milieu de culture spécifique et incubée à une température de 25 pendant 48h à 120 heures.

✓ **Germes totaux :**

Ce test s'applique pour le sucre brut, l'eau traitée et les bouteilles lavées qui sont rincées à l'eau distillée stérile.



Conclusion

La qualité et la sécurité alimentaire sont devenues un label important dans la vie quotidienne de toute l'humanité et ceci à l'échelle nationale et internationale.

Ainsi pour avoir une idée claire sur ce qui se passe au niveau de la production des boissons gazeuses, j'ai eu la chance d'effectuer mon stage au sein de la CBGN de Fès.

Cette approche du milieu industriel et en particulier celle de la CBGN m'a permis d'avoir dans un premier temps, la possibilité de tester mes connaissances scientifiques acquises au cours de ma formation à la « **FST Fès** », et en deuxième temps d'avoir une idée sur la vie industrielle.

Au terme de mon stage, j'ai pu suivre avec attention, les détails du procédé de préparation de boissons gazeuses, qui passe par les étapes suivantes :

- Traitement des eaux.
- Siroperie.
- Contrôle de qualité.
- Embouteillage.