

## Mémoire de Master

Présenté par :

-REDOUANE Aida

-SNASNI Djouhra

En vue de l'obtention du diplôme de master en chimie

Spécialité : chimie analytique

**Thème :**

**Procédés de fabrication de jus et des boissons gazeuses et leur analyses physico-chimiques**

Devant le jury composé de : 28/10/2020

Nom et Prénom	Département d'affiliation	Qualité
BARKA Fatiha	Chimie	Président
AIT AHMED Nadia	Chimie	Examineur
AIT BRAHIM Laila	Chimie	Encadreur

## **REMERCIEMENTS**

*Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères et les plus profonds tous d'abord au bon dieu le tout puissant de nous avoir accordé santé, courage volonté et surtout patience pour accomplir ce modeste travail.*

*A M<sup>m</sup>e AIT BRAHIM L. qui a accepté de nous encadrer, on vous remercie pour tous vos conseils et remarques qui nous ont permis de mener à bien ce travail.*

*Nous tenons à remercier les membres du jury, M<sup>m</sup>e BARKA F Pour avoir accepté de présider le jury et d'évaluer notre travail.*

*On remercie vivement M<sup>m</sup>e AIT AHMED N. pour avoir accepté d'examiner notre travail.*

*On tient à exprimer nos reconnaissances à tous les enseignants qui nous ont accompagnés durant tout le cursus universitaire.*

*Tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à nos familles pour la réalisation de notre travail.*

## *DEDICACE*

Que ce travail témoigne de mes respects :

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour ma réussite, que dieu te garde, à toi

Mon père.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, à toi maman

A mes sœurs : Soraya, Yasmina, mes frères : Zoubir, Farés et Mohamed.

Pour votre soutien et encouragements, vous occupez une place particulière dans mon cœur. Je vous dédie ce travail en vous souhaitant un radieux plein de bonheurs et de succès.

A tous ceux qui me sont chers de près et de loin

Ils vous trouver ici l'expression de mes sentiments de respect et de reconnaissance

Pour le soutien qu'ils n'ont cessé de me porter

A tous mes professeurs :

Leur générosité et leur soutien m'obligent de leurs témoigner mon profond respect

Et ma loyal considération.

A tous mes amis : Nawel, Nadjat, Widad, Chaima et ma binôme : Djouhra

En souvenir de nos éclats de rire et des bons moments. En souvenir de tout ce qu'on a vécu.

Aida

## *DEDICACE*

*Je remercie Dieu de m'avoir aidé à l'élaboration de ce travail.*

*Je dédie ce travail à la mémoire de mes très chères Parents auxquels j'implore*

*Dieu à ce qu'il leurs accorde sa miséricorde dans son Vaste paradis.*

*A mes frères Saïd, Soufiane, Abdou,*

*Ahmed et son épouse.*

*Mouloud et son épouse.*

*A mes sœurs Salwa et son marié.*

*Et ma petite sœur Merbouha.*

*A toute la famille SNASNI.*

*A mon fiancé Yamine et toute la famille SAIT.*

*A ma binôme Aida et sa famille.*

*A tous mes amies :*

*Et enfin, A tous ceux qui m'ont aidé à l'élaboration de ce travail de proche ou de loin.*

*Djouhra*

### Liste des abréviations

### Liste des tableaux

### Liste des figures

### Introduction..... 01

## Chapitre I : Généralités sur les boissons gazeuses et des jus

### I.1. Jus de fruits..... 03

I.1. Définition de jus de fruits..... 03

I.2. Des différents types de jus de fruits..... 03

I.2.1. Les jus à base de jus concentré..... 03

I.2.2. Les nectars de fruits..... 03

I.2.3. Les purs jus de fruit..... 03

I.2.4. Les jus de fruit déshydraté..... 03

I.2.5. Les concentrés de purée de fruit..... 04

II.3. Intérêt nutritionnel et thérapeutique des jus et nectars de fruits.....04

I.4. Compositions chimiques des jus de fruits..... 05

I.5. Les Caractéristique des jus de fruits.....07

I.7. Influence des paramètres physico-chimiques sur la qualité des jus..... 08

### I.2. Les boissons gazeuses..... 08

I.8. La filière en Algérie..... 08

I.9. Définition des boissons gazeuses..... 09

I.10. Les principaux types de boissons gazeuses..... 09

I.10.1 Les sodas..... 09

I.10.2. Les Limonades..... 10

I.10.3. Les boissons plates.....10

I.11. Composition des boissons gazeuses..... 11

I.11.1. L'eau..... 11

I.11.1.1 Les critères de l'eau potable..... 11

I.11.2. Les sucres..... 12

I.11.3. Les gaz Carbonique (CO<sub>2</sub>) ..... 13

I.11.4. Les additifs Alimentaires.....13

I.11.4.1. Les additifs conservateurs..... 13

I.11.4.2. Les additifs antiaxydant..... 13

I.11.4.3. Les additifs colorants..... 15

I.11.4.4. Les arôme.....	15
I.11.4.5. Les édulcorants.....	15
I.11.4.6. Régulateurs d'acidité.....	15
I.11.4.7. Agents de texture.....	15
<b>Chapitre II : méthode et techniques d'analyse</b>	
II.1. Traitement des eaux .....	17
II.1.1. Définition .....	17
II.1.2. Les étapes de traitement de l'eau.....	17
II.2. Préparation de sirop .....	19
II.3. Processus de fabrication des boissons gazeuses et des boissons fruitées .....	19
II.3.1. Processus de fabrication des sodas en emballage PET .....	19
II.3.2. Processus de fabrication des boissons fruités en emballage PET.....	22
II.4. Analyses physico-chimique.....	23
II.4.1. Analyses physico-chimique de l'eau de procès .....	23
II.4.1.1. Détermination de potentiel d'hydrogène (pH).....	23
II.4.1.2. Détermination de la conductivité.....	24
II. 4.1.3. Détermination de TH.....	24
II.5.1.4. Les mesure de chlorure .....	25
II.4.2. Méthode d'analyses physico-chimiques des .....	26
II.4.2.1. Détermination du pH .....	27
II.4.2.2. Détermination du degré Brix.....	28
II.4.2.3. Détermination de l'acidité .....	29
II.4.2.4. Détermination du CO <sub>2</sub> .....	30
II.5. Méthode d'analyses physico-chimiques des boissons fruitées.....	31
II.5.1. Détermination de pH.....	32
II.5.2. Acidité titrable.....	32
II.5.3. Indice de Brix.....	33
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>35</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>36</b>

## Liste des abréviations

**AFNOR** : association française de normalisation.

**AT** : acidité titrable.

**°B**: degré de Brix.

**BRSA** : boissons rafraichissante sans alcools.

**°C** : degré Celsius.

**CMC** : carboxyméthylcellulose.

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de carbone.

**°F** : degré français.

**g/kg** : gramme par kilogramme.

**Jora** : journal officiel de la république algérien

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.

**PET** : Polyéthylène téréphtalate.

**pH** : potentiel d'hydrogène.

**SRH** : service des ressources humaines.

**Sarl** : société à responsabilité limite.

**SET** : Société Des Eaux Minérales de Toudja

**TA** : titre alcalimétrique simple.

**TAC** : titre alcalimétrique complet.

**TH** : titre hydrotimétrique.

**VE** : valeur énergétiques.

**µS /cm** : Micro Siemens par centimètre.

**EDTA** : acide éthylène-diamine-tétraacétique

## Listes des figures

<b>Figure N°01</b> : Schéma représentatif de la station de traitement des eaux.....	<b>18</b>
<b>Figure N°02</b> : Diagramme de fabrication des sodas en emballage PET.....	<b>21</b>
<b>Figure N°03</b> : Schéma représentatif des étapes de production des boissons fruitées.....	<b>22</b>
<b>Figure N° 04</b> : Schéma récapitulatif des analyses physico-chimiques de l'eau.....	<b>23</b>
<b>Figure N° 05</b> : Schéma récapitulatif de la procédure expérimental.....	<b>26</b>
<b>Figure N° 06</b> : pH-mètre.....	<b>27</b>
<b>Figure N° 07</b> : Réfractomètre portable.....	<b>28</b>
<b>Figure N° 08</b> : Schéma détermination de l'acidité titrable.....	<b>30</b>
<b>Figure N°09</b> : Manomètre.....	<b>31</b>
<b>Figure N°10</b> : Règle à calcul de CO <sub>2</sub> .....	<b>31</b>
<b>Figure N°11</b> : Schéma récapitulatif de la procédure expérimental.....	<b>31</b>
<b>Figure N°12</b> : Calibration de réfractomètre par l'eau distillée (1,3330 nD = 0% Brix).....	<b>33</b>
<b>Figure N°13</b> : Résultats des analyses physico-chimiques, des deux types de jus, le jus orange-carottes, et le jus lacté.....	<b>34</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableau N°1</b> : Quelques propriétés nutritionnelles des composantes des jus de fruit.....	<b>05</b>
<b>Tableau N°2</b> : Les valeurs nutritionnelles moyennes de boissons à base de fruits et de légumes pour 100 ml.....	<b>07</b>
<b>Tableau N°3</b> : Les critères physico-chimiques des eaux des boissons gazeuses.....	<b>11</b>
<b>Tableau N°4</b> : Norme de qualité bactériologique d'une eau de boisson gazeuse sucré.....	<b>12</b>
<b>Tableau N°5</b> : Les principaux additifs anti-oxygènes utilisés dans les boissons gazeuses sucrés.....	<b>14</b>

### **Introduction**

Avec le développement de la population, la demande en denrée est plus importante et c'est pour cela que le secteur industriel de l'alimentaire est en constante expansion notamment dans le secteur des boissons. En effet, malgré que l'eau soit le seul liquide indispensable à notre organisme, d'autres boissons telles que les jus de fruits et les sodas permettent d'associer besoins en eau et plaisirs.

Les fabricants de boissons non alcoolisées s'emblent monter en flèche et innover à tout bout de champ. Qu'il s'agisse d'eaux minérales gazeuses ou non gazeuses, d'eaux contenant des arômes supplémentaires, de mélanges de jus de fruits-eau minérales gazeuses, de variantes de jus de fruits, de boissons énergétiques, de cocas, de sirops, de tisanes aux herbes ou aux fruits, ou encore de thés glacés, de boissons saisonnières pour enfants, de boissons au soja ou à base de petit lait, la variété des produits et par conséquent aussi celle des goûts sont apparemment sans limite.

Les boissons gazeuses, les boissons aux fruits et les jus de fruits contiennent tous des quantités semblables de glucides, ou de sucre. Ils peuvent tous fournir une somme considérable de calories s'ils sont consommés en grandes quantités. La différence, c'est l'avantage que procurent le lait et le jus sur le plan de la nutrition par rapport aux boissons gazeuses et aux boissons aux fruits.

Les boissons gazeuses et les boissons aux fruits ont peu de valeur nutritive. Dans trop de cas, elles remplacent, dans le régime alimentaire, des boissons meilleures pour la santé telles que l'eau, le lait et les jus de fruits à 100 % purs.

Il est en croissance constante. La consommation de boissons gazeuses, dans tous les pays augmente. L'engouement pour cette forme de rafraîchissement est dû à son goût unique, aux bulles générées par l'ajout de CO<sub>2</sub> (gaz carbonique) et à la promotion massive et internationale faite par les grandes marques. Par ailleurs, la demande est importante en goûts nouveaux.

L'objectif de notre travail est de déterminer la qualité microbiologique et physico-chimique de quelques jus de fruits et de boissons gazeuses fabriqués qui portera sur deux parties :

- La première partie est consacrée à la recherche bibliographique concernant les :
  - Généralités sur les jus de fruit.
  - Généralités sur les boissons gazeuses.
- La deuxième partie présente les différentes méthodes et techniques d'analyses utilisées, on cite :
  - Méthodes électrochimiques : Consiste à mesurer le pH et la conductivité ;
  - Méthodes titrimétriques : Consiste à mesurer TH, dosage de chlorure
  - Méthode réfractométrique : Brix
- On termine le travail avec une conclusion

### Chapitre I : Généralités sur les boissons gazeuses et les jus

#### I.1. Les jus de fruits

##### I.1.1. Définition du jus de fruits

Selon la norme générale, le jus de fruits est défini comme étant un liquide fermentescible, mais non fermenté, tiré de la partie comestible de fruits par des procédés mécaniques qui doivent conserver les caractéristiques physico- chimiques, organoleptiques et nutritionnelles principales des fruits dont ils proviennent. La fabrication des jus est régie par des règlements bien définies qui doivent être strictement respectés [1].

##### I.1.2. Les différents types de jus de fruits

###### I.1.2.1. Les jus à base de jus concentré

La norme générale, définit le jus de fruit à base de concentré comme le produit obtenu en remettant dans le jus de fruit concentré l'eau extraite du jus lors de la concentration, ainsi qu'en restituant : les arômes, les pulpes , et les cellules L'eau ajoutée présente des caractéristiques chimiques, microbiologiques et organoleptique de manière à conserver les qualités principales du jus[1].

###### I.1.2.2. Les nectars de fruits

Le nectar de fruits c'est un produit fermentescible mais non fermenté, obtenu par l'ajout de l'eau, sucre et/ou de miel aux produit, l'addition de ces dernières est autorisée mais il faut que ne dépasse pas 20% au poids total de produit final, si le nectars de fruits est fabriqué sans l'additionnement de sucre ou avec une faible valeurs, les sucres peuvent être remplacés totalement ou partiellement par des édulcorants, la préparation des nectars s'effectuent généralement par des fruits pulpeux ( banane, pêche, abricot.....) ou avec des fruits acides ( framboise, fraise, myrtille.....).

Il est aussi très important de les diluer et les sucrer pour obtenir une boisson consommable [2].

###### I.1.2.3. Les purs jus de fruit

Les purs jus de fruits sont des produits qui en peuvent les obtenir par certains procédés mécaniques à partir des fruits [3]

###### I.1.2.4. Les jus de fruit déshydraté

On définit le jus de fruits déshydratés comme le produit obtenu à partir d'un jus de fruits contenu un ou plusieurs espèces par élimination physique de la quasi-totalité de l'eau [4]

La qualification « déshydraté » pour les jus de fruits déshydraté peut être remplacé par la qualification « **lyophilise** » d'après la méthode de déshydratation employée [5].

### **I.1.2.5. Les concentrés de purée de fruits**

Le concentré de purée de fruit est un produit obtenu à partir de purée de fruit après élimination physique de l'eau en quantité suffisante pour atteindre la valeur Brix d'au moins 50% par rapport à celle de jus reconstitué du même fruit [1].

### **I.1.3.L'intérêt nutritionnel et thérapeutique des jus et nectars de fruits**

Selon **MOIGRADEAN et AL, (2006)**, à montrer que les jus et nectars de fruits sont

#### ❖ **La richesse en eau**

Les jus et nectars de fruits sont très riches en eau, ils présentent environ de 90% de la constitution générale de produits, ils contribuent donc à la hydratation des organismes.

#### ❖ **Source des différents minéraux**

Les jus et nectars de fruits contiennent plusieurs minéraux notamment du potassium (K) qui évite la rétention d'eau et de magnésium (Mg) dans le rôle de relaxant musculaire, et de nombreux oligoéléments très intéressants pour l'équilibre nutritionnel.

#### ❖ **Source de vitamines**

Les jus de fruits contiennent un large éventail de vitamines essentielles pour un meilleur fonctionnement de notre cellule comme :

##### ➤ **La vitamine C (Acide Ascorbique)**

Elle contribue à la formation des composants importants on cite :

- a) La synthèse de collagène de peau, des tendons, des gencives et des os.
- b) La synthèse de catécholamines par les surrénales : il se fait essentiellement par l'adrénaline et noradrénaline.
- c) La synthèse de carnitine : qui est une molécule qui facilite le captage des acides gras au moyen des cellules musculaires cardiaque et qui aussi optimisent le fonctionnement cardiaque.
- d) Elle augmente également le caractère d'adsorption de fer dans un milieu intestinal et qui peut aussi stimuler les défenses immunitaires.

##### ➤ **La provitamine A :**

Pour la croissance et à la vision nocturne.

##### ➤ **La vitamine B9 : (Acide folique) :**

Nécessaire à la formation des globules rouges.

#### ❖ Source d'antioxydants protecteurs

Les antioxydants sont présents au niveau des jus de fruits sous forme : poly phénol, caroténoïdes et vitamine C et E, ils jouent un rôle de bloquer l'effet néfaste des radicaux sur les cellules [6].

#### I.1.4. Compositions chimiques des jus de fruits

La composition des jus de fruits est identique à celle des fruits dont ils sont issus.

Les jus de fruits sont composés des glucides, des minéraux et des vitamines et de l'eau qui représente environ de 87% jusqu'à 89% de sa composition. Leur faible apport énergétique et leur richesse en minéraux (potassium) contribuent à leur intérêt nutritionnel. Les jus d'agrumes se caractérisent par un faible taux de glucide, et une teneur en minéraux et vitamine notamment la vitamine C et B9 supérieur aux autres jus. Ainsi que la vitamine E et la  $\beta$  carotène.

Les glucides contenus dans les jus de fruits sont principalement le fructose (prédominant), le glucose et le saccharose, pour les agrumes, 80% de la matière sèche hydrosoluble est représentée par les glucides et 10% par les acides organiques (acide citrique) [7]

Le tableau N°1 représente quelques propriétés nutritionnelles des composants des jus de fruits

**Tableau N°1** : quelques propriétés nutritionnelles des composants des jus de fruits.

Composants	Propriété
Glucides	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Carburant privilégie du cerveau et substrat pour l'activité musculaire</li> <li>✓ Interviennent dans le stockage sous forme de glycogène</li> </ul>
Eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Hydratation</li> </ul>
Vitamine C	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Antioxydant (phase aqueuse)</li> <li>✓ Accroît l'absorption de fer</li> <li>✓ Stimule la glande surrénale (antifatigue)</li> <li>✓ Régénère la vitamine E</li> </ul>
Beta carotène	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Piège les radicaux libres</li> <li>✓ Protège les épithéliums</li> </ul>

	✓ Provitamine A, améliore la vision
Vitamine B9	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Anti-anémique</li> <li>✓ Impliquée dans le renouvellement tissulaire</li> <li>✓ Augmente la phagocytose et les défenses immunitaires</li> <li>✓ Participe au bon fonctionnement du système nerveux</li> </ul>
Vitamine E	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Antioxydant (phase lipidique)</li> <li>✓ Joue un rôle dans l'immunité, le système nerveux, la fertilité</li> </ul>
Caroténoïdes	✓ Assurent une protection tissulaire et cellulaire
Magnésium	✓ Favorise un bon fonctionnement neuromusculaire
Fer	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Anti-anémique</li> <li>✓ Tient un rôle dans la défense contre l'infection</li> </ul>
Potassium	✓ Maintient l'équilibre acido-basique et hydro électrolytique du milieu intérieur
Zinc	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Antioxydant</li> <li>✓ Intervient dans la faculté gustative</li> </ul>
Fibre	✓ Favorisent le fonctionnement intestinal par prolifération symbiotique de la flore colique

**Source :** [Souci et anal, 1994].

Le tableau N°2 représente les valeurs nutritionnelles moyennes de boissons à base de fruits et de légumes pour 100ml.

**Tableau N°2 :** Les valeurs nutritionnelles moyennes de boissons à base de fruits et de légumes pour 100ml.

Composants	Jus de fruits	Jus de fruits à la base de concentrés	Nectar de fruits	Jus de légumes
Protéines(g)	N	N	N	N
Lipides (g)	N	N	N	N
Glucides (g)	12	10	20	5
VE (kJ)	200	170	220	85
Na (mg)	1	1.5	2.5	160
K (mg)	35	150	85	250
Ca (mg)	10	10	5	20
Vitamines (mg)	5-50	20	10	10
Carotènes (mg)	15-330	20	70	6015

N : Négligeable

Source : [ Fredot, 2005]

### 1.1.5. Les Caractéristique des jus de fruits

Les jus de fruits doivent avoir les caractéristiques essentielles de qualité et de compositions suivantes :

- L'ajout d'un ou plusieurs de sucres solides est autorisé, mais cet ajout ne doit pas être supérieur à 100g/kg, exceptionnellement pour certains fruits qui ont une fort acidité pour lesquels une proportion de 150g/kg autorisée. Quand le jus est acidifié l'additionnement de sucre n'est pas autorisé.

- La teneur en éthanol présent dans le jus de fruits ne doit pas dépasser 5g/kg

- La teneur en matière sèche soluble du fruit mur ne doit pas atteint la teneur en matière sèche soluble du produit sauf pour les sucres d'ajout, exprimée en Brix déterminée par le refractomètre à 20°C sans correction par l'acidité.

- l'addition de vitamines et de minéraux peut être autorisée conformément à la législation en vigueur et il aussi permet de mélanger différents jus ou purées de fruits

- Le produit doit présenter la couleur, l'arôme, et la saveur caractéristique du fruit à partir duquel le jus est obtenu. Les constituants volatils naturels peuvent être restitués à tous jus obtenu de même type de fruits que celui auquel les constituants volatils naturels ont été enlevés [8].

---

---

### **I.1.7. Influence des paramètres physico-chimiques sur la qualité des jus**

De nombreux paramètres physiques et chimiques influent sur la bio détérioration des jus de fruits telle que : la température de stockage, le potentiel d'hydrogène, la composition chimique et la couleur ainsi que l'acide ascorbique qui provoquant également le rejet du produit [9].

Les températures élevées permettent la prolifération et la croissance de micro-organismes dans les produits alimentaires entraînant une augmentation des réactions métaboliques et une détérioration des produits. Ceux-ci a pour effet, une stabilité au stockage réduite ou une courte durée de vie. Raison pour laquelle, les produits alimentaires sont conservés au réfrigérateur pour décourager la prolifération de cellules bactériennes, la germination de spores et la possibilité de production des toxines à des niveaux potentiellement dangereux [10]

Augmentation du potentiel d'hydrogène(**pH**) favorise la croissance des bactéries qui entraîne l'accumulation de sous-produits métaboliques conduisant à la biodégradation des jus et éventuellement leur gâchis. Les nutriments essentiels tels que les antioxydants, les vitamines A, C, E et les phytonutriments sont également détruits en raison de l'exposition aux fluctuations de la lumière et de la température pendant le stockage, ce qui entraîne une durée de vie réduite du jus [11]

## **I.2. Les boissons gazeuses**

### **I.2.1. La filière en Algérie**

La filière des boissons gazeuses et jus de fruits algérienne confirme sa bonne santé. Avec un bilan 2008 encourageant pour le secteur de l'agroalimentaire.

Le secteur des boissons a produit près de 20 milliard d'hectolitres et réalisé un chiffre d'affaires 45 milliard de DA. Les boissons gazeuses et les eaux minérale au même pour les eaux de sources qui représente 41%de la production nationale, alors que les jus de fruits ne représentent que 6%de cette production. La consommation moyenne des boissons gazeuse a connu un large développement sur le marché national qui passe de 35 litres par habitant et par année en 2005 à 49l /hab. /an en 2007[12].

## I.2.2. Définition des boissons gazeuses

Gazeux se dit ce qui est dans un état de gaz ou s'il s'agit d'un liquide qui dégage des gaz.

Le nom de boissons gazeuse est réservé à l'eau gazéifiée sucrée, additionnée de matière aromatique et de colorants, acidulée et pouvant aussi contenir des extraits des plantes (menthe, feuille de cola) [1].

Les boissons gazeuses appartiennent à la famille des boissons rafraichissantes sans alcool (**BRSA**) on peut distinguer les boissons à base d'extrait naturels de fruits ou végétaux, eau embouteillée, jus de fruits et nectars...etc [13].

Les boissons gazeuses sont caractérisées généralement par un potentiel d'hydrogène faible, et une concentration de sucre très élevé, avec une faible concentration en oxygène et concentration de gaz carbonique particulièrement sélective et une faible concentration en azote assimilable notamment en acide aminée et vitamine [14].

## I.2.3. Les principaux types de boissons gazeuses.

La décision interministérielle N° 50301 du 22/10/1986 définit les différents types de boissons gazeuses comme suit :

### I.2.3.1. Les sodas :

Sodas est une charge d'acide carbonique ordinairement additionnée de sirop de fruit ou d'extrait de plante [15].

Ils sont fabriqués généralement par addition de trois volumes d'eau, d'un volume de sirop, de deux volumes de sucre et de gaz carbonique, leur production ne requiert pas l'intervention de techniques industrielles complexes.

Leurs processus de fabrication peuvent nécessiter l'emploi d'acidifiants, d'antioxydants, de colorants, de conservateurs, d'émulsifiants et de gélifiant [15].

Les différents types de soda sont classés en trois grandes catégories :

- **Les sodas colas** : ils subissent l'adjonction d'extraits de plantes. Ils existent en deux classes : avec la caféine (15mg/100ml) ou sans caféine, le colorant le plus dominant est le caramel. Exemple coca-cola, Pepsi-Cola.
- **Les sodas tonics** : ils sont obtenus à partir d'eau gazéifiée, d'huiles essentielles d'agrumes ou bien les extraits de végétaux. Exemples : Fanta, sprite

➤ **Les sodas bitters** : ils sont fabriqués à partir de jus ou d'extraits d'agrumes ou de végétaux. Exemples schweppes. (Marque de boissons qui est exploitée par le groupe Orangina) [15].

### I.2.3.2. Limonades :

Ce sont des boissons aromatisées dont le parfum le plus utilisée est celui du citron, elles sont limpides, incolores et gazéifiées. Ils contiennent :

- L'eau gazéifiée à l'acide carbonique.
- Saccharose.
- Un ou plusieurs acides organiques.
- Jus de citron ou l'un de ses dérivés [15].

### II.3.3. Les boissons plates

Sont incluses dans la famille des jus de fruits, les boissons plates intègrent les boissons aux fruits, elles sont constituées de [16]

#### ✓ **Les boissons aux fruits :**

Les boissons aux fruits sont préparées à partir d'eau potable et de jus de fruits concentré dont la concentration doit être égale ou supérieur à 25% de jus [16]

#### ✓ **Les sirops**

Ce sont des solutions concentrées et aromatisées obtenus par la dissolution des glucides dans l'eau, elles sont caractérisées par une forte teneur en sucre environ (600g/l) qui fait diminué l'activité de l'eau et assure également une longue conservation, leur reconstitution se fait comme suit : un volume de sirop pour 7 volumes d'eau soit 10à15%de glucides une fois reconstitué. Ils peuvent contenir :

-Des colorants

- Des extraits naturels de fruits ou de plantes (ex : menthe)

-Des additifs (ex : l'acide citrique) [16]

#### ✓ **Les boissons énergétiques**

Ces boissons sont constituées généralement d'eau, de sucre, certains types de vitamines notamment (C, B1, B2) et de caféine et d'acides aminés (L-phénylalanine) [16]

### ✓ Les boissons aromatisées

Cette dénomination est consacrée aux boissons ne comprenant pas de jus de fruits. Elle est composée d'eau, sucre, émulsion, arôme naturel ou artificiel, antioxydant, conservateur, colorants, acide, épaississant.

Cette catégorie est, de par sa composition et les besoins nutritifs, plus proche des sodas (sans gaz) ou des mélanges +sirops, que des jus de fruits. L'absence de réglementation et le manque de maturité du marché entretiennent jusqu'à présent ces confusions [16]

## I.2.4. Les compositions des boissons gazeuses

Les principales matières premières entrées dans la composition des boissons gazeuses sont les suivant : eau, le sucre et le gaz carbonique CO<sub>2</sub>.

Les additifs alimentaires regroupent : l'arôme, le colorant, les acidifiant, l'émulsifiant ainsi que le conservateur.

### I.2.4.1.L'eau

L'eau est l'un des éléments clés de tous produits alimentaires, sa qualité est primordiale, chaque usine traite l'eau qu'elle emploie, c'est le constituant principal des boissons gazeuses, elle représente plus de 95% de volume de la boisson finie [17].

#### I.2.4.1.1 Les critères de l'eau potable

##### A) Les critères physico-chimiques des eaux des boissons gazeuses

L'eau utilisée au cours du processus de fabrication des boissons gazeuses (l'eau de procès) doit répondre aux certains critères de potabilité recommandés par l'OMS et AFNOR.

Les critères physiques et chimiques sont résumés dans le tableau ci-après :

**Tableau N°03** : les critères physico-chimiques des eaux des boissons gazeuses.

Eléments	Teneurs limite(F)
Titre hydrométrique (TH)	12-13
Titrealcalimétrique simple(TA)	0
Titre alcalimétrique complet (TAC)	40
pH	7

Source : [Rodier, 1984]

1°F (degré français) = 10mg de CaCO<sub>3</sub>/l d'eau

**B) Les critères bactériologiques**

Une eau alimentaire ne doit porter aucun germe pathogène, parmi les micro-organismes les plus utilisées dans l'industrie de traitement de l'eau des boissons comme indicateurs fécaux sont : les coliformes totaux, les coliformes fécaux[1]

Les normes de qualité bactériologique de l'eau de proces sont représenté dans le tableau suivant :

**Tableau N°04** : Norme de qualité bactériologique d'une eau de boisson gazeuse sucrée.

Germe recherchés	Micro-organisme.
Germe aérobies à 37°C/ml	20
Germe aérobie à 22°C/ml	10 <sup>2</sup>
Coliformes totaux à 37°C/ml	Abs
Coliformes fécaux/ml	Abs
Clostridium sulfito-réducteur à 46°C/ml	Abs
Clostridium sulfito-réducteur à 46°C/20ml	Abs
Streptocoques/50ml	Abs

Source : [ Jora, 1998].

**I.2.4.2. Le sucre**

On définit le sucre de commerce comme étant un sucre cristallin blancet brillant (prismes rhomboïdaux) qui n'est pas hygroscopique, généralement il est inodore et de saveur spécifique, il est caractérisé par un très faible taux d'humidité (de l'ordre de 0.005%) et par sa grande stabilité au stockage [18]

Le saccharose est le sucre utilisé dans les boissons gazeuses. Ces dernières n'ont pas contenir que :

- 200 bactéries mésophiles/10g d'équivalence en sucre sec.
- 10 levures/10g d'équivalence en sucre sec.
- 10 moisissures/10g d'équivalence en sucre sec [19].

### **I.2.4.3. Le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>)**

C'est un gaz incolore et d'odeur faiblement piquante, à dose moyenne toxique, on le trouve dans l'atmosphère et dans certaines eaux sous forme d'acide carbonique.

La principale utilisation étant la carbonatation, il est aussi utilisé comme gaz de contre-pression dans le sou-tireuse [20].

### **I.2.4.4. Les additifs alimentaires**

Les additifs alimentaires dans le secteur des boissons gazeuses sucrées sont des produits ajoutés aux produits en quantité très petite dans le but de :

- Augmentation de la durée de vie du produit fini
- Amélioration de la présentation du produit fini [21].

#### **I.2.4.4.1. Les additifs conservateurs**

Par définition un additif conservateur est toute substance chimique essentielle utilisée pour la conservation des boissons gazeuses, non consommée est non utilisée comme ingrédient, ils possèdent aucune valeur nutritive que l'on incorpore à un aliment en vue d'accroître sa sécurité et sa stabilité microbiologique [22].

On trouve comme conservateur l'anhydride sulfureux ; l'acide benzoïque ainsi que les sels de ces substances et quelques nouveaux types de produits chimiques conservateurs [23].

#### **I.2.4.4.2. Les additifs antioxydants**

Ce sont des substances qui prolongent la durée de conservation des produits alimentaires également pour les boissons gazeuses, en les protégeant contre des altérations provoquées par l'oxydation qui accélère le vieillissement, l'altération des boissons gazeuses due à l'oxygène de l'air, à la lumière ainsi qu'aux traces des métaux ou certaines enzymes [24].

Les additifs antioxydants principaux utilisés dans les boissons gazeuses sont représentés dans le tableau suivant

**Tableau N°05** : Les principaux additifs antioxydants utilisés dans les boissons gazeuses sucrées.

Dénomination	Source	Code	DJA (mg/kg)	Effet a fort dose
Acide ascorbique (vitamine C)	Naturel ou synthétique	Sin 300	100	Provoque des diarrhées et usure des dents
Acide citrique	Naturel	Sin 330	/	Ussures des dents, Irritation local
Acide tartrique	Naturel	Sin 334	30	Irritation gastro-entérites
Acide ortho phosphorique	Chimique	Sin 338	70	Aucun effet à ce jour

**Source** : [Moll et al, 2000]

#### **I.2.4.4.3. Les additifs colorants**

Les colorants sont des substances qu'on utilise principalement pour la normalisation de la couleur des produits alimentaires notamment les boissons gazeuses et secondairement pour leur aspect attractif

Les colorants ne présentent aucun intérêt nutritionnel et les moins indispensables par rapport à l'autre additif [25].

Dans l'industrie de fabrication et traitement des boissons il existe deux différents types de colorantes

##### **a. Les colorants naturels :**

Sont instables chimiquement et peu solubles dans l'eau et le prix de revient est très élevé.

##### **b. Les colorants artificiels ou de synthèse :**

Ils sont **stables** chimiquement, peu solubles dans l'eau et leur prix sont raisonnables. Dans le but d'obtenir une couleur désirée il est nécessaire de prendre une dose minimale de colorant (0,1-0,8mg/l) [26].

#### **I.2.4.4.4. Les arômes**

Les arômes sont des ingrédients d'une nature très particulière ayant de tout temps bénéficié d'un traitement réglementaire également particulier : ils sont volontairement ajoutés aux denrées alimentaire dans un but technologique (leur confère une flaveur particulière). mais ce ne sont pas des additifs. Certains d'entre eux sont des produits chimiques et d'autres ont des arômes naturels (provenant de fruits, de légumes, de noix...) [24].

#### **I.2.4.4.5. Les édulcorants**

Le mot « édulcorant » vient de latin édulcorure, les édulcorants peuvent être nutritifs ou pas [27].

Les édulcorants sont toutes substances ayant un pouvoir sucrant et qui n'appartient pas au groupe des hydrates de carbone, ils sont utilisés pour communiquer une saveur sucrée aux produits alimentaires et sont très utiles dans les aliments allégés ou diététique, comme pour les diabétiques [28].

Les édulcorants sont utilisés pour :

- ❖ Garder le plaisir de gout sucré
- ❖ Diminuer la charge énergétique
- ❖ Remplacer le saccharose
- ❖ Moduler l'index glycémique
- ❖ Proposer des préparations culinaires appréciables
- ❖ Une meilleure compliance à long terme [29]

#### **I.2.4.4.6. Les régulateurs d'acidité**

Les acides utilisés en industrie des boissons sont inoffensifs, ils doivent impérativement avoir un effet analogue à celui des acides contenus dans les jus de fruit. Les acides les plus représentés dans les fruits sont l'acide malique et l'acide citrique. L'acide tartrique est notamment trouvé dans le raisin. Les proportions de ces différents acides dans le fruit varient selon les espèces, la maturité, l'ensoleillement...etc. [30].

#### I.2.4.4.7. Les agents de texture

Les agents de texture comprennent les émulsifiants, les épaississants, les gélifiants, les stabilisants et les amidons chimiquement modifiés. Ils sont utilisés pour maintenir ou améliorer la consistance des produits alimentaires [31].

➤ **Stabilisant alimentaire**

Les stabilisants sont des additifs alimentaires couramment utilisés phases alimentaires. Par ailleurs, ces additifs alimentaires intensifient la couleur d'un aliment, améliorent dans l'agro-alimentaire en vue de maintenir l'état physico-chimique des denrées alimentaires. Ils permettent de maintenir la consistance ou la texture tout en stabilisant les la stabilité à la chaleur et freinent le dessèchement afin de conserver la consistance des denrées alimentaires. Dérivés des plantes ou des sous-produits provenant des animaux, les stabilisants s'avèrent utiles dans l'alimentation [32]

➤ **Les émulsifiants**

Les émulsifiants alimentaires constituent une catégorie d'additifs alimentaires, qui possèdent la propriété de stabiliser les émulsions. Les émulsions sont des mélanges de substances aqueuses et grasses qui ne se dissolvent pas les unes dans les autres. Le cas le plus illustratif est la vinaigrette, dont les deux phases se séparent dès qu'on arrête de les mélanger.

Dans l'industrie agroalimentaire, les émulsifiants favorisent le mélange entre les substances lipophiles et hydrophiles et stabilisent ainsi les émulsions. Ils évitent que les constituants du mélange ne se séparent et augmentent ainsi la durée de vie des aliments transformés. Les émulsifiants les plus utilisés sont :

La lécithine de soja (E 322) ;

Les mono et di glycérides d'acides gras alimentaires (E 471) ;

Les esters de mono et di glycérides d'acides gras alimentaires (E 472) [33].

# Méthodes et techniques d'analyse

---

---

## II.1. Traitement des eaux

### II.1.1. Définition

L'eau est une substance de très grande importance dans les industries agroalimentaires, l'eau destinée à être mélangée aux autres ingrédients pour la fabrication de la boisson, elle doit présenter au moins les caractéristiques de pureté bactériologique et chimique d'une eau potable.

### II.1.2. Les étapes de traitement de l'eau

#### A. étape de captage

L'eau brute est puisée dans les profondeurs à l'usine pour être traitée.

#### B. étape de l'acheminement

L'eau est ensuite acheminée de forage à l'usine dans des conduites d'eau.

#### C. Étapes d'application du traitement :

- **Filtre à verre** : l'eau forage est ensuite dans les filtres à verre qui a pour rôle l'élimination des matières en suspension.
- **Séquestrant** : protège les membranes de l'osmose inverse contre le colmatage et éliminer les ions  $Mg^+$ ,  $Ca^{2+}$ .
- **Filtre à cartouche 10 $\mu$**  : il assure la filtration, afin d'éviter le colmatage de l'entrée des fibres des modules de l'osmose inverse.
- **Osmose inverse** : l'osmose inverse est un procédé de séparation de l'eau et des sels dissous au moyen de membranes semi-perméables sous l'action de la pression (15 bars pour le traitement de l'eau). Ce procédé fonctionne à température ambiante et n'implique pas de changement de phase, les membranes polymères utilisées laissent passer les molécules d'eau et ne laissent pas passer les particules, les sels dissous, les molécules organiques l'énergie requise par l'osmose inverse est uniquement celle électrique consommée principalement par les pompes haute pression.

La teneur en sels de l'eau osmosée est de l'ordre de 0 à 0,5g/L.

- **Stockage** : l'eau osmosée est stockée dans plusieurs bûches, à l'aide d'une pompe :
  - ✓ Bûche pour les équipements.
  - ✓ Bûche pour la chaudière.
  - ✓ Bûche pour la production des boissons fruitées (eau de process).

- **Chloration et filtre à charbon** : le chlore est injecté directement dans une bache de l'eau de procès pour la désinfection et l'élimination de la présence des germes, l'eau chlorée passe ensuite par le filtre à charbon pour la dechloration.

La figure N°1 montre les différentes étapes de traitement de l'eau.

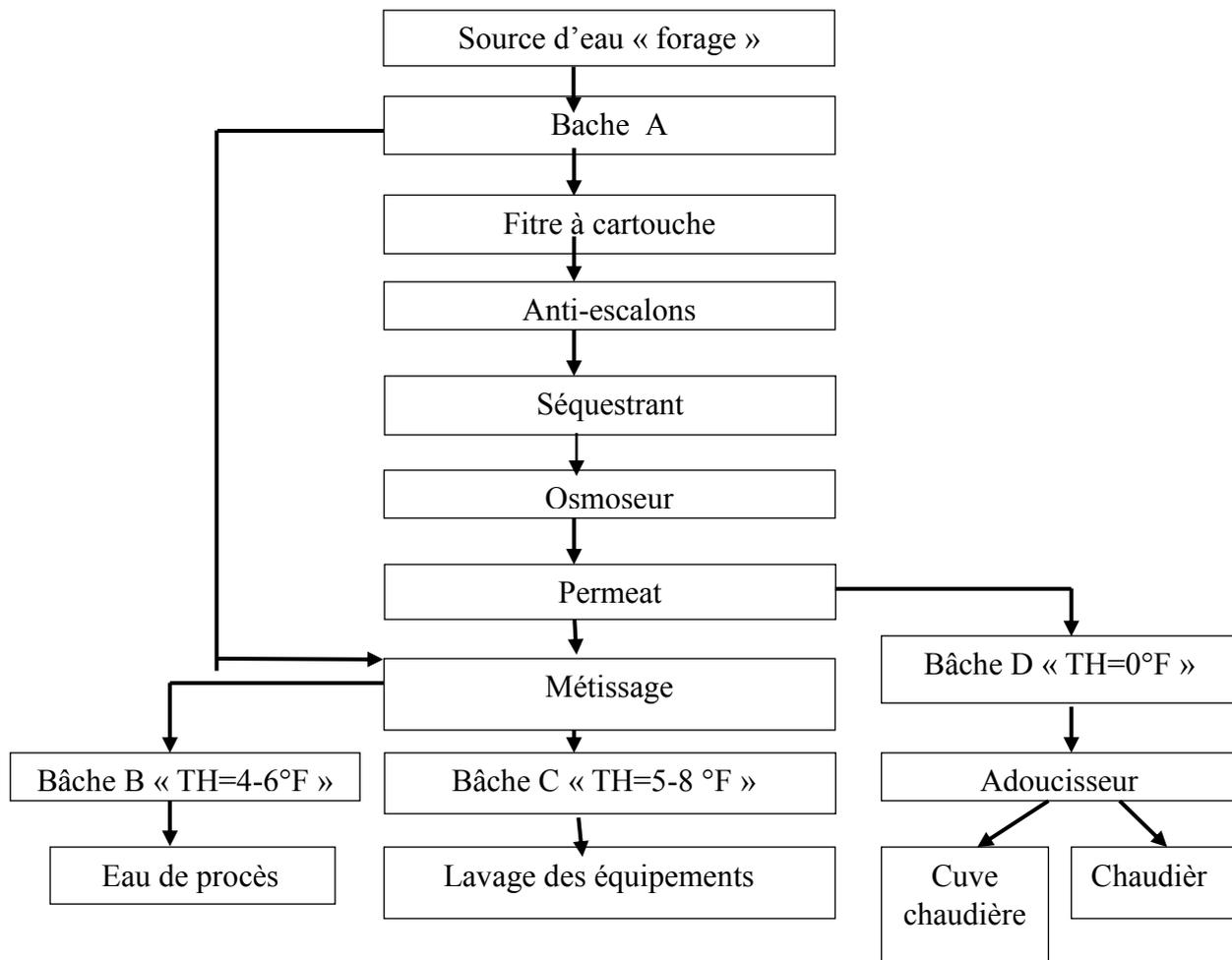


Figure N°1 : Schéma représentatif de la station de traitement des eaux

---

---

## II.2. Préparation de sirop

La dénomination de sirop ou de sirops est réservée à la dissolution de sucre saccharose dans l'eau [34].

C'est la première étape dans la fabrication de la boisson gazeuse la fabrication du sirop exige un sucre d'une bonne qualité hygiénique. Le sucre cristallin est versé dans le bac puis transporté par une vis sans fin au fondoir où s'effectue la solubilisation avec l'eau [35].

Le fondoir est doté d'un agitateur pour le malaxage du sucre la solubilisation s'effectue pendant 16 à 20 minutes à une température de 75 à 80 C°.

Cette opération de solubilisation est suivie par une opération de filtration. Une quantité d'acide citrique (pour les différentes boissons on utilise des différentes quantités d'acide citrique selon la nature d'arômes utilisées), une fois la filtration achevée, le sirop acidifié est refroidi pour être adapté à recevoir les arômes afin d'empêcher l'évaporation de ces derniers [36].

Après refroidissement ce sirop est conduit par une pompe centrifugeuse vers les cuves de préparation où on va ajouter les additifs (les arômes et les colorants) et à l'aide d'un agitateur on va bien homogénéiser le mélange. C'est dans cette étape qu'on va ajouter nos stabilisants.

## II.3. Processus de fabrication des boissons

### II.3.1. Processus de fabrication des sodas en emballage PET

L'une des formes de conditionnement de l'EXQUISE est le PET. On y moule deux types de bouteilles (2 litre et 1 litre) selon la production.

#### a) Le soufflage :

Les préformes sont mises en vrac dans la trémie. Un tapis roulant les fait rentrer dans la souffreuse, ensuite un rail saisi les préforme une à une de sorte à former une file lors de leur entrée dans le four où elles vont subir deux chauffages pour les ramollir.

Ensuite une pression de 40 bars souffle à l'intérieur de ces préformes ramollies.

#### b) Le mixage

Cette opération se déroule dans une cuve et commandée automatiquement par un appareil électronique de type starbend plus appelé mixeur ou prémix. Le mixage consiste en un mélange en des proportions bien définies de sirop fini, d'eau et de CO<sub>2</sub>, à une température et pression variables en fonction de chaque produit.

### **c) Le soutirage :**

Les bouteilles vides sont apportées à la soutireuse sur le convoyeur. L'arrivée de la bouteille déclenche l'ouverture du robinet et le déversement de la boisson gazeuse dans la bouteille.

Les bouteilles font une rotation autour de la soutireuse de sorte qu'à leur sortie elles soient pleines.

### **d) Le bouchage :**

Après la soutireuse c'est au tour de bouchage des bouteilles à l'aide d'un appareil spécialisé qui effectue des mouvements rotatoires.

### **e) L'étiquetage :**

Une colle liquéfiée par chauffage est mise sur la bouteille à l'aide d'un rouleau qui est en contact avec la colle d'un côté et avec la bouteille de l'autre. Ensuite un chariot, met l'étiquette sur la bouteille. Chaque bouteille effectue une rotation sur elle-même de sorte qu'un pinceau puisse coller l'étiquette tout autour de la bouteille.

De la colle est enfin mise sur la fin de l'étiquette pour qu'elle soit mieux collée à la bouteille

### **f) Le datage :**

Les bouteilles passent sous un appareil appelé Dateuse qui imprime sur le bouchon de la bouteille, la date de production et d'expiration, l'heure de production et la ligne de production. Ces informations sont sous forme codée et permettent de respecter une des exigences de la traçabilité du produit. Une fois le codage réalisé les bouteilles passent sous un compteur pour le comptage du nombre de bouteilles de boisson produites.

### **g) Le fardelage:**

Les bouteilles sont apportées par un autre convoyeur ; un vérin de séparation fait deux lignes de trois bouteilles et ensuite un deuxième vérin fait des lots de 6 bouteilles. Les lots sont enveloppés avec un film plastique et acheminés dans un tunnel chauffé pour obtenir des packs.

### **h) Le paltisage :**

Plusieurs packs de bouteilles sont enroulés à l'aide d'un plastique pour former une palette.

### **i) Le stockage :**

Ces palettes sont transportées par un Clark et stockés sur l'aire qui leur est destiné.

Le processus de fabrication des sodas et l'emballage en PET est présenté par la figure N°2

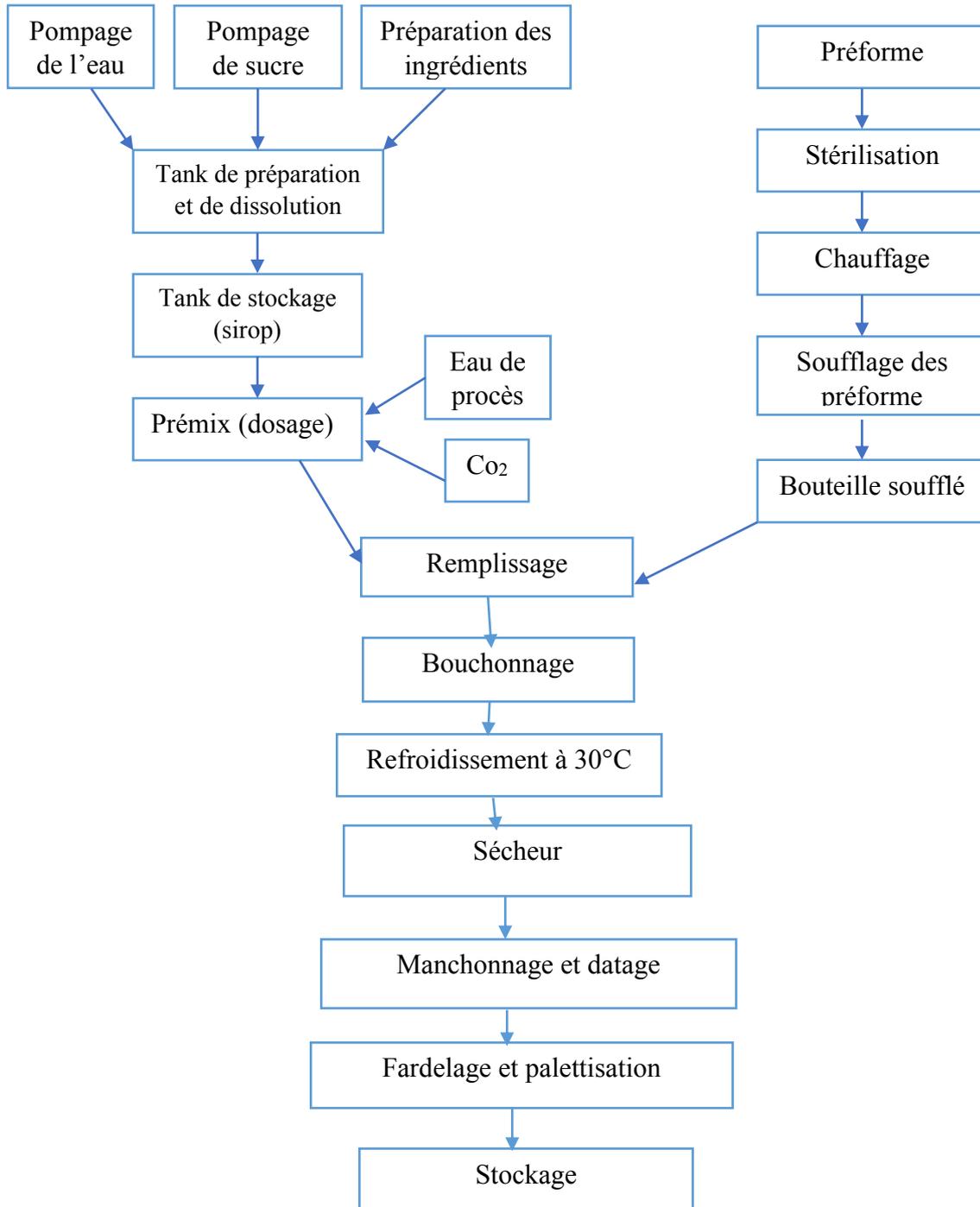
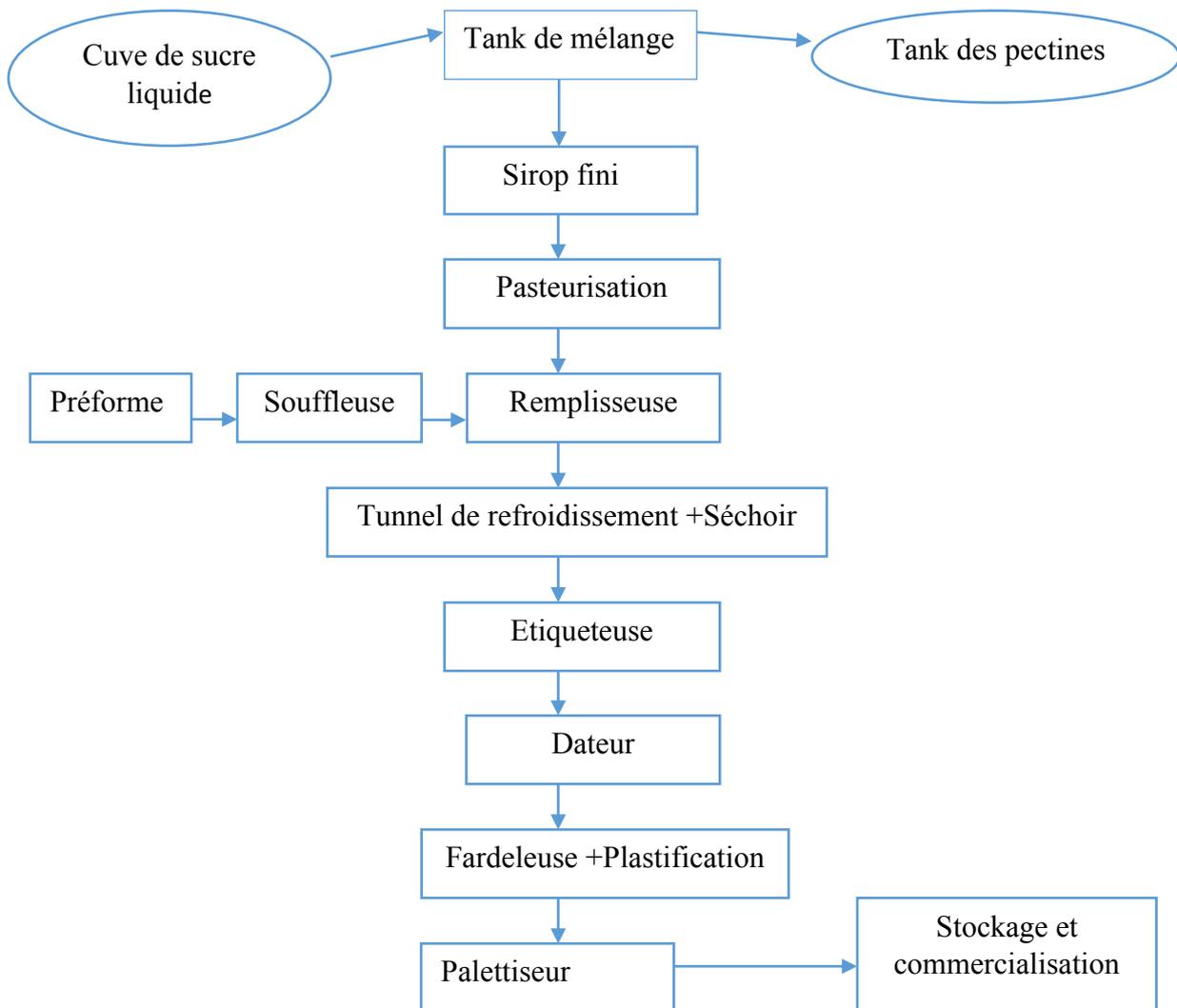


Figure N°2 : Diagramme de fabrication des sodas en emballage PET.

### II.3.2. Processus de fabrication des boissons fruités en emballage PET

C'est le même processus de fabrication des boissons gazeuses en éliminant l'étape de mixage.

La figure N°3 suivante résume la méthode de fabrication des boissons fruitées



**Figure N°3** : Schéma représentatif des étapes de production des boissons fruitées.

## II.4. Analyses physico-chimiques

### II.4.1. Analyses physico-chimique de l'eau de procès

Les analyses physico-chimique de l'eau de procès sont illustrées dans la figure N°4

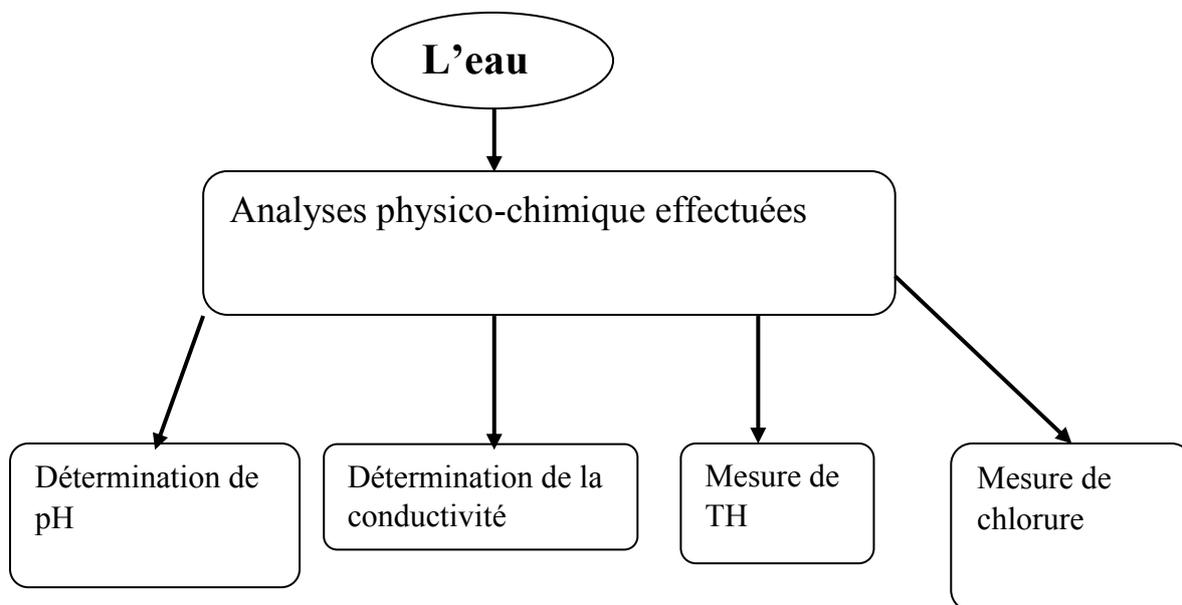


Figure N°4 : Schéma récapitulatif des analyses physico-chimique de l'eau.

#### II.4.1.1. Détermination de potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est la mesure de la concentration en ions  $H^+$ , il représente chimiquement l'acidité ou l'alcalinité d'une solution ou d'un liquide, l'échelle de pH s'étend de 0 (milieu très acide) à 14 (milieu très basique), en passant par 7 (milieu neutre).

La détermination du ph par la méthode potentiométrique est réalisée à l'aide d'un pH-mètre étalonné.

##### Principe

La détermination de la valeur du pH est basée sur le mesurage de la différence de potentiel d'une cellule électrochimique à l'aide d'un pH-mètre approprié.

Le pH d'un échantillon dépend également de la température en raison de l'équilibre de dissociation. C'est pourquoi la température de l'échantillon est toujours indiquée avec la mesure du pH.

---

---

**Expression des résultats**

La valeur de la grandeur pH est généralement exprimée à un décimal près. Une deuxième décimale n'est raisonnablement indiquée que lorsque la composition de la solution inconnue est similaire à la composition des solutions tampons et que la qualité de l'étalonnage le justifie. Si la deuxième décimale est nécessaire bien que les conditions mentionnées ne soient pas satisfaites, il convient d'en indiquer les raisons dans le rapport d'essai.

Consigner également la température de mesurage.

**Interprétation**

La réglementation d'Organisation mondiale de la Santé (OMS) préconise un pH compris entre **6,5-8,5**.

**II.4.1.2. Détermination de la conductivité**

La mesure de la conductivité de l'eau nous permet d'apprécier des sels dissous dans l'eau (chlorures, sulfates, calcium, magnésium ...). Elle est plus importante lorsque la température de l'eau augmente. Elle est effectuée à l'aide d'un conductimètre.

**Principe**

Détermination directe, à l'aide d'un instrument approprié, de la conductivité électrique de solutions aqueuses. La conductivité électrique est une mesure du courant conduit par les ions présents dans l'eau et dépend de :

- a- La concentration en ions,
- b- La nature des ions,
- c- La température de la solution,
- d- La viscosité de la solution.

**Expression de résultats.**

Le résultat est lu directement sur l'écran du conductimètre en  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

**Interprétation**

Les résultats seront exprimés selon la directive de qualité pour l'eau de boisson de l'OMS de 1993 donne une valeur maximale admissible de  $2700\mu\text{S}/\text{cm}$  à  $20^\circ\text{C}$ .

**II.4.1.3. Détermination de titre hydrotimétrique (TH)****Définition**

Le titre hydrotimétrique (TH) ou la dureté d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalins et de l'ion hydrogène.

Dans la plupart des cas, la dureté est surtout due aux ions calcium et magnésium auxquels s'ajoutent quelquefois les ions fer, aluminium, manganèse, strontium. La dureté est encore appelée dureté calcique et magnésienne.

### Principe

Les alcalinoterreux présents dans l'eau sont amenés à former un complexe du type chélate par le sel di sodique de l'acide éthylène diamine tétracétique. La disparition des dernières traces d'éléments libres à doser est décelée par le virage d'un indicateur spécifique, le noir d'ériochrome. En milieu convenablement tamponné pour empêcher la précipitation du magnésium, la méthode permet de doser la somme des ions calcium et magnésium.

### Expression de résultat

La concentration en totale en calcium et magnésium, exprimée en milliéquivalents par litre

$$\text{Dureté totale en (milliéquivalent/l)} = 1000 \times C \times V_1 / V_2$$

C : concentration en milliéquivalents par litre de la solution EDTA.

V<sub>1</sub> : volume de L'EDTA versé.

V<sub>2</sub> : volume d'échantillon.

### Interprétation des résultats

La réglementation de l'OMS n'impose pas de seuil pour la dureté totale.

#### II.3.1.4. Mesure de chlorure

##### Définition

Les chlorures, très répandus dans la nature, généralement sous forme de sels de sodium (NaCl), de potassium (KCl) et de calcium (CaCl<sub>2</sub>), les ions chlorures (Cl<sup>-</sup>).

De façon générale, l'ion chlorure est présent dans toutes les eaux, à des concentrations variables. Dans les eaux souterraines, la teneur en ion chlorure peut atteindre quelques grammes par litre au contact de certaines formations géologiques.

##### Principe

Les chlorures sont dosés en milieu acide par le nitrate mercurique en présence d'un indicateur le diphenylcarbazon.

**Expression des résultats**

Pour une prise d'essai de 100 ml :

$$C = n * 3,55 * 10$$

**C** : La teneur en mg de chlorures contenus dans un litre d'eau

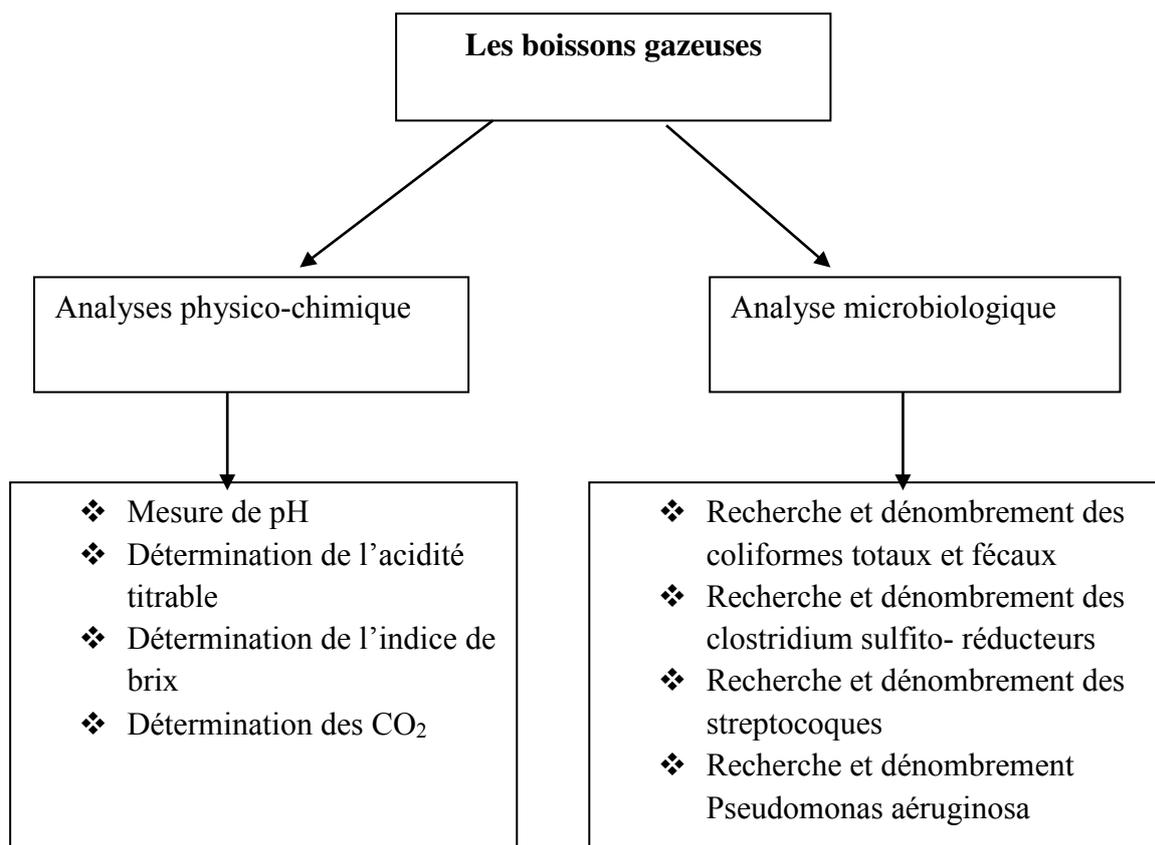
**n** : le nombre de millilitres de nitrate mercurique utilisés

**Interprétation**

Les résultats seront interprétés selon la directive de qualité pour l'eau de boisson de l'OMS de 1993 qui donne comme valeur limite 750mg/l en ions chlorures.

**II.4.2. Méthode d'analyses physico-chimiques des boissons**

La méthodologie de travail adoptée dans cette étude est récapitulée dans la figure N°5



**Figure N°5** : Schéma récapitulatif de la procédure expérimental.

Les analyses physico-chimiques sont effectuées sur les produits finis : les jus de fruits et les boissons gazeuses ; afin d'évaluer les paramètres : Brix, pH, CO<sub>2</sub> et l'acidité dans le but d'assurer un produit fini de bonne qualité.

### II.4.2.1. Détermination du pH

Le pH d'une solution correspond à la mesure de la quantité d'ions H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> libres en solution. C'est un indicateur de l'acidité ou de l'alcalinité, il s'agit d'une grandeur sans unité. Le pH des produits carbonatés peut être déterminé avec ou sans dégazage. Les résultats peuvent être plus constants après le dégazage, mais en raison de l'effet significatif du dioxyde de carbone sur le produit dans son ensemble, il peut être plus significatif de déterminer le pH en sa présence. La mesure de pH est réalisée avec un pH- mètre tout en introduisant l'électrode de pH à l'intérieur du produit à analyser et lire la valeur du pH. A chaque détermination du pH, il faut retirer la sonde, la rincer avec l'eau distillée et la sécher [37].

#### Principe

La détermination du pH par méthode potentiométrique est réalisée grâce à un pH-mètre (Marque INOLAB). Voir la figure N°6



Figure N°6 : pH-mètre

#### Interprétation

Les valeurs de pH doivent être entre **2,05-3,65**.

### II.4.2.2. Détermination du degré Brix

L'expression de Brix est utilisée plutôt vaguement à travers l'industrie des boissons, le degré Brix est une mesure des solides solubles uniquement dans le cas de solutions pures de saccharose, généralement les jus de fruits qui sont plus sucrés, exprimés en pourcentage [38].

La mesure de l'indice de réfraction du sucre contenu dans les boissons gazeuses, les jus de fruits ou les sirops concentrés est réalisé sur un réfractomètre calibré à l'échelle internationale du sucre, au quel quelques gouttes de produit sont disposées sur le prisme permettant ainsi de lire la valeur directement sur l'échelle du réfractomètre [37].

#### Principe

La mesure de l'indice de réfraction d'un liquide s'effectue par la détermination de l'angle de réflexion ce modèle peut être utilisé pour la mesure de la teneur en sucre d'une solution. Il permet de mesurer à une température ambiante d'environ 20°C.

L'expression de Brix est donnée par la relation :

**1 degré Brix= 1g de sucre dans 100g de solution**

L'appareille utilisée dans l'industrie agroalimentaire pour la mesure de degré de Brix est illustrée dans la figure ci-après.



**Figure N°7 : Réfractomètre portable.**

---

---

**Interprétation**

Les résultats de Brix ne doivent pas dépasser la norme **11,2-12,8 %**.

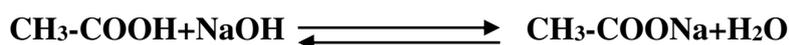
**II.4.2.3. Détermination de l'acidité**

L'acidité permet de déterminer l'acidité titrable ou libre, calculée comme l'acide prédominant. Une partie aliquote de la boisson, débarrassée du dioxyde de carbone par ébullition ou agitation vigoureuse par un agitateur dans le cas des boissons gazeuses, puis titrée avec une base standardisée en utilisant l'indicateur coloré (la phénolphthaléine) pour détecter le point final [37].

L'acidité de la boisson est due principalement à l'acide citrique. L'acidité titrable est la somme des acides minéraux et organiques libres.

**Principe**

Le titrage de l'acidité se fait en introduisant 10 ml de la boisson dans un bécher et 40 ml d'eau distillée, 2 à 3 gouttes de l'indicateur coloré à 1% a été ajouté à la fiole, titrer avec une solution (NaOH) 0.1N tout en remuant la fiole, Le point d'équivalence est déterminé lors du virage de la couleur de la solution vers le rose clair. Les étapes répétées à l'aide d'une fiole propre pour les différentes boissons, enregistrer le volume de NaOH. L'acidité de l'échantillon est obtenue en multipliant le volume de la chute de la burette (volume de NaOH) par le coefficient de l'acide citrique selon la formule suivante [39].



Expression des résultats

$\text{Acidité titrable} = \frac{250}{25} \cdot \frac{V_1}{10} \cdot \frac{100}{V_0} \text{ (méq/100ml)}$
---

$V_0$  : est le volume, en millilitres, de la prise d'essai.

$V_1$  : est le volume, en millilitres, de la solution d'hydroxyde de Sodium 0,1 N.

La figure suivante représente le montage de détermination de l'acidité titrable.

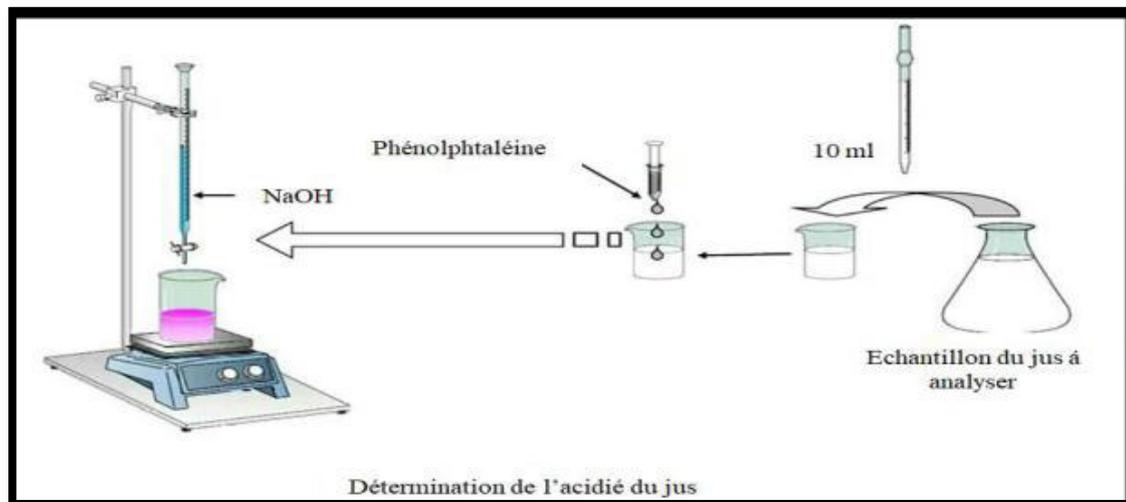


Figure N°8 : Schéma de détermination de l'acidité titrable.

### Interprétation

Les résultats de l'acidité ne doivent pas dépasser la norme **1,1-2,7 g /L**

#### II.4.2.4. Détermination du CO<sub>2</sub>

Le principe consiste à mesurer en g/l la quantité de CO<sub>2</sub> présente dans les boissons gazeuses. Un dispositif spécial a été utilisé pour vérifier la pression de CO<sub>2</sub> à l'intérieur des bouteilles scellées, cet appareil est formé d'un corps, une partie mobile, un anneau en caoutchouc, une aiguille de perçage, un manomètre et un mécanisme d'étanchéité.

Le corps du manomètre est maintenu sur la partie supérieure de la bouteille, verticalement, permettant à l'anneau en caoutchouc et l'aiguille à se fixer sur le bouchon de la bouteille. En appuyant sur le mécanisme d'étanchéité, l'aiguille pénètre dans le bouchon jusqu'à l'espace au-dessus du liquide. Sur ce chemin, le manomètre indique le CO<sub>2</sub> la pression de cet espace, en utilisant une table de corrélation (échelle de la pression), la valeur est obtenue en fonction de la lecture du manomètre et la température de la boisson gazeuse [40].

Voir les figures N°8 et N°9.



Figure N°9: Manomètre

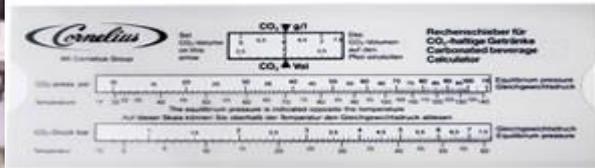


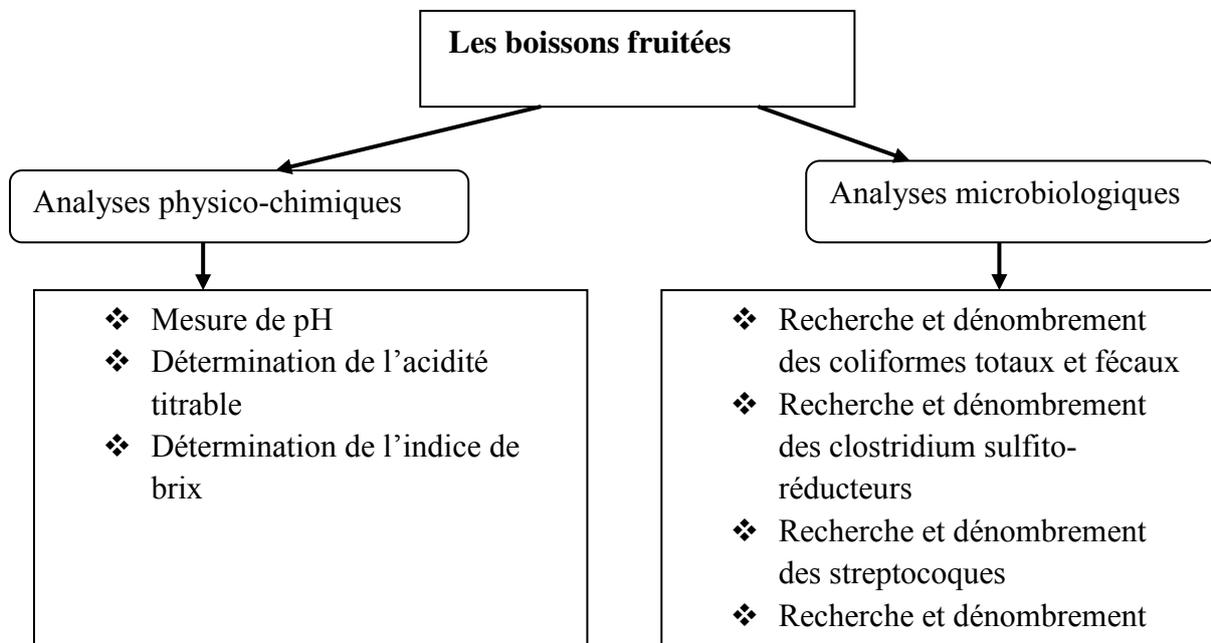
Figure N°10 : Règle à calcul de CO<sub>2</sub>

**Interprétation**

Les résultats de détermination de CO<sub>2</sub> ne doivent pas dépasser la norme 6,5-7,5 g/L.

**II.5. Méthode d'analyses physico-chimiques des boissons fruitées.**

Les analyses physico-chimiques et microbiologique sont résumées dans la figure suivante.



FigureN°11 : Schéma récapitulatif de la procédure expérimental.

### II.5.1. Détermination du pH

La détermination du pH consiste en la mesure de l'acidité ou de l'alcalinité d'un produit. Dans notre étude, la mesure du pH est réalisée avec un pH-mètre (**Boneh, ORP**) en introduisant la sonde à l'intérieur de l'échantillon, le résultat est directement lu sur l'écran de l'appareil.

### II.5.2. Acidité titrable

L'acidité titrable, représente la concentration des acides organiques présents dans un volume de jus, on peut la mesurer par une réaction de neutralisation, avec de la soude en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré, la procédure est la suivante [41].

- Prenez 10 ml de jus et placez-le dans un bécher de 100 ml en présence de 0,1 ml de phénolphthaléine à 1% préparé dans l'alcool à 95%.

-La soude (0,1N) est ajoutée à la burette jusqu'au virage au rose de l'échantillon ; la coloration rose doit persister au moins 10 secondes.

L'acidité du jus est exprimée en pourcentage d'acide citrique présent dans le jus, en utilisant l'équation suivante [41].

$$\text{Acide citrique \% (p/V)} = N \cdot V_1 \cdot 64 / V_2 \cdot 10$$

N : Normalité de la soude (0.1N).

V<sub>1</sub> : Volume du titrant (la soude).

V<sub>2</sub> : Volume de l'échantillon (le jus, 10ml).

64 : Poids équivalent de l'acide citrique.

### II.5.3. Indice de Brix

Dans l'industrie des boissons, le degré ou pourcentage Brix ( $^{\circ}$  Brix) d'une solution correspond au pourcentage de sucre de cette solution. Pour le mesurer on a utilisé un réfractomètre Abbe AR3/AR4 (KRUSS, A.KRUSS OPTRONIC, Germany), en suivant les étapes suivantes :

- Appliquez quelques gouttes d'eau distillée sur le prisme à l'aide d'une pipette, et réglez le 0 % Brix (1,3330nD). (Figure N°12).
- Appliquez une petite quantité d'échantillon de jus sur le prisme à l'aide d'une pipette, et faites la lecture de l'indice de Brix, directement sur l'écran.



**Figure N°12** : Calibration de réfractomètre par l'eau distillée (1,3330 nD = 0% Brix).

Le pH et l'acidité titrable ainsi que la détermination de l'indice de Brix sont détaillés dans la partie précédente.

Toutes les denrées alimentaires se détériorent normalement pendant le stockage, notamment les jus surtout lorsqu'ils comportent un produit très sensible aux altérations comme le lait.

Les résultats d'analyses physicochimiques réalisées pour les deux variétés du jus IFRUIT commercialisées au niveau de la wilaya d'Ain Témouchent, sont représentés dans le figure N°13.

**Figure N°13** : Résultats des analyses physico-chimiques, des deux types de jus, le jus orange-carottes, et le jus lacté.

Echantillon		PH	Acidité titrable (%)	° Brix	$\frac{°\text{Brix}}{\text{Acides}}$
Jus de fruits	1	2,90	0,36	12	33,33
	2	2,92	0,34	11,4	33,53
	3	3,03	0,45	12,7	28,22
	4	2,87	0,34	13	38,24
	5	2,74	0,34	12	35,29
Jus lacté	1	3,92	0,23	13,6	59,13
	2	3,93	0,23	13,3	57,83
	3	3,92	0,22	12,7	57,72
	4	3,91	0,22	13,3	60,45
	5	3,92	0,22	13	59,10

#### ❖ pH

Les valeurs du pH du jus de fruits analysé varient entre 2,74 et 3,03 et pour le jus lacté ces valeurs sont légèrement élevées, et se situent entre 3,91 et 3,93, cette variation dépend du type de fruits utilisé et des ingrédients ajoutés. Les jus de fruits ont un pH bas compris entre 2 et 5 et cela est dû à leur richesse en acides organiques [42].

#### ❖ L'acidité titrable

C'est la mesure de la concentration totale des acides principalement l'acide citrique, l'acide lactique, l'acide tartrique et l'acide acétique. Pour le jus de fruits étudié, le pourcentage des acides est compris entre 0,34% et 0,45%, pour le jus lacté, ce pourcentage est compris entre 0,22% et 0,23%, exprimé en acide citrique. Le taux élevé des acides concorde bien avec le pH bas.

L'acide citrique existe naturellement dans les fruits, et son taux varie selon la variété. Pour le jus d'orange, cette valeur est entre 0,68% et 1,20%, pour le citron 4,2 et 8,33% [41]. Dans un jus industriel, les acides organiques comme l'acide citrique sont ajoutés comme des

acidifiants, pour inhiber la croissance de bactéries indésirables [43], ils jouent un rôle important dans la saveur (acidité) et la couleur (réagissent avec les pigments présents dans jus) [41].

### ❖ Indice de Brix

Dans l'industrie agroalimentaire, le ° Brix, indique le taux des sucres dans un jus, plus le °Brix est élevé, plus l'échantillon est sucré. Pour le jus de fruits IFRUIT, cette valeur est comprise entre 11,4° et 13°, et pour le jus lacté elle est comprise entre 12,7° et 13,6°. Pour un jus d'orange cette valeur est 9° et 14° [41].

Le rapport ° Brix/ acidité titrable, est un indicateur de la maturité d'un fruit, ainsi que de sa saveur, plus le taux des sucres augmente (° Brix), plus la concentration en acides organiques diminue (acidité titrable), est plus le fruit devient mature [41].

Dans le cas de nos jus industriels, le jus de fruits, à un rapport compris entre 28,22 et 38,24 et le jus lacté un rapport compris entre 59,10 et 60,45, ce qui rend le jus lacté plus sucré.

### **Conclusion**

Notre mémoire de fin d'étude est basé sur les analyses physico-chimiques des jus de fruits, les boissons gazeuses et leurs processus de fabrication au niveau de l'Algérie, ces analyses sont basées sur une série de contrôles sur les produits finis.

L'ensemble des résultats obtenu par les techniciens de laboratoire sont conformes aux normes, ce qui témoigne de la bonne qualité des matières premières utilisées, de la maîtrise du processus de fabrication et du respect des conditions d'hygiène et de sécurité.

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

## Références bibliographiques

---

### Liste des Références Bibliographiques

- [1] **Codex Alimentarius. (2005)**. Codex STAN 247-2005. Codex General Standard for Fruit Juices and Nectar, 19p.
- [2] **Tchango, J. (1996)**. Qualité microbiologique des jus et nectars de fruits exotiques croissance et thermorésistante des levures d'altération. Thèse de doctorat en Microbiologie. L'université des sciences et technologies, Lille, 217p.
- [3] **BOIDIN, M., ABTROUN A., BOUDRA A., JOLIBERT F., TIRARD A et TOUAÏBIA H. (2005)**. Etude de la filière boissons. Algérie 2005. Rapport principal. Euro Développement Pme. Algérie.
- [4] **Cendres, A. (2011)**. Procédé novateur d'extraction de jus de fruits par micro-onde : viabilité de fabrication et qualité nutritionnelle des jus. Thèse de doctorat en Biochimie, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, 227p.
- [5] **VIERLING E. (2008)**. Science des aliments, 3e édition. Ed Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine. Bordeaux .236-237p.
- [6] **MOIGRADEAN D., POINA M-A., GERGEN I., DOGARU D. (2006)**. Antioxydant capacity evaluation in relation with polyphénolos and ascorbic acid content for somenaturaljuices. Journal of Agroalimentary Processes and Technologies, Vol XII , N°2, Romania,385-390p.
- [7] **Ting, S. V. (1980)**. Nutrients and Nutrition of Citrus fruits. In Citrus Nutrition and Quality. [S Naguy and JA Attaway, editors]. Houston, Texas:ACS Symposium series, 10p.
- [8] **JORT. (2006)**. Arrêté des ministres du commerce et de l'artisanat, de la santé publique, de l'industrie, de l'énergie et des petites et moyennes entreprises, relatif aux boissons non alcoolisées.
- [9] **Abbo, E.S; Olurin, T.O and Odeyemi, G. (2006)**. Studies on the storage stability of soursop (*Annona muricata* L.) juice. African Journal of Biotechnology, 5: 1808–1812.
- [10] **Redmond, E. C. and Griffith, C. J. (2009)**. The importance of hygiene in the domestic kitchen: Implications for preparation and storage of food and infant formula. Perspectives in Public Health, 129: 69–76.
- [11] **Amiri, S. and Niakousari, M. (2008)**. Shelf life of unpasteurized sour orange juice in Iran. Fruits, 63 : 11–18.
- [12] **BOUDRA A. (2010)**. La filière des boissons gazeuses et jus de fruits Algérienne. Recueil des fiches sous sectorielles.

## Références bibliographiques

---

- [13] **Vierling.E. (1998)**. Aliment et boissons, technologie et aspect réglementaire. Centre régionale et documentation pédagogique d'aquitaine, 900p.
- [14] **Marez. (2003)**. Étude d'une filière du secteur des boissons : les sodas. Université Paris XII- Val de Marne. Créteil, France.
- [15] **Bourgeois, C.M et al, (1996)**. Microbiologie alimentaire aspect microbiologique de la qualité des aliments Ed tec. Lavoisier. 1, 416-418p.
- [16] **BOUDRA A. (2007)**. Industries des boissons et de jus de fruits, Recueil des fiches sous sectorielles.
- [17] **Roux B., Clement J.M et Guvelier G., 1995** : Larousse encyclopédie (produit Sciences alimentaire) édition paris 1190p.
- [18] **Prescott, M., Harley, J.Pet Kein, D. (2003)**. Microbiologie de bock. 2<sup>ème</sup> édition, 1137p.
- [19] **Multon, J.L. (1992)**, Le sucre, les sucres, les édulcorants et les glucides de charge dans les industries agroalimentaires, Tec & Doc/Lavoisier, Paris (1992). 1p.
- [20] **Linden G et Lorient D., 1994** : biochimie agro-alimentaire, valorisation alimentaire de la production agricole. Masson, paris p 213.
- [21] **Mf : TRAD.K, 2008/2009** : université de Constantine.
- [23] **Multon J, L. (1992)**. Le sucre, les sucres, les édulcorants et les glucides de charge dans les IAA Edition technique et documentation. Lavoisier. APRIA PP : 259-263,816p.
- [24] **Benamara, S et Agougou, A. (2003)**. Production des jus alimentaires : technique des industries agroalimentaires, Office des Publication Universitaire, Algérie,3p.
- [25] **Multon , J.L. (2002)**. Additifs et auxiliaires de fabrication dans les IAA 3eme EDITION : TEC&DOC lavoisier. Paris,799p.
- [26] **Alias,C ; Linden.G et Miclo,L.(2008)**. Biochimies alimentaires, DUNOD, Paris, 11p.
- [27] **COUTIN, F et MIGNON, L. (2009)**. Edulcorants, aliments light ou allégés : attention aux excès, AFDN association française des diététiciens nutritionnistes, contact presse bvconseil santé.
- [28] **ELATYQY M. (2005)** : Additifs alimentaires. Azaquar. Com.

## Références bibliographiques

---

- [29] **MARCHAND, M. (2009)** : Les édulcorants, maison IABD Wallonie picarde, maison de l'association Belge du diabète.
- [30] **Cendres, A. (2010)**. Procédé novateur d'extraction de jus de fruits par micro-onde : viabilité de fabrication et qualité nutritionnelle des jus, Thèse, Universitaire d'avignon et des pays de vaucluse, France.
- [31] **Milton, J.L et all. (2002)**. Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires, TEC & DOC, Paris.
- [32] **Amrouche. (2016)**. Stabilisant alimentaire. Génie alimentaire.
- [33] **Estelle, B. (2019)**. Des inquiétudes sur les émulsifiants alimentaires. Santé sur le Net.
- [34] **Dehove, R. (1986)**. La réglementation des produits alimentaires et non alimentaires, répression des food et contrôle de qualité .3<sup>ème</sup> édition commerce.
- [35] **Dessertenne, (1985)**. Contrôle de la qualité lors de stockage. Édition BIOS Paris.
- [36] **Zoubida.M.(1989)**. Situation actuelle de boisson sans alcool en Algérie, qualités de quelques produits commerciaux. Mémoire d'ingénieur en technologie des IAAINA D'ACGER.
- [37] **FRANCIS, A.J et HARMER, P.W. (1988)**. Fruit Juices and Soft Drinks. In RANKEN, M.D. Food industries manuel, 22nd édition Blakies & son Ltd,249-284p.
- [38] **RANE, R; HATTANGADI, D; JADHAV, P; KUNDALWAL, S; CHOTALIA, CH. and SUTHAR, A. (2016)**. Significance of brix reading in determination of quality of oral syrup and semisolid formulations. European journal of pharmaceutical and medical research, 3 (2), 245-25p.
- [39] **SOLANKE, N.D; SONTAKKE, SH. And VERMA, S. (2017)**. Study on Effect of Carbonation on the Properties of Fruit Juices. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, ISSN: 2319-7706 Volume 6 Number 4,2426-2432. 32p.
- [40] **GLEVITZKY, M; BRUSTUREAN, G.A; PERJU, D; LASLAU, G. andMATYAS, L. (2005)**. Studies Regarding the Variation of Carbon Dioxide in Certain Carbonated Beverages Stored in Polyethylene Terephthalate Bottles.
- [41] **Sadler, G. D., & Murphy, P. A. (2010)**. pH and titratable acidity *Food analysis*, Springer. 219-238p.
- [42] **Nonga, H. E., Simforian, E. A., &Ndabikunze, B. K. (2014)**. Assessment of physicochemical characteristics and hygienic practices along the value chain of raw fruit juice vended in Dar es Salaam City, Tanzania. *Tanzania journal of healthresearch*, 16(4).

## Références bibliographiques

---

[43] Danyluk, M., Parish, M., Goodrich-Schneider, R., & Worobo, R. (2012). Microbial decontamination of juices *Microbial Decontamination in the Food Industry* (pp. 163-189): Elsevier.

# Résumé

---

## Résumé

Notre mémoire de fin d'étude est basé sur les analyses physico-chimiques des jus de fruits, les boissons gazeuses et leurs processus de fabrication au niveau de l'Algérie, ces analyses sont basées sur une série de contrôles sur les produits finis.

L'ensemble des résultats obtenu par les techniciens de laboratoire sont conformes aux normes, ce qui témoigne de la bonne qualité des matières premières utilisées, de la maîtrise du processus de fabrication et du respect des conditions d'hygiène et de sécurité.

**Mot clés : analyse physicochimique, jus de fruit, boissons gazeuses, processus de fabrication.**

---

## Abstract

Our final dissertation based on the physicochemical analyzes of fruit juices, soft drinks and their manufacturing process at Algeria., these analyzes are based on a series of controls on the finished products.

The obtained results by laboratory technicians are congruent to the norms; it confirms the good quality of the used raw materials, the control of the manufacturing process and the respect of hygiene and safety conditions.

**Keywords: physicochemical analysis, fruit juices, soft drinks, manufacturing process.**

---

## المخلص

ترتكز أطروحتنا النهائية على التحليلات الفيزيائية والكيميائية لعصير الفواكه والمشروبات الغازية وعملية تصنيعها في الجزائر، وتستند هذه التحليلات إلى سلسلة من الضوابط على المنتجات النهائية.

النتائج التي حصل عليها تقنيو المختبر مطابقة للمعايير؛ مما يؤكد الجودة الجيدة للمواد الخام المستخدمة، والتحكم في عملية التصنيع واحترام شروط النظافة والسلامة.

**الكلمات المفتاحية: التحاليل الكيميوفيزيائية، عصير الفواكه، المشروبات الغازية، عملية التصنيع.**

# Résumé

---