

**République Algérienne Démocratique et populaire**

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Saad Dahleb Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Agro-alimentaire

Spécialité : **Agro-alimentaire et Contrôle de Qualité**

Filière : **Sciences Alimentaires**

Domaine : **Science de la Nature et de la Vie**

**Thème :**

**Contribution à l'étude de la qualité des boissons gazeuses de marque  
« Hamoud Boualem »**

**Réalisé par :**

- KHELIF Lilia
- SAYEH Hanaa Maroua

**Sous la direction de :**

- Dr FERNANE Samia. MCB. Université Blida 1

**Devant le jury :**

- Mr AMALOU Djamel MAA. Université Blida 1. Président
- Dr KADRI Brahim MCB. Université Blida 1. Examineur

**Année universitaire : 2021-2022**

### **Remerciements :**

*Avant tout, on remercie **Allah** notre dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de Dr **FERNANE**, on la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

*On adresse nos vifs remerciements aux membres du jury :*

- *Mr **AMALOU Djamel**, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de mémoire, hommages respectueux.*
- *L'examineur, Dr **KADRI Brahim** qui nous a fait l'honneur de participer à l'examen de notre mémoire.*

*Et à tous les enseignants de l'université **Saad Dohaeb Blida 1**, nos sincères remerciements.*

*On tient à remercier chaleureusement la responsable des contrôleurs de la qualité Mme **Hassiba** et la responsable du laboratoire de microbiologie Mlle **Sabrina** qui ont contribué à ma formation et ont fourni de grands efforts pour me donner beaucoup d'informations précieuses, et pour leur aide pratique surtout.*

*Je tiens à remercier la responsable de management qualité : Mme **Karima HAMOUDA** pour son aimable hospitalité et ses encouragements.*

*Aussi, je voudrais également remercier le responsable des contrôleurs de la maison mère Mr **CHAABANE Madjid** pour sa générosité et ses précieux conseils.*

***Dédicaces:***

*Je dédie ce mémoire,*

*A mes chers parents que j'ai toujours trouvés à mes côtés et qui m'ont  
aidé à surmonter toutes les difficultés.*

*A ma sœur **Imene** et son mari **Abderrahmane**.*

*A mes sœurs : **Oulfa, Amina, Bouchra**.*

*Mon frère : **Fouad**.*

*Pour leur soutien moral et leurs conseils précieux tout au long de mes  
études.*

*A ma chère binôme, **Lilia** pour son entente et sa sympathie.*

*A Mme **AliaSiham**, Mr **Hamza**, Mr **Samir** et Mr **Ali** qui m'ont aidé et  
supporté dans les moments difficiles.*

*A mes chères amies (**Chourouk, Manel, khadidja, Ikram, Zola,**  
**Hiyam, Rania, Noussaiba, Randa**).*

*Et à toute ma famille.*

***Hanaa***

***Dédicaces:***

*Je dédie ce modeste travail,*

*A mon très cher père **Mustapha***

*A ma très chère mère **Nacira***

*A mes sœurs **Yousra** et **Chanez** et mon petit frère **Haitem***

*A mon fiancé **Halim***

*A ma binôme **Hanaa** qui je souhaite le meilleur et le succès dans  
l'avenir*

*A tous mes amis*

*A tous les membres de ma famille et toute personne qui porte le nom  
**KHELIF**, je dédie ce travail à tous ceux qui ont participé à ma  
réussite*

***Lilia***

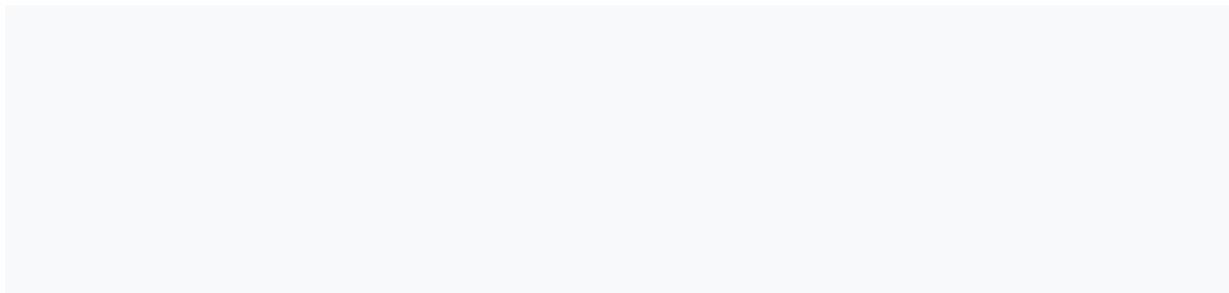
## **Résumé :**

L'objectif de notre étude était de déterminer la qualité physicochimique et hygiénique des boissons gazeuses produites au niveau de la société des boissons d'Algérie (SBA) de marque Hamoud Boualem, ceci par un ensemble d'analyses physicochimiques et microbiologiques des matières premières et du produit fini, ainsi que le suivi du processus de fabrication.

Concernant les matières premières, les analyses physicochimiques effectués sont : le taux du chlore libre, la dureté de l'eau, le brix du sirop blanc et du sirop fini avec un contrôle physique des bouteilles vides et des bouchons (le serrage). Pour le produit fini, les analyses ont été conduites sur six parfums et ont porté sur : la pression, la densité, le pH, l'acidité et le brix. Pour ce qui est du contrôle microbiologique, il a consisté en un dénombrement et la recherche des levures et moisissures, des sulfito-réducteurs, des germes aérobies totaux et des coliformes fécaux et totaux.

L'ensemble des résultats obtenus ont montré une conformité aux normes de l'entreprise, ce qui certifie de la bonne qualité de la boisson gazeuse étudiée ainsi que celle des matières premières utilisées avec une maîtrise du processus de fabrication. Ainsi, les matières premières ont donné un taux de chlore libre de l'eau de 0,9 mg/l avant traitement et de 1 mg/l après traitement, sa dureté était de 18°f. Le degré de brix du sirop fini est de 56,5%. La mesure de couple de serrage effectué sur 10 bouteilles de la limonade a montré un dysfonctionnement des têtes visseuses (2 et 4), réglé par une réparation de la machine. Les résultats des différentes analyses physicochimiques (pH, densité, acidité, brix et pression) sur six parfums de limonade ont abouti à une conformité remarquable aux exigences de l'industrie des boissons gazeuses. Ce constat a été aussi fait pour la qualité hygiénique et microbiologique de ce produit tant apprécié par une large tranche de la population.

**Mots clés :** contrôle, qualité, boisson gazeuse, analyse physicochimique, analyse microbiologique.



## **Abstract:**

The objective of our study was to determine the physicochemical and hygienic quality of carbonated beverages produced at the level of the company of beverages of Algeria (SBA) brand Hamoud Boualem, this by set of physicochemical and microbiological analysis of raw materials and finished product, as well as monitoring the manufacturing process

Regarding the raw materials, the physicochemical analysis made are: the rate of free chlorine, water hardness, the brix of white syrup and syrup finished with a physical control of empty bottles and corks (tightening). For the finished product, the analyses were conducted on six flavors: pressure, density, pH, acidity and brix. As for microbiological control, it consisted of a count and research of yeasts and molds, sulfito-reducers, total aerobic germs and fecal and total coliforms.

All the results obtained showed a conformity with the standards of the company, which certifies the good quality of the soft drink studied as well as that of the raw materials used with a control of the manufacturing process. Thus the raw materials, gave a free chlorine rate of the water of 0,9 mg/l before treatment and 1 mg/l after treatment, its hardness is 18°f. The brix degree of the finished syrup is 56.5%. The measurement of the tightening torque carried out on 10 bottles of lemonade showed a dysfunction of the screwing heads (2 and 4), settled by a repair of the machine. The results of the various physicochemical analyses (pH, density, acidity, brix and pressure) on six flavors of lemonade led to a remarkable conformity with the requirements of the soft drink industry. This observation was also made on the hygienic and microbiological quality of this product so appreciated by a large part of the population

**Key words:** control, quality, soft drink, physicochemical analysis, microbiological analysis.

## ملخص:

الهدف من دراستنا هو تحديد الجودة الفيزيائية والكيميائية والصحية للمشروبات الغازية المنتجة على مستوى شركة العلامة التجارية حمود بوعلام ، وهذا من خلال مجموعة من التحليل الفيزيائي الكيميائي (SBA) المشروبات الجزائرية والميكروبيولوجي للمواد الخام والمنتج النهائي ، وكذلك مراقبة عملية التصنيع.

فيما يتعلق بالمواد الخام ، فإن التحليل الفيزيائي الكيميائي الذي تم إجراؤه هو: معدل الكلور الحر ، وصلابة الماء ، وبريكس الشراب الأبيض والشراب المنتهي بالتحكم المادي في الزجاجات والفلين الفارغين (التشديد). بالنسبة للمنتج النهائي ، أجريت التحليلات على ست نكهات: الضغط والكثافة ودرجة الحموضة والحموضة والبريكس. أما بالنسبة للمكافحة الميكروبيولوجية ، فقد تألفت من إحصاء وبحث الخمائر والقوالب ، ومخفضات الكبريتات ، والجراثيم الهوائية الكلية ، والقولونيات البرازية والكلية .

أظهرت جميع النتائج التي تم الحصول عليها مطابقتها لمعايير الشركة، والتي تشهد على الجودة الجيدة للمشروب الغازي المدروس وكذلك المواد الخام المستخدمة مع التحكم في عملية التصنيع. وبالتالي ، أعطت المواد الخام معدل كلور حر للمياه يبلغ 0,9 مجم / لتر قبل العلاج و 1 مجم / لتر بعد المعالجة ، وتبلغ صلابته 18 درجة فهرنهايت. درجة بريكس من الشراب النهائي هي 56.5٪. أظهر قياس عزم الدوران المشدد الذي تم إجراؤه على 10 زجاجات من عصير الليمون خلا وظيفيا في رؤوس الشد (2 و 4) ، تم تسويتها عن طريق إصلاح الماكينة. أدت نتائج التحليلات الفيزيائية والكيميائية المختلفة (درجة الحموضة والكثافة والحموضة والبريكس والضغط) على ست نكهات من عصير الليمون إلى توافق ملحوظ تم إجراء هذه الملاحظة أيضا على الجودة الصحية والميكروبيولوجية لهذا المنتج. مع متطلبات صناعة المشروبات الغازية الذي يحظى بتقدير كبير من قبل جزء كبير من السكان.

**الكلمات المفتاحية:** التحكم، الجودة، المشروبات الغازية، التحليل الفيزيائي الكيميائي، التحليل الميكروبيولوجي.

## Liste des abréviations :

**°B** : Degré Brix.

**°C** : Unité de la température.

**AT** : Acidité titrable.

**BG**: Boisson Gazeuse.

**C phy-chi**: Caractéristiques physico-chimiques.

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

**IAA** : Industries agroalimentaires.

**M** : Masse molaire.

**MP** : Matières premières.

**NAOH** : Hydroxyde de sodium.

**PCA**: Plate Count Agar.

**PET** : Polyéthylène téréphtalate.

**pH** : Unité de mesure d'acidité (potentiel d'Hydrogène).

**SARL** : Société à responsabilité limitée.

**SBA** : La société soda et boissons d'Algérie.

**SM** : Solution mère.

**T°** : Température.

**TSE** : Tryptone sel eau.

**VE (KJ)** : Valeur énergétique.

**VF** : Viande foie.

**VRBL**: Violet rouge bile lactose agar.

## Liste des figures :

**Figure 1 :** Structure chimique de saccharose.

**Figure 2 :** Diagramme de traitement des eaux de forage utilisé dans la SBA « Hamoud Boualem ».

**Figure 3 :** Machine remplisseuse des boissons KRONES.

**Figure 4 :** Machine étiqueteuse pour les boissons KRONES.

**Figure 5 :** Diagramme de fabrication de la limonade au niveau de la SBA « Hamoud Boualem »

**Figure 6 :** Détermination du taux de chlore par analyseur de chlore colorimétrique – LAVIBON.

**Figure 7 :** Détermination du pH de l'eau par le pH-mètre.

**Figure 8 :** Diagramme de contrôle de l'eau de process au niveau de la « SBA »

**Figure 9 :** Diagramme de contrôle de la trace de soude dans les bouteilles au niveau de la « SBA »

**Figure 10 :** Diagramme de contrôle du bouchage et du couple de serrage au niveau de la « SBA »

**Figure 11 :** Les différents parfums utilisés pour les analyses physicochimiques.

**Figure 12 :** Détermination de la pression et le volume de CO<sub>2</sub>.

**Figure 13 :** Détermination de la densité de la limonade.

**Figure 14 :** Solution de NAOH et la phénolphtaléine utilisées pour la mesure de l'acidité.

**Figure 15 :** Recherche des germes aérobies totaux des bouchons et bouteilles (**photo originale**).

**Figure 16 :** Solidification de la gélose PCA dans les boites de pétri.

**Figure 17 :** Sucre blanc pesé et dilué dans 250 ml de la solution TSE.

**Figure 18 :** Solidification de la gélose PCA dans les boites de pétri.

**Figure 19 :** Recherche des germes aérobies totaux de la boisson gazeuse.

**Figure 20 :** Dilutions décimales ( $10^{-1}$  et  $10^{-2}$ ) de la limonade dans la solution TSE

**Figure21 :** Solidification de la gélose Sabouraud dans les boites de pétri.

**Figure 22 :** Refroidissement de la solution après la sortie du bain marie : choque thermique.

**Figure 23 :** Solidification de la gélose Viande-Foie.

**Figure 24 :** Histogramme représentant le °Brix de Selecto en comparaison avec la boisson de Takerwait et SARL IFRI.

**Figure 25 :** Résultats de l'acidité de Slim citron en comparaison avec la boisson de Takerwait.

**Figure 26 :** Résultats du Phde Hamoud Boualamen comparaison avec la boisson de Takerwait.

**Figure 27 :** Résultats de la densité de Slim Orange en comparaison avec la boisson de Takerwait.

## Liste de tableaux :

**Tableau 1 :** Critères du sucre blanc.

**Tableau 2 :** Composition et valeurs nutritionnelles et énergétiques moyennes de la limonade pour 100 ml.

**Tableau 3 :** Correspondance pour la détermination du chlore actif dans l'eau.

**Tableau 4 :** La pression (en bars) et de la température (en C°) pour la détermination du volume de CO<sub>2</sub>.

**Tableau 5 :** Conditions de culture de chaque micro-organisme.

**Tableau 6 :** Résultats de l'analyse du taux de chlore de l'eau avant et après traitement.

**Tableau 7 :** Résultats de la mesure de la dureté de l'eau.

**Tableau 8 :** Valeur de brix du sirop blanc et du sirop fini.

**Tableau 9 :** Résultats de la mesure du serrage des bouteilles.

**Tableau 10 :** Résultats des analyses physicochimiques sur les six parfums de limonade.

**Tableau 11 :** Résultats des analyses microbiologiques du produit fini.

## **Sommaire :**

<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 : Généralités sur les boissons gazeuses</b>	
1-Boissons gazeuses .....	4
2-Composition des boissons gazeuses .....	5
3-Les différents types des boissons gazeuses .....	11
4- Le conditionnement des boissons gazeuses .....	12
5-Emballage utilisé pour le conditionnement des boissons gazeuses.....	13
<b>Chapitre 2 : Généralités sur la qualité Agro-alimentaire et la qualité des boissons gazeuses</b>	
1- Définition du contrôle de qualité .....	15
2-Définition de la qualité en Agro-alimentaire .....	17
3-Critères de la qualité .....	18
<b>Chapitre 3 : Matériel et méthodes</b>	
I-Objectif de travail .....	20
II- Présentation de lieu de stage .....	20
III- Technologies de la fabrication des boissons gazeuses au sein de l'unité de SBA 'Hamoud Boualam' .....	20
IV-Etude de la qualité des boissons fabriquées .....	28
<b>Chapitre 4 : Résultats et discussion</b>	
I-Résultats des analyses physico-chimiques .....	58
II-Résultats des analyses microbiologiques .....	66
<b>Conclusion</b> .....	<b>69</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>70</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>74</b>

## ***Introduction :***

---

Avec le développement de la population, la demande en denrées alimentaires devient plus importante, ce qui a fait que le secteur industriel de l'agroalimentaire est en constante expansion notamment le secteur des boissons. En effet, malgré que l'eau soit le seul liquide indispensable à notre organisme, d'autres boissons telles que les limonades et les sodas permettent d'associer besoins en eau et plaisirs (**Chenouf, 2012**).

Les industries agroalimentaires (IAA) constituent une grande richesse pour le développement d'un pays car elles couvrent pour l'essentiel le domaine d'un des besoins vitaux (se nourrir). Mais, il ressort des nombreuses études menées dans le but de trouver les facteurs décisifs pour gagner des parts de marché, que le principal facteur est la qualité (**Morenikè Leslie Marlyse, 2018**). La maîtrise de la qualité s'avère donc indispensable car la concurrence devient de plus en plus exacerbée. Maîtriser la qualité, c'est veiller à la conformité des produits finis aux spécifications. Elle passe avant tout par la mise en œuvre de matières premières irréprochables. C'est aussi réduire les pertes et contribuer ainsi à optimiser les coûts de revient.

Dans l'industrie agroalimentaire et les boissons, des réglementations et des directives de sécurité strictes s'appliquent pour garantir une qualité élevée des produits évitant ainsi la contamination. La conformité est une priorité absolue, car même des erreurs minimales peuvent avoir un impact sur la qualité des produits et entraîner par conséquent des temps d'arrêt imprévus ou une diminution du rendement.

En Algérie, la consommation des boissons rafraichissantes, telles que les limonades ne cesse d'augmenter d'année en année. Ce phénomène s'accroît en période estivale qui est très longue dans notre pays. Selon **Boudra (2010)**, la filière algérienne des boissons gazeuses et des jus de fruits est en bonne évolution, avec un bilan encourageant pour le secteur de l'agroalimentaire. En effet, ce secteur a produit ces dix dernières années plus de 20 millions d'hectolitres par an, et a pu réaliser un chiffre d'affaires de 45 milliards de DA.

Pour répondre à cette demande, l'industrie des boissons s'est développée ces dernières années par la construction de nombreuses limonaderies et par l'importation de diverses marques de boissons (**Boukhatemet Kaderi, 2004**).

Le consommateur cherche toujours un produit sain, de bonne qualité chimique et microbiologique, une limonade doit respecter les normes dans les doses et dans la qualité de la matière première utilisée, qui doit être autorisée. Elle doit aussi respecter les normes concernant les caractéristiques physicochimiques.

Dans ce contexte, l'entreprise « Hamoud Boualem » comme toute autre entreprise qui veille à la satisfaction du consommateur, donne beaucoup d'importance à la qualité hygiénique, organoleptique et physicochimique du produit fini dont la limonade, pour garantir aux clients des produits de haute qualité, conformes aux réglementations et préserver ainsi la confiance des consommateurs.

A cet égard, dans le cas de tout produit de consommation, l'altération microbiologique implique d'une part la contamination du produit et d'autre part, les conditions de fabrication et/ou de stockage permettant la multiplication de certains agents contaminants (**Bourgeois et al, 1996**). Parmi les facteurs régissant cette altération, on trouve :

- La composition et les caractéristiques physico-chimiques du produit ;
- Les agents mis en œuvre pendant la fabrication qui peuvent modifier la composition de la microflore contaminante.
- Les caractéristiques physico-chimiques de l'environnement du produit.

Lorsque ces trois facteurs sont fixes (standardisés), les microorganismes pouvant provoquer l'altération sont ceux qui sont les mieux adaptés à se multiplier dans ces conditions (**Bourgeois et al, 1996**).

Dans ce contexte, cette étude porte sur l'évaluation de la qualité d'une limonade par le suivi du processus de sa fabrication à partir de la matière première jusqu'au produit fini, en passant par les différentes analyses microbiologiques et physico-chimiques permettant de cerner les facteurs régissant la qualité de cette boisson.

Pour cela, le travail se divisera en deux parties : une partie bibliographique comportant des généralités sur les boissons gazeuses et la limonade, ainsi que sur les critères régissant la qualité de ce genre de produit. Et une partie expérimentale traitant du matériel utilisé et des

méthodes appliquées, ainsi que les résultats obtenus et leur discussion, clôturée par une conclusion.

*Partie 1 :*  
*Etude*  
*bibliographique*

## ***Chapitre 1 : Généralités sur les boissons gazeuses***

---

Le besoin en eau de l'organisme est satisfait pour une proportion importante d'eau provenant des aliments frais ou apportée par la cuisson. Le complément est fourni par les boissons dont un grand nombre est également consommé en raison du plaisir gustatif qu'elles procurent ou de leurs effets psychologiques.

En effet, malgré que l'eau soit le seul liquide indispensable, d'autres boissons telles que les boissons gazeuses permettent d'associer les besoins en eau et le plaisir.

### **1. Boissons Gazeuses :**

La dénomination boisson gazeuse englobe tout produit obtenu par mélange avant conditionnement, de sirop et d'eau potable, laquelle est généralement ajoutée une eau potable gazéifiée. Ces boissons sont colorées ou non, sucrées, limpides, aromatisées et éventuellement acidulées (**Benhadji Serradj, 2010**).

Les boissons gazeuses, sont des boissons très riches en glucides, elles sont connues sous le nom de « Soda ». Le nom "boisson gazeuse" indique que cette boisson ne contient pas d'alcool, et qu'elle est considérée comme une "boisson dure". Elles sont disponibles sous forme de boissons sucrées ou de substituts du sucre.

La consommation des boissons gazeuses a augmenté en raison de leurs goûts unique et des bulles générées par l'ajout de CO<sub>2</sub>. Le contrôle microbiologique, physico-chimique et organoleptique des boissons est nécessaire pour l'évaluation de la qualité de ces produits. De plus, les précautions d'hygiène et le respect des normes de fabrication sont les autres caractéristiques à prendre en considération, du fait que le consommateur cherche un produit sain (**Chenouf, 2012 ; Akkouche et Chikhaoui, 2018**).

#### **❖ Définition:**

Les boissons gazeuses font partie des boissons non alcoolisées, non fermentées ou ne comportant pas à la suite d'un début de fermentation, des traces d'alcool supérieures à 0,5 % (**Boudra, 2007**).

Ce sont des liquides alimentaires de composition hétérogène résultant d'un mélange de matières : l'eau, le sucre, les arômes, les conservateurs et les colorants (**Meziane, 1989**). Elles incluent les boissons aromatisées à base d'eau avec adjonction de gaz carbonique, d'édulcorants nutritifs et / ou intenses et d'autres additifs alimentaires autorisés. Ces boissons peuvent être claires ou troubles et contenir des matières particulières tels que les morceaux de fruits (**Codex Alimentarius, 1995**).

## **2. Composition des boissons gazeuses :**

Les matières premières (MP) utilisées dans la production des boissons gazeuses (BG) sont : l'eau, le sucre, le CO<sub>2</sub> et les extraits ou concentrés. L'utilisation de ces MP passe par une réception de celles-ci et par la suite leur utilisation dans le processus de fabrication.

### **2.1 Le sucre :**

Le sucre joue un rôle capital dans la fabrication des boissons. Le sucre blanc importé est échantillonné avant d'être analysé. Le sucre de commerce se présente sous la forme d'une matière cristalline blanche et brillante (prismes rhomboïdaux) qui n'est pas hygroscopique. Il est inodore et de saveurs caractéristiques. Son humidité est très faible (de l'ordre de 0,05 %) et sa stabilité au stockage est très grande.

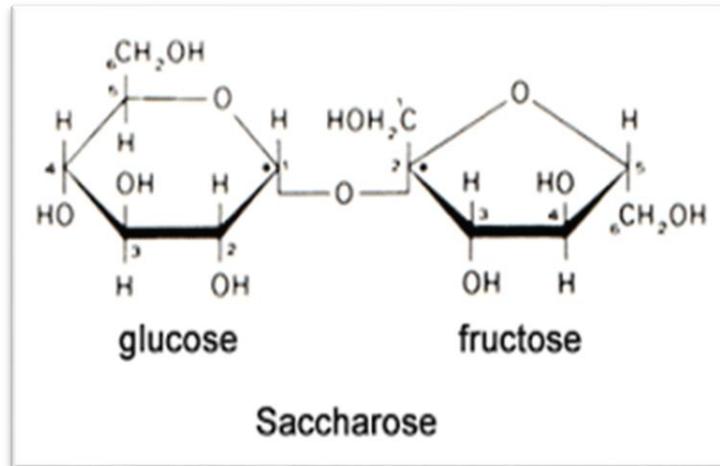
#### **A. Extraction et composition du sucre :**

Extrait de la betterave sucrière ou de la canne à sucre. Le saccharose est une molécule organique composé de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Ce sucre est le constituant du sucre blanc courant.

#### **B. Structure du sucre :**

Le saccharose est un diholoside constitué d'une molécule de glucose et d'une molécule de fructose (**figure 1**) reliés par une liaison osidique  $\alpha$  (1-2)  $\beta$ . Sa formule chimique non-

développée est  $C_{12}H_{22}O_{11}$  et sa masse molaire est de  $342,3 \text{ g. mol}^{-1}$ .



**Figure 1 :** Structure chimique du saccharose (Salhiet Broueche, 2017)

### **C. Propriétés chimiques du sucre :**

- Le saccharose est un sucre non réducteur
- L'hydrolyse : en présence d'eau à température modérée, se fait par l'enzyme invertase, le mélange produit, est nommé sucre inverti.

### **D. Propriétés physiques du sucre :**

- Le sucre caramélise à  $160 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Sa solubilité est de  $2,019 \text{ g. ml}^{-1}$  à  $25^{\circ}\text{C}$ .
- Le saccharose n'est pas soluble dans l'alcool pur.
- Le taux de sucre est donné par le degré brix.

Le tableau (1) englobe les principaux critères du sucre utilisé en Limonadière.

**Tableau 1 : Critères du sucre blanc**

<b>Critères</b>	<b>Sucre blanc</b>
<b>Pureté</b>	99 ,7 %(polarisation)
<b>Réducteur</b>	Maximum 0 ,04 %
<b>Humidité</b>	Maximum 0,1 %
<b>Cendres</b>	Maximum 0,04%
<b>Coloration</b>	Maximum 60ICUMSA
<b>SO2</b>	Maximum 20mg/kg
<b>Arsenic</b>	1mg/kg
<b>Cuivre</b>	2mg/kg
<b>Plomb</b>	1mg/kg

(Codex alimentarius, 2014)

## **2.2 L'eau :**

L'eau étant l'un des éléments-clés de tous les produits, sa qualité est primordiale. Et comme la qualité de l'eau courante varie dans chaque endroit du monde, chaque usine traite l'eau qu'elle utilise. C'est donc l'eau soigneusement traitée qui sera incorporée dans les boissons. Cette eau est continuellement analysée pour vérifier qu'elle répond bien aux critères de qualité (Beldjenna, 2018).

## **2.3 Le gaz carbonique (CO2) :**

Selon le comité du Codex portant la norme en relation avec les additifs et les contaminants : « Additifs alimentaires utilisés pour apporter du dioxyde de carbone à une denrée alimentaire » Le gaz carbonique est un gaz inodore, incolore et insipide et en outre, inoffensif. Ses qualités en font de lui l'unique gaz approprié à rendre une boisson pétillante. Le dioxyde de carbone ne se dissout que partiellement dans l'eau. La partie qui reste gazeuse donne l'effet pétillant et « la sensation typique du goût ». Dans certaines circonstances, le gaz carbonique joue un rôle de conservateur car il prévient le développement de micro-organismes nocifs. Pour des raisons de sécurité microbiologique, il ne peut remplacer d'autres agents de conservation (Fieb-Viwf, 2017).

## **A. Caractéristiques physico-chimiques:**

- Le gaz carbonique est un gaz inodore, incolore et insipide et en outre inoffensif. Sa masse molaire (M) est de 44mg/mole.
- Le CO<sub>2</sub> se dissout dans l'eau et y forme de l'acide carbonique H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.
- Sa solubilité se fait dans l'eau à 20 °C : 88ml/100 ml sous 1 bar. Il est également liposoluble (soluble dans les corps gras).
- À pression atmosphérique, il se sublime à -78,5 °C (passage de l'état solide à l'état gazeux).
- Sa température d'ébullition est de 56.6°C.
- Sa masse volumique est égale à 1,87 kg·m<sup>-3</sup>.
- La viscosité dynamique est de 0,07 mPas à 78 °C

### **B. Rôle du CO<sub>2</sub> dans la boisson gazeuse :**

- Composant pétillant dans les boissons gazeuses ;
- Agent bactériostatique et fongistatique, il retarde la croissance et réduit la vitesse de multiplication des bactéries et des moisissures.

## **2.4 Additifs alimentaires utilisés dans l'industrie des boissons :**

Les additifs alimentaires sont des substances ajoutées en petites quantités à une denrée alimentaire dans un but technologique précis (**Adrian et al, 1995**). Selon **Alais et Linden (1994)**, le terme additif désigne toute substance qui n'est pas un constituant normal des aliments et dont l'addition intentionnelle au cours de la fabrication de ceux-ci a un but qui peut être de type: technologique, organoleptique et ou nutritionnel.

L'utilisation d'additifs alimentaires ne se justifie que si elle comporte un avantage, ne présentant pas de risque appréciable pour la santé des consommateurs, n'induit pas ceux-ci en erreur, remplit une ou plusieurs des fonctions technologiques énoncées par la norme du **CODEX STAN 192 (1995)** et répondant aux besoins énoncés aux alinéas a) à d) ci-après, et uniquement si ces objectifs ne peuvent pas être atteints par d'autres moyens économiquement et technologiquement applicables:

- a) Préserver la qualité nutritionnelle de l'aliment; une réduction délibérée de la qualité nutritionnelle de l'aliment n'est justifiée que dans les circonstances visées à l'alinéa.
- b) Ainsi que dans d'autres cas où l'aliment ne constitue pas un élément important du régime alimentaire ordinaire.

c) Introduire les ingrédients ou composants nécessaires dans des denrées alimentaires manufacturées destinées à certains groupes de consommateurs ayant des besoins diététiques particuliers.

d) Améliorer la conservation ou la stabilité d'un aliment ou ses propriétés organoleptiques, à condition de ne pas en altérer la nature, la substance ou la qualité de façon à tromper le consommateur.

e) Servir d'adjuvant dans la fabrication, la transformation, la préparation, le traitement, l'emballage, le transport ou l'entreposage de l'aliment, à condition que l'additif ne soit pas utilisé pour masquer les effets de l'utilisation de matières premières de mauvaise qualité ou de méthodes ou techniques indésirables (y compris le manque d'hygiène).

### **2.4.1 Colorants :**

Selon le **comité du codex sur les additifs et les contaminants** : « Un colorant est un additif alimentaire qui ajoute de la couleur à une denrée alimentaire, ou rétablit sa couleur naturelle ». (CAC, 2014).

Les colorants changent la couleur des aliments, en colorant la masse et la surface par un usage spécifique (coloration de la croûte de fromage par exemple) (Dutau et al, 1996).

### **2.4.2 Les édulcorants :**

Les édulcorants sont des substances n'appartenant pas au groupe des hydrates de carbone et qui ont un pouvoir sucrant, parfois important par rapport à celui du sucre, mais qui, par rapport à leur pouvoir édulcorant, n'ont aucune valeur nutritive (très faible). Ils sont utilisés pour communiquer une saveur sucrée aux produits alimentaires et sont utiles dans les aliments allégés ou diététique, comme pour les diabétiques (Elatyqy, 2011).

D'après **Marchand (2009)**, les édulcorants sont utilisés pour:

- Garder le plaisir du goût sucré.
- Diminuer la charge énergétique.
- Remplacer le saccharose.
- Moduler l'index glycémique.
- Proposer des préparations culinaires appréciables.
- Une meilleure compliance au régime à long terme.

Parmi ces édulcorants, on distingue deux types :

- **Les édulcorants intenses** : ils ont un pouvoir sucrant élevé (le pouvoir sucrant du sucre de table est de 1).
- **Les édulcorants de charge (notamment polyol)** : ils ont un pouvoir sucrant assez proche de celui du sucre de table (de 0,5 à 1,4), ils sont utilisés notamment dans de nombreux chewing-gums et confiseries.

### 2.4.3 Les arômes :

Ils sont ajoutés en quantités infimes et sont responsables du goût caractéristique de la boisson et ce malgré l'influence du sucre et de l'acide sur l'arôme finale. Les arômes proviennent en général de la nature et sont extraits à partir des différentes parties des plantes et surtout d'agrumes. Ils se présentent sous forme d'essence alcoolique naturelle ou concentrée.

### 2.4.4 Les conservateurs :

Comme substances chimiques essentielles utilisées pour la conservation des boissons, on trouve : l'anhydride sulfureux, l'acide benzoïque, l'acide ascorbique ainsi que les sels de ces substances et quelques nouveaux types de produits chimiques conservateurs. On exige que ces substances soient aptes à exercer une action antiseptique sur tous les microorganismes nuisibles des boissons et inoffensives pour l'organisme humain (**Benamara et Agougou, 2003**).

### 2.4.5 Les acidifiants :

Les acides contenus dans les boissons ont deux fonctions importantes :

- ✓ Ils entravent le développement des micro-organismes comme les moisissures et les bactéries;
- ✓ Ils améliorent le goût en équilibrant le goût sucré.

Les acides : citrique(E330), malique(E296) et phosphorique(E338) sont couramment utilisés dans les boissons gazeuses.

La quantité d'acide ajoutée dans une boisson dépend de la recette du produit et du type d'acide.

### 2.4.6 Les émulsifiants :

Les émulsifiants sont des additifs alimentaires ayant pour fonction principale de stabiliser les émulsions. L'émulsifiant le plus utilisé dans l'industrie des boissons est la gomme arabique.

### 3. Les différents types de boissons gazeuses :

Les Différents types de boissons gazeuses sont :

#### 3.1 Limonades :

Boissons gazéifiées, sucrées, limpides et incolores additionnées de matières aromatiques provenant du citron et acidulées au moyen de l'acide citrique, lactique ou malique.

La limonade est une boisson dont l'ingrédient majoritaire (environ 90%) est l'eau, elle contient généralement 6 à 10 g de glucides (via le sucre ajouté). Son apport énergétique est donc de 160 (Kj) pour 100 ml de boisson. Le tableau (2) représente la composition et valeurs nutritionnelles et énergétiques moyennes de la limonade pour 100 ml (**Akkouche et Chikhaoui, 2018**).

**Tableau 2 :** Composition et valeurs nutritionnelles et énergétiques moyennes de la limonade pour 100 ml

Composants	Limonade
Eau (ml)	90.5
protéines (g)	-
Lipides (g)	-
Glucides (g)	9.5
VE (KJ)	160
Na (mg)	3

(**Akkouche et Chikhaoui, 2018**).

#### 3.2 Les sodas :

Ce sont des boissons à base d'extraits naturels, sucrées et gazéifiées, elles peuvent être claires ou troubles acidulées et contiennent des colorants alimentaires de synthèse autorisés

#### 3.3 Les colas :

C'est une boisson gazeuse sucrée comportant des extraits de colas, de caféine, de caramel et d'acide phosphorique à une dose < 500mg/l.

### 3.4 Les Bitters et tonics :

Les tonics et bitters sont des boissons gazéifiées (soda) parfumés aux fruits ou aux plantes. Elles sont caractérisées par la présence d'extraits de quinine, ou d'orange amer (**David et Philip, 2006**).

## 4. Conditionnement des boissons gazeuses :

D'après **Morènikè (2017)**, le conditionnement des boissons gazeuses passe par les étapes suivantes :

- **Dépalettisation** : Elle commence par une opération de pré-tri qui se fait manuellement avant le lavage. La dépalettisation est une opération préliminaire qui vise à ôter les casiers de bouteilles de la palette et à les poser sur un convoyeur muni de tapis roulant.
- **Décaissage**: Consiste à retirer les bouteilles des casiers sur la table d'accumulation qui les dirigent vers la laveuse.
- **Lavage casiers** : Elle se fait avec l'eau de rinçage final issue de la laveuse des bouteilles

Laveuse de bouteilles : Elle sert à laver et à rincer les bouteilles pour les rendre propres. La laveuse des bouteilles est subdivisée en plusieurs compartiments :

- Un prélavage avec de l'eau.
- Un passage successif dans deux bains de soude.
- Un pré-rinçage suivi de trois bains de rinçage final.
- Et enfin le dernier bain de rinçage est muni d'une injection de chlore pour stériliser la bouteille.
- **Mireuse vides** : A la sortie de la laveuse, les bouteilles sont convoyées à travers la mireuse. Au cours de cette opération, les bouteilles passent dans un système de caméra et de détecteur avec des flashes de lumière blanche. La mireuse vides vérifie l'état des bouteilles sur les points suivants : la forme, le diamètre, la hauteur, présence de corps étranger, de liquide résiduel.
- **Soutireuse** : Les bouteilles se posent sur des pistons, puis font un cycle complet pour être remplies par des canules

- **Boucheuse:** C'est un monobloc soutireuse-boucheuse. La boucheuse fonctionne ainsi en rotation et en parfaite synchronisation avec la soutireuse.
- **Mireuse pleines :** Elle vérifie le remplissage des bouteilles, la présence de bouchon et de métal.
- **Codage :** Les bouteilles remplies et bouchées à la sortie de la soutireuse, passent sous une dateuse électronique pour l'impression du codage sur les bouteilles dans le but de répondre aux exigences de traçabilité du produit.
- **Étiqueteuse :** Permet de mettre les étiquettes
- **Encaissage :** En sortiede l'étiqueteuse, les bouteilles arrivent à l'encaissage pour être logées dans des casiers
- **Palettisation :** Les casiers de boissons sont transportés par le convoyeur pour être gerbés sur la palette.

## 5. Emballage utilisé pour le conditionnement de la boisson gazeuse :

Les emballages sont indispensables à notre quotidien. Ils protègent le produit, réduisent le gaspillage, facilitent le transport et informent le consommateur : la bouteille (PET ou verre) ou la canette maintient la boisson dans des conditions optimales pendant un délai de conservation déterminé.

- L'emballage garantit le maintien de la qualité du site d'embouteillage au consommateur
- L'emballage protège également le contenu à chaque étape de la chaîne logistique
- Les bouteilles et canettes doivent mentionner diverses informations légales à des fins de sécurité et de traçabilité.

### 5.1 Emballage en PET (polyéthylène téréphtalate) :

Le PET, ou polyéthylène téréphtalate, est un plastique ou, plus exactement, un polyester. Ce matériau s'avère idéal pour les bouteilles de boissons:

- Léger commeune plume.
- Généralement transparent.
- Solide et peut être moulé aisément.
- Ses caractéristiques sont conservées lors du recyclage, ce qui permet de confectionner à nouveau des produits de qualité.

- Nécessite moins de ressources pour la production et le transport tout en préservant la fraîcheur et la saveur des boissons et en garantissant la sécurité alimentaire.

## 5.2 Emballage en verre :

Les bouteilles en verre sont la forme la plus classique de conditionnement des boissons, Le verre est :

- Imperméable aux gaz, vapeur et liquides.
- Chimiquement Inerte vis-à-vis des liquides et produits alimentaires et ne pose pas de problème de compatibilité.
- Matériau hygiénique, facile à nettoyer et désinfecter.
- Résiste aux pressions internes élevées que lui font subir certains liquides.
- Recyclables à 100 %.
- En dépit de la concurrence croissante des emballages plus récents comme le PET, le verre est très apprécié des consommateurs, qui le perçoivent comme un emballage de haute gamme.

## 5.3 Les Cannelles :

**Salhi et Broueche (2017)** rapportent que les cannettes sont fabriquées en aluminium et en acier étamé, les cannettes sont aussi très populaires pour le conditionnement des boissons gazeuses. En raison de :

- Leur fonctionnalité et de leurs avantages en termes de stockage.
- Leur parfaite étanchéité.
- Elles sont cependant légères.
- Entièrement recyclables.
- Faciles à fondre et réutilisables.

## ***Chapitre 2 : Généralités sur la qualité agroalimentaire et la qualité des boissons gazeuses***

---

Dans le domaine alimentaire, la qualité est une préoccupation ancienne et récurrente qui reste toujours au cœur des inquiétudes des consommateurs. Le terme qualité pour les produits alimentaires regroupe différentes composantes : qualité nutritionnelle, sanitaire et organoleptique (goût). Le secteur alimentaire agit donc sur ces trois dimensions essentielles de la qualité. L'examen microbiologique, le contrôle physico-chimique et organoleptique des aliments peuvent aider à évaluer les précautions d'hygiène pendant la production et l'efficacité d'un processus de conservation et peut permettre de prédire la durée de conservation potentielle (Olubukola, 2011).

### **1. Définition du contrôle de la qualité :**

D'après **Alou Doumbia (1991)**, le contrôle qualité peut être défini comme un maillon de connaissance du produit, de prévision de résultats et d'assistance à l'évolution favorable.

Ce contrôle de qualité peut être aussi défini sur un plan technique comme la partie des bonnes pratiques de fabrication et de production alimentaire :

- Acceptation ou refus des matières premières du produit semi-fini.
- Estimations de la stabilité.

D'une façon générale, contrôler c'est d'abord comparer ce qui est avec ce qui devrait-être : c'est-à-dire trier les bons des mauvais.

Le contrôle de la qualité (microbiologique et physicochimique) est à la fois la mesure d'une caractéristique, sa comparaison avec une base de référence admise (ou imposée), l'interprétation de la signification de cet écart et la recherche de sa cause.

Mais le contrôle de la qualité peut et doit aller jusqu'à la mise en place de tous les moyens capables de garantir l'obtention du niveau choisi et la limite de tolérance décidée

### **2. Importance et rôle du contrôle qualité :**

Le contrôle de la qualité dans les industries agroalimentaires présente un grand rôle et une importance à l'échelle industrielle (**Morènikè Leslie Marlyse, 2018**).

### ❖ **Importance:**

Le contrôle qualité permet pour l'essentiel de savoir si les produits de l'entreprise sont conformes :

- Aux exigences du marché.
- A la demande des clients.
- Au cahier des charges de l'entreprise.
- Il analyse les conditions d'un produit conforme ou non conforme.

### ❖ **Rôle:**

Le contrôle qualité a pour rôle :

- D'éliminer les matières premières non conformes au standard de la société.
- Le respect du processus de fabrication.
- De corriger les tris au cours de la production quand on note un écart par rapport aux normes. Ce qui peut subvenir suite à une erreur de manipulation ou suite à la déficience d'un matériel.
- De garantir la régularité des caractéristiques physico-chimiques du produit dans le temps et même d'une usine à une autre. Chaque produit fini doit constituer un label constant.
- D'intervenir sur la chaîne de production pour éviter de fabriquer des produits dépréciés.
- De garantir la conformité du produit fini aux standards microbiologiques.
- Au-delà des analyses physico-chimiques et microbiologiques, le secteur contrôle qualité a pour mission :
  - ✓ De faire des dégustations fréquentes en cours de production. Quel que soit le degré de sophistication des analyses du laboratoire, la dégustation reste incontournable. On doit soumettre les produits à l'appréciation du palais.
  - ✓ Par des dégustations fréquentes au cours de la fabrication.
  - ✓ Par des séances de dégustation plus élargies organisées par le service contrôle qualité.

Autre règle d'or : le produit fini est toujours dégusté avant son envoi sur la chaîne.

### **3. Définition de la qualité en agro-alimentaire :**

D'après **Multon et Davenas (1994)**, les aliments sont des produits différents des autres produits industriels. Leurs particularités sont à l'origine de contraintes spécifiques du secteur de l'agro-alimentaire :

- ✓ Ce sont des produits de composition organique ou biologique qui présentent donc une durée de vie limitée.
- ✓ Ce sont des produits ingérés. Cette utilisation particulière justifie la place importante des caractéristiques organoleptiques et nutritionnelles dans ce secteur ainsi que la lutte contre les contaminations chimiques ou biologiques qui rendraient la consommation du produit dangereuse pour le consommateur.
- ✓ Enfin, l'aliment véhicule un héritage socioculturel non négligeable.

Il est ainsi possible de parler de « qualité alimentaire » c'est-à-dire « l'aptitude du produit à bien nourrir. » L'aliment doit en effet fournir à son consommateur, « dans des conditions de sécurité complète, les nutriments et l'énergie nécessaires à son métabolisme vital. »

#### **❖ Définition AFNOR:**

Intuitivement, la qualité correspond pour nous à "la valeur" d'une chose. Mais ici la qualité est l'aptitude d'un produit à satisfaire ses utilisateurs.

#### **❖ La qualité selon la norme NFX 50 120 :**

Elle représente l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou service qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites. Il s'agit de la sécurité, de la salubrité, des propriétés alimentaires et organoleptiques, des services envisagés et de la conformité à la réglementation.

#### **❖ Définition ISO complète:**

C'est l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou d'un service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites de tous les utilisateurs.

## 4. Critères de la qualité :

### 1) Qualité hygiénique :

Il s'agit de la « non-toxicité de l'aliment. » Celui-ci ne doit contenir aucun élément toxique à des doses jugées dangereuses pour le consommateur. Ces doses sont déterminées par des études toxicologiques aboutissant à la dose journalière admissible. Elles font l'objet d'une réglementation précise. L'élément toxique peut provenir d'une contamination extérieure (ex. pesticides, herbicides, métaux lourds), être généré sur l'aliment sain (développement de germes pathogènes dû à des conditions de stockage inadaptées, apparition de benzopyrènes au cours de fumage...). L'élément toxique peut également être ajouté au produit pour des raisons organoleptiques ou technologiques (**Multon, 1994**).

Les boissons gazeuses sont des cibles pour la dégradation par les levures, les moisissures, et les bactéries tolérantes aux acides. Les problèmes microbiens dans les boissons gazeuses et les jus de fruits peuvent être divisés en deux groupes:

- ❖ La croissance et la contamination du produit par les organismes pour produire une altération.
- ❖ La croissance ou la contamination du produit par des pathogènes pour produire un empoisonnement alimentaire (**Fitzgerald et al, 2004**).

### 2) Qualité nutritionnelle:

C'est l'aptitude de l'aliment à bien nourrir d'un point de vue quantitatif (quantité d'énergie apportée) et/ou qualitatif (aliment équilibré nutritionnellement, aliment enrichi en un élément particulier) pour répondre à un besoin précis ou au contraire dépourvu de certains composants dans un but préventif (**Multon, 1994**).

La valeur nutritionnelle des boissons gazeuses est appréciée en raison de leurs teneurs en sucre. En fonction de leurs formulations, elles peuvent être absorbées plus facilement en raison de leur osmolalité, elles peuvent remplacer les sels et l'énergie perdue et sont désaltérantes. Leur équilibre de douceur est d'acidité couplée avec des saveurs agréables les rendent attrayantes pour tous les âges du consommateur (**Renfrew, 2016**).

### 3) Qualité organoleptique :

Il est difficile de satisfaire tout le monde, l'industriel doit donc cibler son marché pour le produit et déterminer le standard de la qualité sensorielle qui lui correspond.

A côté de la qualité alimentaire, très spécifique du secteur en question, l'aliment présente, comme tout produit, des « **qualités d'usage ou de service** ». Elles sont cependant un peu différentes des autres produits, car elles restent en relation avec les particularités de l'aliment (caractères périssables, composantes sociales...).

**Multon (1994)** considère, entre autres, les aspects suivants de ces qualités d'usage :

- ❖ « L'aptitude à la conservation » qui est un avantage commercial décisif surtout en matière de produits frais qu'il s'agisse de la durée de vie après achat ou de la durée de vie après ouverture ».
- ❖ « La commodité d'emploi du produit » : les facilités de stockage, les temps de préparation... ont pris une importance grandissante avec les évolutions sociales ces dernières années ».

*Partie 2 :*  
*Etude expérimentale*

## ***Chapitre 3 : Matériel et méthodes***

---

### **I. Objectif du travail:**

L'objectif de ce travail est d'étudier la qualité hygiénique, microbiologique et physico chimique de la limonade et des boissons gazeuses, ainsi que la qualité des matières premières utilisées et de suivre les processus de fabrication à partir de la matière première jusqu'à l'obtention d'un produit fini sain, salubre et adéquat à la consommation.

Le stage pratique a été effectué sur une période s'étalant du mois de Mars au mois de Mai 2022, au laboratoire de contrôle de la qualité de l'unité SBA « Hamoud Boualem » située aux Eucalyptus zone industrielle de Meftah Alger,

### **II. Présentation du lieu de stage:**

L'entreprise Hamoud Boualem a vu le jour en 1878. C'est la plus ancienne entreprise algérienne en activité. Son fondateur, est alors établi dans le quartier de Belcourt à Alger. Le succès arrive rapidement en 1889 lors de l'Exposition Universelle de Paris où Hamoud Boualem se voit récompensé d'une médaille d'Or. Aujourd'hui, ce groupe s'est diversifié et compte six (06) unités de production sous le label « Hamoud Boualem » (Annexe).

### **III. Technologie de fabrication des boissons gazeuses au sein de l'unité de SBA « Hamoud Boualem» :**

#### **❖ Réception des matières premières :**

La fabrication des boissons gazeuses débute par la réception et l'entreposage des matières premières entrant dans sa composition : le sucre, le gaz carbonique et les additifs alimentaires, ainsi que la réception de l'emballage qui est stocké dans des chambres appropriées.

La production de la limonade au niveau la « SBA » passe par plusieurs étapes.

#### **1. Traitement de l'eau:**

L'usine comporte son propre forage d'eau qui est traitée avant son utilisation afin d'obtenir une eau de process potable et possédant une bonne qualité chimique, microbiologique et organoleptique qui la rende apte à la consommation. L'eau de forage subit plusieurs traitements qui sont les suivants:

- **La chloration:**

La désinfection de l'eau de forage consiste à éliminer les microorganismes pathogènes afin de fournir une eau bactériologiquement potable suivant les normes de la potabilité. La désinfection est assurée par le chlore et nécessite un temps de contact entre l'eau et le chlore compris entre 20 minutes et 1 heure pour atteindre une bonne désinfection d'eau.

- **La filtration:**

L'eau est acheminée vers le filtre à sable sous une pression de 7 bars qui consiste à éliminer les matières en suspension et à avoir une eau claire et de bonne qualité.

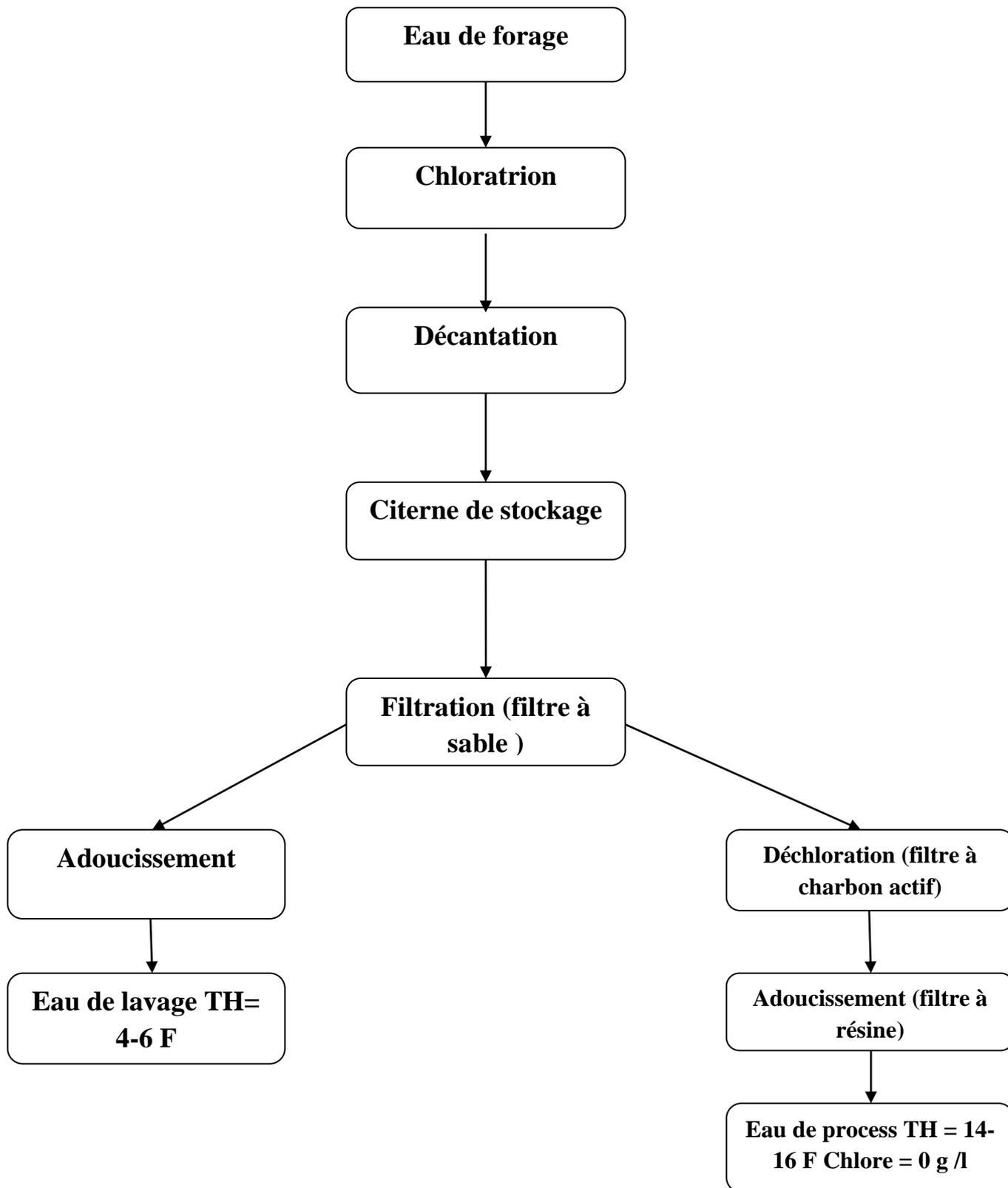
- **La déchloration:**

L'eau est filtrée sur un charbon actif pour l'élimination complète du chlore libre contenu dans l'eau désinfectée pour améliorer ces caractéristiques organoleptiques.

- **L'adoucissement:**

Ce traitement est réalisé par le passage de l'eau sur les résines échangeuses d'ions afin de réduire la dureté de l'eau, en d'autres termes de réduire la quantité de calcaire et de Magnésium contenues dans cette eau pure pour éviter d'avoir un goût désagréable du produit fini.

**La figure 2** résume l'ensemble des étapes de traitement de l'eau de forage qui rentre dans la fabrication de la boisson gazeuse.



**Figure 2 :** Diagramme de traitement des eaux de forage utilisé dans la SBA « Hamoud Boualem »

### ➤ **Le sucre:**

La SBA reçoit le sucre (Saccharose) sous forme de cristaux dans des sacs de 1000Kg, il est utilisé dans la fabrication de la boisson gazeuse après un contrôle microbiologique (recherche et dénombrement de levures et moisissures, de germes aérobies et de sulfite-réducteurs).

### ➤ **Les additifs :**

La SBA importe les différents additifs (sorbate de potassium, acide citrique ... etc) sous forme de poudre, dans des sacs de 50 Kg, ils sont utilisés pour améliorer la qualité de la boisson gazeuse.

## ❖ **Préparation des boissons gazeuses :**

### **1. Préparation du sirop blanc :**

Le sirop blanc est préparé en mélangeant de l'eau et du sucre à des proportions bien déterminées, il est versé dans une trémie, puis transporté vers le fondoir. Le mélange est porté à une température de 80°C sous agitation permettant la dissolution du sucre, le sirop arrive au Brix déterminé (57°B) et est transféré vers la cuve tampon après passage par un filtre.

### **2. Préparation du sirop fini:**

Le sirop fini est le mélange de sirop blanc et des ingrédients qui déterminent la nature de la boisson gazeuse ou de parfum (Selecto, Slim orange, Slim citron, Slim ananas, Hamoud ... etc). Le mélange se fait dans des cuves, il est suivi d'une homogénéisation avec un repos de 1h 30min de temps observé. On obtient ainsi le sirop fini.

### **3. Préparation du produit fini:**

Le sirop fini est envoyé vers des cuves grâce à une pompe, où la première cuve contient de l'eau froide, dont les paramètres de cette dernière sont : (la pression et la température ambiante contrôlés automatiquement). La deuxième cuve contient l'eau froide et le CO<sub>2</sub>, qui seront mélangés ensuite dans la troisième cuve de préparation avec le sirop fini. Enfin, la boisson finie est envoyée vers la remplisseuse pour commencer le remplissage du produit fini dans les bouteilles.

#### **4. Lavage des bouteilles:**

En même temps que la boisson se prépare, le lavage des bouteilles s'effectue au niveau de la laveuse se comprend les étapes suivantes :

##### **➤ Prétrempage:**

L'eau de rinçage finale est récupérée au niveau d'un bac dans lequel s'effectue le pré-trempage. La température de ce bain est comprise entre 38°C et 43°C.

##### **➤ Un bain de soude:**

La concentration de soude doit être comprise entre 1,2 et 2 %, et la température de ce bain doit être élevée pour assurer l'efficacité de la soude, comprise entre 75°C et 80°C pendant 15 minute.

##### **➤ Rinçage des bouteilles:**

Quatre rinçages sont effectués :

- ❖ Rinçage avec l'eau chaude 1 : température entre 58 et 63°C avec une pression de 1,8 et 2 bars.
- ❖ Rinçage avec l'eau chaude 2: température entre 45 et 50°C avec une pression de 1,2 et 2 bars.
- ❖ Rinçage avec l'eau tiède 3 : température entre 25 et 30°C avec une pression de 1,8 et 2 bars.
- ❖ Rinçage avec une eau fraîche 4 : température entre 18 et 20°C et une pression entre 2 et 3 bars.

#### **5. Contrôle des bouteilles:**

C'est un contrôle automatique des bouteilles qui se fait par une machine, dite inspectrice, cette dernière émet un signal en cas de bouteille étrangère, cassée ou mal lavée, suivie d'un contrôle visuel par une personne, qui les élimine.

Un dernier contrôle se fait à la sortie de la laveuse, il s'agit de vérifier les traces de soude caustique à l'intérieur et l'extérieur des bouteilles.

## 6. Le conditionnement:

### ➤ Le remplissage (soutirage):

Une fois les bouteilles lavées, elles seront transportées automatiquement vers la remplisseuse (la soutireuse) (figure 3), dont le rôle essentiel est d'introduire dans la bouteille une certaine quantité de liquide. Dans cette étape, l'équipe de contrôle de la qualité s'empresse de mesurer l'indice de brix (la fraction de saccharose dans la boisson finie) pour pouvoir modifier cette fraction s'il ya un excès ou un manque à la concentration de saccharose.

La fermeture des bouteilles se fait avec des bouchons en plastique pour garantir l'étanchéité et avoir des bouteilles hermétiquement fermées et éviter le risque de contamination. Dans cette étape s'effectue le contrôle de degré de serrage des bouteilles qui doit être compris entre 13 et 18.



**Figure 3 :** Machine remplisseuse des boissons KRONES ([topmachine.com](http://topmachine.com)).

### 7. Etiquetage:

L'étiquetage comprend l'apposition sur la bouteille d'une étiquette qui assure la présentation du produit aux clients. Il consiste à mettre les étiquettes par l'étiqueteuse (**figure 4**) qui apportent de nombreux renseignements (nom du produit, numéro du lot, date de production, date de péremption, la composition ... etc) à l'aide d'une étiqueteuse et d'une dateuse.

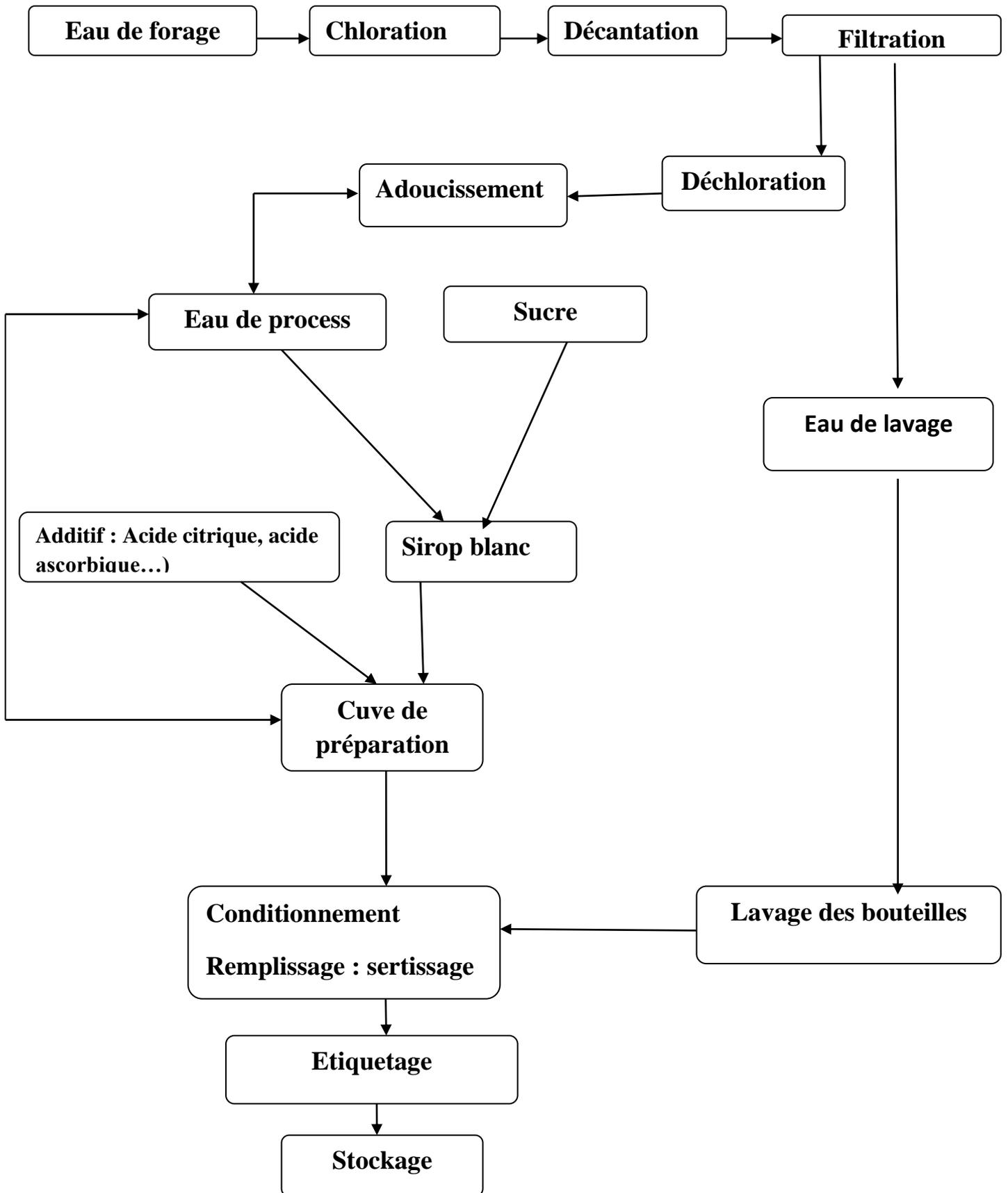


**Figure 4 :** Machine étiqueteuse pour les boissonsKRONES([mectilesitalia.com](http://mectilesitalia.com)).

### **8. Stockage:**

Les bouteilles sont mises dans des caisses en plastique grâce à une machine automatique, elles sont ensuite stockées au magasin à température ambiante et en absence de la lumière. Une fois le contrôle de qualité effectué, et les résultats sont conformes aux normes définies par la législation, le produit est prêt pour la phase de commercialisation.

La figure 5 englobe les différentes étapes de fabrication des boissons gazeuses au niveau de l'entreprise « Hamoud Boualem ».



**Figure 5 :** Diagramme de fabrication de la limonade au niveau de la SBA « Hamoud Boualem »

## **IV. Etude de la qualité des boissons fabriquées:**

Le contrôle qualité commence dès la réception en ce qui concerne :

- ❖ Les matières premières (sucre, additifs, CO<sub>2</sub>) ;
- ❖ Les matières consommables (bouchons, étiquettes,..) ;
- ❖ Les emballages.

Pour l'analyse des matières premières, l'entreprise Hamoud Boualem applique la norme JO (Journal officiel de la république Algérienne) N 13. 2014 dans toutes les analyses de l'eau utilisée dans la fabrication des boissons gazeuses, et suit le JO N 30 décret exécutif N 12-124 du mois de Mai 2012 pour les additifs tels que les arômes et les bases ... etc. Les méthodes d'analyses physicochimiques du produit fini doivent répondre aux spécifications de la maison mère. Quant aux valeurs nutritives mentionnées sur les étiquettes (protéines, glucides, lipides ...etc), l'entreprise applique la norme du JO N 25. 2018.

### **I. Etude de la qualité physico-chimique :**

#### **A. Contrôle physicochimique des matières premières :**

##### **1. Contrôle de l'eau de process :**

L'eau traitée doit être contrôlée pour vérifier la conformité de ses caractéristiques physicochimiques avant son utilisation dans la production.

##### **a) Dosage du taux de chlore :**

La vérification de la teneur en chlore est importante pour optimiser son pouvoir désinfectant. Cette procédure s'applique au niveau des bassins de stockage de l'eau et du déchlorateur des installations.

L'appareil utilisé est un analyseur de chlore colorimétrique (LAVIBON) (**figure 6**).

##### **➤ Mode opératoire:**

- Prélever un échantillon d'eau dans un tube transparent de 10 ml.
- Ajouter un réactif DPD n°1, bien agiter le tube.
- Mettre le tube dans la cuve du LAVIBON.
- Ajuster ce disque jusqu'à obtenir la même coloration.
- Lire la valeur correspondante en mg/l.

- Enregistrer les valeurs.

**Nb: la norme de chloration est fixée entre : 0,6 – 1 mg/l pour l'eau avant traitement et de 0 mg/l pour l'eau de chaudière et l'eau de process.**

- A partir du pH de l'eau mesuré par le pH-mètre (**figure 7**), on utilise les valeurs du tableau(3) pour connaître le taux de chlore actif de l'eau contrôlée.

**Tableau 3 :** Tableau de correspondance pour la détermination du chlore actif dans l'eau

<b>Détermination du chlore actif</b>																
<b>Ph</b>	<b>Chlore Libre</b>															
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
7	0.38	0.46	0.53	0.61	0.69	0.76	0.84	0.91	0.99	1.07	1.14	1.22	1.30	1.37	1.45	1.52
7.1	0.36	0.43	0.50	0.57	0.65	0.72	0.79	0.86	0.93	1.00	1.08	1.15	1.22	1.29	1.36	1.44
7.2	0.33	0.40	0.47	0.54	0.60	0.67	0.74	0.80	0.87	0.94	1.00	1.07	1.14	1.20	1.27	1.34
7.3	0.31	0.37	0.43	0.49	0.55	0.62	0.68	0.74	0.80	0.86	0.92	0.98	1.05	1.11	1.17	1.23
7.4	0.28	0.34	0.39	0.45	0.50	0.56	0.62	0.67	0.73	0.78	0.84	0.90	0.95	1.01	1.06	1.12
7.5	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.86	0.91	0.96	1.01
7.6	0.22	0.27	0.31	0.36	0.40	0.45	0.49	0.54	0.58	0.62	0.67	0.71	0.76	0.80	0.85	0.89
7.7	0.20	0.23	0.27	0.31	0.35	0.39	0.43	0.47	0.51	0.55	0.59	0.62	0.66	0.70	0.74	0.78
7.8	0.17	0.20	0.24	0.27	0.30	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.54	0.57	0.61	0.64	0.67
7.9	0.14	0.17	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.52	0.54	0.57
8.0	0.12	0.15	0.17	0.19	0.22	0.24	0.27	0.29	0.32	0.34	0.35	0.39	0.41	0.44	0.46	0.49

(SBA).



**Figure 6 :** Détermination du taux de chlore par analyseur de chlore colorimétrique – LAVIBON (Photo originale)



**Figure 7 :** Détermination du pH de l'eau par le pH-mètre (Photo originale)

### **b) Mesure de la dureté de l'eau :**

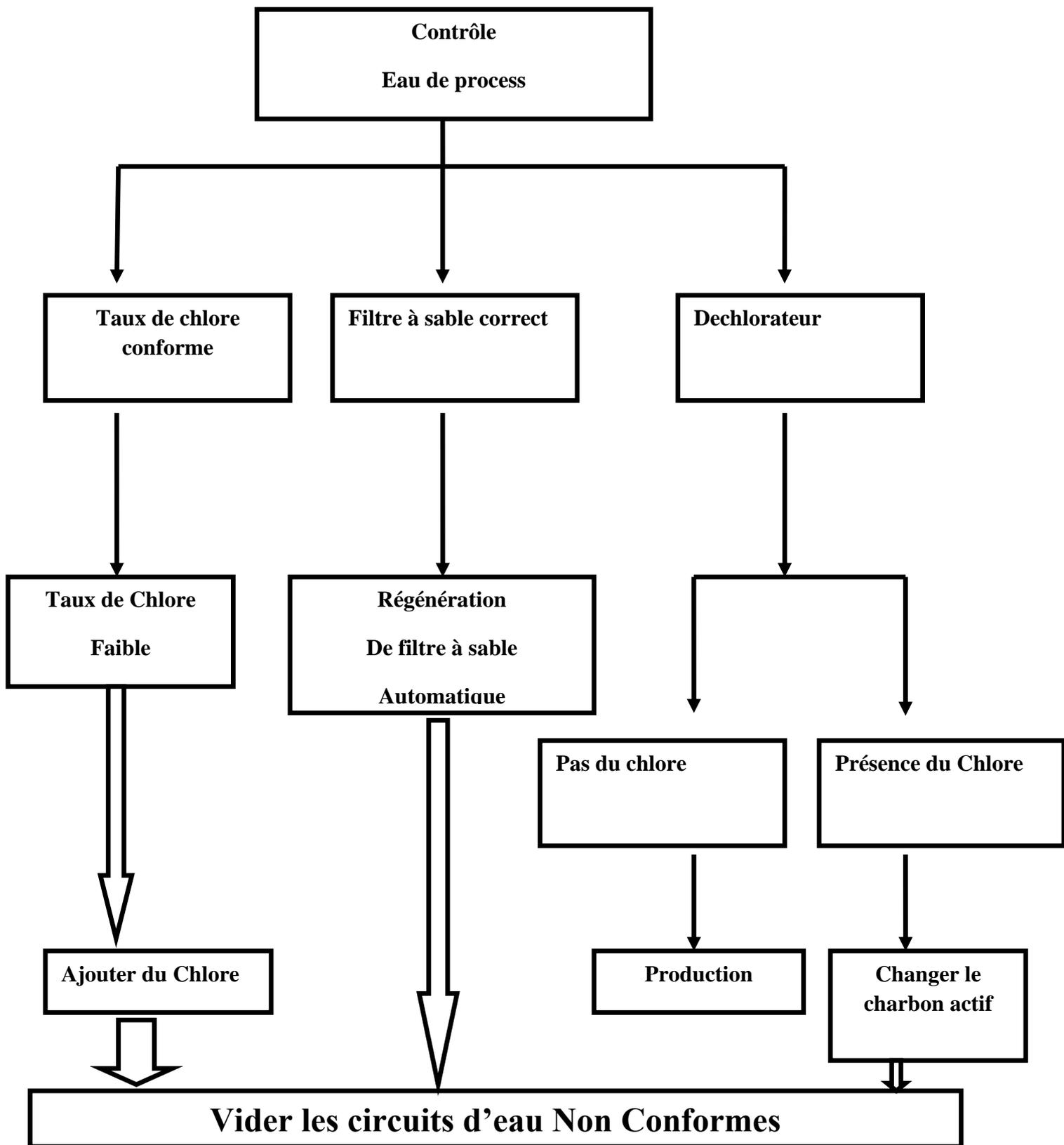
L'objectif de cette procédure est de contrôler le taux des carbonates d'eau qui alimente les installations afin d'éviter la formation de tartre. Ce contrôle est appliqué au niveau des chaudières de l'eau de process (Premix), et ainsi qu'au niveau de l'eau de rinçage des bouteilles en verre (Laveuse).

#### **➤ Mode opératoire:**

- Rincer le tube avec de l'eau à analyser.
- Remplir le tube avec de l'eau à analyser jusqu'au repère 20 ml.
- Ajouter la solution de titrage goutte à goutte en agitant le tube.
- Compter les gouttes jusqu'à ce que la couleur change de rouge en vert (**1 × goutte = 1°F**)

- Enregistrer les valeurs.

Le contrôle de l'eau de process est donné dans la figure 8.



**Figure 8 :** Diagramme de contrôle de l'eau de process au niveau de la « SBA ».

## 2. Contrôle de la siroperie:

C'est à ce niveau que s'effectue la préparation du sirop du produit fini.

- Le fondoir : où s'effectue la fonte du sucre (préparation du sirop blanc) ;
- La cuve tampon : pour le stockage du sirop blanc ;
- Deux cuves de préparation du sirop fini pour les limonades et boissons fruitées ;
- Une cuve pour la dissolution de l'acide citrique ;
- Un flash pasteurisateur : pour la pasteurisation du sirop blanc avant l'envoi vers la cuve de préparation.

#### **a) Mesure du brix du sirop blanc:**

- Le sirop blanc est obtenue après avoir dissout le sucre dans l'eau traitée.
- La valeur du taux du sucre doit être comprise entre 57% et 59% BRIX.
- L'appareil de mesure c'est le réfractomètre numérique de 0 à 85% BRIX.

#### **➤ Mode opératoire:**

La mesure du brix s'effectue come suite :

- Nettoyer le prisme du réfractomètre avec de l'eau distillée.
- Mettre quelques gouttes d'eau distillée sur la surface du prisme.
- Etalonner l'appareil en appuyant sur la touche zéro si aucun message d'erreur n'apparait, l'instrument est étalonné.
- Absorber délicatement l'eau distillée avec du papier absorbant.
- A l'aide d'une pipette en plastique, remplir le puits de mesure avec l'échantillon.
- Appuyer sur la touche Read. Les mesures sont affichés en % brix.

#### **b) Mesure du brix du sirop fini:**

Après l'envoi du sirop blanc vers la cuve de préparation, l'opérateur procède à l'adjonction des additifs et arômes nécessaires selon le parfum préparé.

Après agitation, on mesure le brix du sirop fini.

**La valeur du brix doit être comprise entre 56% et 58% BRIX (selon les parfums préparés).**

La mesure du brix se fait à chaque préparation de cuve. La méthode de mesure est identique à celle citée pour le sirop blanc.

### **3. Contrôle des bouteilles et bouchons :**

#### **a) Contrôle de la trace de soude dans les bouteilles:**

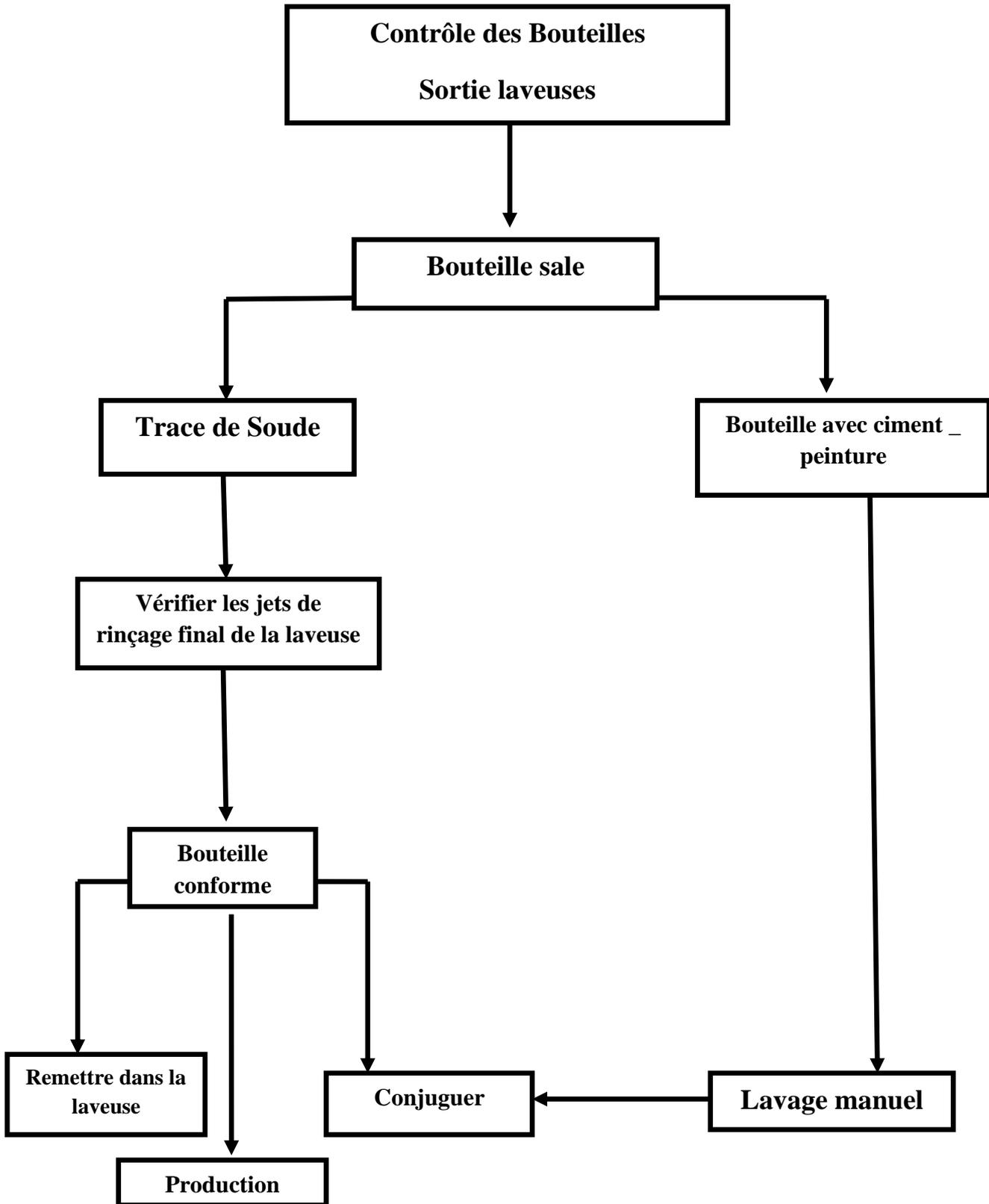
Le but de cette procédure est d'assurer le bon fonctionnement du rinçage final des bouteilles au niveau de la laveuse. Cette procédure est appliquée à la sortie des laveuses (**figure 9**).

##### **➤ Mode opératoire:**

- Prélever une bouteille, aléatoirement à la sortie de la laveuse.
- Verser 3 à 4 gouttes de réactif (phénolphtaléine) sur les parois et au niveau du goulot.
- S'il y a apparition d'une couleur rose, cela prouve qu'il y a présence de traces de soude. Dans le cas contraire (absence de couleur), cela signifiera que la bouteille est bien rincée.
- Enregistrer les résultats.

#### **b) Contrôle de la brillance des bouteilles:**

C'est un contrôle physique qui se fait visuellement afin de vérifier l'aspect final des bouteilles à la sortie de la laveuse, en vérifiant la brillance et la propreté des bouteilles lavées à la sortie de la laveuse.



**Figure 9 :** Diagramme de contrôle de la trace de soude dans les bouteilles au niveau de la « SBA »

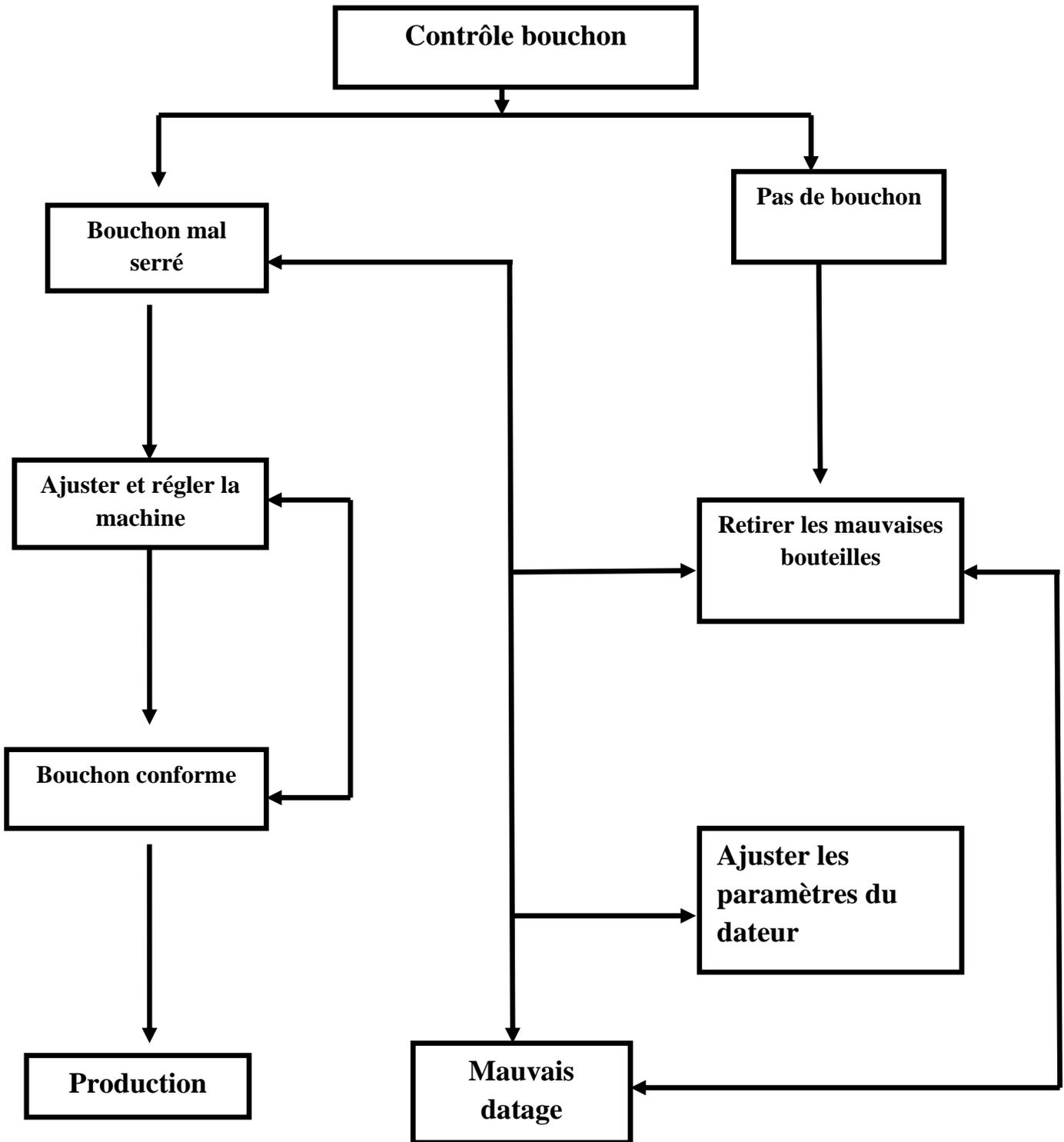
### c) **Contrôle du bouchage et le couple de serrage:**

Ce test vise à évaluer l'état de fermeture (capsulage) et le couple de serrage des bouteilles.

On utilise un appareil « **Torque mètre** », qui mesure la force appliquée sur la surface pour ouvrir le bouchon. Le principe du fonctionnement se fait sur dix bouteilles, un ombre qui définit les têtes visseuses qui se trouvent dans la bouchonneuse (**figure 10**).

#### ➤ **Mode opératoire:**

- Positionner la bouteille sur le socle (Torque mètre) ;
- Bloquer la bouteille via l'étau du socle ;
- Dévisser de quelque degrés le bouchon de la bouteille, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il n'est plus besoin de forcer pour dévisser ;
- Enregistrer les valeurs (Elles doivent être comprises entre 1 et 18 inlbs).



**Figure 10** :Diagramme du contrôle du bouchage et du couple de serrage au niveau de la « SBA ».

## **B. Contrôle physicochimique du produit fini (la boisson gazeuse) :**

### **➤ Paramètres contrôlés:**

Toutes les analyses physico-chimiques Sont effectuées selon les normes internes de l'unité SBA « Hamoud Boualem ».

Les paramètres contrôlés au sein du laboratoire physicochimique sont les suivants :

- ✓ Densité.
- ✓ pH.
- ✓ Acidité.
- ✓ Brix.
- ✓ Pression et température.

### **➤ Echantillonnage:**

L'échantillonnage est un procédé très important dont dépend en grande partie la qualité du résultat de l'analyse.

Nous avons pris six (6) bouteilles choisis au hasard à chaque parfum afin de contrôler leurs caractéristiques physicochimiques et de faire une comparaison entre les différents parfums. Nous avons sélectionné les limonades suivantes : Selecto, Hamoud blanche, Slim orange, Slim ananas, Slim pomme et Slim citron (**figure11**). Ces limonades sont conditionnées en bouteilles en verre de volume total de 1l et sont issus de divers lots de production.



**Figure 11** : Les différents parfums utilisés pour les analyses physicochimiques (**photo originale**)

### **1. Mesure de la pression et le volume du CO<sub>2</sub>:**

Le volume du CO<sub>2</sub> est le volume de gaz carbonique dissous dans une boisson, en d'autre terme : le volume de carbonatation de la boisson.

#### **➤ Mode opératoire:**

Pour déterminer le volume de CO<sub>2</sub>, on réalise les deux opérations suivantes(**figure 12**) :

**-Mesure de la pression** : on installe la bouteille sur le Zahm qui contient un manomètre, et on fait dix (10) demi-rotations. Après on attend jusqu'à ce que l'aiguille du manomètre se stabilise et on lit la valeur de la pression.

**-Mesure de la température en °C** : pour prendre la température de l'échantillon, on introduit le thermomètre, puis on attend quelques secondes avant la lecture.

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



**Figure 12 : Détermination de la pression et le volume de CO<sub>2</sub> (Photo originale)**

**Tableau 4 :** Tableau de la pression (en bars) et de la température (en C°) pour la détermination du volume de CO2.

TC°	Pression (en bars)													
	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4
<b>5</b>	8,7	9,0	9,3	9,6	9,9	10,1	10,4	10,7	11,0	11,3	11,6	11,8	12,1	12,4
<b>6</b>	8.4	8.7	9.0	9.2	9.5	9.8	10.1	10.3	10.6	10.9	11.2	11.4	11.7	12.0
<b>7</b>	8.1	8.4	8.7	8.9	9.2	9.5	9.7	10.0	10.3	10.5	10.8	11.1	11.3	11.6
<b>8</b>	7.9	8.1	8.4	8.6	8.9	9.2	9.4	9.7	9.9	10.2	10.4	10.7	11.0	11.2
<b>9</b>	7.6	7.9	8.1	8.4	8.6	8.8	9.1	9.3	9.6	9.8	10.1	10.3	10.6	10.8
<b>10</b>	7.4	7.6	7.8	8.1	8.3	8.6	8.8	9.0	9.3	9.5	9.8	10.0	10.2	10.5
<b>11</b>	7.1	7.4	7.6	7.8	8.1	8.3	8.5	8.8	9.0	9.2	8.5	9.7	9.9	10.1
<b>12</b>	6.9	7.1	7.4	7.6	7.8	8.0	8.3	8.5	8.7	8.9	9.2	9.4	9.6	9.8
<b>13</b>	6.7	6.9	7.1	7.3	7.6	7.8	8.0	8.2	8.4	8.7	8.9	9.1	9.3	9.5
<b>14</b>	6.5	6.7	6.9	7.1	7.3	7.5	7.8	8.0	8.2	8.4	8.6	8.8	9.0	9.2
<b>15</b>	6.3	6.5	6.7	6.9	7.1	7.3	7.5	7.7	7.9	8.1	8.3	8.5	8.7	9.0
<b>16</b>	6.1	6.3	6.5	6.7	6.9	7.1	7.3	7.5	7.7	7.9	8.1	8.3	8.4	8.6
<b>17</b>	5.9	6.1	6.3	6.5	6.7	6.9	7.1	7.3	7.5	7.7	7.9	8.1	8.3	8.4
<b>18</b>	5.8	5.9	6.1	6.3	6.5	6.7	6.9	7.1	7.3	7.5	7.6	7.8	8.0	8.2
<b>19</b>	5.6	5.8	5.9	6.1	6.3	6.5	6.7	6.9	7.1	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0
<b>20</b>	5.4	5.6	5.8	6.0	6.1	6.3	6.5	6.7	6.9	7.0	7.2	7.4	7.6	7.7

## 2. Mesure de la densité:

### ➤ Principe:

La mesure de la densité se fait à l'aide d'un densitomètre plongé directement dans le liquide (figure 13).

### ➤ Mode opératoire:

Une fois que l'échantillon est versé dans une éprouvette, après un temps de stabilisation, le densimètre est introduit soigneusement sans toucher les parois.

Les valeurs spécifiées de la densité sont : **1.03-1.05** pour : Hamoud blanche, Selecto, Slim citron, Slim orange, Slim ananas et Slim pomme.



**Figure 13** : Détermination de la densité de la limonade (Photo originale)

### 3. Mesure du pH:

Le pH correspond au logarithme négatif de la concentration en ions  $H_3O^*$  contenu dans la solution.  $pH = -\log [H_3O^*]$ .

#### ➤ Principe:

Le pH est déterminé à l'aide d'un pH-mètre (type HACH). C'est un appareil qui mesure la différence de potentiel entre deux électrodes, le potentiel de l'une indépendante du pH et le potentiel de l'autre étant fonction du pH.

#### ➤ Mode opératoire:

- Etalonner la solution l'appareil avec des solutions tampon ( $pH = 4$  et  $pH = 7$ ) ;
- Rincer l'électrode et l'immerger dans la solution à mesurer ;
- Lire la valeur du pH sur le pH-mètre quand l'affichage s'est stabilisé ;
- Refaire la mesure 3 fois et faire la moyenne arithmétique ;
- Exprimer les résultats à une température donnée.

#### ➤ Nettoyage et stockage des électrodes :

Les électrodes du pH-mètre doivent être lavées soigneusement à l'aide de l'eau distillée après chaque mesure de pH pour enlever toutes traces de sel.

### 4. Mesure de l'acidité:

L'acidité titrable est la somme des acides minéraux et organiques libres.

#### ➤ Principe:

L'acidité totale est constituée par environ 100 % d'acide citrique. La méthode utilisée consiste en un titrage par la soude 0.1 N en présence de phénolphtaléine (**figure 14**).

#### ➤ Mode opératoire:

- Verser dans un Erlen-Meyer 10 ml de la solution à analyser ;
- Verser une à deux gouttes de phénolphtaléine tout en agitant ;
- Titrer le mélange par la solution de NaOH 0.1 N jusqu'à l'apparition d'une couleur rose pâle qui persiste 30 secondes.

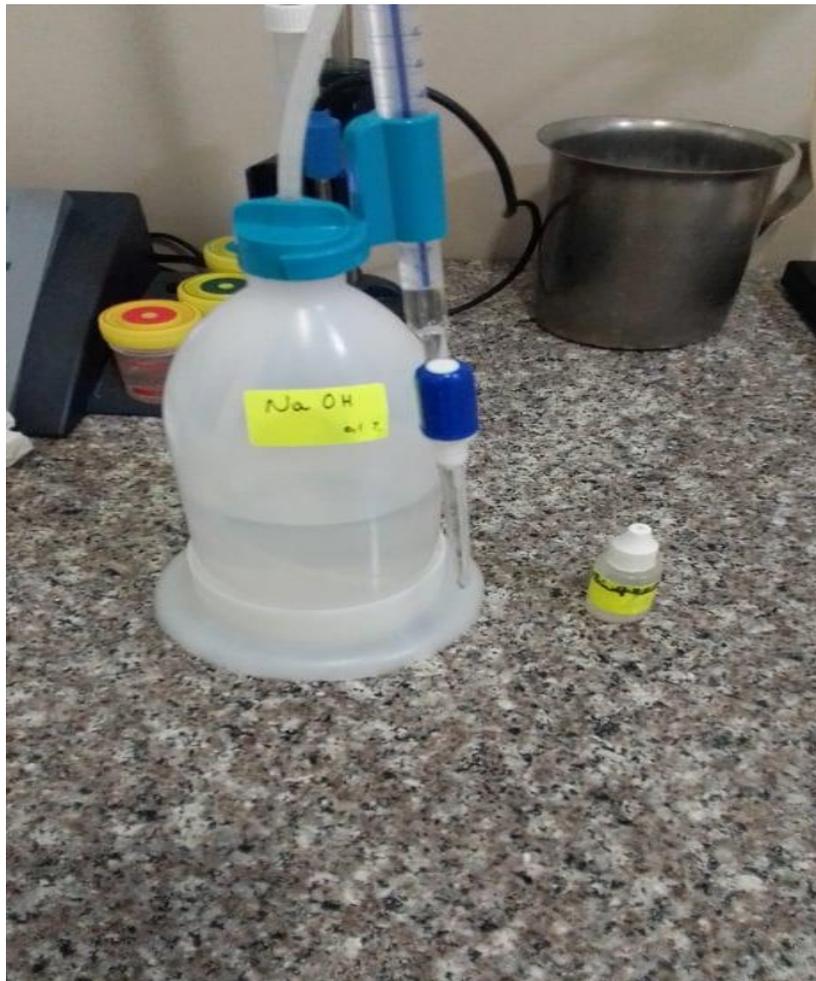
➤ **Expression des résultats:**

$$A\% = V(\text{NaOH}) \times 0.46$$

A : Acidité titrable %.

V : volume en millimètre de la solution NaOH 0.1 N utilisée.

0.46 : coefficient d'acide citrique.



**Figure 14 :** Solution de NaOH et de la phénolphaléine utilisées pour la mesure de l'acidité  
(Photo originale)

## 5. Détermination du brix:

L'indice de Brix est un critère important pour juger de la valeur alimentaire de la boisson gazeuse sucrée.

Cet indice de référence permet de connaître la dose de solide soluble dans une solution (la concentration de la matière sèche).

### ➤ **Principe:**

L'indice de Brix est déterminé par un réfractomètre. Cet indice est proportionnel à la teneur en sucre de la boisson gazeuse.

### ➤ **Mode opératoire:**

- Nettoyer et sécher le prisme en utilisant de l'eau distillée et du tissu doux.
- Appliquer une goutte de l'échantillon préalablement homogénéisé sur la surface du prisme, puis rabattre le deuxième prisme sur le premier, ce qui permet d'obtenir une couche uniforme du liquide.

## II. Etude de la qualité microbiologique:

**Tchango (1996)**rapporte que la qualité et l'innovation sont considérés comme des concepts essentiels à la réussite industrielle et la conquête des marchés intérieurs et extérieurs et que la fiabilité de la surveillance de la qualité des jus et des boissons gazeuses nécessite un contrôle microbiologique dont l'objectif est d'assurer une bonne sécurité hygiénique, une bonne qualité marchande du produit et aussi favoriser un bon rendement en permettant de minimiser les pertes dues aux mauvaises conditions de fabrication.

### ❖ Principe:

Les différentes analyses microbiologiques effectuées ont consisté à vérifier la conformité de la limonade selon des critères bactériologiques bien précis et à détecter la présence de substances indésirables pouvant représenter un danger pour la santé humaine.

Ces analyses reposent sur le principe de déterminer un groupe de bactéries à dénombrer ou à rechercher, en fonction des risques. Pour chaque bactérie de ce groupe, on détermine le critère d'acceptation qualitatif. Ensuite on applique ce critère pour interpréter les résultats et définir si la qualité de la limonade est satisfaisante ou non. Ce dernier est de la forme : absence ou présence de la bactérie dans le produit. Les valeurs doivent répondre aux normes du journal officiel N39. 2017.

Les micro-organismes recherchés dans la limonade sont uniquement les levures, les moisissures et les germes aérobies totaux, pour l'eau de production les bactéries recherchées sont les coliformes fécaux (*Escherichia coli*) et les coliformes totaux (Entérocoques). Quant au sirop blanc, le sirop fini et le sucre blanc, on cherche la présence de levures et de moisissures, des germes aérobies et de sulfito-réducteurs. Pour les bouteilles et bouchons, on ne cherche que les germes aérobies. Le tableau (5) englobe les conditions de culture de chaque micro-organisme.

**Tableau 5 : Conditions de culture de chaque micro-organisme**

	Dénomination	Micro-organismes	Milieu de culture	Temps et température d'incubation	Limites microbiologiques	
<b>Matières premières</b>	<b>Eau de production</b>	<i>E-coli</i>	VRBL	24/48h à 44°C	00	00
		Entérocoques		24/48h à 37°C		
		Sulfite réducteurs	VF	24/48h à 37°C		
	<b>Sucre Sirop blanc et sirop fini</b>	Germes anaérobies	PCA	24/72h à 30°C	20	2.10 <sup>2</sup>
		Levures et moisissures	Sabouraud	4/5j à 22°C	1	10
		Sulfite-réducteurs	VF	24/48h à 37°C	1	10
	<b>Bouteilles et bouchons</b>	Germes aérobies	PCA	24/72h à 30°C	Absence	
<b>Produit fini</b>	<b>Limonade</b>	Germes aérobies	PCA	24/48h à 30°C	10	10 <sup>2</sup>
		Levures et moisissures	Sabouraud	4/5j à 22°C	10	10 <sup>2</sup>

## ❖ **Echantillonnage:**

Le processus de l'échantillonnage est également effectué dans lequel nous collectons cinq bouteilles de produit fini (limonades) avec des prélèvements espacés de 15 min.

- Les bouteilles vides sont prises au hasard après la sortie de la laveuse.
- Pour le prélèvement des échantillons de l'eau de production (eau de la ligne KRONES et eau de la ligne SIMONAZI), il faut flamber d'abord le point de prélèvement et laisser couler l'eau à un débit constant pendant une à deux minutes sous la protection de la flamme avant de prélever l'eau dans des flacons stériles.
- Le sirop blanc et le sirop fini sont prélevés dans des conditions aseptiques, il faut flamber le robinet des cuves avant de remplir les sirops dans les flacons.
- Pour le sucre blanc, on a prélevé notre échantillon à partir de cinq sacs de 1000 Kg, sachant que chaque sac de sucre appartient à un lot de production différent.

Depuis le prélèvement jusqu'au traitement de l'échantillon, il faut tout mettre en œuvre pour stabiliser qualitativement et quantitativement la flore présente au moment du prélèvement. Les conditions idéales pour tendre vers cet objectif est d'effectuer un transport rapide avec la température adaptée.

## ❖ **Les règles d'hygiène appliquées dans le laboratoire de microbiologie:**

### **1. Avant d'entrer dans le laboratoire :**

- ✓ Jeter le chewing-gum ou autre aliment en cours de consommation pour éviter la contamination digestive.
- ✓ Déposer les vêtements à l'écart des zones de risques pour éviter la contamination de l'environnement.
- ✓ Attacher les cheveux longs vers l'arrière ou bien porter des charlottes afin d'éviter le risque d'inflammation ou de contamination des produits manipulés.
- ✓ Oter les bijoux des doigts et poignets.

### **2. Avant la manipulation :**

- ✓ Il faut fermer les portes et les fenêtres pour éviter les courants d'air et l'extinction de la flamme du bec.
- ✓ Mettre une blouse fermée.
- ✓ Protéger les blessures non cicatrisées par un gant si blessure importante afin d'éviter la contamination du manipulateur.

- ✓ Nettoyer et désinfecter la paillasse pour éliminer les micro-organismes.
- ✓ Se laver les mains à l'aide d'un désinfectant.

### **3. Pendant la manipulation :**

- ✓ Se déplacer le moins possible.
- ✓ Avoir un poste de travail bien organisé (marquer les tubes, les produits ...) pour éviter la confusion et les accidents.
- ✓ Ne jamais pipeter à la bouche et ne jamais rien porter à la bouche (doigts, stylo, aliments...)
- ✓ Limiter l'usage d'objets coupants piquant afin d'éviter la contamination cutanée.
- ✓ Travailler dans la zone stérile de Bec Bunsen et ne pas parler en manipulation.

### **4. Après la manipulation :**

- ✓ Stériliser le matériel non jetable contaminé.
- ✓ Eliminer convenablement les matériels et produits contaminés jetable et nettoyer et désinfecté la paillasse pour éviter la contamination des autres usagers de la salle.
- ✓ Se laver les mains.

### **❖ Préparation des dilutions décimales :**

- Introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile 1ml de la solution mère (SM) dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9ml de diluant tryptone sel eau (TSE). Cette dilution alors constitue la dilution au 1 /10. Mélanger soigneusement.
- Introduire ensuite à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile 1ml de la dilution 1/10 dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9ml de dilution (TSE). Cette dilution est alors au 1/100. Mélanger soigneusement.

## **1. Recherche et dénombrement des germes aérobies totaux :**

Il s'agit d'un bon indice de la qualité du produit, leur recherche est intéressant du point de vue hygiénique et aptitude à la conservation.

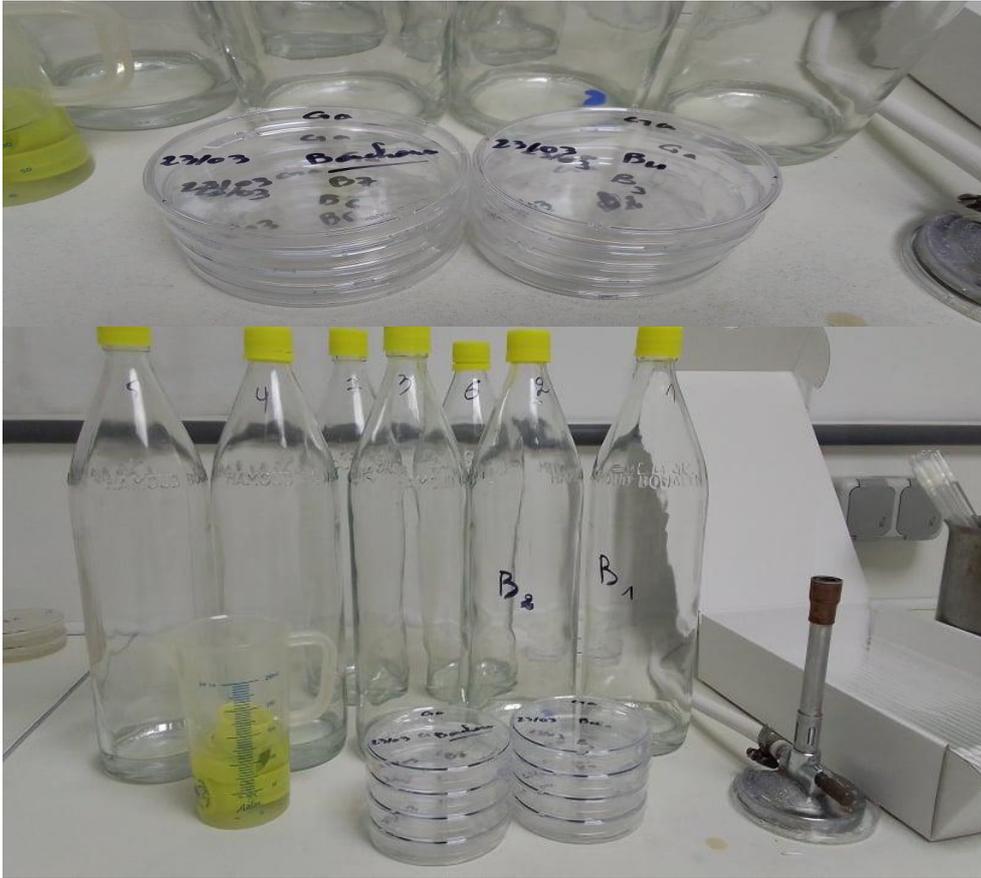
Les germes totaux ou flores aérobies mésophiles totales restent les meilleurs indicateurs d'appréciation de la qualité microbiologique générale des aliments, un nombre élevé de microorganismes visibles viables traduit souvent une contamination des aliments par manque

d'hygiène et une température inadéquate de stockage et de manutention (**Bouregois et al, 1996**).

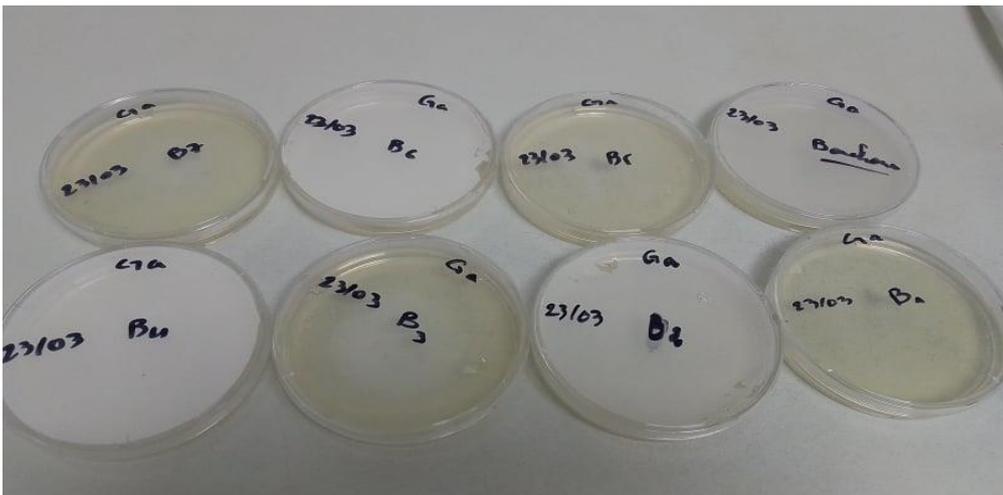
➤ **Bouchons et bouteilles :**

L'analyse des bouchons consiste à remplir le TSE dans un bécher et ajouter 5 à 6 bouchons. Après un temps de 20 minutes, prendre 1 ml de TSE et mettre dans une boîte de pétri(**figure 15**), couler les boîtes par le gélose PCA et faire un mouvement de va et vient, circulaire et sous forme de huit à fin d'assurer l'homogénéisation du milieu et laisser solidifier (**figure 16**), ensuite incuber la boîte pétri dans l'étuve à 37 °C pendant 24/72h.

Pour les bouteilles, remplir quelque ml de TSE dans 7 bouteilles, ensuite prendre 1 ml de TSE de chaque bouteille et mettre dans 7 boîtes pétri numérotées de B1 à B7 (**figure 15**), couler les boîtes par la gélose PCA et faire un mouvement de va et vient circulaire et sous forme de huit à fin d'assurer l'homogénéisation du milieu et laisser solidifier (**figure 16**), ensuite incuber la boîte pétrie dans l'étuve à 37 °C pendant 24/72h.



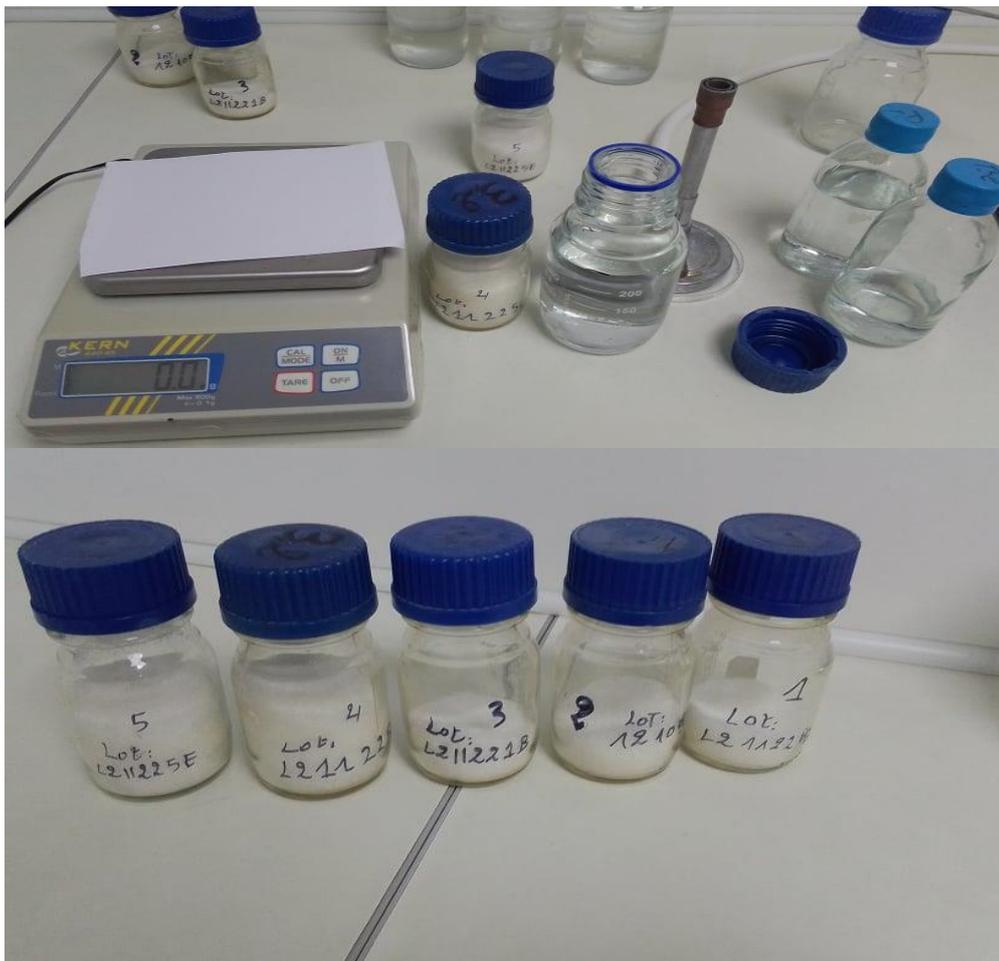
**Figure 15** : Recherche des germes aérobies totaux des bouchons et bouteilles (photo originale)



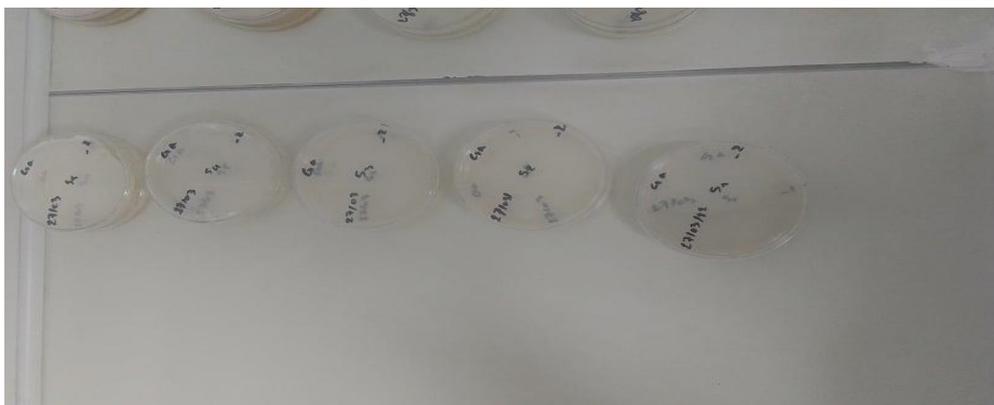
**Figure 16** : Solidification de la gélose PCA dans les boites de pétri (photo originale)

### ➤ Sucre blanc :

Peser 25 g du sucre blanc de chaque flacon (5 flacons) par une balance électronique, et introduire la quantité pesée dans 250 ml de TSE (**figure 17**). Après la dissolution parfaite du sucre, effectuer les dilutions jusqu'à  $10^{-2}$ , prendre 1 ml de solution de chaque dilution par une pipette pasteur et mettre dans la boîte de pétri, couler la gélose PCA puis homogénéiser les boîtes et laisser solidifier (**figure 18**), incuber dans l'étuve à 37 °C pendant 24/72h.



**Figure 17** : Sucre blanc pesé et dilué dans 250 ml de la solution TSE (**photo originale**)



**Figure 18** : Solidification de la gélose PCA dans les boites de pétri (**photo original**)

➤ **Sirop blanc et sirop fini :**

Effectuer les dilutions jusqu'à  $10^{-2}$ , prendre 1 ml de chaque dilution et mettre stérilement dans 2 boites de pétri, couler la gélose PCA et faire le mouvement des boites puis incuber à  $37\text{ °C}$  pendant 24/72h.

➤ **Limonade (produit fini) :**

Remplir la limonade dans des flacons contenant des bulles pour dégazéifier la limonade (**figure19**). Prélever stérilement à l'aide d'une pipette pasteur 1 ml de chaque dilution ( $10^{-1}$  et  $10^{-2}$ ) (**figure 20**), et mettre dans les boites de pétri, couler la gélose PCA et faire des mouvements de va et vient circulaires et sous forme de huit, incuber à  $37\text{ °C}$  pendant 24/72h.



**Figure 19:** Recherche des germes aérobies totaux de la boisson gazeuse (photo originale)



**Figure 20 :** Dilutions décimales ( $10^{-1}$  et  $10^{-2}$ ) de la limonade dans la solution TSE (photo originale)

## 2. Recherche et dénombrement des levures et moisissures :

Les levures sont des champignons microscopiques (6 à 10 microns) unicellulaires eucaryotes se produisant par bourgeonnement ou fission. Elles interviennent dans la fermentation des matières animales ou végétales en transformant les sucres en alcool et gaz carbonique.

Les moisissures sont des champignons microscopiques filamenteux unis ou pluricellulaires eucaryotes hétérotrophes. Lorsqu'un aliment est conservé dans de mauvaises conditions, des moisissures contaminent l'aliment et le dégradent, certaines peuvent même libérer dans l'aliment des mycotoxines qui ont des conséquences sanitaires importantes (**Bourgeois et Leveae, 1991**).

### ➤ **Sucre blanc :**

Effectuer les dilutions jusqu'à  $10^{-2}$  de chaque flacon (les cinq flacons), ensuite prendre 1 ml de chaque dilution ( $10^{-1}$  pour les levures et  $10^{-2}$  pour les moisissures), on les répartit dans les boîtes de pétri, couler le milieu Sabouraud et appliquer les mouvements sur les boîtes pour assurer l'homogénéisation du milieu et laisser solidifier (**figure 21**), incuber dans l'étuve à  $22^{\circ}\text{C}$  pendant 4/5 jours.



**Figure21** : Solidification de la gélose Sabouraud dans les boîtes de pétri

➤ **Sirop blanc et sirop fini :**

Effectuer les dilutions jusqu'à  $10^{-2}$  du sirop blanc et du sirop fini dans le TSE, prendre 1 ml de chaque dilution ( $10^{-1}$  pour les levures et  $10^{-2}$  pour les moisissures), on les répartit dans 2 boîtes de pétri, couler le milieu Sabouraud et incuber à 22°C pendant 4/5 jours.

➤ **Limonade (produit fini) :**

Après dégazéification de la limonade, prendre 1 ml de chaque dilution ( $10^{-1}$  pour les levures et  $10^{-2}$  pour les moisissures), on le met dans les boîtes de pétri et on fait couler le milieu de Sabouraud, après l'homogénéisation de la boîte, incuber à 22°C pendant 4/5 jours.

### **3. Recherche et dénombrement des sulfito-réducteurs :**

Les *Clostridium* sulfito-réducteurs (ou leurs spores), bactéries commensales de l'intestin ou saprophytes du sol, sont considérés comme un test de contamination fécale, éventuellement anciens vu la résistance des spores à l'extérieur. *Clostridium perfringens* fait partie des *Clostridium* sulfito-réducteurs (Joffin et Joffin, 1999).

➤ **L'eau de production, sirop blanc, sirop fini et sucre blanc :**

Introduire dans un tube stérile 5 mL de la solution mère et porter dans un Bain Marie à 80°C pendant 10 à 15min (pour permettre la destruction des formes végétatives), ensuite refroidir immédiatement sous jet d'eau (**figure 22**). Ajouter 15mL de la gélose VF (Viande-Foie) à la solution mère et mélanger par retournement délicatement ensuite laisser refroidir sur la paillasse jusqu'à solidification (**figure 23**). Incubation à 37°C/ 24h-72h. Les colonies de CSR apparaissent noires dans la gélose.



**Figure 22** : Refroidissement de la solution après la sortie du bain marie : choc thermique  
(photo originale)



**Figure 23** : Solidification de la gélose Viande-Foie (**photo originale**)

#### **4. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et coliformes fécaux (*Escherichia coli*) :**

Les coliformes sont considérés comme un indice de contamination fécale, ce sont des entérobactéries fermentant le lactose (avec production du gaz) à 37°C pour les coliformes totaux et 44°C pour les coliformes fécaux (**Joffin, 1999**).

Dans les boissons gazeuses, les coliformes sont dénombrés soit en milieu liquide par technique du NPP (nombre le plus probable) à l'aide de brouillon VBL (brouillon lactose bilié au vert brillant) réparti à raison de 10 ml par tubes munis d'une cloche de Durham, soit en milieu solide, sur le milieu au désoxycholate à 1% ou VBRL (milieu lactosé bilié au cristal violet et au rouge neutre) (**Jodra, 1998**).

##### **➤ Eau de production, eau de la ligne KRONES et eau de la ligne SIMONAZI :**

Dans la zone stérile de bec bunsen, prendre 1 ml de l'eau à analyser et déposer goutte à goutte sur la surface de la boîte de pétri, compléter par 15 ml de milieu de culture VRBL, mélanger par des mouvements de va et vient circulaires et sous forme de huit, ensuite laisser refroidir sur la paillasse jusqu'à solidification et incuber les boîtes à 37°C pendant 24/48h pour les coliformes totaux (Entérocoques) et à 44°C pendant 24/48h pour les coliformes fécaux (*E.coli*).



*Résultats et  
discussion*

## Chapitre 4 : Résultats et Discussion

### I. Résultats des analyses physicochimiques :

#### A. Résultats des analyses physicochimiques des matières premières :

##### 1. Résultats du contrôle de l'eau de process:

##### a) Taux de chlore :

Les résultats de l'analyse du taux de chlore de l'eau avant et après traitement sont résumés dans le tableau 6.

**Tableau 6 :** Résultats de l'analyse du taux de chlore de l'eau avant et après traitement

	Taux de chlore actif dans l'eau		
	chlore libre	pH	chlore actif
<b>Avant traitement</b>	0,9 mg/l (norme : 0,6 – 1 mg/l)	8	0,22
<b>Après traitement</b>	0 mg/l (Norme : 0 mg/l)		

Les résultats obtenus sur l'eau traitée utilisée pour la production des boissons gazeuses sont conformes à la norme JO N 13 année 2014. Cela montre l'efficacité des traitements effectués sur l'eau.

##### b) Dureté de l'eau :

Les résultats de la mesure de la dureté de l'eau sont mentionnés dans le tableau 7.

**Tableau 7:** Résultats de la mesure de la dureté de l'eau

	Dureté de l'eau	
	nombre de gouttes	Norme
<b>Essai 1</b>	18°f	1 × gouttes = 1°f (15 à 30°f)
<b>Essai 2</b>	15°f	

Les résultats obtenus montrent que l'eau utilisée est douce et de bonne qualité, car les valeurs obtenues répondent à la norme exigée par l'entreprise (15 à 30°f).

## 2. Brix du sirop blanc et du sirop fini :

Le brix est un paramètre très important pour déterminer la fraction du sucre dans le sirop blanc et le sirop fini. Ce paramètre peut influencer négativement le goût et la texture du produit fini s'il est largement inférieur ou supérieur à la norme. Le tableau 8 représente les résultats de la mesure du brix, effectuée sur la cuve du sirop blanc et du sirop fini.

**Tableau 8 :** Valeur de brix du sirop blanc et du sirop fini

	Résultat	norme
<b>Sirop blanc</b>	57%	57% et 59%
<b>Sirop fini</b>	56,5%	56% et 58%

On remarque que la valeur de brix du sirop blanc et du sirop fini reste toujours conforme aux normes de l'entreprise qui exigent que les résultats de Brix ne devraient pas dépasser 56 à 58%.

## 3. Contrôle du couple de serrage :

Le tableau 9 regroupe les résultats du contrôle du couple de serrage effectué, sur 10 bouteilles de la limonade prélevées aléatoirement.

**Tableau9** : Résultats de la mesure du serrage des bouteilles

	norme : 13 – 18 Inlbs		
	Mesure (A)	Mesure (B)	Mesure (C)
<b>Bouteille 1</b>	15	15	15
<b>Bouteille 2</b>	<b>11</b>	<b>20</b>	<b>18</b>
<b>Bouteille 3</b>	16	16	16
<b>Bouteille 4</b>	<b>11</b>	<b>20</b>	<b>18</b>
<b>Bouteille 5</b>	15	15	15
<b>Bouteille 6</b>	16	16	16
<b>Bouteille 7</b>	15	15	15
<b>Bouteille 8</b>	15	15	15
<b>Bouteille 9</b>	17	17	17
<b>Bouteille 10</b>	15	15	15

La première mesure (A) indique que le serrage des bouteilles est conforme aux normes, sauf la bouteille (2) et la bouteille (4) qui ne sont pas conformes à la valeur exigée, ceci explique le dysfonctionnement des têtes visseuses qui se trouvent dans la bouchonneuse (la tête visseuse 2 et 4), ce qui a entraîné l'arrêt de la production, si bien que l'équipe de maintenance est intervenue pour réparer les têtes visseuses de la bouchonneuse. Après réparation de la machine, on a contrôlé le serrage des bouteilles de nouveau, et on a constaté que la valeur a augmenté plus que la valeur exigée (mesure B), c'est pour cette raison que l'équipe de maintenance a rétabli la réparation de la machine. Une réparation réussie et les valeurs sont devenues conformes aux normes exigées par l'entreprise Hamoud Boualem (mesure C), ce qui a conduit au bon fonctionnement de la bouchonneuse après maintenance.

## **B. Résultats des analyses physicochimiques du produit fini (limonade) :**

Les résultats des différentes analyses physicochimiques que nous avons effectuées sur les six parfums de limonade sont regroupés dans le tableau 10, dans lequel toutes les valeurs obtenues sont résumées.

**Tableau 10 : Résultats des analyses physicochimiques sur les six parfums de limonade**

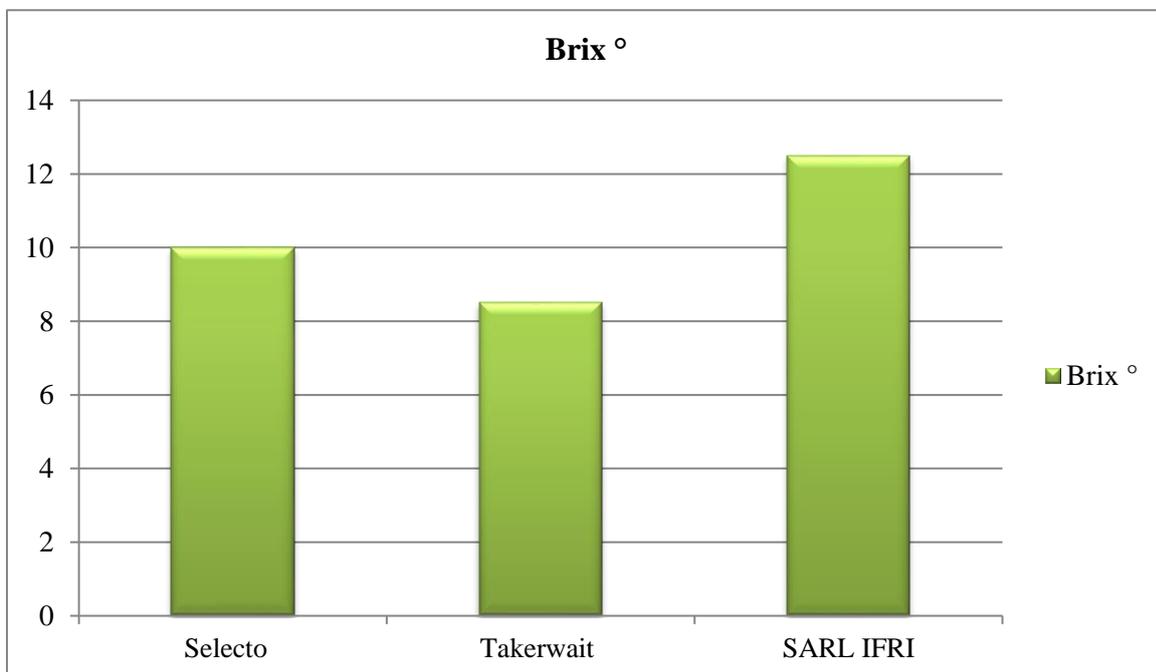
N° du lot	Nature de Production	Date de prélèvement	Date d'analyse	pH	Densité	Acidité (g/l)	Brix (%)	P(bar) T(C°)
<b>B02</b>	<b>Slim Citron</b>	21/03/22	22/03/22	3,25	1,043	2,4×0,64=1.66	10	P=3,2 T=18,2 C=7,8
<b>B03</b>	<b>Selecto</b>	21/03/22	22/03/22	3.80	1,045	1,2×0,64=0,77	10	P=3,2 T=17 C=8,1
<b>B01</b>	<b>Slim Orange</b>	13/03/22	22/03/22	3.20	1.047	1,4×0,64=0,89	11,3	P=3,3 T=18,1 C=8
<b>B03</b>	<b>Slim Ananas</b>	15/03/22	22/03/22	3,14	1,048	2,1×0,64=1,34	11,3	P=3,3 T=18,2 C=8
<b>B03</b>	<b>Hamoud Boualam</b>	02/03/22	22/03/22	3,10	1,044	2,3×0.64=1,66	9,6	P=3,2 T=18,2 C=7,8
<b>B01</b>	<b>Slim pomme</b>	20/03/22	22/03/22	3,23	1,048	2×0.64=1.30	11	P=3.1 T=16.5 C=7.9

D'après les résultats des valeurs de P, T° et C (pression, température, carbone), on constate que les limonades sont bien gazéifiées quand on remplit les bouteilles avec une eau froide, ce qui facilite l'intégration du CO<sub>2</sub> dans la limonade.

## 1. Degré de Brix :

Les valeurs du degré de brix mentionnées dans le tableau 10 sont en accord avec les spécifications de la maison mère Hamoud Boualem. Elles se situent entre 9,6 et 11,3. Cela confirme la bonne qualité physicochimique du produit fini. Ces valeurs s'expliquent donc par le suivi rigoureux des consignes de formulation.

En comparant ces valeurs avec d'autres obtenues pour d'autres types de boissons. On a pris l'exemple du degré de brix de la boisson Selecto, comparé avec celui de la boisson « Takerwait » et le jus de fruits rouge de la SARL Ifri, rapporté par **Boukhalfa(2020)**. Les résultats de cette comparaison sont donnés dans la figure 24.



**Figure 24 :** Résultats de la comparaison du °Brix de la boisson Selecto avec la boisson « Takerwait » et le jus de fruits rouge « Ifri »

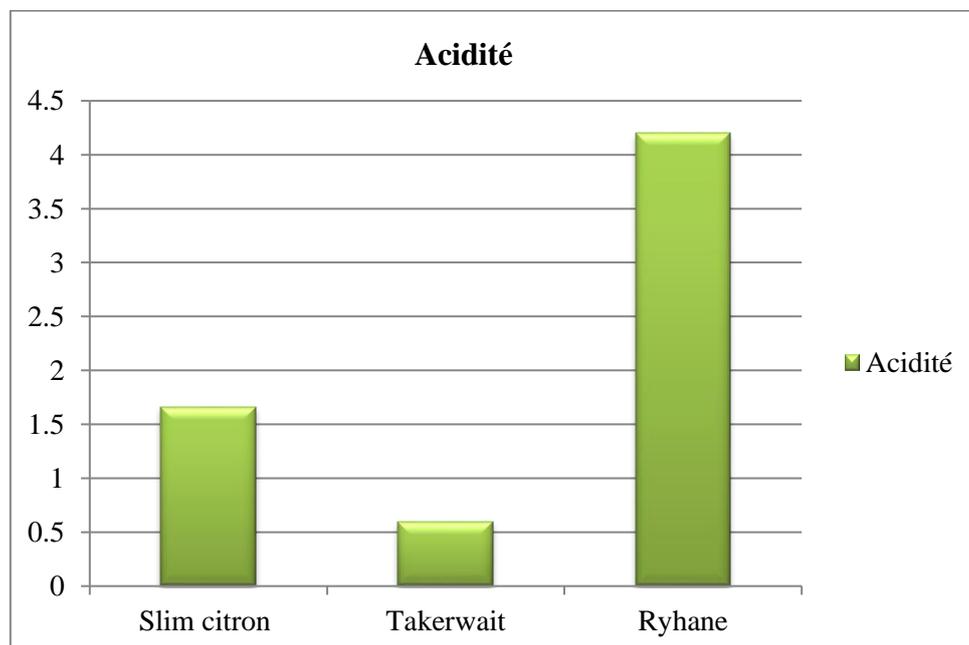
Le °Brix de la boisson Selecto est égale à 10%. Cette valeur est conforme aux spécifications de la maison mère qui varient entre 9,9 et 10,1%, il est en effet supérieur à celui de la boisson Takerwait (8,5 %), qui est d'après **Boukhalfa (2020)** très proche des normes du **Codex Alimentarius (STAN 247-2005)**. On note également que le °Brix du jus de fruits rouge « Ifri » mesuré par **Djennad et Izouaoun (2018)** est compris entre 12 et 13%. On remarque ainsi une augmentation pour cette boisson, qui pourrait être due à la composition du concentré de fruits dans le jus et aussi à la quantité de sucre apportée à la recette.

## 2. Acidité :

Les résultats du tableau 10, obtenus pour l'acidité (entre 0,77 et 1,66g/l) sont conformes aux normes exigées par Hamoud Boualem.

L'acidité est un paramètre important pour l'appréciation de la qualité du produit. En effet, si une valeur de l'acidité est inférieure aux normes, le goût et la texture du produit fini seront influencés négativement.

La figure 25 illustre les résultats de la comparaison de l'acidité de la boisson Slim citron, prise comme exemple, avec celle la boisson « Takerwait » et de la boisson « Ryhane ».



**Figure 25 :** Résultats de la comparaison de l'acidité de Slim citron avec la boisson « Takerwait » et la boisson « Ryhane »

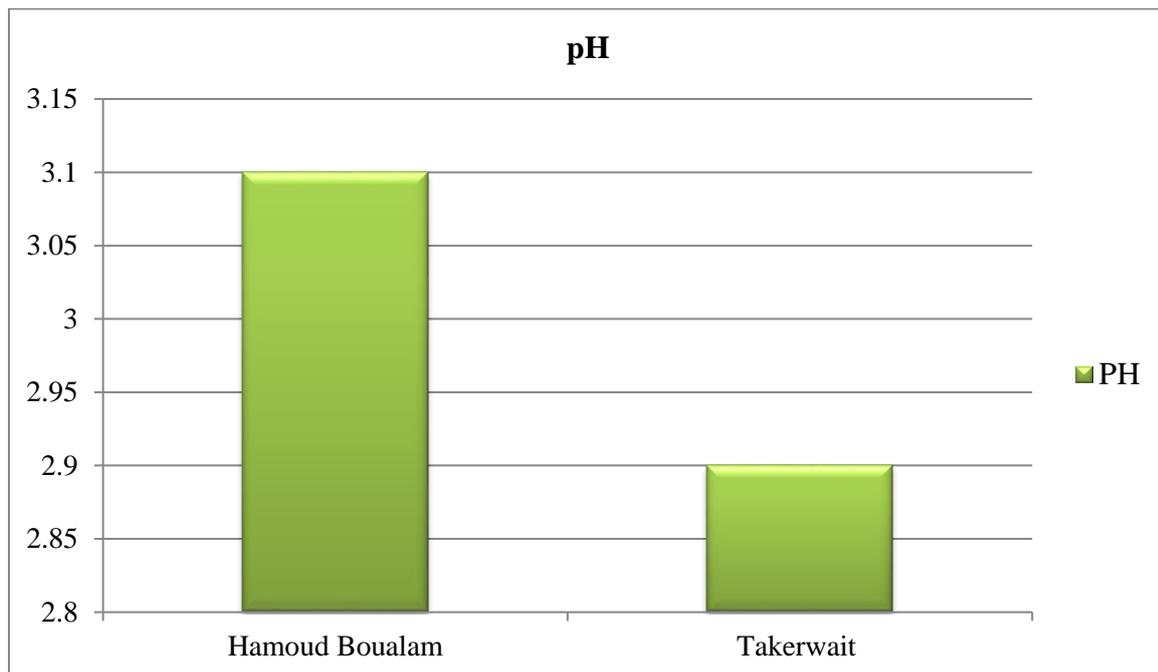
D'après nos résultats l'acidité de Slim citron est de 1,66 g/l, elle est incluse dans la norme exigée par l'entreprise, variant entre 1,30 et 2 g/l. En la comparant avec celle de la boisson « Takerwait » (0,6g/l), on déduira qu'elle est supérieure. **Boukhalfa (2020)**rapporte que l'acidité de « Takerwait » répond à la norme (**NF V 05-101 norme AFNOR**). Cependant, la boisson « Ryhane » possède une acidité de 4,2 g/l, rapportée par **Chabane et Azem(2016)**, qui soulignent que cette valeur n'est pas conforme à **la norme AFNOR (1986)** exigée par l'entreprise, ce qui a eu un effet négatif sur la texture et le goût de la boisson.

## 3. pH :

Le pH mesuré répond aux normes de Hamoud Boualam. Les valeurs du tableau 10 montrent un pH acide (variant entre 3,10 et 3,80), dû au fait que les limonades contiennent de l'acide citrique et de l'acide carbonique se formant après la dissolution du CO<sub>2</sub> dans l'eau.

Ces valeurs expriment une qualité physicochimique satisfaisante, ce qui serait à l'origine d'une bonne stabilité.

La comparaison entre le pH des deux marques Hamoud Boualem et « Takerwait » est présentée dans la figure 26.

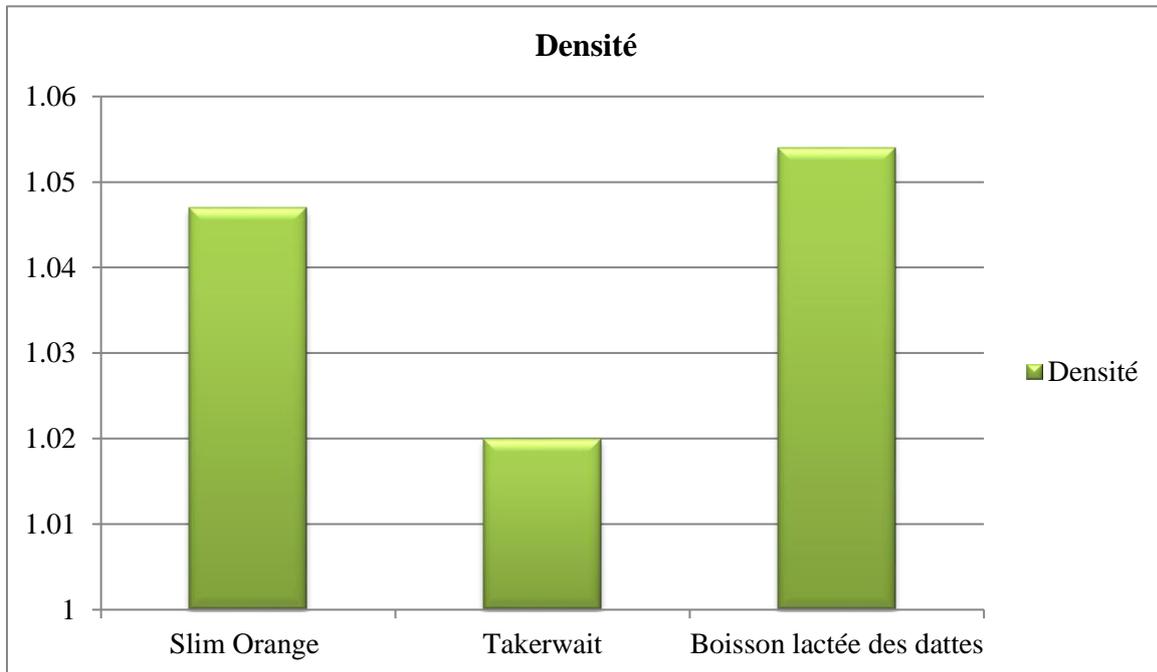


**Figure 26 :** Résultats de la comparaison entre le pH de la boisson Hamoud Boualem et la boisson Takerwait

On note que le pH de la boisson « Takerwait » mesuré par **Boukhalfa (2020)** est un plus acide (2,9) par rapport à celui de Hamoud Boualam qui est de 3,10. Cette acidité permet de préserver les deux boissons contre les altérations microbiologiques, et permet ainsi de limiter l'oxydation de l'acide ascorbique.

#### 4. Densité :

La densité de la boisson Hamoud Boualam a été prise comme exemple, en la comparant avec celle de la boisson « Takerwait » et une autre boisson lactée au sirop de dattes. Comparaison illustrée par la figure 27.



**Figure 27 :** Résultats de la comparaison de la densité de Slim Orange avec la boisson « Takerwait » et une boisson lactée au sirop de dattes.

Nos résultats du tableau 10 montre que la densité de Slim orange mesurée par le densitomètre est de 1,047, valeur appartenant à la norme exigée par la maison mère (1,030-1,050) et supérieure à celle obtenue par **Boukhalfa (2020)** pour la boisson « Takerwait » qui était de 1,02. Cependant, elle est inférieure à celle rapportée par **Boulouisa et Bouchiha (2018)** sur une boisson lactée au sirop de dattes (1,054), et qui soulignent qu'elle est en accord avec **la norme de la FAO (2012)** limitant les valeurs de la densité entre 1,02 et 1,07 pour les boissons non alcoolisées.

## II. Résultats des analyses microbiologiques :

Les analyses microbiologiques sont considérées comme un test de la qualité hygiénique et commerciale des aliments. Le tableau 11 illustre l'évolution des microorganismes, germes aérobies totaux, sulfite-réducteurs, coliformes (totaux et fécaux) et les levures et moisissures

**Tableau 11:** Résultats des analyses microbiologiques du produit fini :

	<b>Bouchons et bouteilles</b>	<b>Sucre blanc</b>	<b>Eau</b>	<b>Sirop blanc</b>	<b>Sirop fini</b>	<b>Limonade (produit fini)</b>
<b>Germes anaérobies</b>	Abs	Abs	/	5 colonies	1 colonie	Abs
<b>levures et moisissures</b>	/	Abs	/	Abs	Abs	Abs
<b>sulfito-réducteurs</b>	/	Abs	Abs	Abs	Abs	/
<b>Coliformes totaux</b>	/	/	Abs	/	/	/
<b>Coliformes fécaux (<i>E coli</i>)</b>	/	/	Abs	/	/	/

D'après les différentes analyses microbiologiques effectuées et les résultats obtenus sur les boissons gazeuses, on remarque l'absence de micro-organismes pathogènes tels que les coliformes qui sont des indicateurs d'une contamination fécale, ainsi qu'une absence des sulfito-réducteurs, des germes aérobies, et des levures et moisissures. Les germes présents proviennent en grande partie de la matière première.

### **1. Germes anaérobies totaux:**

Il s'agit d'un bon indice de la qualité du produit, leur recherche est intéressante du point de vue hygiénique et de l'aptitude à la conservation.

Les résultats ont montré la présence d'une colonie de germes aérobies dans le sirop fini et cinq colonies dans le sirop blanc, ce nombre ne signifie pas la présence de contamination dans la boisson, car il n'a pas dépassé 15 colonies dans les boîtes, mais si les boîtes renferment entre 15 et 300 colonies, il faut calculer le nombre **N** de germes aérobies totaux dénombrés à 30°C par ml du produit à l'aide de l'équation suivante :

$$N = \frac{\sum c}{1.1 \times d}$$

**Où :**

$\Sigma C$ : Somme des colonies comptées sur les boites retenues.

**D** : Taux de dilution correspondant à la première dilution.

## **2. Sulfito-réducteurs :**

D'une façon générale, ces bactéries sont considérées comme témoin de contamination de la qualité hygiénique des aliments. L'absence des germes anaérobies sulfito-réducteurs fait de notre produit un aliment qui présente une qualité microbiologique très satisfaisante et une bonne aptitude à la conservation.

## **3. Coliformes totaux et coliformes fécaux :**

Le groupe des coliformes est constitué de bactéries que l'on trouve dans l'intestin mais aussi dans l'environnement. Leur multiplication dans certains endroits pollués fait de ces lieux des sources de contamination, leur absence dans nos produits indique qu'il n'y a aucun danger pour la santé du consommateur.

### **❖ Escherichia coli (E.coli) :**

C'est une bactérie très spécifique de la contamination fécale, car elle est présente en très grande quantité dans le contenu intestinal, elle est souvent moins résistante que certaines bactéries pathogènes.

L'absence totale de cette bactérie dans l'eau de production des échantillons qui ont été prélevés indique la salubrité et la bonne qualité de l'eau utilisée.

## **4. Levures et moisissures :**

D'après **Guiraud (1998)**, les levures sont parmi les microorganismes les plus importants qui altèrent les boissons rafraîchissantes, ceci pour plusieurs raisons:

- Elles supportent les pH bas.
- Elles peuvent utiliser l'azote inorganique.
- Elles n'ont pas besoin de vitamine B.
- Elles tolèrent un taux de CO<sub>2</sub> élevé.
- Elles résistent à de fortes concentrations en sucre.

L'absence de levures et de moisissures dans nos produits, suppose que ces derniers pourront supporter une longue conservation.

## ***Conclusion:***

---

Cette étude a eu pour but de déterminer la qualité physicochimique et microbiologique des boissons gazeuses produites au sein de l'entreprise SBA, marque Hamoud Boualem et d'évaluer également le processus de fabrication depuis la matière première jusqu'au produit fini.

Les résultats physico-chimiques ont répondu aux normes de l'entreprise. Les matières premières ont montré des taux de chlore libre acceptables, avec un degré de brix du sirop fini dans les normes. Le couple de serrage des bouteilles et bouchons a été réparé pour qu'il puisse répondre aux normes exigées et l'analyse physicochimique et microbiologique du produit a abouti à des résultats satisfaisant sur le plan de la qualité de ce produit largement consommé.

L'analyse microbiologique a révélé une absence des micro-organismes recherchés. Les matières premières et les différents produits n'ont pas montré de contamination. Ceci confirme la bonne qualité hygiénique de la boisson, ainsi qu'un conditionnement aseptique appliqué et le respect des règles d'hygiène et de sécurité au cours de toute la chaîne de production.

Au terme de cette étude, nous pourrions déduire que l'entreprise Sodas et Boissons d'Algérie (SBA) marque Hamoud Boualem respecte dans l'ensemble les règles nécessaires à la production de boissons de haute qualité physicochimique et hygiénique.

Il est souhaitable d'approfondir cette étude par la comparaison de la qualité de ces boissons avec d'autres marques de jus et de sodas, notamment celles importées de l'étranger, pour pouvoir juger de l'évolution de l'industrie des boissons en Algérie.

## Références bibliographiques :

- **Akkouche, T., Chikhaoui, K. (2018).** Caractérisation d'une variété de melon (Cucumismelo-L) et essais de préparation des boissons nectars à base de deux fruits (Melon et mandarine), Agroalimentaire et contrôle de qualité, Tizi-Ouzou, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 129p.
- **Adrian, J., Potus, J., Frangne, R. (1995).** La science alimentaire de A à z, tec & doc Lavoisier, 2e édition, Paris.
- **Alais, C., Linden, G., Alais, C., Linden, G. (1994).** Biochimie alimentaire – 3e édition, Masson, Paris, 244p.
- **Anonyme. (1995).** Codex Alimentarius, norme générale codex pour les additifs alimentaires codex Stan 192. pp 48.
- **Alou, D. (1991).** Contrôle de qualité dans les industries agroalimentaires du district de BAMAKO et environs. Thèse pour obtenir le grade de docteur en pharmacie, l'école nationale de la médecine et de pharmacie du Mali, P5.
- **Boukhatem, M.N., Kadri, B. (2004).** Expertise microbiologique d'une unité de fabrication des boissons gazeuses. Thèse d'ingénieur d'état en biologie. Institut de biologie. Blida. 86 P.
- **Benamara, S., Agougou, A. (2003).** Publication Universitaire, Algérie (2003). P 3.
- **Bourgeois, C.M. Mescle, J.F. Zucca, J. (1996).** Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Chapitre 10: les boissons rafraîchissantes non fermentées. Collection sciences techniques agroalimentaires. 2ème édition. P 415 – 424.
- **Boudra, A. (2007).** Industries des boissons et de jus de fruits, Recueil des fiches sous sectorielles.
- **Beldjenna, W. (2018-2019).** Contrôle du processus de fabrication, et l'influence du stockage et de l'emballage PET sur la qualité physico-chimique et microbiologique d'une boisson gazeuse fabriquée en Algérie.
- **Bouregois, C.M., Mescle, J-F., Zucca, J. (1996).** microbiologie alimentaire – aspect microbiologie de la sécurité de la qualité des aliments – tome I -, 2eme édition, TEC et DOC Lavoisier .p 416-424, 442, 456, 496-507).

- **Boukhalfa, A.(2020).**Qualité physico-chimique et microbiologique d'une boisson traditionnelle<<Takerwait>>.
- **Bouregois,C.M., Leveau, J-Y. (1991).**Le contrôle microbiologique. Techniques d'analyses et de control dans les industries agro alimentaire, volume 3, édition Lavoisier- Tec & Doc. 451 Pages.
- **Boudra, A. (2010).**La filière des boissons gazeuses et jus de fruits Algérienne. Recueil des fiches sous sectorielles.
- **Boukabou, H., Hamana, A., Kermich, I. (2017).**Approche qualité et application: cas de la limonaderie" Bouka" Guelma-Nord-est Algérien, thème du mémoire en qualité des produits et sécurité alimentaire. Guelma P02.
- **Benhadji, S. (2010).**Amélioration de la qualité organoleptique des boissons gazeuses par addition des dérivés de la bêta-cyclodextrine. master en biologie, Laboratoire d'application des électrolytes et des polyelectrolytes organiques (LAEPO) P15.
- **Boulouisa, N.L., Bouchiha, N.(2018).** Elaboration d'une boisson lactée au sirop de dattes: production et transformation laitières, Université A. MIRA –Béjaia ,84 p.
- **Codex Stan 192. (1995).**Norme générale codex pour les additifs alimentaires.
- **Codex Alimentarius Commission (CAC).(2014).**Guidelines for the simple evaluation of dietary exposure to food additives. (CAC/GL 3–1989). Rome.
- **Chenouf, A. (2011-2012).** Contrôle de la qualité microbiologique et chimique des boissons rafraichissantes sans alcool commercialisées dans la wilaya de Djelfa.
- **Chabane, N., Azem, S. (2016).** Analyses physico-chimiques de trois marques du jus d'orange et dosage de l'aspartame et du benzoate de sodium, Transformation et conservation des produits Agricole, Tizi-Ouzou, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 96p.
- **Dutau, G., Rance, F., Fejji, S., Juchet, A., Bremont, F., Nouilhan, P. (1996).** Intolérance aux additifs alimentaires chez l'enfant. Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique.36(2) : pp129-42.
- **David, S., Philip, R. (2006).** Carbonated Soft Drinks: Formulation and Manufacture. Cooking book. Edition by John Wiley & Sons.368p.
- **Djennad, L., Lzouaouen, N.(2018).**Qualité microbiologique des boissons gazeuses et des jus de fruits de la SARL <<Ifri>>, Qualité des produits et sécurité alimentaire, Béjaia ,Université A MIRA,67p.
- **Elatyqy. (2011).** Additifs alimentaires. Azaquar.Com.

- **Fieb-viwf. (2017).** Fédération royale de l'industrie des eaux et des boissons rafraichissantesasbl.
- **Fitzgerald, J.D.,Daniel, J.,Stratford, M., Michael, J., GASSON, J., Narbad, A. (2004).**The Potential Application of Vanillin in Preventing Yeast Spoilage of Soft Drinksand Fruit Juices. Journal of Food Protection, Vol. 67, No. 2, Pages 391–395.
- **Guiraud,J.P. (1998).** Microbiologie alimentaire. DUNOD, 98-502.
- **Jutan, A.,Guerinet, J. (2014).** Connaissances et techniques du bar et des cocktails. Livre de cuisine, Livre d'auto-assistance. Editions BPI.380p.
- **Joffin, C.(1999).** Microbiologie Alimentaire DOIN éditeur. Centre de documentation pédagogique d'aquitaine, 5 eme édition Pp : 61,124-153).
- **Jodra. (1998).**Epreuves de stabilité, conserve à base de denrées végétales, N=035 pages 18.
- **Joffin et Joffin, J.N.(1999).**Microbiologie alimentaire 5eme édition ; centre regional de documentation pédagogique d'aquitane, 75 cours Alsace, lorraine 33075 Bordeaux codex ,213p).
- **Multon, J-L.(1994).** le sucre, les sucres, les édulcorants et les glucides chargé dans l'industrie agro alimentaire.
  
- **Mectilesitalia.com.**
- **Multon, J-L., Davenas, J.(1994).** Qu'est-ce que la qualité d'un produit alimentaire et quels en sont les opérateurs ? in : MULTON J-L, ARTHAUD J-F, SOROSTE A., La qualité des produits alimentaires, Tec & Doc, 2e édition, 753 p.
- **Marchand, M.(2009).**Les édulcorants, maison IABD Wallonie picarde, maison de l'association Belge du diabète.
- **Meziane,Z. (1989).**situation actuelle des boissons non alcoolisées en Algérie, qualité de quelques produits commercialisés. Thèse d'ingénieur INA.alger.P106.
- **Morènikè, L.M. (2018).** Importance et rôle du contrôle qualité dans les produits alimentaires: cas de la production des boissons gazeuses à la SOBEBRA de Cotonou. ECOLE POLYTECHNIQUE D'ABOMEY-CALAVI (EPAC).
- **Myriam, Laurence. (2004).**la qualité en industrie application : travail sur la qualité produit au sein d'une industrie agro-alimentaire, thèse pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE, l'Ecole Nationale vétérinaire de TOULOUSE.

- **Olubukola Babalola, O., Fagade Obashola, E., Gopane Ramokoni, E. (2011).** Microbiological quality control study of some processed fruit juices by conventional approach. Life science Journal, 8(S2), pages (18-24).
- **Renfrew. (2016).** Trends in beverage markets. In ASHURST, P.R. Chemistry and technologie of soft drink and fruits juices, 3RD edition, wiley Blackwell. Pages 15-29.
- **Salhi, A., Broueche, F. (2017).** Planification et réalisation de produits sûrs au niveau de la chaine de fabrication d'une boisson gazeuse en verre - ABC PEPSI- P2.
- **Tchango. (1996).** Qualité microbiologique des jus et nectars de fruit exotiques croissance et thermorésistance des levures d'altération. université de Lille. 185 Pages).

### **Références électroniques:**

- <http://www.mectilesitalia.com/>
- <http://www.topmachine.com/>

## 6. LES ANNEXES :

### ANNEXE1 : Présentation de l'entreprise



Hamoud Boualem, voit le jour en 1878, c'est la plus ancienne entreprise algérienne en activité. Son fondateur, est alors établi dans le quartier de Belcourt. Le succès arrive rapidement en 1889 lors de l'Exposition Universelle de Paris où Hamoud Boualem se voit récompensée d'une médaille d'Or.

Aujourd'hui, le groupe Hamoud Boualem s'est diversifié et compte six (06) unités de production sous le label Hamoud Boualem.

En plus de l'unité de production historique de Hassiba (Alger), une nouvelle unité de production à Boufarik (lancée fin 2015) et une unité de production de boissons gazeuses à Oued Tlelat, Oran (lancée en 2007) et bien sur l'unité d'Eucalyptus (Novembre 1990).

Hamoud Boualem détient 40% du capital de SBA (Sodas et Boissons d'Algérie) qui produit toute la gamme en bouteilles verre 1L retournable.

Une licence est donnée en 2001 à un embouteilleur, Hafiz Limonaderie pour la production de la gamme des sodas en bouteilles verre 25Cl et 1L retournables.

Une licence est attribuée à la Source PAROT en France pour la fabrication du « Selecto » et « Hamoud » la blanche.

De nos jours, Hamoud Boualem est également exportée et distribuée dans différents pays d'Europe et au Canada.

#### ❖ **La qualité des boissons de Hamoud Boualem et les principaux produits :**

Hamoud Boualem est la plus ancienne société en Algérie encore en activité, elle se positionne sur le marché comme l'une des plus importantes entreprises de boissons en Algérie, sa position de pionnier et la qualité de ses produits lui ont permis d'arracher la position de challenger et être toujours en réelle lutte contre la société leader coca cola.

Les trois boissons gazeuses les plus célèbres de la marque sont **Hamoud la Gazouz Blanche** (limonade, présentée lors de l'exposition universelle de 1889, anciennement nommé *La Royale*) **le Selecto** (soda à l'essence de pomme, anciennement nommé *Victoria*) et **Slim**, récemment Hamoud produit la nouvelle boisson **Cola Hamoud**.

#### ❖ **L'unité'Eucalyptus :**

La société soda des boissons d'Algérie (SBA) est située à Eucalyptus (zone industrielle de Meftah Alger).L'usine fabrique et commercialise des boissons en bouteilles de verre (Soda et jus de fruits).

Elle est composé d'une chambre de stockage des matières premières, d'une siroperie à deux lignes de production (Simonazi et Krones), d'une zone de stockage de produits finis et d'une zone administrative.

-Statut juridique (SARL)

- Date de création : Novembre 1990

-Date de début d'activité : Octobre 2000

- Superficie de l'usine : 8500 m<sup>2</sup>

- Superficie bâtie : 6000 m<sup>2</sup>

**ANNEXE 2 : plan de contrôle laboratoire « analyses physicochimiques » la (SBA)**

Dénomination	Fréquence de contrôle	Plan d'échantillonnage	Paramètre a contrôlé	Matériel (produit utilisé )	Limites	Parfumes
<b>Sodas et boissons fruitées</b>	<b>Chaque 15 min de chaque Production</b>	<b>01 bouteille / cuve</b>	<b>Acidité (g /l)</b>	<b>NaOH 3gouttes phénolphtaléine</b>	<b>1 , 30-2,0</b>	<b>Hamoud</b>
						<b>Slim citron</b>
						<b>Slim pomme</b>
						<b>Slim orange</b>
						<b>Slim ananas</b>
			<b>pH</b>	<b>PH-mètre</b>	<b>3 ,0-4,0</b>	<b>Selecto</b>
					<b>2,7-3,3</b>	<b>Hamoud</b>
					<b>2,5-3,6</b>	<b>Slim citron</b>
					<b>3 ,0-3,4</b>	<b>Slim Ananas</b>
					<b>2,7-3,3</b>	<b>Slim pomme</b>
					<b>2,7-3,4</b>	<b>Slim orange</b>
			<b>Brix (%)</b>	<b>Réfractomètre</b>	<b>9,9- 10,1</b>	<b>Selecto</b>
						<b>Hamoud</b>
						<b>Slim citron</b>
					<b>11,3-11,5</b>	<b>Slim Ananas</b>
<b>Slim pomme</b>						
<b>Slim orange</b>						
<b>Densité</b>	<b>Densimètre</b>	<b>1 ,030_1,050</b>	<b>Pour tous les parfums</b>			
<b>CO2</b>	<b>CO2mètre +thermomètre</b>	<b>7,5_8</b>				
<b>Filtration</b>	<b>Filtre</b>	<b>Absence</b>				

