



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION AND SCIENTIFIC
RESEARCH

جامعة الشاذلي بن جديد-الطارف
CHADLI BENDJEDID ELTARF UNIVERSITY
كلية علوم الطبيعة والحياة

FACULTY OF NATURE AND LIFE SCIENCES

قسم

Département des Sciences Agronomiques



Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2

Option« Sécurité Agroalimentaire et Assurance Qualité »

Thème

**Processus de fabrication, caractérisation physico –chimique d'une
boisson gazeuse et suivi de sa stabilité microbiologique au cours du
stockage**

Soutenue publiquement le : 15/06/2026

Présenté Par : **ABDOU Malek**

Devant le jury composé de :

Presidente:	(MCA)	Mme ALAYAT Amel	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf
Encadrante :	(MCA)	Mme BELBEL Zineb	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf
Examinatrice :	(MCA)	Mme BENRACHOU Nora	Université Chadli Bendjedid-El-Tarf

Année universitaire : 2025/2026

الجزائر – 70333 الطارف 37 رقم ب حـ الطارف جديد بن ج
Université Chadli Bendjedid. BP : 73, El Tarf 36000 Algérie

Téléphone : +213 38 60 09 43 Fax : +213 38 60 14 17 :+213 38 60 18 93 :الهاتف [http://www. univ-eltarf](http://www.univ-eltarf)

Remerciements :

Louange à Allah, le tout Puissant, pour avoir éclairé notre chemin et nous avoir donné la foi, la force et le courage de mener à bien ce travail.

Nous mettons notre modeste travail entre leurs mains pour qu'il soit examiné et jugé. Nous adressons nos vifs remerciements à notre encadrante

Madame BELBELZ Zineb , qui a bien voulu nous diriger et nous orienter tout le long de la réalisation de notre travail.

Nos sincères remerciements aux membres du jury, Madame Alayat Amel. Présidente du jury, et Madame Benrachou Nour, Examinatrice, pour l'honneur qu'elles nous font en évaluant ce travail.

Nous adressons nos chaleureux remerciements et notre profonde gratitude à la responsable Madame BENABDALLAH Amina et à toutes nos chères enseignantes de la spécialité «sécurité agroalimentaire et assurance qualité », qui ont veillé à notre formation scientifique et qui n'ont ménagé aucun effort, pour nous enseigner les bases de cette spécialité.

Merci, pour ses précieux conseils et pour sa gentillesse qu'on a pu apprécier, pendant notre parcours universitaire.

Mesdames, veuillez trouver ici le témoignage de notre profond respect et de nos plus vives reconnaissances.

Nous tenons, également, à remercier tout le personnel de la station «Aïn Bouglez.

Merci à tous

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents, les deux êtres les plus précieux au monde, qui n'ont cessé de me couvrir de leur amour et qui ont souffert jour et nuit pour m'aider à frayer mon chemin dans cette vie.

À mon père, Kamel, pour sa patience envers moi et ses encouragements.

À ma mère, Hamida, ma source de bonheur et la prunelle de mes yeux.
Qu'Allah, le Tout Miséricordieux, vous garde en bonne santé.

Et à tous mes ami(e)s, ainsi qu'à tous ceux et toutes celles qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce projet.

ABDOU Malek

Résumé :

Cette étude a été réalisée au sein de l'unité industrielle Bouglez et porte sur le processus de fabrication, la caractérisation physico-chimique et le suivi de la stabilité microbiologique d'une boisson gazeuse au cours du stockage. Le travail a consisté à suivre les différentes étapes de fabrication, depuis la réception des matières premières jusqu'au conditionnement du produit fini, ainsi qu'à évaluer la qualité de l'eau utilisée dans le processus de production.

Des analyses physico-chimiques et microbiologiques ont été réalisées sur l'eau de fabrication et sur la boisson gazeuse produite. Afin d'évaluer la stabilité microbiologique après ouverture, trois échantillons ont été étudiés : un échantillon prélevé à l'usine, un échantillon conservé ouvert sous réfrigération et un échantillon conservé ouvert à température ambiante pendant 15 jours. Les analyses microbiologiques ont porté sur la flore mésophile aérobie totale (FMAT), les coliformes totaux, *Staphylococcus aureus* ainsi que les levures et moisissures.

Les résultats ont montré la conformité microbiologique et physico-chimique du produit fini à la sortie de l'usine. Cependant, l'échantillon conservé ouvert à température ambiante a présenté une contamination par les coliformes totaux et une augmentation de la flore mésophile aérobie totale, traduisant une altération de sa qualité microbiologique. L'échantillon conservé ouvert sous réfrigération a quant à lui révélé uniquement la présence de la flore mésophile aérobie totale. Ces résultats mettent en évidence l'importance des conditions de conservation après ouverture et soulignent le rôle de la réfrigération dans la limitation du développement microbien.

Mots-clés : boisson gazeuse, contrôle qualité, analyses physico-chimiques, stabilité microbiologique, flore mésophile aérobie totale, coliformes totaux, stockage.

Abstract:

This study was carried out within the Bouglez industrial unit and focuses on the manufacturing process, physicochemical characterization, and monitoring of the microbiological stability of a carbonated beverage during storage. The work involved following the different stages of production, from the reception of raw materials to the final product packaging, as well as assessing the quality of the water used in the production process.

Physicochemical and microbiological analyses were performed on both the process water and the produced carbonated beverage. To evaluate microbiological stability after opening, three samples were studied: a sample taken directly from the factory, a sample stored after opening under refrigeration, and a sample stored after opening at room temperature for nearly 15 days. The microbiological analyses focused on total aerobic mesophilic flora (TAMF), total coliforms, *Staphylococcus aureus*, as well as yeasts and molds.

The results showed that the finished product complied with both physicochemical and microbiological standards at the factory outlet. However, the sample stored after opening at room temperature showed contamination by total coliforms and an increase in total aerobic mesophilic flora, indicating a deterioration in its microbiological quality. The sample stored under refrigeration showed only the presence of total aerobic mesophilic flora. These results highlight the importance of storage conditions after opening and emphasize the role of refrigeration in limiting microbial growth.

Keywords: carbonated beverage, quality control, physicochemical analysis, microbiological stability, total aerobic mesophilic flora, total coliforms, storage.

المخلص

أُجريت هذه الدراسة في وحدة بوقلاز الصناعية، وتركز على عملية التصنيع، والخصائص الفيزيائية والكيميائية، ومراقبة الاستقرار الميكروبيولوجي للمشروبات الغازية أثناء التخزين. شمل العمل تتبع مختلف مراحل التصنيع، بدءًا من استلام المواد الخام وحتى تغليف المنتج النهائي، بالإضافة إلى تقييم جودة المياه المستخدمة في عملية الإنتاج.

أُجريت تحليلات فيزيائية وكيميائية وميكروبيولوجية على مياه التصنيع والمشروب الغازي المُنتَج. ولتقييم الاستقرار الميكروبيولوجي بعد الفتح، دُرست ثلاث عينات: عينة أُخذت من المصنع، وعينة مُخزّنة بعد الفتح في الثلاجة، وعينة مُخزّنة بعد الفتح في درجة حرارة الغرفة لمدة 15 يوم. ركزت التحليلات الميكروبيولوجية على إجمالي البكتيريا الهوائية المحبة للحرارة المعتدلة، وإجمالي بكتيريا القولون، والمكورات العنقودية الذهبية، بالإضافة إلى الخمائر والأعفان.

أظهرت النتائج تطابقًا ميكروبيولوجيًا وفيزيائيًا وكيميائيًا للمنتج النهائي عند خروجه من المصنع. مع ذلك، أظهرت العينة المخزنة بعد فتحها في درجة حرارة الغرفة تلوّنًا بالبكتيريا القولونية الكلية وزيادة في البكتيريا الهوائية المتوسطة الحرارة الكلية، مما يشير إلى تدهور جودتها الميكروبيولوجية. في المقابل، كشفت العينة المخزنة بعد فتحها في الثلاجة عن وجود البكتيريا الهوائية المتوسطة الحرارة الكلية فقط. تُبرز هذه النتائج أهمية ظروف التخزين بعد الفتح، وتؤكد دور التبريد في الحد من نمو الميكروبات.

الكلمات المفتاحية: مشروب غازي، مراقبة الجودة، التحليلات الفيزيائية والكيميائية، الاستقرار الميكروبيولوجي، البكتيريا الهوائية المتوسطة الحرارة الكلية، البكتيريا القولونية الكلية، التخزين.

Liste des tableaux :

Tableau 1: Les concentrations en oligoéléments d'une eau potable	7
Tableau 2: Quelques critères physicochimiques des eaux des boissons gazeuses.....	7
Tableau 3: Critère de sucre blanc selon le (Codex Alimentarius).....	8
Tableau 4: Les principaux antioxydants utilisés dans les boissons gazeuses sucrées.....	10
Tableau 5: Valeurs énergétiques nutritionnelles moyennes pour 100 ml.....	11
Tableau 6: Norme de qualités bactériologiques pour une eau gazeuse sucrée destinée à la consommation	23
Tableau 7: Les résultats physicochimiques de l'eau.....	52
Tableau 8: Les résultats des paramètres physicochimiques des boissons gazeuses	58
Tableau 9: Les résultats microbiologiques des boissons gazeuses qui représentent l'échantillon usine.	61
Tableau 10: Les résultats microbiologiques de l'échantillon température ambiante.	63
Tableau 11: les résultats microbiologiques qui représentent l'échantillon ouvert réfrigéré	65
Tableau 12: les résultats microbiologiques des échantillons étudiés.	67

Liste des figures :

Figure 1 : Diagramme de fabrication des boissons gazeuses.....	12
Figure 2: Les préformes (matière première)	14
Figure 3: Chauffage et soufflage des préformes	14
Figure 4: Bouchonnages des bouteilles	15
Figure 5: Le datage.....	16
Figure 6: L'appareil de séchage avant l'étiquetage	16
Figure 7 : Conditionnement et stockage.	17
Figure 8: Le contrôle du gaz CO ₂	19
Figure 9: Le laboratoire de contrôle de qualité de l'eau de source AIN BOUGLEZ	27
Figure 10: Le laboratoire microbiologique de la faculté de la science de la nature et de la vie (SNV) chadli bendjedid teref	27
Figure 11: La localisation de l'usine SARL ESSALSABIL AIN BOUGLEZ.	28
Figure 12: Les solutions tampon	29
Figure 13: L'appareil de pH mètre.	30
Figure 14: Détermination de la turbidité.	32
Figure 15: Le calcul des minéraux	33
Figure 16: Spectromètre.....	35
Figure 17: L'appareil de pH mètre.....	37
Figure 18: Une éprouvette graduée	38
Figure 19: Taux de CO ₂	39
Figure 20: L'appareil de taux de Brix.	40
Figure 21: Les échantillons de l'étude	41
Figure 22: Les milieux de culture Baird Parker et PCA	43
Figure 23: La préparation de milieu de culture PCA	44
Figure 24: Pesée le milieu de culture PCA a l'aide d'une balance électrique.....	44
Figure 25: Les flacons du milieu de culture Baird Parker.	44
Figure 26: Le milieu de culture MaConkey.	45
Figure 27: Une étuve de l'incubation	47
Figure 28: Autoclave	47
Figure 29: Schéma explicatif de la série de dilution des boissons gazeuses	48
Figure 30: La série de dilution de l'échantillon étudié	49
Figure 31: Les boîtes de pétri après l'ensemencement.	51
Figure 32: Résultats physicochimiques de pH.	53
Figure 33: Le résultat physicochimique de nitrates et nitrite.....	55
Figure 34: Le bulletin d'analyse physicochimique de l'eau de l'entreprise BOUGLEZ.....	57
Figure 35: Le Bulletin d'analyses physicochimiques de la boisson gazeuse de l'entreprise Ain Bouglez.....	60
Figure 36: Le résultat de l'échantillon usine	62
Figure 37: Les résultats de l'échantillon température ambiante	64
Figure 38: Le résultat de l'échantillon ouvert réfrigéré.....	67
Figure 39: Les résultats d'autre milieu.....	70
Figure 40: Absence de culture des milieux PCA et Sabouraud des échantillons température ambiante et usine.....	70
Figure 41: Les résultats microbiologiques des milieux étudiés	70

Figure 42: Les résultats de l'échantillon ouvert réfrigéré du milieu sabouroud et PCA.....	71
Figure 43: Le bulletin d'analyses microbiologiques de laboratoire privé des boissons gazeuses	71
Figure 44: Le bulletin d'analyses microbiologiques de laboratoire privé de l'eau.	72

Liste des abréviations :

- **PH** : Potentiel D'hydrogène.
- **CO₂** : Dioxyde De Carbone.
- **PET** : Polyéthylène Téréphtalate.
- **AFNOR** : Association Française De Normalisation.
- **JORA** : Journal Officiel De La République Algérienne.
- **UFC** : Unité Formant Colonie.
- **TH** : Titre Hydrotimétrique.
- **TA** : Titre Alcalimétrique.
- **TAC** : Titre Alcalimétrique Complet.
- **CIP / NEP**: Cleaning In Place (Nettoyage En Place) .
- **OGA**: Oxytetracycline Glucose Agar.
- **PCA**: Plate Count Agar.
- **SDA**: Sabouraud Dextrose Agar.
- **ADD**: (Agent / Additif).
- **°C**: Degré Celsius.
- **US/cm** : Micro Siemens Par Centimètre.

Table des matières

Remerciements.....	I
I	
Dédicace.....	II
I	
Résumé	III
Abstract	IV
المخلص	V
Liste des tableaux.....	VI
Liste des figures.....	VII
Liste des abréviations.....	IX
Introduction.....	1
Chapitre 1 : Généralités sur les boissons gazeuses.	3
1. Définition et classification des boissons gazeuses	3
2. Différents type de boissons gazeuses	3
2.1. Limonade	3
2.2. Eau minérale gazéifiée	3
2.3. Soda	3
2.3.1 Sodas tonics	4
2.3.2. Sodas bitters	4
2.3.3. Sodas colas	4
2.4. Les boissons aux fruits carbonatées ou gazeuses	4
2.5. Boissons énergétiques	4
2.6. Boisson gazeuse aux édulcorants de synthèse	4
2.6.1. Boisson light	4
3. Les effets des boissons	4
3.1. Les plaisirs de la bouche	5
3.2. La recherche de la bonne humeur	5
4. Les Caractéristiques des boissons gazeuses	5
5. Valeur nutritionnelle	5

6. La composition des boissons gazeuses	6
6.1. L'eau	6
6.2. Le sucre	7
6.3. Le gaz carbonique (CO ₂)	8
6.4. Les arômes	9
6.5. Les colorants	9
6.6. Les additifs alimentaires	9
6.6.1. Les additifs conservateurs	9
6.6.2. Les additifs antioxydants	9
6.6.3. Les acidifiants	10
6.6.4. Les émulsifiants	10
6.6.5. Les édulcorants	10
Chapitre 2 : Les procédés de fabrication des boissons gazeuses.....	12
1. Les procédés de fabrication des boissons gazeuses.....	13
1.1. Le nettoyage en place le NEP (CIP)Cleaning in place	13
1.2. Préparation du sirop (Siroperie)	13
1.3. Étapes de fabrication	14
1.3.1. Réception de la matière première	14
1.3.2. Chauffage des préformes	14
1.3.3. Soufflage des préformes	15
1.3.4. Embouteillage	15
1.3.4.1. Rinçage	15
1.3.4.2. Mixage	15
1.3.4.3. Soutirage/Bouchage	15
1.3.4.4. Datage	15
1.3.4.5. Étiquetage	16
1.3.4.6 Fardelage	17
1.3.5. Palettisation	17
1.3.6. Conditionnement et stockage	17
2. Contrôle de qualité	18
2. 2. Contrôle microbiologique	18
2.3. Contrôle physicochimique	18
2. 4. Autres contrôles	19

Chapitre 3 : Aspect microbiologique et Influence des conditions de stockage et d’emballage sur la qualité des boissons gazeuses.	20
1. Les altérations des boissons gazeuses :.....	20
1.1. L’origine de la microflore des boissons gazeuses	20
1.2. Microflore et agents d'altération des boissons.....	20
1.2.1. Agents typiques d'altération des boissons gazeuses	20
1.2.2. Agents d'altération potentielle	21
1.3. Microorganisme sans effet d'altération	21
1.3.1. Bactéries coliformes	22
<u>1.3.2.</u>Bactéries pathogènes :.....	23
1.4. Les types d'altération des boissons.....	23
1.4-1. Modification de l'aspect	23
1.4.2-Modification de l'odeur et du goût	24
1.5.Influence des conditions de stockage sur la qualité	24
1.5.1. La température	24
1.5.2. Lumière	24
1.5.3. Durée	24
1.6. Effets des conditions de stockages sur la qualité de la boisson gazeuse.....	25
1.6.1. Effets sur la qualité organoleptique	25
1.6.1.1. Changement de la couleur	25
1.6.1.2. Changement de l’arôme	25
1.6.1.3. Changement de la saveur	25
1.6.2. Effets sur la qualité physicochimique	25
1.6.2.1. Diminution du volume du CO₂	25
1.6.2.2. L’inversion du saccharose	25
1.6.3. Emballage	25
1.6.3.1. Fonction de l’emballage	26
1.6.3.2. Choix d’un emballage adéquat	26
1.6.4. Effet sur la qualité microbiologique	26
Matériel et méthode	27
1. Cadre de l’étude	27
.2 Présentation de l’entreprise	28
1. Les analyses physicochimiques de l’eau	29

1.1. Etalonnage	29
1.2. Le pH	30
1.3. La conductivité	30
1.4. La turbidité	31
1.5. Les minéraux et leurs dérivés	32
1.5.1. Potassium (K+)	32
1.5.2. Magnésium (Mg²⁺)	32
1.5.3 .Les sulfates (SO₄²⁻)	33
1.5. 4. Les nitrates (NO₃⁻)	34
1.5.5. Calcium (Ca²⁺)	34
1.5.6. Les chlorures (Cl⁻)	34
1.5.7. Le nitrite	35
1.6.La catégorisation des eaux selon leur pH.....	35
2. Les analyses physicochimiques des boissons gazeuses	37
2.1. Etalonnage	37
2.2. Le pH	37
2.3. Le volume	388
2.4. La pression (taux de CO₂)	388
2.5. Le taux de Brix	39
2.6. Détermination de l'acidité titrable	40
3. Les analyses microbiologiques des boissons gazeuses	41
3.1. Échantillonnage :.....	41
3.2. Préparation du milieu de culture :	42
3.2.1. Milieu de culture PCA :	42
3.2.2. Milieu de culture Baird Parker :	43
3.2.3. Milieu de culture MacConkey :	45
3.2.4. Milieu de culture Sabouraud :	46
3.3. Préparation de la série de dilution	47
3.3.1. Dénombrement de la flore mésophile aérobie totale Milieu de culture (PCA)	
.....	49
3.3.1.1 Ensemencement.....	499
3.3.1.2. Incubation	49

3.3.2. Recherche des coliformes totaux	50
3.3.2.1. Ensemencement	50
3.3.2.2. Incubation	49
3.3.3. Recherche des levures et moisissures	50
3.3.3.1. Ensemencement	50
3.3.3.2. Incubation	49
3.3.4. Isolement des <i>Staphylococcus aureus</i> (Baird Parker)	50
3.3.4. 1. Ensemencement	50
3.3.4.2. Incubation	51
Résultats et discussions	52
1. Les résultats physicochimiques de l'eau	52
1.1. Etalonnage	53
1.2. PH	53
1.3. Conductivité électrique :	53
1.4. Turbidité	54
1.5. Les minéraux	54
1.5.1. Potassium (K ⁺)	54
1.5.2. Magnésium (Mg ²⁺)	54
1.5.3. Sulfates (SO ₄ ²⁻)	55
1.5.4. Nitrates (NO ₃ ⁻)	55
1.5.5. Calcium (Ca ²⁺)	55
1.5.6. Chlorures (Cl ⁻)	56
1.5.7. Nitrites	56
1.5.8. Sodium	56
2. Les résultats physicochimiques des boissons gazeuses	58
2.1. Etalonnage	58
2.2. PH :	58
2.3. Volume :	58
2.4. Taux de CO ₂ :	59
2.5. Taux de Brix :	59
2.6. Acidité titrable :	59
3. résultats des analyses microbiologiques des boissons gazeuses	61
Conclusion	73

Perspectives	74
Références bibliographiques.....	75
Annexe	799



Introduction

Introduction

L'industrie agroalimentaire constitue aujourd'hui l'un des secteurs économiques les plus dynamiques à l'échelle mondiale. Parmi les produits les plus consommés figurent les boissons gazeuses, qui occupent une place importante dans les habitudes alimentaires grâce à leur disponibilité, leur diversité et leurs caractéristiques organoleptiques appréciées par les consommateurs. Ces boissons sont obtenues à partir d'un mélange complexe d'eau, de sucre ou d'édulcorants, d'acidifiants, d'arômes, de colorants et de dioxyde de carbone. La qualité finale du produit dépend non seulement de la qualité des matières premières utilisées, mais également de la maîtrise des différentes étapes du processus de fabrication et du respect des normes d'hygiène tout au long de la chaîne de production **(1)**.

Dans l'industrie des boissons gazeuses, l'eau représente le principal constituant du produit fini et peut atteindre plus de 85 % de sa composition. De ce fait, sa qualité physico-chimique et microbiologique constitue un facteur déterminant pour la sécurité sanitaire, la stabilité et les propriétés sensorielles de la boisson. Une eau insuffisamment traitée ou contaminée peut altérer la qualité du produit et compromettre sa conformité aux exigences réglementaires. Pour cette raison, les industriels mettent en place des systèmes rigoureux de contrôle qualité visant à surveiller l'ensemble des matières premières ainsi que les différentes étapes de fabrication **(2)**.

Par ailleurs, les consommateurs sont aujourd'hui de plus en plus exigeants quant à la qualité et à la sécurité des aliments qu'ils consomment. Cette évolution a conduit les entreprises agroalimentaires à renforcer leurs procédures de contrôle en s'appuyant sur des analyses physico-chimiques et microbiologiques régulières. Les analyses physico-chimiques permettent notamment d'évaluer des paramètres tels que le pH, l'acidité, la teneur en sucres et d'autres caractéristiques influençant la stabilité du produit. Les analyses microbiologiques, quant à elles, permettent de détecter la présence éventuelle de microorganismes indicateurs de contamination ou d'altération susceptibles d'affecter la qualité sanitaire des boissons **(3)**.

Les boissons gazeuses sont généralement considérées comme des produits relativement stables grâce à leur faible pH, à la présence de gaz carbonique et à l'utilisation de conservateurs autorisés. Toutefois, malgré ces facteurs limitants, une contamination microbienne peut survenir lors de la production, du conditionnement ou après l'ouverture des emballages. Les conditions de conservation après ouverture jouent alors un rôle essentiel dans le maintien de la qualité microbiologique du produit. Une conservation prolongée à température ambiante peut favoriser le développement de certains microorganismes et entraîner une détérioration progressive des caractéristiques du produit. À l'inverse, la réfrigération contribue généralement à ralentir la croissance microbienne et à préserver la qualité de la boisson pendant une durée plus longue **(4)**.

Dans ce contexte, le présent travail a été réalisé au sein de l'unité industrielle Bouglez dans le but d'étudier le processus de fabrication d'une boisson gazeuse et d'évaluer sa qualité à

Introduction

travers des analyses physico-chimiques et microbiologiques. Cette étude vise également à apprécier la stabilité microbiologique du produit après ouverture dans différentes conditions de conservation.

L'intérêt de cette étude réside dans l'évaluation de l'efficacité des mesures de contrôle qualité mises en œuvre au niveau industriel ainsi que dans l'identification des risques potentiels de contamination après ouverture du produit. Les résultats obtenus permettront de mieux comprendre l'influence des conditions de conservation sur la stabilité microbiologique des boissons gazeuses et de souligner l'importance du respect des bonnes pratiques de stockage pour garantir la sécurité du consommateur.

Le présent mémoire est organisé en trois parties principales. La première partie est consacrée à une étude bibliographique portant sur les boissons gazeuses, leurs matières premières, leur procédé de fabrication ainsi que les principaux critères de qualité physico-chimique et microbiologique. La deuxième partie présente le matériel et les méthodes utilisés, notamment la description de l'unité industrielle Bouglez, les techniques analytiques employées et le protocole expérimental adopté pour le suivi de la stabilité microbiologique. Enfin, la troisième partie est dédiée la discussion des résultats obtenus avant de se terminer par une conclusion générale et quelques perspectives de recherche.



Partie Théorique

Chapitre 1 :
Généralités sur les boissons gazeuses

Chapitre 1 : Généralités sur les boissons gazeuses.**1. Définition et classification des boissons gazeuses :**

Le terme boissons gazeuses comprend tout produit créé par la combinaison, avant l'emballage, de sirop et d'eau potable. Ces boissons peuvent être colorées ou non, sucrées, claires, goûtées et potentiellement acidulées (5).

Jacobs a fourni une autre définition, décrivant ces boissons comme généralement sucrées, aromatisées, légèrement acidulées, parfois artificiellement gazéifiées et exemptes d'alcool (5).

Le secteur des boissons gazeuses en Algérie montre une bonne vitalité. Avec un bilan positif pour 2008 concernant l'industrie agroalimentaire. L'industrie des boissons a généré presque 20 milliards d'hectolitres et enregistré un chiffre d'affaires de 45 milliards de dinars algériens (6).

Le mot « boissons » désigne tout liquide que l'on consomme pour étancher la soif et qui contribue à la réhydratation de l'organisme. Ce breuvage est conçu pour être consommé ou absorbé par l'homme afin d'apporter du plaisir, de se désaltérer ou de se rafraîchir (6).

Les sodas relèvent de la catégorie des boissons rafraîchissantes non alcoolisées (BRSA). On peut y trouver des boissons élaborées à partir d'extraits naturels de fruits ou de plantes, de l'eau en bouteille, des jus de fruits et des nectars, entre autres (6).

2. Différents types de boissons gazeuses :**2.1. Limonade :**

La limonade est une boisson sucrée, claire et incolore, gazeuse et aromatisée par des substances provenant du citron ou éventuellement d'autres agrumes, préparée dans les mêmes conditions que précédemment (5).

2.2. Eau minérale gazéifiée :

Il s'agit d'une eau dans laquelle un ou plusieurs gaz sont dissous, soit par un processus naturel (l'eau s'enrichit en dioxyde de carbone lorsqu'elle remonte vers la source), soit de manière artificielle (par l'incorporation de dioxyde de carbone ou de produits générant de l'acide carbonique, que ce soit en pharmacie, dans les installations industrielles ou à domicile (6).

2.3. Soda :

C'est une boisson non alcoolisée effervescente contenant du CO₂, ce qui lui confère un goût riche en bulles, accompagné de nombreux arômes de fruits naturels ou synthétiques (6).

2.3.1 Sodas tonics :

Le tonic est une sorte de soda qui peut être trouble ou clair, et son amertume provient d'extraits amers (5).

2.3.2. Sodas bitters :

C'est une boisson gazeuse, semblable à un soda, élaborée à partir d'extraits naturels de fruits ou d'autres végétaux riches en sucre et dotée d'un arôme végétal au goût amer ou vermouth (7).

2.3.3. Sodas colas :

Ces boissons effervescentes sont composées d'extraits naturels de fruits ou d'autres végétaux, mélangés avec du dioxyde de carbone et du sucre. Elles peuvent également contenir des extraits de noix de kola, du caramel et le colorant est la caféine, tandis que l'acide utilisé est l'acide ortho phosphorique (5).

2.4. Les boissons aux fruits carbonatées ou gazeuses :

Cette appellation est destinée aux boissons élaborées à partir d'eau potable et de jus de fruits, de jus de fruits concentrés, de fruits ou d'un assemblage de ces ingrédients dans des proportions égales ou supérieures à 10% de jus et qui ne dépassent pas 25% (6).

2.5. Boissons énergétiques :

Ces boissons sont composées d'eau, de sucre, de vitamines (C, B1, B2), de caféine et d'acides aminés (L-Phénylalanine) (6).

2.6. Boisson gazeuse aux édulcorants de synthèse :**2.6.1. Boisson light :**

Le terme light ou allégée désigne la réduction d'au moins 30% de la teneur en sucre des boissons, cela par le remplacement du sucre par des édulcorant intenses (tels que la saccharine, l'aspartame) autorisées par la commission européenne.

Ces boissons sont recommandées pour les diabétiques et ceux qui suivent un régime, car elles offrent une valeur énergétique très basse d'environ 5 calories pour 100 ml, tout en ayant un pouvoir sucrant élevé. Pour ce qui est des colas light sans sucre, il faut préciser que les quelques calories qu'elles contiennent proviennent du caramel (6).

3. Les effets des boissons :

Comme le souligne Glaudian cité par Trémolière et al (1984), d'un point de vue biologique, l'impératif de boire reflète un besoin physiologique incontournable.

Il est donc évident que l'eau est la boisson essentielle pour tout être vivant, qu'il soit animal ou végétal. En effet, le besoin en eau influence les comportements humains vis-à-vis des éléments liquides, et c'est pourquoi nous avons sans cesse cherché à développer ce liquide naturel et à le substituer par d'autres breuvages qui procurent un certain plaisir supplémentaire dans certaines situations de la vie.

Cela nous conduit à identifier les effets majeurs de la consommation et les buts des boissons. (7).

3.1. Les plaisirs de la bouche :

Étant donné la variété de goûts et d'arômes qui influencent les préférences des consommateurs, il est indéniable que l'attrait gustatif joue un rôle crucial dans l'envie de consommer et la vitesse à laquelle ces liquides traversent le palais. Ces derniers ne donnent guère aux sens buccaux le temps de s'y attarder longuement.

Il apparaît que le délice gustatif occupe une place secondaire dans l'attrait pour les boissons. Le plaisir de la dégustation est trop éphémère et superficiel (7).

3.2. La recherche de la bonne humeur :

Le rôle principal des boissons est de soulager les petits inconforts du quotidien. En effet, une boisson spécifique, c'est-à-dire qui possède certaines caractéristiques définies comme la température, le contenu psychotrope, le type de boisson et en fonction de la personnalité de chacun, peut faire disparaître les sentiments d'inconfort, modifiant les climats et saisons chaudes (7).

4. Les Caractéristiques des boissons gazeuses :

- La pression osmotique importante est générée par une concentration élevée en sucre.
- Un contenu élevé en CO₂.
- Une faible teneur en azote assimilable, particulièrement en acides aminés et en vitamines.
- Une concentration en oxygène faible.
- Un pH faible.
- Manque ou pauvreté en nutriments, comme les sels (7).

5. Valeur nutritionnelle :

Les boissons répondent à un besoin fondamental de l'être humain : le besoin en eau. Effectivement, une part significative des besoins en eau du corps est comblée par l'eau présente dans les aliments frais.

Les boissons complètent également l'alimentation, appréciées pour leur goût plaisant ou leur effet psychologique.

Les sodas apportent une grande quantité d'énergie grâce à leur haute concentration en sucre, variant de 60 à 120g par litre (5).

6. La composition des boissons gazeuses :

Les sodas sont constitués d'un assemblage de divers composants, incluant de l'eau, du dioxyde de carbone, des additifs apportant couleur et saveur, ainsi que des agents de conservation qui étendent leur longévité.

6.1. L'eau :

L'eau est un composant crucial et une boisson naturelle indispensable. Il s'agit d'un fluide limpide, dépourvu de couleur, d'odeur et de saveur, ayant un pH neutre. Elle remplit une fonction de solvant essentiel dans les êtres vivants et se trouve dans la nature sous trois formes : liquide, gazeuse et solide **(8)**.

Tous les êtres vivants ont également besoin d'eau, car bien que l'être humain puisse résister à la famine pendant un certain laps de temps, il ne pourra pas survivre sans eau, son absence entraînant inévitablement la mort en peu de temps **(9)**.

Elle détient des caractéristiques organoleptiques et physicochimiques significatives : la teinte pourrait être attribuée aux substances organiques, minérales ou polluantes, le parfum révèle une éventuelle contamination, tandis que le goût est influencé par les sels minéraux et les éléments dissous. Concernant les aspects physicochimiques, la qualité de l'eau et la capacité de solubilité des gaz sont affectées par la température, alors que le pH aide à identifier si l'eau est acide, neutre ou alcaline **(8)**.

Les analyses physicochimiques de l'eau : pH, conductivité, turbidité, Les minéraux et leurs dérivés.

Les étapes de fabrication de l'eau : chauffage des préforme, soufflage, Embouteillage, Datage, étiquetage, palétissage, fardelage, conditionnements et stockage.

L'eau du puits d'Aïn Bouglez subit plusieurs traitements physiques comprenant une filtration sur sable, un passage par décarbonateur, une filtration sur charbon actif et une filtration finale sur cartouches successives jusqu'au filtre 0,2 μm , assurant la protection microbiologique et la stérilisation de l'eau **(6)**.

Ainsi, la qualité de l'eau dépend de sa composition, de ses caractéristiques de qualité et des traitements appliqués pour répondre aux exigences agroalimentaires.

Tableau 1: Les concentrations en oligoélément d'une eau potable (6).

Eléments	Concentrations (mg/l)
Plomb (Pb)	0.1
Sélénium (Se)	0.05
Fluorure (F)	1.0
Arsenic (As)	0.05
Cuivre (Cu)	1.0
Fer (Fe)	0.3
Manganèse (Mn)	0.1
Zinc (Zn)	5.0

Tableau 2: Quelques critères physicochimiques des eaux des boissons gazeuses (6).

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

6.2. Le sucre :

Le sucre est une substance soluble naturelle utilisée pour sucrer les produits alimentaires, notamment les jus et les boissons gazeuses. Substance de goût doux provenant de diverses plantes, notamment de la variété supérieure. En effet, l'emploi de ces additifs vise les objectifs suivants :

Augmentation des options de conservation des aliments en diminuant le danger d'une multiplication microbienne (agent de conservation).

Augmentation de la préservation en raison d'un risque réduit de dégradation chimique. Préservation ou amélioration de la consistance physique du plat (utilisation d'agents émulsifiants).

Présentation visuelle idéale du produit, (colorants). Exemple : les teintures ne sont appliquées que sur la surface : E 170 est du carbonate de calcium, tandis qu'E 171 correspond aux bioxydes de titane (7).

Tableau 3: Critère de sucre blanc selon le (Codex Alimentarius) (13).

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

6.3. Le gaz carbonique (CO₂) :

Les boissons gazeuses requièrent une importante quantité de dioxyde de carbone (CO₂) dissous pour leur conférer leur effervescence. Cette carbonatation est réalisée de manière artificielle par l'introduction de CO₂ dans le liquide.

Cette réaction est idéale lorsque l'eau est sous pression, mais une baisse de pression provoque une réduction de la gazéification de la boisson gazeuse qui devient progressivement plate. Forme de carbonatation : On distingue deux formes de carbonatation.

Carbonatation préalable au dosage : Le sirop final sera mélangé à de l'eau qui a été carbonatée au préalable, grâce à des pompes volumétriques.

Carbonatation suite au dosage : Le sirop final sera combiné à l'eau désaérée. La boisson produite sera ensuite refroidie à 5°C et 7°C, puis transférée dans la colonne de carbonatation pour être gazéifiée (5).

6.4. Les arômes :

Substances chimiques spécifiques dotées de propriétés aromatiques, qu'elles soient naturelles ou artificielles. Qui sont ajoutées aux aliments pour améliorer leur goût et leur odeur **(3)**.

6.5. Les colorants :

E 100 à 180 ce sont des éléments de valorisation qui interviennent dans l'activation des procédés physico-sensoriels **(7)**.

6.6. Les additifs alimentaires :

Dans l'industrie des boissons gazeuses sucrées, les additifs alimentaires sont des ingrédients ajoutés en très petites quantités dans le but de :

Prolongation de la durée de vie du produit fini.

Amélioration de la présentation du produit finalisé **(6)**.

6.6.1. Les additifs conservateurs :

Les conservateurs sont des additifs chimiques qui appartiennent à la catégorie dont l'intérêt est le plus manifeste (E 200 à 297) ; ils sont employés pour renforcer la stabilité chimique ou microbiologique d'un produit alimentaire **(7)**.

Ajoutées aux aliments pour prolonger leur durée de conservation, en inhibant le développement des micro-organismes (bactéries, moisissures) et en ralentissant l'oxydation. Ils assurent la sécurité sanitaire en prévenant l'apparition de maladies telles que le botulisme **(10)**.

6.6.2. Les additifs antioxydants :

Les antioxydants alimentaires sont des substances ajoutées aux aliments afin de retarder ou d'empêcher l'oxydation des graisses, des huiles et de certaines vitamines. L'oxydation est une réaction chimique qui entraîne le rancissement des aliments, ainsi que la perte de couleur, de goût et de valeur nutritionnelle **(11)**.

Tableau 4: Les principaux antioxydants utilisés dans les boissons gazeuses sucrées (6).

Dénomination	Source	Code	DJA (mg/kg)	Effet à fort dose
Acide ascorbique (vitamine C)	Naturel ou synthétique	Sin 300	100	Provoque des diarrhées et usure des dents
Acide citrique	Naturel	Sin 330	30	Usures des dents Irritation locale
Acide tartrique	Naturel	Sin 334	/	Irritation gastro – Entérites
Acide ortho Phosphorique	Chimique Sin	Sin 338	70	Aucun effet à ce jour

6.6.3. Les acidifiants :

Les acides présents dans les boissons remplissent deux rôles majeurs : ils freinent la croissance de micro-organismes tels que les moisissures et les bactéries, et ils rehaussent le goût en équilibrant la sensation sucrée. Les boissons gazeuses contiennent fréquemment des acides tels que l'acide citrique (E330), l'acide malique (E296) et l'acide phosphorique (E338).

La quantité d'acide incorporée dans une boisson est déterminée par la recette du produit et le genre d'acide utilisé (5).

6.6.4. Les émulsifiants :

Les émulsifiants sont des additifs alimentaires dont la fonction première est de stabiliser les émulsions. Dans le secteur des boissons, l'émulsifiant le plus couramment employé est la gomme arabique (5).

6.6.5. Les édulcorants :

Un édulcorant est un produit ou une matière qui présente un goût sucré. Il existe des édulcorants qui ne contiennent aucune calorie, d'autres qui en apportent moins que le saccharose, certains qui n'entraînent pas de caries dentaires et quelques-uns qui sont plus sucrés que le sucre lui-même.

Les édulcorants intenses : ils possèdent une capacité sucrante élevée (le pouvoir sucrant du sucre de table est de 1). Les édulcorants de charge, comme les polyols, possèdent un pouvoir

sucrant relativement similaire à celui du sucre ordinaire (de 0,5 à 1,4). Ils sont couramment utilisés dans une variété de chewing-gums et de bonbons (5).

Tableau 5: Valeurs énergétiques nutritionnelles moyennes pour 100 ml (Abdou M, 2026).

Valeurs énergétiques	KJ/kcal
Lipides	00g
Dont saturés	00g
Glucides	10,5g
Dont sucres	10,5g
Protéines	00g
Sel	0,0029g

Chapitre 2 :

Les procédés de fabrication des boissons gazeuses

Chapitre 2 : Les procédés de fabrication des boissons gazeuses.

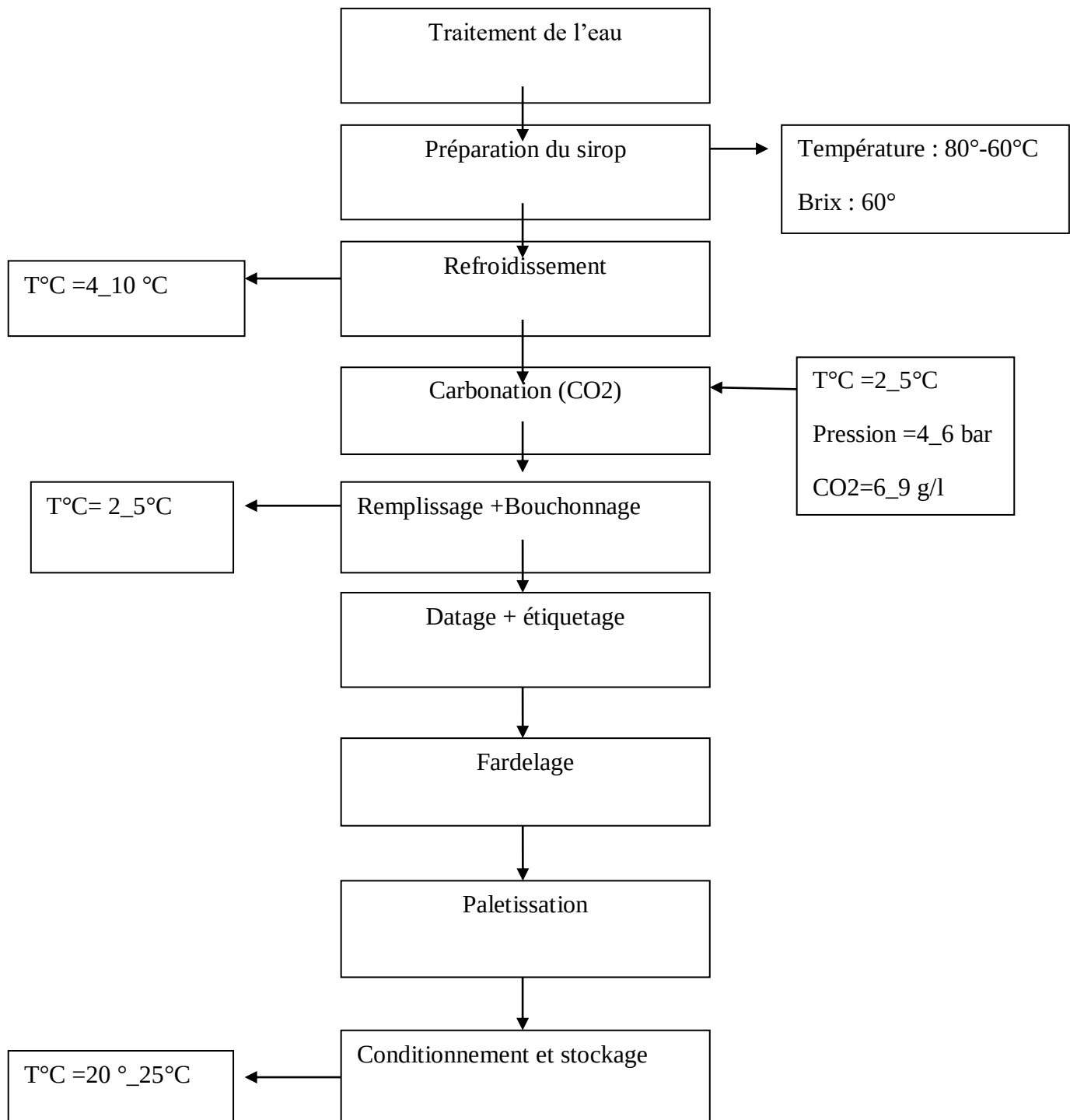


Figure 1 : Diagramme de fabrication des boissons gazeuses.

1. Les procède de fabrication des boissons gazeuses.

1.1. Le nettoyage en place le NEP (CIP)Cleaning in place :

La durée du nettoyage. La teneur en détergent. L'intervention mécanique. La chaleur de l'eau. Il est crucial de réaliser le nettoyage des ateliers et du matériel selon un planning précis afin d'assurer une efficacité optimale et d'éviter les pertes inutiles liées à une mauvaise maintenance des équipements. Les critères d'un nettoyage efficace sont :

La procédure de nettoyage s'effectue comme suit :

Transmettant la soude (PROFLOW) à 90° avec une concentration de 1,8 g/l pendant une durée de 10 minutes.

Rinçage à l'eau chaude à 85°C pour une durée de 10 minutes.

Rincez à l'eau froide pendant une durée de 10 minutes.

Vérification : à l'aide de la phénolphtaléine pour indiquer la présence ou l'absence de soude (l'absence de couleur rose indique l'absence de soude), ou en mesurant le pH ; le pH se situe entre 6,5 et 7.

Administration de l'acide (STERIFLOW) à 0,2% et à une concentration de 1,5g/l durant une période de 10 à 15 minutes.

Lavage à l'eau froide

Vérification : Le niveau de pH sera mesuré afin de s'assurer qu'il n'y a pas de résidus d'acide, idéalement entre 6,5 et 7 (5).

1.2. Préparation du sirop (Siroperie) :

Le terme sirop ou sirops est spécifiquement destiné à la dissolution du sucre saccharose dans l'eau.

La production du sirop, qui constitue la première phase de fabrication de la boisson gazeuse, nécessite un sucre d'une qualité hygiénique irréprochable. Le sucre cristallisé est déposé dans le réservoir puis acheminé par une vis tournante vers le fondoir où il se dissout dans l'eau. Le fondoir est équipé d'un mélangeur pour le malaxage du sucre, la dissolution se réalise entre 16 et 20 minutes à une température de 75 à 80 degrés Celsius.

Cette étape de solubilisation est suivie d'une étape de filtration. Une fois la filtration terminée, une certaine quantité d'acide citrique (qui varie en fonction des arômes utilisés pour diverses boissons) est ajoutée. Ensuite, le sirop acidifié est refroidi pour le préparer à l'ajout d'arômes, afin d'éviter leur évaporation.

Une fois refroidi, ce sirop est acheminé vers les cuves de préparation par une pompe centrifugeuse où on y intégrera des additifs (comme les arômes et les colorants). On

homogénéisera soigneusement le mélange en utilisant un agitateur. C'est à ce stade que nous allons incorporer les stabilisants (5).

1.3. Étapes de fabrication :

1.3.1. Réception de la matière première :

À ce stade, les matières premières nécessaires au démarrage de la fabrication sont préparées (préformes, sirop...) (9).



Figure 2: Les préformes (matière première) (Abdou M, 2026).

1.3.2. Chauffage des préformes :

Le conditionnement des liquides comprend une étape délicate : l'embouteillage, ou mise en bouteille.

Les préformes sont transportées par un convoyeur alimentaire pour être chauffées dans un four à 120 degrés Celsius Elle se met à tourner sur elle-même pour s'assurer que la préformes soit entièrement chauffée. Afin de les ramollir et de faciliter leur gonflage (5).



Figure 3:Chauffages et soufflage des préformes (Abdou M, 2026).

1.3.3. Soufflage des préformes :

Après le processus de chauffage au four, la préformes passe à travers les moules pour prendre la forme requise, où une vis sans fin est insérée dans la bouteille pour la gonfler et l'étirer.

Ensuite, les moules façonnés passent par une étape de refroidissement à l'eau froide afin de maintenir la température de la bouteille et de préserver sa forme finale (5).

1.3.4. Embouteillage :

1.3.4.1. Rinçage :

Une machine munie de bras injectant une solution chlorée dans les bouteilles pour les laver et aussi les désinfecter réalise cette opération : on l'appelle rinceuse. L'eau de rinçage est récupérée dans un bac (5).

1.3.4.2. Mixage :

À ce stade, la boisson est soigneusement mélangée à de l'eau, et lors de la mise en bouteille, du dioxyde de carbone est ajoutée pour en faire une boisson gazeuse (5).

1.3.4.3. Soutirage/Bouchage :

Les bouteilles nettoyées sont introduites dans le soutireuse où elles sont manipulées par des plateaux en rotation autour d'un axe, facilitant ainsi leur passage successif sous les tuyaux de remplissage de boisson, puis vers la boucheuse pour y déposer les bouchons (5).



Figure 4:Bouchonnages des bouteilles (Abdou M, 2026).

1.3.4.4. Datage :

Les bouteilles sont soumises à un dispositif nommé Dateuse qui marque le bouchon de la bouteille avec la date et l'heure de production, ainsi que la date d'expiration et la ligne de production. Ces données sont présentées en format codé et contribuent à satisfaire l'une des

exigences de traçabilité du produit. Après le processus de codage, les bouteilles sont soumises à un compteur pour dénombrer la quantité de bouteilles produites (5).



Figure 5:Le datage (Abdou M, 2026).

1.3.4.5. Étiquetage :

Cette opération consiste à apposer les étiquettes sur les bouteilles. La colle se présente sous forme de blocs solides. Dans un premier temps, elle est fondue dans une cuve à une température pouvant atteindre 170 °C. La colle fondue est amenée par pompage à la surface d'un rouleau, et quand les boîtes pénètrent dans l'étiqueteuse, elles entrent en contact avec le

Rouleau et ainsi avec la colle. Le mouvement rotatif des bouteilles se poursuit par un frottement puis un accrochage d'un bout d'une étiquette (le lot d'étiquettes est préalablement disposé dans un boîtier), l'autre bout de l'étiquette ayant également été en contact avec de la colle. La totalité de l'étiquette est ensuite collée sur la bouteille. Le mouvement de rotation se termine par un passage entre deux brosses qui ont pour rôle de renforcer l'accolement de l'étiquette sur la bouteille (5).



Figure 6: L'appareil de séchage avant l'étiquetage (Abdou M, 2026).

1.3.4.6 .Fardelage :

C'est la fardeleuse qui effectue cette tâche. Dès leur sortie de l'étiqueteuse, les bouteilles en PET sont acheminées par un tapis roulant vers le convoyeur. Deux rangées de six bouteilles chacune sont automatiquement traitées puis enveloppées dans un film plastique non extensible (film rétractile). La fardeleuse équipée d'un four à 160°C permet de « souder » le film sur les bouteilles pour augmenter son efficacité.

Après avoir quitté la fardeleuse, les colis sont placés sur des palettes à plusieurs niveaux, séparées par des intercalaires en carton. Chaque palette est composée de 6 niveaux, chaque niveau contenant 17 packs (ce qui fait un total de $17 \times 6 = 102$ packs par palette, et donc $102 \times 6 = 612$ bouteilles par palette) (5).

1.3.5. Palettisation :

La filmeuse étireuse est une machine équipée d'un film plastique étirable qui est enroulé autour d'une bobine. La palette est posée sur un plateau rotatif, un opérateur pose le film sur la palette, grâce à un mouvement rotatif combiné à un mouvement de haut en bas du rouleau de film, la palette se trouve enveloppée dans le film plastique (5).

1.3.6. Conditionnement et stockage :

La palette conditionnée est ensuite acheminée par un petit véhicule jusqu'au magasin des produits finis (5).



Figure 7 : Conditionnement et stockage (Abdou M, 2026).

2. Contrôle de qualité :

Le contrôle de qualité implique l'examen de la conformité du produit aux spécifications promises aux clients. On l'appelle également vérification de qualité ou contrôle de conformité, et comme toutes les activités d'inspection, c'est une fonction a posteriori destinée à fournir des informations sur un état de fait : « le produit terminé respecte-t-il les normes annoncées aux clients ».

Dans de nombreuses entreprises, la qualité est généralement associée au contrôle qualité et donc à l'existence d'un laboratoire.

Ainsi, par qualité, nous entendons les attributs organoleptiques (saveur et apparence) que l'acheteur peut évaluer, ainsi que les caractéristiques microbiologiques ou physicochimiques mises en évidence par une analyse en laboratoire. L'inspection doit couvrir quatre niveaux : les matières premières, le sirop, le produit final, et l'emballage **(5)**.

2. 2. Contrôle microbiologiques :

L'objectif principal du contrôle microbiologique est de garantir une sécurité hygiénique et une qualité marchande optimale du produit, car celles-ci dépendent des micro-organismes présents dans le produit.

L'autre but du contrôle microbiologique est d'optimiser la productivité en réduisant les pertes de produits liées aux conditions de fabrication inappropriées et en minimisant le nombre de produits non conformes.

- L'eau de rinçage : après chaque processus CIP.
- L'eau de processus : une fois chaque semaine.

L'objectif des analyses microbiologiques est d'identifier les microbes pathogènes et de quantifier les autres microorganismes **(5)**.

2.3. Contrôle physicochimiques :

Les évaluations physicochimiques sont effectuées pour définir certaines propriétés physicochimiques et organoleptiques. Ces analyses s'effectuent sur la matière première, les produits en cours de production et le produit terminé.

Contrôle du produit fini toutes les heures : Brix, température, pression CO₂, quantité de CO₂, volume, taux d'acidité, pH, densité, capsule, date d'emballage et numéro de lot.

- Inspection du sirop simple et composé à chaque préparation.
Incluant le taux de Brix, le niveau d'acidité, le pH, la température et la densité.
- Supervision de l'eau traitée.

- la dureté de l'eau vérifiée toutes les 2 heures ainsi que le TH, TA, TAC, pH, température, clarté, une fois par jour.
- Vérification des matières premières à leur arrivée (5).



Figure 8:Le contrôle du gaz CO₂ (Abdou M, 2026).

2. 4. Autres contrôles :

Les vérifications ci-après sont effectuées au démarrage et à chaque heure :

- Vérification du niveau de remplissage, présence du code de date, étanchéité du bouchage, force de serrage bouchon/capsule, détection de substances étrangères et contrôle des étiquettes.
- Outre ces vérifications, des inspections sur le matériel d'emballage sont réalisées : Examen des préformes : évaluation du poids, définition des dimensions (diamètre du corps et du col, hauteur), ainsi que l'évaluation de l'aspect, de l'uniformité et de la propreté.
- Examen des bouteilles : distribution du poids (épaule, col, fond), dimensions de la bouteille (hauteur et diamètre du col, épaisseur des parois (5).

Chapitre 3 :

Aspect microbiologique et Influence des conditions de stockage et d'emballage sur la qualité des boissons gazeuses.

Chapitre 3 : Aspect microbiologique et Influence des conditions de stockage et d'emballage sur la qualité des boissons gazeuses.

1. Les altérations des boissons gazeuses :

En règle générale, les boissons représentent des environnements défavorables pour les micro-organismes, donc elles sont moins susceptibles d'être contaminées, étant donné que les sodas et les limonades en particulier se distinguent par :

- Un pH de 3 à 4 indique une acidité forte ; ces conditions ne sont pas propices aux germes susceptibles de causer une contamination.
- Un déficit en oxygène.
- Une concentration élevée en CO₂ est un critère de sélection.
- Une très faible concentration en vitamines (vitamine B) et en substances azotées.
- Une concentration élevée en sucre, comme c'est le cas pour les sirops, est un facteur majeur de sélection, aux côtés du pH, dans la pression osmotique (7).

1.1. L'origine de la microflore des boissons gazeuses :

- La majorité des micro-organismes présents dans les sodas sont issus de :
- Les ingrédients de base (eau, sucre, etc.).
Sucre et sirop sucré (levures osmophiles, moisissures).
Matériaux employés pour la production (risque de contamination par des levures et moisissures en raison du manque d'hygiène).
L'agent de manipulation (microcoques, germes de contamination totale (7)).

1.2. Microflore et agents d'altération des boissons :

Les microbes identifiés dans les matières premières, sur l'équipement ou le produit final quelques jours après l'emballage, peuvent être rangés en trois catégories selon une classification spécifique uniquement applicable aux boissons gazeuses (7).

1.2.1. Agents typiques d'altération des boissons gazeuses :

Levures :

Il s'agit de champignons unicellulaires, aérobies et acidophiles, qui se reproduisent à des pH variant entre 3 et 7,5 et à des températures avoisinant 25 à 28 °C.

Les levures ne sont pas à l'origine des intoxications alimentaires, cependant, leur croissance dans les produits finis peut altérer leur qualité marchande en générant des troubles, des odeurs désagréables, des goûts inhabituels, une augmentation du pH due à la décomposition d'acide organique ou par l'expansion des produits ou la libération de CO₂ depuis leur emballage (7).

Chapitre 3 : Aspect microbiologique et Influence des conditions de stockage et d'emballage sur la qualité des boissons gazeuses

D'après les statistiques 90% des altérations de boissons sont dues aux levures pour diverses raisons :

- Elles sont capables de supporter des pH bas.
- Elles ont la capacité d'utiliser de l'azote inorganique. .
- Elles ne doivent pas de vitamine « B » pour leur croissance.
- Elles peuvent tolérer un niveau élevé de CO₂.
- Elles sont résistantes à des concentrations élevées de sucre (7).

L'activité des levures se produit lorsque la température ne dépasse pas 35 °C. On trouve le genre « candida » dans les sodas transparents.

La limonade ne doit pas contenir plus de 100 à 200 germes par millilitre.

C'est surtout celles qui appartiennent au genre saccharomyces qui peuvent déclencher des fermentations alcooliques parmi ces levures. La dégradation se caractérise par un goût d'alcool et principalement par une libération massive de gaz qui peut provoquer l'éclatement des bouteilles (7).

Les moisissures :

S'agit de champignons filamenteux qui contaminent les denrées alimentaires, ce sont des saprophytes possédant une grande capacité de décomposition.

Les moisissures sont des eucaryotes qui nécessitent de l'oxygène et préfèrent un pH acide, généralement entre 3 et 7. Il s'agit de mésophiles dont la température varie entre 20 et 30 °C. Elles provoquent des modifications superficielles (7).

1.2.2. Agents d'altération potentielle :

Comprend les micro-organismes qui ne modifient les boissons que dans des circonstances spécifiques.

Les modifications se retrouvent principalement dans les boissons non gazeuses ou les boissons gazeuses contenant une quantité excessive d'oxygène, et elles entraînent seulement des changements de goût relativement subtils (7).

1.3. Microorganisme sans effet d'altération :

Moins aptes à survivre dans les boissons en raison des inhibitions provoquées par un pH bas, le dioxyde de carbone et la pression osmotique générant la présence du sucre (7).

Les bactéries lactiques des genres « *Lactobacillus* » et « *Leuconostoc* » se distinguent par leur robustesse face aux conditions sélectives présentes dans les boissons gazeuses.

Chapitre 3 : Aspect microbiologique et Influence des conditions de stockage et d'emballage sur la qualité des boissons gazeuses

Toute fois, ils doivent nécessairement des acides aminés et de la vitamine B₁₂, tels qu'on les trouve dans les jus de fruits et les limonades (7).

1.3.1. Bactéries coliformes :

Il s'agit de bactéries Gram-négatives appartenant au groupe des « entérobactéries », qui résident normalement dans le tube digestif de l'homme et des animaux. Ces coliformes ont la capacité de fermenter le lactose. À 44 °C, des éléments se démultiplient en présence de sels biliaires et génèrent du gaz.

Les coliformes sont désignés comme « les marqueurs de la pollution fécale », leur détection dans une nourriture indique un danger d'existence de microbes pathogènes comme : *Escherichia coli* ou coliformes fécaux, les streptocoques fécaux et les *Clostridium sulfito-réducteurs*.

La détection des coliformes est un indicateur fréquemment employé dans le contrôle de la qualité sanitaire des denrées alimentaires (7).

***Escherichia coli* :**

C'est le germe le plus spécifique de toutes les bactéries de contamination fécale, sa présence dans un produit alimentaire laisse suspecter un éventuel Transfert de germes dangereux. Elle se caractérise des coliformes par sa Production de l'indole dans l'eau péptonée (7).

***Streptocoques fécaux* :**

Ce sont des bactéries Gram⁺ de la famille des *Lactobacillaceae*, généralement non mobiles.

Elles sont micro-aérophiles ou anaérobies et prennent une forme coccoïde. De plus, elles sont homofermentaires et appartiennent au groupe sérologique D selon Lance field. Elles résident dans le tractus gastro-intestinal des animaux à sang chaud. Se multiplie à une température de 45 °C et peut parfois être à l'origine d'intoxications alimentaires. Contamination fécale dans l'eau, une surabondance indique un problème d'hygiène lors de la production ou une mauvaise conservation (7).

***Clostridium sulfito-réducteurs* :**

Ces bacilles Gram⁺ sont des organismes mobiles qui sporulent, ils sont thermophiles et gazogènes. Ils se reproduisent sur des milieux courants, contaminant ainsi les produits alimentaires tels que l'eau et la viande, entre autres. Les clostridies sulfito-réducteurs possèdent une forte capacité de décomposition des sucres et des protéines, ce qui libère de l'acide butyrique ou de l'H₂S. On les appelle groupe des sulfito-réducteurs car ils ont la capacité de réduire le sulfite (7).

Tableau 6: Norme de qualités bactériologiques pour une eau gazeuse sucrée destinée à la consommation (6).

Germes recherchés	Microorganisme
Germes aérobies à 37°C/m	20
Germes aérobie à 22°C/ml	102
Coliformes totaux à 37°C/ml	Abs
Coliformes fécaux/ml	Abs
<i>Clostridium sulfito-réducteur</i> a 46°C/ ml	Abs
<i>Clostridium sulfito-réducteur</i> a 46°C/20ml	Abs
<i>Streptocoques</i> /50ml	Abs

1.3.2. Bactéries pathogènes :

Les sodas doivent être dépourvus de bactéries nocives comme *Salmonella* et *Staphylococcus aureus*. La présence de ces micro-organismes est formellement prohibée car elle pose un risque imminent pour la santé du consommateur. Il est donc essentiel que les produits alimentaires soient exempts de leur présence selon les normes microbiologiques (12).

Analeptiques des modifications organoleptiques .changements.

1.4. Les types d'altération des boissons :

1.4-1. Modification de l'aspect :

La manifestation d'une opalescence ou d'un trouble dans les boissons transparentes, par exemple : (présence de levures dans des boissons à base d'extraits telles que les levures ou bactéries lactiques dans les jus de fruits).

Création d'un anneau, particulièrement dans le cas des sirops, comme par exemple : levures osmo tolérantes.

Survenance de perturbations dans les boissons effervescentes (levures) au sein de boissons non gazeuses (levures ou moisissures ; acétobacter).

Accroissement de la viscosité et formation d'un gel : bactéries lactiques.

Réduction de la turbidité dans les boissons naturelles troubles : acteurs péctolytiques.

Éclaircissement des boissons contenant des colorants naturels : levures ou bactéries (7).

1-4-2-Modification de l'odeur et du goût :

- Réduction de la saveur (due aux levures).
- Arôme et saveur de la bière (levure).
- Saveur acide (provenant d'une bactérie lactique ou acétique).
- Arôme et saveur beurrée (bactéries lactiques).
- Odeur de moisissure (moisissures).

Analyses de bibliographie :

En 1972, Mrozek a mené une étude en inoculant de manière expérimentale des boissons avec des microorganismes dégradants afin de déterminer le seuil d'apparition des défauts pour différentes espèces, notamment dans le cas du goût fermenté produit par des levures. La limite est généralement fixée entre 50,000 et 100,000 micro-organismes **(7)**.

1.5. Influence du stockage sur la qualité:

Le stockage est une étape importante, très sensible et influente sur le produit final.

Plusieurs facteurs influent sur les boissons gazeuses : la température, la durée d'exposition et la lumière.

L'objectif de conservation des aliments la conservation est de maintenir leur qualité à son niveau initial aussi longtemps que possible. Maintenir la qualité des aliments à son niveau initial aussi longtemps que possible. Des changements ont été apportés entre le moment de leur production et celui de leur consommation. De nombreuses raisons expliquent cette altération, certaines pouvant être attribuées à des facteurs externes.

1.5.1. La température :

C'est un élément crucial, car il influence toutes les sources de dégradations **(13)**.

1.5.2. Lumière :

La lumière modifie la couleur et le goût du produit ; c'est donc un facteur qui les influence. Il est donc conservé dans des endroits frais et sombres **(5)**.

1.5.3. Durée :

La législation impose l'indication de la date limite de consommation (DLC) pour les articles où une croissance microbienne est envisageable, ainsi que la date limite d'utilisation optimale (DLUO) pour les produits durables dont les caractéristiques organoleptiques et nutritionnelles se détériorent avec un stockage prolongé **(13)**.

Chapitre 3 : Aspect microbiologique et Influence des conditions de stockage et d'emballage sur la qualité des boissons gazeuses

1.6. Effets des conditions de stockages sur la qualité de la boisson gazeuse :

1.6.1. Effets sur la qualité organoleptique :

Les principales caractéristiques associées à l'expression « qualité organoleptique » propriétés suivantes : aspect important (forme, couleur) de la vision. Avec goutte et odeur (5).

1.6.1.1.Changement de la couleur :

L'évolution de la qualité d'un aliment est fortement influencée par sa couleur. En réalité, la couleur est principalement associée à la présence de contaminants, à de mauvaises conditions de stockage et à une détérioration induite par des micro- organismes (5).

1.6.1.2.Changement de l'arôme :

Une caractéristique directement liée à la qualité des produits alimentaires et toute modification de ceux-ci peut entraîner une baisse de la valeur des aliments en raison du stockage excessif ou de procédés technologiques inappropriés (5).

1.6.1.3.Changement de la saveur :

Afin de satisfaire le consommateur, il est crucial que les gazeuses conservent leur sécurité caractéristique tout au long de la période de stockage (5).

1.6.2. Effets sur la qualité physicochimique :

1.6.2.1. Diminution du volume du CO₂ :

Lorsqu'on boit des gazeuses, le CO₂ stimule la langue ; cette réaction est particulièrement efficace lorsque l'eau est sous pression. Langue ; cette réaction fonctionne bien lorsque l'eau est sous pression. Le dioxyde peut atteindre une qualité de 8 g/l. La température augmente, la solubilité du CO₂ diminue, ce qui entraîne l'évaporation (5).

1.6.2.2.L'inversion du saccharose :

L'hydrolyse du saccharose en milieu aqueux sous l'action combinée de la température et de l'acidité donne le sucre inverti. Ainsi, le saccharose se trouve naturellement se retrouve dans plusieurs préparations alimentaires, comme les boissons. Préparations alimentaires, telles que les boissons (5).

1.6.3. Emballage :

Dans le secteur agroalimentaire, l'emballage prend une importance croissante, car il permet de préserver, de maintenir, de commercialiser le produit et d'informer le consommateur (13).

1.6.3.1. Fonction de l'emballage :

L'emballage d'un produit doit répondre à plusieurs exigences simultanément : assurer la préservation et l'intégrité du produit emballé, cette protection découlant des caractéristiques physiques et chimiques du contenu, notamment son étanchéité à l'eau ou aux gaz, ainsi que la compatibilité avec le contenant. Il agit donc comme une barrière **(13)**.

1.6.3.2. Choix d'un emballage adéquat :

Bien que l'innocuité de l'emballage pour les aliments puisse sembler une évidence, sa réalisation en pratique n'est pas toujours facile. En effet, l'emballage peut lui-même être une source de contamination et de problème de conservation. Par conséquent, le choix des matériaux d'emballage est devenu aussi crucial que celui des produits alimentaires pour les consommateurs lors de leur prise de décision d'achat **(13)**.

1.6.4. Effet sur la qualité microbiologique :

Les boissons récemment séparées peuvent être assez variées, mais dans les jours qui suivent la séparation, de nombreuses espèces de micro-organismes disparaissent en raison d'agents environnementaux sélectifs, tels qu'un pH bas et des concentrations élevées de CO₂ **(5)**.



Partie Expérimentale

Matériel et méthode

1. Cadre de l'étude :

La présente étude porte sur l'analyse physico-chimique et microbiologique des boissons gazeuses produites au sein de la SARL ESSALSABIL Bouglez. Elle s'inscrit dans une démarche d'évaluation de la qualité des produits finis ainsi que de vérification de leur conformité aux normes de qualité et de sécurité en vigueur, notamment dans différentes conditions de conservation après ouverture.

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées directement au niveau de l'unité de production de la SARL ESSALSABIL Bouglez, et ont concerné aussi bien l'eau utilisée comme matière première que les boissons gazeuses élaborées. Ces analyses ont permis d'évaluer les principaux paramètres influençant la qualité et la stabilité du produit.

Par ailleurs, les analyses microbiologiques ont été effectuées au laboratoire de microbiologie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Chadli Bendjedid d'El Tarf. Elles ont porté sur la recherche et le dénombrement de microorganismes indicateurs d'hygiène et de contamination, susceptibles d'être présents dans les échantillons étudiés.



Figure 9: Le laboratoire de contrôle de qualité de l'eau de source AIN BOUGLEZ (Abdou M, 2026).



Figure 10: Le laboratoire microbiologiques de la faculté de la science de la nature et de a vie (SNV) (Abdou M, 2026).

2. Présentation de l'entreprise :

SARL ESSALSABIL est une entreprise agroalimentaire créée le 25 décembre 2000 et située dans la commune de Bouteldja, wilaya d'El Tarf. Elle est spécialisée dans la production d'eau minérale, de boissons gazeuses et de jus de fruits. L'entreprise dispose d'installations modernes comprenant plusieurs lignes de production, des unités de stockage ainsi qu'une unité de traitement de l'eau garantissant la qualité des produits. Elle propose une gamme variée de produits destinée à satisfaire les consommateurs, incluant des jus de fruits (orange et cocktails de fruits) conditionnés en différents formats (1 L, 200 ml et 125 ml), des boissons gazeuses aux arômes variés (orange, pomme, ananas et sodas aromatisés), ainsi que de l'eau minérale disponible en plusieurs volumes (5 L, 1,5 L, 1 L et 0,5 L).



Figure 11: La localisation de l'usine SARL ESSALSABIL AIN BOUGLEZ (Google Maps) (22).

1. Les analyses physicochimiques de l'eau :

Les analyses physicochimiques de l'eau ont été réalisées au sein de **SARL ESSALSABIL AIN BOUGLEZ** afin d'évaluer la qualité de l'eau utilisée dans le processus de fabrication des boissons. Ces analyses ont permis de déterminer différents paramètres physicochimiques essentiels, tels que le pH, la conductivité, la turbidité ainsi que les paramètres minéraux, dans le but de vérifier leur conformité aux normes de qualité en vigueur.

1.1. Etalonnage :

Pour calculer le pH il faut passer à une étape très importante appelée étalonnage avec les solutions de tampons :

pH=7 ; pH= 10 ; pH=4

Voici comment préparer l'appareil.

Avant son utilisation, le pH-mètre doit, d'abord, être calibré comme suit :

- Allumez l'appareil.
- Laver l'électrode plusieurs fois avec de l'eau distillée.
- Calibrer l'appareil à l'aide d'une solution tampon avec un pH de 4 le dernier pH est de 9, en plongeant l'électrode dans la solution tampon.
- Placer la solution à calibrer dans une coupelle propre et tremper l'électrode dedans. La solution doit recouvrir la partie sphérique de l'électrode.
- Calibrer la température pour qu'elle soit égale à la température de la solution.
- Verser une quantité de l'échantillon d'eau « Ain Bouglez » dans un Becher et placer l'électrode du pH-mètre dedans.
- Attendre jusqu'à stabilisation de la valeur indiquée.

La valeur du pH de l'eau de source « Ain Bouglez » est, directement, lue sur l'écran du pH-mètre (pH = 6,9) **(8)**.



Figure 12: Les solutions tampon (Abdou M, 2026).

1.2. Le pH :

Le pH est un paramètre général mesuré par un pH-mètre de type AD 1030, comme pour la température.

Objectif : Calcule l'acidité de l'eau traitée.

Méthode :

- On prélève un échantillon d'eau traitée et on le place dans un bécher propre.
- On insère ensuite la sonde du pH-mètre dans le bécher.
- On attend alors le résultat de l'appareil **(8)**.



Figure 13: L'appareil de pH mètre (Abdou M ,2026).

1.3. La conductivité :

La conductivité électrique d'une solution est une méthode non spécifique. Elle traduit la capacité d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique. Elle est déterminée par l'ensemble des électrolytes que contient cette solution et traduit, ainsi, sa minéralisation totale et sa force ionique. La conductivité permet ainsi d'évaluer la quantité de substance minérale dissoute sous forme ionique (elle est globalement proportionnelle à la teneur en sels dissous, et donc c'est une méthode non spécifique) **(8)**.

Objectif :

Calculer la quantité de substances minérales dissoutes dans la solution et mesurer la capacité de l'eau à conduire l'électricité afin de déterminer sa qualité et sa composition **(8)**.

Méthode :

- On met l'appareil en marche.
- On rince la vis de l'appareil à l'eau distillée et on la sèche.
- On place un échantillon d'eau dans un bécher.
- On insère la vis de l'appareil dans le bécher contenant l'eau.
- On patiente quelques instants jusqu'à l'affichage du résultat **(8)**.

La conductivité électrique est mesurée en micro centimètres. Pour cette analyse, la température de l'eau doit être de 25 °C **(8)**.

Observation : Plus la concentration en sels minéraux de l'eau est élevée, plus sa conductivité électrique est élevée, et inversement ; plus la concentration en sels minéraux est faible, plus sa conductivité électrique est faible.

1.4. La turbidité :

La turbidité est un paramètre des plus importants pour la mesure de la qualité de l'eau. Ce paramètre permet de mesurer l'aspect trouble de l'eau, dû à la présence de particules en suspension dans cette dernière **(8)**.

Objectif :

Déterminer la quantité de particules en suspension dans l'eau, comme le sable, les microbes et les matières organiques... autrement dit, déterminer le niveau de clarté de l'eau.

Est de garantir la qualité et la clarté de l'eau.

Méthode :

- Allumez l'appareil (turbidimètre).
- Laissez-le reposer quelques minutes pour garantir des résultats précis.
- Placez l'échantillon dans le tube de l'appareil et remplissez-le jusqu'au repère.
- Assurez-vous qu'il n'y a pas de bulles d'air dans le tube. Essuyez soigneusement le tube avec un mouchoir en papier pour éviter que des gouttelettes d'eau n'affectent le résultat.
- Insérez l'échantillon dans l'appareil et refermez-le hermétiquement.
- Attendez ensuite le résultat **(8)**.



Figure 14: Détermination de la turbidité (Abdou M ,2026).

1.5. Les minéraux et leurs dérivés :

L'eau minérale que nous buvons renferme des sels minéraux et des oligo-éléments, dont la quantité varie en fonction du type de sol géologique où l'eau est extraite. Cela inclut, entre autres, le magnésium, le calcium, les bicarbonates, le fluor, le potassium, le sodium, les chlorures, les sulfates et les nitrates **(8)**.

1.5.1. Potassium (K⁺) :

Le potassium fait partie des électrolytes présents dans le corps, qui acquièrent une charge électrique lorsqu'ils sont dissous dans les fluides corporels comme le sang. Le bon fonctionnement des cellules, des muscles et des nerfs requiert la présence de potassium **(8)**.

Méthode de préparation :

- Placez 5,0 ml de la solution A dans un tube.
- Par la suite, incorporez 1,0 ml de l'échantillon (eau minérale).
- Secouez le tube pendant cinq minutes.
- Insérer le tube dans son emplacement prévu dans l'appareil (DR 3900).
- Consulter le résultat directement sur l'écran de l'appareil **(8)**.

1.5.2. Magnésium (Mg²⁺) :

Le magnésium est un minéral qui fournit de l'énergie. Étant donné que l'alimentation actuelle ne fournit pas toujours les apports quotidiens nécessaires, il est recommandé aux femmes enceintes ou aux athlètes de boire régulièrement de l'eau minérale riche en magnésium.



Figure 15: Le calcul des minéraux (Abdou M, 2026).

Méthode de préparation :

- Ajoutez 3 ml de la solution A dans un tube qui contient un réactif spécial à base de magnésium.
- Agiter le tube prendra 3 minutes.
- Puis, insérez ce tube dans l'appareil (DR 3900). Formation effectuée sur des données jusqu'en octobre 2023.
- Otez le tube de l'équipement.
- Incorporez, au sein du tube, 0.5 ml de l'échantillon (eau minérale) et agitez-le pendant une minute.
- Remettez le tube à sa place dans l'appareil.
- Le résultat apparaît sur l'écran de l'appareil et est lu immédiatement **(8)**.

1.5.3 .Les sulfates (SO_4^{2-}) :

Le soufre est un élément non métallique couramment employé dans le secteur industriel. Lorsque le soufre s'allie à l'oxygène, il crée l'ion sulfate (SO_4^{2-}) **(8)**.

Méthode de préparation :

Une cuve carrée doit être remplie avec l'échantillon (eau minérale), de 1 à la marque de 10 ml.

- Déplacer le contenu d'un sachet de réactif sulfaté dans le récipient et mélanger pour --obtenir une homogénéité.
- Cliquer sur l'icône de la minuterie.
- Cliquer sur le bouton OK. Un délai de réaction de cinq minutes va se déclencher.

- Évitez de secouer la cuve pendant cette durée.
- Préparez le blanc en remplissant un autre récipient carré de 1 litre jusqu'à la marque de 10 ml avec l'échantillon (eau minérale).
- Lorsqu'elle sonne, nettoyez et placez la cuve dans le compartiment approprié (d'abord le blanc, puis l'échantillon).
- Le résultat est affiché directement sur l'écran **(8)**.

1.5. 4. Les nitrates (NO_3^-) :

La concentration maximale autorisée de nitrates dans l'eau est de 50 mg/L. Certaines eaux minérales assurent une absence totale de nitrates **(8)**.

Méthode de préparation :

- On utilise des réactifs spécifiques.
- Ouvrir un tube contenant un réactif spécial au nitrate.
- Utilisez une pipette pour incorporer 2 ml de l'échantillon (eau minérale).
- Agitez le mélange durant 10 minutes.
- Insérez le tube dans son emplacement prévu dans l'appareil (DR 3900) et patientez.
- Consulter le résultat affiché sur l'écran de l'appareil **(8)**.

1.5.5. Calcium (Ca^{2+}) :

Le calcium est un élément chimique avec un symbole de Ca.

Le calcium est un constituant de l'os et joue un rôle dans la concentration musculaire **(8)**.

Méthode de préparation :

- Le calcium est un calcul.
- Nous diminuons la concentration de magnésium due à la chaleur.
- puis nous déterminons la quantité de calcium présente dans l'eau minérale **(8)**.

1.5.6. Les chlorures (Cl^-) :

Le chlore joue un rôle essentiel dans le maintien de l'équilibre hydrique de l'organisme et se trouve naturellement en petite quantité dans les eaux minérales (naturelles et de source) **(8)**.

Méthode de préparation :

- Dans un tube.
- Placer 10 ml d'échantillon et secouer le tube pendant 3 minutes.

- On met le tube dans la machine.
- On attendre les résultats **(8)**.

1.5.7. Le nitrite :

Méthode de préparation :

- En prendre un réactif spécial de nitrite.
- Avec une pipette, nous ajoutons 2ml d'échantillon.
- Renfermons le réactif.
- On secouer pendant 10 minute.
- Mettons le réactif dans l'appareil.
- Attendre le résultat **(8)**.



Figure 16: Spectromètre (Abdou M, 2026).

1.6. Les catégorisation des eaux selon leur pH :

$\text{PH} < 5$ indique une forte acidité due à la présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles.

Un $\text{pH} = 7$ correspond à un pH neutre.

Lorsque $7 < \text{pH} < 8$, il s'agit d'une neutralité approchée caractérisant la majorité des eaux de surface.

L'intervalle $5,5 < \text{pH} < 8$ correspond à la majorité des eaux souterraines. Enfin, un $\text{pH} = 8$ indique une alcalinité forte liée à une évaporation intense **(8)**.

2. Les analyses physicochimiques des boissons gazeuses :

Les analyses physicochimiques des boissons gazeuses ont été réalisées au sein de SARL ESSALSABIL AIN BOUGLEZ afin d'évaluer la qualité des produits fabriqués ainsi que leur conformité aux normes de qualité en vigueur. Ces analyses ont porté sur plusieurs paramètres physicochimiques essentiels, notamment le pH, le taux de Brix, l'acidité titrable, le taux de CO₂ ainsi que le volume des boissons. L'étude de ces paramètres permet de contrôler les caractéristiques physicochimiques des boissons gazeuses et d'assurer leur stabilité et leur qualité au cours des différentes conditions de conservation.

2.1. Etalonnage : La préparation de pH mètre avec les solutions tampons.

2.2. Le pH :

N'oublions pas étape de d'étalonnage avec les solutions tampon :

pH = 7 ; pH =4 ; pH=10

Principe : Mesures l'acidité ou la basicité d'une boisson gazeuses.

Méthode :

- On verse un échantillon de la boisson dans un bécher.
- On plonge un fil de pH mètres dans le bécher.
- On attend le résultat (5).



Figure 17: L'appareil de pH mètre (Abdou M, 2026).

2.3. Le volume :

Principe : Mesure le volume d'une solution présente dans la bouteille.

Méthode :

- Nous vidons le contenu de la bouteille dans éprouvette graduée.
- Puis nous répandons le résultat (5).



Figure 18: Une éprouvette graduée (Abdou M, 2026).

2.4. La pression (taux de CO₂) :

Principe : Mesure de la quantité de dioxyde de carbone présente dans la bouteille.

Méthode :

- Un appareil spécifique est utilisé pour contrôler la pression du CO₂ à l'intérieur des bouteilles fermées. Cet instrument comprend un corps principal, une partie mobile, un anneau en caoutchouc, une aiguille de perforation, un manomètre ainsi qu'un système d'étanchéité.

- Le manomètre est positionné verticalement sur le dessus de la bouteille, de manière à ce que l'anneau en caoutchouc et l'aiguille soient correctement fixés sur le bouchon. Lorsque le mécanisme d'étanchéité est actionné, l'aiguille pénètre à travers le bouchon jusqu'à l'espace situé au-dessus du liquide. À ce niveau, le manomètre permet de lire la pression du gaz contenu dans cet espace (5).



Figure 19:Taux de CO₂ (Abdou M, 2026).

2.5. Le taux de Brix :

Principe : Mesurer la quantité de sucre dissous dans l'eau.

Méthode :

- Il doit d'abord être étalonné avant utilisation. Cette opération consiste à déposer quelques gouttes de l'échantillon à analyser sur le prisme du réfractomètre.
- Le miroir joue un rôle de compensation de la déviation du faisceau lumineux. Ainsi, ce n'est pas l'intensité du flux lumineux qui reste constante, mais plutôt la position du miroir qui est ajustée et prise en compte pour déterminer la concentration de la substance étudiée.
- Le résultat est directement lu sur l'écran de l'appareil (32).



Figure 20: L'appareil de taux de Brix (Abdou, 2026).

2.6. Détermination de l'acidité titrable :

Principe : Détermination de la quantité d'acides présents dans une boisson par titrage.

Méthode :

- Le principe de la méthode repose sur un titrage de l'acidité de 10 ml de l'échantillon à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 0,1 N, en présence de phénolphthaléine à 1 % comme indicateur coloré. Le point d'équivalence est repéré par l'apparition d'une coloration rose pâle de la solution.
- L'acidité, correspondant à la teneur en acides de l'échantillon, est calculée en multipliant le volume de NaOH utilisé lors du titrage (volume relevé à la burette) par le coefficient de l'acide citrique, égal à 0,64 **(23)**.

3. Les analyses microbiologiques des boissons gazeuses :

Les analyses microbiologiques des boissons gazeuses ont été réalisées au laboratoire de microbiologie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de Université Chadli Bendjedid d'El Tarf dans le but de rechercher les micro-organismes potentiellement présents dans les boissons étudiées et d'évaluer leur qualité microbiologique.

Ces analyses ont été effectuées dans différentes conditions de conservation sur une durée de 15 jours, à l'aide de milieux de culture sélectifs et nutritifs, notamment le PCA (Plate Count Agar), le milieu MacConkey ainsi que le milieu Sabouraud. Ces milieux ont permis l'isolement et la mise en évidence des différents micro-organismes susceptibles d'être présents dans les boissons gazeuses, tels que les bactéries, les bactéries entériques ainsi que les levures et moisissures.

3.1. Échantillonnage :

L'étude a été réalisée sur trois échantillons dans différente condition :

Les échantillons sont :

Nous avons récupéré trois bouteilles de boisson gazeuse auprès de l'usine Ain Bouglaz, puis nous les avons placées dans différents environnements et sous différentes conditions.

- **La première bouteille:** que nous avons nommée « Usine » est restée intacte, telle que nous l'avons reçue pendant 15 jours.
- **La deuxième bouteille :** que nous avons nommée «température ambiante » a été ouverte et placée à température ambiante pendant 15 jours.

La troisième bouteille : que nous avons nommée « Ouverte et froide » a été ouverte et placée au réfrigérateur pendant 15 jours.



Figure 21: Les échantillons de l'étude (Abdou, 2026).

3.2. Préparation du milieu de culture :

3.2.1. Milieu de culture PCA :

Le principe :

La gélose PCA (Plate Count Agar) est un milieu recommandé pour le dénombrement standardisé des bactéries dans l'eau, les produits laitiers et les aliments, les produits.

La préparation du milieu de culture PCA (Plate Count Agar) consiste à mettre en suspension 11,23g de poudre déshydratée dans 500 ml d'eau distillée, porter à ébullition, puis stériliser à l'autoclave (121°C, 15 min). Ce milieu non sélectif, destiné au dénombrement bactérien, est utilisé ensemencé en masse ou en surface **(14)**.

Étapes de préparation du PCA :

- **Réhydratation** : Mettre en suspension 11,23 g de milieu déshydraté dans 500mL d'eau distillée ou déminéralisée.
- **Dissolution** : Porter à ébullition lentement, en agitant constamment jusqu'à dissolution complète, pendant au moins 1 minute.
- **Stérilisation** : Autoclaves à 121°C pendant 15 minutes.
- **Refroidissement** : Refroidir et maintenir le milieu en surfusion à

Avant de l'utiliser ou de le répartir en boîtes de Pétri.

- **Utilisation** : Le milieu est prêt à être ensemencé pour le dénombrement des germes aérobies **(14)**.

Consignes importantes :

- Le milieu se conserve au frais et doit être fondu avant usage si nécessaire.
- La gélose doit être coulée dans les boîtes de Pétri dans les 15 minutes suivant l'inoculation.
- La composition type inclut de la tryptone, de l'extrait de levure et du glucose **(14)**.

4.2.2. Milieu de culture Baird Parker :

Le principe :

La gélose Baird-Parker est recommandée pour la recherche et la numération des staphylocoques coagulase positive. Son utilisation est recommandée pour la recherche de *Staphylococcus aureus* dans les aliments.

La préparation du milieu Baird-Parker, utilisé pour le dénombrement de *Staphylococcus aureus*, consiste à dissoudre 29g de base déshydratée dans 475mL d'eau distillée, chauffer jusqu'à ébullition, puis stériliser à 121°C pendant 15min. Après refroidissement à 45 --47°C (15).

Étapes de Préparation (Base Déshydratée)

- **Dissolution** : Suspendre 29g de poudre dans 475mL d'eau distillée ou déminéralisée.
- **Chauffage** : Porter à ébullition sous agitation fréquente pendant 1 minute pour une dissolution complète.
- **Stérilisation** : Autoclaves à 121°C pendant 15 minutes.
- **Refroidissement** : Laisser refroidir le milieu au bain-marie à une température de 45_47°C.
- **Coulage** : Homogénéiser délicatement et répartir en boîtes de Pétri (15).

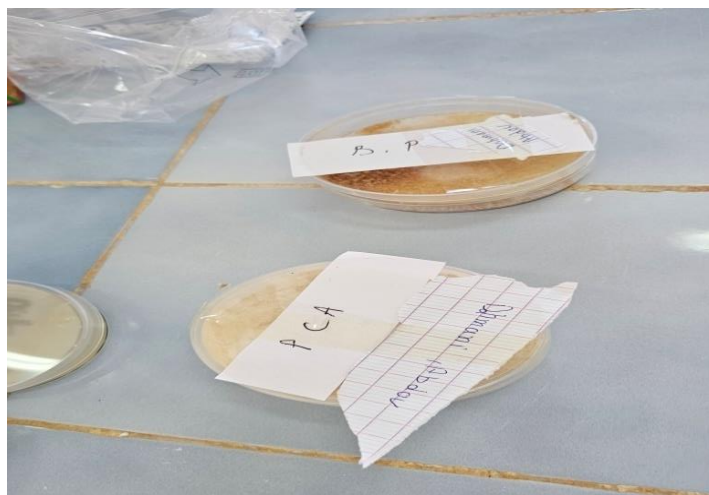


Figure 22: Les milieux de culture Baird Parker et PCA (Abdou M ,2026).

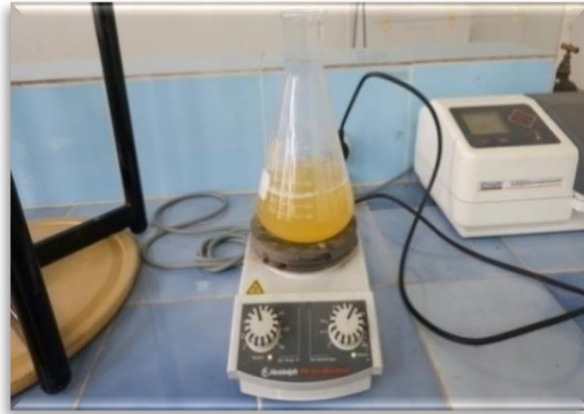


Figure 23: La préparation de milieu de culture PCA (Abdou ,2026).

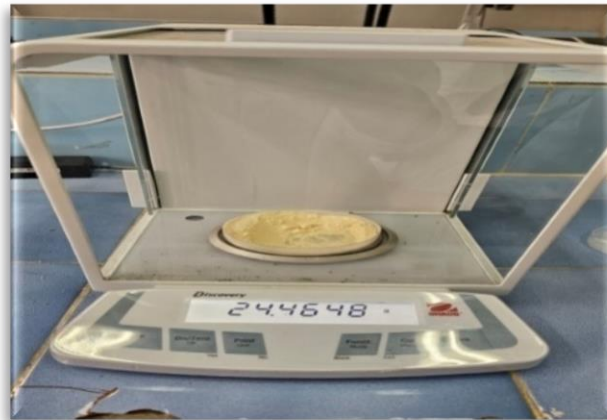


Figure 24: Peser le milieu de culture PCA à l'aide de balance électrique (Abdou M ,2026).



Figure 25: Les flacons du milieu de culture Baird Parker (Abdou M, 2026).

3.2.3. Milieu de culture MacConkey :

Le principe :

Le milieu de MacConkey + Cristal Violet est utilisé pour isoler et dénombrer les Entérobactéries. Il est particulièrement adapté pour l'isolement des *Salmonella*, *Shigella* et *Escherichia coli* entéropathogènes.

La préparation de la gélose MaConkey, milieu sélectif et différentiel pour entérobactéries, implique la réhydratation de 51,5g de poudre dans 1 L d'eau distillée, suivie d'une ébullition pour dissolution, d'une stérilisation à l'autoclave 121°C pendant 15 min puis d'une coulée en boîtes après refroidissement à 45 _50°C (16).

Étapes détaillées de préparation :

- **Réhydratation** : Suspendre 51,5g de poudre de gélose MacConkey déshydratée dans 1 litre d'eau distillée ou déminéralisée.
- **Dissolution** : Mélanger soigneusement et porter à ébullition pour assurer la dissolution complète des composants (peptones, sels biliaires, lactose, rouge neutre, cristal violet, agar).
- **Stérilisation** : Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes.
- **Refroidissement et Coulée** : Laisser refroidir le milieu dans un bain-marie à 45_50°C avant de le répartir dans des boîtes de Pétri stériles.
- **Conservation** : Une fois solidifiées, les boîtes se conservent à l'obscurité entre 2_8 °C (16).



Figure 26: Le milieu de culture MacConkey (Abdou M ,2026).

3.2.4. Milieu de culture Sabouraud :

Le principe :

La gélose de Sabouraud Dextrose (SDA) est un milieu classique permettant la culture, le dénombrement et l'identification des levures et des moisissures pour le contrôle de stérilité des produits.

La préparation de la gélose de Sabouraud, milieu classique pour la mycologie, consiste généralement à mettre en suspension 62_65,5g de poudre déshydratée dans 1 litre d'eau distillée, porter à ébullition, puis autoclaves à 121°C pendant 15-20 minutes. Des antibiotiques (chloramphénicol) peuvent être ajoutés pour la sélectivité **(17)**.

Étapes de préparation du milieu Sabouraud :

- **Réhydratation** : Suspendre la quantité de poudre indiquée par le fabricant (souvent 65,5 g/L pour le Sabouraud-Chloramphénicol) dans de l'eau distillée ou déminéralisée.
- **Dissolution** : Chauffer doucement en agitant fréquemment jusqu'à ébullition pour une dissolution complète.
- **Stérilisation** : Autoclaves à 121°C pendant 15_20 minutes.
- **Répartition** : Laisser refroidir le milieu vers 45_50 °C avant de le répartir en boîtes de Pétri ou en tubes **(17)**.

Conservation :

- Le milieu déshydraté se conserve dans un endroit sec à une température de 15_25°C.
- Le milieu préparé (en boîtes ou tubes) se conserve au réfrigérateur entre 2_8°C **(17)**.



Figure 27: Une étuve de l'incubation (Abdou M, 2026).



Figure 28: Autoclave (Abdou M, 2026).

3.3. Préparation de la série de dilution :

On utilise un mélange d'un volume déterminé de la suspension mère avec un volume correspondant à neuf (13) fois le volume extrait de la suspension mère pour préparer des suspensions ou des solutions. Cette procédure est effectuée pour chaque dilution préparée jusqu'à obtenir une série de dilutions décimales convenables pour l'inoculation des milieux de culture (28).

La méthode de préparation :

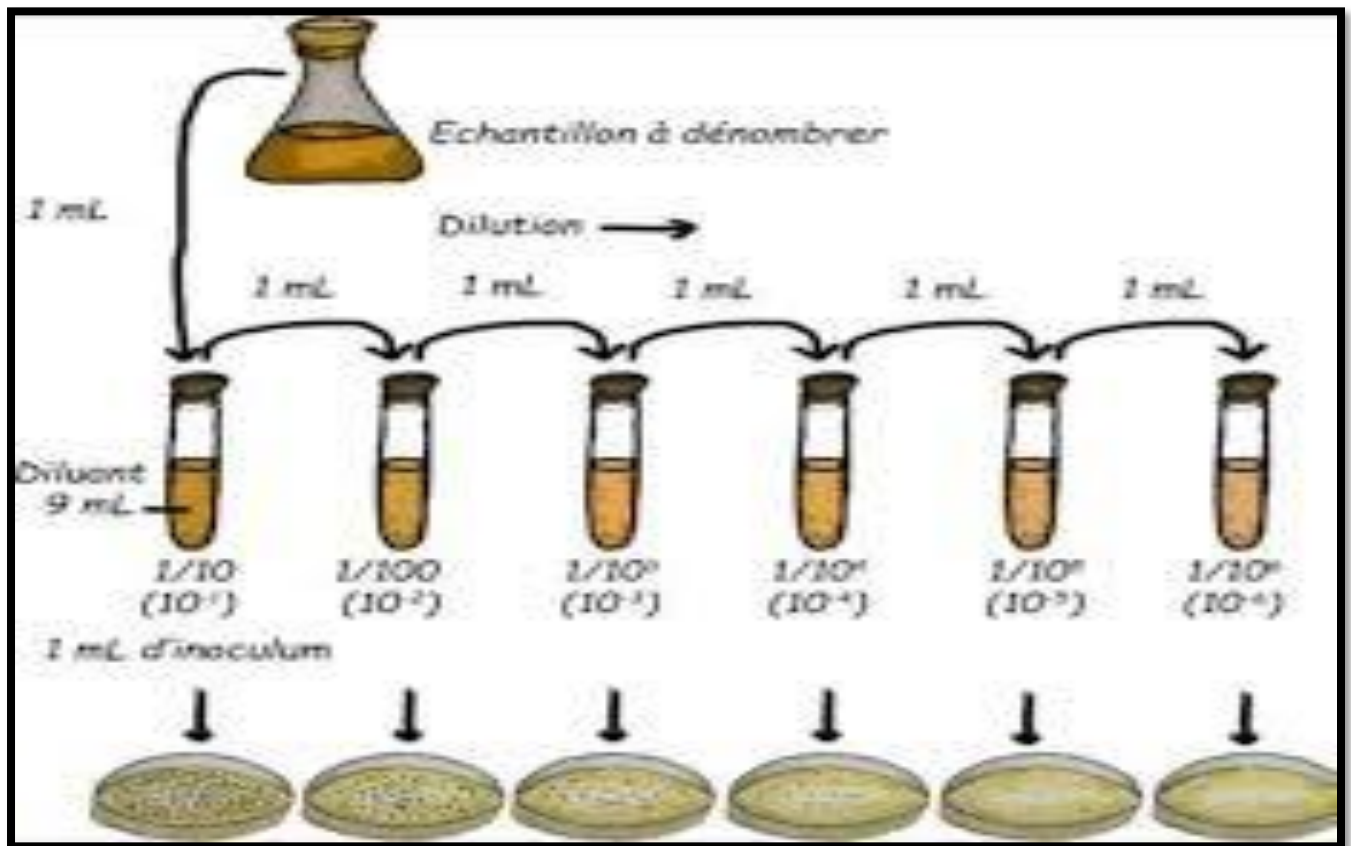


Figure 29: Schéma explicatif de la série de dilution des boissons gazeuses (31).

Nous divisons la série de dilutions en trois selon l'échantillon étudiés.

Série:

Les échantillons (usine), (Température ambiante), (ouvert réfrigère):

- Nous utilisons quatre tubes à essai dans chaque échantillon.
- Nous remplissons le premier tube (suspension mère) avec 9 ml des échantillons.
- Nous remplissons le deuxième tube avec 9 ml d'eau distillée (10⁻¹).
- Nous remplissons le troisième tube avec 9 ml d'eau distillée (10⁻²).
- Nous remplissons le quatrième tube avec 9 ml d'eau distillée (10⁻³).

Après avoir rempli les tubes à essai avec de l'eau distillée,

À l'aide d'une pipette graduée de 1ml.

- Prélevez 1 ml de la suspension mère et versez-le dans le tube à essai (10^{-1}).
- Ensuite, prélevez 1 ml de la solution diluée (10^{-1}) et versez-le dans le tube à essai (10^{-2}).
- Enfin, prélevez 1 ml de la solution diluée (10^{-2}) et versez-le dans le tube à essai (10^{-3}).

À l'aide d'une pipette graduée de 1 ml :

- 1 ml de la solution mère est transféré dans le tube (10^{-1}).
- Ensuite, 1 ml de la dilution (10^{-1}) est transféré dans le tube (10^{-2}).
- Enfin, 1 ml de la dilution (10^{-2}) est transféré dans le tube (10^{-3}).



Figure 30: La série de dilution de l'échantillon étudié (Abdou M ,2026).

3.3.1. Dénombrement de la flore mésophiles aérobies totale Milieu de culture (PCA) :

Incubation: 30–37°C pendant 24–48 h.

Objectif : Mesurer la charge microbienne globale (14).

3.3.1.1. Ensemencement :

- Préparer des dilutions décimales de l'échantillon (10^{-1} à 10^{-3}).
- Prélever 1ml de chaque dilution.
- Verser dans une boîte de Pétri vide.
- Ajouter 15ml de PCA fondu ($\approx 45^{\circ}\text{C}$).
- Homogénéiser et laisser solidifier (14).

3.3.1.2. Incubation : Incuber à 30°C pendant 72 h (14).

3.3.2. Recherche des coliformes totaux:

Milieu : MacConkey ou VRBL.

Température :

- 37°C → coliformes totaux.
- 44°C → coliformes fécaux **(16)**.

3.3. 2.1. Ensemencement :

- Ensemencer 1 ml de dilution dans boîte stérile.
- Ajouter 15ml MacConkey.
- Ajouter une deuxième couche (double couche).
- Homogénéiser et laisser solidifier **(16)**.

3.3.2.2. Incubation : Incuber à 37°C pendant 24 h.

Compter les colonies rouges entourées d'un halo Pour coliformes fécaux : incubation à 44° **(16)**.

3.3.3. Recherche des levures et moisissures :

Milieu : Sabouraud ou PDA.

Incubation : 25–30°C pendant 3 à 5 jours.

- Très important pour les boissons gazeuses car :
- Sucre élevé → favorise leur développement.
- Responsables d'altération **(13)**.

3.3.3.1.1. Ensemencement :

- Ensemencer en surface 1 ml de dilution.
- Ajouter 15ml de Sabouraud.
- Homogénéiser et laisser solidifier **(17)**.

3.3.3.2. Incubation : Incuber à 25–28°C pendant 3 à 5 jours **(17)**.

3.3.4. Isolement des *Staphylococcus aureus* (Baird Parker) :

3.3.4.1. Ensemencement :

- Préparer dilutions si nécessaire.
- Ensemencer en surface 1 ml de dilution.
- Ajouter 15ml de Baird Parker.
- Homogénéiser et laisser solidifier **(15)**.

3.3.4.2. Incubation : Incuber à 37°C / 24–48 h (15).



Figure 31: Les boîte de pétri après l’ensemencement (Abdou M, 2026).

Résultats et discussions :

1. Les résultats physicochimiques de l'eau :

Des analyses physicochimiques de l'eau ont été réalisées au sein de l'usine SARL ESSALSABIL AIN BOUGLEZ afin d'évaluer la qualité de l'eau. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 7: Les résultats physicochimiques de l'eau (Abdou M, 2026).

Détermination	Résultats	Norme
Turbidité	0,56 (NTU)	<2
Ph	6,89	6,5 _9
Conductivité	158,7 μ S/cm	<200
Sulfate	6,44 (mg /L)	<400
Calcium	4,7 (mg /L)	<200
Magnésium	4,1 (mg /L)	<150
Sodium	28,5 (mg /L)	<200
Potassium	1 (mg /L)	<20
Nitrate	5,36 (mg /L)	<50
Nitrite	0,000 (mg /L)	<0,1
Chlorure	27,72 (mg /L)	<500

Les résultats obtenus montrent que l'ensemble des paramètres physicochimiques analysés respecte les normes de potabilité, ce qui indique une eau de bonne qualité destinée à l'industrie des boissons gazeuses. Cette conformité traduit également l'efficacité des traitements appliqués avant l'utilisation de l'eau dans le procédé de fabrication.

1.1. Etalonnage : Préparation de l'appareil de pH mètre avec les solutions tampon

1.2. PH :

Le pH enregistré est de 6,89, une valeur conforme à la norme (6,5–9). Cette légère acidité proche de la neutralité favorise la stabilité chimique de l'eau et limite les risques de corrosion des équipements industriels.

La valeur du pH obtenue est conforme aux recommandations de l'OMS, qui préconise un pH compris entre 6,5 et 8,5 pour les eaux destinées à la consommation humaine **(33)**.

Des valeurs proches ont été observées par Messaoudi et Benammar (2020), avec des pH variant entre 7,7 et 7,83 dans les eaux filtrées de la région d'El-Oued **(19)**.

De même, Mountaka et collaborateurs (2019) ont signalé des valeurs comprises entre 7,6 et 8,4 dans différentes eaux minérales algériennes **(20)**.



Figure 32: Résultats physicochimiques de pH (Abdou M ,2026).

1.3. Conductivité électrique :

La conductivité obtenue est de 158,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$, inférieure à la norme fixée à 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Cette faible valeur traduit une minéralisation modérée de l'eau et une faible concentration en sels dissous.

La conductivité électrique obtenue ($< 200 \mu\text{S/cm}$) est largement inférieure à la valeur limite fixée par le Journal Officiel Algérien ($2800 \mu\text{S/cm}$ à 20°C), ce qui indique une faible minéralisation de l'eau.

Des résultats comparables ont été rapportés dans l'étude de Kaddour et Khaldi (2021), où certaines eaux présentaient des conductivités comprises entre $85,05$ et $245,74 \mu\text{S/cm}$ **(18)**.

Par ailleurs, Messaoudi et Benammar (2020) ont trouvé une conductivité de $247 \mu\text{S/cm}$ pour les eaux filtrées d'El-Oued **(19)**.

1.4. Turbidité :

La turbidité mesurée est de $0,56 \text{ NTU}$, une valeur largement inférieure à la norme recommandée ($<2 \text{ NTU}$). Cette faible turbidité indique une eau claire contenant une très faible quantité de matières en suspension. Une eau peu trouble est essentielle dans l'industrie des boissons gazeuses afin d'éviter toute altération de l'aspect visuel du produit final.

L'OMS recommande une turbidité inférieure à ($<5 \text{ NTU}$) pour les eaux destinées à la consommation humaine, cette valeur étant considérée comme un indicateur d'une bonne qualité physique de l'eau.

Des résultats similaires ont été rapportés par Kaddour et Khaldi (2021), qui ont obtenu des valeurs comprises entre ($0,19$ et $0,83 \text{ NTU}$) dans des eaux potables analysées à El-Oued **(18)**.

Une autre étude réalisée sur des eaux minérales commercialisées en Algérie a montré des valeurs variant entre ($0,15$ et $1,01 \text{ NTU}$), confirmant également une bonne qualité physique des eaux étudiées.

1.5. Les minéraux :

1.5.1. Potassium (K^+) :

La concentration en potassium est de 1 mg/L , une valeur très faible et conforme à la norme ($<20 \text{ mg/L}$). Le potassium est généralement présent à faibles concentrations dans les eaux destinées à la consommation.

Des résultats similaires ont été rapportés dans les études sur les eaux de forage et les eaux minérales algériennes.

1.5.2. Magnésium (Mg^{2+}) :

La concentration en magnésium est de $4,1 \text{ mg/L}$, inférieure à la norme ($<150 \text{ mg/L}$). Cette faible minéralisation confirme la bonne qualité chimique de l'eau.

Des valeurs plus élevées ont été obtenues par Messaoudi et Benammar (2020), avec des concentrations comprises entre $14,58$ et $29,26 \text{ mg/L}$ **(19)**.

Kaddour et Khaldi (2021) ont également rapporté des valeurs allant jusqu'à 111,8 mg/L **(18)**.

1.5.3. Sulfates (SO_4^{2-}) :

La concentration en sulfates est de 6,44 mg/L, très inférieure à la norme maximale (<400 mg/L). Cette faible teneur est favorable car des concentrations élevées en sulfates peuvent modifier le goût de l'eau et provoquer des effets laxatifs.

La teneur en sulfates est conforme à la valeur guide de l'OMS (250 mg/L), indiquant l'absence d'un excès de sels sulfatés.

Des travaux sur les eaux minérales algériennes ont également montré des teneurs faibles à modérées en sulfates conformes aux normes de potabilité.

1.5.4. Nitrates (NO_3^-) :

La teneur en nitrates est de 5,36 mg/L, bien inférieure à la norme (<50 mg/L). Cette faible concentration traduit l'absence de contamination importante par les rejets agricoles ou organiques.

Des résultats similaires ont été rapportés dans plusieurs études algériennes, avec des concentrations nulles ou très faibles comprises entre 18,04 et 28,78 mg/L.



Figure 33: Le résultat physicochimique de nitrates et nitrite (Abdou M, 2026).

1.5.5. Calcium (Ca^{2+}) :

La teneur en calcium est de 4,7 mg/L, une valeur très faible par rapport à la limite admissible (<200 mg/L). Cela indique une eau faiblement calcaire, réduisant ainsi les risques d'entartrage des installations industrielles.

Dans l'étude de Messaoudi et Benammar (2020), les teneurs en calcium variaient entre 52 et 63,07 mg/L **(19)**.

En revanche, Kaddour et Khaldi (2021) ont enregistré dans certaines zones des valeurs supérieures à 200 mg/L, dépassant les normes algériennes **(18)**.

1.5.6. Chlorures (Cl-) :

La concentration en chlorures est de 27,72 mg/L, très inférieure à la norme (<500 mg/L). Cette faible teneur évite tout goût salé indésirable et confirme une faible salinité de l'eau.

Des valeurs proches ont été observées par Messaoudi et Benammar (2020), avec environ 74 mg/L **(19)**.

La concentration en chlorures est inférieure à la valeur recommandée par l'OMS (250 mg/L), traduisant une faible salinité de l'eau.

Cependant, certaines études menées à El-Oued ont révélé des concentrations beaucoup plus élevées atteignant 663 à 848 mg/L, dépassant les normes algériennes.

1.5.7. Nitrite :

Les nitrites sont absents (0,000 mg/L), ce qui représente un excellent indicateur sanitaire. Les nitrites étant des composés toxiques issus d'une pollution récente, leur absence confirme la bonne qualité de l'eau.

La teneur en nitrites respecte la valeur guide de l'OMS (0,2 mg/L), ce qui témoigne d'une bonne qualité sanitaire de l'eau.

Des résultats similaires ont été rapportés dans plusieurs études algériennes, avec des concentrations nulles ou très faibles.

1.5.8. Sodium :

La teneur en sodium est de 28,5 mg/L, largement inférieure à la norme (<200 mg/L). Cette valeur reste acceptable et n'affecte ni le goût ni la qualité sanitaire de l'eau.

Des études sur les eaux minérales commercialisées en Algérie ont également montré des teneurs variables mais conformes aux normes.

L'ensemble des résultats obtenus montre que l'eau analysée présente une excellente qualité physico-chimique et respecte les normes de potabilité. La faible turbidité, la conductivité modérée ainsi que les faibles concentrations en sels minéraux et en composés azotés indiquent une eau faiblement minéralisée, adaptée à l'industrie des boissons gazeuses et sans risque sanitaire pour le consommateur.

2. Les résultats physicochimiques des boissons gazeuses :

Des analyses physico-chimiques des boissons gazeuses ont été réalisées au sein de l'usine SARL ESSALSABIL AIN BOUGLEZ afin d'évaluer la qualité des produits. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 8: Les résultats d des paramètres physicochimiques des boissons gazeuses (Abdou M, 2026).

Détermination	Résultats	Norme
PH	2,9	2,5_3,5
Volume	5%	4_5%
CO ₂	7,9	6_8,5
Taux de Brix %	10,5	10,3_10,6
Acidité titrable	0,25	0,12_0,32

Les résultats obtenus pour la boisson gazeuse analysée montrent que tous les paramètres physico-chimiques sont conformes aux normes recommandées pour ce type de produit. Cette conformité reflète une bonne maîtrise des conditions de fabrication ainsi qu'une stabilité satisfaisante du produit final.

2.1. Etalonnage : préparation de l'appareil avec les solutions tampons.

2.2. PH :

Le pH mesuré est de 2,9, une valeur comprise dans l'intervalle recommandé (2,5–3,5). Ce caractère acide est typique des boissons gazeuses en raison de la présence de dioxyde de carbone et d'acides alimentaires tels que l'acide citrique ou phosphorique. Un pH faible contribue à la stabilité microbiologique du produit en limitant le développement des microorganismes.

Des valeurs similaires ont été rapportées par World Health Organizations dans plusieurs études sur les boissons rafraîchissantes, où le pH variait généralement entre 2,5 et 3,3 pour les sodas commercialisés (30).

2.3. Volume :

Le volume gazeux obtenu est de 5 %, une valeur conforme à la norme (4–5 %). Cette teneur correcte en gaz carbonique confère à la boisson son effet pétillant caractéristique et améliore la sensation de fraîcheur recherchée par le consommateur.

Des résultats comparables ont été obtenus par Bendaoud et collaborateurs (2019), qui ont observé des teneurs en CO₂ variant entre 4,2 et 5 % dans plusieurs boissons gazeuses algériennes (24).

Selon les travaux publiés par Food and Agriculture Organization, les boissons gazeuses commerciales présentent généralement des volumes de CO₂ compris entre 3,5 et 5 % (25).

2.4. Taux de CO₂ :

La teneur en CO₂ mesurée est de 7,9, conforme à la norme fixée entre 6 et 8,5. Cette concentration indique une carbonatation adéquate, essentielle pour garantir la qualité organoleptique et la conservation de la boisson.

Des études menées sur des sodas commercialisés en Afrique du Nord ont montré des teneurs comprises entre 6,8 et 8,1, très proches du résultat obtenu dans cette analyse (26).

2.5. Taux de Brix :

Le taux de Brix obtenu est de 10,5 %, ce qui correspond parfaitement à l'intervalle normatif (10,3–10,6 %). Ce paramètre représente principalement la teneur en sucres dissous et influence directement la saveur et la valeur énergétique de la boisson.

Des valeurs similaires ont été rapportées par Raji et al. (2018), qui ont trouvé des degrés Brix variant entre 10 et 11 % dans plusieurs boissons gazeuses industrielles (27).

Par ailleurs, une étude publiée dans le Journal of Food Science a indiqué que la majorité des boissons gazeuses commerciales présentent un taux de Brix proche de 10,5 % (28).

2.6. Acidité titrable :

L'acidité titrable enregistrée est de 0,25, une valeur située dans la plage normale (0,12–0,32). Cette acidité est principalement liée à la présence des acides organiques ajoutés lors de la formulation de la boisson. Elle joue un rôle important dans la saveur, la stabilité chimique et la conservation du produit.

Des résultats proches ont été obtenus par Raji et al. (2018), avec des acidités titrables variant entre 0,20 et 0,31 dans différentes boissons gazeuses analysées (27).

Selon Codex Alimentarius, les boissons gazeuses doivent présenter une acidité modérée afin d'assurer un équilibre entre stabilité microbiologique et acceptabilité sensorielle (29).

Partie Expérimentale

Les résultats obtenus démontrent que la boisson gazeuse analysée possède des caractéristiques physico-chimiques conformes aux normes de qualité. Le pH acide, la teneur correcte en CO₂, le taux de Brix équilibré ainsi que l'acidité titrable modérée assurent la stabilité microbiologique, la conservation et les qualités organoleptiques du produit. Ces paramètres témoignent d'une bonne maîtrise du procédé technologique de fabrication des boissons gazeuses.

L'image ci-dessous présente les résultats des analyses physicochimiques réalisées dans laboratoires de l'industrie SARL ESSALSABIL AIN BOUGLEZ.

Catégorie d'échantillon : **BOISSON GAZEUSE**
Prélèvement: Zone de production.
Nom du produit : **AIN BOUGLEZ BOISSON GAZEUSE AROMATISEE A L'EAU DE SOURCE Goût Ananas**
Date de F : 05/02/2026. E : 04/11/26 lot 001 AN.
Emballage : 01 litre.
Date de réception au laboratoire : 05/02/2026.
Date d'analyse : 05/02/2026.

Nom/prénom ou raison sociale : SARL ESSALSABIL AIN BOUGLEZ RC : 008-0064044-36/00 NIF : 00003600640485 ART : 36080928001. Adresse : BOUTHELDJA EL TAREF				Prélèvement effectué par : SARL ESSALSABIL AIN BOUGLEZ Prélèvement reçu au laboratoire : 05/02/2026	
Détermination	Unité	méthodes	Normes	Les résultats des tests	
PH	Potentiel d'Hydrogène	NF V05-108	2.5 – 3.5	2.9	
CO2	g/l	Zahm	6 - 8.5	7.9	
Taux de BRIX %	%	Réfractomètre	10.3 – 10.6	10.5	
Couleur	/	Examen visuel	/	Blanche	
Gout	/	Dégustation	/	Ananas	
Contenance	L	Volumétrie	1 litre	1 L	
CONCLUSION		Produit conforme , il ne présente aucun dépassement pour les paramètres analysés .			

Bulletin établi le : 12/02/2026.
NB : Le présent bulletin ne concerne que les échantillons prélever.

Le Directeur du laboratoire

Figure 35: Bulletin d'analyses physicochimiques des boissons gazeuses de l'entreprise Ain Bouglez (Abdou M, 2026).

3. Les résultats des analyses microbiologiques des boissons gazeuses dans différente condition.

Les analyses microbiologiques des boissons gazeuses ont été réalisées afin d'évaluer la qualité hygiénique et la stabilité microbiologique du produit dans différentes conditions de conservation (sortie d'usine, température ambiante et après ouverture avec réfrigération). Les milieux de culture utilisés étaient le PCA pour la flore aérobie mésophile totale, le milieu MacConkey pour la recherche des coliformes totaux et fécaux, et le milieu Sabouroud pour les levures et moisissures et Baird Parker pour les *Staphylococcus aureus*.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 9: les résultats microbiologiques des boissons gazeuses qui représentent l'échantillon usine (Abdou M, 2026).

Milieu	Echantillon	Dilution	Résultats
PCA	Usine	S. M	conforme
		10 ⁻¹	conforme
		10 ⁻²	conforme
		10 ⁻³	conforme
MacConkey	Usine	S. M	conforme
		10 ⁻¹	conforme
		10 ⁻²	conforme
		10 ⁻³	conforme
Sabouraud	Usine	S. M	conforme
		10 ⁻¹	conforme
		10 ⁻²	conforme
		10 ⁻³	conforme
Baird Parker	Usine	S. M	conforme
		10 ⁻¹	conforme
		10 ⁻²	conforme
		10 ⁻³	conforme

Échantillon « Usine »

Les résultats microbiologiques de l'échantillon prélevé directement à la sortie de production montrent une absence totale de croissance microbienne sur l'ensemble des milieux de culture utilisés, à savoir le PCA (Plate Count Agar), le milieu MacConkey, le milieu Sabouraud ainsi que le milieu Baird-Parker, après ensemencement en profondeur. Aucun développement de colonies n'a été observé dans les boîtes de Pétri, ce qui indique une absence de flore aérobie mésophile, de coliformes totaux, ainsi que de levures, moisissures et staphylocoques pathogènes.

Cette absence totale de micro-organismes traduit une excellente qualité microbiologique du produit analysé. Elle reflète l'efficacité des procédés de fabrication, ainsi que le respect strict

Partie Expérimentale

des règles d'hygiène, des bonnes pratiques de production et des conditions de désinfection appliquées tout au long de la chaîne de production, limitant ainsi toute possibilité de contamination d'origine environnementale ou technologique.

Selon le Codex Alimentarius (FAO/OMS), un produit fermé et non ouvert doit présenter une stabilité microbiologique garantie et être exempt de micro-organismes pathogènes. Cette conformité est assurée par l'intégrité de l'emballage, qui constitue une barrière efficace contre toute contamination externe, permettant ainsi de préserver la qualité sanitaire du produit jusqu'à sa date limite de consommation.

Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par wassila (2019), qui a montré que les boissons gazeuses correctement conditionnées et non contaminées présentent généralement

une absence de micro-organismes cultivables, notamment les coliformes et les levures/moisissures. Cette stabilité microbiologique s'explique par le pH acide du produit, la présence de CO₂ ainsi que les conditions de fabrication et de conditionnement, qui constituent des facteurs défavorables au développement microbien.

De même, Raji et al. (2018) ont rapporté des résultats similaires sur des boissons gazeuses issues de circuits industriels, confirmant que les produits directement issus des unités de production présentent une stabilité microbiologique élevée et respectent les normes d'hygiène et de sécurité alimentaire (27).

Ainsi, les résultats obtenus dans la présente étude sont parfaitement concordants avec la littérature scientifique, confirmant l'absence totale de contamination microbiologique dans l'échantillon analysé.

En conclusion, l'absence totale de croissance microbienne sur l'ensemble des milieux de culture confirme la bonne qualité microbiologique du produit et sa conformité aux exigences sanitaires en vigueur, attestant ainsi l'efficacité des conditions de production et d'hygiène.

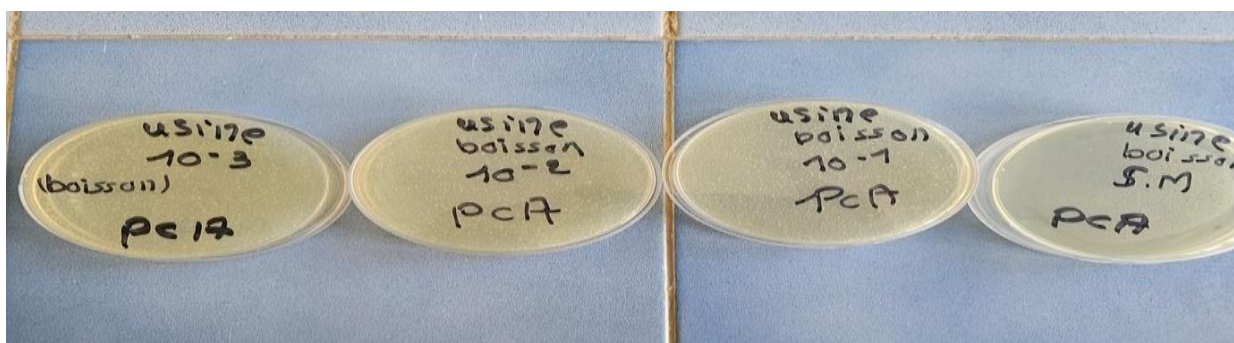


Figure 36:Le résultat de l'échantillon usine (Abdou M, 2026).

Tableau 10: Les résultats microbiologiques de l'échantillon température ambiante (Abdou M, 2026).

Milieu	Echantillon	Dilution	Résultats
PCA	Température ambiante	S. M	Présence non conforme
		10^{-1}	Présence non conforme
		10^{-2}	Présence non conforme
		10^{-3}	Présence non conforme
MacConkey	Température ambiante	S. M	Conforme
		10^{-1}	Conforme
		10^{-2}	Conforme
		10^{-3}	Conforme
Sabouraud	Température ambiante	S. M	Conforme
		10^{-1}	Conforme
		10^{-2}	Conforme
		10^{-3}	Conforme
Baird Parker	Température ambiante	S. M	Conforme
		10^{-1}	Conforme
		10^{-2}	Conforme
		10^{-3}	Conforme

Échantillon « température ambiante » :

L'échantillon conservé à température ambiante après ouverture a été analysé dans les mêmes conditions microbiologiques afin d'évaluer l'effet des conditions de stockage sur la qualité microbiologique des boissons gazeuses.

Les résultats obtenus après ensemencement en profondeur sur le milieu PCA montrent présence des colonies dans la solution mère (3 UFC). alors qu'une croissance importante a été observée dans les dilutions (10^{-1} , 10^{-2} et 10^{-3}). Ce profil ne correspond pas à la logique attendue du dénombrement microbiologique, où le nombre de colonies doit normalement diminuer avec l'augmentation du facteur de dilution.

Selon le Codex Alimentarius (FAO/OMS), à température ambiante après ouverture, les conditions peuvent favoriser la croissance et la multiplication des micro-organismes en fonction du temps et des conditions d'hygiène.

Une telle anomalie n'a pas été rapportée par Wassila (2019), qui a montré une stabilité microbiologique des boissons gazeuses à température ambiante, avec une charge microbienne très faible et une absence de variations significatives des résultats lors du stockage. Des

Partie Expérimentale

résultats similaires ont été observés, confirmant la cohérence des dénombrements microbiologiques dans des conditions maîtrisées.

Des observations similaires ont également été décrites par Raji et al. (2018), où les auteurs ont signalé une diminution progressive du nombre de colonies en fonction des dilutions successives, conformément au principe du dénombrement microbiologique.

Dans le cadre de cette étude, cette différence peut être liée à des facteurs méthodologiques susceptibles d'influencer le résultat, notamment :

- une imprécision lors de la réalisation des dilutions en série,
- une hétérogénéité de l'échantillon avant ensemencement,
- ou une contamination accidentelle lors des manipulations au laboratoire.

Par conséquent, les résultats obtenus sur PCA pour cet échantillon doivent être interprétés avec prudence et ne permettent pas une quantification fiable de la charge microbienne.

Cependant, les résultats obtenus sur les milieux MacConkey, Sabouraud et Baird Parker sont restés négatifs, indiquant l'absence de coliformes, de levures et de moisissures et staphylocoques pathogènes. Ces résultats sont cohérents avec les caractéristiques microbiologiques des boissons gazeuses, notamment leur pH acide, la présence de CO₂ dissous et leur teneur en sucres, qui limitent le développement des microorganismes.



Figure 37: Les résultats de l'échantillon température ambiante (Abdou M, 2026).

Tableau 11: Les résultats microbiologiques qui représentent l'échantillon ouvert réfrigéré (Abdou M, 2026).

Milieu	Echantillon	Dilution	Résultats
PCA	Ouvert réfrigéré	S. M	Présence non conforme
		10^{-1}	Présence non conforme
		10^{-2}	Présence non conforme
		10^{-3}	Présence non conforme
MacConkey	Ouvert réfrigéré	S. M	Conforme
		10^{-1}	Conforme
		10^{-2}	Conforme
		10^{-3}	Conforme
Sabouraud	Ouvert réfrigéré	S. M	Conforme
		10^{-1}	Conforme
		10^{-2}	Conforme
		10^{-3}	Conforme
Baird Parker	Ouvert réfrigéré	S. M	Conforme
		10^{-1}	Conforme
		10^{-2}	Conforme
		10^{-3}	Conforme

• **Calcul de la flore aérobie mésophile (ISO 4833-1:2013) :**

Le dénombrement a été réalisé selon la norme ISO 4833-1:2013 à partir des boîtes de Pétri retenues pour le calcul (20).

Données :

- Colonies comptées : 160 (10^0), 80 (10^{-1}), 35 (10^{-2}), 25 (10^{-3})
- Nombre de dilutions retenues : $n = 3$.
- Facteur de dilution : $d = 1$.

Calcul :

$$N = \sum C / n$$

$$N = 160 + 80 + 35 / 3$$

$$N = 275 / 3 = 91.6$$

Résultat :

$N \approx 9.2 \times 10^1 \text{ UFC/MI}$: L'échantillon est non conforme aux exigences microbiologiques, indiquant une charge en flore aérobie mésophile relativement élevée, traduisant un défaut d'hygiène ou de conservation.

Échantillon « ouvert et réfrigéré » :

Concernant l'échantillon ouvert puis conservé à basse température, les résultats obtenus après ensemencement en profondeur sur le milieu PCA montrent une présence progressive des colonies avec une diminution cohérente selon les dilutions : 160 colonies en solution mère, 80 en 10^{-1} , 35 en 10^{-2} et 25 en 10^{-3} . Ce profil est globalement conforme au principe du dénombrement microbiologique.

Ces résultats sont interprétables selon la norme ISO 4833-1:2013, qui recommande de considérer les boîtes présentant entre 30 et 300 UFC pour l'estimation de la flore aérobie mésophile totale. Dans ce cas, les valeurs obtenues permettent une estimation raisonnable de la charge microbienne.

Selon le Codex Alimentarius (FAO/OMS), un produit ouvert et conservé au réfrigérateur peut voir la croissance des micro-organismes ralentie, sans toutefois être totalement inhibée, ce qui dépend des conditions d'hygiène et de la durée de stockage.

Des résultats similaires ont également été rapportés par Raji et al. (2018), qui ont montré que l'exposition des boissons gazeuses à l'environnement extérieur après ouverture favorise l'introduction de microorganismes aérobies mésophiles, même lors d'une conservation à basse température.

Cependant, les résultats obtenus sur les milieux MacConkey, Sabouraud et Baird Parker restent négatifs, indiquant l'absence de coliformes, de levures, de moisissures et de staphylocoques pathogènes. Ces résultats suggèrent que la contamination observée concerne principalement la flore aérobie mésophile environnementale, sans présence de microorganismes indicateurs de contamination fécale ou fongique.

Cette situation peut être expliquée par l'ouverture du produit, qui entraîne une exposition à l'environnement extérieur ainsi que des manipulations pouvant introduire des microorganismes. La conservation à 4°C permet de limiter la multiplication bactérienne, sans toutefois l'empêcher complètement, ce qui explique la présence mais la relative stabilité de la flore observée.



Figure 38:Le résultat de l'échantillon ouvert réfrigéré (Abdou M ,2026).

Les résultats montrent globalement une bonne qualité microbiologique des boissons gazeuses analysées. L'absence de coliformes, de levures et de moisissures sur les milieux MacConkey et Sabouraud confirme leur conformité aux normes du Codex Alimentarius et leur stabilité liée au pH acide, au CO₂ et aux sucres.

Cependant, des incohérences ont été observées sur le milieu PCA pour les échantillons « usine » et « température ambiante », dues probablement à des erreurs techniques de manipulation ou de dilution.

En revanche, l'échantillon « ouvert et réfrigéré » présente des résultats cohérents permettant une interprétation fiable, indiquant une contamination liée à l'ouverture et aux conditions de conservation.

En conclusion, les boissons analysées restent globalement conformes aux exigences microbiologiques malgré quelques anomalies expérimentales.

Tableau 12: Les résultats microbiologiques des échantillons étudiés (Abdou M, 2026).

Milieux	Échantillons	Dilutions	Résultats
MacConkey	Usine	S.M	Abs
		10 ⁻¹	Abs
		10 ⁻²	Abs
		10 ⁻³	Abs
PCA	Usine	S.M	Abs
		10 ⁻¹	Abs
		10 ⁻²	Abs

		10^{-3}	Abs
Sabouraud	Usine	S.M	Abs
		10^{-1}	Abs
		10^{-2}	Abs
		10^{-3}	Abs
Baird Parker	Usine	S.M	Abs
		10^{-1}	Abs
		10^{-2}	Abs
		10^{-3}	Abs
MacConkey	Température ambiante	S.M	Abs
		10^{-1}	Abs
		10^{-2}	Abs
		10^{-3}	Abs
PCA	Température ambiante	S.M	Présence non conforme
		10^{-1}	Présence non conforme
		10^{-2}	Présence non conforme
		10^{-3}	Présence non conforme
Sabouraud	Température ambiante	S.M	Abs
		10^{-1}	Abs
		10^{-2}	Abs
		10^{-3}	Abs
Baird Parker	Température ambiante	S.M	Abs

		10^{-1}	Abs
		10^{-2}	Abs
		10^{-3}	Abs
MacConkey	Ouvert réfrigéré	S.M	Abs
		10^{-1}	Abs
		10^{-2}	Abs
		10^{-3}	Abs
PCA	Ouvert réfrigéré	S.M	Présence non conforme
		10^{-1}	Présence non conforme
		10^{-2}	Présence non conforme
		10^{-3}	Présence non conforme
Sabouraud	Ouvert réfrigéré	S.M	Abs
		10^{-1}	Abs
		10^{-2}	Abs
		10^{-3}	Abs
Baird Parker	Ouvert réfrigéré	S.M	Abs
		10^{-1}	Abs
		10^{-2}	Abs
		10^{-3}	Abs

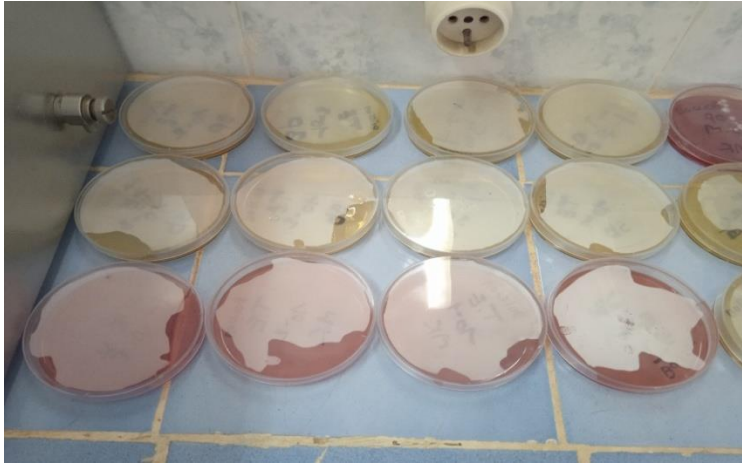


Figure 39: Les résultats d'autre milieux (Abdou M, 2026).

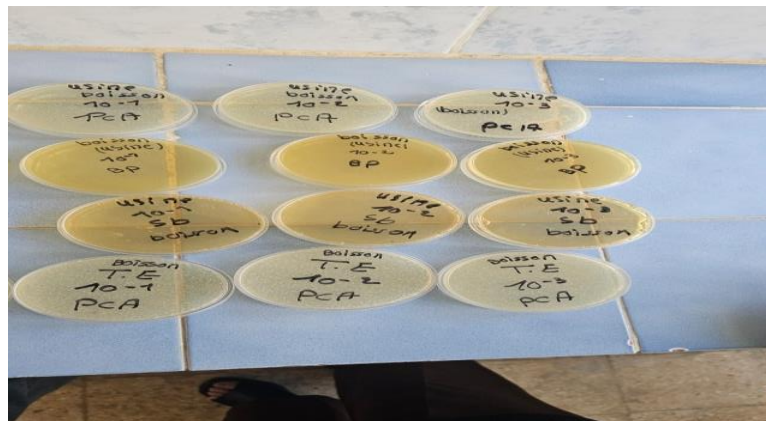


Figure 40: Absence de culture des milieux PCA et Sabouraud des échantillons température ambiante et usine (Abdou M ,2026).

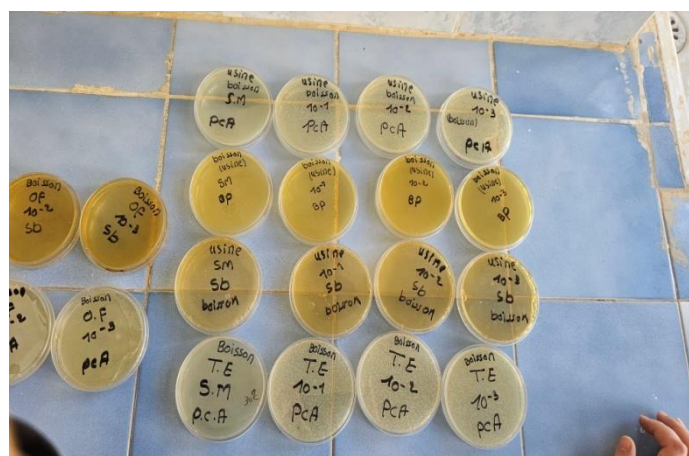


Figure 41: Les résultats microbiologiques des milieux étudiés (Abdou M ,2026).

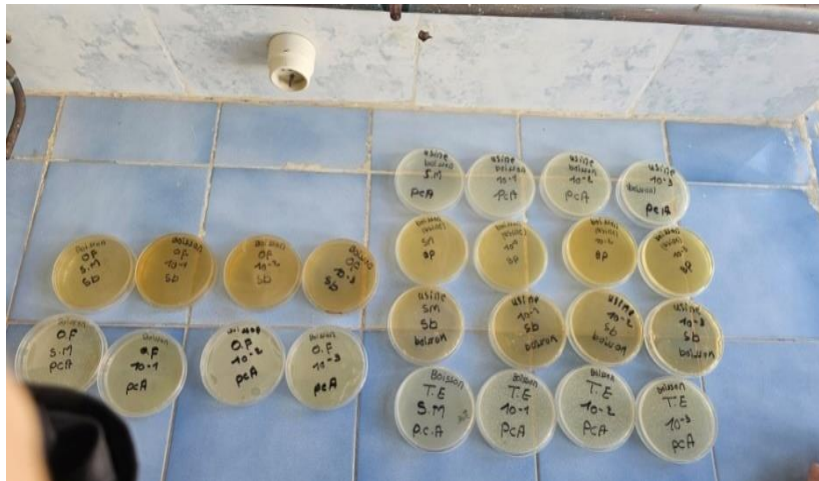


Figure 42: Les résultats de l'échantillon ouvert réfrigéré du milieu sabouraud et PCA (Abdou M ,2026).

L'image ci-dessous représentant les résultats des analyses microbiologiques des boissons gazeuses réalisées dans des laboratoires privés.

Bulletin d'analyses microbiologiques

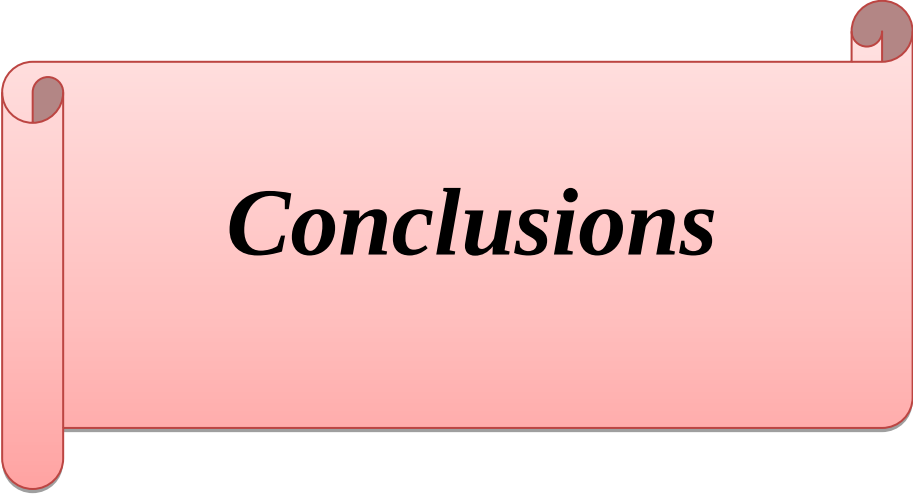
Dénomination du produit : BOISSON GAZEUSE
 Nom du produit : AIN BOUGLEZ BOISSON GAZEUSE AROMATISEE A L'EAU DE SOURCE GOÛT ANANAS.
 Date de f: 05/02/2026. E: 04/11/2026. Lot: 001 AN.
 Date du prélèvement : 05/02/2026.
 Date de réception au laboratoire : 05/02/2026.
 Date d'analyse : 05/02/2026.
 Emballage : PET 1 Litre.

Raison sociale : SARL ESSALSABIL AIN BOUGLEZ RC :008-0064044-36/00 NIF : 00003600640485 Adresse :BOUTHELDJA EL TARF			Prélèvement effectué par : Mr Berrahmoune Adel Réf de l'échantillon : Lot N° 001 AN du 05/02/2026. 1 litre Lieu du Prélèvement : Unité de production des boissons gazeuses SARL ESSALSABIL AIN BOUGLEZ.				
RESULTATS							
Lot N° 001 AN du 05/02/2026. 1 litre							
Détermination	Méthodes	Limite microbiologique UFC	Echan1	Echan2	Echan3	Echan4	Echan5
Germes aérobies à 30 °C	NA 15 166	10 à 10 ³	abs	abs	abs	Abs	Abs
Levure et moisissures	NA ISO 21527-1 (NA 1210)	10 à 10 ³	abs	abs	abs	Abs	Abs
Conclusion	Les échantillons analysés sont conformes et de qualité satisfaisante. Selon l'arrêté interministériel du 4 octobre 2016 du J.O n° 39 du 02 juillet 2017, relatif aux critères microbiologiques des boissons boissons gazeuses.						

NB : - Le présent bulletin ne concerne que les échantillons prélever

- Abs=Absence.

Figure 43: Bulletin d'analyses microbiologiques de laboratoire privé des boissons gazeuses (Abdou M ,2026).



Conclusions

Conclusion

Cette étude réalisée au sein de l'unité industrielle Bouglez a permis de mieux comprendre les différentes étapes de fabrication d'une boisson gazeuse ainsi que les procédures de contrôle qualité appliquées tout au long du processus de production. Les analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées sur l'eau de fabrication et sur le produit fini ont montré leur conformité aux normes de qualité en vigueur.

Le suivi de la stabilité microbiologique de la boisson après ouverture a mis en évidence l'influence des conditions de conservation sur la qualité du produit. L'échantillon conservé à température ambiante a présenté une contamination par les coliformes totaux ainsi qu'une augmentation de la flore mésophile aérobie totale, tandis que l'échantillon conservé sous réfrigération n'a révélé que la présence de la flore mésophile aérobie totale. Ces résultats confirment l'importance du respect des conditions de stockage après ouverture afin de préserver la qualité microbiologique et la sécurité du consommateur.

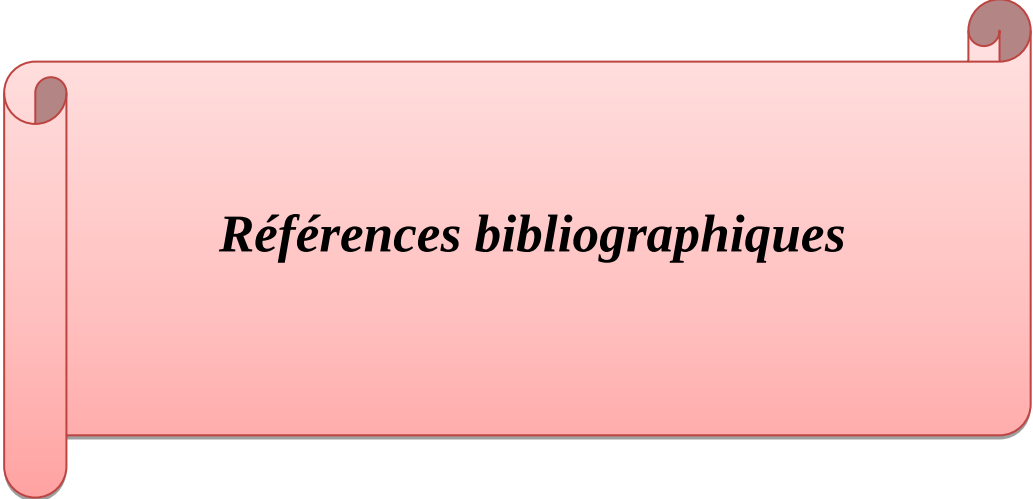
Ainsi, cette étude souligne l'efficacité du système de contrôle qualité mis en place au niveau de l'usine tout en mettant en évidence les risques de contamination pouvant survenir après l'ouverture du produit.



Perspectives

Perspectives

- Réaliser un suivi microbiologique sur une période de stockage plus longue.
- Étudier l'évolution de paramètres physico-chimiques après ouverture de la boisson.
- Élargir l'étude à d'autres types de boissons produites par l'entreprise.
- Identifier les microorganismes responsables de l'altération du produit lors du stockage.
- Renforcer la sensibilisation des consommateurs aux bonnes pratiques de conservation après ouverture.



Références bibliographiques

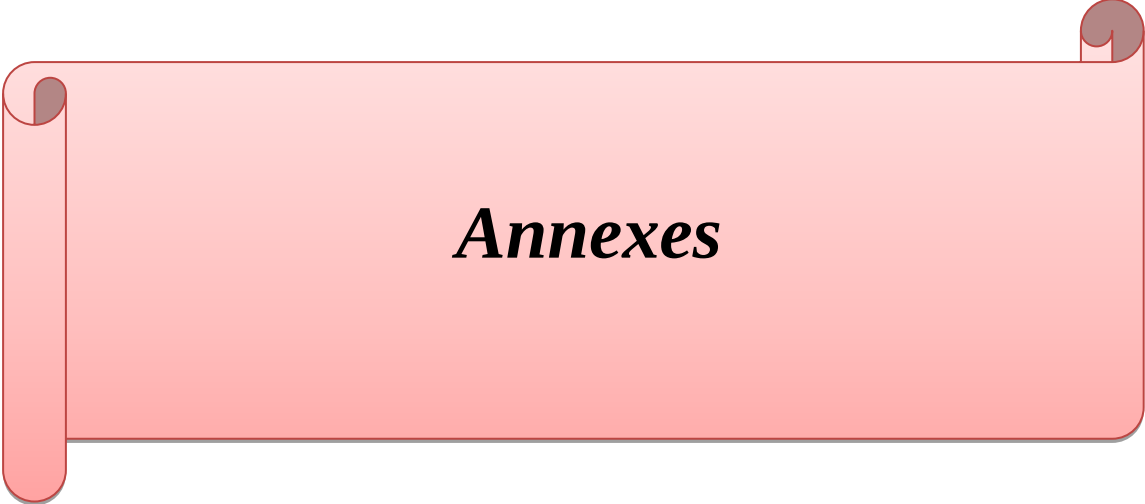
Références bibliographiques

- (1) **FELLOWS, P.J.**, 2022. *Food Processing Technology: Principles and Practice*. 5e éd. Cambridge : Woodhead Publishing.
- (2) **FAO**, 2022. *Food Quality and Safety Guidelines*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- (3) **CODEX ALIMENTARIUS**, 2023. *General Principles of Food Hygiene (CXC 1-1969)*. Rome : FAO/WHO.
- (4) **RAY, B. et BHUNIA, A.**, 2023. *Fundamental Food Microbiology*. 6e éd. Boca Raton : CRC Press.
- (5) **BELDJENNA, W.** 2019. *Contrôle du processus de fabrication et influence du stockage et de l'emballage PET sur la qualité physico-chimique et microbiologique d'une boisson gazeuse fabriquée en Algérie*. Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Département de Biochimie-Microbiologie, Algérie.
- (6) **GHASSOUL, C.** 2024. *Étude comparative de la qualité physico-chimique, microbiologique et organoleptique des boissons gazeuses « Ain Bouglez » et d'autres boissons du commerce algérien*. Mémoire de Master 2, Université Chadli Bendjedid d'El Tarf, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département des Sciences Agronomiques, Algérie.
- (7) **BOUDJERDA, D., BOUAKACHA, R., ROULAS, S., ZETILI, A., BENFRIDJA, F. et BOULOSSAKH, S.** 2004. *Étude de la qualité microbiologique des boissons gazeuses*. Mémoire de fin d'études, Université de Jijel, Faculté des Sciences, Département de Biochimie et Microbiologie, Algérie.
- (8) **CHELLI, B. et REKIS, F.** 2023. *Étude comparative de l'effet du traitement magnétique sur l'eau de source et l'eau minérale*. Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Département des Sciences Agronomiques, Algérie.
- (9) **NAIT KADI, C. et YAHIA MESSAOUD, M.** 2022. *Production d'eau minérale en Algérie*. Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Département des Sciences Agronomiques, Algérie.

- (10) **FAO/WHO.** 2008. *Codex Alimentarius: General Standard for Food Additives (GSFA). Codex Alimentarius Commission, Rome.*
- (11) **CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION (FAO/OMS).** 2019. *Codex Alimentarius : Normes relatives aux additifs alimentaires (antioxydants). Rome : FAO/OMS.*
- (12) **INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO).** 2017. *ISO 6579-1 : Microbiology of the food chain — Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella..— Part 1: Detection of Salmonella spp. Genève (Suisse) : ISO.*
- (13) **ALLICHE, T. et ALI-BEY, L.** 2023. *Étude de la mise en œuvre du système HACCP sur la ligne de fabrication de la boisson gazeuse Pepsi. Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Algérie.*
- (14) **INDICIA.** 2010. *Gélose PCA (Plate Count Agar) : fiche technique. Taden, France.*
- (15) **BIO-RAD.** 2022. *Gélose Baird-Parker : fiche technique du milieu de culture pour la recherche et le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive. Version 03/2022, France.*
- (16) **BIO-RAD.** 2014. *Mac Conkey + Crystal Violet 63617/69084 : milieu d'isolement sélectif des entérobactéries. France.*
- (17) **BIOKAR DIAGNOSTICS.** 2016. *Gélose de Sabouraud Dextrose (SDA) : fiche technique. Beauvais, France.*
- (18) **KADDOUR, B. et KHALDI, M.** 2021. *Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux potables de la ville d'El Oued (Sud de l'Algérie). Mémoire de Master, Université d'El-Oued, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Algérie.*
- (19) **MESSAOUDI, M. et BENAMMAR, R.** 2020. *Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux filtrées distribuées dans les régions d'El Oued et de Djamâa (Algérie). Mémoire de Master, Université d'El-Oued, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Algérie.*
- (20) **INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO).** 2013. *ISO 4833-1 : Microbiology of the food chain — Horizontal method for the enumeration of microorganisms — Colony count at 30°C by the pour plate technique. Genève : ISO.*

- (21) **JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE (JORA).**2017. Arrêté interministériel fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires. *Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire*, n° 39, Algérie, Algérie.
- (22) **GOOGLE MAPS.** s.d. Service de cartographie en ligne. Google LLC.Disponible sur : <https://maps.google.com>
- (23) **SOLANKE, N.D., SONTAKKE, S.H. et VERMA, S.** 2017. « Study on Effect of Carbonation on the Properties of Fruit Juices ». *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(4), pp. 2426–2432.
- (24) **BENDAOU, A. et al.** 2019. Étude physico-chimique et microbiologique des boissons gazeuses commercialisées en Algérie. *Mémoire de Master, Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem, Algérie.*
- (25) **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO).** 2009. *Food Quality and Safety Systems*. Rome : FAO.
- (26) **.AFRICAN JOURNAL OF FOOD, AGRICULTURE, NUTRITION AND DEVELOPMENT (AJFAND),** s.d.*African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development. African Journals Online (AJOL).* Disponible sur : <https://www.ajfand.net>
- (27) **RAJI, A.O. et al.** 2018. « Physicochemical and Microbiological Quality Assessment of Carbonated Soft Drinks ». *Food Science and Technology*, 55(3), pp. 112–120.
- (28) **INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS (IFT).**s.d.*Journal of Food Science.* Wiley Online Library..*Disponible sur* : <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/journal/17503841>
- (29) **CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION.**2001. *General Standard for Food Additives and Beverages*. Rome : FAO/WHO.
- (30) **WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO).** 2017. *Guidelines for Drinking-water Quality*. 4th ed. Geneva : WHO.
- (31) **GHARIANI, M.A.**2024. *Principe de dilution en série pour le dénombrement bactérien..*[En ligne]. *LinkedIn*. Disponible sur : https://fr.linkedin.com/posts/medamineghariani_principe-de-dilution-en-s%C3%A9rie-pour-d%C3%A9nombrement-activity-6996858859248078848-i6o7

- (32) **RANE, R., HATTANGADI, D., JADHAV, P., KUNDALWAL, S., CHOTALIA, C. et SUTHAR, A.** 2016. « *Significance of Brix Reading in Determination of Quality of Oral Syrup and Semisolid Formulations* ». *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research*, 3(2), pp. 245–250.
- (33) **ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (OMS).** 2022. *Directives de qualité pour l'eau de boisson*. 4e édition. Genève : OMS.



Annexes

Annexe

Annexe 1 : Photos des appareils utilisés.



Un pH mètre



Le matériel de l'analyse physicochimique des boissons gazeuses



Une balance électrique



Le sérum salé

Système CIP (Nettoyage En Place)

