

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة 8 ماي 1945 قلمة

Université 8 Mai 1945 Guelma

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité/Option : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Département : Biologie

Thème

Evaluation de la qualité bactériologique des aliments prêts à consommer : Cas des produits d'origine végétale.

Présenté par :

- BENRAZEK Hadil
- BOUCHBOUT Aya

Devant le jury composé de :

Président :	M. ATHAMNIA Mohammed (MCB)	Université de Guelma
Examineur :	M. BOUSBIA Aissam (MCA)	Université de Guelma
Encadreur :	M. GUEROUI Yassine (MCA)	Université de Guelma

Juin 2022

Remerciement

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ وَالصَّلَاةِ وَالسَّلَامِ عَلَى سَيِّدِ الْخَلْقِ وَإِمَامِ الْمُرْسَلِينَ وَعَلَى آلِ بَيْتِهِ وَصَحْبِهِ الْكِرَامِ وَمَنْ اتَّبَعَ نَهْجَهُ إِلَى يَوْمِ الدِّينِ

اللهم لا أحصي ثناءً عليك أنت كما أخصيت على نفسك، فلك العُتْبَى حَتَّى تَرْضَى وَلَا حَوْلَ وَلَا قُوَّةَ إِلَّا بِكَ

Nous souhaitons adresser nos remerciements à **Mr. ATHAMNIA M.** Pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de présider ce jury.

Nous remercions également **Mr. BOUSBIA A.** pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous voudrions aussi adresser nos sincères remerciements et nos gratitudeles les plus profondes à notre superviseur **Mr. GUEROUI Y,** qui nous a fait un grand honneur en acceptant de nous confier ce travail. Nous vous remercions de votre patience, votre gentillesse, votre disponibilité, de vos encouragements, vos précieux conseils dans la réalisation de cette thèse et que vos qualités professionnelles et humaines nous servent d'exemple. Veuillez croire à l'expression de nos profondes reconnaissances et de nos grands respects pour votre efficacité d'évaluer notre travail et également un grand merci pour votre confiance.

Nous tenons aussi à remercier du fond de cœur les techniciennes du laboratoire de microbiologie de l'université de Guelma pour leurs précieux conseils, explications pertinentes et leurs services.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les enseignants qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

Nos sincères remerciements vont également à nos collègues de promotion 2022 qui ont partagé avec nous des moments difficiles de la réalisation de ce modeste travail et qui ont participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail.

Nous ne terminerons par ces mots sans gratifier à remercier très chaleureusement toutes les personnes qui nous ont soutenus moralement et qui nous ont souhaité bon courage.

MERCI

اهداء

مضتُ سنين الدِّراسة وانتهى المشوار بشهادة، عسى أن تكونَ فاتحةَ خيرٍ لِمَا هو آتٍ.
إلى كلِّ من ساندني يوماً وشجَّعني وبقيتُ أُنابر لكلمةِ قائلها، إلى أبي الذي قيل فيه:
إِذَا مَا رَأْسُ أَهْلِ الْبَيْتِ وَلى * بَدَا لَهُمُ مِنَ النَّاسِ الْجَفَاءِ
إلى أُمِّي الَّتِي تُكْرِمُنَا مَلَائِكَةَ السَّمَاءِ لِأَجْلِهَا.
إلى إِخْوَتِي الَّذِينَ قَالَ فِيهِمْ رَبِّي: { سَنَشُدُّ عَضُدَكَ بِأَخِيكَ }.
إلى صديقاتي المؤمنات: بُثينة، سارة، نور الهدى، آية، وهديل.

اكرام

Dédicace :

Grâce à Dieu le tout clément et le miséricordieux qui m'a tracé le chemin, et m'a donné le pouvoir et le courage de continuer jusqu'à la fin.

Je dédie cet humble travail :

A la mémoire de ma grand-mère et mon cousin Sabri. Les mots me manquent pour dire tout le bien que je sais de toi. Mamie, tu es la principale raison qui justifie ma lutte pour le succès. Vous me motivez toujours et me motivez dans mes études. J'ai souhaitais que tu sois à mes côtés aujourd'hui, mais tu n'es plus là.

Que Dieu vous pardonner, vous accueillir dans son immense paradis et vous accorder sa miséricorde.

A mes chers parents, je ne pourrais jamais exprimer mon amour envers vous. Vos prières, vos encouragements et votre soutien m'ont toujours été d'un grand secours. Puisse Dieu, le tout puissant vous préserver du mal, vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.

A mon frère MOHAMMED et sa femme Wijden , mes sœurs Imen , Amel , Ahlem : la plus belle chose que la vie m'a donnée c'est de vous avoir. Je tiens à vous remercier pour votre affection, votre soutien, votre confiance et aussi pour les encouragements.

A tous mes chère cousins et cousines, en tête de liste Malek et Hadjer , vous êtes pour moi des sœurs et des amis sur qui je peux compter. Un grand merci pour votre soutien, vos encouragements, votre aide.

A mes complices, Hadil , pour avoir toujours à mes côté depuis des années , A Ikram et Bouthaina, la compagnie a été longue et difficile, malgré ça on a passé par des bons moments, avec toute mon affection et ma reconnaissance, je vous souhaite le meilleur et le bonheur, tant dans votre vie professionnelle que privée. Que notre amitié continuera tout au long de la vie.

A mes chères Ines et Chaima qui ont toujours pris soient de moi à m'aider et me donne joie et courage.

A tous ceux qui m'ont aidé, d'une façon ou d'une autre lors de la réalisation de ce travail.

Merci

De la part de Aya

اهداء

لِكُلِّ مَرِحَلَةٍ فِي الْعَمْرِ نَجَاحُهَا، وَ نَجَاحِي الْيَوْمَ أَهْدِيهِ إِلَى كُلِّ قَلْبٍ مُحِبِّ مُؤْنِسٍ،
إِلَى مَنْ كَبُرْتُ فِي كَنَفِهِمَا وَقُطِمْتُ عَلَى حُبِّهِمَا، جَدُّ كَانَ لِي أَبًا وَجَدَّةً كَانَتْ لِي أُمًّا،
إِلَى وَالِدَيَّ الْكَرِيمَيْنِ، إِلَى مَنْ تَقَفُ الْكَلِمَاتُ عَاجِزَةً فِي وَصْفِهِنَّ وَ وَصْفِ حَبِّي
لِهِنَّ: أَحْلَامٌ، نَجْلَاءٌ، نَجْوَى، لَبِيْبَةٌ، نَعِيْمَةٌ، وَأَمَالٌ، إِلَى جَنَّةِ عَدْنٍ وَ رَمْلَةٍ، رَاجِيَةً مِنْ
الْمَوْلَى عَزَّ وَجَلَّ أَنْ يُشْفِيَهُمَا شِفَاءً لَا يُغَادِرُ سَقْمًا. إِلَى صَدِيقَاتِي وَرَفِيقَاتِ الْمَشْوَارِ:
..إِكْرَامٌ، آيَةٌ وَهَدِيْلٌ.

بثينة

Dédicace

Au nom du dieu le clément et le miséricordieux louange à ALLAH le tout puissant. Avant tout je rends à dieu de m'avoir donné la force et le courage d'achever ce travail, malgré toutes les difficultés.

Je dédie ce modeste travail en signe de respect, reconnaissance et de remerciement. Je dédie ce modeste travail en signe de respect, reconnaissance et de remerciement, le fruit de tant d'années de labeur, de courage et de patience à :

Ma chère mère, que Dieu te préserve pour moi et ne me prive pas de ta présence dans ma vie, tu m'as toujours soutenu et rempli de ton amour et suivi mes pas dans l'espoir de joie dans les fruits de mes efforts d'études, Puisse Dieu, tout puissant te combler de santé, de bonheur et te procurer une longue vie.

A mon cher père, Celui qui me soutient dans mes études et me donne des conseils et est heureux de mon excellence et d'être fier de sa fille pour ce que j'ai atteint maintenant. Et je continuerai à y parvenir à l'avenir, Par la grâce d'Allah.

A ma gentille mère Houria peuvent exprimer la profondeur des sentiments que je ressens pour elle pour me soutenir à tout moment, ton encouragements m'a donné la possibilité d'avancer dans mes études, et tes prières m'ont toujours accompagné à tout moment. Je demande à Dieu de te protéger pour moi et de t'accorder santé et bonheur pour toujours.

A ma merveilleuse cousine Asma mon âme sœur, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celle qui s'est toujours à mes cotes et une pensée au petite Abed el madjed.

A ma chers sœur Rihem et mon frère Siradj qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études.

A tous mes cousines, mes cousins et toute ma grande famille pour leurs encouragements durant toutes ces derniers années sur tout: Fatima, Ibtissam et Aymen.

A mon amie intime Aya Je tiens à tu remercier pour tous les beaux moments que nous avons passés ensemble, pour votre confiance totale en mes capacités et votre soutien.

A mes amis Ikram, Bouthaina pour ces beau moments durant tout l'années pour la patience, le soutien, leurs persévérances et leur belles présences dans toutes les situations, vous méritez toujours le meilleur, je vaux souhaite bonne santés et réussite dans votre vie.

Et au final à tous ceux que j'aime et qui m'aiment et à toutes personnes qui m'ont aidé de près ou de loin.

Merci

De la part de hadil

Résumé

La présente étude consiste à évaluer la qualité bactériologique des denrées alimentaires prêtes à consommer d'origine végétale commercialisées sur la ville de Guelma. Au total, 6 échantillons ont été analysés afin de déterminer leur qualité bactériologique tout en prospectant les différentes flores microbiennes à savoir la flore mésophile aérobie totale, les anaérobies sulfito-réducteurs, les coliformes et certains germes spécifiques (*Staphylococcus*, *Salmonella*, *Pseudomonas*). Les résultats que nous avons obtenus montrent que tous les échantillons sont de qualité satisfaisante par rapport aux critères de dénombrement de la FMAT et une qualité acceptable pour les ASR (01 UFC/g). Par ailleurs, les résultats de recherche de coliformes totaux et fécaux ont montré que la charge microbienne globale est très élevée (1400 UFC/g). En plus, les résultats des germes pathogènes ont révélé une charge acceptable pour les Staphylocoques, une concentration très élevée (170 UFC/g) pour les Salmonelles, tandis qu'une absence totale des *Pseudomonas* a été notée. En vue de ces résultats, il est préconisé d'améliorer les conditions d'hygiène et de contrôler la qualité microbiologique des aliments à différents niveaux de fabrication jusqu'aux consommateurs.

Mots clés : Qualité bactériologique, Qualité nutritionnelle, prêts à manger, d'origine végétale, Guelma.

Abstract

This study aims at determining the quality of ready-to-eat food products of vegetable origin that are sold in the city of Guelma. Six samples are analyzed to determine their bacteriological quality. While prospecting the different microbial flora, namely the total aerobic mesophilic flora, sulphite-reducing anaerobes, coliforms and certain specific germs (Staphylococcus, Salmonella, Pseudomonas). The results of the study reveal that the products that were analyzed show that all the samples are of satisfactory quality with respect to the counting criteria of the FMAT, and of an acceptable quality for the ASRs (01 UFC/g). In addition, the results of the tests reveal that the total and fecal coliforms were very high (1400 UFC/g). On the other hand, the results of pathogenic germs reveal a Staphylococcus with an acceptable load, a Salmonella with a very high concentration (170 UFC/g), and a total absence of Pseudomonas. It is therefore recommended that producers improve the hygiene conditions and to control the microbiological quality of food through the different phases of the manufacturing process till it delivered to consumers.

Keywords : Bacteriological quality, Dieting quality, ready-to-eat, vegetable origin, Guelma market.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم الجودة البكتريولوجية في الاغذية الجاهزة للأكل نباتية المصدر المسوقة في مدينة قالمة، ومن اجل ذلك تم تحليل ست عينات، حيث يقوم التحليل على تحديد أنواع الفلورة الميكروبية المختلفة منها مجموع النباتات الهوائية متوسطة الحرارة، بكتيريا القولون، البكتيريا اللاهوائية مختزلة الكبريت، المكورات العنقودية، السالمونيلا و الزائفة. نتج عن البحث ان كل العينات المدروسة أظهرت نتائج مرضية وفقا لمعايير العد، فيما يخص النباتات الهوائية متوسطة الحرارة ونتائج مقبولة فيما يخص البكتيريا اللاهوائية مختزلة الكبريت بمعدل (01UFC/g)، بالمقابل أظهرت نتائج البحث عن بكتيريا القولون تواجد مرتفع جدا (1400UFC/g)، اما في ما يخص نتائج البحث عن البكتيريا الممرضة ظهرت نسبة مقبولة بالنسبة للمكورات العنقودية (170UFC/g)، وجد عالية بالنسبة للسالمونيلا، ومنعدمة تماما بالنسبة للزائفة وبناء على هذه النتائج، يستحسن تحسين شروط النظافة و مراقبة النوعية الميكروبيولوجية على طول مسار الإنتاج حتى المستهلك.

الكلمات المفتاحية: الجودة البكتريولوجية، الفلورة الميكروبية ، الأغذية الجاهزة للأكل ،نباتية المصدر، قالمة.

Liste des abréviations et acronymes

Symboles		
%	Pourcentage	
° C	Degré celsius	
±	Plus au Moins	
A		
APM	Aliments Prêts-à-Manger	
ASR	Anaérobies Sulfito-Réducteurs	
B		
BCPL	Bouillon Lactose au Pourpre de bromocrésol	
BPH	Bonnes pratiques d'hygiène	
F		
FeS	Sulfure de fer	
FMAT	Flore Mésophile Aérobie Totale	
G		
G	Gramme	
H		
h	Heure	
J		
JORA	Journal Officiel de la République Algérienne	
N		
Na₂SO₃	Sulfite de Sodium	
NPP	Nombre le plus probable	
P		
PCA	Plate Count Agar	
S		
SM	Solution Mère	
T		
TIAC	Toxi-Infection Alimentaire Collectives	
U		
UFC	Unité Formant Colonies	
UFC/g	Unité Format Colonie par gramme	
V		
VF	Gélose Viande Foie	

Liste des figures

Figure 1 :	Salmonella typhi sous microscope électronique à balayage.....	13
Figure 2 :	Staphylococcus aureus sous microscopes électronique à transmission	14
Figure 3 :	Escherichia coli.....	15
Figure 4 :	Clostridium perfringens.....	15
Figure 5 :	Clostridium botulinum.....	16
Figure 6 :	Recherche et dénombrement de la flore totale.....	20
Figure 7 :	Recherche et dénombrement des coliformes.....	23
Figure 8 :	Recherches et dénombrement des spores de Clostridium sulfito- réducteur.	25
Figure 9 :	Recherche et dénombrement des germes spécifiques.	27
Figure 10 :	Variation de la flore totale des différents types des conserves des produits d'origine végétale.....	28
Figure 11 :	Résultats du dénombrement des FMAT.....	29
Figure 12 :	Variation des coliformes totaux des différents types des conserves des produits d'origine végétale.....	30
Figure 13 :	Variation des coliformes fécaux des différents types des conserves des produits d'origine végétale.....	31
Figure 14 :	Résultats du dénombrement des coliformes fécaux.....	31
Figure 15 :	Résultats du dénombrement des ASR.....	32
Figure 16 :	Variation des Salmonelles des différents types des conserves des produits d'origine végétale.....	33
Figure 17 :	Résultats du dénombrement des Salmonelles.....	33

Figure 18 :	Variation des Staphylocoques des différents types des conserves des produits d'origine végétale.....	34
Figure 19 :	Résultats du dénombrement des Staphylocoques.....	35

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Différents groupes d'aliments	5
Tableau 2 :	Différents groupes des aliments prêts à manger.....	7
Tableau 3 :	Présentation des sites et période de prélèvement.....	17
Tableau 4 :	Description des différents produits d'origine végétale utilisée pour la présente étude.....	18

Table des matières

Remercîment

Résumé

Abstract

ملخص

Liste des abréviations et acronymes

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

1. Généralités sur les aliments.....	5
1.1.Historique.....	5
1.2.Définition d'un aliment.....	5
1.2.1. Groupes d'aliments.....	5
1.3.Alimentation.....	6
1.4.Aliments prêts à manger.....	7
2. Aliments prêts à manger d'origine végétale.....	8
3. Avantages et inconvénients des aliments prêts à manger.....	8
3.1.Avantage.....	8
3.2.Inconvénients.....	9
4. Qualité bactériologique des aliments.....	10
4.1.Qualité	10
4.1.1. Qualité nutritionnelle.....	10
4.1.2. Qualité organoleptique.....	10
4.1.3. Qualité hygiénique ou bactériologique.....	11
5. Altérations d'origine alimentaire.....	11
5.1.Principales affections humaines d'origine alimentaire.....	11
5.1.1. Différentes catégories de maladies liées à la consommation des aliments...	11
a. Intoxication.....	11
b. Toxi-infections.....	12
5.2. Classifications des micros organismes importants dans l'industrie alimentaire.....	12

5.2.1. Source de microorganismes dans les aliments.....	12
a. Origine endogène.....	13
b. Origine exogène.....	13
5.2.2. Bactéries pathogènes.....	13
a. Salmonella.....	14
b. Staphylococcus.....	14
c. Escherichia coli.....	15
d. Clostridium perfringens.....	16
c. Clostridium botulinum.....	17

Chapitre 2 : Matériel et Méthodes

1. Choix du site de prélèvement.....	19
2. Echantillonnage.....	19
3. Préparation des échantillons.....	21
4. Analyse microbiologique.....	21
4.1.Milieus de culture employés.....	21
4.2.Recherche et dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale (FMAT).....	21
4.3.Recherche et dénombrement des coliformes.....	23
4.4.Recherches et dénombrement des spores Clostridium sulfito-réducteurs.....	27
4.5.Recherche et le dénombrement des germes spécifiques.....	30

Chapitre 3 : Résultats et Discussion

1. Caractéristiques microbiologiques.....	31
1.1.Flore Aérobie Mésophiles totale (FMAT).....	31
1.2.Coliformes totaux.....	32
1.3.Coliformes fécaux.....	33
1.4.Spores d'Anaérobies Sulfito-Réductrices (ASR).....	35
1.5.Salmonella.....	35
1.6.Staphylococcus.....	37
1.7.Pseudomonas.....	38

Conclusion	40
-------------------------	----

Référence bibliographiques	44
---	----

INTRODUCTION

Introduction

L'alimentation fait partie des besoins fondamentaux de l'être humain. Il est nécessaire pour un fonctionnement normal des parties du corps et pour une croissance saine. Et comme la nutrition est considérée comme un contenu inévitable de la vie humaine quotidienne, la sécurité alimentaire est considérée comme une priorité majoritaire pour la santé publique majeure et mondiale (**Patel and Rathod, 2017**).

Les légumes et les fruits constituent une part essentielle d'un régime alimentaire humain sain. Ces deux-là sont des sources importantes de nutriments essentiels (tels que des vitamines, des minéraux et des sucres facilement assimilables) nécessaires à la croissance et au développement humain. Ces nutriments confèrent des avantages pour la santé tels que la prévention des carences liées à l'alimentation, la réduction du risque de maladies chroniques et la désintoxication du corps humain, mais aussi ils peuvent être le siège de prolifération microbienne, cette prolifération est d'autant plus variée que l'aliment est riche en nutriments ; cette richesse constitue des conditions favorables à la croissance microbienne (**Nicklin et al., 2000**) ; (**Selhi, 2020**).

La qualité microbiologique des aliments est une composante essentielle, représente un enjeu considérable qui permettrait de garantir des approvisionnements alimentaires sains et nutritifs. La disponibilité d'aliments sains et nutritifs est l'un des droits fondamentaux de l'homme et un facteur essentiel pour son état de santé adéquat, et dans le domaine alimentaire, la qualité est une préoccupation ancienne et récurrente qui reste toujours au cœur des inquiétudes des consommateurs [1].

La détérioration des aliments constitue un problème important dans toutes les sociétés vu que les micro-organismes se multiplient dans les aliments et produisent des toxines qui affectent alors la santé du consommateur (**Guiraud, 1998; Prescott et al., 2003**). A cet effet, le développement de la qualité alimentaire s'intéresse de plus en plus à l'étude des microorganismes. Ces derniers sont présents partout dans notre environnement (air, alimentation, surfaces des objets...etc.), certains sont utiles et ne présentent pas de risques pour les consommateurs, ils sont même désirés et introduits de manière explicite dans les aliments à des fins technologiques (modifier le goût, la texture etc...) mais beaucoup aussi sont pathogènes et peuvent présenter un grand danger sur la santé du consommateur (**Jay et al., 2005**). Si ces micro-organismes trouvent la possibilité de se développer et de se multiplier, ils provoquent des modifications chimiques indésirables et une intoxication alimentaire (**Pajohi-Alamoti et al., 2016**).

Certains aliments sont plus aptes et favorables au développement des bactéries, ces germes sont retrouvés préférentiellement dans les aliments prêts à consommer (**De Buyser and Sutra, 2005**). Les aliments prêts à manger (APM) sont des aliments offerts ou exposés à la vente sans cuisson ou préparation supplémentaire, emballés et conditionnés sur les lieux où ils sont vendus et prêts à être consommés. Les plats préparés, les aliments de restauration rapide, les aliments surgelés, les produits instantanés, les aliments séchés, les aliments en conserve, etc... relèvent tous des aliments prêts à manger (**Meenambekai and Selvarajan, 2012**) ; (**Hawa et al., 2014**).

Parmi les aliments prêts à consommer disponibles dans le marché Algérien et plus précisément le cas de la wilaya de Guelma les aliments d'origine végétale (fruits et légumes) qui sont des aliments qui nécessitent ou pas un traitement thermique, ébullition ou réchauffage, avant d'être consommés dans les points de vente ou à maison.

Ce travail a pour objectif d'évaluer la qualité bactériologique des denrées alimentaires prêtes à consommer d'origine végétale, afin d'estimer le danger qui peut représenter par des agents pathogènes dans des aliments commercialisés sur la ville de Guelma à la santé du consommateur.

Pour cela, les questions de notre travail sont les suivantes :

- Comment doit-on évaluer la qualité bactériologique des aliments commercialisés dans la ville de Guelma ?
- Est-ce que la charge bactériologique des produits disponible dans le marché respecte les normes algériennes déclarées ?
- Est-ce qu'il y a un risque sur la sécurité alimentaire des consommateurs après la consommation de ces aliments ?
- Comment assurer la protection des consommateurs contre les maladies d'origine alimentaire ?

Pour répondre à ces questions, nous avons réparti notre travail en trois chapitres :

- Le premier chapitre est une synthèse bibliographique composée de deux parties : la première partie porte sur des généralités sur les aliments et plus précisément les aliments prêts à manger d'origine végétale et aussi leurs avantages et inconvénients. La deuxième partie porte sur la qualité bactériologique de ces aliments.
- La deuxième partie est la partie expérimentale ; elle se compose de deux chapitres : le premier recense le matériel utilisé et les méthodes d'analyses microbiologiques des échantillons d'aliments prélevés. Le deuxième chapitre Résultats et Discussion évoque les

différents résultats obtenus au cours de notre étude pratique. Elle est esquissée par une conclusion.

CHAPITRE

1

Synthèse Bibliographique

1. Généralités sur les aliments

1.1. Historique

A l'époque de la Préhistoire, l'Homme nomade se nourrissait de produits rapportés de la chasse et de la pêche afin d'assurer sa survie ensuite, il crée l'élevage et la culture qui formèrent pendant plusieurs siècles, la base de son alimentation. Dans l'Antiquité grecque, on découvre le plaisir de se réunir autour d'une table. A cette époque les populations se nourrissaient de repas simples et légers composés de céréales de fruits et de légumes parfois de la viande et même de poisson. Tous ces repas se succèdent jusqu'à la renaissance. C'est à partir du XVIIe siècle que l'art de la table se développe en Europe. La durée des repas commence à se faire longue et la consommation du sucre se démocratise Le XIXe siècle, marque une véritable orientation vers l'hygiène pour tout le monde afin d'éviter l'apparition de maladies [2].

Au 21^{ème} siècle, les problèmes de sécurité alimentaire n'ont pas diminué. Les épidémies locales peuvent se transformer en urgences internationales en raison de la rapidité et de la gamme de distribution des produits. De graves épidémies de maladies d'origine alimentaire se sont produites sur tous les continents (**Fung et al., 2018**).

Dans l'ensemble des pays industrialisés, les habitudes alimentaires ont beaucoup plus changé au cours des 50 dernières années qu'au cours des siècles précédents. De nouveaux aliments ont été introduits, d'autres ont pratiquement disparu de la composition des repas. Ces profondes modifications comportent, sur le plan nutritionnel et sur le plan de la santé, des aspects positifs et d'autres négatifs, des avantages et des inconvénients pour la santé (**Hercberg and Tallec, 2000**).

1.2. Définition d'un aliment

Un aliment est une substance absolument nécessaire à l'entretien et à la croissance de notre organisme. Elle est de se fait complexe, le plus souvent naturelle, ayant subi ou non un traitement technologique et /ou culinaire, conservée avec ou sans traitement particulier (**Joffin and Joffin, 1993**).

1.2.1. Groupes d'aliments

La variété des aliments est presque infinie ; cependant, il est habituel de les répertorier en un certain nombre de groupe (**Tab. 1**), dans chaque groupe, les aliments répondent simultanément aux critères suivants :

- Valeur nutritionnelle du même ordre, c'est-à-dire composition analogue en nutriments dominants ;

- Tonus émotif de même valeur, c'est-à-dire stimulation comparable des facteurs de l'appétit ;
- Valeur économique et culturelle (**Roudaut and Lefrancq, 2005**).

Tableau 1 : Différents groupes d'aliments (Roudaut and Lefrancq, 2005).

N°	Groupes d'aliments
1	Lait et produits laitiers (fromages, dessert lactés...).
2	Viandes, produits de la mer, œufs (charcuteries, abats...).
3	Légumes et fruits
4	Céréales et légumes sec, pain (pain, pâtes, biscuits...).
5	Matières grasses (origine animales ou végétales). Origine animale : crème, beurre. Origine végétale : huile, margarine
6	Boissons (eaux, jus de fruits...).
7	Produits sucrés (glaces, chocolat, confitures ...).

1.3. Alimentation

La nourriture que nous mangeons provient de plusieurs endroits du monde est distribuée sur des grandes distances. Les aliments sont des éléments en contact avec un extérieur qui n'est pas stérile, ainsi des micro-organismes peuvent se retrouver dans l'aliment. Leur nombre dépendra des conditions de conservation (**Joffin and Joffin, 1993**).

Les micro-organismes pathogènes (causant des maladies) peuvent être introduits à n'importe chaîne alimentaire à n'importe moment (**Dudeja et al., 2016**). Cependant, il arrive que les aliments soient contaminés au cours de production, de transformation, de transport et de manipulation par des substances potentiellement dangereuses pour la santé (**Panisset et al., 2003**).

Parmi ces aliments, les aliments prêts à consommer qui sont des tendances actuelles, dans le monde industrialisé, en raison du développement d'innovations technologiques qui ont fait passer la préparation individuelle aux fabricants, (**Baskaran et al., 2017**), c'est pourquoi on a une proportion croissante des aliments consommés est préparée industriellement. Les plats cuisinés et les produits semi-préparés sont les marchés du secteur alimentaire qui connaissent la plus forte croissance, ce qui signifie que la préparation des

aliments se fait de plus en plus dans l'industrie plutôt que dans les households (**Sonesson et al., 2005**).

1.4. Aliments prêts à manger

Les aliments prêts à manger, qui ont d'abord été développés pour les forces armées des États-Unis, sont également très demandés aujourd'hui par une autre partie de la société. Ce sont des étudiants, des femmes qui travaillent, des familles en déplacement et pratiquement tous ceux qui ont besoin d'une bouchée rapide [3].

Ces repas peuvent avoir certaines limites, mais ils sont très populaires et sont disponibles dans le commerce (**Dudeja et al., 2016**). Les aliments prêts à consommer peuvent être des aliments d'origine animale, des aliments végétaux, des fruits et légumes et des produits de boulangerie. Ce sont des aliments qui ne requièrent aucune préparation additionnelle par le consommateur ou l'établissement avant leur consommation. Ils sont donc consommables sans lavage ni cuisson (**Ng et al., 2013**). Le fait de rincer ou de réchauffer un aliment n'est pas considéré comme une préparation additionnelle [4].

En raison de la pression exercée par le mode de vie, les gens préfèrent de nos jours cuisiner des aliments de manière simple et rapide plutôt que de passer trop de temps dans une cuisine élaborée. La non-disponibilité des matières premières pour préparer des repas traditionnels et le processus fastidieux impliqué dans cette opération ont incité les gens à choisir ces produits prêts à consommer. Il n'y a pas de catégorie spécifique ni de marché potentiel pour ces produits (**Dudeja et al., 2016**). D'un point de vue microbiologique les plats cuisinés se représentent souvent comme un produit complexe (**Bourgeois et al., 1996**). Les aliments sont riches en aliments nutritifs et peuvent être le siège d'une prolifération microbienne dite flore de contamination. Ces activités ont une grande incidence sur la qualité intrinsèque des produits qui peut être améliorée ou abaissée, mais également sur leur qualité hygiénique. Il faut cependant noter que la qualité hygiénique peut être affectée par la présence des germes ne se multipliant pas et donc n'altérant pas l'aliment (**Guiraud, 2003**).

Les aliments prêts à manger sont très divers. Ils regroupent des plats à consommer froids ou après avoir été réchauffés. Ils peuvent être vendus sous forme de produits frais, réfrigérés, surgelés ou encore des produits appertisés, ils peuvent être classés selon le tableau suivant :

Tableau 2. Différents groupes des aliments prêts à manger.

Origine	Façon de cuisson
<ul style="list-style-type: none">• D'origine végétale : légumes et fruits issus de la terre.	<ul style="list-style-type: none">• Partiellement cuit : Non stable à la conservation.
<ul style="list-style-type: none">• D'origine animale : viande, poissons, et assimilés, issus de l'élevage et de mer.	<ul style="list-style-type: none">• Thermiquement traité : stable à la durée de conservation.
<ul style="list-style-type: none">• Mélange.	<ul style="list-style-type: none">• Thermiquement non traité : stable à la conservation.

2. Aliments prêts à manger d'origine végétale

Dans les années 1980, avec l'évolution des attentes des consommateurs, une nouvelle gamme de produits prêts à l'emploi (végétaux faiblement transformés) est apparue. Le marché des légumes frais prédécoupés dits de quatrième gamme a connu un essor important et constant, avec une grande diversité de produits (légumes feuilles, légumes racines, mélanges variés, fruits, etc.). Les procédés de fabrication (manipulation, désinfection, etc.) et de conservation (emballage et atmosphère, basses températures) de ces produits modifient la nature des flores présentes à la surface du végétal et les conditions de leur développement (**Monique and Souad, 2013**).

Les végétaux sont les parties comestibles d'une plante y compris les tiges, les racines, les tubercules, les feuilles, les bulbes, les fleurs et les fruits. Généralement, ils sont consommés crus ou cuits (**Toe, 2018**).

Les aliments prêts à consommer d'origine végétale peu transformés et réfrigérés sont définis comme ceux préparés par une seule ou plusieurs opérations unitaires appropriées telles que l'épluchage, le tranchage, le déchiquetage, le lavage, le séchage, le traitement de conservation, l'emballage ; afin d'assurer la sécurité et la préservation maximale de la qualité sensorielle et nutritionnelle (**Kovačević et al., 2012**).

Le développement des fruits et légumes prêts à consommer fait face à de nombreux défis, le plus important étant de ralentir le taux de détérioration accélérée des produits sans compromettre la qualité et la fraîcheur des produits (**Paulsen et al., 2021**).

3. Avantages et inconvénients des aliments prêts à manger

3.1. Avantages

Les gens trouvent les aliments prêts à manger comme une option confortable pour manger plutôt que de dépendre des restaurants. La plupart des familles à deux revenus

veulent Éviter les tracas de la cuisine par manque de temps. Le week-end, ils veulent passer du temps de qualité avec leur famille et sortir manger, alors qu'en semaine, les longues heures de travail les obligent à aller acheter de tels produits (**Hawa et al., 2014**).

D'autres facteurs influençant l'augmentation de l'utilisation de ces produits sont leur disponibilité facile et leur grande variété. Il y a eu un changement spectaculaire car ces produits sont devenus largement disponibles dans les supermarchés. Non seulement cela, ces forfaits sont disponibles pour la plupart des cuisines du monde à manger à la maison (**Hawa et al., 2014**).

Ce sont des aliments transformés ultimes à très haute valeur ajoutée, car ils offrent la commodité de «manger sur étagère», éliminant ainsi la corvée de cuisine associée à la préparation d'un repas à la maison (**Dudeja et al., 2016**).

Les femmes travailleuses ont commencé à utiliser des aliments prêts à consommer pour gagner du temps, pour son saveur, son texture, leur apparence, la réduction de la cuisson traditionnelle, et chaque famille a commencé à utiliser ces produits pour leur prix abordable, leur accessibilité, leur variété, et leurs propriétés organoleptiques uniques et bien sûr d'économiser du temps et de l'énergie aussi (**Shiningeni et al., 2019**).

3.2. Inconvénients

Les inconvénients de l'alimentation industrielle sont liés à la pauvreté des aliments transformés en minéraux, vitamines ou fibres essentielles au bon fonctionnement de l'organisme et leur richesse en en graisses saturées, en sel et sucre incorporé en excès (**Selhi, 2020**).

Les enfants supportent de manière disproportionnée ce fardeau, représentant environ la moitié des cas de maladies d'origine alimentaire chaque année, sont également parmi les personnes les plus exposées au risque de décès associé et de complications graves pour la santé tout au long de la vie dues aux maladies d'origine alimentaire. Ils présentent un risque élevé de maladies d'origine alimentaire pour un certain nombre de raisons. Les enfants ont un système immunitaire en développement qui n'est pas toujours bien équipé pour combattre les infections. Ils sont souvent plus petits que les adultes, ce qui réduit la quantité d'agents pathogènes nécessaires pour les rendre malades ; et les enfants ont un contrôle limité sur leur alimentation et n'ont pas la maturité développementale nécessaire pour évaluer avec soin les risques liés à la sécurité sanitaire des aliments (**Dudeja et al., 2016**).

En supplément la nourriture par nature est biologique, donc les aliments prêts à manger sont capables de soutenir la croissance de microbes qui sont des sources potentielles des

maladies d'origine alimentaire. Les virus sont davantage responsables de la majorité des maladies d'origine alimentaire, mais les hospitalisations et les décès associés aux infections d'origine alimentaire sont dus à des agents bactériens. Les agents bactériens d'origine alimentaire sont la principale cause de maladies d'origine alimentaire graves et mortelles (Vaillant et al., 2005).

La fréquence des maladies d'origine alimentaire liées aux fruits et légumes augmente chaque année (Wan et al., 2021). La consommation de produits frais et de fruits et légumes peu transformés a été liée à un nombre croissant d'épidémies de maladies infectieuses (Xylia et al., 2019).

Les fruits et légumes peu transformés sont plus sensibles à la contamination et à la prolifération microbiennes, en raison de procédures telles que le découpage et l'épluchage qui peuvent endommager leur protection naturelle externe, libérer les plantes et les fruits. L'épluchage, qui peuvent endommager leur protection naturelle externe, libérer des jus de plantes favorisant la croissance microbienne (Xylia et al., 2019).

4. Qualité bactériologique des aliments

4.1. Qualité

Selon (Pierkot, 2010), la qualité est l'ensemble des propriétés et caractéristique d'un produit ou d'un service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites". Le terme qualité dans le secteur de l'industrie alimentaire regroupe 3 différentes composantes : qualité nutritionnelle, qualité organoleptique et qualité hygiénique.

4.1.1. Qualité nutritionnelle

C'est l'aptitude de l'aliment à bien nourrir d'un point de vue quantitatif (quantité d'énergie apportée, composition en protéines totales, en acides aminés indispensables, en eau, en acides gras, en minéraux et en vitamines) et/ou qualitatif (aliment équilibré nutritionnellement, aliment enrichi en un élément particulier pour répondre à un besoin précis ou au contraire dépourvu de certains composants dans un but préventif) (Tocher et al., 2001).

4.1.2. Qualité organoleptique

L'aliment doit répondre à un certain standard de qualité sensorielle pour satisfaire le consommateur (couleur, flaveur, texture, aspect). Peut être considérée comme le caractère hédonique d'un aliment (Roudot, 2002). C'est principalement le plaisir gustatif que recherche le consommateur dans un établissement de restauration (Multon, 1985).

4.1.3. Qualité hygiénique ou bactériologique

C'est-à-dire le non toxicité de l'aliment, une exigence de sécurité, théoriquement absolue. L'aliment ne doit comporter aucun élément toxique à des doses dangereuses pour le consommateur (Vierling, 2008).

5. Altérations d'origine alimentaire

La plupart des produits alimentaires contiennent des micro-organismes. Les légumes et les fruits sont porteurs de germes normalement présents dans le sol, l'air ou l'eau. Certains de ces micro-organismes sont néfastes à la qualité de l'aliment, d'autres au contraire sont indispensables parce qu'ils participent à l'élaboration de l'aliment. Il existe un certain nombre dont la présence ou la prolifération dans l'aliment peut avoir des conséquences plus ou moins graves pour le consommateur.

Les micro-organismes peuvent être les causes des maladies. L'aliment peut être porteur de quelques germes pathogènes, qui vont se multiplier dans le corps humain et causer des maladies (fièvre typhoïde, choléra, dysenterie). L'aliment peut être le milieu où se multiplie une grande quantité de micro-organismes qui après, sont consommés avec l'aliment (intoxication alimentaire). L'aliment peut être le milieu de multiplication de micro-organismes, qui sécrètent des substances toxiques (Boeckel et al., 2003).

5.1. Principales affections humaines d'origine alimentaire

On regroupe sous le vocable de maladies d'origine alimentaire, un ensemble disparate et hétérogène d'affections dues à des agents multiples et variés véhiculés par des aliments ingérés (bactéries, toxines bactériennes, protozoaires, levures, moisissures, substances chimiques, etc.). De telles affections revêtent parfois un caractère collectif et épidémique, mais peuvent également survenir de manière sporadique et isolée (Hamza, 1995).

5.1.1. Différentes catégories de maladies liées à la consommation des aliments

a. Intoxication

Sont dues à des exotoxines produites par les micro-organismes ; dans ces cas, la présence des germes eux-mêmes dans l'organisme de l'hôte n'est pas indispensable. Elle peut se définir comme étant une maladie liée à l'ingestion d'une ou de plusieurs toxines bactériennes. Tous les symptômes sont dus à la toxine sans qu'il y ait besoin d'un développement de l'agent pathogène dans l'organisme. Elles sont provoquées par des micro-organismes qui sécrètent et libèrent des toxines spécifiques in vivo (diphthérie, tétanos) ou

dans un aliment (toxine botulinique, entérotoxine staphylococcique, mycotoxines) (**Meyer et al., 1988; Guiraud, 1998**).

b. Toxi-infections

Les germes produisent des substances toxiques spécifiques dont le pouvoir toxique dépend de la charge microbienne. Principalement d'origine alimentaire, sont des infections par des bactéries qui produisent des toxines (toxi-infection) libérées après la lyse cellulaire comme réaction de défense et les exotoxines libérés lors de la multiplication de certaines (**Meyer et al., 1988**).

On parle de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) lorsque les troubles provoqués par ces TIAC résultent de l'action combinée d'une forte population de germes présents dans les aliments incriminés et des toxines qui ont été produites au cours de leur multiplication (**Bonne, 2013**).

5.2. Classifications des micros organismes importants dans l'industrie alimentaire

Un micro-organisme est un organisme vivant, que l'on peut seulement observer à l'aide d'un microscope. Les micro-organismes peuvent être classés en cinq groupes majeurs : les virus dépourvus de structure cellulaire, les protozoaires qui sont de structure unicellulaire, les bactéries, les levures et les champignons ou moisissures. Les trois derniers groupes sont importants en sciences alimentaires (**Boeckel et al., 2003**). Les microorganismes on quatre catégories :

- **Microorganismes utiles**, qui vont apporter à l'aliment des propriétés organoleptiques. Ces microorganismes sont nécessaires pour la fabrication de yaourt (bactéries), la fermentation du pain (levures), l'affinage des fromages (bactéries et moisissures) ...etc... ;
- **Microorganismes d'altération**, qui dégradent les propriétés organoleptiques de l'aliment (gonflement, dégradation de l'aspect, goût, odeur désagréable) ;
- **Microorganismes indicateurs d'hygiène**, dont la faible concentration indique l'acceptabilité du l'aliment dans le procédé de production (Entérobactéries : témoins d'un défaut de production ou de conservation) ;
- **Microorganismes « pathogènes »**, susceptibles de provoquer une maladie chez le consommateur (Salmonelles, Staphylocoques, *Escherichia coli*).

5.2.1. Source de microorganismes dans les aliments

Les aliments sont d'origine végétale ou animale. La flore normalement associée aux plantes et aux animaux est donc potentiellement présente. De plus, un apport microbien exogène est souvent inévitable (environnement, contact, manipulations, etc...) (**Guiraud, 1998**). Les microorganismes contaminants sont très variés et peuvent être classés en deux catégories : endogène et exogène.

a. Origine endogène

Sont les microorganismes appartenant à la flore commensale et saprophytes des êtres vivants. Les animaux et les végétaux possèdent différents types de flores commensales, les plus importantes sont la flore de surface et la flore intestinale (**Guiraud, 1998**).

b. Origine exogène

- **Contamination par les manipulateurs** : c'est une contamination de contact direct et essentiellement par les mains mais aussi par les vêtements. Cette flore est surtout véhiculée par la peau saine ou par des plaies, abcès ou furoncles. Les flores commensales et pathogènes de l'homme sont proches de celles des animaux (**Guiraud, 1998**) ;
- **Contamination par l'environnement** : c'est une contamination par aérosols (toux, éternuement, respiratoire). L'air et le sol sont riches en bactéries, l'air contient des poussières chargées de spores et des formes bactériennes non sporulées. Le sol contient un très grand nombre d'espèces. L'eau est utilisée abondamment dans l'industrie alimentaire, cette eau peut contenir des micro-organismes variés et être à l'origine de contaminations (**Meyer et al., 1988**) (**Prescott et al., 2003**).
- **Contaminants industriels** : le matériel industriel est une source de contamination, en particulier les surfaces poreuses (plan de travail), les outils et les machines etc. Lors de la préparation de produits à partir des matières premières diverses, certaines de celles-ci constituent un apport privilégié de microorganismes. Les traitements technologiques peuvent induire ou favoriser la dispersion de la flore de contamination. Les déchets industriels sont aussi une source potentielle de contamination (**Guiraud, 1998**).

5.2.2. Bactéries pathogènes :

Des bactéries alimentaires pathogènes pour l'homme sont régulièrement détectées dans des analyses de routine sur des produits apparemment sains (**Schiffers and Samb, 2011**). Les

bactéries pathogènes recherchées sont celles qui peuvent causer des maladies, en particulier des toxi-infections alimentaires. On peut distinguer ainsi *Clostridium butilium*, *Shigella*,

Salmonella typhi, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* qui sont systématiquement recherchés. Ces bactéries sont ubiquistes, saprophytes de l'homme et de l'animal. Certaines bactéries ou groupes bactériens, mis en évidence par des tests spécifiques, peuvent être considérés comme témoins de contamination, d'origine humaine et indiquer la présence possible des bactéries pathogènes (Sutra et al., 1998).

a. *Salmonella*

Découvert en 1880 par EBERTH, isolée et cultivé en 1884 par GRAFFKY (Bugnicourt, 1995). Ce genre appartient à la famille des *Enterobacteriaceae*, ce sont des bacilles à gram négatif, aéro-anaérobies facultatif. Ces bactéries possèdent un métabolisme oxydatif et fermentaire (Fig. 1). *Salmonella* est un type de bactéries intervenant dans divers types d'intoxications alimentaires, mais qui peuvent aussi être la (Guiraud and Rosec, 2004).

Une salmonelle est suffi pour déclencher une toxi-infection alimentaire c'est pour cela que la norme n'autorise aucune présence de salmonelle. A la cuisine, elle peut passer par aliments crus aux aliments cuits (contamination croisées), si elle est présente sur les mains du personnel, les ustensiles de cuisine ou sur les divers appareils (Guiraud and Rosec, 2004).

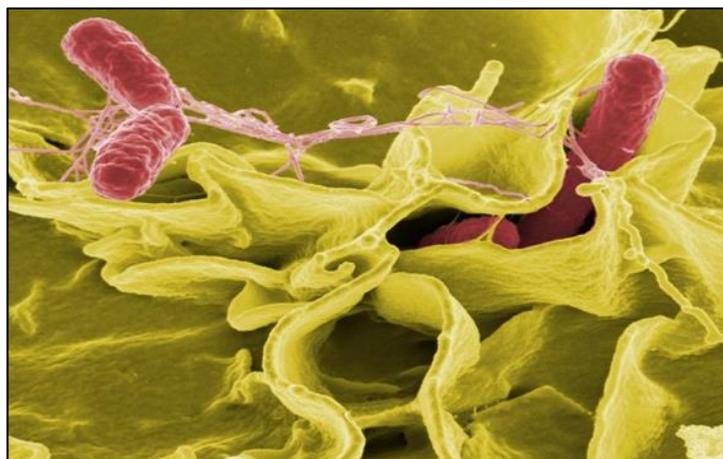


Figure 1. *Salmonella typhi* sous microscope électronique à balayage (Pechère, 2007).

b. *Staphylococcus*

Le terme intoxication serait plus juste dans le cas des staphylocoques, car c'est l'ingestion de la toxine et non du germe qui provoque la toxi-infection (Bourgeois et al., 1988). Les staphylocoques constituent avec les microcoques les deux principaux genres de la

famille des Micrococcaceae. Ce sont des cocci à Gram positif, non sporulés, immobiles, se divisant en plusieurs plans en formant des amas irréguliers. Ils produisent une catalase. Leur paroi est principalement constituée de peptidoglycane (**Fig. 2**). Staphylocoques à coagulase positive appartenant à la famille des *Staphylococcaceae*, notamment *Staphylococcus aureus*, qui été découverts et isolés par Pasteur vers 1876 à partir du pus anthrax (**Bugnicourt, 1995**), est le principal producteur d'entérotoxines pathogènes pour l'homme possède une enzyme, la coagulase qui permet de les identifier (**Béraud, 2004**).

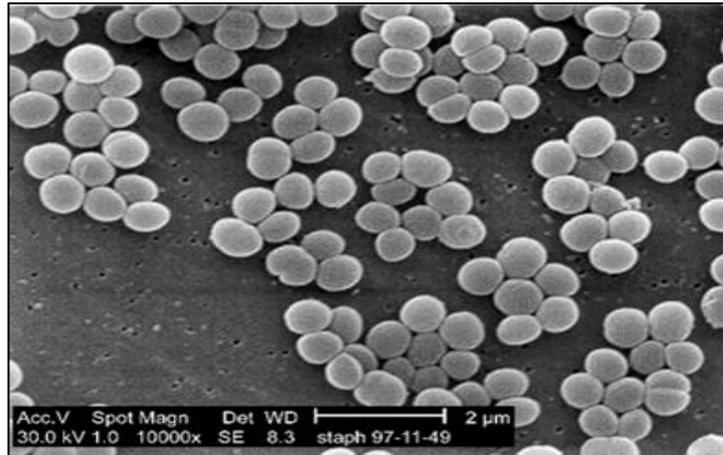


Figure 2. *Staphylococcus aureus* sous microscopes électronique à transmission (**Figarella et al., 2004**).

c. Escherichia coli

Elle a été isolé par Théodore Escherich en 1881 (**Bugnicourt, 1995**). Le genre *Escherichia* fait partie de la famille des *Enterobacteriaceae*. C'est une bactérie du genre *Escherichia*, un bacille à coloration de Gram négatif, aérobie-anaérobie facultatif (**Fig. 3**) (**Toe, 2018**).

Il s'agit de coliformes thermo-tolérants est un hôte normal de la microflore digestive de l'homme et de nombreuses espèces animales (les bovins particulièrement). Certains sérotypes seulement sont pathogènes dont *Escherichia coli* O:157 :H7. Elle se trouve dans les aliments lorsque les règles d'hygiène au cours de l'abattage du bétail ou la préparation des aliments ne sont pas respectées (**Branger et al., 2007**).

Elles peuvent être présentes également dans de nombreux aliments crus et elles passent facilement dans les aliments cuits du fait de la contamination des mains du personnel, des plans de travail, des récipients et appareils divers. En cas d'hygiène insuffisante et d'absence générale des moyens d'assainissement. Un nombre important des personnes, adultes ou enfants risquent d'être contaminées pas le voie alimentaire (**INSP, 2008**).



Figure 3. *Escherichia coli* (Barq-Calberg and Dusart, 2003).

d. *Clostridium perfringens*

Appartenant à la famille des *Bacillaceae*, c'est un bacille à Gram positif, anaérobie strict, immobile, produisant des spores, classé dans le groupe des anaérobies-sulfitoréducteurs (Fig. 4) (Bourgeois and Leveau, 1980a).



Figure 4. *Clostridium perfringens* (Barq-Calberg and Dusart, 2003).

Clostridium perfringens est connue comme l'agent des gangrènes gazeuses ou des septicémies du post-partum. Elles tolèrent jusqu'à 5 % d'oxygène. La présence du sang protège *C. perfringens* de l'action toxique de l'oxygène, du fait de l'activité de la catalase sanguine qui détruit les peroxydes responsables de cette action toxique. Elles ne sont pas détruites par la cuisson ou la pasteurisation, la température optimale de croissance est de 45 °C, ce qui peut expliquer leur persistance au sein d'un morceau de viande après la cuisson et la capacité à s'y multiplier dans la zone profonde dans les heures qui suivent la cuisson. Elles sont également relativement résistantes à certains désinfectants. C'est pourquoi, ses capacités

de multiplication dans un produit carné sont supérieures à celles constatées pour d'autres aliments (**Gueroui, 2018**).

e. *Clostridium botulinum*

C'est un bacille à Gram positif, anaérobie strict, mobiles, sporulés et non capsulés, inhibés à des pH < 4,5 et thermorésistants (**Fig. 5**). Il est capable de produire des neurotoxines dans les conditions d'anaérobiose (**Bourgeois et al., 1996**). Une ébullition (100°C) de 10 min détruit la toxine, tandis que les spores hautement thermorésistantes supportent de températures de l'ordre de 120 °C ou d'avantage. Le botulisme n'apparaît que dans les aliments conservés car trois conditions doivent être réunies : un milieu non acide, strictement anaérobie et une température entre +10°C et + 48°C (**Brunet-Loiseau, 2005**).

La bactérie est responsable de la maladie consécutive à l'ingestion de toxine préformée dans un aliment contaminé par cette espèce, le botulisme. Cette maladie cosmopolite est redoutable. Dans les cultures jeunes, on peut observer de courtes chaînettes. A l'inverse dans les cultures âgées, on observe des formes d'involution vacuolaires et des spores (**Gueroui, 2018**).

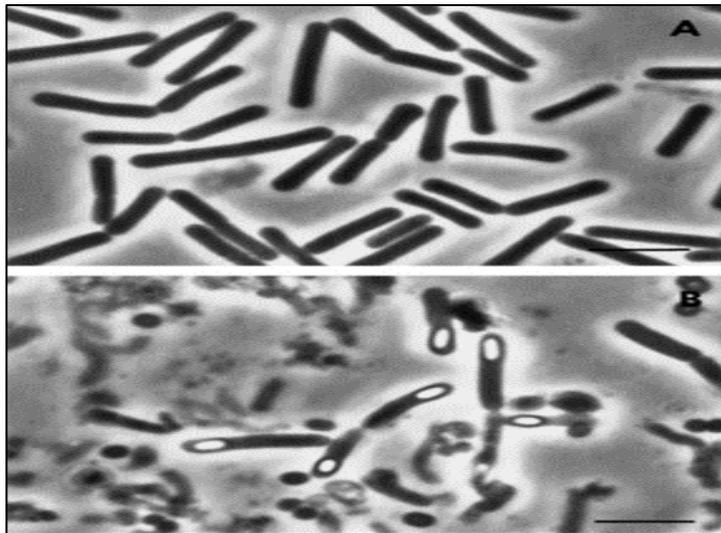


Figure 5. *Clostridium botulinum* (**Boerema and Broda, 2004**).

CHAPITRE

2

Matériel et Méthodes

Mode d'étude :

Les analyses microbiologiques des aliments prêts à manger ; le cas des produits d'origine végétale, ont été réalisés au niveau des laboratoires pédagogiques de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers (SNVSTU) de l'Université du 08 Mai 1945 Guelma durant le mois de Avril 2022.

1. Choix du site de prélèvement

Pour contribuer à l'évaluation de la qualité microbiologique des aliments prêts à manger d'origine végétale, nous avons utilisé des différents échantillons à savoir les conserves de La lentille, Le haricot blanc, Le maïs, L'ananas, L'olive et L'hmiss. Les échantillons ont été collectés et achetés exclusivement à la Wilaya de Guelma à l'Est Algérien (**Tab. 3**).

Tableau 3. Présentation des sites et période de prélèvement.

Points de prélèvement	Type de prélèvement	Date de prélèvement	Heure de prélèvement
Ville de Guelma	Lentille	14/04/2022	12h00
	Haricot blanc	14/04/2022	
	Olive	16/04/2022	
	Maïs	14/04/2022	
Commune El Fedjoudj, Wilaya de Guelma	Ananas	14/04/2022	12h00
	Hmiss		

2. Echantillonnage

Les échantillons ont été prélevés durant le mois d'avril 2022, soit un total de 18 prélèvements répartis sur 3 prélèvements pour chaque conserve de lentille, haricot blanc, olive, ananas, maïs et hmiss (**Tab. 4**).

La collecte des échantillons a été réalisée en respectant les Bonnes Pratiques du Laboratoire (BPL), et les règles d'asepsie (désinfection des mains). Les échantillons soigneusement étiquetés sont placés dans une glacière contenant de la glace dont la température doit être comprise entre 4 à 6 °C et transportés ensuite au laboratoire.

Tableau 4. Description des différents produits d'origine végétale utilisée pour la présente

Echantillons	Produits	Liste des ingrédients	Poids net	Date de fabrication	Date d'expiration
	Lentille	Lentilles secs hydraté, concentré de tomate, oignon, huile végétale, carottes, sel, poivron noir, laurier	740 g	22/01/2022	21/01/2023
	Haricot blanc	Haricot sec trempé, sauce tomate, eau, double concentré de tomate, oignon, huile végétale, sel, cumin, poivre noir.	740 g	14/01/2022	13/01/2023
	Olive	Olives grillées, concombres, oignons, noix, huile végétale, épices	4 Kg	02/2022	02/2023
	Ananas	Ananas, eau, sucre, acidifiant : e300.	565 g. 10- 12 tranches d'ananas	24/12/2020	23/12/2022

Suite du Tableau 4.

	Maïs	Maïs doux, Eau, Sel	420 g	12/11/2021	11/11/2022-
	Hmiss	Piment, assaisonnement, carottes, huile végétale, conservateur.	120 g	14/12/2021	14/12/2022

3. Préparation des échantillons

Pour l'analyse microbiologique, une quantité de 25 g des différents produits d'origine végétale est mélangée dans un bécher avec 225 ml de diluant à savoir l'eau peptonée tamponnée et laissée au repos pendant 20 min pour la revivification des bactéries. La solution obtenue est appelée solution mère (SM) qui est la dilution 10^{-1} . Une série de dilutions décimales est réalisée à partir de la solution mère afin de diminuer la charge bactérienne jusqu'à l'obtention des dilutions de l'ordre de 10^{-2} et 10^{-3} .

4. Analyse microbiologique

4.1. Milieux de culture employés

Pour l'analyse microbiologique des produits d'origine végétale, plusieurs milieux de culture sélectifs et non sélectifs ont été utilisés à savoir : gélose Plate Count Agar (PCA), les milieux liquides (BCPL, Rothe, bouillon Schubert, bouillon Eva Litsky), gélose Viande foie (VF), gélose Chapman, gélose *Salmonella-Shigella* (SS), Gélose au Cétrimide.

4.2. Recherche et dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale (FMAT)

La Flore Aérobie Mésophile Totale (FMAT) sont la totalité des bactéries, levures et moisissures aéro-anaérobies, capables de former des colonies dans ou sur un milieu de culture. **CHAPITRE**

➤ **Lecture et interprétation**

Les colonies des FMAT apparaissent en masse sous formes lenticulaires et bien distinctes.

4.3. Recherche et dénombrement des coliformes

Les coliformes sont des bacilles à Gram négatif, aérobies ou anaérobies facultatif, non sporulés, ne possédant pas d'oxydase, capables de se multiplier en présence des sels biliaires et capables de fermenter le lactose à avec production d'acides et de gaz en 24 à 48 heures à une température comprise entre 36 et 37 °C (**Delarras and Trébaol, 2003**).

Les coliformes fécaux, ou coliformes thermo-tolérants, sont un sous-groupe des coliformes totaux capables de fermenter le lactose à une température de 44 °C. L'espèce la plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia coli*, dans une moindre mesure, certaines espèces des genres *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella*. *Escherichia coli* sont des coliformes thermo-tolérants ayant la particularité de produire de l'indole à partir du tryptophane présent dans le milieu à une température voisine de 42°C ± 2°C (**Bourgeois and Leveau, 1980b**).

➤ **Mode opératoire**

La recherche et le dénombrement des coliformes et l'identification d'*E coli* ont été effectués par la méthode de trois tubes du nombre le plus probable (NPP) appelée aussi la colimétrie. Cette méthode est une estimation statistique du nombre de microorganismes supposés être disséminés dans l'échantillon de manière parfaitement aléatoire (**Rejsek, 2002**).

Cette technique se fait en deux étapes consécutives :

- Le test présomptif : Réservé à la recherche des coliformes ;
- Le test confirmatif : réservé à la recherche des coliformes fécaux et *E. coli* (**Mouffok, 2001**).

- Test de présomptif

- Il est effectué en utilisant le bouillon lactose au pourpre de bromocrésol à simple concentration (BCPL S/C) et à double concentration (BCPL D/C).
- Tous les tubes sont munis d'une cloche de Durham pour déceler le dégagement éventuel de gaz dans le milieu.
- Avant d'ensemencer les tubes, il faut vérifier qu'il n'y a pas de bulle d'air sous la cloche, pour éviter de fausser les résultats.

- A partir des dilutions des solutions, il faut préparer de manière aseptisée :
 - ❖ 03 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C.
 - ❖ 03 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C.
 - ❖ 03 fois 0.1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C.
- Chasser l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.
- L'incubation se fait cette fois-ci au l'incubateur à 37 °C pendant 24 à 48 heures.
- Seront considérés comme positifs, les tubes présentant à la fois : un dégagement de gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche) et un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu). Ces deux caractères étant témoins de la fermentation du lactose dans la condition opératoire décrite (**Mouffok, 2001**).

- Test de confirmation (test de Mac Kenzie)

Le test de confirmation est basé sur la recherche de coliformes thermo-tolérants parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia coli*. Les tubes de BCPL trouvés positifs lors du dénombrement des coliformes feront l'objet d'un repiquage à l'aide d'une anse bouclée dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche de Durham. Chasser l'air éventuellement présent dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum. L'incubation se fait cette fois-ci au l'incubateur à 44°C pendant 24 heures. Sont considérés comme positif, les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux ;
- Un anneau rouge en surface, témoignant de la production d'indole par *Escherichia coli* après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs (**Fig. 7**). La lecture finale s'effectue également selon la prescription de la table du NPP en étant donné que les coliformes fécaux font partie des coliformes totaux, il est impossible de trouver plus de coliformes fécaux que de coliformes totaux. Les résultats sont exprimés en germes par gramme du produit a analysé (**Labres and Mouffok, 2008**).

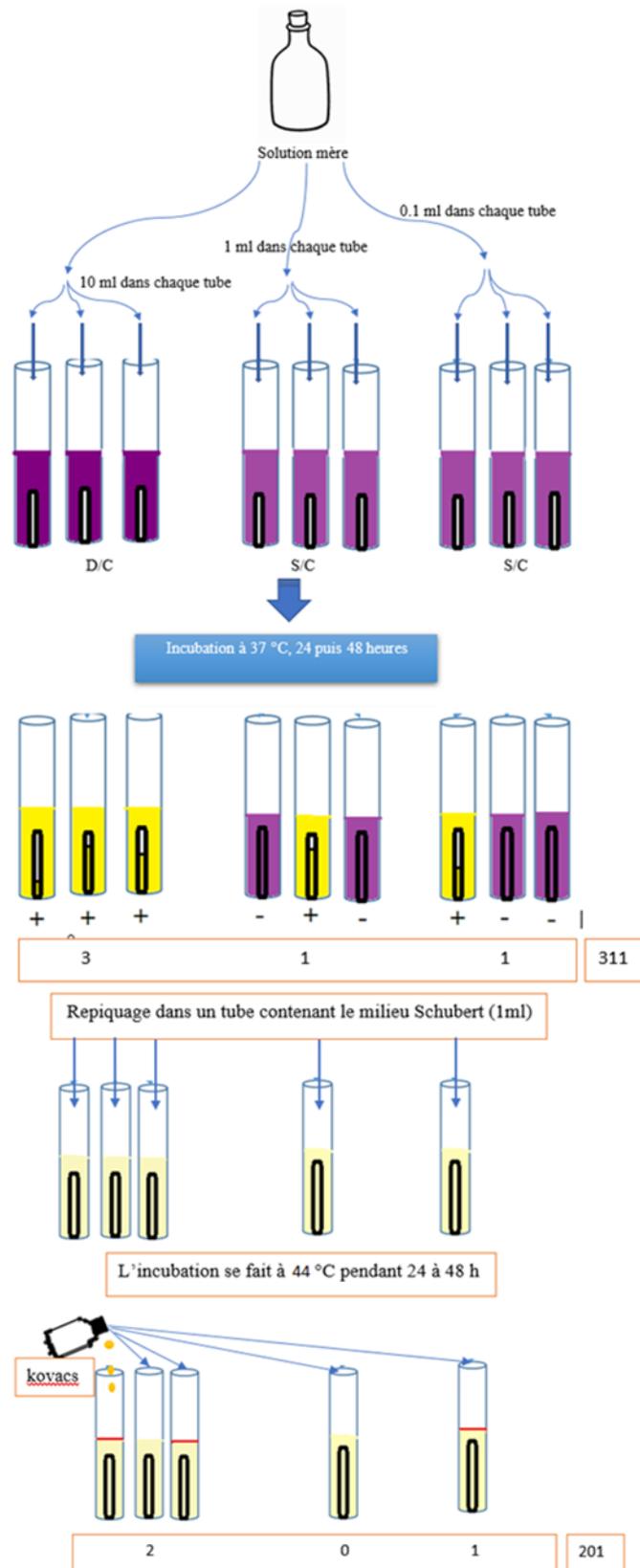


Figure 7. Recherche et dénombrement des coliformes.

4.4. Recherches et dénombrement des spores Clostridium sulfito-réducteurs

Les bactéries anaérobies sulfito-réductrices (ASR) présentent sous forme de gram positif, se développant en 24 à 48 heures sur une gélose Viande Foie (VF) en donnant des colonies typiques réduisant du sulfite de sodium (Na_2SO_3), qui se trouve dans le milieu, en sulfure qui en présence de Fe^{+2} qui donne FeS (sulfure de fer) de couleur noir. Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne (**Labres et al., 2006**).

➤ Mode opératoire

La recherche et dénombrement des spores des ASR dans les produits d'origine végétale se fait par la méthode d'incorporation en gélose sur tubes profonds :

- ❖ Prendre environ 25 ml à partir des solutions des différents produits d'origine végétale à analyser, dans un flacon stérile, qui sera par la suite soumis à un chauffage de l'ordre de 80 °C pendant 8 minutes, dans le but de détruire toutes les formes végétatives des ASR éventuellement présentes.
- ❖ Après chauffage, refroidir immédiatement le flacon en question, sous l'eau de robinet.
- ❖ Répartir ensuite le contenu de ce flacon, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.
- ❖ Ajouter environ 20 ml de gélose Viande Foie, fondue, additionnée d'une 4 gouttes d'Alun de fer et d'une 0.5 ml de Sulfite de sodium, puis refroidie à 45 ± 1 °C.
- ❖ L'incorporation se fait dans un tube et non dans une boîte afin de limiter la surface de contact entre le milieu et l'air.
- ❖ Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant la formation des bulles d'air et en évitant l'introduction d'oxygène.
- ❖ Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ,
- ❖ Ajoutez deux gouttes d'huile de paraffine ; puis incubé à 37 °C, pendant 24 à 48 heures (**Labres and Mouffouk, 2008**).

Considérer comme résultat d'une spore de bactérie anaérobie sulfito-réductrice toute colonie noire entourée d'un halo noir. Exprimer le résultat en nombre de spore par gramme de produit à analyser. La première lecture doit absolument être faite à 16 heures et la deuxième lecture se fera à 24 heures et la troisième et la dernière après 48 heures. Dénombrer toute colonie noire de 0.5 mm de diamètre, ayant poussé en masse et rapporter le

nombre total des colonies dans les quatre tubes de produit à analyser (**Fig. 8**) (**Labres et al., 2006**).

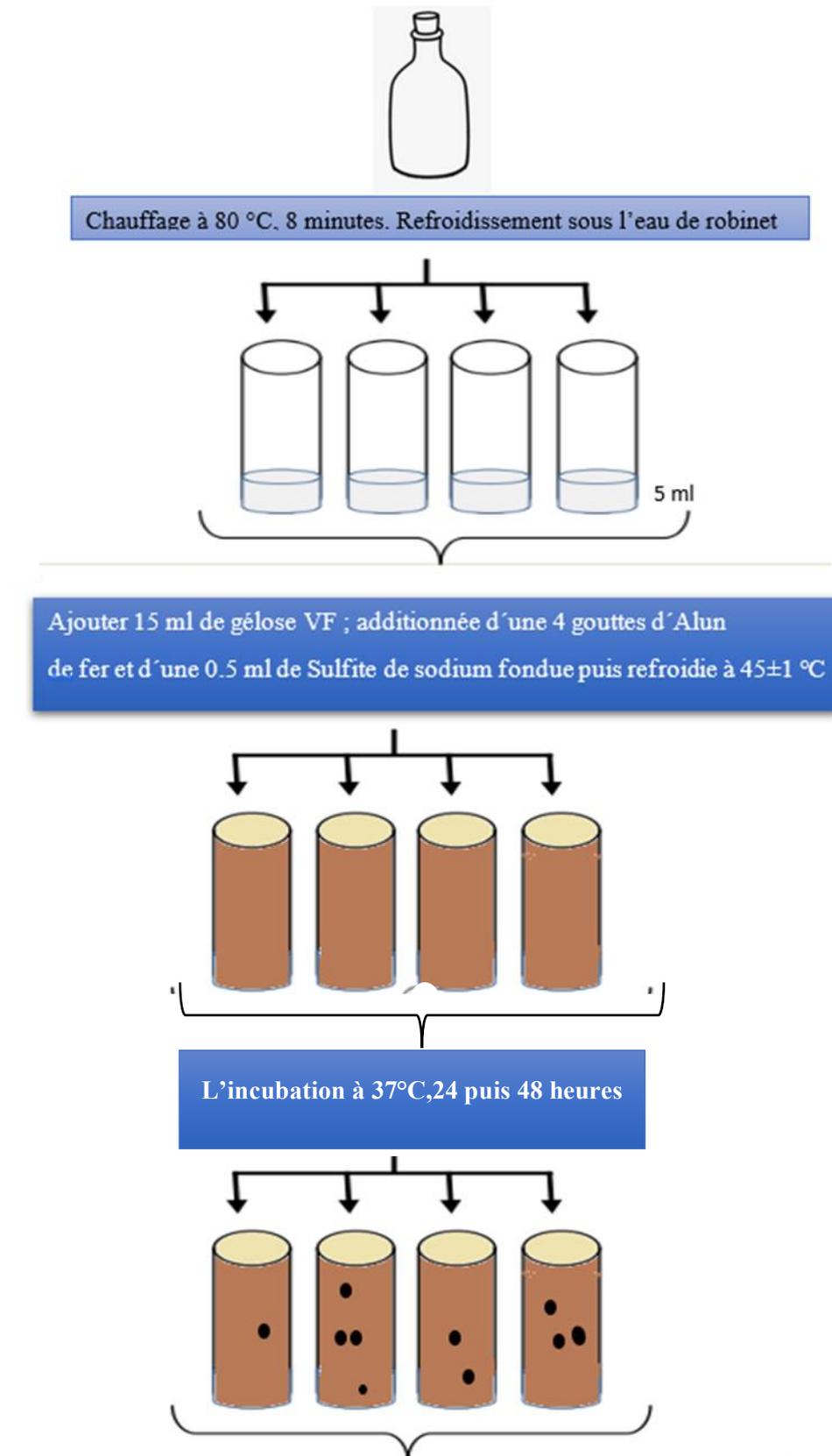


Figure 8. Recherches et dénombrement des spores de *Clostridium* sulfito-réducteur.

4.5. Recherche et le dénombrement des germes spécifiques

➤ **Mode Opératoire**

- À partir des solutions des différents produits d'origine végétale à analyser porter aseptiquement 1 ml dans une boîte de pétri vides, numérotées.
- Compléter ensuite avec environ 15 ml de gélose sélectif fondue puis refroidie à $45 \pm 2^\circ\text{C}$ (Gélose Chapman pour la recherche et le dénombrement des *Staphylococcus*, gélose SS pour *Salmonella*, gélose au Cétrimide pour les *Pseudomonas*).
- Faire ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient en forme de « 8 » pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose, sur une surface fraîche et horizontale.
- Laisser solidifier les boîtes sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ 5 ml de la même gélose ou de gélose blanche. Cette double couche, a un rôle protecteur contre les contaminations externes diverses.
- L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures (**Fig. 9**).

➤ **Lecture et interprétation**

Les colonies de microorganismes apparaissent en masse sous formes et bien distinctes selon la composition de chaque milieu.

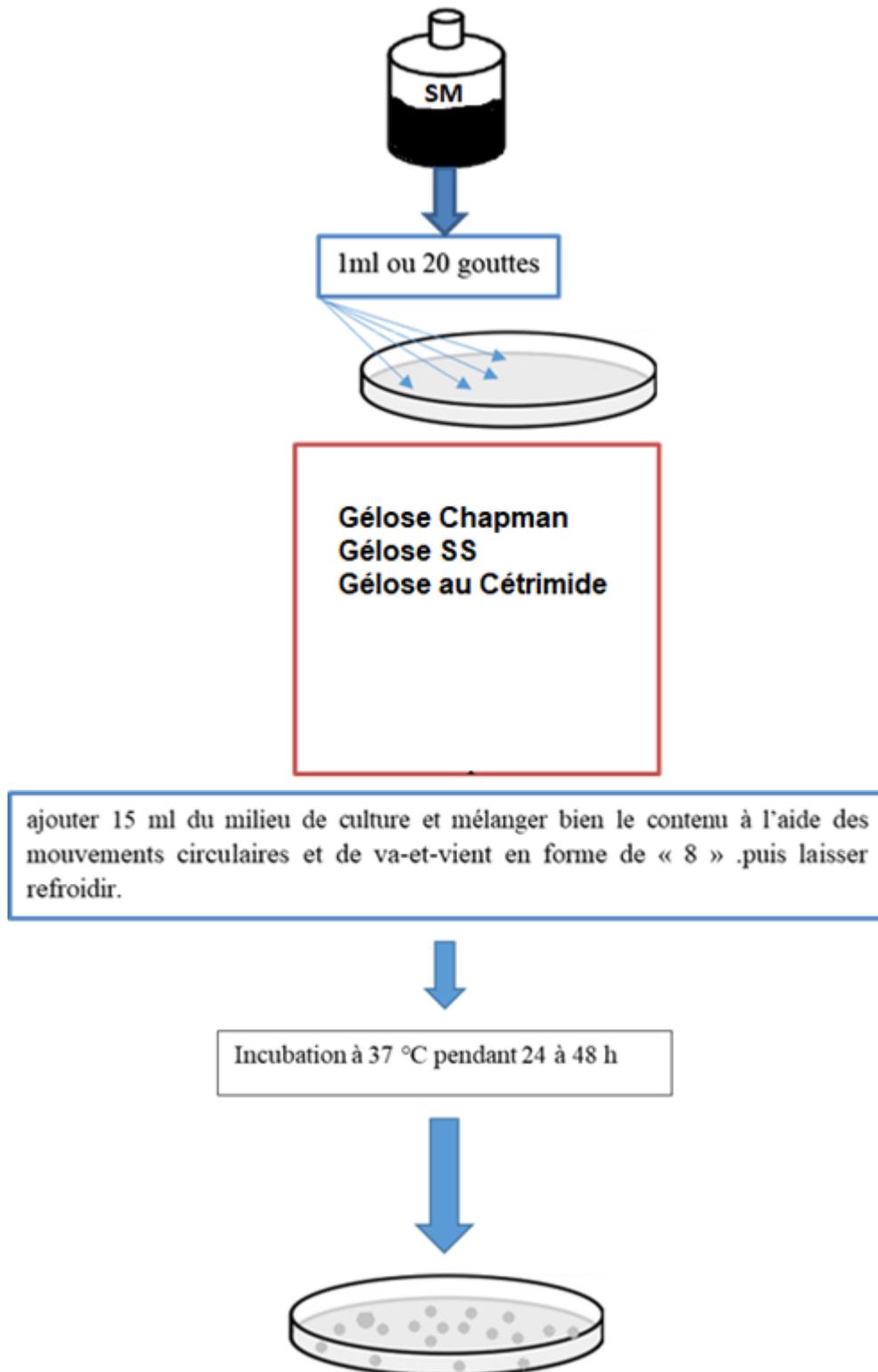


Figure 9. Recherche et dénombrement des germes spécifiques.

Résultats et Discussion

1. Caractéristiques microbiologiques

1.1. Flore Aérobie Mésophile totale (FMAT)

C'est la flore la plus recherchée dans les analyses microbiologiques qui nous renseigne toujours sur la qualité hygiénique des aliments. Les résultats montrent que la concentration moyenne de la flore mésophile aérobie totale est très variable entre les six types des produits d'origine végétale (Fig. 10,11).

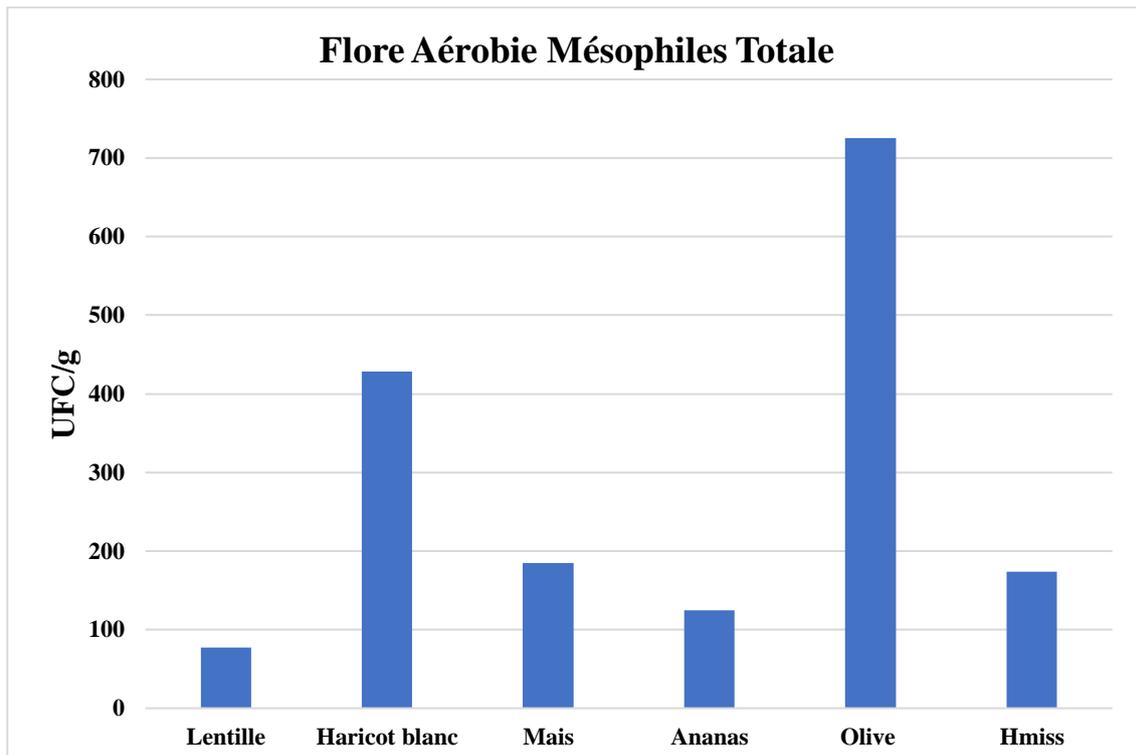


Figure 10. Variation de la flore totale des différents types des conserves des produits d'origine végétale.

Les résultats obtenus varient entre un minimum de 67 UFC/g noté pour la lentille (prélèvement 2) et un maximum de 1224 UFC/g enregistré pour les conserves d'olive (prélèvement 1) avec une moyenne varie de 77 à 725,33 UFC/g pour tous les produits. Les fluctuations autour de la moyenne sont très élevées avec un écart type de 247,189.

En effet, nous constatons que la charge microbienne globale en FMAT est assez élevée mais tous les produits étudiés présentent une qualité satisfaisante vis-à-vis les normes algériennes des conserves et semi-conserves d'origine végétale qui exigent une valeur de 10^4 UFC/g au-dessous de laquelle la qualité du produit est considérée comme satisfaisante et une valeur entre 10^4 et 10^5 UFC/g la qualité du produit est considérée comme acceptable (JORA, 2017). La qualité satisfaisante des produits étudiés reflète, éventuellement, le respect des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication (BPH).

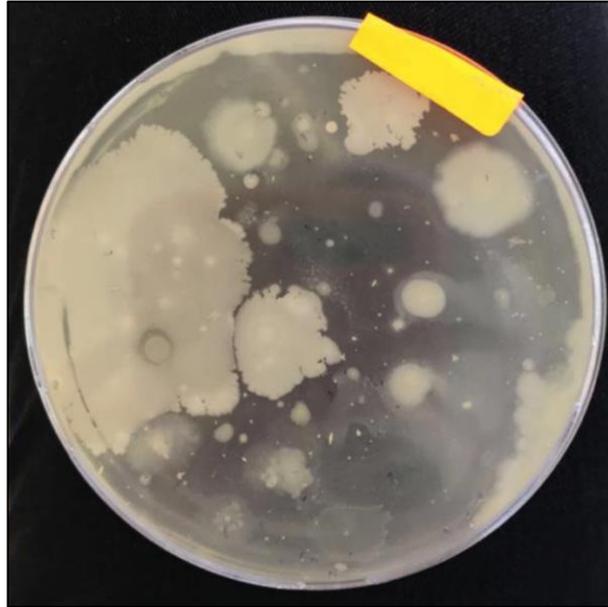


Figure 11. Résultats du dénombrement des FMAT.

1.2. Coliformes totaux

Les coliformes constituent avec les Streptocoques fécaux le groupe de bactéries le plus fréquemment utilisé pour l'examen bactériologique des aliments. Ils sont recherchés dans les aliments comme témoins de contamination fécale (**Gaujous, 1995**).

Les résultats obtenus varient entre un minimum de 3 UFC/g noté pour les produits de hmiss et ananas et un maximum de 1400 UFC/g noté pour tous les produits avec une moyenne varie de 468 à 1400 UFC/g pour tous les conserves (**Fig. 12**). Les fluctuations autour de la moyenne sont élevées avec un écart type de 389,60.

Effectivement, les résultats obtenus ont montrés que la charge microbienne globale en coliformes totaux est très élevée. La présence des coliformes à des niveaux insatisfaisants dans les aliments traités est un indicateur fort d'une mauvaise hygiène adoptée par les manipulateurs d'aliments et peut indiquer un processus de cuisson inadéquat, une contamination post-cuisson ou que la température de stockage post-cuisson était inadéquate pour empêcher la croissance bactérienne (**Gillespie et al., 2000; Nkere et al., 2011; Kornacki, 2014**).

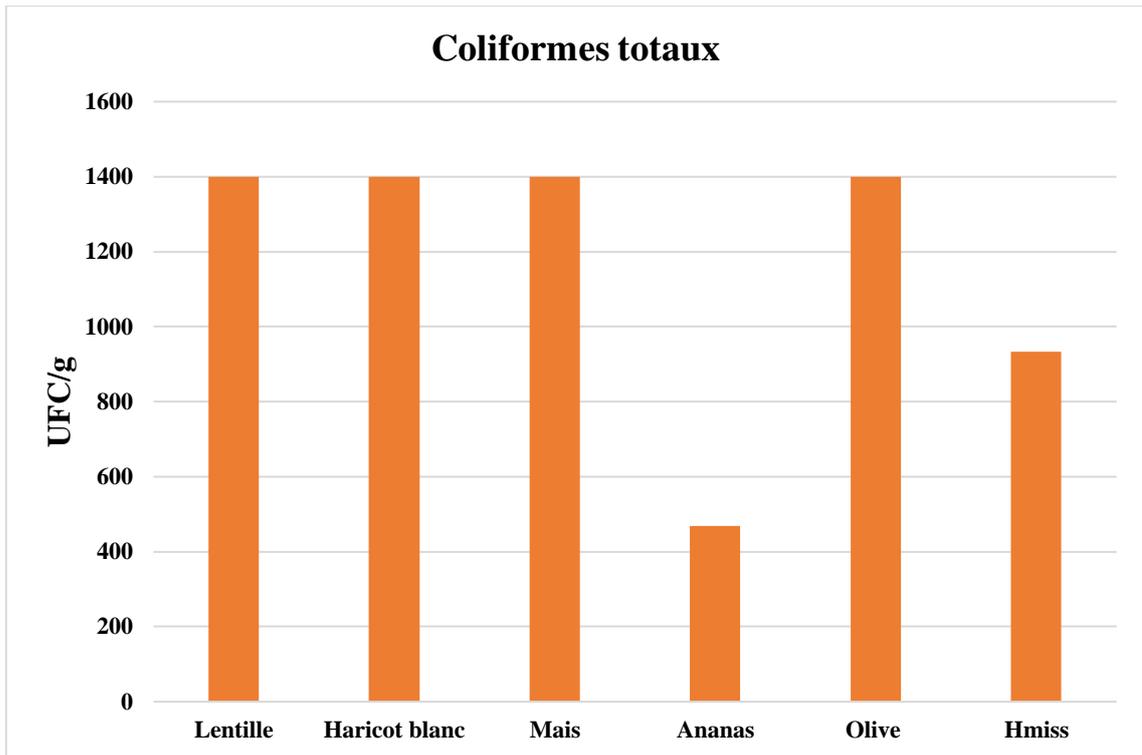


Figure 12. Variation des coliformes totaux des différents types des conserves des produits d'origine végétale.

1.3. Coliformes fécaux

La présence des coliformes d'origine fécale dans les aliments indique une pollution ou une contamination fécale provenant de l'homme ou de l'animal. Les résultats obtenus varient entre un minimum de 0 UFC/g noté pour les conserves d'olive et de hmiss et un maximum de 1400 UFC/g enregistré pour la lentille, le haricot blanc et le maïs avec une moyenne varie de 0 à 624, UFC/ml pour toutes les produits (**Fig. 13,14**). Les fluctuations autour de la moyenne sont élevées avec un écart type de 290,25.

En effet, les résultats obtenus ont montré que la charge microbienne globale en coliformes fécaux est très élevée. Cela est peut-être le résultat du plus grand nombre de personnes qui peuvent éventuellement être impliquées dans la manipulation de ce type d'aliments. De plus, ces concentrations élevées de la contamination fécale peuvent également être dus à la qualité de l'eau utilisée pour la préparation de ces produits et la culture au champ mais aussi aux différentes méthodes de manipulation utilisées (**Cerna-Cortes et al., 2015**).

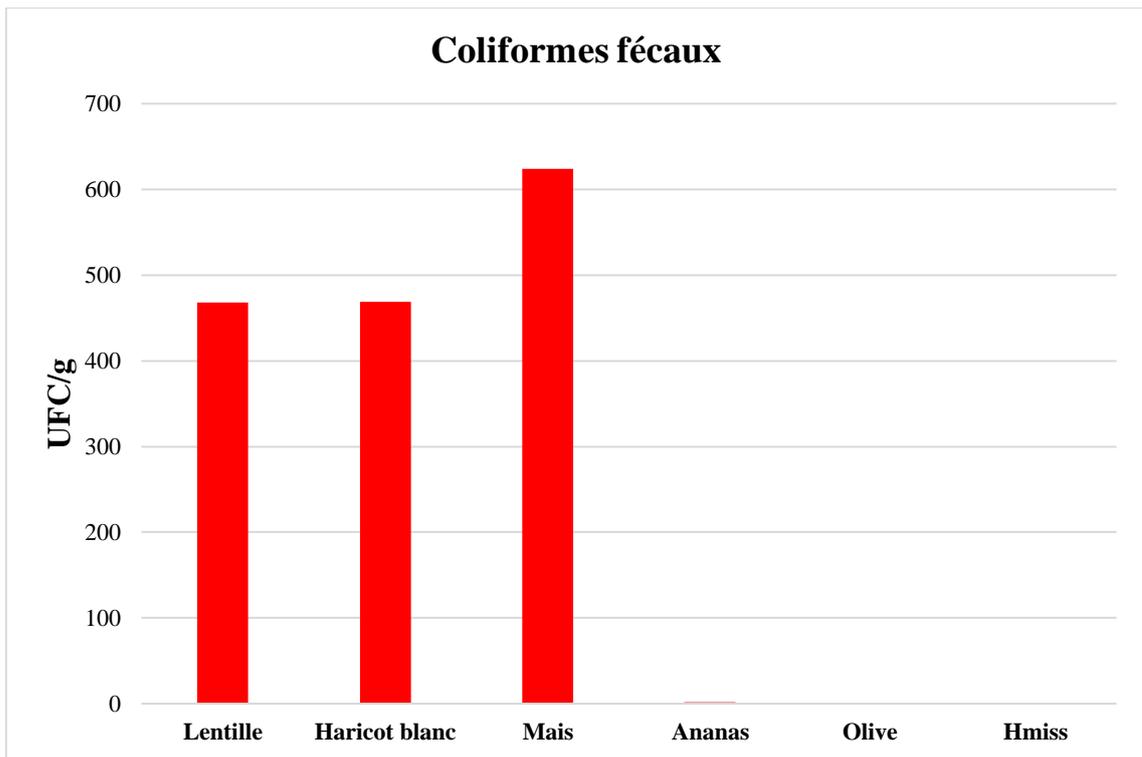


Figure 13. Variation des coliformes fécaux des différents types des conserves des produits d'origine végétale.



Figure 14. Résultats du dénombrement des coliformes fécaux.

1.4. Spores d'Anaérobies Sulfito-Réductrices (ASR)

Les spores des ASR constituent généralement des indices de contamination ancienne. Les résultats obtenus indiquent une absence totale des spores des ASR dans toutes les conserves des produits d'origine végétale à l'exception des conserves de lentille et d'olive qui présente une charge microbienne de 01 UFC/g. Ces résultats montrent que ces conserves semblent être contaminées et cette contamination nous fait penser à une contamination fécale déjà ancienne ou bien le non-respect des bonnes pratiques d'hygiène (végétal, manipulateur, local, matériel...) (Fig. 15).

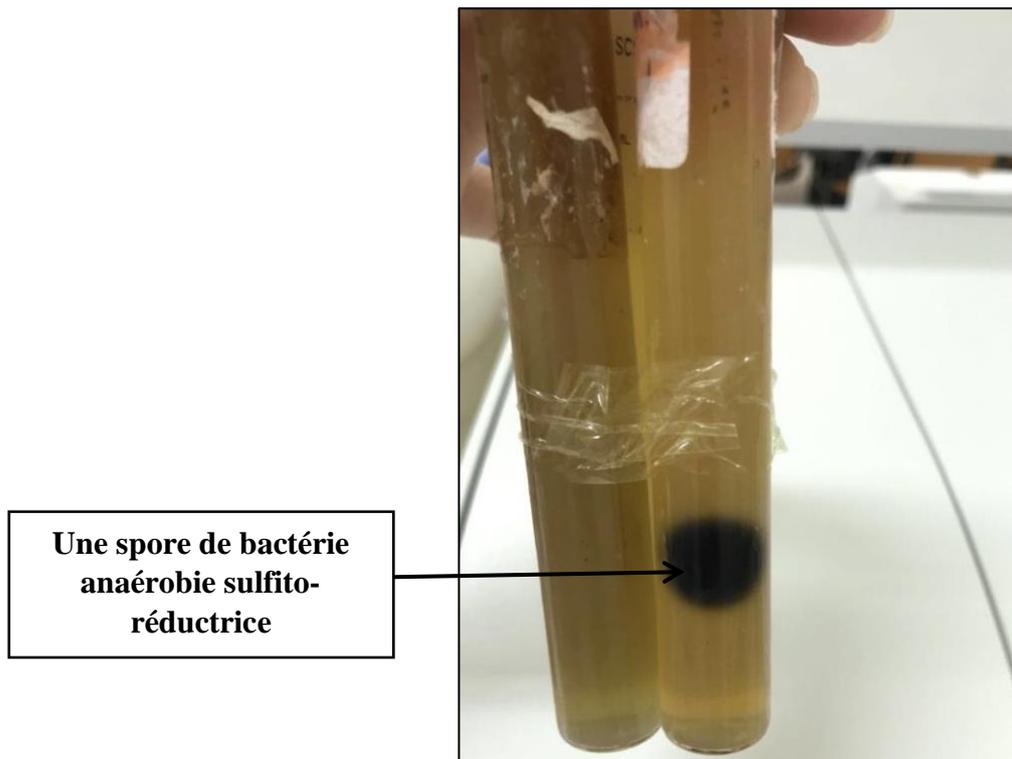


Figure 15. Résultats du dénombrement des ASR.

1.5. Salmonella

Il est différent pour les salmonelles majeures (que l'on ne trouve que chez l'homme) et les salmonelles mineures (ubiquistes). Les Salmonelles majeures à savoir *Salmonella typhi*, *S. paratyphi*, respectivement responsables des fièvres typhoïdes et paratyphoïdiques. Par contre, les Salmonelles mineures sont responsables de gastroentérites. Ces germes sont portés par l'homme et l'animal. Les salmonelles mineures sont impliquées habituellement dans les infections alimentaires (Baumont et al., 2004).

Les résultats obtenus varient entre un minimum de 0 UFC/g et un maximum de 412 UFC/g enregistré pour les conserves de lentille (prélèvement 2) avec une moyenne varie de 1

à 170 UFC/g pour tous les produits. Les fluctuations autour de la moyenne ne sont pas assez élevées avec un écart type de 66,5 (Fig. 16,17).

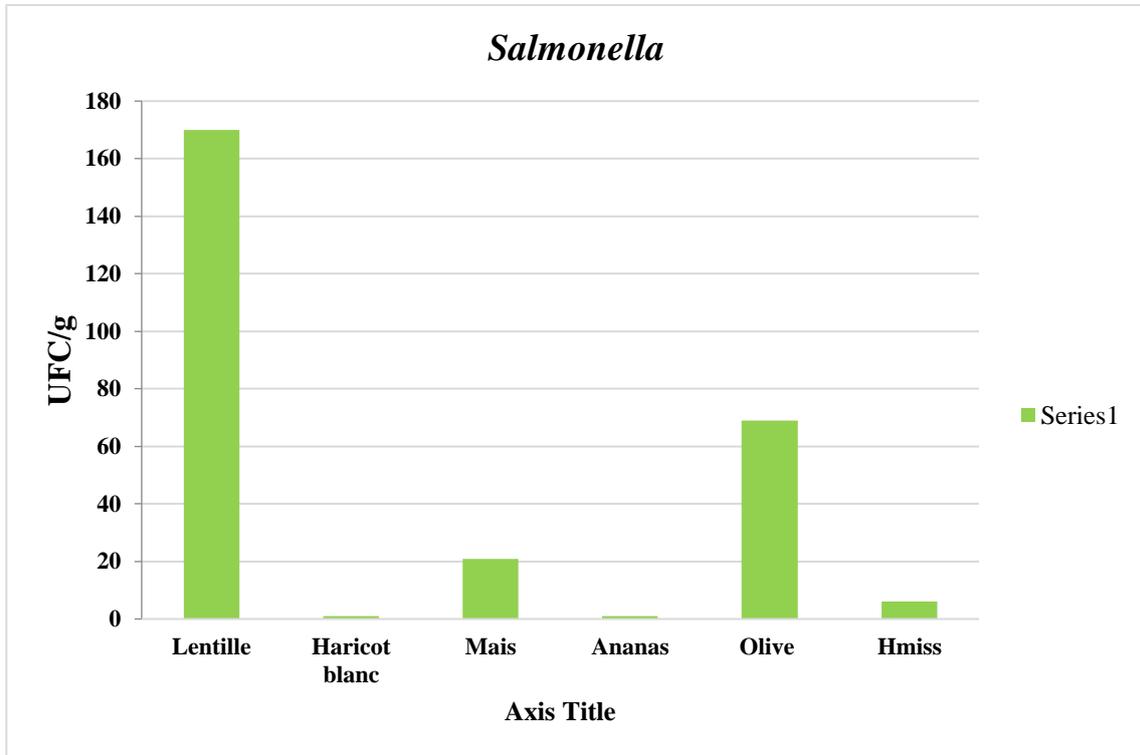


Figure 16. Variation des Salmonelles des différents types des conserves des produits d'origine végétale.

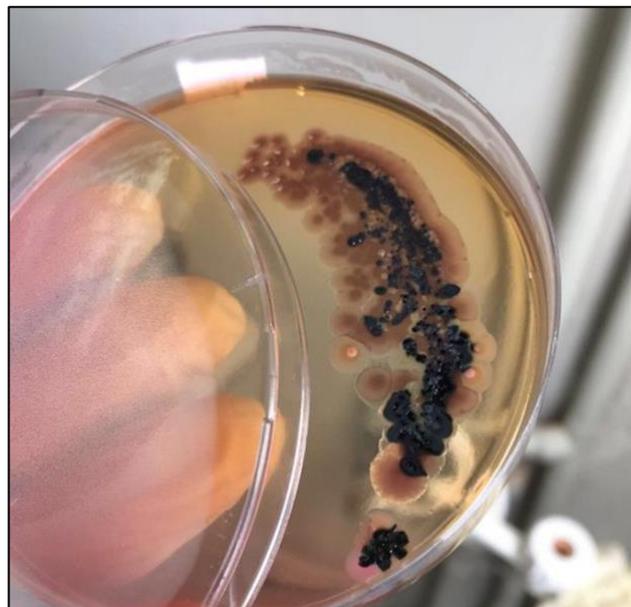


Figure 17. Résultats du dénombrement des Salmonelles.

En effet, nous constatons que la charge microbienne globale en *Salmonella* est assez élevée et tous les produits étudiés présentent une qualité inacceptable vis-à-vis les normes

algériennes des conserves et semi-conserves d'origine végétale qui exigent une absence totale de ce type des germes dans les aliments (JORA, 2017). La mauvaise qualité des produits étudiés reflète, éventuellement, le non-respect des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication (BPH). Cependant, ce germe était le plus associé aux épidémies d'origine alimentaire (Hull-Jackson et al., 2019).

1.6. *Staphylococcus*

Les staphylocoques à coagulase positive y compris *Staphylococcus aureus* possèdent une capacité de pathogénicité importante, impliqué dans les infections communautaires et nosocomiales (Werckenthin et al., 2001).

Les résultats obtenus varient entre un minimum de 18 UFC/g noté pour les produits de lentille et un maximum de 1232 UFC/g noté pour l'olive avec une moyenne varie de 19,33 à 1165,33 UFC/g pour toutes les conserves (Fig. 18,19). Les fluctuations autour de la moyenne sont élevées avec un écart type de 443,78.

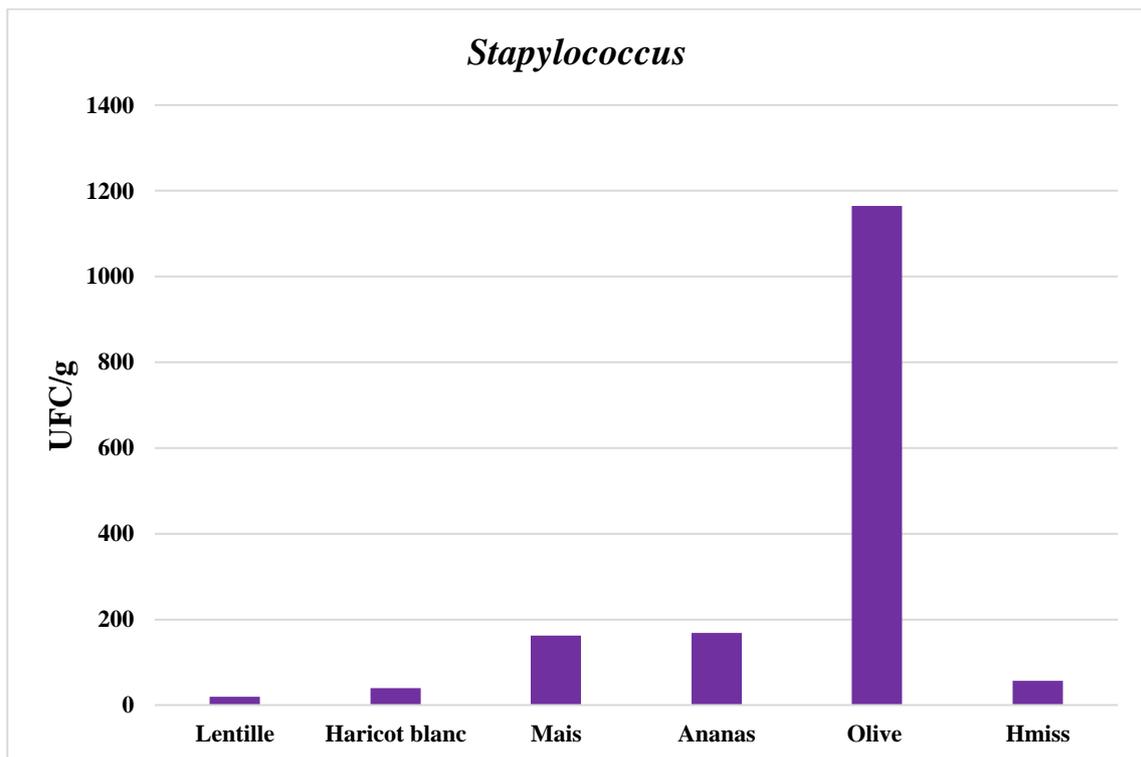


Figure 18. Variation des Staphylocoques des différents types des conserves des produits d'origine végétale.

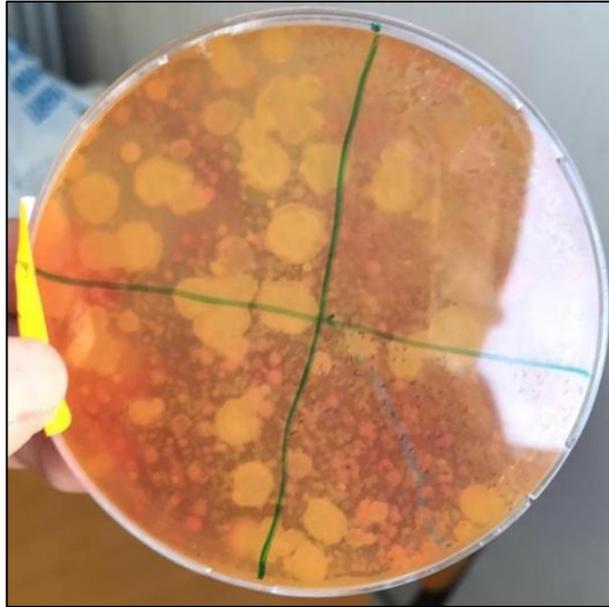


Figure 19. Résultats du dénombrement des Staphylocoques.

Sauf le type des conserves de lentille qui présente une qualité satisfaisante, les autres types présentent seulement une qualité acceptable vis-à-vis les normes algériennes des conserves et semi conserves d'origine végétale qui exigent une valeur de 10^2 UFC/g au-dessous de laquelle la qualité du produit est considérée comme satisfaisante et une valeur entre 10^2 et 10^3 UFC/g la qualité du produit est considérée comme acceptable (**JORA, 2017**).

1.7. *Pseudomonas*

Pseudomonas est un bacille à coloration de Gram négatif à extrémité pointue ou arrondi, non sporulés, réguliers, mobile, aérobie, ne fermentent pas le glucose. Ces bactéries sont omniprésentes dans l'environnement et ce sont des pathogènes opportunistes qui sont souvent responsables fréquemment à l'origine d'infections hospitalières chez des patients le plus souvent immunodéprimés (**Brenner et al., 2005**).

Les résultats obtenus indiquent une absence totale des *Pseudomonas* dans toutes les conserves des produits d'origine végétale. Les aliments prêts à consommer d'origine végétale sont des produits frais dont la durée de conservation qui doivent être conservés dans des conditions de réfrigération. *Pseudomonas* représente le principal germe avec *Erwinia* de détérioration qui contribue à la pourriture molle des végétaux prêts à manger, grâce à leurs activités lipolytiques et protéolytiques qui peuvent également être actives à des températures aussi basses que 0 et 2 °C (**Pinto et al., 2015**).

CONCLUSION

Conclusion

La disponibilité des repas nutritifs et équilibrés est l'un des droits fondamentaux de l'être humain et un facteur essentiel pour un état de santé adéquat. D'autre part la qualité microbiologique est l'un des plus importants paramètres de la qualité d'un aliment sain. Cette qualité n'est pas uniquement appréciée par l'homme mais aussi par des microorganismes dont certains sont bénéfiques et d'autres indésirables voire même pathogènes.

En effet, comme les fruits et les légumes constituent une part essentielle de ce régime alimentaire, il est donc nécessaire de rechercher et d'identifier tous les microorganismes présents dans les denrées alimentaires d'origine végétale et surtout les prêts à manger pour s'assurer sa qualité bactériologique et par conséquent assurer la protection des consommateurs.

A cet effet, la présente étude vise à évaluer la qualité bactériologique de cette nouvelle catégorie commercialisée à la ville de Guelma. Alors, la qualité de ces aliments prêts à consommer a été testé par la réalisation des analyses microbiologiques de routine (recherche et dénombrement de la Flore Aérobie Mésophile Totale, les coliformes totaux et fécaux, les spores *Clostridium* sulfito-réducteurs, *Salmonella*, Staphylocoques et les *Pseudomonas*). Ces analyses ont pour but de mettre en évidence la présence ou non des microorganismes pathogènes qui modifient les propriétés hygiéniques de ces produits alimentaires, au total 6 échantillons ont été analysés afin de déterminer leurs qualités bactériologiques.

Les résultats obtenus ont révélé que la qualité microbiologique des six variétés des échantillons analysés présentent une charge microbienne en FMAT assez élevée, mais tous les produits étudiés présentent une qualité satisfaisante vis-à-vis les normes algériennes des conserves et semi-conserves d'origine végétale, et une quantité acceptable pour les ASR, leur résultat obtenu indiquent une absence totale des spores des ASR dans toutes les conserves des produits d'origine végétale à l'exception des deux conserves (lentille, olive) qui présente une charge microbienne de 01 UFC/g.

Concernant les coliformes totaux et fécaux, on a constaté une charge microbienne globale très élevée. Pour les germes spécifiques, la charge microbienne globale en *Salmonella* est assez élevée (lentille) et tous les produits étudiés présentent une qualité inacceptable, alors pour les Staphylocoques, les produits étudiés présentent une qualité

satisfaisante et acceptable vis-à-vis les normes algériennes des conserves et semi-conserves d'origine végétale, avec une absence totale des *Paqseudomonas* dans tous les produits.

Enfin, ce travail a permis de confirmer notre incertitude sur les aliments prêts à manger et détectée les principaux agents pathogènes contenus dans ces aliments qui sont responsables à des maladies alimentaires et qui affectent des millions de personnes chaque année parfois avec des résultats graves et mortels tels que les Salmonelles et les Staphylocoques. Cette contamination de l'alimentation peut se faire de façon accidentelle ou, s'il s'agit de produits liés à une technologie alimentaire particulière, de façon volontaire et, en principe, sécuritaire.

Par conséquent, cette contamination microbienne comme elle peut survenir à n'importe quelle étape du continuum de la ferme au consommateur (production, récolte, transformation des produits frais, stockage en gros, transport ou vente au détail et manipulation à domicile) et cette contamination peut provenir de sources environnementales, animales ou humaines. Un large éventail d'agents pathogènes et de véhicules alimentaires a été documenté dans les épidémies associées aux fruits et légumes. Ces agents pathogènes peuvent contaminer les légumes et les fruits tout au long de la chaîne alimentaire, soit avant (eau, sol, fumier, insectes, manipulation) ou post-récolte (eau, épluchage, découpe, emballage, manipulation ect). Ces derniers quand est-ce qu'ils sont peu transformés, ils deviennent plus sensibles à la contamination et à la prolifération microbiennes, en raison de procédures telles que le découpage et l'épluchage qui peuvent endommager leur protection naturelle externe, libérer les plantes et les fruits.

Au vu de ces faits et ces résultats, il serait, de préférence, continuer ce travail par mettre en évidence des principales recommandations afin de garantir une meilleure qualité bactériologique, organoleptique et nutritionnelle des aliments prêts à consommer par notre population. Nous suggérons les propositions suivantes, visant à améliorer les conditions de commercialisation :

- Utiliser une technologie appropriée : HACCP ;
- Utiliser une matière première de bonne qualité alimentaire dans la fabrication à incorporer dans les préparations par une conservation ;
- Respect de la chaîne de froid où le transport des aliments doit être effectué par des véhicules réfrigérants ;
- Respect de la durée de conservation et de la température de stockage ;

- Recensement systématique des points de vente par les services de contrôle ;
- Vérification des conditions de conservation lors des contrôles sanitaires ;
- Formation en hygiène alimentaire de toutes les personnes chargées de la préparation et de la vente. Améliorer l'éducation sanitaire, l'information, la sensibilisation et la communication en matière d'hygiène alimentaire ;
- Insister sur l'hygiène corporelle et vestimentaire de manipulateurs de chaîne de production ;
- Ne pas commercialiser des aliments dont la date de péremption est dépassée ;
- Respecter les bonnes pratiques d'hygiène (BPH).

A l'avenir, il serait intéressant de compléter cette étude par une plus ample évaluation de la qualité chimique telle que le dosage de métaux lourds, et de la qualité nutritionnelle telle que la teneur en vitamine, minéraux et oligoéléments et la nature des acides aminés. La qualité est ensemble de propriétés, comme doit l'être un régime alimentaire qui, sauf exception, doit intégrer, dans nos civilisations, la totalité des éléments nécessaires à la préservation de notre bonne santé.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

- Barq-Calberg, C.-M., Dusart, J., 2003. Microbiologie, 2ème édition de Boeck, Paris, p524.
- Baskaran, S., Ayob, S.A., Howe, N.C., Mahadi, N., 2017. Understanding purchase intention of ready-to-eat food among Malaysian urbanites: A proposed framework. *Int. J. Acad. Res. Bus. Soc. Sci* 7, 566-579.
- Baumont, S., Camard, J., Lefranc, A., Franconi, A., 2004. Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.
- Béraud, J., 2004. Le technicien d'analyses biologiques. Guide théorique et pratique.
- Boeckel, T.P.v., Hounhouigan, J.D., Nout, R., 2003. Les aliments: transformation, conservation et qualité, Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation.
- Boerema, J., Broda, D., 2004. Microbiological safety of meat| Clostridium botulinum.
- Bonne, R., 2013. Présentation de deux méthodes originales visant à faciliter dans les IAA, la mise en oeuvre des bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication ainsi que de la méthode HACCP, telles que définies par le Codex Alimentarius. Toulouse 3.
- Bourgeois, C.-M., Mescle, J.-F., Zucca, J., 1996. Microbiologie alimentaire: tome 1-Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. tome 2-Aliments fermentés et fermentations alimentaires, Tec & Doc Lavoisier.
- Bourgeois, C., Leveau, J., 1980a. Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires, Technique & documentation.
- Bourgeois, C., Leveau, J., 1980b. Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires, Technique & documentation.
- Bourgeois, C.M., Mescle, J., Zucca, M.J., 1988. Microbiologie Alimentaire: Aspect microbiologie de la sécurité et la qualité alimentaires, Technique et Documentation Lavoisier.
- Branger, A., Richer, M.-M., Roustel, S., 2007. Alimentation et processus technologiques, Educagri Editions.
- Brenner, D.J., Krieg, N.R., Staley, J.T., Garrity, G., 2005. *Bergey's Manual® of Systematic Bacteriology: Volume Two The Proteobacteria Part C The Alpha-, Beta-, Delta-, and Epsilonproteobacteria*, Springer.
- Brunet-Loiseau, D., 2005. Hygiène et restauration, les guides pratiques des CHR, café hotel restaurant, BPL, 4ème édition, p268.
- Bugnicourt, M., 1995. Dictionnaire de microbiologie générale(la vie racontée par les bactéries).
- Cerna-Cortes, J.F., Leon-Montes, N., Cortes-Cueto, A.L., Salas-Rangel, L.P., Helguera-Repetto, A.C., Lopez-Hernandez, D., Rivera-Gutierrez, S., Fernandez-Rendon, E., Gonzalez-y-Merchand, J.A., 2015. Microbiological quality of ready-to-eat vegetables collected in Mexico City: occurrence of aerobic-mesophilic bacteria, fecal coliforms, and potentially pathogenic nontuberculous mycobacteria. *BioMed Research International* 2015.
- De Buyser, M.-L., Sutra, L., 2005. Staphylococcus aureus. BIBLIOGRAPHY Bactériologie alimentaire. Compendium d'hygiène des aliments, 292pp. Economica, Paris.
- Delarras, C., Trébaol, B., 2003. Surveillance sanitaire et microbiologique des eaux: réglementation, prélèvements, analyses, Tec & Doc.
- Dudeja, P., Gupta, R.K., Minhas, A.S., 2016. Food safety in the 21st century: Public health perspective, Academic Press.
- Figarella, J., Leyral, G., Terret, M., 2004. Microbiologie générale et appliquée, Ed. J. Lanore.
- Fung, F., Wang, H.-S., Menon, S., 2018. Food safety in the 21st century. *Biomedical journal* 41, 88-95.
- Gaujous, D., 1995. La pollution des milieux aquatiques: aide-mémoire, Lavoisier.
- Gillespie, I., Little, C.a., Mitchell, R., 2000. Microbiological examination of cold ready-to-eat sliced meats from catering establishments in the United Kingdom. *Journal of Applied Microbiology* 88, 467-474.
- Gueroui, Y., 2018. Aspect Microbiologique de la Sécurité et de la Qualité.
- Guiraud, J.-P., Rosec, J.-P., 2004. Pratique des normes en microbiologie alimentaire, Afnor.
- Guiraud, J., 1998. Microbiologie alimentaire: dunod. Paris. France.

- Guiraud, J., 2003. Microbiologie Alimentaire. Edition DUNOD. Paris. Pp: 136-139. H.
- Hamza, R., 1995. Place de l'éducation pour la santé (EPLS) dans un programme de prévention des maladies d'origine alimentaire (MOA). MHA 7, 17-20.
- Hawa, A., Taneja, N., Kaliwala, S., Gopani, S., Maru, P., Sharma, S., Sharm, S., Patel, S., Patel, M., Kanani, H., 2014. A study on consumer purchase intention towards Ready-to-Eat food in Ahmedabad.
- Hercberg, S., Tallec, A., 2000. Rapport" Pour une politique nutritionnelle de santé publique en France". Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM).
- Hull-Jackson, C., Mota-Meira, M., Adesiyun, A., 2019. Bacteriological quality and the prevalence of Salmonella spp. and E. coli O157: H7 in ready-to-eat foods from Barbados, WI. Journal of Food Safety 39, e12666.
- INSP, 2008. Institut National de Santé Publique. Cours de méthodologie dde base^pour les professionnels de santé des bureaux d'hygiène communale, volume 2, p13-16.
- Jay, J.M., Loessner, M.J., Golden, D.A., 2005. Indicators of food microbial quality and safety. Modern food microbiology, 473-495.
- Joffin, C., Joffin, J.N., 1993. Microbiologie alimentaire. 5émeédition. Saint-Denis.
- JORA, 2017. Journal Officiel de la République Algérienne N°39. Arrêté interministériel du 2 Moharram 1438 correspondant au 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires.
- Kornacki, J.L., 2014. Processing plant investigations: Practical approaches to determining sources of persistent bacterial strains in the industrial food processing environment. The microbiological safety of low water activity foods and spices, Springer, pp. 67-83.
- Kovačević, M., Burazin, J., Pavlović, H., Kopjar, M., Piližota, V., 2012. Prevalence and level of Listeria monocytogenes and other Listeria sp. in ready-to-eat minimally processed and refrigerated vegetables. World Journal of Microbiology and Biotechnology 29, 707-712.
- Labres, E., Azizi, D., Boudjellab, B., 2006. Cours d'Hygiène et de Microbiologie des Eaux: Microbiologie des eaux et des boissons, Institut Pasteur d'Algérie. Documentation interne.
- Labres, E., Mouffok, F., 2008. Les cours national d'hygiènes et de microbiologies des eaux de boisson. Manuel des travaux pratiques des eaux. Institut Pasteur d'Algérie. Algérie. 53p. • Lemkeddem C et Telli.
- Meenambekai, R., Selvarajan, P., 2012. Consumer Attitudes toward Ready-To-Eat Packed Food Items (With Special Reference to Jaffna Divisional Secretariat Division).
- Meyer, A., Deiana, J., Leclerc, H., 1988. Cours de microbiologie générale, Doin.
- Monique, Z., Souad, C., 2013. Flores protectrices pour la conservation des aliments, Editions Quae.
- Mouffok, F., 2001. Guide technique d'analyses bactériologiques des eaux de mer. Institut Pasteur d'Alger 40.
- Multon, J.L., 1985. La qualite des produits alimentaires; politique, incitations, gestion et controle.
- Ng, Y.-F., Wong, S.-L., Cheng, H.-L., Yu, P.H.-F., Chan, S.-W., 2013. The microbiological quality of ready-to-eat food in Siu Mei and Lo Mei shops in Hong Kong. Food Control 34, 547-553.
- Nicklin, J., Graeme-Cook, K., Killington, R., 2000. L'essentiel en microbiologie, Berti Editions.
- Nkere, C.K., Ibe, N.I., Iroegbu, C.U., 2011. Bacteriological quality of foods and water sold by vendors and in restaurants in Nsukka, Enugu State, Nigeria: a comparative study of three microbiological methods. Journal of health, population, and nutrition 29, 560.
- Pajohi-Alamoti, M., Rezaei, A., Mahmoudi, R., 2016. Microbial contamination of pastry cream: Evidence from Iran. Archives of hygiene sciences 5, 207-213.
- Panisset, J.-C., Dewailly, E., Doucet-Leduc, H., Gerin, M., Gosselin, P., Cordier, S., Viau, C., Quénel, P., Devailley, E., 2003. Contamination alimentaire. Environnement et santé publique-Fondements et pratiques, 369-395.
- Patel, D., Rathod, R., 2017. Ready-to-eat food perception, food preferences and food choice—a theoretical discussion. Worldwide Journal of Multidisciplinary Research and Development 3, 198-205.
- Paulsen, E., Barrios, S., Lema, P., 2021. Production of packaged ready-to-eat whole strawberries (cv. San Andreas): Packaging conditions for shelf-life extension. Food Packaging and Shelf Life 29, 100696.
- Pechère, J.-C., 2007. Le microbe intelligent, Frison-Roche.

- Pierkot, C., 2010. Vers un usage éclairé de la donnée géographique. Actes de l'atelier Qualité des Données et des Connaissances de EGC.
- Pinto, L., Ippolito, A., Baruzzi, F., 2015. Control of spoiler *Pseudomonas* spp. on fresh cut vegetables by neutral electrolyzed water. *Food Microbiology* 50, 102-108.
- Prescott, L., Harley, J., Klein, D., 2003. *Microbiologie*. 2eme édition française. Éditions De Boeck Université, Bruxelles, Belgique.
- Rejsek, F., 2002. *Analyse des eaux: techniques et aspects réglementaires*. Scérèn CRDP Aquitaine, Bordeaux. 358p.
- Roudaut, H., Lefrancq, É., 2005. *Alimentation théorique*, Editions Doin.
- Roudot, A.-C., 2002. *Rhéologie et analyse de texture des aliments*, Tec & Doc Lavoisier, Paris.
- Schiffers, B., Samb, B., 2011. *Risk Analysis and control in production*.
- Selhi, A., 2020. *Evaluation de la qualité microbiologique des aliments commercialisés dans la ville de Blida*. Université Mouloud Mammeri.
- Shiningeni, D., Chimwamurombe, P., Shilangale, R., Misihairabgwi, J., 2019. Prevalence of pathogenic bacteria in street vended ready-to-eat meats in Windhoek, Namibia. *Meat Science* 148, 223-228.
- Sonesson, U., Mattsson, B., Nybrant, T., Ohlsson, T., 2005. Industrial processing versus home cooking: an environmental comparison between three ways to prepare a meal. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 34, 414-421.
- Sutra, L., Federighi, M., Jouve, J.-L., 1998. *Manuel de bactériologie alimentaire*, Polytechnica.
- Tocher, D.R., Agaba, M., Hastings, N., Bell, J.G., Dick, J.R., Teale, A.J., 2001. Nutritional regulation of hepatocyte fatty acid desaturation and polyunsaturated fatty acid composition in zebrafish (*Danio rerio*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Fish Physiology and Biochemistry* 24, 309-320.
- Toe, E., 2018. *Évaluation des facteurs de risques de bio contamination par Salmonella et Escherichia coli virulents de la chaîne alimentaire des légumes à Abidjan (Côte d'Ivoire)*. Université Nangui Abrogoua (Côte d'Ivoire).
- Vaillant, V., Valk, H.D., Baron, E., Ancelle, T., Colin, P., Delmas, M.-C., Dufour, B., Pouillot, R., Strat, Y.L., Weinbreck, P., 2005. Foodborne infections in France. *Foodborne Pathogens & Disease* 2, 221-232.
- Vierling, E., 2008. *Aliments et boissons. Filières et produits-3e édition*.
- Wan, J., Zheng, L., Kong, L., Lu, Z., Tao, Y., Feng, Z., Lv, F., Meng, F., Bie, X., 2021. Development of a rapid detection method for real-time fluorescent quantitative PCR of *Salmonella* spp. and *Salmonella* Enteritidis in ready-to-eat fruits and vegetables. *Lwt* 149, 111837.
- Werckenthin, C., Cardoso, M., Martel, J.-L., Schwarz, S., 2001. Antimicrobial resistance in staphylococci from animals with particular reference to bovine *Staphylococcus aureus*, porcine *Staphylococcus hyicus*, and canine *Staphylococcus intermedius*. *Veterinary research* 32, 341-362.
- Xylia, P., Botsaris, G., Chrysargyris, A., Skandamis, P., Tzortzakis, N., 2019. Variation of microbial load and biochemical activity of ready-to-eat salads in Cyprus as affected by vegetable type, season, and producer. *Food microbiology* 83, 200-210.

Webographie

- 1- <http://www.qualiteperformance.org/comprendre-la-qualite/la-qualite-par-secteurs-d-activite/la-qualite-dans-le-secteur-de-l-industrie> . (Consulté le 17/02/2022).
- 2- <http://cdfsvt.free.fr/dossiers/svt0120.pdf> . (Consulté le 20/02/2022).
- 3- <https://medium.com/@cortneycarnellyn/the-history-of-military-and-civilian-meals-ready-to-eat-20c8037b18aa> . (Consulté le 26/02/2022).
- 4- <https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/ProcedureListeria.pdf> . (Consulté le 28/02/2022).