



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 زيان عاشور-الجلفة

Université Ziane Achour – Djelfa

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم العلوم الفلاحية والبيطرية

Département des Sciences agronomiques et des sciences vétérinaires

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences alimentaires

Option : Qualité des produits et sécurité alimentaire

Thème

Contribution à l'évaluation de la qualité microbiologique des salades prêtes à consommer dans les restaurants des cités universitaires à Djelfa.

Présenté par :

BARGOUG Chaima

TALHA Ikram

Soutenue publiquement le : 29/06/2026

Devant le jury composé de :

Président :	M. ADLI B.	MCA	Université Ziane Achour-Djelfa
Promoteur :	M ^{lle} . KIDAR O. I.	MCB	Université Ziane Achour-Djelfa
Examineur :	M. OUAAR N.	MCB	Université Ziane Achour-Djelfa
Examinatrice :	Mme. MAIDI L. S.	MCB	Université Ziane Achour-Djelfa

Année Universitaire 2025/2026

Remerciements

Louange à Allah, le Vivant, le Subsistant, à qui appartiennent les louanges au commencement comme à la fin, conformément à la parole du Prophète (paix et salut sur lui) :

« مَنْ لَا يَشْكُرُ النَّاسَ لَا يَشْكُرُ اللَّهَ »

« Celui qui ne remercie pas les gens ne remercie pas Allah. »

Nous adressons nos plus sincères remerciements et notre profonde gratitude à Madame Oumaima Ilham KIDAR, qui a bien voulu accepter la direction de ce mémoire et qui n'a cessé de nous faire bénéficier de ses précieux conseils, de ses remarques pertinentes et de ses orientations scientifiques, qui ont grandement contribué à la réalisation de ce travail.

Nous exprimons également notre vive reconnaissance aux honorables membres du jury : Monsieur « ADLI B », Monsieur « OUAAR N » et Madame « MAIDI L. S », pour avoir accepté d'examiner et d'évaluer ce mémoire, ainsi que pour le temps consacré à sa lecture et pour les observations enrichissantes qu'ils voudront bien nous apporter.

Nous tenons aussi à adresser nos sincères remerciements à l'ensemble des enseignants de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université de Djelfa, pour la qualité de la formation qu'ils nous ont dispensée tout au long de notre cursus. Nos remerciements s'adressent également à tout le personnel du laboratoire pour leur coopération et leur aide précieuse.

Enfin, nous adressons nos remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, nous ont apporté leur soutien et leur aide dans l'accomplissement de ce travail. Nous prions Allah, le Tout-Puissant, de récompenser chacun d'eux de la meilleure des récompenses et de faire que leurs efforts soient inscrits au registre de leurs bonnes actions.

Il est certes le Meilleur Protecteur et le Plus Capable de toute chose.

Dédicace

Louange à Allah, abondante, pure et bénie, avec amour, gratitude et reconnaissance. Cet accomplissement n'aurait pu voir le jour sans Sa grâce et Son assistance. À Lui reviennent les louanges au commencement comme à l'achèvement, conformément à Sa parole :

« (وَآخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنِ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ) »

À moi-même...

Je dédie le fruit de cet effort à moi-même, en reconnaissance de la patience, de la persévérance et du travail acharné dont j'ai fait preuve. À moi-même qui ai affronté les difficultés sans jamais abandonner, qui ai avancé avec détermination malgré les obstacles, jusqu'à atteindre ce moment tant attendu.

Je me dédie cette réussite, fruit d'une longue patience et d'un combat constant, et point de départ de rêves encore plus grands, si Dieu le veut.

À la mémoire de mon cher père, qu'Allah lui fasse miséricorde...

À celui qui m'a appris le sens du courage, de la persévérance et de la détermination ; à celui qui a toujours été une source de fierté et d'honneur. Bien qu'il ait quitté ce monde, il demeure présent dans mon cœur et dans mes prières à chaque instant.

Qu'Allah lui accorde Son infinie miséricorde, fasse de sa tombe un jardin parmi les jardins du Paradis et lui ouvre les portes du plus haut degré du Paradis. Son souvenir précieux et ses paroles resteront à jamais la lumière qui guide mes pas, aujourd'hui et toujours.

À ma chère mère...

À celle qui a été pour moi une mère et un père à la fois, un soutien indéfectible et un refuge dans les moments difficiles. À celle qui a porté mes préoccupations avant les siennes, qui a veillé de longues nuits pour mon bien-être et ma réussite. À celle dont le cœur généreux et les prières sincères ont été, après la grâce d'Allah, le secret de chaque pas accompli vers cette réussite.

Aucun mot ne saurait exprimer toute ma gratitude. Qu'Allah te récompense abondamment et te préserve comme une bénédiction et une couronne sur ma tête.

À mes frères et sœurs bien-aimés...

À ceux qui ont été ma force et mon soutien tout au long de mon parcours, qui ont partagé mes joies comme mes peines et m'ont donné la motivation nécessaire pour avancer. Je prie Allah de préserver entre nous l'amour, l'affection et l'unité.

À tous les enfants et petits-enfants de la famille...

Vous êtes la joie des jours et l'ornement de la vie. J'espère que cette réussite sera pour vous une source d'inspiration et un encouragement à poursuivre vos efforts afin de réaliser vos rêves et vos ambitions.

À ma collègue dans la réalisation de ce mémoire...

Merci pour tous les moments de coopération, d'effort et de patience. Merci pour ce travail partagé, les défis relevés ensemble et les beaux souvenirs qui resteront gravés dans nos mémoires.

Je te souhaite une réussite durable et un avenir plein d'accomplissements.

À mon enseignante encadrante...

Je vous adresse mes plus sincères remerciements et ma profonde gratitude pour vos précieux conseils, vos orientations avisées et votre accompagnement constant, qui ont grandement contribué à l'aboutissement de ce travail. Qu'Allah vous récompense généreusement et bénisse votre savoir ainsi que votre noble mission.

Enfin, à toutes les personnes qui m'ont tendu la main, soutenue par une parole bienveillante, une prière sincère ou un conseil utile...

Je vous dédie le fruit de ce modeste travail, en espérant qu'Allah en fasse une œuvre bénéfique et bénie.

Ikram



Dédicace

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux

Louange à Allah, dont les bienfaits permettent l'accomplissement des bonnes œuvres. Je Le remercie infiniment pour Sa grâce, Son assistance et Sa bénédiction qui m'ont accompagnée tout au long de mon parcours. Sans Sa volonté et Son soutien, ce travail n'aurait jamais pu voir le jour. À Lui reviennent la louange et la gratitude, aujourd'hui et pour toujours.

À la mémoire de mon cher père, qu'Allah lui accorde Sa miséricorde...

À mon premier éducateur, à celui qui a semé en moi les valeurs du travail, de l'honnêteté et de l'ambition. Même si la mort nous a séparés, son souvenir demeure vivant dans mon cœur et accompagne chacun de mes pas. Je prie Allah de lui accorder Son immense miséricorde, de faire de ce travail une œuvre bénéfique dans la balance de ses bonnes actions et de lui ouvrir les portes du plus haut degré du Paradis.

À ma chère mère...

Source inépuisable d'amour, de tendresse et de dévouement, toi dont les prières ont toujours été mon refuge et ma force. Tu as été présente dans chacun de mes succès par ton soutien, ta patience et tes sacrifices. Aucun mot ne saurait exprimer toute ma reconnaissance. Qu'Allah te récompense abondamment, te protège et t'accorde santé, bonheur et longue vie.

À mes chers frères et sœurs...

Vous avez toujours été une source de soutien, d'encouragement et de réconfort. Je vous dédie ce modeste travail en témoignage de mon affection et de ma gratitude. Puisse Allah préserver les liens d'amour, de respect et d'unité qui nous unissent.

À tous les enfants de mes frères et sœurs...

Vous êtes l'espoir de demain et la joie de notre famille. Je souhaite que cette réalisation vous inspire à poursuivre vos rêves avec détermination, persévérance et confiance en vos capacités.

À tous mes enseignants...

À toutes celles et tous ceux qui ont contribué à ma formation depuis les premières années de ma scolarité jusqu'à l'aboutissement de ce parcours universitaire. Merci pour votre savoir, votre patience et les valeurs que vous avez transmises. Votre enseignement restera une lumière qui guidera mon chemin.

À mon enseignante encadrante...

Je tiens à vous adresser ma profonde gratitude pour votre accompagnement, vos précieux conseils, votre disponibilité et votre soutien tout au long de la réalisation de ce travail. Votre encadrement a été d'une grande valeur et a largement contribué à l'aboutissement de cette étude. Qu'Allah vous récompense et bénisse votre noble mission.

Enfin, je dédie ce travail à toutes les personnes qui m'ont soutenue de près ou de loin, par une parole encourageante, un conseil sincère ou une prière bienveillante.

Puisse Allah faire de ce travail une œuvre utile et bénéfique.

Al Hamdoulillah, Seigneur de l'Univers.

Chaima



Liste des abréviations

Abréviation

Aw	Activité de l'eau
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
BP	Baird Parker
BPA	Bonnes Pratiques Agricoles
BPF	Bonnes Pratiques de Fabrication
BPH	Bonnes Pratiques d'Hygiène
BPS	Bonnes Pratiques de Stockage
C1, C2, C3, C4, C5	Désignent les cinq restaurants universitaires (ou cantines) faisant l'objet de l'étude à Djelfa
EFSA	Autorité Européenne de Sécurité des Aliments
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
FDA	Food and Drug Administration
FMAT	Flore Mésophile Aérobie Totale
h	Heure
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points (Analyse des dangers et maîtrise des points critiques)
ICMSF	Commission internationale pour la définition des caractéristiques microbiologiques des aliments
ISO	Organisation Internationale de Normalisation
JORA	Journal Officiel de la République Algérienne
L	Litre
Log10	Logarithme décimal
MAP	Modified Atmosphere Packaging (Conditionnement sous atmosphère modifiée)
min	Minute(s)
mL	Millilitre
mm	Millimètre
NaCl	Chlorure de sodium
NS	Différence Non Significative (utilisée dans les analyses statistiques)

OMC	Organisation Mondiale du Commerce
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
P	Probabilité
PCA	Plate Count Agar
pH	Potentiel d'hydrogène
SNV	Sciences de la Nature et de la Vie
SPS	Mesures Sanitaires et Phytosanitaires (Accord de l'OMC)
TIAC	Toxi-Infection Alimentaire Collective
UFC	Unité Formant une Colonie
VRBL	Violet Red Bile Lactose Agar (Milieu lactosé bilié au cristal violet et au rouge neutre)

Liste des tableaux

Tableaux	Titre	Page
I	Classification et rôle des principaux indicateurs microbiologiques dans l'évaluation des salades prêtes à consommer	15
II	Résultat du dénombrement et interprétation de la flore mésophile aérobie totale	38
III	Résultat du dénombrement et interprétation de la présence des coliformes totaux.	41
IV	Résultat du dénombrement et interprétation de la présence des staphylocoques	43
V	Résultat du dénombrement et interprétation de la présence des levures et moisissures	46

Liste des Figures

Figure	Titre	Page
01	Scarole (salade de la famille des chicorées)	05
02	Mâche (salade originale à feuilles tendres)	05
03	Mélange de salades croquantes (différentes variétés de laitues)	06
04	Jeunes pousses (mélange de jeunes feuilles de légumes)	07
05	Schéma de gestion d'une toxi-infection alimentaire collective (TIAC)	21
06	Autoclave	27
07	Etuves	28
08	Vortex	28
09	Bain marie	28
10	Balance	28
11	Bec bunsen	28
12	Préparation de PCA	29
13	Préparation du milieu de Braid-Parker	30
14	Préparation du milieu violet red bile agar (VRBL)	31
15	Répartition de la flore mésophile à 37 °C par niveau de contamination	39
16	Colonies de FMAT	39
17	Répartition des coliformes totaux par niveau de contamination	41
18	Colonies des coliformes totaux	42
19	Répartition des staphylocoques par niveau de contamination	44
20	Colonies de staphylocoques	44
21	Répartition des levures et moisissures par niveau de contamination	46
22	Levures et moisissures	47

Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Liste des abréviations.....	a
Liste des tableaux.....	c
Liste des figures	d
Introduction	1
Chapitre I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
I.1. Définition des salades prêtes à consommer	4
I.2. Classification des salades.....	4
I.2.1. La famille des chicorées.....	4
I.2.2. Les « originales »	5
I.2.3. La famille des laitues	6
I.2.4. La famille des jeunes pousses	6
I.3. Valeur nutritionnelle des salades	7
I.4. Les salades prêtes à consommer et la restauration collective	7
I.5. Sources de contamination des salades prêtes à consommer	8
I.5.1. Contamination liée aux matières premières	8
I.5.2. Contamination liée à l'eau	9
I.5.3. Contamination liée à la manipulation	9
I.5.4. Contamination liée à l'environnement	10
I.6. Facteurs influençant la qualité microbiologique des salades	10
I.6.1. Lavage et hygiène	10
I.6.2. Température de conservation	11
I.6.3. Activité de l'eau (aw)	11
I.6.4. Le traitement mécanique des légumes	11

I.6.5. Présence des animaux et des insectes	12
I.7. Définition de la qualité microbiologique des aliments	12
I.8. Facteurs influençant la croissance microbienne dans les salades	13
I.8.1. Facteurs intrinsèques:.....	13
I.9. Indicateurs microbiologiques de qualité et de sécurité	14
I.9.1. Indicateurs de qualité ou d'hygiène des procédés.....	14
I.9.2. Indicateurs de sécurité sanitaire ou micro-organismes pathogènes	14
I.10. Micro-organismes étudiés dans les salades prêtes à consommer.....	16
I.10.1. Flore Aérobie Mésophile Totale (FMAT)	16
I.10.2. Coliformes totaux.....	16
I.10.3. Staphylocoques	17
I.10.4. Levures et moisissures	17
I.11. Normes microbiologiques et cadre réglementaire	18
I.11.1. Codex Alimentarius:	18
I.11.2. Réglementation Algérienne:	19
I.11.2.1. Textes Législatifs et Réglementaires Fondamentaux	19
I.11.2.2. Textes techniques et critères microbiologiques	19
I.11.2.3. Modalités de contrôle et d'interprétation des résultats	20
I.12. Les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC).....	21
I.12.1. Risques sanitaires des TIAC associés aux salades prêtes à consommer.....	22
I.12.2 Facteurs favorisant les TIAC en restauration collective.....	22
I.13. Mesures de prévention et de maîtrise de la contamination microbiologique.....	23
I.13.1. Bonnes pratiques d'hygiène (BPH)	23
I.13.2. Système HACCP.....	23
I.13.3. Maîtrise de la chaîne du froid	24
Chapitre II : Matériel et méthodes	26
II.1. Objectif :	26

II.2. Période et laboratoire de l'étude :	26
II.3. Matériel	26
II.3.1. Matériel utilisé	26
II.3.2. Préparation des milieux de culture et du diluant	Error! Bookmark not defined.
II.3.2.1. Eau physiologique:	29
II.3.2.2. Gélose Plate Count Agar (PCA)	29
II.3.2.3. Gélose de Baird-Parker (BP)	30
II.3.2.4. Gélose de violet redbile agar (VRBL)	30
II.4. Méthodologie	31
II.4.1. Préparation des échantillons	31
II.4.2. Dénombrement microbiologique	31
II.4.2.1. Flore AérobieMésophile totale (FMAT)	31
II.4.2.2. Coliformes totaux	32
II.4.2.3. Staphylocoques	32
II.4.2.4. Levures et moisissures	33
II.4.3. Expression des résultats	34
II.4.4. Analyse statistique	35
Chapitre III: Résultats et discussion	37
III.1. Flore aérobie mésophile totale	37
III.2. Coliformes totaux	40
III.3. Les staphylocoques	42
III.4. Les levures et moisissures	45
Conclusion	49
Références bibliographiques	51
Résumés	58
Annexes	60

Introduction

Introduction

Santé des aliments est une préoccupation importante de santé publique, aussi bien dans les pays développés que dans les pays en développement. Les maladies d'origine alimentaire restent fréquentes et sont souvent liées à la consommation d'aliments contaminés par des agents pathogènes, comme les bactéries, les virus, les parasites ou certaines toxines microbiennes (BORATYŃSKA et HUSEYNOV,OMS,2017 ;2015). Selon l'Organisation mondiale de la Santé, près d'une personne sur dix tombe malade chaque année après avoir consommé des aliments contaminés, ce qui représente environ 600 millions de cas et 420 000 décès par an dans le monde (OMS, 2015).

Parmi les aliments consommés quotidiennement, les produits végétaux frais occupent une place importante. Les salades prêtes à consommer sont particulièrement appréciées pour leur fraîcheur, leur facilité d'utilisation et leur valeur nutritionnelle, notamment leur richesse en eau, en fibres, en vitamines et en minéraux. Cependant, ces aliments sont généralement consommés crus et ne subissent aucun traitement thermique avant leur consommation, ce qui les rend plus sensibles aux contaminations microbiologiques (NEELIAH et *al.*, 2016).

La qualité microbiologique des salades prêtes à consommer dépend de plusieurs facteurs, notamment les conditions de production, de transport, de lavage, de découpe, de manipulation et de conservation. Une mauvaise qualité de l'eau, un lavage insuffisant, une contamination fécale, une manipulation non hygiénique ou une rupture de la chaîne du froid peuvent favoriser la présence et la multiplication de micro-organismes dans ces produits (SANT'ANNA et *al.*, 2020).

Selon GARBA et *al.* (2021), les légumes-feuilles et les salades prêtes à consommer peuvent être contaminés par différents micro-organismes. Ces derniers comprennent des indicateurs d'hygiène, tels que la flore aérobie mésophile totale, les coliformes et *Escherichia coli*, ainsi que certains germes pathogènes comme *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* ou *Staphylococcus aureus*. La présence de ces micro-organismes peut représenter un risque pour la santé du consommateur, surtout lorsque les règles d'hygiène ne sont pas correctement respectées.

La restauration collective constitue un secteur sensible, car elle assure chaque jour la préparation et la distribution d'un grand nombre de repas à des populations importantes. Dans ce type d'établissement, le non-respect des règles d'hygiène, une mauvaise qualité de l'eau, un lavage insuffisant des matières premières, une rupture de la chaîne du froid ou une contamination croisée peuvent favoriser l'apparition de maladies d'origine alimentaire, parfois sous forme de foyers collectifs (El MITOUAA et *al.*, 2024).

Introduction

Dans ce contexte, les restaurants universitaires nécessitent une attention particulière, car ils servent quotidiennement un grand nombre d'étudiants. Les salades prêtes à consommer qui y sont proposées sont consommées sans cuisson, ce qui rend leur contrôle microbiologique important pour évaluer le niveau d'hygiène des préparations, repérer d'éventuelles défaillances sanitaires et vérifier leur conformité aux critères microbiologiques en vigueur.

D'après les travaux consultés, les études portant sur la qualité microbiologique des salades prêtes à consommer servies dans les restaurants universitaires en Algérie restent limitées. À notre connaissance, aucune étude spécifique n'a été retrouvée concernant les restaurants universitaires de la wilaya de Djelfa. C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent travail, dont l'objectif est d'évaluer la qualité microbiologique des salades prêtes à consommer servies dans les restaurants de cinq cités universitaires à Djelfa. Cette évaluation repose sur le dénombrement de plusieurs indicateurs microbiologiques, afin d'apprécier la conformité des échantillons analysés aux critères microbiologiques applicables et d'estimer les risques sanitaires potentiels liés à leur consommation.

Chapitre I : SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Définition des salades prêtes à consommer

Les salades sont des préparations alimentaires composées d'un mélange de légumes crus lavés, pelés, coupés, hachés ou râpés. Elles peuvent aussi être accompagnées d'autres ingrédients, comme une sauce ou une vinaigrette (NEELIAH *et al.*, 2016). Elles font partie des aliments peu transformés, car elles ne nécessitent pas de traitement thermique avant leur consommation (ZIEGLER *et al.*, 2019). Ces produits se distinguent par leur fraîcheur, leur disponibilité, leur facilité d'utilisation et leur prix généralement accessible sur le marché. Cependant, comme ils sont consommés crus, leur préparation doit respecter des règles d'hygiène strictes afin de limiter les risques de contamination.

I.2. Classification des salades

Les salades prêtes à consommer offrent une grande variété et peuvent être classées en quatre grandes catégories : la laitue, les jeunes pousses, la chicorée et les variétés locales. Cette diversité reflète les plus de vingt variétés différentes que l'on trouve dans ces catégories (SVFPE.fr,2018).

I.2.1. La famille des chicorées

Cette famille regroupe plusieurs variétés, notamment :

- Scarole Frisée
- Raddichio (Chioggia et Trévisé)
- Frisée fine
- Pain de sucre
- Endive



Figure 1. Scarole (salade de la famille des chicorées)

I.2.2. Les « originales »

- Mâche
- Cresson
- Pourpier
- Multifeuille



Figure 2. Mâche (salade originale à feuilles tendres)

I.2.3. La famille des laitues

- Laitue
- Feuille de chêne
- Batavia
- Lollo rossa
- Iceberg Romaine



Figure 3. Mélange de salades croquantes (différentes variétés de laitues)

I.2.4. La famille des jeunes pousses

- Roquette
- Red Chard
- Mizuna
- Tat soï
- Épinard
- Jeunes pousses blondes et rouges Pourpier Multifeuille



Figure 4. Jeunes pousses (mélange de jeunes feuilles de légumes)

I.3. Valeur nutritionnelle des salades

Les salades et légumes-feuilles sont des aliments qui jouent un rôle important dans l'alimentation humaine, car ils contiennent de l'eau, des fibres et des nutriments essentiels. Ils peuvent notamment fournir du bêta-carotène, de l'acide folique, de la vitamine C, de la vitamine K, du potassium ainsi que divers composés phytochimiques (PLUMEY, 2020).

La consommation régulière de légumes frais contribue à améliorer la valeur nutritionnelle de l'alimentation. En effet, l'OMS et la FAO recommandent un apport quotidien d'au moins 400 g de fruits et légumes, correspondant à cinq portions de 80 g chacune (OMS & FAO, 2003).

I.4. Les salades prêtes à consommer et la restauration collective

Les restaurants collectifs font partie du secteur de la restauration hors domicile, qui comprend également la restauration commerciale (restaurants, cafés, restauration rapide, etc.). Ces restaurants se distinguent par leur dimension sociale, car ils proposent des repas à des catégories spécifiques de consommateurs, comme les étudiants, les malades et les travailleurs, à des prix subventionnés par rapport à ceux pratiqués dans les restaurants commerciaux (ZEID *et al.*, 2016). Ce type de restauration couvre plusieurs domaines principaux : la restauration scolaire (dans les établissements d'enseignement de tous niveaux), la restauration sanitaire et sociale (dans les hôpitaux et les maisons de soins), la restauration dans les institutions administratives et professionnelles, ainsi que dans d'autres secteurs comme les centres touristiques, les institutions militaires et les prisons.

Les restaurants universitaires revêtent une importance particulière, car ils constituent une source importante de repas pour les étudiants, notamment dans les pays africains où un grand nombre d'étudiants dépendent de ce type de restauration. Des études indiquent en effet que plus

de 80 % des étudiants concernés prennent leurs repas à l'extérieur quotidiennement (KONE et *al.*, 2025). Dans ce contexte, les salades prêtes à consommer sont fréquemment proposées en accompagnement des repas, notamment en raison de leur simplicité de préparation, de leur coût généralement accessible et de leur acceptation par les consommateurs. Leur préparation en grande quantité et leur service à un nombre important d'étudiants exigent une attention particulière aux conditions d'hygiène, de manipulation et de conservation (ZEID et *al.*, 2016; HOY et *al.*, 2019 ; SEBASTIAN et *al.*, 2019).

I.5. Sources de contamination des salades prêtes à consommer

La plupart des produits agricoles sont cultivés dans des environnements naturels ouverts, ce qui les rend plus exposés à la contamination par des micro-organismes pathogènes provenant de diverses sources. Ces sources comprennent l'eau d'irrigation ou celle utilisée lors des opérations post-récolte, le facteur humain en cas de maladie ou de non-respect des règles d'hygiène, la présence d'animaux sauvages ou domestiques et de leurs déjections, ainsi que l'utilisation d'équipements ou d'installations non conformes aux normes d'hygiène (FAO/OMS, 2008).

Les légumes à feuilles vertes tels que les épinards, le chou, la laitue et les différentes variétés de feuilles de salade ont été identifiés comme l'un des groupes de produits les plus sensibles du point de vue de la sécurité microbiologique. Ils peuvent être facilement contaminés au cours de la production, du lavage, de la manipulation ou de la conservation (MRITUMJAY et KUMAR , 2015).

I.5.1. Contamination liée aux matières premières

La qualité des matières premières est un facteur déterminant pour garantir la sécurité sanitaire des salades prêtes à consommer. En effet, les produits frais peuvent être contaminés dès les premières étapes de production, notamment lors de la pré-récolte, par diverses sources environnementales telles que des sols contaminés, de l'eau d'irrigation, des amendements organiques insuffisamment décomposés, ou encore la présence d'animaux domestiques ou sauvages. Ces sources constituent des réservoirs importants de micro-organismes pathogènes susceptibles d'être transmis aux végétaux au cours de leur développement, ce qui souligne l'importance du contrôle des conditions de production en amont (SANT 'ANNA et *al.*,2020).

Par ailleurs, la qualité microbiologique des matières premières peut également être affectée après la récolte, notamment en raison de pratiques de manipulation inappropriées, de l'utilisation d'équipements ou de contenants contaminés, ainsi que de conditions de transport inadéquates. Ces facteurs favorisent la contamination croisée et la prolifération microbienne, augmentant ainsi le risque sanitaire associé aux produits prêts à consommer. Par conséquent, il

est essentiel de maîtriser les différentes étapes post-récolte, incluant la manipulation, le Sockage et le transport, afin de préserver la qualité des matières premières et de limiter les risques de contamination (NEELIAH *et al.*, 2016).

Même lorsque les conditions du champ ne favorisent pas toujours une forte multiplication bactérienne, certains micro-organismes peuvent persister à la surface des végétaux. Ainsi, les matières premières peuvent conserver une charge microbienne résiduelle susceptible d'influencer leur qualité sanitaire avant les étapes de préparation (GARBA *et al.*, 2021).

I.5.2. Contamination liée à l'eau

L'eau est souvent considérée comme l'un des principaux facteurs de contamination des salades prêtes à consommer, car de nombreux légumes-feuilles, tels que la laitue, le chou et les épinards, sont exposés à une contamination microbienne lorsqu'ils sont irrigués avec de l'eau non traitée ou des eaux usées (MRITUMJAY et KUMAR, 2015).

Des études ont également montré que des eaux usées non traitées, notamment celles provenant des égouts pluviaux, peuvent être utilisées pour irriguer directement les cultures maraîchères dans les zones agricoles, ce qui accroît le risque de transfert de contaminants vers ces produits alimentaires (YOUNUS *et al.*, 2020),

I.5.3. Contamination liée à la manipulation

Selon Abakari *et al.* (2018) et Steele-Dadzie *et al.* (2024), le niveau d'hygiène des vendeurs et du personnel de restauration constitue un facteur déterminant dans la contamination bactérienne des aliments. La contamination des salades peut être liée à un manque d'hygiène, à de mauvaises pratiques de nettoyage, aux méthodes de préparation, au mode de présentation des aliments et au non-respect des mesures sanitaires au sein des restaurants.

Les résultats de certaines études indiquent que les méthodes de manipulation des légumes par les vendeurs et le personnel des restaurants ont une influence directe sur le niveau de contamination microbienne de la laitue fraîche. Il a été démontré que le lavage de la laitue à deux reprises dans de l'eau courante propre permettait de diminuer de manière significative le nombre de coliformes avec des valeurs de 2,04 à 3,00 log UFC/g, par rapport à la laitue non lavée, qui présentait des niveaux plus élevés, allant de 2,84 à 3,60 log UFC/g (AL-MUSAWI *et al.*, 2023).

De plus, l'utilisation des mêmes ustensiles pour préparer la viande et les légumes, ainsi que le service des salades avec des mains insuffisamment propres, notamment dans des environnements tels que les campus universitaires, sont des pratiques non hygiéniques. Ces

pratiques peuvent favoriser la contamination croisée et augmenter la charge microbienne des salades prêtes à consommer dans les restaurants et leurs environs (YOUNUS *et al.*, 2020).

I.5.4. Contamination liée à l'environnement

Les conditions de culture des légumes, notamment la qualité des engrais et des pesticides utilisés, les méthodes de récolte, les conditions de stockage et les moyens de transport, jouent un rôle important dans leur niveau de contamination. Les légumes frais peuvent être contaminés par divers agents microbiens, notamment par l'utilisation de sols contaminés par des déjections animales (AL-MOUSSAWI *et al.*, 2023).

De plus, la contamination peut survenir lors des étapes de distribution ou de vente, notamment lorsque les points de vente ne sont pas suffisamment propres, ce qui augmente le risque de contamination croisée entre les aliments. La préparation des salades dans des environnements insalubres constitue également un facteur supplémentaire pouvant augmenter le niveau de contamination microbiologique (ABAKARI *et al.*, 2018).

I.6. Facteurs influençant la qualité microbiologique des salades

I.6.1. Lavage et hygiène

Un nettoyage insuffisant ou une désinfection inappropriée peuvent constituer des facteurs majeurs de contamination des produits alimentaires, compromettant ainsi leur qualité et leur innocuité. Dans ce contexte, les étapes de lavage et de désinfection occupent une place essentielle dans la préparation des fruits et légumes, car elles permettent de réduire la charge des micro-organismes présents à la surface des produits (SHAHBAZ *et al.*, 2022). L'efficacité de ces opérations dépend toutefois de plusieurs paramètres, tels que la méthode de lavage adoptée, la nature des agents utilisés et la durée d'immersion, qui influencent directement le niveau d'élimination des contaminants microbiens (BENCARDINO *et al.*, 2018).

Par ailleurs, certaines études ont montré que l'utilisation du vinaigre comme agent de lavage pouvait être plus efficace que d'autres méthodes, en particulier lorsque le temps d'immersion est prolongé. Cependant, malgré son efficacité relative sur le plan microbiologique, l'utilisation du vinaigre peut entraîner des effets indésirables sur la qualité organoleptique des produits, notamment le brunissement des feuilles de légumes, ce qui altère leur aspect visuel et réduit leur attractivité pour les consommateurs (BENCARDINO *et al.*, 2018).

Le lavage reste donc une étape importante dans la préparation des produits frais destinés à être consommés directement, comme les salades prêtes à consommer. Il permet d'éliminer les saletés, les corps étrangers et une partie de la charge microbienne présente à la surface des légumes. Toutefois, l'eau utilisée au cours de cette opération peut également devenir un vecteur de contamination croisée si sa qualité n'est pas bien contrôlée. Il est donc Nécessaire de

surveiller la qualité de l'eau de lavage et d'appliquer des mesures d'hygiène Adéquates afin de limiter la transmission des agents pathogènes vers les produits finis (GARBA *et al.*, 2021).

I.6.2. Température de conservation

Dans la plupart des cas, les salades prêtes à consommer et fraîchement coupées sont conservées dans des conditions de réfrigération et dans une atmosphère contrôlée afin de préserver leur qualité et leur durée de conservation. Toutefois, une mauvaise manipulation ou de mauvaises conditions de stockage peuvent créer un environnement propice à la croissance de micro-organismes pathogènes, en particulier lorsque la température et la durée de stockage ne sont pas bien maîtrisées (SHAHBAZ *et al.*, 2022).

La chaîne du froid est également considérée comme l'une des mesures essentielles pour garantir la sécurité et la qualité des salades prêtes à consommer, car le maintien de basses températures limite la croissance de nombreux micro-organismes pathogènes et ralentit leur activité biologique. Cela réduit le risque de contamination et préserve les propriétés nutritionnelles et sensorielles du produit (LEPECKA *et al.*, 2022; LI *et al.*, 2025).

I.6.3. Activité de l'eau (aw)

L'activité de l'eau joue un rôle très important dans la croissance des micro-organismes, car beaucoup d'entre eux se développent plus facilement dans les aliments riches en eau (ALBU, 2024). Dans ce contexte, (PREETHA et NARAYANAN, 2020) indiquent que les aliments ayant une forte teneur en eau et une activité de l'eau supérieure à 0,85 sont classés parmi les aliments périssables. Ce niveau d'activité de l'eau fournit un environnement favorable à la croissance des micro-organismes, ce qui accélère la détérioration alimentaire et augmente le risque de développement de certains agents pathogènes lorsque les conditions sont favorables.

I.6.4. Le traitement mécanique des légumes

Les opérations de traitement des produits frais se composent d'une série d'étapes successives, au cours desquelles il peut y avoir contamination ou contamination croisée entre les produits, ou par l'intermédiaire des équipements et surfaces utilisés (GIL *et al.*, 2017). Les opérations unitaires spécifiques à la préparation des salades de légumes peuvent également favoriser la contamination de ces produits, ce qui peut affecter négativement leur qualité et constituer une menace pour leur sécurité sanitaire (AHMAD *et al.*, 2018).

De plus, les opérations mécaniques telles que la découpe, le déchiquetage et le tranchage causent des dommages aux tissus des légumes et à leur structure cellulaire, rendant les produits fraîchement découpés plus susceptibles aux attaques microbiennes par rapport Aux légumes entiers non traités. En outre, cette détérioration entraîne la libération de Nutriments et de jus cellulaires, ce qui crée un environnement favorable à la croissance des micro-organismes. Par

conséquent, les opérations de traitement peuvent augmenter le taux de détérioration microbienne des produits frais découpés, notamment en raison du transfert de la microflore de la surface de la plante vers l'intérieur des tissus (QADRI et *al.*, 2015).

I.6.5. Présence des animaux et des insectes

Selon (GARBA et *al.*, 2021), les animaux et les insectes sont des facteurs environnementaux importants qui contribuent à la transmission d'agents pathogènes aux cultures agricoles. Ce rôle ne se limite pas aux animaux d'élevage, qui sont connus comme des réservoirs d'agents pathogènes intestinaux, mais s'étend également aux animaux sauvages. Ces derniers comprennent les oiseaux, les rongeurs, les reptiles et les amphibiens, ainsi que certains insectes tels que les mouches et les coléoptères. Ces animaux et insectes peuvent agir comme des vecteurs d'agents pathogènes, entraînant ainsi la contamination de l'environnement agricole et des différentes cultures.

Les oiseaux, en particulier, peuvent transporter et transmettre plusieurs agents pathogènes, ce qui en fait un facteur important dans la transmission des contaminations au sein des systèmes agricoles. Les insectes, quant à eux, sont très présents dans les champs et peuvent accéder directement aux produits végétaux, ce qui augmente le risque de transmission de micro-organismes pathogènes. De plus, les dommages causés par les insectes aux tissus végétaux entraînent la formation de perforations et de blessures qui facilitent l'entrée des agents pathogènes à l'intérieur de la plante.

D'autre part, les reptiles et les amphibiens, tels que les serpents, les lézards, les crapauds et les tortues, peuvent transporter des bactéries intestinales, notamment *Salmonella* spp., ce qui constitue une source supplémentaire de contamination biologique dans l'environnement agricole. Par conséquent, la contamination des légumes-feuilles par des agents pathogènes présentant un risque pour la santé humaine peut se produire directement, par contact de ces animaux avec les cultures, ou indirectement, par leurs déjections, le sol ou l'eau utilisés dans la production agricole (GARBA et *al.*, 2021 ; MCLAUCHLIN et *al.*, 2022 ; LEPECKA et *al.*, 2022).

I.7. Définition de la qualité microbiologique des aliments

La qualité hygiénique, ou qualité microbiologique, est une composante essentielle de la qualité globale des aliments, au même titre que la qualité organoleptique et nutritionnelle (FAO, 2019). Elle peut être définie comme l'aptitude d'un aliment à ne pas rendre malade le Consommateur (Codex Alimentarius Commission, 2023), en répondant aux exigences de sécurité sanitaire. Elle repose principalement sur l'absence ou le contrôle rigoureux des micro-organismes pathogènes, tels que les bactéries, les virus, les levures, les moisissures, ainsi que

leurs toxines. Cette maîtrise permet de garantir la sécurité sanitaire du consommateur et la stabilité du produit alimentaire (*Codex Alimentarius*, 2003 ; OMS, 2022). La présence de bactéries pathogènes constitue une menace réelle pour la santé publique, particulièrement dans les milieux de restauration collective où les repas sont préparés et servis à un grand nombre de personnes (FAO/OMS, 2003).

Cette exigence est fondamentale pour les denrées consommées sans cuisson ou sans réchauffage, comme les salades prêtes à consommer et les sandwiches froids. En effet, une rupture de la chaîne du froid ou un non-respect des règles d'hygiène peut entraîner des toxi-infections alimentaires parfois graves (OMS, 2008). C'est pourquoi l'application du système HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points), basé sur l'analyse des dangers et la maîtrise des points critiques, est indispensable dans les unités de production et de distribution des repas, notamment en restauration collective (FAO/OMS, 2003). Au-delà des seuls risques microbiologiques, la qualité hygiénique des aliments intègre également la prévention des dangers chimiques et physiques, comme les résidus indésirables ou les corps étrangers. Sa maîtrise reste donc une priorité pour les consommateurs et les autorités sanitaires (OMS, 2015; FAO, 2011).

I.8. Facteurs influençant la croissance microbienne dans les salades

Les salades prêtes à consommer sont particulièrement vulnérables au développement microbien en raison d'une interaction entre des facteurs intrinsèques, liés au produit lui-même, et des facteurs extrinsèques, liés à l'environnement de transformation et de conservation (Klistincova *et al.*, 2024).

I.8.1. Facteurs intrinsèques:

Selon la FAO (2019), l'OMS (2020) ainsi qu'Alegbeleye et Rhee (2024), plusieurs facteurs intrinsèques peuvent favoriser la prolifération microbienne dans les aliments, notamment :

- **pH proche de la neutralité (6,0–7,0)** : il est favorable à la croissance de nombreuses bactéries pathogènes et d'altération.
- **Teneur en eau élevée (> 90 %)** : elle crée un environnement favorable à la prolifération microbienne .
- **Richesse en nutriments** : les sucres, les vitamines et les minéraux constituent une source d'énergie pour les micro-organismes.
- **Effet de la découpe** : la rupture des tissus libère des exsudats nutritifs, supprime certaines barrières naturelles comme la cuticule et facilite la pénétration bactérienne.

I.8.2. Facteurs extrinsèques

- **Température** : elle représente l'un des facteurs les plus importants. Une réfrigération constante, généralement inférieure à 4 °C, ralentit la croissance microbienne. Cependant, certaines bactéries psychrotrophes peuvent se développer même à basse température (EFSA, 2023; OMS, 2024). Une rupture de la chaîne du froid peut accélérer significativement la prolifération microbienne (FDA, 2022 ; JAMES et al., 2024).
- **Conditionnement sous atmosphère modifiée (MAP)** : ce type de conditionnement, généralement enrichi en CO₂ et pauvre en O₂, peut inhiber certains micro-organismes aérobies. En revanche, les emballages perforés sont moins protecteurs, car ils permettent davantage d'échanges avec l'air extérieur (ZAHID et al., 2025; BOTHA et al., 2025).
- **Sources de contamination** : elles peuvent être:
 - Primaires, lorsqu'elles surviennent au champ à partir de l'eau d'irrigation, du sol, du fumier ou de la faune, avec des micro-organismes comme *Escherichia coli* ou *Salmonella* spp. (OMS, 2020).
 - Secondaires, après la récolte, lors de la manipulation humaine, du contact avec des équipements contaminés, de l'utilisation d'une eau de lavage de mauvaise qualité ou par contamination croisée (FDA, 2017; N'Zi, 2023).
- **Durée de conservation** : la charge microbienne peut augmenter avec le temps, même avant la date limite de consommation, surtout lorsque les conditions de conservation ne sont pas bien maîtrisées (ABDUL et al., 2026).

I.9. Indicateurs microbiologiques de qualité et de sécurité

Le contrôle microbiologique des aliments repose sur deux catégories principales de micro-organismes : les indicateurs de qualité, également appelés indicateurs d'hygiène des procédés, et les indicateurs de sécurité sanitaire, représentés principalement par les micro-organismes pathogènes (Bhatia et al., 2024 ; Zhang et al., 2025 ; ICMSF, 2023).

I.9.1. Indicateurs de qualité ou d'hygiène des procédés

Ces micro-organismes ne sont pas nécessairement dangereux en eux-mêmes, mais leur présence en nombre élevé peut signaler une défaillance dans les bonnes pratiques d'hygiène, notamment lors de la production, du lavage, de la manipulation, du nettoyage ou de la Conservation. Elle peut également traduire une qualité microbiologique médiocre de la matière première (Mishra et al., 2024; Sindić et al., 2025; ICMSF, 2023).

I.9.2. Indicateurs de sécurité sanitaire ou micro-organismes pathogènes

La présence de ces micro-organismes représente un danger direct pour la santé du consommateur. Leur détection dans les aliments prêts à consommer nécessite une attention

Chapitre I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

particulière et doit être interprétée selon les critères réglementaires applicables (Klišťincová et al., 2024; European Commission, 2024).

Le tableau suivant résume les principaux micro-organismes utilisés pour l'évaluation de la qualité microbiologique des salades prêtes à consommer.

Tableau I. Classification et rôle des principaux indicateurs microbiologiques dans l'évaluation des salades prêtes à consommer.

Micro-organisme ou groupe	Catégorie	Rôle dans l'évaluation	Référence
Flore mésophile aérobie totale (FMAT)	Indicateur de qualité globale	Renseigne sur la charge microbienne globale, l'hygiène du procédé et les conditions de conservation.	(HPA, 2009)
Coliformes totaux	Indicateurs d'hygiène générale	Peuvent signaler un lavage insuffisant, une eau de mauvaise qualité ou une contamination croisée.	(Sagoo et al., 2003)
<i>Escherichia coli</i>	Indicateur de contamination fécale	Sa présence suggère un défaut d'hygiène important et un risque de contamination d'origine fécale.	(HPA, 2009)
<i>Staphylococcus</i>	Indicateur de contamination humaine	Révèle souvent une mauvaise hygiène du personnel ou une contamination par les mains, la peau ou les voies respiratoires.	(HPA, 2009)
Levures et moisissures	Indicateurs d'altération	Leur présence élevée peut réduire la durée de conservation et altérer l'odeur, le goût et l'aspect des salades.	(N'Zi, 2023).
<i>Salmonella</i> spp. et <i>Listeria monocytogenes</i>	Micro-organismes pathogènes	Leur présence dans les aliments prêts à consommer est préoccupante et doit être interprétée selon les critères réglementaires.	(Règlement CE 2073/2005; HPA, 2009; JORA, 2017).

I.10. Micro-organismes étudiés dans les salades prêtes à consommer

I.10.1. Flore Aérobie Mésophile Totale (FMAT)

Définie comme l'ensemble des micro-organismes aérobies capables de se développer à une température optimale de 37 °C, la flore aérobie mésophile totale (FMAT) constitue un indicateur important de la qualité hygiénique globale des aliments, en particulier des produits prêts à consommer comme les salades (ISO, 2013 ; ICMSF, 2023). Son dénombrement permet d'évaluer l'efficacité des bonnes pratiques d'hygiène, de la chaîne du froid et des conditions de préparation tout au long du processus de production (FAO/OMS, 2003). Un niveau élevé de cette flore témoigne généralement de défaillances potentielles, telles qu'une contamination des matières premières, un nettoyage insuffisant des surfaces ou une rupture de la chaîne du froid (Bhatia et al., 2024 ; Klištincová et al., 2024 ; Zhang et al., 2025).

Cependant, la FMAT présente une limite majeure : elle ne permet pas de distinguer les germes pathogènes des germes d'altération (ICMSF, 2002). Par conséquent, un résultat satisfaisant n'exclut pas la présence de dangers spécifiques comme *Salmonella* spp. ou *Listeria monocytogenes*, tandis qu'un résultat insatisfaisant nécessite une investigation complémentaire sans permettre d'identifier directement la cause exacte de la contamination (FAO/OMS, 2003 ; *Codex Alimentarius*, 2007).

Selon les critères du Journal Officiel de la République Algérienne (JORA, n°39, 2017), l'interprétation des résultats pour les plats cuisinés s'effectue selon un plan à trois classes, définissant des seuils de qualité satisfaisante ($\leq 3.10^5$ UFC/g), acceptable et non satisfaisante ($> 3.10^6$ UFC/g). En définitive, bien que la FMAT soit un outil précieux pour le contrôle de l'hygiène des procédés, elle doit systématiquement être complétée par la recherche spécifique de micro-organismes pathogènes pour garantir une évaluation complète et fiable de la sécurité sanitaire des aliments (ICMSF, 2002 ; *Codex Alimentarius*, 2007).

I.10.2. Coliformes totaux

La présence de coliformes totaux dans les denrées alimentaires, en particulier dans les plats préparés et les salades prêtes à consommer, constitue un indicateur important de la qualité hygiénique des procédés de fabrication. Leur dénombrement permet d'évaluer le respect des bonnes pratiques d'hygiène au cours de la préparation, de la manipulation et de la conservation des aliments (FAO/OMS, 2003 ; ISO, 2017).

Bien que les coliformes totaux soient majoritairement non pathogènes, leur présence en nombre élevé peut révéler plusieurs défaillances, telles qu'une contamination des matières premières, un lavage insuffisant, une mauvaise qualité de l'eau utilisée, un nettoyage incomplet du matériel ou une contamination croisée lors de la préparation (FDA, 2012 ; ICMSF,

2005). Dans les aliments crus comme les salades, des taux anormalement élevés de coliformes totaux peuvent être le signe d'une matière première de mauvaise qualité ou d'un lavage inefficace (FAO, 2003). Dans les produits ayant subi un traitement thermique, leur présence peut indiquer une cuisson insuffisante ou une recontamination après traitement, notamment par les mains du personnel, les surfaces de travail, les ustensiles ou l'eau utilisée (CDC, 2018 ; OMS, 2006). En somme, la recherche des coliformes totaux constitue un outil utile pour apprécier l'hygiène générale des procédés. Elle ne remplace pas la recherche de micro-organismes pathogènes spécifiques, mais elle permet d'identifier d'éventuelles ruptures dans la maîtrise sanitaire des aliments (ICMSF, 2005).

I.10.3. Staphylocoques

Les staphylocoques constituent un groupe bactérien important dans l'évaluation de la qualité hygiénique des denrées alimentaires prêtes à consommer, telles que les salades et les plats cuisinés. Leur présence dans ces aliments peut traduire un défaut d'hygiène lors de la préparation ou de la manipulation, notamment une contamination d'origine humaine par les mains, la peau ou les voies respiratoires du personnel manipulateur (ICMSF, 2005 ; Jay et al., 2005 ; ANSES, 2022).

Certaines espèces, notamment *Staphylococcus*, peuvent présenter un risque sanitaire en raison de leur capacité à produire des entérotoxines thermostables responsables de toxi-infections alimentaires à incubation courte. Ainsi, le dénombrement des staphylocoques reste utile pour apprécier le niveau d'hygiène des aliments prêts à consommer et identifier d'éventuelles défaillances dans les pratiques de manipulation (Jay et al., 2005 ; FDA, 2012 ; ANSES, 2022).

I.10.4. Levures et moisissures

Les levures et moisissures font partie de la flore fongique d'altération et constituent des indicateurs importants de la qualité hygiénique et de la stabilité des salades prêtes à consommer, notamment les produits de quatrième gamme. Contrairement aux micro-organismes pathogènes stricts, elles ne font généralement pas l'objet de critères microbiologiques réglementaires obligatoires dans le cadre de la sécurité sanitaire des salades prêtes à consommer, car elles ne représentent pas, à elles seules, un danger direct et immédiat pour le consommateur en bonne santé (EFSA, 2012).

Cependant, leur présence à des niveaux élevés peut traduire une défaillance dans les conditions de production, de lavage, de manipulation, de conditionnement ou de conservation. La contamination peut provenir de plusieurs sources, notamment le sol, l'eau d'irrigation, les

matières premières, les équipements, l'air ambiant ou encore une rupture de la chaîne du froid (*Codex Alimentarius*, 2003 ; Règlement (CE) n°2073/2005).

Les levures sont souvent associées à des phénomènes de fermentation, à l'apparition d'odeurs aigres et à des défauts de goût. Les moisissures, quant à elles, peuvent altérer l'aspect visuel du produit et, dans certains cas, présenter un risque sanitaire potentiel lié à la production de mycotoxines. Leur développement est favorisé par une humidité élevée, la présence d'oxygène et des conditions de conservation inadéquates (ICMSF, 2005 ; FAO, 2011 ; OMS, 2018).

Ainsi, même si les levures et moisissures ne sont pas toujours soumises à des normes obligatoires, leur dénombrement reste utile dans les démarches d'autocontrôle et de surveillance. Il permet d'évaluer la qualité globale des salades prêtes à consommer, leur durée de conservation et le respect des bonnes pratiques d'hygiène tout au long de la chaîne de préparation (ICMSF, 2005 ; FAO, 2011).

I.11. Normes microbiologiques et cadre réglementaire

I.11.1. Codex Alimentarius

Le Codex Alimentarius, terme latin signifiant « Code alimentaire », est un ensemble de normes, de lignes directrices et de codes d'usages reconnus au niveau international. Ces textes sont adoptés par la Commission du Codex Alimentarius, créée en 1963 par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) (FAO/OMS, 2023).

L'objectif principal du Codex Alimentarius est de protéger la santé des consommateurs et d'assurer des pratiques loyales dans le commerce des aliments. Il vise également à harmoniser les normes alimentaires internationales afin de faciliter les échanges commerciaux et de réduire les différences entre les réglementations nationales.

Dans le domaine de la sécurité sanitaire des aliments, le Codex propose des recommandations relatives aux contaminants, aux résidus de pesticides, aux additifs alimentaires, à l'hygiène des aliments et aux critères microbiologiques. Ces recommandations constituent une référence importante pour les autorités sanitaires et les professionnels du secteur alimentaire.

Le Codex Alimentarius occupe également une place importante dans le commerce international, car il est reconnu comme référence dans le cadre de l'Accord sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires (Accord SPS) de l'Organisation mondiale du commerce (OMC). Ainsi, les normes du Codex peuvent servir de base pour l'évaluation des

mesures sanitaires appliquées par les pays et pour le règlement de certains différends commerciaux liés aux aliments (OMC, 1995).

I.11.2. Réglementation Algérienne:

Le dispositif de contrôle de la qualité microbiologique des denrées alimentaires en Algérie s'appuie sur un ensemble de textes législatifs et réglementaires visant à garantir la sécurité sanitaire des aliments et à protéger la santé du consommateur. Ce cadre concerne toutes les étapes de la chaîne alimentaire, depuis la production jusqu'à la distribution, et s'applique notamment aux produits sensibles tels que les salades, les sandwichs et les plats prêts à consommer.

I.11.2.1. Textes Législatifs et Réglementaires Fondamentaux

Ces textes constituent la base légale de la protection du consommateur et de la répression des fraudes. La loi n° 09-03 du 25 février 2009, relative à la protection du consommateur et à la répression des fraudes, constitue un texte-cadre important. Elle définit les principes généraux liés à la protection du consommateur, à la conformité des produits et aux sanctions applicables en cas de non-respect des exigences réglementaires (JORA, 2009).

Le décret exécutif n° 17-140 du 11 avril 2017 fixe les conditions d'hygiène et de salubrité lors du processus de mise à la consommation humaine des denrées alimentaires. Il concerne notamment les locaux de préparation, le transport, les équipements, l'hygiène du personnel et la formation. Il insiste également sur le respect des bonnes pratiques d'hygiène et sur l'application des principes du système HACCP dans les établissements concernés (JORA, 2017).

I.11.2.2. Textes techniques et critères microbiologiques

Les textes techniques déterminent les critères microbiologiques à respecter, les micro-organismes à rechercher, les seuils de conformité ainsi que les méthodes d'analyse à utiliser.

- L'arrêté interministériel du 24 janvier 1998, modifiant et complétant l'arrêté du 23 juillet 1994, constitue l'une des références utilisées pour les spécifications microbiologiques applicables à certaines denrées alimentaires, notamment les plats cuisinés et les préparations prêtes à consommer. Il fixe des critères relatifs à plusieurs micro-organismes, tels que la flore aérobie mésophile totale, les coliformes, *Escherichia coli*, les staphylocoques, les anaérobies sulfite-réducteurs et *Salmonella* (Ministère du Commerce et Ministère de la Santé, 1998).
- L'arrêté interministériel du 4 octobre 2016, fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires, précise et actualise certains critères applicables aux aliments. Il réaffirme

notamment l'importance de l'absence de certains micro-organismes pathogènes, comme *Salmonella* spp. Et *Listeria monocytogenes*, dans les denrées alimentaires concernées, en particulier les aliments prêts à consommer (JORA, 2016).

I.11.2.3. Modalités de contrôle et d'interprétation des résultats

Le contrôle microbiologique repose sur la recherche et le dénombrement de micro-organismes indicateurs d'hygiène et de micro-organismes pathogènes, conformément aux critères fixés par la réglementation en vigueur. Les prélèvements sont généralement réalisés par les agents de contrôle habilités, et les analyses sont effectuées dans des laboratoires agréés, selon les méthodes normalisées en vigueur, notamment les normes ISO ou les normes algériennes applicables (Codex Alimentarius Commission, 2023 ; ICMSF, 2023 ; European Commission, 2024 ; Xiao et al., 2025)..

L'interprétation des résultats se fait selon les plans d'échantillonnage et les limites microbiologiques définies par la réglementation, notamment les valeurs (m) et (M). Un résultat inférieur ou égal à (m) indique généralement une qualité satisfaisante. Un résultat compris entre (m) et (M) peut être considéré comme acceptable selon le plan d'échantillonnage adopté. En revanche, un résultat supérieur à (M) indique une qualité non satisfaisante et nécessite la mise en place de mesures correctives. Pour certains micro-organismes pathogènes, comme *Salmonella* spp. Ou *Listeria monocytogenes*, la présence dans la quantité analysée peut rendre le produit non conforme aux exigences de sécurité sanitaire (JORA, 2017 ; Arrêté interministériel, 1998).

I.12. Les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC)

Les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) correspondent à l'apparition d'au moins deux cas similaires d'une symptomatologie, généralement gastro-intestinale, dont la cause peut être rapportée à une même origine alimentaire. Les TIAC sont des maladies à déclaration obligatoire ; leur signalement permet de prendre rapidement les mesures nécessaires, notamment dans le cas de la restauration collective.

Dans le cas des légumes et des fruits consommés crus, comme les salades, les aliments sont ingérés sans traitement thermique suffisant. Par conséquent, le risque d'intoxication alimentaire et d'infections d'origine alimentaire demeure présent, surtout lorsque les conditions d'hygiène, de lavage, de manipulation ou de conservation ne sont pas bien maîtrisées (BUYUKUNAL *et al.*, 2015).

La gestion d'une TIAC repose sur plusieurs étapes, allant de la déclaration jusqu'à la mise en place de mesures correctives. Le schéma suivant présente les principales étapes de cette gestion.

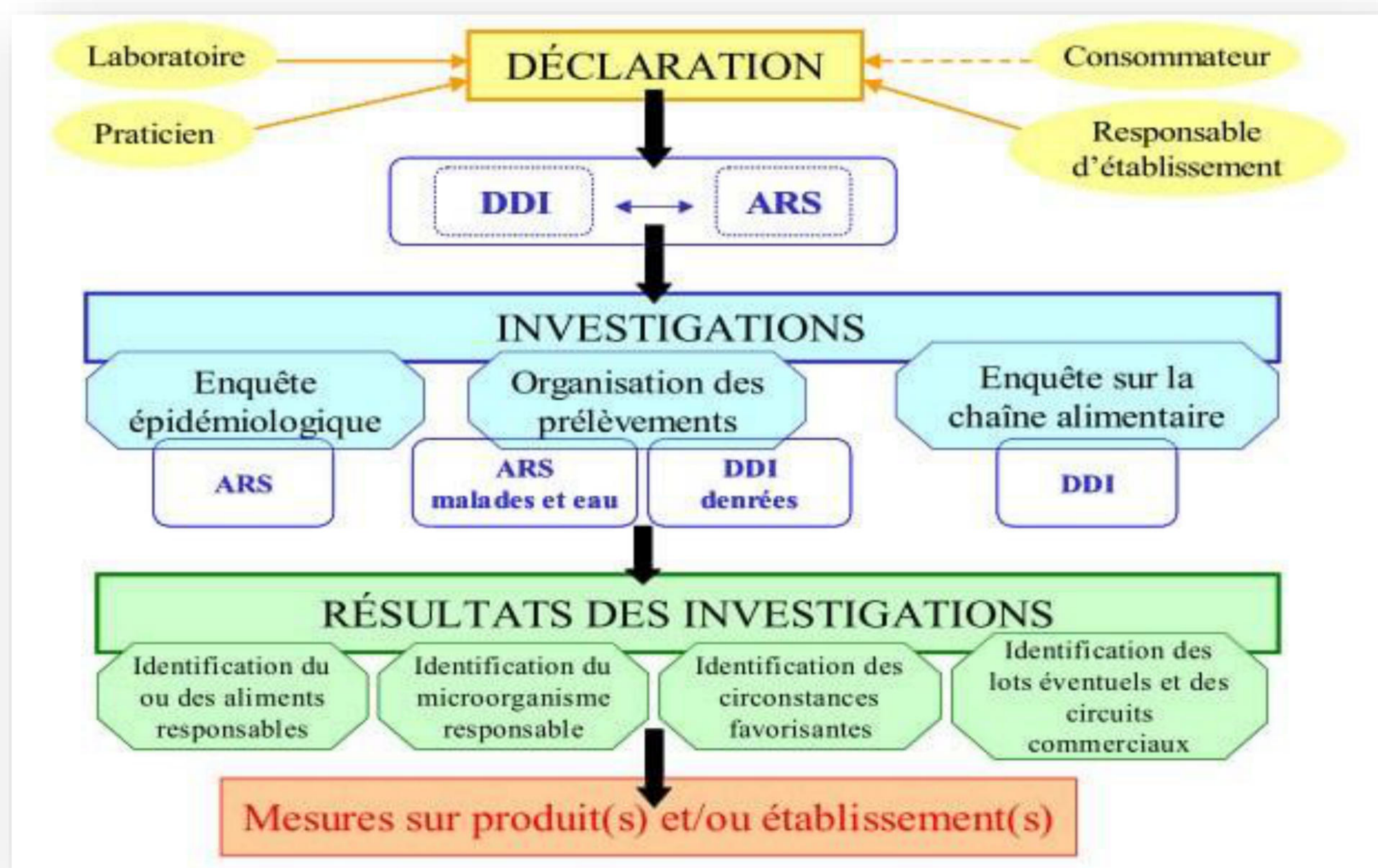


Figure 05. Schéma de gestion d'une toxi-infection alimentaire collective (TIAC)

I.12.1. Risques sanitaires des TIAC associés aux salades prêtes à consommer

Les salades prêtes à consommer peuvent contenir divers agents microbiens, notamment des bactéries, des virus, des parasites, des levures et des moisissures. Parmi les principaux agents bactériens associés aux légumes à feuilles et aux salades, on peut citer *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium perfringens* et *Yersinia enterocolitica*. Certains virus, comme le norovirus et le virus de l'hépatite A, ainsi que certains parasites protozoaires, tels que *Cryptosporidium* spp., *Giardia* spp. Et *Toxoplasma gondii*, peuvent également être associés aux maladies d'origine alimentaire liées à la consommation de légumes crus (SODERQVIST, 2017).

Le taux élevé de contamination microbienne dans les salades prêtes à consommer et les légumes frais peut être lié à des pratiques non hygiéniques. Le personnel des restaurants peut ne pas respecter certaines règles sanitaires de base lors de la manipulation des produits qui ne nécessitent pas de cuisson avant consommation. La contamination peut également être favorisée par l'utilisation d'une eau insuffisante ou de mauvaise qualité pour le lavage des légumes frais et la préparation des salades en grande quantité dans les établissements de restauration collective (PROFIT et al., 2021).

La plupart de ces agents pathogènes peuvent provenir d'une contamination fécale d'origine humaine ou animale. Leur présence dans les salades prêtes à consommer représente donc un risque pour la santé du consommateur, surtout lorsque les conditions d'hygiène, de lavage, de manipulation et de conservation ne sont pas bien maîtrisées. Une infection par ces agents peut entraîner des symptômes cliniques légers, tels que la fièvre, les maux de tête, la diarrhée, les vomissements, les douleurs abdominales et les crampes musculaires. Dans certains cas, elle peut également provoquer des maladies plus graves, comme la colite hémorragique, la septicémie, la méningite ou des complications chez les femmes enceintes (XYLIA et al., 2021).

I.12.2 Facteurs favorisant les TIAC en restauration collective

En restauration collective, plusieurs facteurs peuvent favoriser la contamination des salades prêtes à consommer et augmenter le risque de toxi-infections alimentaires collectives. Ces facteurs sont principalement liés à la qualité des matières premières, à l'eau utilisée pour le lavage, aux conditions de manipulation, au transport, au stockage et au contrôle de la température (PREETHA et NARAYANAN., 2020)

Les produits frais consommés crus, comme les salades, doivent être protégés de toute source de contamination d'origine humaine, animale ou environnementale. L'utilisation d'une eau de mauvaise qualité microbiologique, un lavage insuffisant, des mains contaminées, du Matériel mal nettoyé ou une rupture de la chaîne du froid peuvent favoriser la multiplication

des micro-organismes pathogènes. Ainsi, la maîtrise des bonnes pratiques d'hygiène, le contrôle de la qualité de l'eau, le respect des conditions de stockage et le maintien de la chaîne du froid sont essentiels pour limiter le risque de TIAC associé aux salades prêtes à consommer en restauration collective (Buyukunal et al., 2015).

I.13. Mesures de prévention et de maîtrise de la contamination microbiologique

I.13.1. Bonnes pratiques d'hygiène (BPH)

Les bonnes pratiques d'hygiène (BPH) désignent l'ensemble des conditions et des mesures nécessaires pour garantir la sécurité et la salubrité des denrées alimentaires à toutes les étapes de la chaîne alimentaire, depuis la production jusqu'à la consommation (*Codex Alimentarius*, 2020).

L'application des BPH est essentielle pour réduire les risques de transmission des agents pathogènes d'origine alimentaire, notamment dans le cas des aliments prêts à consommer qui ne subissent pas de cuisson avant leur consommation. Ces pratiques concernent plusieurs aspects, tels que l'hygiène du personnel, le lavage des mains, le nettoyage et la désinfection du matériel, la qualité de l'eau utilisée, la prévention de la contamination croisée et le respect des conditions de conservation (NEELIAH et al., 2016).

Dans le cas des salades prêtes à consommer, les bonnes pratiques d'hygiène doivent être appliquées tout au long de la chaîne de production, de la ferme à l'assiette. Une préparation sûre et contrôlée est donc nécessaire afin de limiter la contamination microbienne et de préserver la qualité sanitaire du produit final (XYLIA et al., 2021; ALBU et al., 2024).

De plus, la mise en place de programmes réguliers de contrôle de la qualité microbiologique, associés au respect des bonnes pratiques d'hygiène, permet de mieux maîtriser les risques sanitaires liés aux salades prêtes à consommer (ÖZ et al., 2014).

I.13.2. Système HACCP

Le système HACCP, ou Hazard Analysis and Critical Control Points, est une approche préventive qui vise à identifier, évaluer et maîtriser les dangers significatifs liés à la sécurité sanitaire des aliments (FAO, 2023).

Il s'agit d'une méthode structurée et systématique permettant de garantir la sécurité des aliments tout au long de la chaîne alimentaire, depuis la production agricole jusqu'à la consommation. Contrairement au simple contrôle du produit fini, le système HACCP repose sur la prévention des dangers à chaque étape du processus de préparation. L'application du système HACCP nécessite une bonne connaissance des dangers biologiques, chimiques et physiques pouvant affecter les aliments. Elle repose également sur le respect des programmes préalables, tels que les bonnes pratiques d'hygiène (BPH), les bonnes pratiques de fabrication

(BPF), les bonnes pratiques agricoles (BPA) et les bonnes pratiques de stockage (BPS) (*Codex Alimentarius*, 2020; FAO, 2023).

Dans le cas des salades prêtes à consommer, le système HACCP permet d'identifier les étapes sensibles, comme la réception des matières premières, le lavage, la découpe, la manipulation, le conditionnement, le stockage et la distribution. Sa mise en œuvre contribue à réduire le risque de contamination, à limiter la présence de micro-organismes pathogènes et à prévenir les toxi-infections alimentaires collectives en restauration collective (MRITUNJAY et KUMAR, 2015; NEELIAH *et al.*, 2016).

Les légumes-feuilles étant des produits sensibles et consommés sans traitement thermique, l'application de mesures préventives reste essentielle afin de garantir leur sécurité sanitaire et de protéger la santé des consommateurs.

I.13.3. Maîtrise de la chaîne du froid

La gestion et le contrôle de la température durant la transformation, le transport et le stockage des produits alimentaires sont essentiels pour limiter la prolifération microbienne et préserver leur qualité sanitaire (ARIENZO *et al.*, 2020).

La chaîne du froid est particulièrement importante pour les salades prêtes à consommer, car ces produits sont consommés crus et ne subissent pas de traitement thermique avant leur consommation. Une mauvaise gestion de la température peut favoriser la contamination, accélérer la détérioration du produit et altérer ses caractéristiques sensorielles, comme l'aspect et l'odeur (BELL *et al.*, 2017).

Par ailleurs, une manipulation ou un stockage inapproprié des salades prêtes à consommer à des températures élevées, notamment supérieures à 15 °C, peut accélérer leur détérioration. Les variations de température favorisent également la prolifération bactérienne, ce qui représente un risque important pour la sécurité sanitaire des consommateurs (XYLIA *et al.*, 2021).

Chapitre II

Matériel et méthodes

II.1. Objectif :

Cette étude vise à évaluer la qualité microbiologique des salades prêtes à consommer proposées dans cinq restaurants universitaires de la ville de Djelfa. À cette fin, quinze échantillons ont été prélevés de manière aléatoire, à raison de trois échantillons par restaurant.

Les analyses microbiologiques ont porté sur le dénombrement de plusieurs indicateurs microbiologiques, à savoir :

- La flore mésophile aérobie totale (FMAT).
- Les coliformes totaux ;
- Les staphylocoques ;
- Les levures et moisissures.

II.2. Période et laboratoire de l'étude :

Le prélèvement des échantillons et les analyses microbiologiques ont été effectués pendant une période d'un mois, du 08 Avril au 08 Mai.

La préparation des milieux de culture a été réalisée au laboratoire de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Ziane Achour de Djelfa (SNV). Les analyses microbiologiques ont été effectuées dans le même laboratoire, le jour même du prélèvement.

II.3. Matériel

II.3.1. Matériel utilisé

Le matériel utilisé au cours de cette étude comprend le matériel de prélèvement, le matériel de laboratoire, les milieux de culture et les réactifs nécessaires aux analyses microbiologiques.

- Agitateur magnétique chauffant ;
- Autoclave ;
- Bain-marie ;
- Balance ;
- Barreau magnétique ;
- Bec Bunsen ;
- Béchers ;
- Boîtes de Pétri ;
- Compteur de colonies ;
- Couteaux stériles ;
- Étaleur ;
- Étuves réglées à 25 °C, et 37 °C ;
- Flacons ;
- Glacière avec accumulateurs de froid ;

Chapitre II : Matériel et méthodes

- Marqueur permanent ;
- Micropipette ;
- Milieux de culture : Plate Count Agar (PCA), Violet Red Bile Lactose Agar (VRBL) et gélose Baird-Parker ;
- Papier aluminium ;
- Pince ;
- Portoirs, embouts et boîtes porte-embouts ;
- Réactif : tellurite de potassium ;
- Gants stériles ;
- Tubes à vis ;
- Verrerie de laboratoire : éprouvettes, fioles coniques et béchers ;
- Vortex.



Figure 6. Autoclave (photo personnelle)



Figure 7. Etuves (photo personnelle)



Figure 8. Vortex(photo personnelle)



Figure 9. bain marie (photo personnelle)



Figure 10. Balance(photo personnelle)



Figure 11. Bec bunsen (photo personnelle)

II.3.2. Préparation des milieux de culture et du diluant

II.3.2.1. Eau physiologique

L'eau physiologique est une solution isotonique utilisée comme diluant dans les analyses microbiologiques. Elle permet la préparation des suspensions et des dilutions décimales, tout en maintenant la viabilité des micro-organismes présents dans l'échantillon.

Elle est préparée à partir d'eau distillée additionnée de chlorure de sodium (NaCl) à une concentration de 8,5 g/L, ce qui correspond à une solution de 0,85 %.

II.3.2.2. Gélose Plate Count Agar (PCA)

La gélose Plate Count Agar (PCA) est un milieu de culture non sélectif utilisé pour le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale (FMAT). Elle favorise la croissance des micro-organismes aérobies présents dans l'échantillon analysé. Dans cette étude, les boîtes ensemencées sur PCA ont été incubées à 37°C pendant 48 à 72 heures.

Préparation

La préparation consiste à ajouter 23,5 g de poudre PCA dans un litre d'eau distillée. Le mélange est chauffé sous agitation jusqu'à dissolution complète, puis stérilisé à l'autoclave à 121 °C pendant 15 à 20 minutes. Après stérilisation, le milieu est laissé à refroidir avant d'être utilisé.



Figure12. Préparation de PCA (photo personnelle)

II.3.2.3. Gélose de Baird-Parker (BP)

Le milieu Baird-Parker (BP) est un milieu sélectif utilisé pour la détection et le dénombrement des staphylocoques dans les produits alimentaires, l'eau et certains échantillons biologiques. Les colonies caractéristiques apparaissent généralement sous forme de colonies noires, brillantes et bombées. Le tellurite de potassium est ajouté au milieu comme supplément sélectif.

Préparation

La préparation consiste à dissoudre 63 g de milieu Baird-Parker dans 950 mL d'eau distillée. Le mélange est chauffé sous agitation jusqu'à dissolution complète, puis versé dans des flacons en verre et stérilisé à l'autoclave à 121 °C pendant 15 à 20 minutes. Après refroidissement à une température comprise entre 45 et 47 °C, le tellurite de potassium est ajouté. Le milieu est ensuite mélangé puis versé dans des boîtes de Pétri stériles.



Figure 13. Préparation du milieu de Baird-Parker (photopersonnelle)

II.3.2.4. Gélose de violet red bile agar (VRBL)

Le milieu Violet Red Bile Lactose Agar (VRBL) est un milieu de culture sélectif utilisé pour la détection et le dénombrement des coliformes totaux dans les aliments, l'eau et les produits laitiers. Il permet la croissance des coliformes capables de fermenter le lactose, donnant des colonies caractéristiques de couleur rouge à violette. Il s'agit également d'un milieu important dans les analyses microbiologiques liées au contrôle sanitaire et à la qualité des aliments.

Préparation :

Le milieu est préparé en ajoutant 40,5 g de poudre VRBL à un litre d'eau distillée. Le mélange est ensuite chauffé sous agitation constante jusqu'à dissolution complète. Le milieu

est laissé à refroidir à une température comprise entre 45 et 50 °C, sans stérilisation à l'autoclave, puis réparti dans des boîtes de Pétri stériles pour une utilisation en laboratoire.

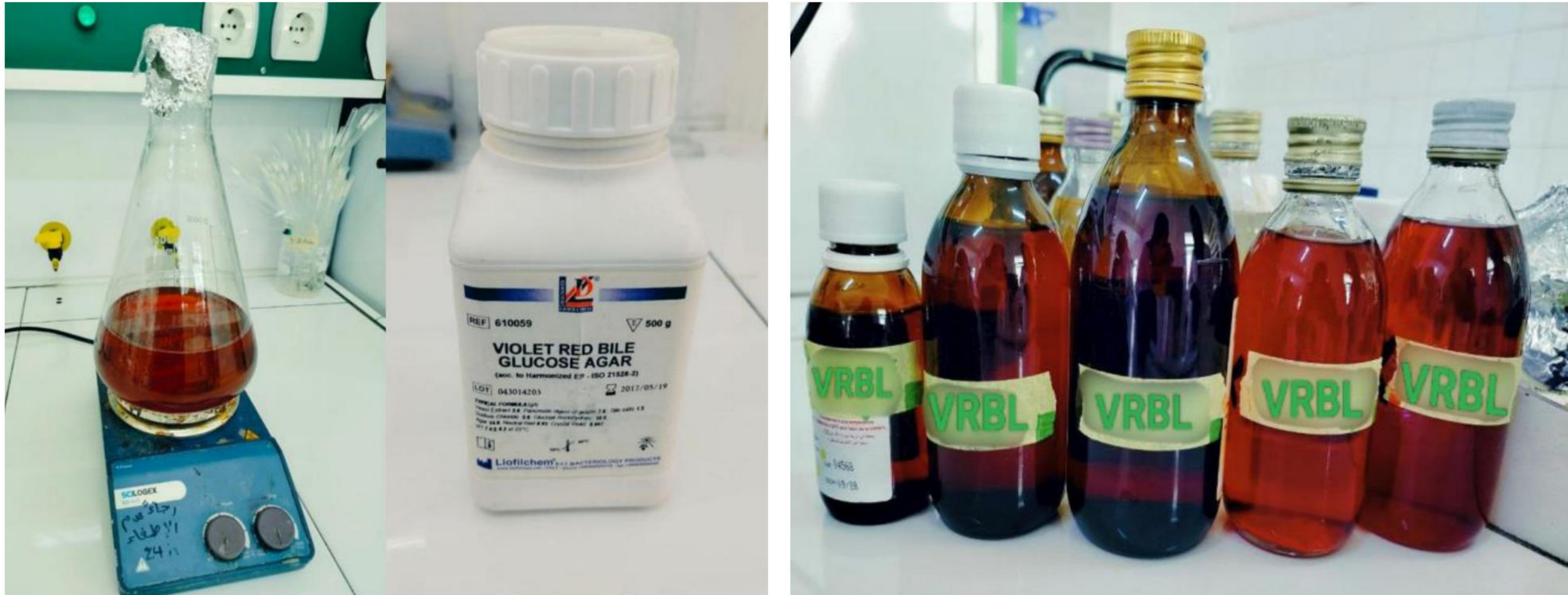


Figure 14. Préparation du milieu violet red bile agar (VRBL) (photo personnelle)

II.4. Méthodologie

II.4.1. Préparation des échantillons

À l'arrivée de l'échantillon au laboratoire, 10 g de chaque échantillon ont été pesés, découpés finement puis broyés. La prise d'essai a ensuite été placée dans un flacon contenant 90 ml d'eau physiologique stérile. Cette préparation constitue la suspension mère de dilution 10^{-1} .

Après agitation, 1 ml de la suspension mère 10^{-1} a été prélevé et introduit dans un tube contenant 9 ml d'eau physiologique stérile afin d'obtenir la dilution 10^{-2} . Cette opération a été répétée successivement pour obtenir les dilutions décimales 10^{-3} , 10^{-4} et 10^{-5} . Les différentes dilutions obtenues ont été utilisées pour les ensemencements microbiologiques.

II.4.2. Dénombrement microbiologique

II.4.2.1. Flore Aérobie Mésophile Totale (FMAT)

La flore mésophile aérobie totale (FMAT) est un indicateur microbiologique qui permet d'évaluer la charge globale en micro-organismes aérobies présents dans un produit alimentaire.

La méthode utilisée repose sur l'ensemencement en surface sur gélose Plate Count Agar (PCA). Cette méthode consiste à déposer 0,1 ml de chaque dilution à la surface d'une boîte de Pétri contenant de la gélose PCA. Ce milieu étant non sélectif, il permet la croissance des micro-organismes aérobies viables présents dans l'échantillon.

Chapitre II : Matériel et méthodes

L'incubation des boîtes a été effectuée à 30 °C pendant 3 à 72 heures. Les résultats ont été exprimés en UFC/g, conformément à la norme ISO 4833-2:2013.

Protocole d'analyse :

- La gélose PCA est coulée dans des boîtes de Pétri stériles ;
- À l'aide d'une pipette stérile, 0,1 ml de chaque dilution est transféré à la surface de la gélose ;
- L'inoculum est étalé soigneusement et rapidement sur toute la surface du milieu ;
- Les boîtes sont incubées en étuve à 30 °C pendant 3 à 72 heures.

Lecture :

Après incubation, les colonies visibles sont dénombrées. Les boîtes contenant plus de 300 colonies ne sont pas retenues pour le comptage.

II.4.2.2. Coliformes totaux

Les coliformes totaux sont considérés comme des indicateurs de l'hygiène générale des aliments. Leur présence en nombre élevé peut traduire un lavage insuffisant des matières premières, une mauvaise qualité de l'eau utilisée ou une contamination croisée au cours de la préparation. Le milieu de culture utilisé pour leur dénombrement était la gélose Violet Red Bile Lactose Agar (VRBL). L'incubation a été effectuée à 37 °C pendant 2 à 24 heures. Les colonies caractéristiques des coliformes apparaissent généralement sous forme de colonies Rouge violet, de petite taille.

Protocole d'analyse :

- Le milieu VRBL est préparé, coulé dans des boîtes de Pétri stériles puis laissé à solidifier ;
- À l'aide d'une pipette stérile, 0,1 mL de chaque dilution est déposé à la surface du milieu solidifié ;
- L'inoculum est réparti de manière homogène et rapide à la surface du milieu ;
- Les boîtes sont incubées à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Lecture :

Après incubation, les colonies caractéristiques Rouge violet sont dénombrées. Les résultats sont exprimés en UFC/g.

II.4.2.3. Staphylocoques

Les staphylocoques sont des cocci à Gram positif, généralement regroupés en amas, en paires ou parfois en courtes chaînes. Leur présence dans les aliments prêts à consommer peut refléter une contamination d'origine humaine, notamment lors de la manipulation des aliments.

Le dénombrement des staphylocoques a été réalisé par ensemencement en surface sur gélose Baird-Parker (BP), à raison de 0,1 ml de chaque dilution décimale. Les boîtes ont ensuite été incubées à 37 °C pendant 24 à 48 heures, conformément à la norme ISO 6888.

Protocole d'analyse :

- La gélose Baird-Parker est coulée dans des boîtes de Pétri stériles ;
- À l'aide d'une pipette stérile, 0,1 ml de chaque dilution est transféré à la surface de la gélose ;
- L'inoculum est étalé soigneusement et rapidement sur toute la surface du milieu ;
- Les boîtes sont incubées en étuve à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Lecture :

Après incubation, les colonies caractéristiques des staphylocoques apparaissent généralement noire, brillante et bombée. Ces colonies sont ensuite dénombrées, et les résultats sont exprimés en UFC/g

II.4.2.4. Levures et moisissures

Le terme « moisissure » désigne généralement la partie visible des champignons présents à la surface des aliments contaminés, tandis que sous la surface peut se développer un réseau fongique invisible à l'œil nu. Quant à la levure, il s'agit d'un champignon unicellulaire capable de se développer dans les produits alimentaires et de participer à certains processus de fermentation. Les levures et les moisissures peuvent toutes deux être responsables d'une contamination alimentaire et constituer un risque potentiel d'altération des produits lorsqu'elles se développent ou se multiplient dans les aliments (R-Biopharm AG., 2007).

Dans cette étude, la gélose PCA a été utilisée pour le dénombrement des levures et des moisissures après addition de chloramphénicol, utilisé comme agent inhibiteur de la croissance bactérienne. Le milieu a été refroidi à environ 47 °C avant d'être versé dans des boîtes de Pétri stériles. Les boîtes ont ensuite été incubées pendant 5 jours à 25 °C, dans des conditions favorables à la croissance fongique. Après incubation, les levures se présentent généralement sous forme de colonies circulaires, lisses, brillantes et de consistance crémeuse, tandis que les moisissures apparaissent sous forme de colonies filamenteuses, duveteuses ou cotonneuses, souvent de couleurs différentes selon l'espèce fongique (Norme ISO 21527, 2008).

Protocole d'analyse :

- ❖ Préparer le milieu PCA (Plate Count Agar) et le verser dans des boîtes de Pétri stériles en y ajoutant du chloramphénicol, utilisé comme agent inhibiteur de la croissance bactérienne, puis laisser solidifier.

- ❖ À l'aide d'une pipette stérile, 0,1 ml de chaque dilution a été déposé à la surface du milieu gélatinisé.
- ❖ L'échantillon a été réparti de manière homogène et rapide sur la surface du milieu afin d'assurer une bonne diffusion.
- ❖ Les boîtes ont été incubées à l'envers dans l'incubateur à une température de 25 °C pendant 5 jours dans des conditions d'aération appropriées.

Lecture :

Les résultats de l'analyse ont révélé la présence de levures et de moisissures sous forme de colonies de tailles et de couleurs variées ; les colonies de levures étaient lisses et brillantes, tandis que celles de moisissures présentaient un aspect duveteux ou cotonneux, ce qui indique la présence d'une contamination fongique dans l'échantillon analysé.

II.4.3.Expression des résultats

Les colonies ont été comptées dans les boîtes de Pétri contenant un nombre de colonies compris entre 15 et 300. Le nombre de micro-organismes présents dans l'échantillon a été déterminé sous forme d'une moyenne pondérée, en tenant compte de deux dilutions successives, selon la formule suivante :

$$N = (\sum C) \div [V (n1 + 0,1n2) d]$$

Où :

- **N** : nombre de micro-organismes exprimé en UFC/g ;
- **$\sum C$** : somme des colonies comptées sur les boîtes retenues ;
- **V** : volume d'inoculumensemencé dans chaque boîte, exprimé en millilitres ;
- **n1** : nombre de boîtes retenues à la première dilution;
- **n2** : nombre de boîtes retenues à la deuxième dilution ;
- **d** : facteur de dilution correspondant à la première dilution retenue.

Les résultats sont arrondis à deux chiffres significatifs, de telle sorte que si le dernier chiffre est inférieur à 5, le chiffre précédent reste inchangé, et s'il est supérieur ou égal à 5, le chiffre précédent est augmenté d'une unité, jusqu'à obtenir uniquement deux chiffres significatifs.

Le résultat final exprime le nombre de micro-organismes par gramme d'échantillon et s'écrit sous la forme d'un nombre compris entre 1,0 et 9,9, multiplié par la puissance de 10 appropriée.

II.4.4. Analyse statistique

Les résultats sont indiqués sous forme de moyenne \pm écart-type. Ils sont ensuite convertis en logarithme décimal (Log_{10} UFC/g) afin de faciliter leur interprétation et leur comparaison avec les seuils d'acceptabilité retenus. Le test de Student est utilisé pour comparer les moyennes observées aux valeurs théoriques indiquées par la norme.

Chapitre III

Résultats et Discussion

III.1. Flore aérobie mésophile totale

La flore aérobie mésophile totale (FMAT) est définie comme l'ensemble des micro-organismes aérobies capables de se développer en présence d'oxygène, dans des conditions mésophiles. L'analyse de la FMAT est un outil essentiel pour évaluer la qualité microbiologique globale du produit, ainsi que les conditions d'hygiène et de conservation. Dans cette étude, ce dénombrement a été effectué après incubation à 37 °C (ISO, 2013).

Dans le cadre de cette étude, la FMAT a été dénombrée dans des échantillons de salades prêtes à consommer prélevés dans cinq restaurants universitaires de la ville de Djelfa, codés C1, C2, C3, C4 et C5. Trois échantillons ont été prélevés dans chaque restaurant universitaire à des jours différents. Les colonies développées sur gélose Plate Count Agar (PCA) ont été dénombrées après incubation à 37 °C.

Le tableau II et la figure 15 présentent les résultats du dénombrement de la FMAT, exprimés en UFC/g et en Log_{10} UFC/g. Conformément au critère retenu dans cette étude, la limite maximale d'acceptabilité fixée pour la flore totale est de 5×10^7 UFC/g, soit environ 7,70 Log_{10} UFC/g.

D'après les résultats obtenus, les charges en flore mésophile aérobie totale varient entre $6,67 \pm 0,68$ et $7,65 \pm 0,32$ Log_{10} UFC/g. Les valeurs enregistrées dans les restaurants C1, C3, C4 et C5 restent inférieures à la limite d'acceptabilité retenue. En revanche, le restaurant universitaire C2 présente la charge la plus élevée, avec une valeur moyenne de $7,65 \pm 0,32$ Log_{10} UFC/g, très proche du seuil d'acceptabilité.

Les analyses statistiques, sur la base des valeurs de p figurant dans le tableau II, montrent qu'aucune différence statistiquement significative n'a été observée pour les restaurants C1, C3, C4 et C5 par rapport à la limite retenue ($p > 0,05$). Cependant, le restaurant universitaire C2 se distingue par une différence hautement significative ($p = 0,007 < 0,01$), ce qui indique que ce restaurant nécessite une attention particulière.

D'une manière générale, les résultats relatifs à la FMAT peuvent être considérés comme globalement acceptables. Toutefois, la valeur élevée observée au niveau du restaurant C2 montre que la maîtrise des bonnes pratiques d'hygiène, du lavage des matières premières et des conditions de conservation doit être renforcée.

Les résultats relativement acceptables observés pour cet indicateur peuvent être liés, en partie, à certaines pratiques de préparation, notamment l'ajout de vinaigre ou de vinaigrette dans certaines salades. En effet, l'acide acétique présent dans le vinaigre peut contribuer à abaisser le pH du produit et à limiter partiellement la multiplication de certains micro-

Chapitre III : Résultats et discussion

organismes. Toutefois, cet effet reste variable et ne peut pas remplacer le respect rigoureux des règles d'hygiène, du lavage correct des légumes et de la maîtrise de la chaîne du froid.

Nos résultats s'inscrivent dans les fourchettes de contamination rapportées dans plusieurs études internationales et régionales. Ils restent inférieurs aux charges microbiennes de la salade est élevées observées en Tunisie par ZERNADJI *et al.* (2025) dans certains aliments prêts à consommer, où des valeurs pouvant atteindre $8,82 \pm 1,20 \text{ Log}_{10} \text{ UFC/g}$ ont été rapportées. Ils se situent également en dessous des valeurs maximales documentées en Grèce par (XYLIA *et al.*, 2019), avec une fourchette comprise entre 5,1 et 9,8 $\text{Log}_{10} \text{ UFC/g}$. En revanche, les charges microbiennes obtenues dans notre étude sont supérieures aux faibles niveaux enregistrés au Ghana par (ANNOR-GYAMFI *et al.*, 2017), dont les valeurs variaient entre 1,0 et 4,7 $\text{Log}_{10} \text{ UFC/g}$.

Tableau II. Résultat du dénombrement et interprétation de la flore mésophile aérobie totale

Cité	Nombre d'échantillons	UFC/g \pm Ecart-type	$\text{Log}_{10} \text{ UFC/g} \pm \text{Log}_{10} \text{ Ecart-type}$	Limite d'acceptation en UFC/g	Limite d'acceptation en $\text{Log}_{10} \text{ UFC/g}$	P (Probabilité)	Signification
Cité 1	3	$9.23 \times 10^6 \pm 1.0 \times 10^7$	6.79 ± 0.45	5×10^7	7.69	0.07	NS
Cité 2	3	$5.39 \times 10^7 \pm 3.40 \times 10^7$	7.65 ± 0.32	5×10^7	7.69	0.007	**
Cité 3	3	$1.38 \times 10^7 \pm 1.03 \times 10^7$	7.03 ± 0.40	5×10^7	7.69	0.21	NS
Cité 4	3	$1.07 \times 10^7 \pm 1.50 \times 10^7$	6.67 ± 0.68	5×10^7	7.69	0.9	NS
Cité 5	3	$2.03 \times 10^7 \pm 1.33 \times 10^7$	7.20 ± 0.41	5×10^7	7.69	0.1	NS

Seuil de signification

NS: Différence non significative.

*: $p < 0.05$: Différence significative.

** : $p < 0.01$: Différence hautement significative.

***: $p < 0.001$: Différence très hautement significative.

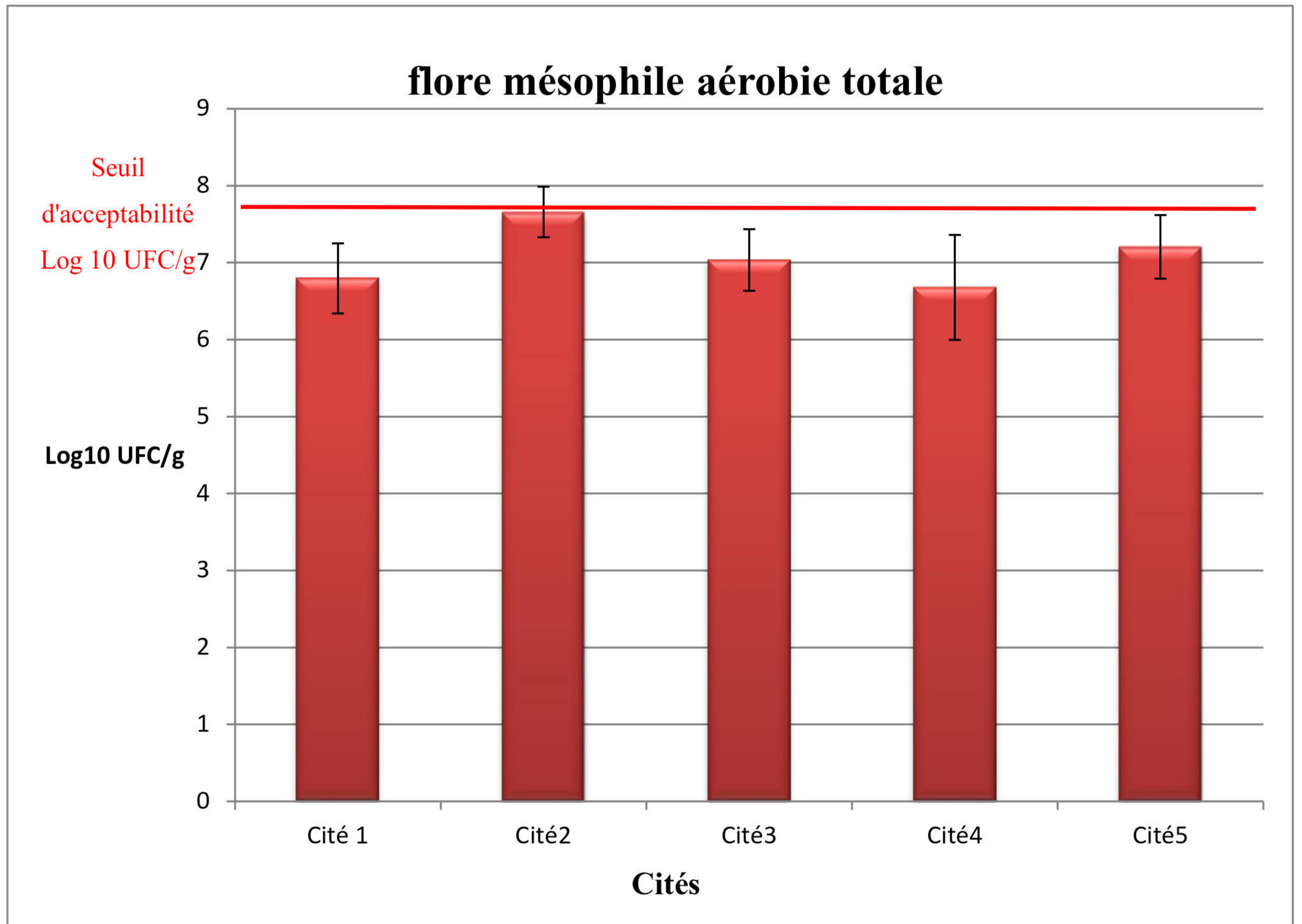


Figure 15. Répartition de la flore mésophile à 37 °C par niveau de contamination

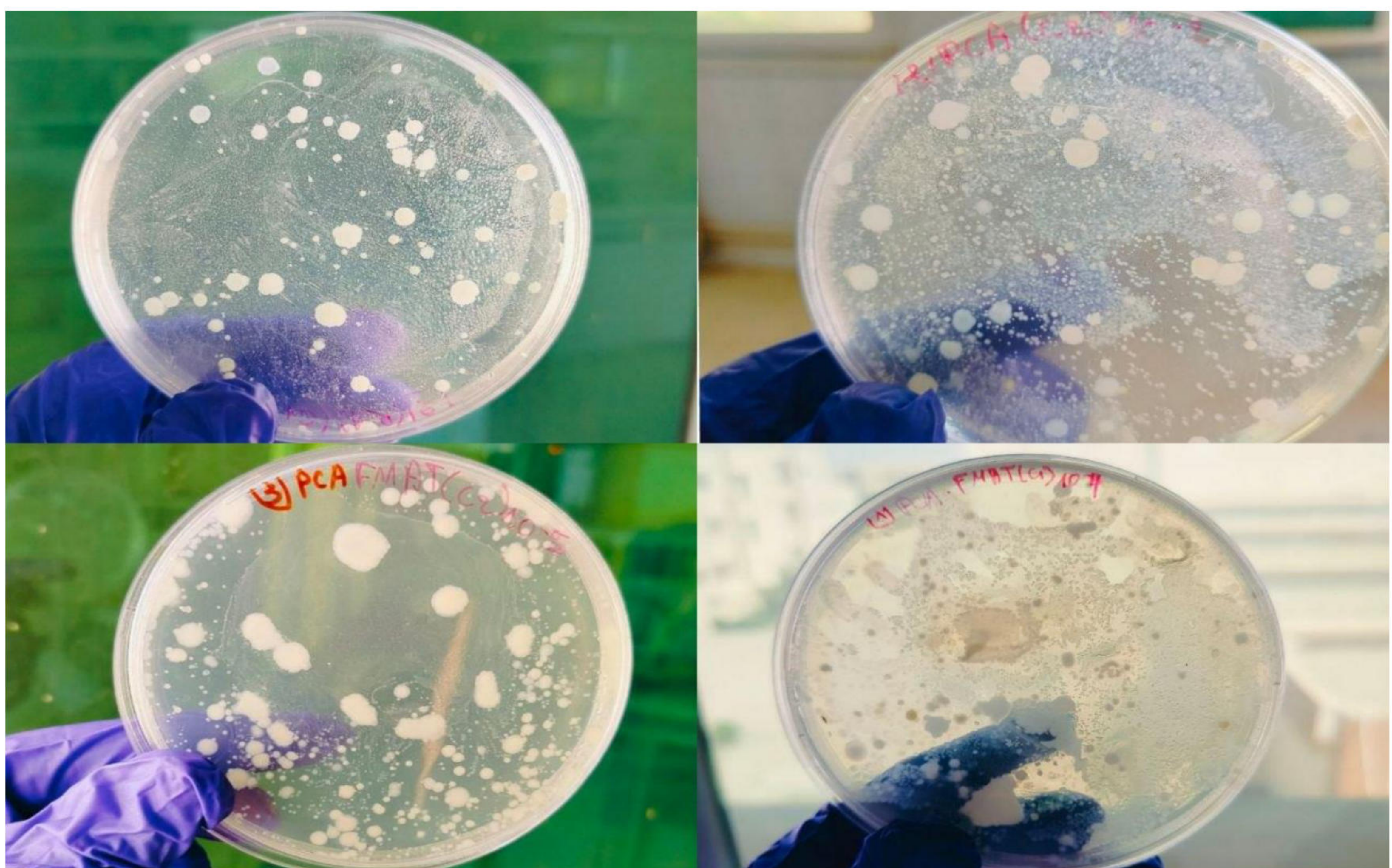


Figure 16. Colonies de FMAT (photo personnelle)

III.2. Coliformes totaux

Les bactéries coliformes constituent des indicateurs importants du niveau d'hygiène générale lors de la préparation, de la manipulation et de la distribution des produits alimentaires. Leur présence en nombre élevé peut traduire un lavage insuffisant des matières premières, une mauvaise qualité de l'eau utilisée ou une contamination croisée au cours de la préparation (PAKDEL *et al.*, 2023 ; AL-MUTAIRI *et al.*, 2024).

Selon le Guide de santé publique de l'Ontario (PHO, 2024), la limite de référence retenue pour les aliments prêts à consommer est de 10^3 UFC/g, soit l'équivalent de 3 *Log10* UFC/g.

L'analyse statistique de nos résultats, présentée dans le tableau III et la figure 17, révèle une tendance préoccupante. Pour l'ensemble des restaurants universitaires étudiés, de C1 à C5, les valeurs obtenues dépassent largement la limite de référence retenue. Des différences hautement significatives ont également été enregistrées par rapport à cette limite, avec des valeurs de *p* inférieures ou égales à 0,001.

Ces résultats indiquent que la qualité microbiologique des salades analysées est non satisfaisante vis-à-vis des coliformes totaux. Cette contamination peut être liée à plusieurs facteurs, notamment une contamination initiale des matières premières, un lavage insuffisant des légumes, l'utilisation d'une eau de qualité microbiologique insuffisante ou encore une contamination croisée lors de la préparation et de la manipulation des salades.

Bien que l'ajout de vinaigre ou de vinaigrette puisse contribuer à limiter partiellement la croissance de certains micro-organismes, cet effet reste insuffisant pour maîtriser la contamination par les coliformes totaux lorsque les matières premières sont fortement contaminées ou lorsque les règles d'hygiène ne sont pas correctement respectées.

Par rapport aux études internationales, nos résultats concordent avec les niveaux élevés de contamination enregistrés en Tunisie par ZERNADJI *et al.* (2025), qui ont rapporté une moyenne de $6,63 \pm 1,15$ *Log10* UFC/g dans certains aliments prêts à consommer. Nos valeurs se rapprochent également des niveaux élevés rapportés en Pologne par LEPECKA *et al.* (2022). En revanche, elles dépassent largement les niveaux plus faibles enregistrés au Ghana par (ANNOR-GYAMFI *et al.*, 2017), ce qui confirme l'importance du renforcement des bonnes pratiques d'hygiène dans les restaurants universitaires étudiés.

Tableau III. Résultat du dénombrement et interprétation de la présence des coliformes totaux

Cité	Nombre d'échantillons	UFC/g ± Ecart-type	Log ₁₀ UFC/g ± Log ₁₀ Ecart-type	Limite d'acceptation en UFC/g	Limite d'acceptation en Log ₁₀ UFC /g	P (Probabilité)	Signification
Cité 1	3	1.19×10 ⁷ ± 1.78 × 10 ⁷	6.65±0.74	10 ³	3	0.001	***
Cité 2	3	1.12×10 ⁶ ± 9.22 × 10 ⁵	5.86±0.57	10 ³	3	0.001	***
Cité 3	3	4.18×10 ⁶ ± 4.26×10 ⁶	6.47 ± 0.42	10 ³	3	0.0001	***
Cité 4	3	8.22×10 ⁵ ± 9.98×10 ⁵	5.68±0.54	10 ³	3	0.001	***
Cité 5	3	4.73×10 ⁶ ± 5.0310 ⁶	6.30±0.78	10 ³	3	0.001	***

Seuil de signification :

- NS: Différence non significative.
- *: p< 0.05: Différence significative.
- **: p< 0.01: Différence hautement significative.
- ***: p< 0.001: Différence très hautement significative

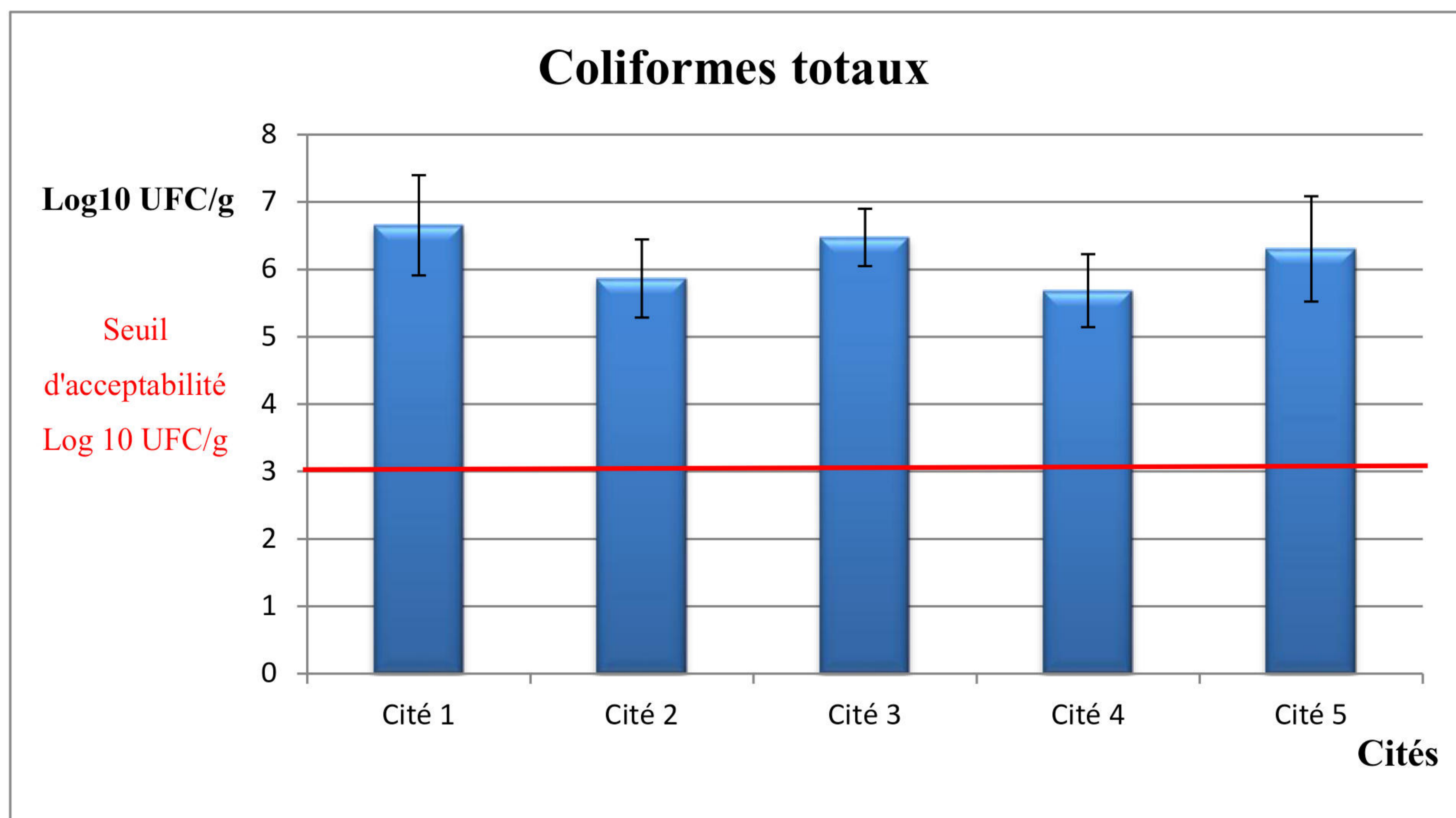


Figure 17. Répartition des coliformes totaux par niveau de contamination.

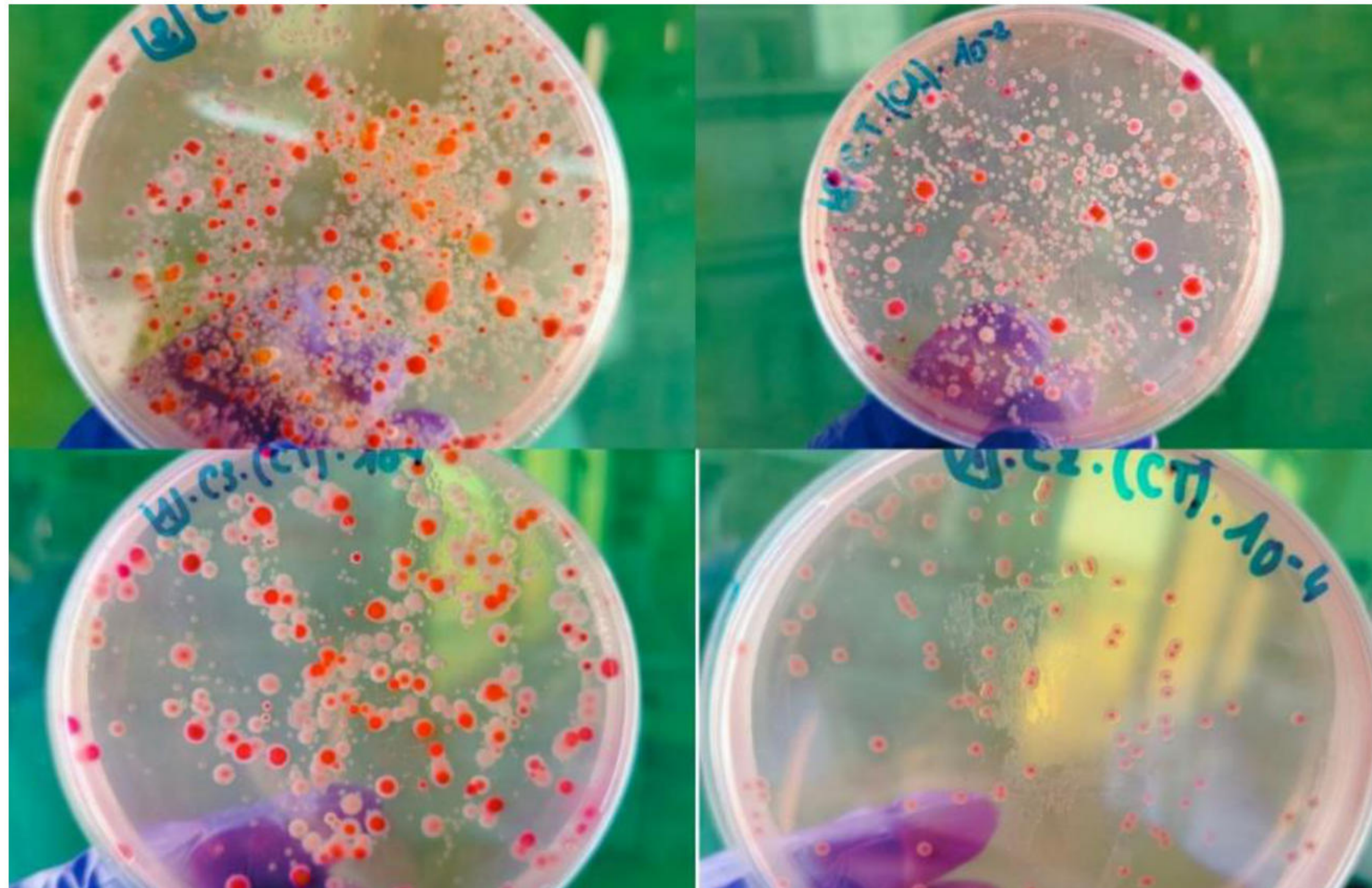


Figure 18. Colonies des coliformes totaux (photo personnelle)

III.3. Les staphylocoques

Les staphylocoques constituent des indicateurs importants du niveau d'hygiène lors de la préparation et de la distribution des produits alimentaires. Leur présence dans les aliments prêts à consommer peut refléter une contamination d'origine humaine, notamment par les mains, la peau ou les voies respiratoires du personnel manipulateur (ANSES, 2022 ; EFSA, 2024).

Selon la réglementation algérienne, la limite maximale retenue pour les plats prêts à consommer est de 10^2 UFC/g, soit l'équivalent de 2 Log_{10} UFC/g (JORA, 1998).

L'analyse statistique des résultats, présentée dans le tableau IV et la figure 19, montre un niveau de contamination préoccupant dans l'ensemble des restaurants universitaires étudiés. Les valeurs enregistrées dépassent la limite d'acceptabilité retenue, fixée à 2 Log_{10} UFC/g. Pour les restaurants universitaires C1 et C5, les différences observées par rapport à la limite retenue sont très hautement significatives, avec des valeurs de p respectivement égales à 0,0008 et 0,0003. Pour les restaurants C3 et C4, les différences sont hautement significatives, avec des valeurs de p égales à 0,002 et 0,003. En revanche, le restaurant universitaire C2 présente une différence significative, avec une valeur de p égale à 0,019.

Ces résultats montrent que la contamination par les staphylocoques dépasse la limite d'acceptabilité dans les cinq restaurants universitaires, ce qui indique une qualité microbiologique non satisfaisante vis-à-vis de cet indicateur.

Malgré l'effet possible du vinaigre ou des assaisonnements acides sur certaines flores microbiennes, cet effet reste insuffisant pour maîtriser la contamination par les staphylocoques lorsque les règles d'hygiène ne sont pas correctement respectées. Cette contamination peut être

Chapitre III : Résultats et discussion

liée au contact direct avec les mains du personnel, à l'absence ou au mauvais usage des gants, à une hygiène insuffisante du matériel ou à une contamination croisée au cours de la préparation.

En comparaison avec les études internationales, nos valeurs se rapprochent des niveaux de contamination élevés observés en Tunisie par (ZERNADJI et al., 2025). Elles se rapprochent également des niveaux rapportés en Pologne par (ŁEPECKA et al., 2022). De même, nos résultats concordent avec les observations de (CALONICO et al., 2019), qui ont signalé la présence de staphylocoques coagulase positifs dans des légumes frais, pouvant être liée à un manque d'hygiène lors du conditionnement. En revanche, nos charges microbiennes restent supérieures aux niveaux généralement faibles observés en Grèce par XYLIA et al. (2019) et au Ghana par ANNOR-GYAMFI et al. (2017).

Tableau IV. Résultat du dénombrement et interprétation de la présence des staphylocoques.

Cité	Nombre d'échantillons	UFC/g ± Ecart-type	Log ₁₀ UFC/g ± Log ₁₀ Ecart-type	Limite d'acceptation en UFC/g	Limite d'acceptation en Log ₁₀ UFC /g	P (Probabilité)	Signification
Cité 1	3	4.39×10 ⁴ ± 3.54×10 ⁴	4.49±0.48	10 ²	2	0.0008	***
Cité 2	3	6.96×10 ³ ± 9.72×10 ³	3.49± 0.68	10 ²	2	0.019	*
Cité 3	3	3.21×10 ⁴ ± 3.65×10 ⁴	4.26±0.60	10 ²	2	0.002	**
Cité 4	3	4.24×10 ³ ± 4.19×10 ³	3.49±0.40	10 ²	2	0.003	**
Cité 5	3	1.51×10 ³ ± 5.24×10 ²	3.15±0.17	10 ²	2	0.0003	***

Seuil de signification :

- **NS:** Différence non significative.
- ***:** $p < 0.05$: Différence significative.
- ****:** $p < 0.01$: Différence hautement significative.
- *****:** $p < 0.001$: Différence très hautement significative

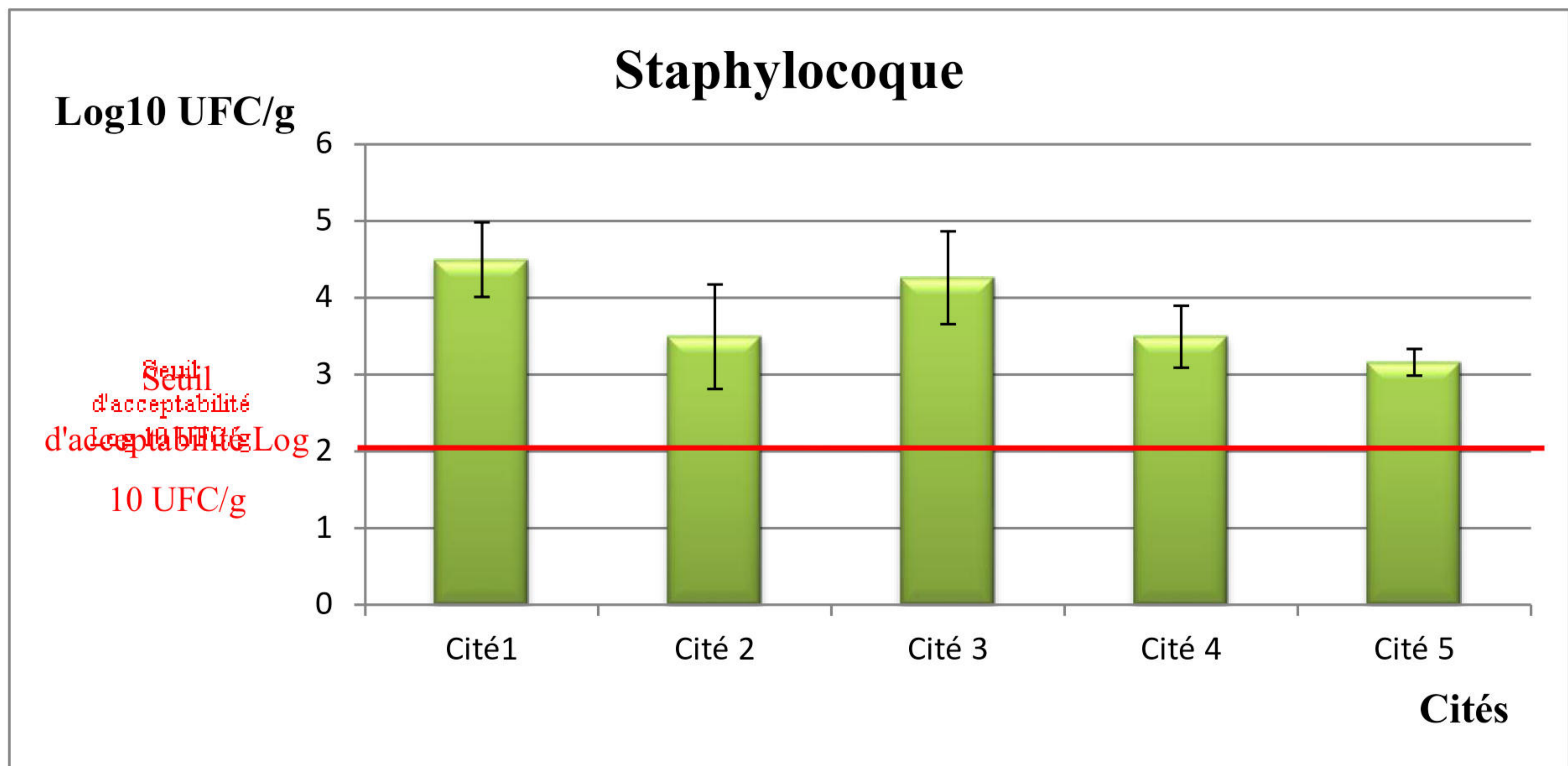


Figure 19. Répartition des staphylocoques par niveau de contamination

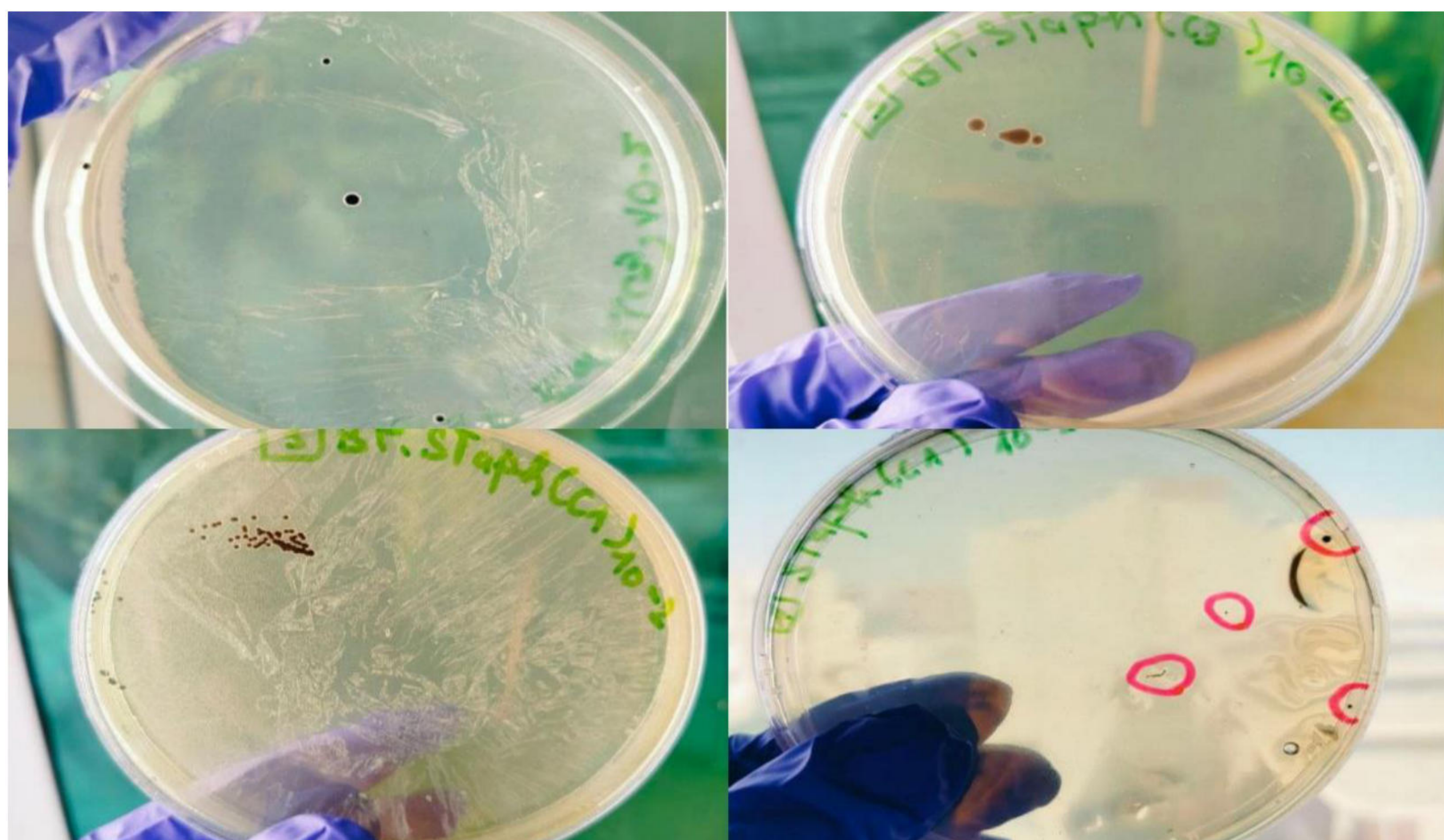


Figure 20. Colonies de staphylocoques (photo personnelle)

III.4. Les levures et moisissures

Les levures et moisissures constituent des indicateurs importants pour évaluer l'altération fongique, les conditions de stockage et la qualité sanitaire générale des produits végétaux crus. Conformément à la limite de référence adoptée dans notre étude, issue de l'article tunisien, la limite maximale retenue pour les levures et moisissures dans les salades prêtes à consommer est de 10^6 UFC/g, soit l'équivalent de 6 Log₁₀ UFC/g.

L'analyse statistique des résultats, présentée dans le tableau 5 et la figure 21, montre que les restaurants universitaires C1, C2, C3 et C5 ne présentent aucune différence significative par rapport à la limite de référence retenue ($p > 0,05$). Ces résultats indiquent que les charges fongiques enregistrées dans ces restaurants restent globalement acceptables pour cet indicateur. Cette maîtrise relative de la charge fongique dans la plupart des restaurants peut être liée, en partie, aux pratiques de préparation, notamment l'ajout de vinaigre ou de vinaigrette dans certaines salades. L'acide acétique présent dans le vinaigre peut contribuer à abaisser le pH du milieu et à ralentir partiellement la multiplication de certains micro-organismes. Toutefois, cet effet reste limité et ne peut pas remplacer le respect des bonnes pratiques d'hygiène, du lavage correct des légumes et des conditions de conservation. La charge élevée observée au niveau du restaurant C4 pourrait être liée à une contamination initiale des matières premières, à un excès d'humidité après le lavage, à une conservation inadéquate ou à une contamination croisée au cours de la préparation.

Par rapport aux études internationales, nos charges fongiques moyennes restent inférieures aux contaminations élevées enregistrées en Tunisie par (ZERNADJI et *al.*,2025), qui ont mis en évidence une forte contamination fongique dans certains légumes-feuilles. Nos valeurs se situent également en dessous des niveaux de contamination maximaux observés en Pologne par (ŁEPECKA et *al.*,2022). De même, nos données concordent avec les niveaux modérés de contamination fongique rapportées en Italie par (CALONICO et *al.*, 2019). En revanche, elles restent supérieures aux niveaux généralement faibles observés en Grèce par (XYLIA et *al.*,2019). Et au Ghana par (ANNOR-GYAMFI et *al.*,2017).

Tableau V. Résultat du dénombrement et interprétation de la présence des levures et moisissures

Cité	Nombre d'échantillons	UFC/g ±Ecart-type	Log ₁₀ UFC/g ± Log ₁₀ Ecart-type	Limite d'acceptation en UFC/g	Limite d'acceptation en Log ₁₀ UFC/g	P (Probabilité)	Signification
Cité 1	3	4.49×10 ⁶ ± 7.44 × 10 ⁶	5.88±1.08	10 ⁶	6	0.8	NS
Cité 2	3	1.5×10 ⁵ ± 2.53 × 10 ⁶	6.17±1.35	10 ⁶	6	0.8	NS
Cité 3	3	3.92×10 ⁵ ± 5.89×10 ⁵	5.12 ± 0.81	10 ⁶	6	0.1	NS
Cité 4	3	2.73×10 ⁶ ± 1.43×10 ⁶	6.39±0.21	10 ⁶	6	0.03	*
Cité 5	3	4.73×10 ⁵ ± 7.70 × 10 ⁵	5.01±0.96	10 ⁶	6	0.1	NS

Seuil de signification :

- **NS:** Différence non significative.
- ***:** $p < 0.05$: Différence significative.
- ****:** $p < 0.01$: Différence hautement significative.
- *****:** $p < 0.001$: Différence très hautement significative.

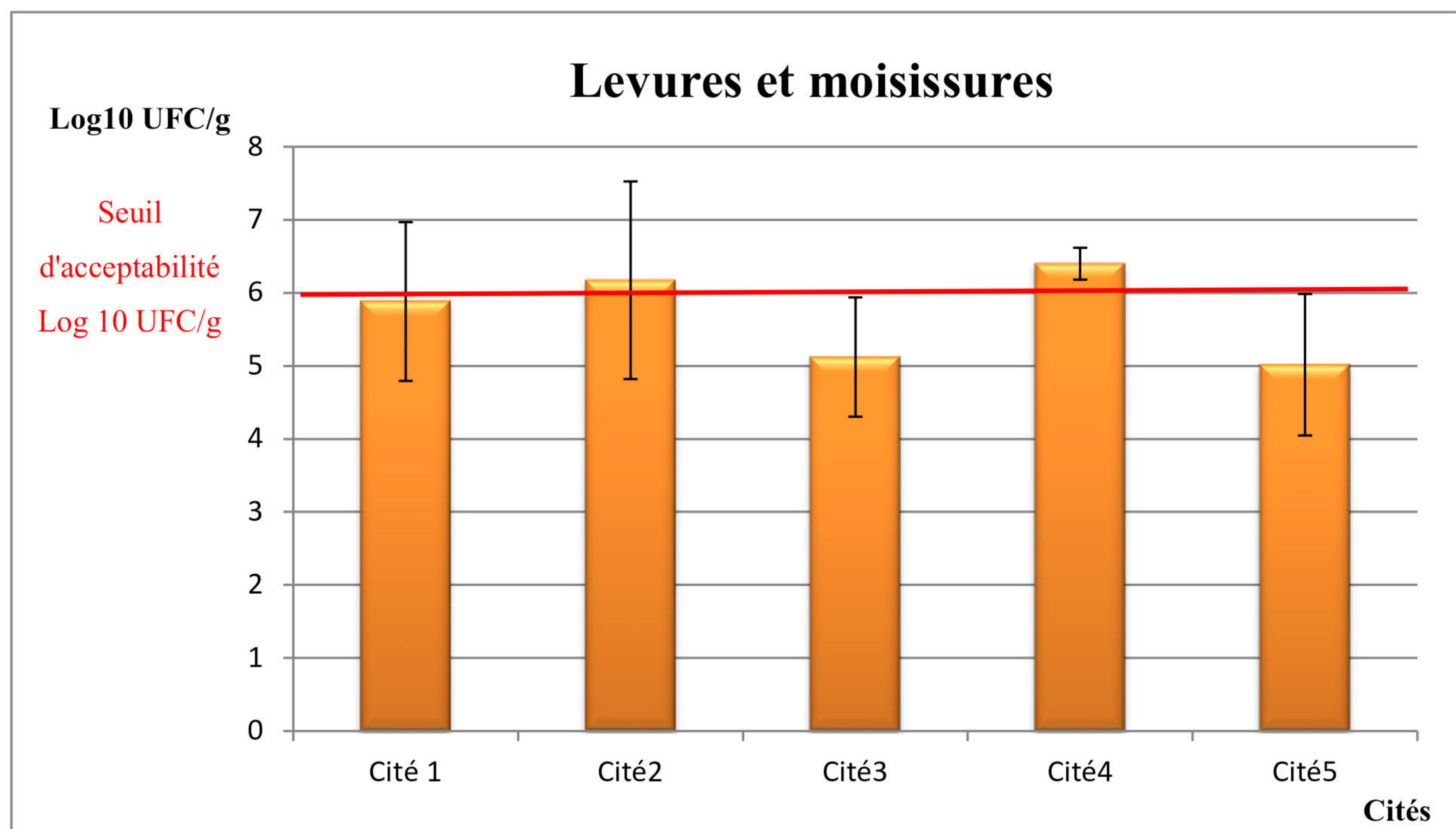


Figure 21. Répartition des levures et moisissures par niveau de contamination.



Figure 22. Levures et moisissures (photo personnelle)

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Notre étude a permis de déterminer les concentrations de certains micro-organismes indicateurs de la qualité sanitaire et microbiologique des salades prêtes à consommer proposées dans cinq restaurants universitaires de la ville de Djelfa.

Les analyses microbiologiques ont porté sur la flore mésophile aérobie totale (FMAT), les coliformes totaux, les staphylocoques, ainsi que les levures et moisissures.

Le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale a montré que les valeurs enregistrées se situaient globalement dans les limites d'acceptabilité retenues, ce qui reflète une qualité microbiologique acceptable pour cet indicateur. Toutefois, la valeur élevée observée dans l'un des restaurants montre que les conditions d'hygiène et de conservation doivent être renforcées. En revanche, les coliformes totaux ont été enregistrés à des niveaux dépassant les limites de référence dans l'ensemble des restaurants étudiés. Ces résultats traduisent certaines lacunes dans les conditions d'hygiène, notamment lors du lavage des légumes, de la manipulation des salades ou de la préparation des matières premières.

D'autre part, les charges enregistrées en staphylocoques indiquent une contamination probablement liée à la manipulation humaine et à un respect insuffisant des règles d'hygiène par le personnel chargé de la préparation des aliments. De même, la présence de levures et de moisissures, notamment à des niveaux élevés dans certains échantillons, témoigne d'un risque potentiel d'altération des salades et d'une réduction de leur durée de conservation.

Les résultats obtenus soulignent l'importance d'une application rigoureuse des règles d'hygiène à toutes les étapes de la préparation des salades, depuis la réception des matières premières jusqu'à leur présentation au consommateur. L'amélioration de la qualité de l'eau de lavage, le respect de la chaîne du froid, le nettoyage et la désinfection réguliers des équipements et des ustensiles, ainsi que la formation continue du personnel, constituent des mesures essentielles pour garantir la sécurité microbiologique de ces aliments.

Enfin, la mise en place d'un programme périodique de contrôle et d'analyse microbiologique des salades prêtes à consommer reste indispensable pour évaluer l'efficacité des mesures d'hygiène mises en œuvre, améliorer la qualité de ces produits et protéger la santé des consommateurs au sein des restaurants universitaires.

Références

bibliographiques

1. Abakari, G., Cobbina, S. J., & Yeleliere, E. (2018). Microbial quality of ready-to-eat vegetable salads vended in the central business district of Tamale, Ghana. *International Journal of Food Contamination*, 5, Article 3.
2. Abdul, M.-E., Cipriani, P., Cosciani-Cunico, E., Monastero, P., Ducoli, S., Norton, A., Merigo, D., Pavoni, E., Finazzi, G., Losio, M.-N., & Dalzini, E. (2026). Safety of ready-to-eat green leafy salads: Growth potential of *Listeria monocytogenes* during shelf life. *Foods*, 15(7), 1136.
3. Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES). (2022). *Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments : « Staphylococcus aureus et entérotoxines staphylococciques »*. Maisons-Alfort, France.
4. Ahmad, S., Ahmad, M., Maqbool, M., Dar, B. N., Greiner, R., & Roohinejad, S. (2018).
5. Albu, E., Prisacaru, A. E., Ghinea, C., Ursachi, F., & Apostol, L. C. (2024). Ready-to-use vegetable salads: Physicochemical and microbiological evaluation. *Applied Sciences*, 14(7), 3068.
6. Alegbeleye, O., & Rhee, M. S. (2024). Growth of *Listeria monocytogenes* in fresh vegetables and vegetable salad products: An update on influencing intrinsic and extrinsic factors. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(5).
7. Al-Musawi, A. T., Abu-Almaaly, R. A., & Kareem, H. S. (2023). Fecal coliform bacteria in vegetable salads prepared in Baghdad restaurants. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 17(2), 1214–1220.
8. Al-Mutairi, M., et al. (2024). Monitoring foodborne pathogens of food served at an institutional cafeteria. *Applied Food Research*, 4(2), 100497.
9. Annor-Gyamfi, JK, Martinson, BJ, Bakker, JN et Jackson, V. (2017), Qualité microbiologique des fruits et légumes frais coupés au Ghana. *Journal of Food Protection*, 80, 2089-2095.
10. Arienzo, A., Murgia, L., Fraudentali, I., Gallo, V., Angelini, R., & Antonini, G. (2020). Microbiological quality of ready-to-eat leafy green salads during shelf-life and home-refrigeration. *Foods*, 9(10), Article 1421.
11. Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA). (2012). Scientific opinion on the public health risks represented by certain contaminants in food. *EFSA Journal*, 10(3), 1–50.
12. Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA). (2023). *Listeria monocytogenes* contamination of ready-to-eat foods and the risk for human health. *EFSA Journal*, 21(12), e08412.
13. Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA). (2024). *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline (SARM). Parme, Italie.
14. Bell, L., Yahya, H. N., Oloyede, O. O., Methven, L., & Wagstaff, C. (2017). Changes in rocket salad phytochemicals within the commercial supply chain: Glucosinolates, isothiocyanates, amino acids and bacterial load increase significantly after processing. *Food Chemistry*, 221, 521–534.
15. Bencardino, D., Vitali, L. A., & Petrelli, D. (2018). Microbiological evaluation of ready-to-eat iceberg lettuce during shelf-life and effectiveness of household washing methods. *Italian Journal of Food Safety*, 7(3), 50–54.
16. Bhatia, V., Nag, R., Burgess, C. M., Gaffney, M., Frías Celayeta, J. M., & Cummins, E. (2024). Microbial risks associated with ready-to-eat fresh produce – A focus on temperate climatic conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 213, 112924.

Références bibliographiques

17. Boratyńska, K. T., & Huseynov, R. T. (2017). An innovative approach to food security policy in developing countries. *Journal of Innovation & Knowledge*, 2(1), 39–44.
18. Botha, S., Coetzee, M., Pretorius, Z., & Venter, J. (2025). Effect of modified atmosphere packaging on shelf life and quality retention of fresh-cut vegetables. *International Journal of Research in Agronomy*, 8(3), 48–50.
19. Buyukunal, S. K., Issa, G., Aksu, F., & Vural, A. (2015). Microbiological quality of fresh vegetables and fruits collected from supermarkets in Istanbul, Turkey. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 3(4), 152-159.
20. Calonico, C., Delfino, V., Pesavento, G., Mundo, M., & Lo Nostro, A. (2019). Microbiological quality of ready-to-eat salads from processing plant to the consumers. *Journal of Food and Nutrition Research*, 7(6), 427–434.
21. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2018). *Surveillance for foodborne disease outbreaks, United States, 2016: Annual report*. U.S. Department of Health and Human Services.
22. Commission du Codex Alimentarius. (2003). *Hygiène des aliments : Textes de base* (4e éd.). FAO/OMS.
23. Commission du Codex Alimentarius. (2007). *Principes et directives pour l'établissement et l'application de critères microbiologiques pour les aliments* (CAC/GL 21-1997). FAO/OMS.
24. Commission du Codex Alimentarius. (2020). *Principes généraux d'hygiène alimentaire* (CXC 1-1969 ; Amendé en 1999 ; Révisé en 1997, 2003, 2020). FAO/OMS.
25. Commission du Codex Alimentarius. (2023). *Principes généraux d'hygiène alimentaire* (CXC 1-1969). Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires.
26. Commission Européenne. (2005). Règlement (CE) n° 2073/2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 338, 1–26.
27. Commission Européenne. (2024). *Microbiological criteria for foodstuffs* (Règlement (CE) n° 2073/2005 consolidé). EUR-Lex.
28. Commission internationale pour les spécifications microbiologiques des aliments (ICMSF). (2002). *Microorganisms in foods 7: Microbiological testing in food safety management*. Kluwer Academic/Plenum Publishers.
29. Commission internationale pour les spécifications microbiologiques des aliments (ICMSF). (2005). *Microorganisms in foods 6: Microbial ecology of food commodities* (2nd ed.). Springer.
30. Commission internationale pour les spécifications microbiologiques des aliments (ICMSF). (2023). *Microorganisms in Foods: Use of Data for Assessing Process Control and Product Acceptance*. Springer.
31. El Mitouaa, M., El Madhi, A., Darif, H., El Madhi, Y., & Selmaoui, K. (2024). Evaluation of hygiene practices in collective catering in relation to international standard requirements: Case of the prison environment. *Universal Journal of Public Health*, 12(6), 1182-1194.
32. Esposito, A., Del Duca, S., Vitali, F., Bigiotti, G., Mocali, S., Semenzato, G., Papini, A., Santini, G., Mucci, N., Padula, A., Greco, C., Nasanbat, B., Davaakhuu, G., Bazarragchaa, M., Riga, F., Augugliaro, C., Cecchi, L., Fani, R., & Zaccaroni, M. (2024). The Great Gobi A Strictly Protected Area: Characterization of soil bacterial communities from four oases. *Microorganisms*, 12(2), Article 320.
33. Garba, M., Dandago, M. A., Igwe, E. C., & Salami, K. D. (2021). A review on microbiological safety of ready-to-eat salads. *Dutse Journal of Pure and Applied Sciences*, 7(4a), 38–48.

34. Gil, María I, Allende, A., & Castro-ib, I. (2017). Ready-to-eat vegetables : Current problems and potential solutions to reduce microbial risk in the production chain n. *LWT - Food Science and Technology* 85, 85, 284–292.
35. Health Protection Agency (HPA). (2009). *Guidelines for assessing the microbiological safety of ready-to-eat foods placed on the market*. Health Protection Agency.
36. Hoy, M. K., Sebastian, R. S., Goldman, J. D., Enns, C. W., & Moshfegh, A. J. (2019). Consuming vegetable-based salad is associated with higher nutrient intakes and diet quality among US adults: What We Eat in America, National Health and Nutrition Examination Survey 2011-2014. *Public Health Nutrition*, 22(6), 976–987
37. James, S. J., James, C., & Evans, J. A. (2024). Cold chain management and food safety: Current challenges and future perspectives. *Food Control*, 164, 110567.
38. Jay, J. M., Loessner, M. J., & Golden, D. A. (2005). *Modern Food Microbiology* (7th ed.). Springer Science+Business Media.
39. Journal Officiel de la République Algérienne (JORA). (1998). *Arrêté interministériel du 25 ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 14 safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires* (N° 035).
40. Journal Officiel de la République Algérienne (JORA). (2009). *Loi n° 09-03 du 25 février 2009 relative à la protection du consommateur et à la répression des fraudes*.
41. Journal Officiel de la République Algérienne (JORA). (2016). *Arrêté interministériel du 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires*.
42. Journal Officiel de la République Algérienne (JORA). (2017a). *Décret exécutif n° 17-140 du 11 avril 2017 fixant les conditions d'hygiène et de salubrité lors du processus de mise à la consommation humaine des denrées alimentaires*.
43. Journal Officiel de la République Algérienne (JORA). (2017b). *Règlement fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires* (Journal officiel n° 39).
44. Klištincová, N., Pinzari, F., Puškárová, A., Giannino, D., et al. (2024). From farm to fork: Fungal and bacterial contaminants and their diagnostics in the production steps of ready-to-eat salads. *Trends in Food Science & Technology*, 150, 104573.
45. Koné, A., Koné, A. N. T., Koné, S., & Koffi-Nevry, R. (2025). Évaluation des pratiques d'hygiène et de la qualité microbiologique des repas servis dans la restauration collective universitaire en Côte d'Ivoire. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologies*, 46, 124-139.
46. Łepecka, A., Zielińska, D., Szymański, P., Buras, I., & Kołozyn-Krajewska, D. (2022). Assessment of the Microbiological Quality of Ready-to-Eat Salads—Are There Any Reasons for Concern about Public Health?. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1582.
47. Li, W., Wang, Q., Deng, Z., Du, Y., Song, Y., Xu, T., Shan, L., & Chen, J. (2025). Integrating kinetic models and BP-ANN for predicting growth and shelf-life of *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat salads. *LWT - Food Science and Technology*, 221, Article 117607.
48. McLauchlin, J., Aird, H., Amar, C. F. L., Jenkins, C., Jørgensen, F., Lai, S., & Willis, C. (2022). Microbiological quality of ready-to-eat salad products collected from retail and catering settings in England during 2020 to 2021. *Journal of Food Protection*, 85(12), 1680-1689.
49. Microbiological contamination of ready-to-eat vegetable salads in developing countries and potential solutions in the supply chain to control microbial pathogens. *Food Control*, 85, 235–244. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.10.006>.

50. Ministère du Commerce & Ministère de la Santé. (1998). *Arrêté interministériel du 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires.*
51. Mishra, T., Machireddy, J., & Vuppu, S. (2024). Comprehensive Study on Hygiene and Quality Assessment Practices in the Production of Drinkable Dairy-Based and Plant-Based Fermented Products. *Fermentation*, 10(9), 489.
52. Mritunjay, S. K., & Kumar, V. (2015). Is raw eaten vegetables and salads are safe for consumption? A microbiological investigation in the context of food safety. In *Environmental Sustainability: Concepts, Principles, Evidences and Innovations* (pp. 350-359). New Delhi Publishers.
53. N'Zi, K. G. (2023a). *Qualité microbiologique des légumes frais et prêts à consommer* (Thèse de doctorat / Publication académique).
54. Neeliah, S. A., Arlandoo, J. D. L., & Kureemun, B. R. (2016). Ready to eat salads in selected retail outlets of Mauritius: An assessment of their hygiene status through enumeration of β -glucuronidase positive *Escherichia coli*. *Journal of Food Safety*, 36(4), 517–524.
[18/06/2026 05:56]
55. N'Zi, K. G. (2023b). *Qualité microbiologique des aliments et indicateurs d'altération* (Document scientifique / Publication académique).
56. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). (2011). *Food safety and quality systems in developing countries*. FAO.
57. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). (2019a). *The state of food security and nutrition in the world 2019*. FAO.
58. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). (2019b). *Food safety and quality*. FAO.
59. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). (2023). *Introduction to Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP): FAO Good Hygiene Practices (GHP) and Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) toolbox for food safety*. FAO.
60. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) & Organisation mondiale de la santé (OMS). (2003a). *Joint FAO/WHO expert consultation on microbiological risk assessment*. FAO/OMS.
61. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) & Organisation mondiale de la santé (OMS). (2003b). *HACCP guidelines for food manufacturers*. FAO/OMS.
62. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) & Organisation mondiale de la santé (OMS). (2003c). *Guidelines for the microbiological quality of ready-to-eat foods*. FAO/OMS.
63. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) & Organisation mondiale de la santé (OMS). (2008). *Microbiological hazards in fresh leafy vegetables and herbs: Meeting report* (Microbiological Risk Assessment Series No. 14). FAO/OMS.
64. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) & Organisation mondiale de la santé (OMS). (2023). *Codex Alimentarius Commission: Procedural Manual* (27th ed.). FAO/OMS.
65. Organisation internationale de normalisation (ISO). (2004). *ISO 6888-1:2004. Microbiologie de la chaîne alimentaire : Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (Staphylococcus aureus et autres espèces) – Partie 1 : Méthode utilisant le milieu gélosé de Baird-Parker*. ISO.

Références bibliographiques

66. Organisation internationale de normalisation (ISO). (2013). *ISO 4833-1:2013. Microbiologie de la chaîne alimentaire — Méthode horizontale pour le dénombrement des micro-organismes — Partie 1 : Comptage des colonies à 30 °C par la technique d'enforcement en gélose*. ISO.
67. Organisation mondiale de la santé (OMS). (2003). *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: Report of a joint WHO/FAO expert consultation* (WHO Technical Report Series, No. 916). OMS.
68. Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2006). *Cinq clés pour des aliments plus sûrs : manuel*. Genève, Suisse : Organisation mondiale de la Santé.
69. Organisation mondiale de la santé (OMS). (2006). *Guidelines for drinking-water quality* (3rd ed.). OMS.
70. Organisation mondiale de la santé (OMS). (2008). *Five keys to safer food manual*. OMS.
71. Organisation mondiale de la santé (OMS). (2015). *Global Foodborne Infections Network*. OMS.
72. Organisation mondiale de la santé (OMS). (2018). *Mycotoxins*. OMS.
73. Organisation mondiale de la santé (OMS). (2020). *Food safety*. OMS.
74. Organisation mondiale de la santé (OMS). (2022). *Food safety factsheet*. OMS.
75. Organisation mondiale de la santé (OMS). (2024). *Food safety*. OMS.
76. Organisation mondiale du commerce (OMC). (1995). *Accord sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires (Accord SPS)*.
77. Öz, V., Karadayi, S., Çakan, H., Karadayi, B., & Çevik, F. E. (2014). Assessment of microbiological quality of ready-to-eat foods in Istanbul, Turkey. *Journal of Food, Agriculture & Environment Coles*, 12(3&4), 56-60.
78. Pakdel, M., Olsen, A., & Bar, E. M. S. (2023). A review of food contaminants and their pathways within food processing facilities using open food processing equipment. *Journal of Food Protection*, 86(12), 100184.
79. Plumey, L. (2020). *Les salades prêtes à l'emploi : sources de multiples qualités nutritionnelles*. In Syndicat des fabricants de produits végétaux prêts à l'emploi (SVFPE), *Les salades prêtes à l'emploi* (pp. 24–28). SVFPE [18/06/2026 05:56]
80. Preetha, S. S., & Narayanan, R. (2020). Factors influencing the development of microbes in food. *Shanlax International Journal of Arts, Science and Humanities*, 7(3), 57–77.
81. Profit, I., Yunus, A. S., Adeshina, G. O., Tytler, B. A., Suleiman, A. B., & Olayinka, B. O. (2021). Systematic review on the microbiological quality of fresh vegetables and ready-to-eat salad in Nigeria. *Bulletin of the National Research Centre*, 45, Article 185.
82. Public Health Ontario. (2024). *Public Health Inspector's Guide to Environmental Microbiology Laboratory Testing*. Queen's Printer for Ontario
83. Qadri, O. S., Yousuf, B., & Srivastava, A. K. (2015). Fresh-cut fruits and vegetables: Critical factors influencing microbiology and novel approaches to prevent microbial risks—A review. *Cogent Food & Agriculture*, 1(1), Article 1121606.
84. R-Biopharm AG. (2007). *Analyse agro-alimentaire : Organismes indicateurs et microbiologie des aliments*. R-Biopharm. <https://food.r-biopharm.com/fr/analytes/microbiologie/organismes-indicateurs/>
85. Règlement (CE) n° 2073/2005. (2005). Commission européenne du 15 novembre 2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. *Journal officiel de l'Union européenne*, L 338, 1–26.
86. Sagoo, S. K., Little, C. L., Ward, L., Gillespie, I. A., & Mitchell, R. T. (2003). Microbiological study of ready-to-eat salad vegetables from retail establishments. *International Journal of Food Microbiology*, 83(3), 301–309.

87. Sant'Anna, P. B., Franco, B. D. G. M., & Maffei, D. F. (2020). Microbiological safety of ready-to-eat minimally processed vegetables in Brazil: An overview. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(13), 4655-4663.
88. Sebastian, R. S., Enns, C. W., Goldman, J. D., Hoy, M. K., & Moshfegh, A. J. (2019). Findings from What We Eat in America, National Health and Nutrition Examination Survey 2011–2014 support salad consumption as an effective strategy for improving adherence to dietary recommendations. *Public Health Nutrition*, 22(6), 976–987.
89. Shahbaz, M., Zubair, S., Akhlaq, M., & Moiz, A. (2022). Microbiological safety of fresh-cut produce and salads served at quick service restaurants. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 47(4), 38748–38756.
90. Sindić, M., Pajić, M., Nikolić, A., Ledina, T., Dimitrijević, M., & Savić Radovanović, R. (2025). Hygiene indicators in a milk processing plant – a review. *Meat Technology*, 66(3), 236–241.
91. Söderqvist, K. (2017). Is your lunch salad safe to eat? Occurrence of bacterial pathogens and potential for pathogen growth in pre-packed ready-to-eat mixed-ingredient salads. *Infection Ecology & Epidemiology*, 7(1), Article 1407216.
92. Steele-Dadzie, R. K., Asare, H., Aboagye, G., & Sampene-Donkor, E. (2024). Bacteriological quality of salads sold at selected restaurants in Accra, Ghana. *Journal of Pharmacy and Nutrition Sciences*, 14, 54–61.
93. Syndicat des Fabricants de Produits Végétaux Prêts à l'Emploi (SVFPE). (2019). *Les Français emballés par les salades prêtes à l'emploi* (Dossier de presse). Adocom-RP.
94. U.S. Food and Drug Administration (FDA). (2012). *Bad bug book: Foodborne pathogenic microorganisms and natural toxins handbook* (2nd ed.). FDA.
95. U.S. Food and Drug Administration (FDA). (2017). *Food code 2017*. U.S. Department of Health and Human Services.
96. U.S. Food and Drug Administration (FDA). (2022). *Food Code 2022*. U.S. Department of Health and Human Services.
97. Xiao, L., Li, Z., Dou, X., et al. (2025). Advancing microbial risk assessment: perspectives from the evolution of detection technologies. *npj Science of Food*, 9, 157.
98. Xylia, P., Botsaris, G., Chrysargyris, A., Skandamis, P., & Tzortzakis, N. (2019). Variation of microbial load and biochemical activity of ready-to-eat salads as affected by vegetable type, season, and producer. *Food Microbiology*, 83, 200–210.
99. Xylia, P., Botsaris, G., Skandamis, P., & Tzortzakis, N. (2021). Expiration date of ready-to-eat salads: Effects on microbial load and biochemical attributes. *Foods*, 10(5), Article 941.
100. Younus, M. I., Sabuj, A. A. M., Haque, Z. F., Sayem, M. S., Majumder, S., Parvin, M. S., Islam, M. A., & Saha, S. (2020). Microbial risk assessment of ready-to-eat mixed vegetable salads from different restaurants of Bangladesh Agricultural University campus. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 7(1), 34–41.
101. Zahid, M. T. B., Aslam, K., Ayyub, S., Ahmad, M., Usman, M., Danish, M., Saman, F., & Qureshi, M. A. (2025). Recent advances in controlled and modified atmospheres for fresh and fresh-cut fruits and vegetables: From requirements to real-world applications. *Journal of Horticultural Science and Technology*, 8(4), 144–152.
102. Zeid, N. G. (2016). Evaluation of microbiological quality of ready to eat salads in Alexandria City, Egypt. *Journal of Association of Arab Universities for Tourism and Hospitality*, 13(1), 199-208.
103. Zernadji, W., Rahmani, F., Jebri, S., Hamdi, M., Khammassi, M., Dhib, S., & Hmaied, F. (2025). Distribution of microbial contaminants of minimally processed salads produced in Tunisia: Need to strengthen good hygiene practices. *International Journal of Food Science*, 2025, Article ID 9570620, 1-11.

Références bibliographiques

104. Zhang, Z., Xu, G., & Hu, S. (2025). A comprehensive review on the recent technological advancements in the processing, safety, and quality control of ready-to-eat meals. *Processes*, 13(3), 901. <https://doi.org/10.3390/pr13030901>
105. Zhong, Y., Zhang, X., Yang, Q., & Wang, Q. (2023). Hepatorenal Toxicity after 7-Day Oral Administration of Low-Dose Tetrodotoxin and Its Distribution in the Main Tissues in Mice. *Toxins*, 15(9), Article 564.
106. Ziegler, M., Kent, D., Stephan, R., & Guldimann, C. (2019). Growth potential of *Listeria monocytogenes* in twelve different types of RTE salads: Impact of food matrix, storage temperature and storage time. *International Journal of Food Microbiology*, 296, 83-92.

Résumé

Résumé

Cette étude a été menée dans le but d'évaluer la qualité microbiologique des salades prêtes à consommer proposées dans cinq restaurants universitaires de la ville de Djelfa. Quinze échantillons de salades ont été prélevés et analysés afin de dénombrer la flore mésophile aérobie totale (FMAT), les coliformes totaux, les staphylocoques, ainsi que les levures et moisissures.

Les résultats ont montré que les charges de la flore mésophile aérobie totale se situaient globalement dans les limites d'acceptabilité retenues. En revanche, des niveaux élevés de coliformes totaux ont été enregistrés dans l'ensemble des échantillons, ce qui indique des lacunes dans les conditions d'hygiène. Les résultats ont également révélé des charges importantes en staphylocoques, ainsi que la présence de levures et de moisissures, ce qui suggère un risque de contamination et d'altération des salades.

Ces résultats soulignent l'importance de respecter les règles d'hygiène et d'effectuer un contrôle microbiologique régulier afin de garantir la sécurité sanitaire des salades proposées dans les restaurants universitaires.

Mots-clés : salades prêtes à consommer, qualité microbiologique, flore mésophile aérobie totale, coliformes totaux, staphylocoques, levures et moisissures.

Abstract

This study was conducted to assess the microbiological quality of ready-to-eat salads served in five university cafeterias in the city of Djelfa. Fifteen salad samples were collected and analyzed in order to enumerate the total mesophilic aerobic flora, total coliforms, staphylococci, as well as yeasts and molds.

The results showed that the counts of mesophilic aerobic flora were generally within the retained acceptable limits. In contrast, high levels of total coliforms were recorded in all samples, indicating deficiencies in hygiene conditions. The results also revealed high counts of staphylococci, as well as the presence of yeasts and molds, suggesting a risk of contamination and spoilage of the salads.

These results highlight the importance of adhering to good hygiene practices and conducting regular microbiological monitoring to ensure the sanitary safety of salads served in university restaurants.

Keywords: ready-to-eat salads, microbiological quality, total mesophilic aerobic flora, total coliforms, staphylococci, yeasts and molds.

الملخص

أنجزت هذه الدراسة بهدف تقييم الجودة الميكروبيولوجية للسلطات الجاهزة للاستهلاك المقدمة في خمسة مطاعم جامعية بمدينة الجلفة. تم جمع وتحليل خمسة عشر عينة من السلطات، وذلك من أجل تعداد الفلورا الهوائية المتوسطة الكلية، والقولونيات الكلية، والمكورات العنقودية، بالإضافة إلى الخمائر والعفن. أظهرت النتائج أن أعداد الفلورا الهوائية المتوسطة الكلية كانت عموماً ضمن الحدود المقبولة المعتمدة. في المقابل، سُجلت مستويات مرتفعة من القولونيات الكلية في جميع العينات، مما يدل على وجود نقائص في شروط النظافة. كما بينت النتائج وجود أعداد معتبرة من المكورات العنقودية، إضافة إلى الخمائر والعفن، وهو ما يشير إلى احتمال حدوث تلوث وتلف للسلطات. تؤكد هذه النتائج أهمية الالتزام بقواعد النظافة الجيدة وإجراء مراقبة ميكروبيولوجية دورية لضمان السلامة الصحية للسلطات المقدمة في المطاعم الجامعية.

الكلمات المفتاحية: السلطات الجاهزة للاستهلاك، الجودة الميكروبيولوجية، الفلورا الهوائية المتوسطة الكلية، القولونيات الكلية، المكورات العنقودية، الخمائر والعفن.

26		JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39		8 Chaoual 1438 2 juillet 2017	
12- Légumes, fruits, végétaux et produits à base de végétaux					
Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc/g)	
		n	c	m	M
Fruits et légumes frais	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
Fruits et légumes prêts à l'emploi ⁽¹⁾	Germes aérobies à 30 °C	5	2	5.10 ⁶	5.10 ⁷
	Flore lactique	5	2	5.10 ⁵	5.10 ⁶
	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
	<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	100	
Epices, mélange d'épices et herbes aromatiques séchées	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	Anaérobies sulfito-réducteurs	5	2	10 ³	10 ⁴
	Levures et moisissures	5	2	10 ⁴	10 ⁵
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Bacillus cereus</i> ⁽²⁾	5	2	10 ³	10 ⁴
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Herbes séchées (thés, camomilles...)	Germes aérobies à 30 °C	5	2	10 ⁴	10 ⁵
	Coliformes thermotolérants	5	2	10	10 ²
	Moisissures	5	2	10 ³	10 ⁴
	Anaérobies sulfito-réducteurs	5	2	10	10 ²
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	
Herbes aromatiques fraîches	Germes aérobies à 30 °C	5	2	5.10 ⁶	5.10 ⁷
	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
	Anaérobies sulfito-réducteurs	5	2	10 ²	10 ³
	Staphylocoques à coagulase +	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25 g	

Figure 1. Les critères microbiologiques réglementaires algériens selon le Journal Officiel N° 39 (2017).

Table 2: Indicator Bacteria Reporting Limits

Testing Type	Reporting Limit (CFU/g) ^a	Unsatisfactory Level (CFU/g) ^{a, c}
<u>Aerobic Colony Count</u>	< 1,000 to > 200,000	Category 1: $\geq 10^5$, Category 2: $\geq 10^7$, Category 3: N/A
<u>Total Coliform</u>	< 3 to > 1,100 ^b	$\geq 10^3$
<u>Escherichia coli</u>	< 3 to > 1,100 ^b	≥ 100
<u>Total gram negative</u>	< 1,000 to > 200,000	$\geq 10^4$ ^d
<u>Yeast and mould</u>	< 10 to > 150,000	No reportable limit available

a: CFU (colony forming units)

b: MPN (most probable number) is used for this test method

c: Microbial guidelines as per Health Canada¹⁴

d: Microbial guidelines as per Alberta Health Services¹⁵

Figure 02. Critères microbiologiques canadiens pour les bactéries indicatrices.

(1) Revivification de la suspension mère pendant deux (2) heures à la température du laboratoire pour les semi-conserves et pendant 30 mn à 45 mn pour les semi-conserves non pasteurisées.

(2) Cas particulier des anchois au sel: Clostridium sulfito-réducteurs à 46°C: m = moins de 10 par gramme.

TABLEAU X

CRITERES MICROBIOLOGIQUES DES ALIMENTS POUR ENFANTS EN BAS AGE ET NOURRISSONS

PRODUITS	I	n	I	c	I	m
1. Produits prêts à l'emploi autres que ceux visés aux points 2 et 3 ci-dessous:	I	I	I	I	I	
- germes aérobies à 30°C (1)	I	5	I	2	I	10e3
- coliformes	I	5	I	2	I	1/0,1 g
- Escherichia coli	I	5	I	2	I	1
- levures, spores et moisissures	I	5	I	2	I	3.10e2
- clostridium sulfito-réducteurs à 46°C	I	5	I	2	I	1/0,1 g
- Staphylococcus aureus	I	5	I	2	I	1
- Salmonella	I	5	I	0	I	abs/30 g
2. Produits déshydratés ou instantanés à consommer après adjonction de liquide:	I	I	I	I	I	
- germes aérobies à 30°C	I	5	I	2	I	5.10e4
- coliformes	I	5	I	2	I	1/0,01 g
- Escherichia coli	I	5	I	2	I	1
- levures et moisissures	I	5	I	2	I	3.10e2
- clostridium sulfito-réducteurs à 46°C	I	5	I	2	I	1/0,1 g
- Staphylococcus aureus	I	5	I	2	I	1
- Salmonella	I	5	I	0	I	abs/30 g
3. Produits nécessitant une cuisson (2) avant consommation:	I	I	I	I	I	
- germes aérobies à 30°C	I	5	I	2	I	2.10e5
- coliformes	I	5	I	2	I	1/0,001 g
- Escherichia coli	I	5	I	2	I	1/0,1 g
- levures et moisissures	I	5	I	2	I	10e3
- clostridium sulfito-réducteur à 46°C	I	5	I	2	I	1/0,01 g
- Staphylococcus aureus	I	5	I	2	I	1/0,1 g
- Salmonella	I	5	I	0	I	abs/30 g

(1) Non applicable aux produits acidifiés par des bactéries lactiques.

(2) On entend par "cuisson" le chauffage du produit à une température d'au moins 100°C pendant au minimum 3 minutes.

TABLEAU XI

CRITERES MICROBIOLOGIQUES DES PLATS CUISINES

PRODUITS	I	n	I	c	I	m
1. Plats cuisinés à l'avance à base de viandes et de poissons:	I	I	I	I	I	
- germes aérobies à 30°C	I	5	I	2	I	3.10e5
- coliformes	I	5	I	2	I	10e3
- coliformes fécaux	I	5	I	2	I	10
- Staphylococcus aureus	I	5	I	2	I	10e2
- clostridium sulfito-réducteurs à 46°C	I	5	I	0	I	30
- Salmonella	I	5	I	0	I	absence
2. Plats cuisinés à base de légumes: produits végétaux crus ensaucés:	I	I	I	I	I	
- Staphylococcus aureus	I	5	I	2	I	10e2

Figure 3. Les critères microbiologiques réglementaires algériens selon l'arrêté interministériel de 1998.

TABLE 2: Microbiological limits for ready-to-eat salads.

Microorganism	Contamination levels (CFU/g)			References
	Satisfactory	Borderline	Unsatisfactory	
Total aerobic bacteria	$\leq 10^4$	$> 10^4 - \leq 10^6$	$> 10^6$	[40]
Total coliforms	$\leq 10^2$	$> 10^2 - \leq 10^4$	$> 10^4$	[40]
<i>E. coli</i>	$\leq 10^2$	$> 10^2 - < 10^3$	$\geq 10^3$	[41]
<i>S. aureus</i>	< 20	$20 - \leq 10^4$	$> 10^4$	[4]
Yeasts and molds	$< 10^4$	$10^4 - \leq 10^6$	$> 10^6$	[4]
<i>L. monocytogenes</i>	< 10	—	$> 10^2$	[41]
<i>Salmonella</i> spp.	Not detected in 25 g	—	Detected in 25 g	[41]

Figure 4. Limites microbiologiques retenues pour les salades prêtes à consommer (Tunisie).