

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LARECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة 20 أوت 1955-سكيكدة

UNIVERSITE 20 AOÛT 1955-SKIKDA



Faculté des Sciences

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière: Sciences Biologiques

Option : Microbiologie Appliquée

Intitulé

*Evaluation de la qualité microbiologique des épices
commercialisées (conditionnées et en vrac) dans la Wilaya
de Skikda.*

Présenté Par:

Battaze Chaïma.

Boulabeiz Lina.

Bouheddouf Nada.

Boulakhssaim Mayssa.

Membres de Jury :

Gueddah Doria	MCA	Présidente	Université 20 août 1955-Skikda
Becheker Imène	MCA	Directeur de mémoire	Université 20 août 1955-Skikda
Bendjamaa Abdallah	MCB	Examineur	Université 20 août 1955-Skikda

Année universitaire 2024/2025

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Dieu le grand, le fort, le soutien, pour la force et la détermination qu'il nous a donné et de nous avoir guidé tout au long de notre parcours d'études.

Pour ce qui suit, nous adressons nos remerciements à nos familles et tous nos amis qui nous accompagnent.

*Tous nos remerciements, appréciations et gratitude vont au chère et compétente "**Dr BECHEKER Imène**", Pour son travail acharné, ses Efforts avec nous, ainsi que pour ses précieux conseils et orientations. Aussi, nous la remercions pour son noble comportement avec nous, la Bonté de son cœur et pour sa compréhension et ses encouragements.*

*Nous offrons tout notre respect et notre gratitude au "**Dr Gueddah Doria**", Maître de Conférences classe A, qui nous a fait l'honneur de présider le jury de ce travail.*

*Nous offrons tout notre respect et nos remerciements au "**Bendjamaa Abdallah**", Maître de Conférences classe B, qui nous a Honorés de sa présence en tant qu'examinatrice de ce travail*

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont accompagnés

Dans notre parcours

الإهداء

أولا الحمد لله ربي على فضلك وعلى جميل عطائك، الحمد لله الذي ما تم جهد ولا ختم سعي إلا بفضلته
وما تخطيت هذه الصعوبات إلا بتوفيقه
ومهما حمدت فلن أستوفي حمدك.
أهدي عملي هذا إلى صاحبة اليد الخفية والدعاء الصادق، إلى نبع الحب والرفقة، إلى التي بجانبها أرتوي وبدفئها
احتمي
ولحقها لن أوفي...
إلى أمي الحبيبة.
إلى من كلله الله بالهيبة والوقار، إلى من أحمل إسمه بكل افتخار
إلى داعمي الاول في مسيرتي وسندي وقوتي وملاذي بعد الله...
إلى أبي الحبيب.
أدامكم الله ملوكا في عرش قلبي.
إلى ضلعي الثابت وأمان أيامي، إلى أختي الواحدة والوحيدة {مريم}.
إلى من شددت عضدي بهم فكانوا لي يناييع أرتوي منها، اخوتي وأخي {خالد رحمه الله}.
لكل من كان عوننا وسندا في هذا الطريق
أميز بالذكر صديقاتي شيماء، اكرام وبشرى...أهديكم هذا الانجاز وثمره نجاحي الذي طالما تمنيته.
وأخيرا أختتم هذا الاهداء لنفسي التي صبرت واجتهدت الى أن حققت.

Liste des abréviations

DM : dilution mère.

FTAM : Flore Totale Aérobie Mésophile.

PCA : Plan de Continuité d'Activité.

Gélose SS : gélose Salmonella Shigella.

VRBL : Violet Red Bile Lactose Agar.

VF : Viande Foie.

h : Heure.

Liste des Tableaux

Numéro	Titre	Page
01	Classification de quelques épices selon la partie utilisée de la plante	6
02	Effets biologiques des principales épices	7
03	Les critères d'identification microbiologique	20
04	Comptage de colonies de différentes épices conditionnées dans le milieu de culture PCA.	22
05	Comptage de colonies de différentes épices en vrac dans le milieu de culture PCA	22
06	Comptage de colonies de différentes épices conditionnées dans le milieu de culture VRBL.	23
07	Comptage de colonies de différentes épices en vrac dans le milieu de culture VRBL.	24
08	Résultats de la recherche de bactéries sulfito-réductrices (<i>Clostridium</i>) dans les épices vendues en vrac.	26

Liste des Figures

Numéro	Titre	Page
01	Les épices. (Web)	04
02	Le Poivre Noir. (Prise personnelle).	09
03	Ras El Hanout. (Prise personnelle).	10
04	Le Curcuma. (Prise personnelle).	11
05	Le Piment Rouge. (Prise personnelle).	12
06	Préparation des dilutions décimales (Institut pasteur, Algérie, 2017).	15
07	Recherche et dénombrement de la flore total aérobie mésophile (Institut Pasteur, Algérie, 2017).	16
08	Recherche et dénombrement d' <i>Escherichia coli</i> (Institut Pasteur, Algérie, 2017).	16
09	Recherche et dénombrement des Anaérobie sulfito- réducteur (<i>Clostridium</i>) (Institut pasteur, Algérie, 2017).	17
10	Recherche et dénombrement de <i>Staphylococcus aureus</i> (Chakal et kadi, 2014).	18
11	Aspect des colonies de la FTAM sur la gélose PCA du poivre noir conditionné (prise personnelle).	22
12	Aspect des colonies de la FTAM sur la gélose PCA de Ras el hanout en vrac (prise personnelle).	23
13	Aspect des colonies d' <i>Escherichia coli</i> sur gélose VRBL l'épice curcuma emballé (Prise personnelle).	24
14	Résultat positif de la recherche de <i>Clostridium</i> sulfito-réducteur dans le curcuma en vrac (Pris personnelle)	25
15	Aspect des colonies de <i>Staphylococcus aureus</i> sur Gélose Chapman de Ras El Hanout en vrac (Prise personnelle)	27
16	Aspect des colonies de <i>Staphylococcus aureus</i> sur Gélose Chapman de poivre Noir en vrac (Prise personnelle)	27
17	Présence de Salmonella dans le poivre noir conditionné (Pris personnelle).	28
18	Aspect des levures et moisissures sur la gélose Sabouraud. (Pris personnelle).	29
19	L'observation microscopique à l'état frais (Pris personnelle).	30

Table de matières

Introduction.....	1
-------------------	---

Partie 1 : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Les épices

1. Histoire des épices	3
2. Définition des épices.....	4
3. Les différents types des épices	5
4. Usage culinaires et médicinaux des épices	6
5. Conservation des épices et innovations durables	7
6. Contamination des épices	8
7. Facteurs de contamination et d'altération des épices	8

Chapitre II : Les épices étudiées.

1. Le Poivre noir	9
1.1 Définition et origine botanique	9
1.2 Composition	9
1.3 Qualité	9
1.4 Propriétés médicinales de la pipérine	10
2. Ras El Hanout	10
2.1. Définition et origine	10
2.2. Composition	10
2.3. Utilisation culinaire	11
3. Curcuma	11
3.1. Histoire et origine	11
3.2. Composition	11
3.3. Utilisation	11
3.4. Usage médicinaux et traditionnels	12
4. Piment Rouge	12

4.1. Définitions et origine	12
4.2. Utilisation	13
Matériel et méthodes.....	
1. Matériel.....	14
1.1 Matériel biologique.....	14
2. Méthodes.....	14
2.1 Echantillonnage.....	14
2.2 Préparation des prélèvements pour étude (isolement).....	14
2.2.1 Préparation des dilutions décimales.....	15
2.2.2 Protocole d'analyse.....	15
2.2.2.1 Recherche et dénombrement de la FTAM.....	15
2.2.2.2 Recherche et dénombrement de E.coli.....	16
2.2.2.3 Recherche et dénombrement de Clostridium.....	17
2.2.2.4 Recherche et dénombrement de Staphylococcus aureus.....	17
2.2.2.5 Recherche et dénombrement de Salmonella.....	18
2.2.2.6 Recherche des levures et des champignons.....	19
Résultats et discussion.....	
1. Méthodes d'interprétation des résultats.....	20
2. Résultats de l'évaluation de la qualité microbiologique des épices testées.....	22
2.1 La Flore Totale Aérobie Mésophile.....	22
2.1.1 Les caractères macroscopiques.....	22
2.2 Recherche d'Escherichia coli.....	25
2.2.1 Les caractères macroscopiques.....	25
2.3 Les anaérobies sulfito-réducteurs.....	27
2.4 Recherche de Staphylococcus aureus.....	29
2.4.1 Les caractères macroscopiques.....	29
2.5 Recherche de Salmonella.....	30
2.5.1 Les caractères macroscopiques.....	30
2.6 Levures et moisissures.....	32
2.6.1 Les caractères macroscopiques.....	32
Discussion.....	34
Conclusion.....	37
Recommandations.....	38
Références.....	

Résumé

Les épices, reconnues pour leurs qualités aromatiques, médicinales, antioxydantes ainsi que leur richesse en vitamines et minéraux, représentent des aliments à haute valeur nutritive.

Toutefois, elles sont fréquemment exposées à des contaminations microbiologiques et chimiques, constituant ainsi une source potentielle de risques pour la santé des consommateurs, notamment par des intoxications alimentaires.

L'objectif de cette étude était d'évaluer la qualité microbiologique des épices commercialisées dans la Wilaya de Skikda, qu'elles soient conditionnées ou vendues en vrac. Les analyses bactériologiques ont révélé plusieurs non-conformités : la flore totale aérobie mésophile dépassait les normes dans les deux types d'échantillons. Par ailleurs, la présence de *Clostridium* a été détectée dans les épices en vrac, tandis que *Salmonella* a été identifiée dans les épices conditionnées. De façon particulièrement préoccupante, la présence d'*Escherichia coli* a été mise en évidence dans les deux types d'épices, conditionnées et en vrac, à des niveaux hors normes, ce qui souligne un risque microbiologique significatif lié à la commercialisation de ces produits dans cette région. De plus, la détection de diverses entérobactéries dans les deux catégories d'échantillons confirme l'importance d'un contrôle rigoureux pour assurer la sécurité sanitaire des épices destinées à la consommation.

Mots clés : analyses microbiologiques, épices, qualité microbiologique, wilaya de SKIKDA

الملخص

تعتبر التوابل، المعروفة بخصائصها العطرية، الطبية، ومضادات الأكسدة، بالإضافة إلى غناها بالفيتامينات والمعادن، من الأغذية ذات القيمة الغذائية العالية. ومع ذلك، غالبًا ما تتعرض لتلوث ميكروبيولوجي وكيميائي، مما يشكل مصدرًا محتملاً للمخاطر الصحية للمستهلكين، لا سيما من خلال التسمم الغذائي.

كان الهدف من هذه الدراسة هو تقييم الجودة الميكروبيولوجية للتوابل المسوقة في ولاية سكيكدة، سواء كانت معبأة أو مباعة بكميات كبيرة (غير معبأة). كشفت التحاليل البكتريولوجية عن عدة حالات عدم مطابقة: تجاوز العدد الكلي للبكتيريا الهوائية الميزوفيلية المعايير في كلا نوعي العينات. علاوة على ذلك، تم الكشف عن وجود بكتيريا كلوستريديوم في التوابل غير المعبأة، بينما تم تحديد بكتيريا السالمونيلا في التوابل المعبأة. ومن المثير للقلق بشكل خاص، تم إثبات وجود بكتيريا الإشريكية القولونية في كلا نوعي التوابل، المعبأة وغير المعبأة، بمستويات تتجاوز المعايير، مما يسلط الضوء على خطر ميكروبيولوجي كبير مرتبط بتسويق هذه المنتجات في هذه المنطقة. بالإضافة إلى ذلك، يؤكد الكشف عن مختلف البكتيريا المعوية في كلا الفئتين من العينات على أهمية الرقابة الصارمة لضمان السلامة الصحية للتوابل المخصصة للاستهلاك

الكلمات المفتاحية: تحاليل ميكروبيولوجية، توابل، جودة ميكروبيولوجية، ولاية سكيكدة

Abstract

Spices, recognized for their aromatic, medicinal, and antioxidant qualities, as well as their richness in vitamins and minerals, represent foods of high nutritional value. However, they are frequently exposed to microbiological and chemical contamination, thus posing a potential source of health risks for consumers, particularly through food poisoning.

The objective of this study was to evaluate the microbiological quality of spices sold in the Wilaya of Skikda, whether packaged or sold in bulk. Bacteriological analyses revealed several non-conformities: the total aerobic mesophilic flora exceeded standards in both types of samples. Furthermore, the presence of *Clostridium* was detected in bulk spices, while *Salmonella* was identified in packaged spices. Of particular concern, the presence of *Escherichia coli* was demonstrated in both types of spices, packaged and bulk, at levels exceeding standards, which highlights a significant microbiological risk associated with the commercialization of these products in this region. Moreover, the detection of various *Enterobacteriaceae* in both categories of samples confirms the importance of rigorous control to ensure the sanitary safety of spices intended for consumption.

Keywords: microbiological analyses, spices, microbiological quality, Wilaya of Skikda



INTRODUCTION

Depuis l'Antiquité, les épices ont occupé une place majeure dans les sociétés humaines, servant à aromatiser les aliments tout en étant utilisées pour leurs vertus médicinales. L'expansion des routes commerciales maritimes et terrestres, notamment à partir du Moyen-Âge, a permis la diffusion de nombreuses espèces venues d'Inde, d'Afrique tropicale et des Amériques, renforçant leur rôle dans la culture et la médecine traditionnelle (**Srinivasan, 2005**).

Ces épices, issues de régions lointaines, ont longtemps été considérées comme des produits exotiques, porteurs d'un imaginaire d'Orient et de richesse. En raison de leur prix élevé, elles étaient essentiellement réservées aux élites, qui les utilisaient comme marqueurs de prestige et de distinction sociale (**Freedman, 2008**). Elles ont marqué également la culture culinaire mondiale et ont suscité ainsi un intérêt scientifique croissant en raison de leurs propriétés antimicrobiennes, antioxydantes et anti-inflammatoires (**Gul et al., 2017**).

Le terme « épice » désigne tout produit d'origine végétale, utilisé entier, concassé ou moulu, principalement pour ses qualités sensorielles. Bien que leur apport nutritionnel soit limité, les épices possèdent des propriétés organoleptiques et bioactives qui stimulent la digestion et confèrent des bénéfices pour la santé (**Prakash et al., 2012**).

Malgré leurs nombreuses vertus, les épices peuvent être contaminées au cours de la récolte, du séchage ou du stockage, en particulier dans des conditions d'hygiène insuffisantes, exposant les consommateurs à des risques microbiologiques (**Berthold-Pluta et al., 2015**).

La qualité sanitaire des épices varie fortement selon les pratiques de production, certaines étant réalisées dans des conditions peu contrôlées. Des micro-organismes pathogènes comme *Salmonella* ou *E. coli* ont été fréquemment détectés, ce qui justifie l'application de normes strictes (**Banerjee et Sarkar, 2003**).

La protection du consommateur passe par le respect de normes internationales comme le Codex Alimentarius, qui établit des exigences strictes en matière d'hygiène et de contaminants pour les épices (**FAO/WHO, 2019**).

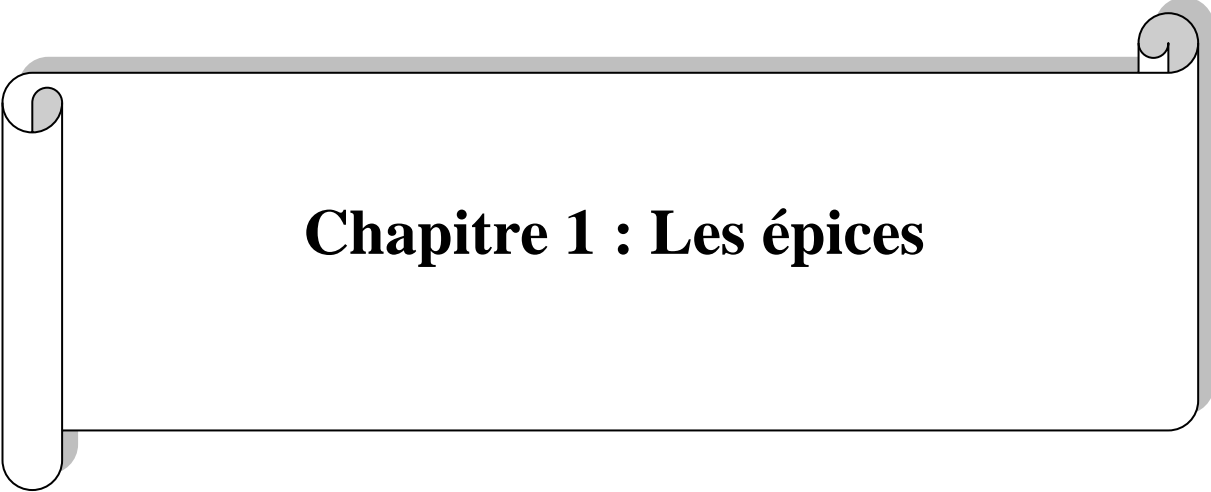
Ce travail de recherche est structuré en deux grandes sections. La première section est dédiée à une revue de la littérature, où nous abordons les caractéristiques botaniques, les propriétés chimiques et les usages des épices dans diverses cultures. Cette partie inclut également un état des lieux des recherches antérieures, mettant en lumière les avancées scientifiques récentes sur les bienfaits pour la santé et les applications industrielles des épices.

La seconde section est expérimentale et se divise en deux chapitres. Le premier décrit en détail la méthodologie adoptée pour réaliser les analyses microbiologiques, incluant les protocoles de prélèvement, les techniques d'isolement et d'identification des microorganismes.

Le second présente et analyse les résultats obtenus, en les mettant en relation avec les données bibliographiques précédemment exposées. Cette analyse permet d'en tirer des conclusions significatives sur la qualité microbiologique des épices étudiées, tout en proposant des pistes pour de futures recherches sur l'impact des conditions de stockage et de transformation sur leur sécurité et leur qualité.



Synthèses Bibliographique



Chapitre 1 : Les épices

1. L'histoire des épices : entre goût, pouvoir et exploration :

Depuis toujours, les êtres humains sont attirés par l'exotique, cherchant au-delà de leurs frontières ce qu'ils ne peuvent obtenir localement. Le commerce terrestre et maritime, aussi difficile soit-il, a permis la circulation de saveurs venues d'ailleurs. Les épices comptent parmi les premières marchandises à avoir parcouru le globe, retraçant les anciens itinéraires du gingembre, de la cannelle, de l'encens, de la myrrhe ou encore de la muscade (**Dalby, 2000 ; Krongl, 2007**).

Plus qu'un simple ingrédient, l'alimentation reflète l'histoire, les croyances et les traditions d'un peuple. L'Inde, par exemple, est un berceau millénaire des épices, dont l'influence culinaire et culturelle dépasse les frontières nationales depuis des temps immémoriaux (**Sharangi & Acharya, 2018**). Ce lien entre alimentation, migration et identité est également perceptible dans les diasporas modernes, où les épices permettent de maintenir vivantes les racines culturelles (**Ray, 2004**).

L'utilisation des épices remonte à plus de 5 000 ans avant notre ère. Dès l'Antiquité, en Mésopotamie, les Assyriens et les Babyloniens reconnaissent leurs propriétés gustatives, médicinales et cosmétiques. Leur rareté leur confère une valeur comparable à celle des métaux précieux (**Dalby, 2000**).

Le commerce se structure dès 2000 av. J.-C. grâce aux marchands arabes, qui font circuler les épices d'Inde et de Chine vers l'Occident, avec des produits phares comme la cannelle, le poivre et la casse (**Freedman, 2008**). Au Moyen Âge, les épices deviennent essentielles dans les cuisines européennes, notamment pour masquer le goût des viandes faisandées. Le safran, aujourd'hui encore l'épice la plus chère du monde, figurait déjà dans un tiers des recettes de l'époque (**Turner, 2004**).

À partir du XVe siècle, les grandes explorations maritimes transforment l'équilibre commercial. Les Portugais contournent l'Afrique pour atteindre les Indes, tandis que Christophe Colomb, en quête d'une route occidentale vers l'Asie, découvre l'Amérique, elle aussi riche en produits exotiques (**Krongl, 2007**). Ce commerce devient alors un enjeu géopolitique : les Arabes dominent l'Est, les Portugais le Sud, et l'Ouest s'ouvre à l'Espagne.

Au XVIIIe siècle, la France entre en scène. Colbert crée la Compagnie des Indes orientales, et les colonies françaises, des Antilles à l'océan Indien, deviennent des centres majeurs de culture de vanille, muscade ou girofle (**Freedman, 2008 ; Dalby, 2000**).

Jusqu'au XVIII^e siècle, les épices restent des produits de luxe, souvent offerts en signe de pouvoir ou de dévotion. Leur commerce, exigeant et périlleux, devient un symbole de puissance. Il motive des conquêtes, légitime les colonisations et alimente les conflits entre empires européens (Turner, 2004 ; Mintz, 1985).

Mais à la fin du XVIII^e siècle, un tournant s'opère suite à la domination du marché des épices par l'Angleterre et c'est à cette période que la valeur des épices commence à chuter. Et à la fin du XIX^e siècle, la culture des épices s'étend dans le monde entier (Turner, 2004).

2. Définition :

Le terme « épices » vient du latin *species*, qui désignait autrefois les denrées spéciales. Les épices sont des substances aromatiques extraites de plantes principalement tropicales, caractérisées par des saveurs parfumées, chaudes ou piquantes (Collectif International, 1996) (Figure 1). Il s'agit donc de produits naturels d'origine végétale, utilisés principalement pour aromatiser, assaisonner, colorer les aliments et les boissons. Cette utilisation est propre à l'homme, qui a su exploiter ces ressources végétales depuis des millénaires (Ravindran, 2023).



Figure 1 : Les épices. (Web)

Sur le plan chimique, les épices contiennent des composés organiques volatils souvent appelés arômes appartenant à des groupes tels que les alcools ou les aldéhydes. Ces molécules stimulent les perceptions olfactives et gustatives, contribuant ainsi aux plaisirs de la table (Lefief-Delcourt, 2012 ; Richard, 1992).

En cuisine, les épices sont employées en petites quantités, à la fois comme conservateurs, assaisonnements et colorants naturels. Par ailleurs, nombre d'entre elles étaient utilisées dans la médecine traditionnelle (Heers, 2008 ; Walker, 1994 ; Figueredo, 2007).

Il convient de distinguer les épices d'autres produits aromatiques, tels que les herbes aromatiques (basilic, romarin, thym, persil, estragon, laurier), qui bien qu'utilisées pour parfumer les plats, sont classées différemment. Ces herbes sont souvent considérées comme des « épices communes » du fait de leur usage en assaisonnement, utilisant parfois toute la plante ou seulement certaines parties selon leur intérêt aromatique (Figueredo, 2007).

Enfin, les épices peuvent provenir de diverses parties des plantes : graines, fleurs, tiges, écorces, racines ou fruits. Chaque partie confère à l'épice ces propriétés et singularités spécifiques (Macheteau, 2021).

3. Les différents types des épices

Les épices se classent selon leur origine botanique (Tableau 1) :

- **Graines** : Issues principalement de graines comme le cumin, la cardamome, la moutarde et le fenugrec, riches en substances défensives.
- **Fruits** : Certaines proviennent directement des fruits (ex. : baies roses, poivre), d'autres comme l'aneth sont des fruits déguisés en graines.
- **Racines, rhizomes et bulbes** : Sources d'épices comme le gingembre, le curcuma et l'ail, jouant un rôle clé dans la nutrition de la plante.
- **Fleurs** : Moins courantes, seules certaines très aromatiques (comme le safran ou le clou de girofle) sont utilisées.
- **Écorces** : L'écorce du cannelier (ex. : cannelle, casse) est utilisée pour ses arômes intenses.

Au-delà de leur goût, les épices possèdent de nombreux bienfaits pour la santé : antioxydants, propriétés anti-inflammatoires, digestives, antiseptiques et même des effets bénéfiques sur l'humeur et la cognition. Par exemple, la cannelle aide à réguler la glycémie, et le curcuma est efficace contre l'inflammation.

Historiquement, elles servaient aussi à masquer le goût des aliments altérés et à prolonger leur conservation grâce à leurs propriétés antimicrobiennes. Toutefois, leur contribution nutritionnelle directe reste limitée en raison de leur usage en petite quantité.

Tableau1 : Classification de quelques épices selon la partie utilisée de la plante (REDHEAD, 1990).

Nom commun	Nom botanique	Partie de la plante utilisée
Groupe des épices fortes		
Poivre noire et blanc	<i>Piper nigrum</i>	Fruit
Poivre de Cayenne	<i>Capsicum annuum</i>	Fruit
Paprika	<i>Capsicum annuum</i>	Fruit
Tabasco Piment	<i>Capsicum frutescens</i>	Fruit
Clous de girofle	<i>Eugenia caryophyllus</i>	Fleur
Gingembre	<i>Zingiberofficinale</i>	Rhizome
Groupe de Fruits et graines aromatiques		
Muscade et macis	<i>Myristicaragrans</i>	Graine (amande+arille)
Piment toute-épice	<i>Pimentodioica</i>	Fruit
Anis	<i>Pimpinelleanisum</i>	Fruit
Fenugrec	<i>Trigonella</i>	Graine
Coriandre	<i>foenumgraecum</i>	Fruit
Cumin	<i>Coriandrum sativum</i>	Fruit
	<i>Cuminum cyminum</i>	
Groupe des Ecorces aromatiques		
Cannelle	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Ecorce
Casse	<i>Cinnamomum cassia</i>	Ecorce
Groupe des Epices colorées		
Paprika	<i>Capsicum annuum</i>	Fruit
Curcuma	<i>Curcuma longa</i>	Rhizome

4. Usages culinaires et médicinaux des épices :

Les épices jouent un rôle polyvalent dans notre quotidien : elles sont utilisées dans l'alimentation, la médecine, la parfumerie, les cosmétiques, les boissons, ou encore comme colorants. En cuisine, elles améliorent la saveur, l'odeur et l'apparence des plats, tout en pouvant masquer certains goûts ou prolonger la conservation des aliments grâce à leurs propriétés antioxydantes et antimicrobiennes (Peter et Shylaja, 2012 ; Embuscado, 2015).

L'ajout des épices dépend du mode de cuisson : certaines, comme le piment, doivent être ajoutées en fin de préparation pour préserver leur goût et leur valeur nutritionnelle (Peter et Shylaja, 2012).

Sur le plan médicinal, de nombreuses épices et plantes aromatiques possèdent des vertus thérapeutiques : elles sont riches en vitamines, notamment en vitamine C, et sont utilisées comme antiseptiques, anti-inflammatoires ou encore pour soulager le stress, les maux de tête ou les troubles

du sommeil (**Tableau 2**). Les modes d'administration les plus courants incluent les infusions, les cataplasmes et les inhalations (**Sophie, 2006 ; Mohammedi, 2006 ; Keith, 2006**).

Tableau 2 : Effets biologiques des principales épices (**Keith, 2006**).

Effets biologiques	Epices et herbes aromatiques
Antibactérien	Toutes les épices, mais plus particulièrement anis, basilic, feuille de laurier, poivre noir, piment doux, cardamome, céleri, cannelle, clou de girofle, coriandre, cumin, aneth, fenouil, ail, gingembre, mélisse, marjolaine, menthe, moutarde, noix de muscade, oignon, origan, persil, romarin, sauge, estragon, thym
Antioxydant	Toutes les épices, mais plus particulièrement cannelle, clou de girofle, ail, gingembre, citronnelle, mélisse, origan, menthe poivrée, sauge, thym
Anti-cancer	Anis, basilic, poivre noir, carvi, agrumes, clou de girofle, fenouil, ail, gingembre, thé vert, moutarde, romarin, soja, curcuma
Anti-inflammatoire	Feuille de laurier, poivre noir, ail, gingembre, thé vert, origan, romarin, thym, curcuma
Contrôle de la glycémie	Cannelle, gingembre, oignon, origan, romarin, thym
Contrôle des lipides sanguins	Câpre, cannelle, agrumes, coriandre, fenugrec, ail, gingembre, origan, romarin, soja, anis étoilé, thym
Fluidifiant sanguin	Câpre, cannelle, coriandre, fenugrec, ail, gingembre
Neutralisation de toxines	Carvi, agrumes, coriandre, ail, thé vert, moutarde, romarin, curcuma.
Immuno-modulation	Poivre noir, ail

5. Conservation des épices et innovations durables :

La conservation alimentaire vise à limiter la croissance microbienne par des substances antimicrobiennes ou des procédés physiques et chimiques. Les épices, reconnues pour leurs propriétés aromatiques et bioactives, jouent un rôle multifonctionnel dans ce domaine (**Horace, 1982 ; Brull & Coote, 1999**).

Cependant, elles sont elles-mêmes sujettes à des altérations. Pour y remédier, des technologies non thermiques comme la lumière UV ou pulsée, ainsi que le séchage hybride (solaire/micro-ondes) et la bio-préservation, sont utilisées pour prolonger leur durée de vie tout en préservant leur qualité (Pravallika et al., 2025 ; Majumder et al., 2021 ; Jin et al., 2018 ; Souza et al., 2005 ; Sulieman et al., 2023 ; Zahra, 2024).

Néanmoins, des obstacles techniques, réglementaires et économiques freinent leur adoption. Des recherches sont encore nécessaires, notamment sur l'encapsulation des agents antimicrobiens et les solutions accessibles économiquement (**Martínez-Graciá et al., 2015 ; Sulieman et al., 2023**).

Enfin, la préservation des ressources génétiques des épices devient cruciale face aux menaces environnementales. Des initiatives comme celles de l'ICAR en Inde ou les systèmes agroforestiers au Bénin visent à les protéger (Saji et al., 2019 ; Kafoutchoni et al., 2018). L'ancien après le plus récent

6. Contamination des épices :

Selon l'origine des plantes (espèce, variété), l'écologie du milieu et le soin apporté par les pays producteurs (mode de récolte, de collecte, de préparation, de séchage, de stockage et de conditionnement), les épices présentent des variations importantes de qualités hygiéniques et nécessitent des traitements de décontamination (**Richard et al, 1992**).

La contamination des épices par la microflore indésirable peut se produire à chaque étape de leur processus de production, c'est-à-dire lors de la récolte, du traitement, ainsi que pendant le stockage, la distribution, la vente au détail et l'utilisation par les consommateurs (**McKee, 1995**).

La plupart des épices sont considérablement contaminées par des bactéries sporulées du genre *Bacillus*, des bacilles de la famille des *Enterobacteriaceae* et des champignons (Banerjee et Sarkar, 2004, Garcia et al, 2001, Witkowska et al. 2011).

7. Facteurs de contamination et d'altération des épices :

Les épices sont souvent sujettes à la contamination microbienne, notamment par des spores bactériennes des genres *Bacillus* et *Clostridium*. Ces spores peuvent résister aux traitements thermiques et causer des altérations alimentaires pendant le stockage. Les méthodes traditionnelles de récolte et de traitement, souvent utilisées dans les pays en développement, contribuent à cette contamination, notamment par contact avec le sol ou par contamination croisée lors de la cuisson à l'eau (**Mathot et al., 2020**).



Chapitre 2 :
Les épices étudiées

1. Le poivre Noir (*Piper nigrum L.*) :

1.1. Définition et origine botanique :

Le poivrier est une liane vivace tropicale de la famille des Pipéracées, pouvant atteindre 10 mètres de long (**Figure 2**). L'épice provient des baies séchées de cette plante ; Le poivre noir est issu de fruits récoltés avant maturité, séchés au soleil jusqu'à noircissement. Il existe aussi sous forme blanche ou verte selon le stade de récolte et le traitement.

Originaire de la côte de Malabar, dans le sud-ouest de l'Inde, le poivre noir s'est diffusé dans le monde entier dès le XVe siècle. Il est aujourd'hui cultivé en Inde, Indonésie, Vietnam, Brésil, Chine, Sri Lanka, entre autres (**Nair, 2011 ; Damanhour et Ahmad, 2014**).



Figure 2 : Le Poivre Noir. (Prise personnelle).

1.2. Composition :

Le poivre noir contient trois types de composés (**Ashokkumar et al., 2021**):

- **Composés piquants** : principalement la pipérine, responsable de la sensation de chaleur.
- **Substances aromatiques** : qui donnent son parfum caractéristique.
- **Autres composants** : fibres, amidon, polyphénols, sels minéraux, lipides.

1.3. Qualité :

La qualité du poivre noir dépend de (**Nair, 2011**) :

- **La variété** (plus de 2000 recensées),
- **Les conditions de culture et de traitement** (récolte, séchage, nettoyage, stockage...),
- De **critères physiques** : taille des grains, taux d'humidité (<10 %), absence de corps étrangers, pureté microbienne.

1.4. Propriétés médicinales de la pipérine :

Effets reconnus (Raja et Sethuraman, 2008) :

- Anti-inflammatoire, antioxydant, antimicrobien, analgésique,
- Effet bénéfique sur la digestion, le foie, les douleurs articulaires, le métabolisme (anti-obésité),
- Potentiel anticancéreux, antidépresseur, antidiabétique.

2. Ras El Hanout :

2.1. Définition et origine :

Le Ras El Hanout est un mélange d'épices originaire du Maghreb (Maroc, Algérie, Tunisie) (**Figure 3**). Signifiant littéralement « tête de l'épicerie », il désigne le meilleur assortiment d'un marchand. Ce mélange est le fruit d'influences culturelles et commerciales millénaires, depuis l'époque médiévale jusqu'à aujourd'hui.



Figure 3 : Ras El Hanout. (Prise personnelle).

2.2. Composition :

Chaque version est unique, mais les ingrédients de base incluent :

- Cannelle, cumin, coriandre, cardamome, curcuma, poivre noir, gingembre, paprika, muscade.
 - Certaines recettes intègrent des fleurs séchées, des graines de fenouil ou du piment.
- Les épices sont généralement torréfiées puis moulues pour intensifier leurs arômes.

2.3. Utilisation culinaire :

Ce mélange polyvalent parfume :

- Tajines, couscous, viandes, poissons, fruits de mer,
- Soupes, plats de légumes ou marinades.

Son arôme riche, complexe et légèrement sucré en fait un ingrédient central de la cuisine nord-africaine.

3. Curcuma (*Curcuma longa*) :

3.1. Histoire et origine :

Originaire du sud de l'Asie, le curcuma est utilisé depuis plus de 4000 ans dans la médecine traditionnelle indienne (Ayurveda) et la cuisine. Il est dérivé du rhizome d'une plante de la famille du gingembre (Zingibéracées) (**Figure 4**). L'Inde, et en particulier la région d'Erode, est aujourd'hui le premier producteur mondial. Le rhizome est transformé par cuisson, séchage et polissage avant d'être réduit en poudre (**Iweala et al., 2023**).



Figure 4 : Le Curcuma. (Prise personnelle).

3.2. Composition :

- **Curcumine** : (5 à 6,6 %) : pigment principal aux propriétés médicinales.
- **Huiles volatiles** : turmérone, arturmérone, zingibérène.
- **Humidité < 10 %**, taux élevé de pureté.

3.3. Utilisation :

Grace à ses propriétés le curcuma peut être utilisé dans plusieurs domaines (**Anas et al., 2024**)

- **Cuisine** : ingrédient phare du curry, colorant pour le riz, sauces, yaourts, boissons, pâtisseries, etc.

- **Cosmétique et pharmaceutique** : utilisé pour l'éclat de la peau, les crèmes, les antiseptiques.

3.4. Usages médicaux traditionnels :

- Anti-inflammatoire, antiseptique, digestif, traitement de la peau, des troubles digestifs et respiratoires.
- Utilisé en application locale (plaies, mariages indiens), ou en traitement interne (purification du sang, régulation des menstruations...).

4. Piment Rouge (*Capsicum spp.*) :

4.1. Définition et origine :

Le piment rouge (**Figure 6.**) est originaire d'Amérique du Sud, il est largement admis que son origine se situe dans les régions tropicales entre le Brésil et la Bolivie. Des archéologues au Mexique ont trouvé des preuves que des humains mâchaient des piments sauvages 7500 avant J.C, puis ont commencé à cultiver le piment en 7000 avant J.C. On a en effet retrouvé des traces de piments dans une grotte à Tehucan (Mexique), ce qui en fait la plus ancienne plante cultivée en Amérique du Sud ! Cependant, on pense qu'il est originaire du Brésil.

Le piment est l'une des premières plantes domestiquées dans cette région et joue un rôle central dans la cuisine et la culture des civilisations précolombiennes. Son importance ne se limitait pas à son usage alimentaire : il était aussi utilisé comme médicament et dans des rituels. Il s'est introduit par la suite dans toute l'Amérique du Sud à la fois comme médicament, comme condiment mais aussi comme légume.



Figure 5 : Le Piment Rouge. (Prise personnelle).

4.2. Utilisation :

Le poivron rouge est originaire d'Amérique du Sud où il est utilisé à des fins médicinales et culinaires (**Singleton, 2011**).

Propriétés médicinales :

Le piment rouge a des effets bénéfiques sur le syndrome métabolique et peut diminuer le risque de mortalité due aux maladies cardiovasculaires. Il peut être également stimulant, analgésique, antioxydant, digestif et anti-inflammatoire (**Low Dog, 2006 ; Chen et Kang, 2013**).

Propriétés culinaires (Yildiz, 2019) :

- Arômes : piquant, sucré, légèrement terreux ou moisi selon les variétés.
- Présentation : entier, broyé, en flocons ou moulu.
- Piquant mesuré en unités Scoville (SHU) : Cayenne ~ 8000 SHU, Habanero ~ 210 000 SHU.
- Condiment universel : sauces, currys, moles, salsas, plats indiens, africains, mexicains,



Matériel et Méthodes

L'objectif de notre travail est d'évaluer la qualité microbiologique des épices commercialisés (conditionnées et en vrac) dans la wilaya de SKIKDA. Notamment le poivre noir, curcuma, ras el hanout et le piment rouge. Cela inclut l'analyse de la flore microbienne mésophile ainsi que la détection de toute contamination.

1. Matériel :

1.1. Matériel biologique :

Dans cette étude, le matériel biologique utilisé est représenté par 4 épices parmi les plus utilisés dans les plats algériens : poivre noir, curcuma, ras el hanout et piment rouge conditionnées ou venues en vrac. Des analyses microbiologiques ont été réalisées sur ces épices.

Concernant l'origine des épices : ils sont commercialisés dans le marché de la Wilaya de Skikda sous forme de poudre. Des études bactériologiques ont été menées au laboratoire de microbiologie de la faculté des sciences biologiques de l'université de 20 aout 1955 Skikda (Hall technologique).

2. Méthodes :

2.1. Echantillonnage :

Les échantillons ont été achetés le 13 avril 2025 dans différents points de vente situés au centre ville de la wilaya de Skikda, notamment dans le marché local et un supermarché.

La collecte des échantillons a été effectuée de manière aseptique en utilisant des contenants stériles pour éviter toute contamination croisée.

- Pour chaque type d'épices : prélever un échantillon en vrac et un autre emballé et les mettre dans des sachets ZIP stériles.

Un total de 08 échantillons a été collecté, répartis comme suit :

- 04 échantillons d'épices en vrac.
- 04 échantillons d'épices emballés.

2.2. Préparation des prélèvements pour étude : (isolement)

Dans des conditions aseptiques, procéder à la pesée de 25g de chaque épice, puis introduire chaque échantillon dans des récipients contenant 225ml d'eau peptonée. Effectuer une agitation vigoureuse du mélange pour garantir l'homogénéité de la solution obtenue.

La première suspension est la dilution mère (DM) qui correspond à la dilution 10⁻¹.

2.2.2. Préparation des dilutions décimales :

La dilution mère (DM) a été soumise à une série de dilutions en suivant la méthode standard. Tout d'abord, 1ml de la DM a été prélevé de façon aseptique à l'aide d'une pipette en verre graduée

stérile. Cet échantillon a été transféré dans un tube à essai contenant 9ml d'eau péptonnée stérile, permettant d'obtenir une première dilution à 10^{-2} .

Par la suite, à l'aide d'une seconde pipette en verre stérile, prélever 1ml de la dilution 10^{-2} , puis transféré dans un second tube à essai contenant également 9 ml d'EPT, afin de réaliser une dilution à 10^{-3} (**Figure 6**).

Ce procédé a permis d'obtenir successivement deux dilutions : 10^{-2} et 10^{-3} , conformément aux protocoles standards de préparation de dilutions en série pour les évaluations microbiologiques.

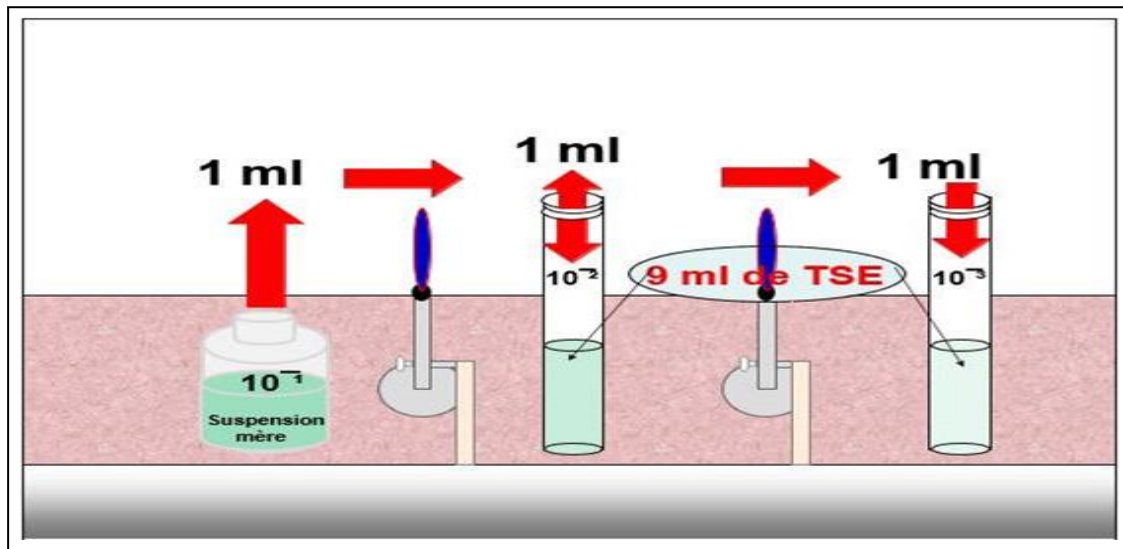


Figure 06. : Préparation des dilutions décimales (Institut pasteur, Algérie, 2017).

2.2.2. Protocole d'analyse :

2.2.2.1. Recherche et dénombrement de la flore total aérobie mésophile (FTAM) :

Introduire dans 24 boîtes de pétri stérile (12 pour les épices en vrac, et 12 pour les épices en emballage), 1ml de chaque dilution décimale préparée précédemment, puis ajouter dans chaque boîte environ 15 ml de gélose PCA (Plate Count Agar). Mélanger soigneusement pour l'homogénéisation du milieu qui se fait par des mouvements circulaires en forme de 8 ou de 0 et laisser solidifier (**Figure 7**).

-Incuber les boîtes à 30°C pendant 72heures.

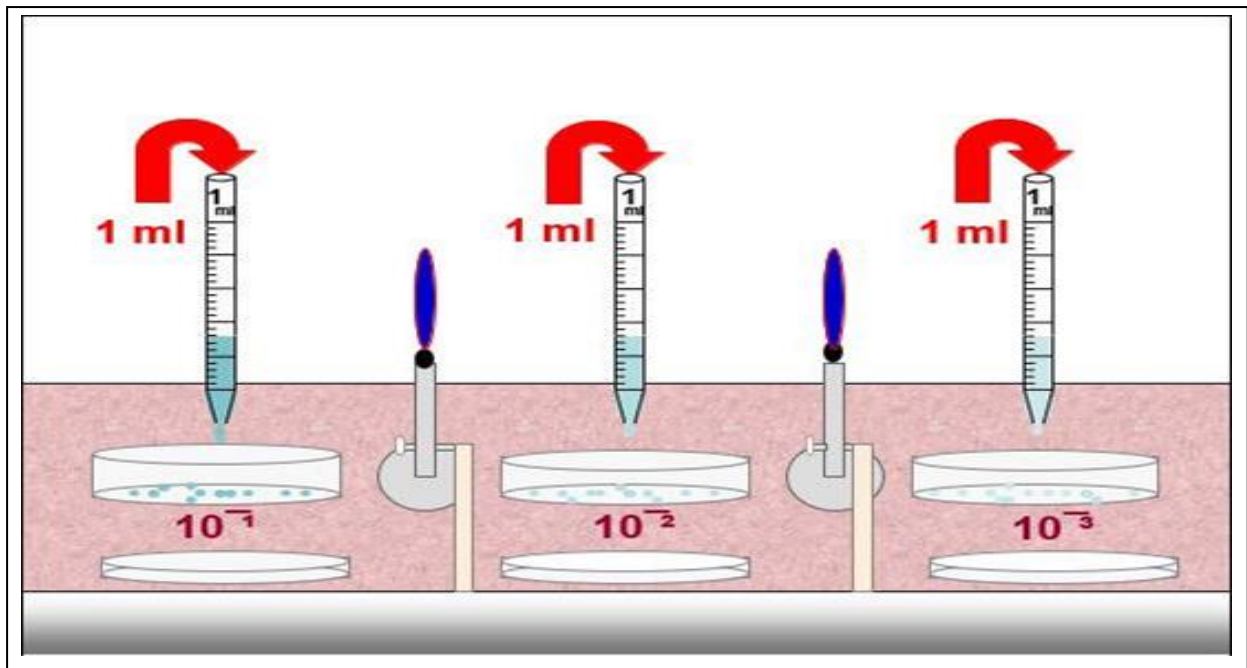


Figure 07 : Recherche et dénombrement de la flore total aérobie mésophile (Institut Pasteur, Algérie, 2017).

2.2.2.2. Recherche et dénombrement d'*Escherichia coli* :

Inoculer 1ml de chaque dilution préparée dans des boîtes de pétri (24 boîtes ; une boîte pour chaque dilution), ensuite couler également 15ml du milieu VRBL (Violet Red Bile Lactose), faire des mouvements circulaires pour bien homogénéiser, laisser refroidir. Après solidification parfaite incuber les boîtes à température 44°C pendant 24h (**Figure 8**).

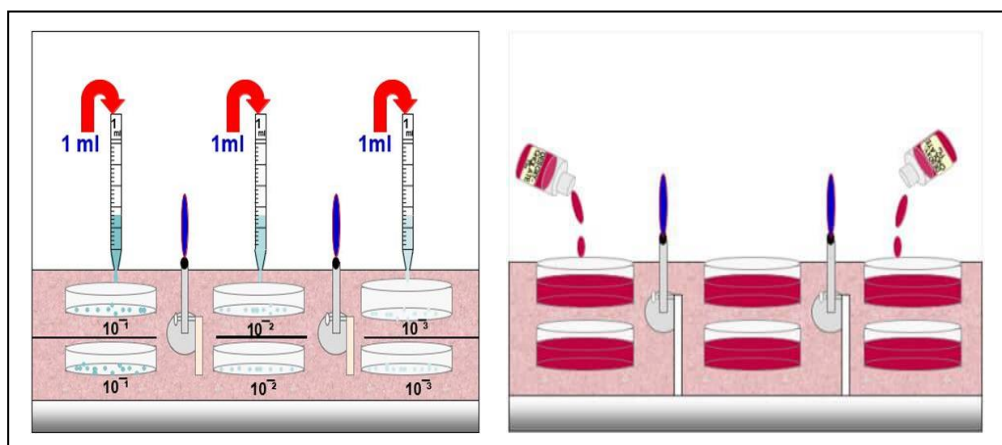


Figure 8 : Recherche et dénombrement d'*Escherichia coli*(Institut Pasteur, Algérie, 2017).

2.2.2.3. Recherche et dénombrement des Anaérobies sulfito- réducteur (*Clostridium*) :

Prélever à l'aide d'une micropipette 1ml des dilutions décimales préparées et le mettre dans un tube à essai. Chauffer les tubes dans un bain Marie à température 80°C pendant 10 minutes. Cette étape a pour but l'élimination des spores et garder seulement les formes végétatives.

Ajouter un volume de 15ml de gélose viande foie (VF) dans chaque tube après refroidissement additionnée, et ajouter 2 à 3 gouttes d'alun de fer et 0,5 ml de sulfite de sodium (**Figure 9**).

L'incubation se fait à 37°C pendant 24h.

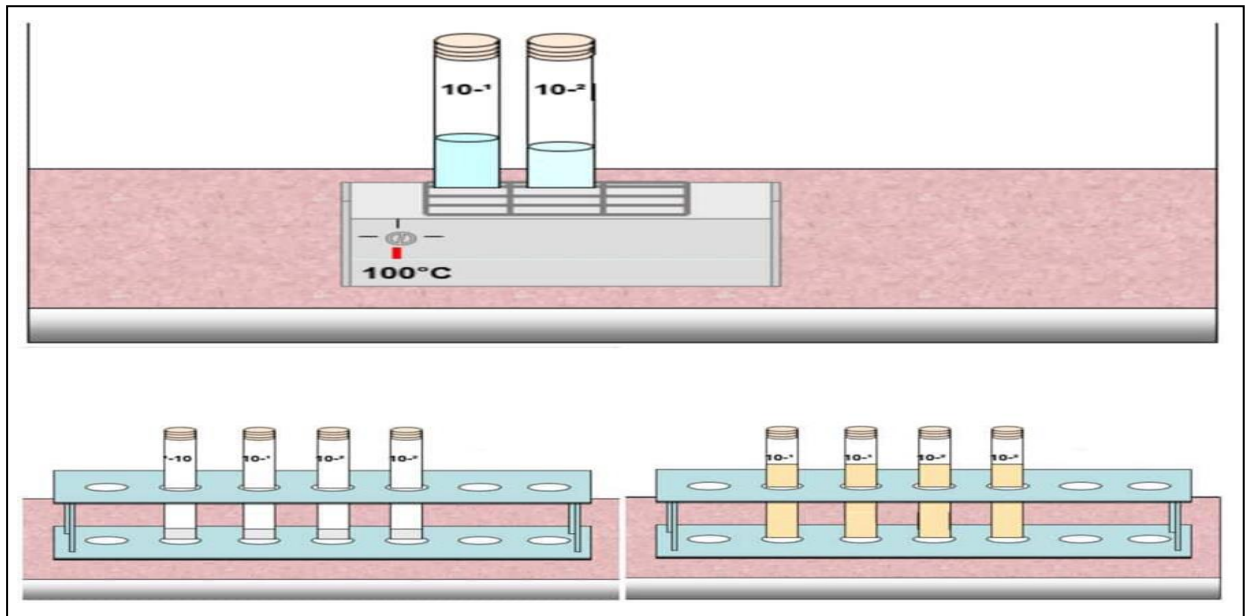


Figure 9 : Recherche et dénombrement des Anaérobies sulfito- réducteur (*Clostridium*) (Institut Pasteur, Algérie, 2017).

2.2.2.4. Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus* :

Préparer les boîtes de pétri en versant 15ml du milieu Chapman, laisser la surface se solidifier à température ambiante.

A côté du bec bunsen et à l'aide d'une anse de platine stérile, effectuer des prélèvements d'un échantillon de chaque dilution (10⁻¹ , 10⁻² , 10⁻³). Faire un ensemencement par stries sur la surface du milieu gélosé de chaque boîte de pétri pour assurer une séparation optimale des colonies. Incuber ensuite à 37°C pendant 24 heures pour permettre le développement et l'expression visible des colonies microbiennes (**Figure 10**).

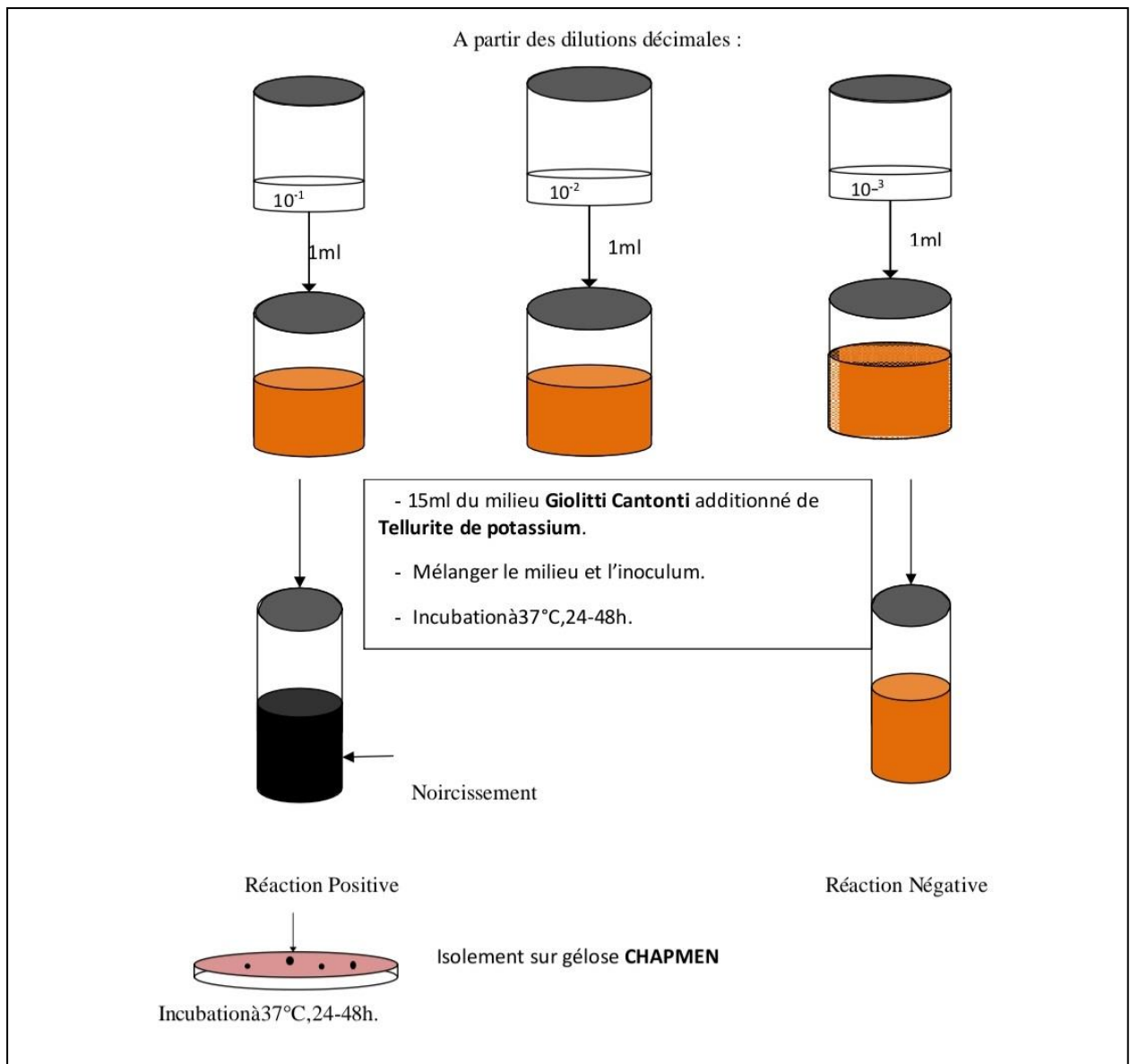


Figure 10 : Recherche et dénombrement de *Staphylococcus aureus* (Chakal et kadi, 2014).

2.2.2.5. Recherche et dénombrement de *Salmonella* :

a. L'enrichissement :

Peser aseptiquement 25g de chaque épice, et les introduire dans des flacons contenant 225 ml du bouillon nutritif. Agiter pour Bien homogénéiser puis incuber à 37°C pendant 24h .

b. L'isolement :

L'isolement se fait par l'ensemencement du milieu d'enrichissement sur la gélose SS par la méthode des stries. Incuber à 37°C pendant 24h.

Recherche et dénombrement : (GN)

Verser le milieu de gélose liquide stérile dans des boites de Petri

Laisser la gélose solidifier sur une surface plane et froide.

Avec une anse de platine prélever une petite goutte de la suspension bactérienne puis faire des stries serrées sur la moitié de la boîte de pétri, ensuite tourner d'un quart de tour la boîte, recommencer les stries. Tourner encore la boîte d'un quart de tour et refaire les stries, de cette manière toute la boîte doit avoir étéensemencée.

Refermer les boîtes et incuber-les à la température de 37°C pendant 24 heures.

2.2.2.6. Recherche des levures et des champignons :

Dans des boîtes de pétri stériles, introduire le milieu de culture Sabouraud. Refermer soigneusement les boîtes pour permettre la solidification de la gélose.

Prélever un échantillon de chaque dilution avec une anse de platine et effectuer un ensemencement par stries sur la surface.

Placer ensuite les boîtes en incubation à 30°C durant une période de 48 heures.

A decorative frame resembling a scroll, with a light gray background and a thin black border. The frame has rounded corners and a slight shadow effect. The text is centered within the frame.

Résultats et Discussion

Dans le cadre de l'analyse microbiologique des épices alimentaires vendues conditionnées ou en vrac, on s'intéresse généralement à trois catégories de micro-organismes. Il s'agit des agents responsables des toxi-infections alimentaires, de la flore d'altération et des indicateurs de contamination fécale. Cette démarche permet d'évaluer la sécurité sanitaire des produits et leur conformité aux normes en vigueur.

1. Méthodes d'interprétation des résultats :

Cet arrêté, publié au Journal Officiel n°39, établit les limites microbiologiques pour diverses denrées alimentaires, y compris les épices. Voici un extrait des critères applicables aux épices et herbes aromatiques séchées

Pour l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus lors des analyses microbiologiques de nos épices, nous avons pris comme référence le Journal Officiel n° 39, l'arrêté ministériel du 2 juillet 2017 (8 Chaoual 1438) (**JORADP, 2017**), qui établit les limites microbiologiques pour diverses denrées alimentaires, y compris les épices (épices et herbes aromatiques séchées) (**Annexe 1)(Tableau 3)**.

Tableau 3 : Les critères d'identification microbiologique (JORADP, 2017).

Les germes	n (Nombre d'unité par ECH)	c (Nombre maximale permis d'unité prélever de qualité marginale)	m (Concentration satisfaisante en microorganisme)	M (Limites d'acceptabilité)
<i>Escherichia coli</i>	5	2	10 ²	10 ³
Anaérobies sulfito-réducteurs	5	2	10 ³	10 ³
Levures et moisissures	5	2	10 ⁵	10 ⁵
Staphylocoques	5	2	10 ²	10 ³
<i>Bacillus cereus</i>	5	2	10 ³	10 ³
<i>Salmonella</i>	5	0	Absence dans 25g	Absence dans 25g

Le décret exécutif n° 15-172 du 8 Ramadhan 1436 (25 juin 2015) fixe les conditions et modalités applicables en matière de spécifications microbiologiques des denrées alimentaires. Il définit des termes clés tels que :

- ❖ **Micro-organismes** : bactéries, levures, moisissures, virus, algues, protozoaires, parasites, helminthes microscopiques, ainsi que leurs toxines et métabolites.

- ❖ **Spécifications microbiologiques** : critères définissant l'acceptabilité d'un produit ou d'un lot de denrées alimentaires, sur la base de l'absence, de la présence ou du nombre de micro-organismes et/ou de leurs toxines/métabolites par unité de masse, volume, surface ou lot.
- ❖ **Critères de sécurité des denrées alimentaires** : critères définissant l'acceptabilité d'un produit ou d'un lot de denrées alimentaires, applicables aux produits mis sur le marché.

Ce décret vise à garantir l'hygiène et l'innocuité des denrées alimentaires tout au long de leur chaîne de production et de distribution.

2. Résultats de l'évaluation de la qualité microbiologique des épices testées :

2.1. La Flore Totale Aérobie Mésophile (FTAM) :

2.1.1. Les caractères macroscopiques :

Après incubation, les boîtes de Pétri contenant le milieu PCA des 4 épices conditionnées et des 4 épices en vrac montrent une croissance microbienne abondante. La surface du milieu est couverte de colonies qui présentent une couleur blanchâtre avec une apparence laiteuse, indiquant la présence de la flore totale aérobie mésophile (**Tableaux 4 et 5**)(**Figures 11, 12,**).

Le dénombrement de la flore aérobie mésophile totale est effectué en comptant le nombre de colonies sur chaque boîte pour chaque dilution examinée. La moyenne des colonies comptabilisées est déterminée, puis multipliée par l'inverse du facteur de dilution correspondant. Seules les boîtes présentant un nombre de colonies compris entre 30 et 300 UFC sont prises en compte dans le calcul.

Tableau 4 : Comptage de colonies de différentes épices conditionnées dans le milieu de culture PCA.

Milieu	PCA		
Dilutions	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
Epice			
Poivre noir	IN	IN	1.49×10^5
Curcuma	3.6×10^3	IN	IN
Ras el hanout	1.58×10^4	IN	IN
Piment rouge	IN	IN	IN

Tableau 5 : Comptage de colonies de différentes épices **en vrac** dans le milieu de culture PCA.

Milieu	PCA		
Dilutions	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
Epice			
Poivre noir	IN	2.7×10^3	IN
Curcuma	3.25×10^3	IN	IN
Ras el hanout	1.4×10^3	IN	IN
Piment rouge	6.03×10^3	IN	IN



Figure 11: Aspect des colonies de la FTAM sur la gélose PCA du poivre noir conditionné (**prise personnelle**).

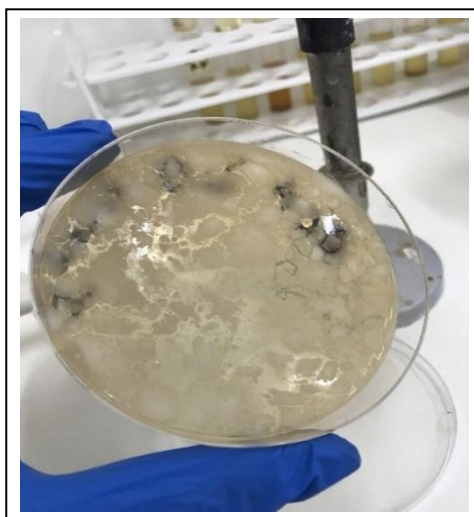


Figure 12 : Aspect des colonies de la FTAM sur la gélose PCA de Ras el hanout en vrac (**prise personnelle**).

2.2. Recherche d' *Escherichia coli* :

2.2.1. Les caractères macroscopiques :

L'aspect des colonies d'*E. coli* obtenues sur les boîtes des Pétri est présenté dans la **figure 13**. La gélose est généralement de couleur rouge à violet, et la présence de croissance bactérienne change la couleur à rose-orangé (**Photo 1**), marron-orangé clair (**Photo 2**).

Après incubation on observe une croissance bactérienne moins dense, il y'a un grand nombre de colonies très petites à la surface du milieu. Les colonies forment des points largement plus foncé que le milieu environnant, il s'agit d'*E. coli*. (**Photo 1**).

Absence de la croissance bactérienne pour l'épice Ras El Hanout en vrac. (**photo.3**).

Tableau 6. : Comptage de colonies de différentes épices conditionnées dans le milieu de culture VRBL.

Milieu	VRBL		
Epice	Dilutions		
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
Poivre noir	IN	IN	$6 \cdot 10^3$
Curcuma	IN	IN	$2.85 \cdot 10^5$
Ras el hanout	$2.1 \cdot 10^2$	IN	IN
Piment rouge	IN	IN	IN

Tableau 7 : Comptage de colonies de différentes épices en vrac dans le milieu de culture VRBL.

Milieu	VRBL		
Epice	Dilutions		
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
Poivre noir	IN	/	/
Curcuma	$1.52 \cdot 10^3$	$3.90 \cdot 10^3$	IN
Ras el hanout	IN	IN	IN
Piment rouge	IN	IN	IN

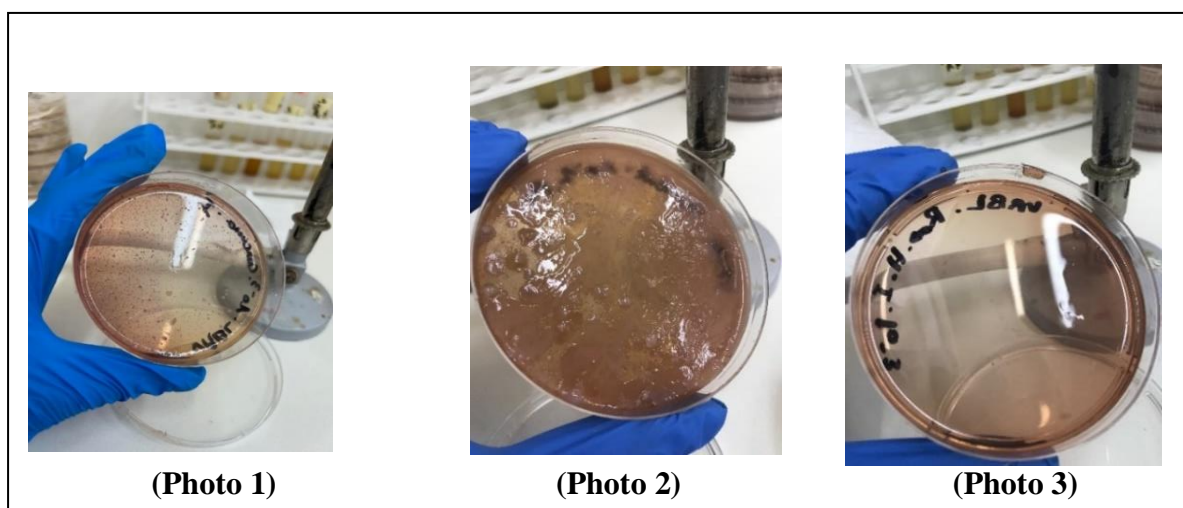


Figure 13 : Aspect des colonies d'*Escherichia coli* sur gélose VRBL l'épice curcuma emballé (Prise personnelle).

2.3. Les anaérobies sulfito-réducteurs :

Le milieu viande-foie est principalement utilisé en tubes profonds dans le but de rechercher et de quantifier les germes anaérobies stricts. Lors de l'incubation, une croissance bactérienne est généralement observée, notamment du genre *Clostridium*. Celle-ci se manifeste par la formation de points noirs visibles à l'œil nu à l'intérieur du milieu, témoignant de la présence de ces bactéries anaérobies (**Figure 14**).

On note une absence totale de bactéries sulfito-réductrice pour les 4 épices conditionnées.

Seul le poivre noir en vrac ne contient pas ce genre de bactéries (**Tableau 8**).



Figure 14 : Résultat positif de la recherche de *Clostridium* sulfito-réducteur dans le curcuma en vrac (**Pris personnelle**)

Tableau 8 : Résultats de la recherche de bactéries sulfito-réductrices (*Clostridium*) dans les épices vendues en vrac.

L'échantillon vendues en vrac	d'épices	Résultat
Curcuma	10 ¹	Négatif
Curcuma	10 ²	Positif
Curcuma	10 ³	Positif
Ras el hanout	10 ¹	Négatif
Ras el hanout	10 ²	Positif
Ras el hanout	10 ³	Positif
Piment rouge	10 ¹	Positif
Piment rouge	10 ²	Négatif
Piment rouge	10 ³	Négatif

Poivre noir 10 ¹	Négatif
Poivre noir 10 ²	Négatif
Poivre noir 10 ³	Négatif

2.4. Recherche de *Staphylococcus aureus* :

2.4.1. Les caractères macroscopiques :

Après incubation de la gélose Chapman, on remarque un changement de couleur du milieu vers le jaune (doré) ce qui oriente fortement vers le *Staphylococcus aureus*, avec une petite zone rouge sur le bord inférieur gauche (**Figure15**).

On observe la présence d'une seule colonie isolée bien visible au centre de la boîte de Ras El Hanout en vrac et de couleur jaune doré, il s'agit de *Staphylococcus aureus* (**Figure16**).

Pour le Poivre Noir en vrac on observe à la surface de la gélose des colonies bactériennes visibles, d'une petite à moyenne taille de différentes formes irrégulières et d'une couleur crèmeuse avec un aspect lisse (**Figure**).

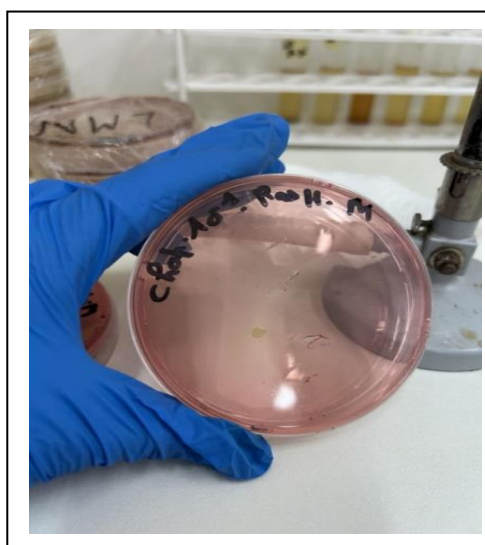


Figure 15 : Aspect des colonies de *Staphylococcus aureus* sur Gélose Chapman de Ras El Hanout en vrac (**Prise personnelle**)



Figure 16 : Aspect des colonies de *Staphylococcus aureus* sur Gélose Chapman de poivre Noir en vrac (Prise personnelle)

2.5. Recherche de *Salmonella* :

2.5.1. Les caractères macroscopiques :

Sur gélose *Salmonella-Shigella* (SS) après incubation, on observe dans la boîteensemencée par la dilution du poivre noir conditionné une croissance de colonies isolées et des zones confluence le long des stries d'ensemencement. On observe des colonies de couleur légèrement rosée et jaune caractéristiques d'entérobactéries et on observe également la présence de colonies de couleur noire correspondant au genre *Salmonella*(**Figure 17**).

Seul le poivre noir contient les Salmonelles .

Pour les autres épices conditionnées ou vendues en vrac, un grand nombre d'enterobactéries est observé : *E. coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*..

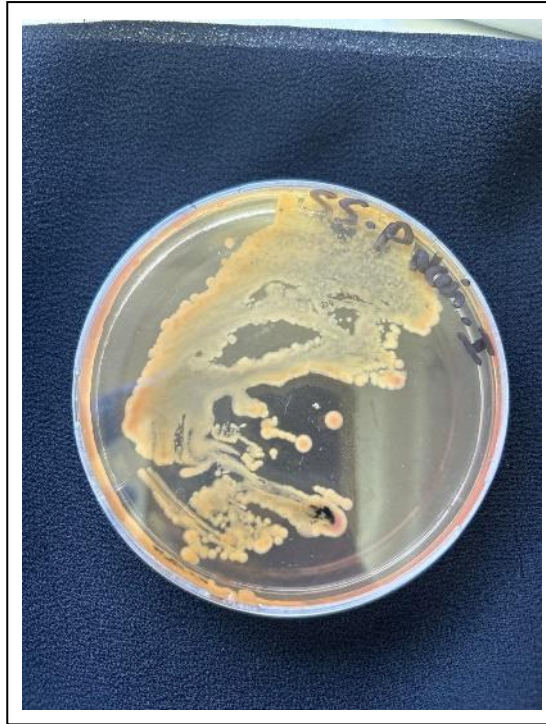


Figure 17 : Présence de Salmonella dans le poivre noir conditionné (**Prise personnelle**).

1.6. Levures et moisissures :

1.6.1. Les caractères macroscopiques :

Pour la totalité des échantillons, on note sur la gélose Sabouraud, des cultures variées avec des colonies en texture soyeuse, crémeuse ...) et en couleur (jaune, beige) (**Figure 18**). Cela indique la présence de levures et moisissures dans nos épices.

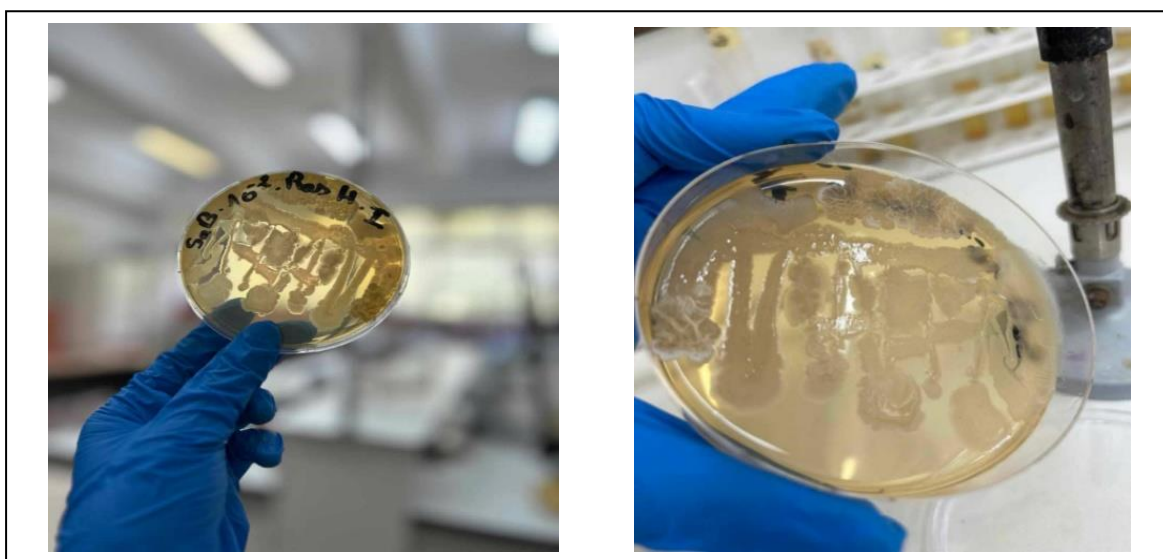


Figure 18 : Aspect des levures et moisissures sur la gélose Sabouraud. (**Prise personnelle**).

L'observation microscopique à l'état frais (**figure19**), montre la présence de différentes structures cellulaires de forme ronde ou ovale, elles sont disposées en chaînettes longue/ courtes et ramifiées. Aspect caractéristique de levures (**photo 1**).

On observe des structures allongées, ramifiées et tubulaires. Le filament apparaît transparent ou peu coloré, indique la croissance d'un champignon filamenteux (**photo 2**).

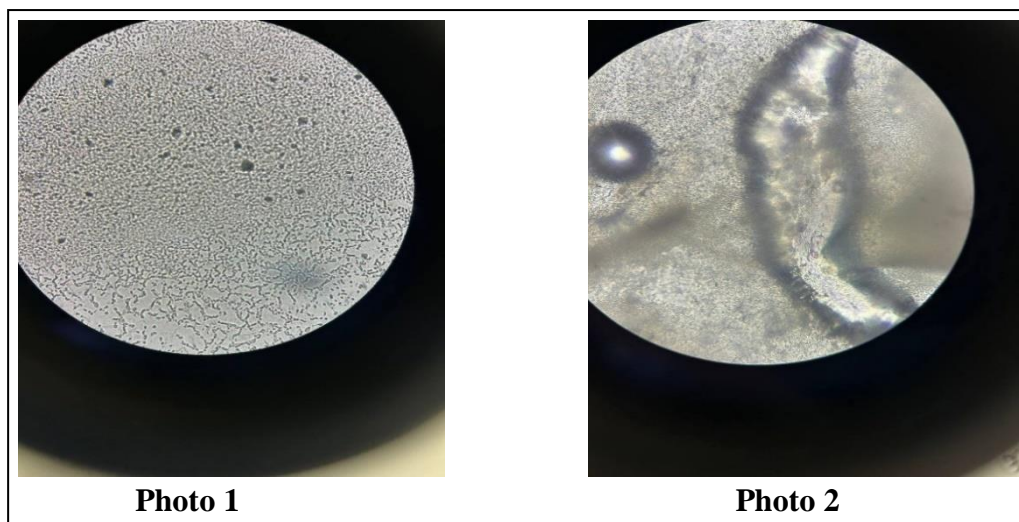


Figure 19 : L'observation microscopique à l'état frais (**Prise personnelle**).

Discussion :

Les épices, issues de parties diverses des plantes (graines, racines, écorces, fruits), sont utilisées depuis des millénaires à travers le monde pour rehausser la saveur, l'arôme et la couleur des aliments. Elles occupent une place incontournable dans les traditions culinaires, notamment dans la cuisine algérienne où elles contribuent à l'identité gustative des plats typiques. Au-delà de leur rôle organoleptique, de nombreuses épices sont également reconnues pour leurs vertus médicinales : elles possèdent des propriétés antimicrobiennes, antioxydantes et anti-inflammatoires qui leur confèrent un intérêt thérapeutique certain (**Dosoky et Setzer, 2018 ; Ashokkumar et al., 2021**). Cependant, leur origine, les méthodes de culture, de transformation et de conditionnement peuvent exposer ces produits à une contamination microbienne, ce qui représente un véritable enjeu de santé publique.

Cette étude a permis d'évaluer la qualité microbiologique de différentes épices commercialisées dans la ville de Skikda, qu'elles soient conditionnées ou vendues en vrac. Parmi les quatre épices analysées : poivre noir, ras el hanout, curcuma et piment rouge. Les résultats ont révélé une contamination microbienne globalement élevée, marquée par la présence de la flore totale aérobie mésophile (FTAM), d'*Escherichia coli*, le *Clostridium* ainsi que d'autres entérobactéries dans la majorité des échantillons. Cette flore mésophile, indicatrice d'une hygiène insuffisante, témoigne d'un non-respect des bonnes pratiques de manipulation et de stockage (**Jinap et Jiran, 2022**).

Le résultat le plus préoccupant reste la mise en évidence de *Salmonella* dans le poivre noir conditionné, ce qui est particulièrement grave compte tenu du statut pathogène de cette bactérie et de sa capacité à provoquer des toxi-infections alimentaires sévères (**Turgis et al., 2012**). La présence d'*E. coli* dans les mélanges d'épices spéciaux (res el hanout, chawarma de poulet, épices frites) révèle également une contamination fécale possible, soulignant un problème d'hygiène au niveau de la chaîne d'approvisionnement ou de la manutention.

Par ailleurs, l'étude a mis en évidence une contamination fongique significative dans presque tous les échantillons. La littérature rapporte que des genres comme *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor* ou *Eurotium* sont fréquemment isolés des épices (**Azzoune et al., 2015**). Ces champignons peuvent produire des mycotoxines très stables, qui résistent à la cuisson et aux traitements classiques, et

représentent un risque majeur pour la santé humaine (FAO, 2020). Il est estimé qu'environ 25 % des denrées alimentaires mondiales pourraient être contaminées par ces toxines (FAO, 2020).

Il est particulièrement intéressant de noter que les épices conditionnées présentaient une charge microbienne plus élevée que les épices en vrac, notamment concernant la FTAM et la présence de pathogènes comme *Salmonella*. Cette observation pourrait s'expliquer par des manquements dans le processus de conditionnement industriel ou un stockage prolongé dans des emballages non stériles, favorisant la survie de germes (Zhao et al., 2022).

Enfin, bien que certaines épices soient connues pour leur potentiel antimicrobien (ex. la pipérine du poivre noir, le curcuma), nos résultats confirment que ces propriétés naturelles ne sont pas suffisantes pour empêcher la persistance de micro-organismes pathogènes lorsque les conditions d'hygiène et de conservation ne sont pas respectées (Rani et Saxena, 2013 ; Dosoky et al., 2018). Cela montre l'importance de renforcer la surveillance microbiologique et de sensibiliser producteurs, transformateurs et vendeurs aux bonnes pratiques, afin de garantir une sécurité sanitaire optimale des épices.



Conclusion

Les épices séchées confèrent de la saveur aux aliments. Elles peuvent inclure de nombreuses parties de la plante, notamment des baies, des fleurs, des feuilles, des racines et des graines. Elles sont largement utilisées, ce qui impose le contrôle de leur qualité microbiologique surtout que plusieurs agents pathogènes ont été détectés dans ces dernières et plusieurs épidémies qui leurs sont liées ont également été signalées.

L'objectif de ce travail est d'évaluer de la qualité microbiologique des épices commercialisées au niveau de la wilaya de Skikda soit conditionnées ou en vrac. Pour cela, des échantillons de différents épices ont été prélevées : Poivre noir, Curcuma, Ras El-Hanout, et le Piments.

Ce travail démontre que la contamination des épices est due à plusieurs types de microorganismes. D'une part, la flore microbienne d'altération, comprenant la flore totale aérobie mésophile (FTAM) et les champignons et d'autre part, des agents pathogènes responsables d'intoxications ou de toxi-infections alimentaires, tels que *Staphylococcus* et *Salmonella* qui constituent une menace. Enfin, la présence de marqueurs de contamination fécale (comme le *Clostridium* et les Streptocoques) révèle des lacunes en matière d'hygiène lors de la production, du stockage, et surtout du transport et de la distribution. La présence de plusieurs épices d'entérobactéries dans tous les échantillons renforce les résultats qui démontrent la contamination fécale.

Suite à ses résultats obtenus sur les 8 échantillons d'épice commercialisées (conditionné et en vrac), on conclue que la plus part des résultats sont non conformes. Cette non-conformité et caractériser par le dépassement des normes décrites dans le journal officiel de la République Algérienne surtout par rapport au taux de coliformes.

Nous avons noté également la présence de microorganismes aérobies à 30C° dans les 8 échantillons avec un taux non conforme aux normes.

La présence de *Salmonella* dans le poivre noir conditionné qui nous pousse à tirer la sonnette d'alarme.

Consommer des épices chargées de microorganismes pathogènes au-delà des niveaux autorisés peut présenter des risques sanitaires importants, notamment :

- Lors de la diminution de l'immunité et les dysfonctionnements cardiaques.
- Peuvent provoquer des malformations fœtales et des troubles du comportement psychosocial et neurologique, et un cancer gastro-intestinal.

Les fabricants d'épices doivent respecter des pratiques agricoles, de récolte et de fabrication rigoureuses afin de réduire le risque de pathogènes dans les épices et de protéger la santé des consommateurs.

Respecter les conditions de stockage lors de la vente surtout en détail ou en vrac.

RECOMMANDATION :

Pour les consommateurs :

Achetez malin :

Privilégiez les marques reconnues, vérifiez que l'emballage est intact et sec.

Si possible, choisissez des épices entières à moulin vous-même.

Stockez bien :

Gardez vos épices dans des contenants hermétiques, au sec, au frais et à l'abri de la lumière.
L'humidité est l'ennemi numéro un !

Utilisez proprement :

Lavez-vous les mains avant de manipuler les épices.

Si vous ajoutez des épices à des plats, assurez-vous que la cuisson est suffisante pour tuer les microbes.

Pour les producteurs :

Contrôlez la source :

Choisissez des fournisseurs fiables et testez les matières premières dès leur arrivée.

Traitez efficacement :

Mettez en place des Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF) et utilisez des méthodes de décontamination éprouvées (comme la vapeur) pour réduire les microbes. Assurez un séchage parfait.

Emballez et stockez soigneusement :

Utilisez des emballages protecteurs et stockez les épices dans des conditions optimales (sec, frais, propre).

Testez et suivez :

Faites des analyses microbiologiques régulières sur les produits finis et assurez une traçabilité complète de vos lots.



Références

- Azzoune N., et al., (2015). Qualité microbiologique des épices commercialisées en Algérie. *Revue des Sciences et Technologies*. 29, 93-101.
- Dosoky N.S., Setzer W.N., (2018). Biological Activities and Safety of Zingiberaceae Species. *Current Topics in Medicinal Chemistry*. 18(24), 2230-2242.
- FAO, (2020). *Mycotoxin Prevention and Control in Food Grains*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Jinap S., Jiran N., (2022). Microbiological safety of spices and herbs. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 62(4), 869-882. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1834165>
- Rani S.K.S., Saxena N., (2013). Antimicrobial activity of black pepper (*Piper nigrum* L.). *Global Journal of Pharmacology*. 7, 87-90.
- Turgis M., Han J., Borsa J., Lacroix M., (2012). Combined effects of natural essential oils, bacteriocins and irradiation to control food pathogens and extend shelf life. *Food Control*. 23(2), 447-456.
- Zhao X., Xie Y., Wang B., et al., (2022). Microbiological contamination and risk control of packaged spices. *Food Control*. 131, 108447.
- Dalby, A. (2000). *Dangerous Tastes: The Story of Spices*. University of California Press.
- Freedman, P. (2008). *Out of the East: Spices and the Medieval Imagination*. Yale University Press.
- Krondl, M. (2007). *The Taste of Conquest: The Rise and Fall of the Three Great Cities of Spice*. Ballantine Books.

- Mintz, S. W. (1985). *Sweetness and Power: The Place of Sugar in Modern History*. Penguin Books.
- Ray, K. (2004). *The Migrant's Table: Meals and Memories in Bengali-American Households*. Temple University Press.
- Sharangi, A. B., & Acharya, S. K. (2018). *Spices in India and Beyond: The Origin, History, Tradition and Culture* (pp. 1–11). New India Publishing Agency.
- Turner, J. (2004). *Spice: The History of a Temptation*. Alfred A. Knopf.

(L'autrice Sophie Macheteau ; livre : Mes épices santé 2021 : p 10-11).

- Lefief-Delcourt A., (2012). *Les épices c'est malin : cannelle, clou de girofle, poivre, leurs bienfaits et toutes leurs utilisations méconnues pour la santé*. La Beauté et la Maison,Édition:Paris, Leduc.s éd., 2012 16.
- Figueredo, G. (2007). Étude chimique et statistique de la composition d'huiles. *Graines d'origine méditerranéenne*, 13.
- Graines d'Explorateurs, ENS Lyon. (n.d.). *Le jardin médiéval, littérature et société*. <https://grainesdexplorateurs.ens-lyon.fr/projets-en-cours/projet-hortus-jardin-medieval/lycee-victor-duruy-7e-arrondissement-paris/le-jardin-medieval-litterature-et-societe>
- Heers, C. (2008). Rôle historique des épices et des aromates. *Terre et Vie*, 96, 55.
- Macheteau, S. (2021). *Mes épices santé : Bienfaits et usages de 25 épices du quotidien*.
- Ravindran, P. N. (2023). Spices: Definition, Classification, History, and Role in Indian Life (pp. 1–102).
- Richard, H. (1992). *Épices et herbes aromatiques*. ENSIATec & Doc, Lavoisier, Paris.
- Walker, J. (1994). Antimicrobial compounds in food plants. In *Natural Antimicrobial Systems and Food Preservation* (pp. 181–204).
- Macheteau, S. (2021). *Mes épices santé: Bienfaits et usages de 25 épices du quotidien*.
- FAO. (1990). *Utilisation des aliments tropicaux : sucres, épices et stimulants* (p. 18). Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- QA International Collectif. (1996). *L'encyclopédie visuelle des aliments* (p. 466).

- Martin, G. (2017). *Le livre santé des épices : 27 épices, 200 recettes de santé* (5e éd.). Éditions de l'Homme. ISBN : 9782716317207

Noovo Moi. (s.d.). *Épices : conservation, utilisation et recettes*.

- Embuscado, M. E. (2015). *Handbook of Antioxidants for Food Preservation* (pp. 245–271). <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-089-7.00011-7>
- Keith, S. (2006). Propriétés des principales épices. *Nutrition Journal*, 11.
- Mohammedi, Z. (2006). Études du pouvoir antimicrobien et antioxydant de quelques plantes de la région de Tlemcen. *Produits naturels, activité biologique*, 59.
- Peter, K. V., & Shylaja, M. (2012). *Culinary uses and conservation roles of spices*.
- Sophie, J. (2006). *La culture des plantes aromatiques* (pp. 91–92).
- Brull, S., & Coote, P. (1999). *Preservation methods and microbial control*.
- Horace, D. (1982). *Conservation et microbiologie alimentaire*.
- Jin, J., et al. (2018). *Innovative drying technologies for spices*.
- Kafoutchoni, K. M., et al. (2018). *Agroforestry and spice conservation in Benin*.
- Majumder, R., et al. (2021). *Hybrid drying techniques for spice preservation*.
- Martínez-Graciá, C., et al. (2015). *Encapsulation technologies for antimicrobial agents*.
- Pravallika, P., et al. (2025). *Non-thermal preservation techniques for spices*.
- Saji, K. V., et al. (2019). *ICAR strategies for spice genetic conservation*.
- Souza, E. L., et al. (2005). *Biopreservation of spices using natural antimicrobials*.
- Sulieman, A. M. E., et al. (2023). *Challenges and prospects in spice preservation*.
- Zahra, N. (2024). *Eco-friendly spice preservation approaches*.
- *H Richard, E à l'ENSIA-Tec& Doc, Lavoisier, Paris, 1992- planet-vie.ens.fr.
- *L.H. Mckee ; Microbial contamination of spices and herbs : *Leb. Wiss. Technol.* (1995).
- *M.Banerjee et al ; Growth and enterotoxin production by sporeforming bacterial pathogens from spices. *Food Control* (2004).

-
- *S.Gracia et al ;Microbiological survey of retail herbs and spices from Mexican markets. Food Prot. (2001).
 - *A.Witkowska et al ; The microbiological quality of commercial herb and spice preparations used in the formulation of a chicken supreme ready meal and microbial survival following a simulated industrial heating process. Food Control (2011).
 - *M.Banerjee et al ; Microbiological quality of some retail spices in India. Food Res.Int. (2003).
 - Nair KP., (2011) Agronomy and economy of black pepper and cardamom. The King and Queen of Spices: Elsevier press; 2011. p.380.
 -
 - Damanhoury ZA, Ahmad A., (2014) A review on therapeutic potential of *Piper nigrum* L. (Black Pepper): the king of spices. Med Aromat Plants. 3:161.
 - Ashokkumar K., Murugan M. , Dhanya M. K., Pandian A., Warkentin T.D., (2021). Phytochemistry and therapeutic potential of black pepper [*Piper nigrum* (L.)] essential oil and piperine: a review. Clinical Phytoscience. 7:52.
 - Raja BP, Sethuraman MG., (2008) Inhibitive effect of black pepper extract on the sulphuric acid corrosion of mild steel. Mater Lett. 62:2977–9.
 - Iweala E.J., Uche M.E., Dike Dike E., Etumnu L.R., Dokunmu T.M., Oluwapelumi A.E., Chukwuebuka Okoroa B., Dania O.E., Adebayo A.H., Ugbo E.A., (2023) .Curcuma longa (Turmeric): Ethnomedicinal uses, phytochemistry, pharmacological activities and toxicity profiles—A review. Pharmacological Research-Modern Chinese Medicine. 6 :100222
 - Anas M., Falak A., Khattak W.A., Khan A., Nisa S.G., Aslam Q., Khan K.A., Saleem M.H., Fahad S., (2024). Therapeutic potential and agricultural benefits of curcumin : a comprehensive review of health and sustainability applications. Journal of Umm Al-Qura University for Applied Sciences.
 - Singletary K., (2011). Red pepper:overview of potential health benefits. Nut Today.46:33–47
 - Low Dog T. A reason to season:the therapeutic benefits of spices and culinary herbs. Explore (NY) 2006;2:446-449.

-
- Chen L., Kang W.H., (2013). Anti-inflammatory and antioxidant activities of red pepper (*Capsicum annuum* L.) stalk extracts: Comparison of pericarp and placenta extracts. *Journal of Functional Foods on Science*. 5(4) : 1724-1731.
- Yildiz F., (2019). A seminar review on red pepper (*Capsicum*) production and marketing in Ethiopia. *Cogent Food and Agriculture*. 5 : 1647593
- Srinivasan, K. (2005). Role of spices beyond food flavoring: Nutraceuticals with multiple health effects. *Food Reviews International*, 21(2), 167–188.
-
- Freedman, P. (2008). *Out of the East: Spices and the Medieval Imagination*. Yale University Press. (ouvrage universitaire, très cité et vérifiable : ISBN 9780300124669)
- Gul, K., Singh, A. K., & Jabeen, R. (2017). Nutraceuticals and functional foods: The foods for the future world. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(16), 2977–2994.
-
- Prakash, B., Singh, P., Kedia, A., Dubey, N. K. (2012). Assessment of some essential oils as food preservatives based on antifungal, antiaflatoxin, antioxidant and in vivo efficacy in food system. *Food Research International*, 49(1), 201–208.
-
- Berthold-Pluta, A., Pluta, A., Garbowska, M., & Stefańska, I. (2015). Prevalence and toxicity characterization of *Bacillus cereus* in food products from Poland. *Food Control*, 47, 156–162
- Banerjee, M., & Sarkar, P. K. (2003). Microbiological quality of some retail spices in India. *Food Research International*, 36(5), 469–474.
-
- Food and Agriculture Organization of the United Nations & World Health Organization. (2019). *Codex Alimentarius: Code of Hygienic Practice for Low-Moisture Foods*. Rome: FAO/WHO. [en ligne : <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en/>]