

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn Badis-
Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Mlle BENNACEUR Yamina

Pour l'obtention du diplôme de

Master en biologie

Spécialité : Microbiologie appliquée

THÈME

CONTRÔLE DE QUALITÉ D'HYGIÈNE MICROBIOLOGIQUE DES
ÉPICES UTILISÉES DANS LA CUISINE ALGÉRIENNE (CURCUMA,
PIMENT ROUGE, POIVRE NOIRE)

JURY

Président :	Ait SAADA Djamel	MCA	U. Mostaganem
Encadreur :	BEKADA Ahmed	Professeur	U. Mostaganem
Examineur :	TAHRI Miloud	MCA	U. Mostaganem

Année universitaire 2020-2021

Dédicace

*À chaque personne m'a donné un coup de main quand j'en avais tellement besoin
depuis dès que j'ai commencé mes études à l'université, de près ou de loin.*

Remerciement

Tout d'abord je remercie le bon dieu tout puissant de m'avoir donné le courage, la santé, le souffle et la patience pour accomplir ce travail.

Ensuite, je remercie mes parents, ils étaient mon grand support durant toutes ces années, mes sœurs et mon frère pour être à mes côtés.

Merci à moi-même d'avoir travaillé sérieusement et rigoureusement durant toute ma formation à l'université sous la pression et le stress, j'ai fait mon mieux pour ce travail.

Sommaire

Titre	Page
Liste des figures	a
Liste des tableaux	b
INTRODUCTION GENERALE	I
PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	01
CHAPTIRE I : GENERALITES SUR LES EPICES	01
1. Histoire des épices	01
2. Définition des épices	02
3. Usage médicinal des épices	03
4. Les règles de qualité des épices selon FAO/OMS	05
5. Conservation des épices	05
CHAPITRE II : CARACTERISTIQUES DES EPICES ETUDIER	06
A. Le Poivre noire	06
A.1 L'histoire et l'origine du poivre	06
A.2 Etymologie du poivre noire (<i>Piper Nigrum</i>)	06
A.3 Description de la plante	06
➤ Les feuilles	08
➤ Les fleurs	09
➤ Le fruit et grain	10
➤ Déroulement de la culture	10
➤ Des autre espèces de poivre	12
B. Le Piment rouge	12
B.1 Taxonomie	13
B.2 La classification systématique	13
B.3 Culture de la plante de piment	14
B.4 Composition chimique de piment rouge (<i>Capsicum</i>)	14
➤ Caractère brûlant	15
➤ Propriétés anti-oxydantes	15
➤ Propriétés antimicrobiennes	15
C. Le Curcuma	16
C.1 Etymologie	16
C.2 Historique de Curcuma	16
C.3 Classification systématique	16
C.4 Botanique de Curcuma	16
C.5 Description botanique de la plante de Curcuma	17
➤ Les feuilles	17
➤ Les fruits	18
➤ Composition chimique	18
C.7 Récolte de Curcuma	19
C.8 Curcuma et santé	19
6. Échantillonnage pour les agents pathogènes dans les épices	19
CHAPITRE III : LA MICROBIOLOGIE ET LES EPICES	20
a) <i>Escherichia Coli</i>	22
b) <i>Salmonella sp</i>	22
c) <i>Staphylococcus</i>	22

d) Anaérobies sulfito-réducteurs	23
e) Levures et moisissures	23
7. Définition de la qualité	23
8. Qualité hygiénique	23
9. Contrôle de la qualité des épices	24
10. La conservation des épices	24
PARTIE II : PARTIE EXPERIMENTAL	19
1. Objectif	25
2. Lieu de l'étude	26
3. Matériel et méthodes	26
3.1 Matériel biologique	26
3.1.1 Echantillonnage	26
3.1.1 présentation des échantillons d'épices	27
- Le piment rouge	27
- Le poivre noire et curcuma	27
3.1.3 Matériel de prélèvement	27
3.1.4 Matériel de laboratoire	27
3.1.5 Analyses microbiologiques	27
3.1.6 les germes recherchés	27
➤ Milieu de culture utilisés	27
➤ Prise d'essai	28
➤ Préparation des dilutions décimales	28
➤ Ensemencement	29
✓ Isolement des anaérobies sulfito-réducteurs	29
✓ Isolement de spores des anaérobies sulfito-réducteurs	29
✓ Isolement des levures et des moisissures	29
➤ Incubation	31
4. Résultats	32
4.1 Anaérobies sulfito-réducteurs	32
4.2 <i>staphylococcus</i> à coagulase +	34
4.3 <i>salmonella sp</i>	34
4.4 <i>Escherichia Coli</i>	34
4.5 Levures et moisissures	34
Discussion	38
Conclusion	40
Résumé	41
Annexe	42
Liste des références	44

Liste des figures

Figures	Titre	Page
Figure 01	Planche botanique d'une branche de <i>Piper nigrum L.</i>	07
Figure 02	Schéma d'une branche de <i>Piper nigrum L.</i>	08
Figure 03	Plant de poivrier sur son arbre support.	09
Figure 04	Feuilles de tiges orthotropes et de rameaux plagiotropes de <i>Piper nigrum L.</i>	09
Figure 05	Epis en chatons de <i>Piper nigrum L.</i>	09
Figure 06	Organes mâle et femelle d'une fleur bisexuée de <i>Piper nigrum L.</i>	10
Figure 07	Coupe transversale d'une baie de <i>Piper nigrum L.</i>	11
Figure 08	Schéma récapitulatif d'une culture de poivre, de la multiplication à la récolte.	12
Figure 09	<i>Curcuma longa</i> , rhizome frais et poudre areeya. Cúrcuma (<i>Curcuma longa L.</i>).	17
Figure 10	Dessin représentant la plante entière, d'après	17
Figure 11	<i>Curcuma longa</i> , Linné.	26
Figure 12	Diagramme du déroulement de l'échantillonnage.	27
Figure 13	Diagramme de préparation de piment rouge.	29
Figure 14	Principe des dilutions décimales.	29
Figure 15	Aspect de moisissures et levures sur gélose OGA pour les échantillons de curcuma en poudre (les résultats après 72h).	35
Figure 16	Observation par microscope optique de levure (x100).	36
Figure 17	: Les normes exigées selon le journal officiel d'Algérie.	36

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
Tableau 01	Effets biologiques des principales épices	04
Tableau 02	Les différentes espèces de poivre cultivés dans le mande.	12
Tableau 03	Les variétés de poivron cultivées en Algérie.	14
Tableau 04	Anaérobies sulfito réducteurs à 37°C Après 24 à 48 h d'incubation (Piment rouge).	32
Tableau 05	Les résultats de Anaérobies sulfito réducteurs à37°C (Après 24 à 48 H) (Curcuma).	32
Tableau 06	Les résultats de Anaérobies sulfito réducteurs à46°C (Après 24 à 48 H) (Curcuma).	32
Tableau 07	Les résultats de Anaérobies sulfito réducteurs à37°C (Après 24 à 48 H) (poivre noire).	33
Tableau 08	Les résultats de Anaérobies sulfito réducteurs à46°C (Après 24 à 48 H) (poivre noire).	33
Tableau 09	les résultats de dénombrement des colonies dans l'échantillon qu'ils sont pris après 27H.	35

Introduction générale

Les épices et les herbes aromatiques peuvent se définir de façon générale comme des produits d'origine végétale utilisés dans notre alimentation pour assaisonner les plats ; ils apportent une saveur originale à la préparation culinaire, dans laquelle ils sont incorporés, et sont pour une bonne part responsables des plaisirs de la table.

Les épices sont utilisées partout dans le monde pour préparer les aliments principalement en raison de leurs propriétés aromatisantes, ainsi que leurs propriétés cosmétiques et médicinales notamment anti-oxydantes et anti-inflammatoires. Les épices contaminées peuvent causer un problème microbiologique, selon l'utilisation finale.

Les épices et les condiments sont consommés depuis la préhistoire pour rehausser la saveur et le goût des aliments cuits. Les épices sont des agents d'assaisonnement aromatiques, piquants, généralement utilisés en petites quantités. Les condiments sont les herbes utilisées pour compléter les aliments et généralement ajoutées en plus grandes quantités que les épices. Contrairement aux épices, elles n'ont aucun effet toxique sur le corps humain. Les herbes étaient reconnues comme ayant une valeur médicinale depuis les temps anciens et ont été enregistrées par les premiers écrivains comme des élixirs de vie (Tapsell LC et al, 2006). Bien que les raisons scientifiques des maladies ne soient pas connues, les épices et les condiments étaient traditionnellement utilisés comme agents curatifs et préventifs. Plusieurs maladies métaboliques et troubles dégénératifs liés au développement ou à l'âge sont connus pour être associés à des processus oxydatifs dans le corps. Comme indiqué par les scientifiques, ces herbes peuvent combattre les dommages oxydatifs et prévenir l'apparition d'un certain nombre de maladies en développant une immunité innée si elles sont consommées de manière appropriée. (Kaefer CM et al, 2008)

Les valeurs médicinales des épices et des condiments sont ravivées par les biologistes grâce à des essais in vitro et in vivo fournissant des preuves de ses activités antimicrobiennes.

Des herbes et des épices ont été appliquées en raison des propriétés sensorielles bien documentées, des fonctions pharmacologiques spéciales et de l'activité antimicrobienne (Mata et al., 2007 ; Park, 2011),

Le contrôle microbiologique des aliments a pour objectifs de contrôler les caractères moins apparents mais fondamentaux d'un produit alimentaire. Il s'agit de la salubrité c'est-à-dire:

INTRODUCTION

l'absence d'action toxique de microorganismes pathogènes ou toxigènes ainsi que le niveau des populations des germes d'altération. (Andrews, W.H, 1996).

Des études antérieures sur la microbiologie des épices ont démontrés les profils de microorganismes, y compris les hétérotrophes totaux, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Salmonella* et les moisissures toxigènes (Banerjee et Sarkear, 2003).

Dans les laboratoires pratiquant des examens microbiologiques, les principaux objectifs sont la conservation, la revivification, la croissance, la recherche et/ou le dénombrement d'une grande variété de micro-organismes. Les milieux de culture sont utilisés dans toutes les méthodes de culture microbiologique traditionnelles comme dans de nombreuses autres méthodes alternatives. Il existe de nombreuses formules de milieux de culture disponibles dans le commerce et un plus grand nombre encore, destinées à des utilisations spécifiques, sont décrites dans la littérature. (ISO 11133 :2014).

Dans cette recherche, nous tenterons de déterminer le niveau de contamination et d'évaluer la qualité d'hygiène microbiologique de quelques épices les plus utilisées pour la préparation des plats traditionnels algériens. Cette étude concerne trois principales épices qui sont le poivre noir, le piment rouge et le curcuma. Les analyses microbiologiques ont été réalisées sur ces épices dans deux différents états poudre et plante qu'elles ne sont pas emballées depuis une usine. Elles ont été exposées à l'air libre.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 01 : Généralités sur les épices

1. Histoire des épices

L'histoire des épices est aussi ancienne que l'histoire de la civilisation humaine. De nombreux textes religieux comportent des références sur l'utilisation du poivre. Du fait de son inestimable valeur, cette épice a indiscutablement amené l'humanité à parcourir la planète, et les peuples à se rencontrer. (Ravindran PN.2000)

Trois mille ans avant Jésus-Christ, les chinois, les égyptiens, les phéniciens et les perses échangeaient des épices par de la monnaie ou par des esclaves (Hossain et al., 2008 ; Droniou, 2012). À la même époque, les Arabes achètent leurs épices en Inde et se procurent ailleurs d'autres denrées (la cannelle au Sri Lanka, le macis et la noix de muscade en Insulinde, la myrrhe en Afrique de l'Est) et produisent de l'encens. Des caravanes de chameaux suivent les voies terrestres qui partent de Calcutta, tandis que les navires rallient l'Occident en passant par le golfe Persique. Pour conserver leur mainmise sur ce commerce lucratif, les Arabes gardaient secret les lieux où sont cultivées les plantes ; les marchands arabes sont alors les seuls exportateurs et importateurs d'épices. Ils les négocient en Égypte, en Iran, en Afghanistan et dans les pays méditerranéens. De là, ils les exportent vers l'Europe (Décobert, 1998).

Le commerce des épices a une histoire fascinante et intrigante qui s'étend sur des milliers d'années. En tant que marchandises à haute valeur commerciale, les dirigeants des villes et des royaumes ont acquis une grande richesse lorsque les épices ont été transportées de Chine, d'Indonésie et d'Inde vers l'Égypte, la Méditerranée orientale et les marchands européens. Il est souvent noté que le pays qui contrôlait le commerce des épices à un moment donné de l'histoire était généralement le plus riche et le plus puissant du monde à cette époque (American 1990). Le mystère enveloppait l'origine des épices et se perpétua par les marchands jusqu'au XVe siècle, à tel point que la plupart des utilisateurs d'épices ignoraient d'où elles provenaient. Des pionniers tels que Marco Polo, Christophe Colomb et Ferdinand Magellan ont découvert des routes vers les régions productrices d'épices, qui ont ouvert la voie à une plus grande accessibilité et à un prix abordable pour tous (Farrell 1990). La demande d'épices en Amérique a augmenté avec l'afflux de diverses cultures et, avec elles, leurs préférences alimentaires.

La culture du piment est très ancienne ; on pense qu'il est originaire du Brésil. Ce fut l'une des premières plantes cultivées en Amérique du Sud, il y a 7000 ans (Mexique).

Les piments ne furent introduits en Europe qu'à la fin du XVe siècle, à la suite des voyages de Christophe Colomb. Après sa découverte par les Espagnols à Saint-Domingue, le piment deviendra rapidement « l'épice du pauvre ». En effet, au 17ème et 18ème siècle, les épices importées coûtaient très cher et constituaient un signe extérieur de richesse.

2. Définition des épices

Le mot épice tire son origine du latin species qui signifie « espèce », « substance » « drogue ». Il désigne de nombreuses plantes comme le poivre, la cannelle, la vanille, le safran, ou bien le giroflier, possédant toutes des arômes puissants qui stimulent nos perceptions olfactives et gustatives (Eric BIRLOUEZ). Agronome consultant et enseignant en Histoire et Sociologie de l'Alimentation

Selon le rapport de l'Organisation internationale de normalisation (ISO), il existe environ 109 épices cultivées dans différentes parties du monde. L'Inde cultive plus de 60 épices. Le terme « épices et condiments » désigne des produits végétaux naturels ou des mélanges utilisés sous forme entière ou moulue comme compléments alimentaires, principalement pour conférer saveur, arôme et piquant aux aliments. Il est également utilisé pour assaisonner les aliments et aromatiser les boissons (hph204 spices and conditions).

Selon commission du codex alimentarius les épices sont des composants séchés ou mélanges de plantes séchées utilisés dans les aliments pour aromatiser, colorer et conférer du goût. Le terme s'applique également aux épices sous forme entière, cassée, broyée et mélangée.

Les épices peuvent inclure différentes parties de la plante, comme l'arille (ex., macis, muscade), l'écorce (par ex., la cannelle), les baies (par ex., le poivre), les boutons (par ex. les clous de girofle), les bulbes (par ex., l'ail), (par ex., le safran), les rhizomes (par ex., le gingembre, le curcuma), les graines (par ex., la moutarde), les fleurs ou les stigmates (par ex., le safran), les gousses (par ex., la vanille), les résines (par ex. l'asa foetida), les fruits (par ex., le piment) et les parties aériennes.

Les épices comme des assaisonnements sont des parties de plantes aromatiques à la saveur forte ou des préparations, notamment des mélanges faits à partir de ces plantes. Elles sont des éléments indispensables à toute cuisine, utilisées en petite quantité, servant à l'assaisonnement

des mets. Elles sont destinées à relever, parfumer, conserver et colorer tout en procurant une saveur particulière (Przygodzka, 2016).

Les épices et les condiments sont des produits horticoles exempts des matières exogènes utilisés pour aromatiser, donner du goût, garnir ou assaisonner différents produits alimentaires. Ils remplissent de nombreuses fonctions dans notre industrie culinaire. Les épices, en tant que telles, peuvent être extraites de différentes parties d'une plante. Fleurs, feuilles, tiges, rhizomes, graines, écorces et même le stigmate et le style d'une fleur peuvent en être une source. Différentes formes d'épices sont disponibles sur le marché, comme les épices brutes, séchées ou pré-moulues (Balasubramanian et al. 2016).

Elles sont des substances odorantes ou piquantes d'origine végétale. Elles sont composées de fibres, hydrates de carbone, protéines, gomme, cendres, substances aromatiques volatiles (huiles essentielles) et non volatiles. Ces composants répandent à chaque épice des caractéristiques organoleptiques et thérapeutiques particulières (Raghavan, 2007). Les épices sont des parties naturelles des plantes, comme des racines (gingembre), des écorces (cannelle), des feuilles (laurier), des fleurs (clou de girofle) et des graines (coriandre) (Häfliger, 1999). Les épices peuvent être utilisées seules ou sous forme d'un mélange d'épices. Parmi ces mélanges on mentionne, le curry, caractéristique de la cuisine Indienne et "ras-el-Hanout" de la cuisines Algérienne (Bahorun, 1997 ; Annou, 2017).

3. Usage médicinal des épices

Les épices sont classées parmi les plantes médicinales. Aux doses utilisées en cuisine, toutes les épices sont bonnes pour la santé. Elles sont de nombreuses indications thérapeutiques et préventives: anti-inflammatoire et anticancéreux (curcuma), contre la jaunisse (le fenugrec), antidiabétique (la cannelle), contre les rhumatismes et les névralgies (la noix de muscade), vermifuge, anti rages de dents (le clou de girofle), contre les refroidissements en accélérant la circulation sanguine (cannelle, moutarde et piment), soulagement des douleurs dues aux règles mensuelles (l'anis vert), contre l'hypercholestérolémie, l'indigestions, les nausées, les flatulences, coliques (gingembre), contre l'insomnie (coriandre et clou de girofle)...etc. (Guilloton, 2005 ; Annou, 2017).

Tableau 01 : Effets biologiques des principales épices (Keith, 2006).

Effets biologiques	Epices et herbes aromatiques
Anti-oxydant	Toutes les épices, mais plus particulièrement cannelle, clou de girofle, ail, gingembre, citronnelle, mélisse, origan, menthe poivrée, sauge, thym
Anti-cancer (prévention)	Anis, basilic, poivre noir, carvi, agrumes, clou de girofle, fenouil, ail, gingembre, thé vert, moutarde, romarin, soja, curcuma
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
Contrôle de la glycémie	Cannelle, gingembre, oignon, origan, romarin, thym
Anti-inflammatoire	Feuille de laurier, poivre noir, ail, gingembre, thé vert, origan, romarin, thym, curcuma
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
Immunomodulation	Poivre noir, ail
Neutralisation de toxines	Carvi, agrumes, coriandre, ail, thé vert, moutarde, romarin, curcuma.

4. Les règles de qualité des épices selon FAO/OMS

Dans la plupart des pays, l'élaboration et la rédaction des lois et des règlements prennent un certain temps, les prescriptions techniques à y inclure-telles quelles ont modifiées- existent déjà et l'on peut facilement se les procurer. La commission conjointe FAO/OMS du Codex Alimentarius (commission du codex alimentaire) à élaborer tout un éventail de normes de produits et de codes d'hygiène qui peuvent être inclus tels quels dans les règlements d'exportation.

5. Conservation des épices

Les épices pourraient être des alternatives naturelles aux conservateurs artificiels.

Des épices comme l'origan, la sauge, le clou de girofle, le thym, la cannelle ou l'ail sont des tueurs efficaces de bactéries, car ils contiennent des huiles essentielles, qui agissent contre les micro-organismes et assurent la conservation des aliments. Les épices comme l'origan et la marjolaine peuvent être ajoutées à des charcuteries ou des produits à base de viande pour les protéger des champignons et des bactéries (Evandro *et al.*, 2005).

Les épices sont utilisées dans l'industrie alimentaire également pour retarder la dégradation oxydative des lipides (Wojdylo *et al.*, 2007).

Chapitre 02 : caractéristiques des épices étudiées (Poivre noir, Curcuma et piment rouge).

A. Poivre noir

Le poivre noir est originaire de l'Inde. Il pousse actuellement en plus de l'Inde dans d'autres régions tropicales du monde comme l'Asie du Sud-Est, l'Amérique latine ou encore l'Afrique.

Est une plante médicinale avec un effet digestif indiqué en cas de troubles digestifs, utilisé en général tel quel sous forme de poivre noir ou en huile essentielle. Relevons que le poivre noir est de nos jours davantage utilisé en cuisine (sous forme de condiments) qu'en phytothérapie. Le poivrier noir peut atteindre une hauteur de 7m. (Dr. Xavier Gruffat).

A.1 L'histoire et l'origine du poivre

Le terme de poivre incarne ses nombreux périples à travers l'histoire. Le poivre est une épice obtenue à partir des baies de différentes espèces de poivriers, des plantes de la famille botanique des pipéracées. Mais il faut faire la différence entre les vrais poivres et les faux. En effet, Seuls les fruits du *Piper nigrum*, du *Piper cubeba* et du *Piper longum* ont droit légalement à l'appellation de "poivre".

L'espèce *Piper nigrum* produit ; selon le stade de sa récolte et le type de sa préparation ; le poivre vert, blanc ou noir. L'espèce *Piper longum* produit le poivre long, très utilisé dans l'Antiquité et au Moyen Âge, mais presque oublié de nos jours. Le *Piper cubeba* produit le poivre cubèbe, un grain rond à petite queue, d'où son nom de « poivre à queue ». (ACTUALITE DU POIVRE DANS LE MONDE ET EN COTE D'IVOIRE)

A.2 Etymologie du poivre noir (*Piper Nigrum*)

Le poivre noir dérive du sanskrit pippali (*Piper longum*) (Srinivasan, 2013) qui devient péperi (πέπερι) en grec ancien puis piper en latin. Les deux premiers termes durant l'Antiquité désignant une épice qui provenait d'un poivrier mais pas forcément du *Piper nigrum*. L'histoire antique de ce dernier étant souvent liée, et confondue avec celle du poivrier long. (Ahiwa, 2015)

Le poivre noir est le fruit du poivrier qui se développe dans les zones tropicales surtout au Vietnam, l'Inde, Brésil, l'Indonésie et la Malaisie (Damanhoury et Ahmed, 2014). Le poivrier est une plante grimpante et vivace de 8-10m, ses tiges ligneuses et volubiles sont articulées rondes et lisses. Après fécondation, les fleurs se développent en baies à une graine chacune sont regroupées en épis retombants. Les baies vertes sont les fruits immatures de la plante, les grains de poivre noirs et blancs proviennent de la même plante, mais sont cueillis à des stades différents de la maturité (Meghwal et Goswami, 2012).

Cette épice est classée systématiquement comme suit :

Règne : Plantae.

Embranchement : Spermaphytes.

Classe : Dicotylédones.

Ordre : Piperales.

Famille : Piperaceae.

Genre : Piper.

Espèce : *Piper nigrum* L. (Pham, 2007).



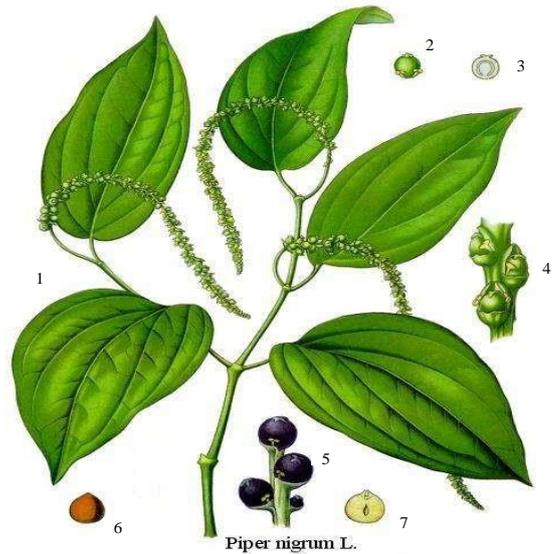
Légende

1. Fragment d'un épi vert, montrant 3 fleurs bisexuées.
2. Baie mure.
3. Coupe transversale d'une baie mure.
4. Coupe longitudinale d'une baie mure.
5. Embryon.

Figure 01 : Planche botanique d'une branche de *Piper nigrum* L.

Figure 02 : Schéma d'une branche de *Piper nigrum* L. (www.toildepices.com)

- Légende**
- 1- rameau avec ses feuilles et ses épis fructifères
 - 2- baie verte
 - 3- Coupe transversale d'une baie verte
 - 4-Fragment d'un épi vert, montrant 3 fleurs bisexuées
 - 5-Fragment d'un épi mûr
 - 6- Baie mûre
 - 7- Coupe transversale d'une baie mûre



A.3 Description de la plante

En parlant de la plante de poivre noire, de ces deux parties souterrain et aérienne et ces composants.

On peut mentionner le **système racinaire** qui se trouve dans la partie enterrée qui est défini en deux sortes : **Les racines souterraines** et **Les racines crampons**.

Et pour la partie aérienne ; **système caulinaire** ; est constituée de trois sortes de bois : **Des tiges verticales** ou **orthotropes**, **Des tiges plagiotropes**, **Des stolons**. (Hubert P, 1970).

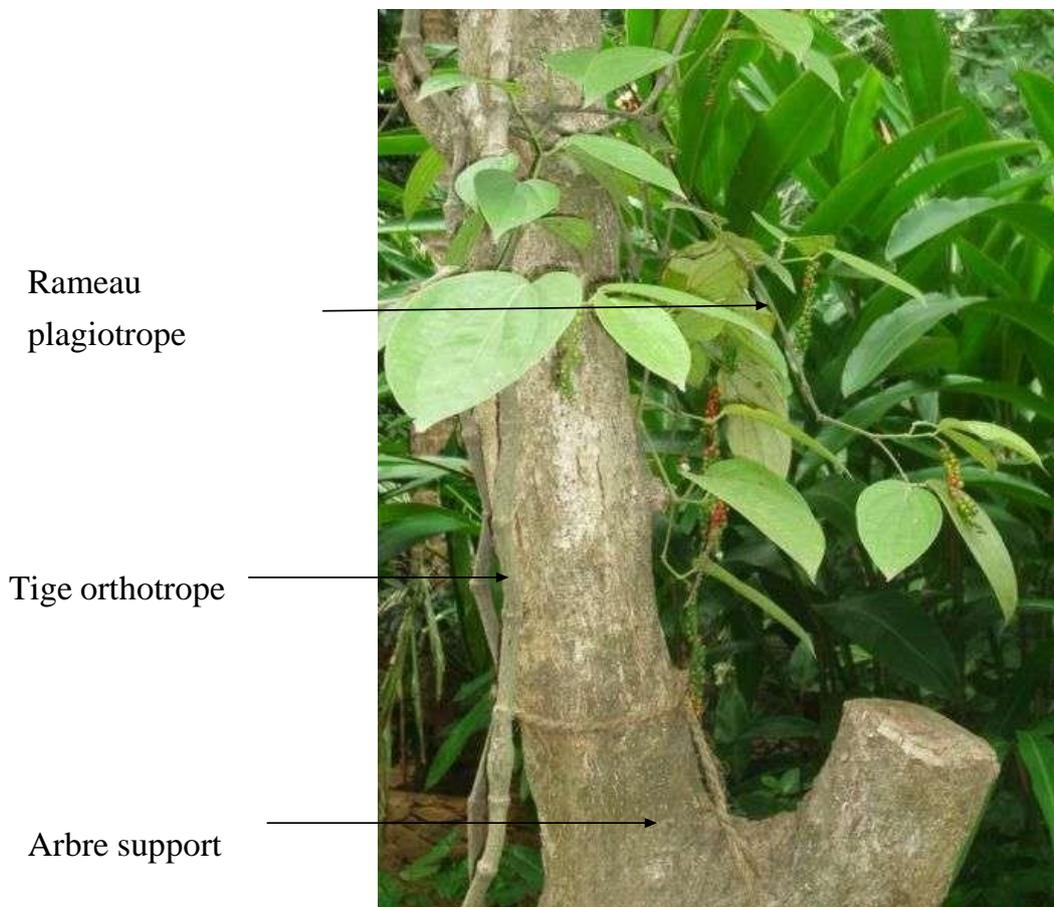


Figure 03 : Plant de poivrier sur son arbre support
(www.commonswikimedia.org)

➤ **Les feuilles**

Le poivrier se présente sous la forme d'une liane vivace à tige ligneuse avec feuillage persistant. Les feuilles sont alternes, de forme allongée et acuminées en leur sommet. Le pétiole et le limbe (figure)



Figure 04 : Feuilles de tiges orthotropes et de rameaux plagiotropes de *Piper nigrum* L. (www.fns.uniba.sk)

Les inflorescences sont des épis de 7 à 10 cm de long, opposés aux feuilles. Elles naissent uniquement sur les rameaux plagiotropes et comptent jusqu'à 150 fleurs blanches, disposées en spirale. Les épis peuvent avoir uniquement des fleurs bisexuées ou des fleurs femelles. L'épi se détache en entier à maturation. (Maistre et al 1965)

Figure 05 : Epis en chatons de *Piper nigrum* L. (www.toildepices.com)



➤ Les fleurs

Les fleurs sont disposées en épis pendent et sont opposées aux feuilles terminales (Ravindran 2000).

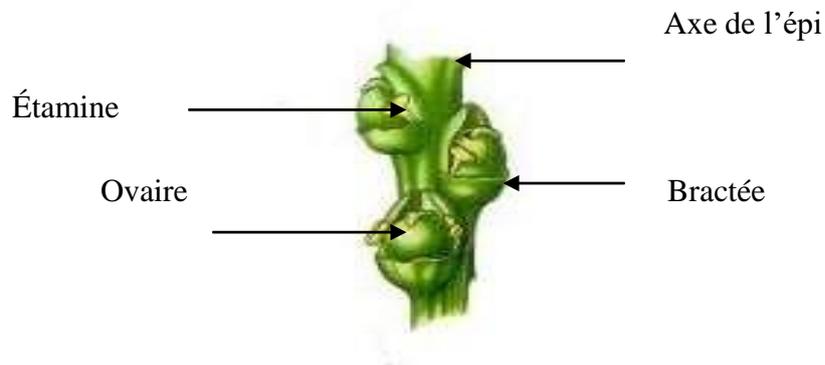


Figure 06 : Organes mâle et femelle d'une fleur bisexuée de *Piper nigrum* L. (www.toildepices.com)

➤ Le fruit et graine

L'ovaire devient une baie de 0,3 à 0,8 cm de diamètre, elle ne renferme qu'une seule graine (baie monosperme). Les baies, rondes et faiblement charnues sont appelées drupes. D'abord vertes, elles jaunissent puis rougissent à maturité et deviennent noires par dessiccation. Le grain de poivre est formé par un embryon droit, un endosperme réduit et d'un important péricarpe.

Il est composé depuis l'extérieur vers l'intérieur, de cinq parties distinctes : épicarpe, mésocarpe, endocarpe, téguments séminaux et péricarpe. Chaque partie possède sa propre structure.

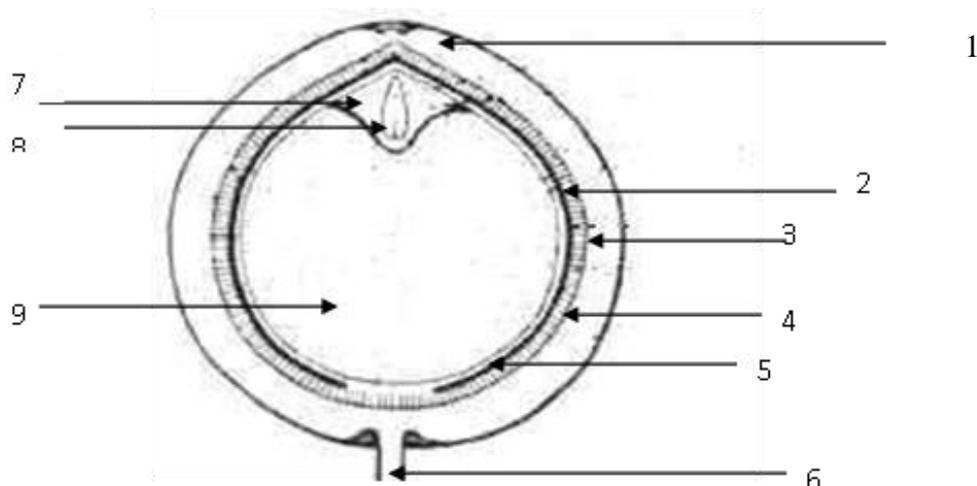
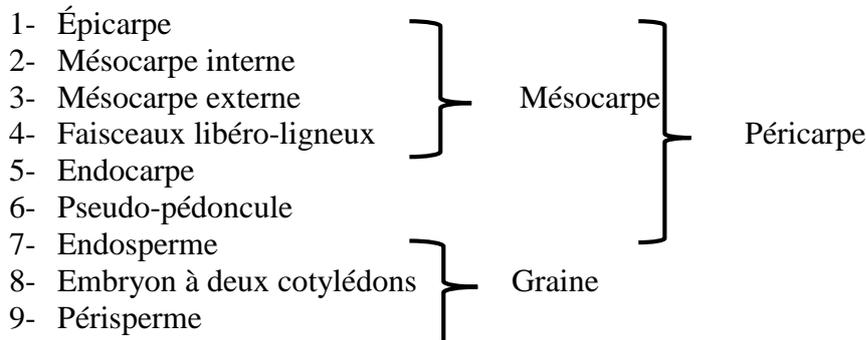


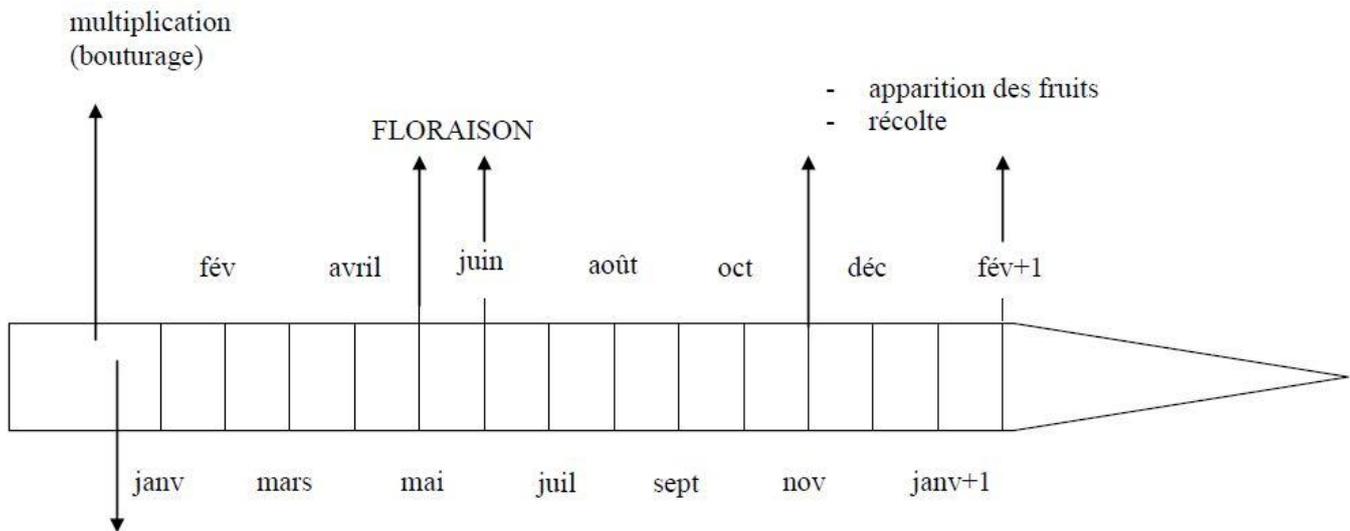
Figure 07 : Coupe transversale d'une baie de *Piper nigrum* L. (www.biologica.edu.ar)

Légende:



- **L'épicarpe** est formé de deux ou trois couches de cellules carrées et foncées, à parois épaisses et remplies d'une résine brune.
- **Le mésocarpe** est distingué en mésocarpe externe et interne :
- **Mésocarpe externe** : rangées de cellules scléreuses à parois épaisses, de cellules à parois minces contenant des grains d'amidon, et de cellules oléorésineuses.
- **Mésocarpe interne** : rangée de cellules aplaties à parois minces.
- Entre les deux couches : faisceaux libéro-ligneux (correspondant aux nervures du carpelle) et glandes oléifères.
- **L'endocarpe** est constitué d'une assise de cellules à parois épaisses, en fer à cheval et de couleur foncée. Il est intimement lié à la graine et la protège
- **La graine** est composée d'un important **périsperme** fait de cellules polygonales remplies d'amidon, il est ainsi appelé périsperme amylicé. **L'endosperme** plus réduit contient un embryon droit à deux cotylédons dirigés vers la base du fruit. (Maistre, 1964) (Teuscher et al, 2005) (Swahn, 1993)
- **Production** Le poivrier devient productif au bout de trois ans. Son pic de production se situe vers six ans, puis à partir de vingt-cinq ans, sa productivité diminue. Une poivrière est abandonnée lorsqu'elle atteint l'âge d'une trentaine d'années.

➤ Déroulement de la culture



- plants en nurserie pendant 3 mois
- repiquage des plants sur tuteurs
- arbres productifs qu'au bout de 5 ans

Source : Secrétariat de la CNUCED
(Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement)

Figure 08 : Schéma récapitulatif d'une culture de poivre, de la multiplication à la récolte (www.unctad.org).

➤ Il existe bien d'autres espèces de poivre :

le poivre noir de Malabar	région de la côte ouest de l'Inde
le poivre noir du Sarawak	un des 2 états Malaisiens situés sur l'île de Bornéo
les poivres blanc	c'est le grain bien mûr passé dans l'eau salée
Le poivre vert	la couleur verte correspond à la jeunesse du poivre avant qu'il ne vire au rouge
Le poivre rouge	quand le fruit est parfaitement mûr il devient rouge et très puissant.

Tableau 02 : les différentes espèces de poivre cultivés dans le monde.

B. Le piment rouge

Les piments étaient déjà consommés 11000 avant J.C et cultivés depuis 7000 ans. Les Incas le vénéraient et aromatisaient leur « chocolat » avec du piment frais broyé. C'est en Asie qu'on retrouve les piments les plus brûlants. La variété 'Habanero' fait pleurer quand on le coupe. (Laura Asther ; 2012).

Le piment est un légume du genre *Capsicum*, famille des Solanacées, originaire de continent américain. On trouve la totalité des espèces sauvages (environ 25) dans cette région. Les formes cultivées ont été domestiquées aux temps préhistorique (Gruben, 2004).

La culture du piment est très ancienne ; on pense qu'il est originaire du Brésil. Les piments sont utilisés pour leurs propriétés multiples (médicinales, culinaires...), comme condiment ou comme légume. Le piment remplaça donc le « poivre d'Inde », très dispendieux (Foury et Pitrat, 2015).

Le genre *Capsicum* a cinq espèces domestiques (*C.pubescens*, *C.baccatum*, *C.annuum*, *C.chinense* et *C.frutescens*). (Erard, 2002)

B.1 Taxonomie

Le piment (*capsicum*) appartient à la famille des solanacées, laquelle inclut les tomates, la pomme de terre et les aubergines (Coon, 2003). Aujourd'hui, le genre *Capsicum* compte 5 espèces domestiquées (*C. pubescens*, *C. baccatum*, *C. annum*, *C. chinense* et *C. frutescens*), et au moins 25 espèces sauvages (Stummel et Bosland, 2007).

B.2 La Classification systématique

La classification internationale de Cronquist pour le piment est la suivante (Goetz et Le Jeune, 2012). Règne : Plantae

Sous règne : Tracheobionta

Subdivision : Spermatophyta

Division : Magniophyta

Classe : Magniopsida

Sous classe : Asteridae

Ordre : Solanales

Famille : Solanaceae

Genre : *Capsicum*

Especie : *Capsicum annum*

Les fruits du piment sont considérés comme des légumes, mais botaniquement parlant, ils sont des baies. En fait, ils sont généralement classés selon les caractéristiques de fruits (goût piquant, couleur, forme de fruits, etc.) (Guignard, 1996).

La saveur piquante de certaines espèces qualifiées de piment fort par opposition aux piments doux est liée à la présence de la capsaïcine (C₁₈H₂₇NO₃), substance irritante du groupe des vanillyl-amides localisé au niveau de placenta et dont la plus forte concentration se rencontre au voisinage des graines (Messiaen, 1975).

Il s'agit d'une baie constituée d'un péricarpe charnu plus ou moins épais selon les variétés et d'un placenta à la surface duquel sont implantées les graines, principalement sur sa partie centrale et basale. La couleur de l'épiderme est verte avant maturité, puis de couleur variable à maturité selon les variétés, les plus communes étant le rouge ou le jaune (Erard, 2002).

Chez les *Capsicum* les graines sont lisses, plus plates que celles d'aubergine, la germination est identique à celle de la tomate et de l'aubergine (Guignard, 1996). La graine du piment est assez petite, plate et lisse. Sa longévité est de l'ordre de 5 ans. Pour les formes cultivées, il faut environ 150 g de fruits pour obtenir 1 Kg de semences (Guignard, 1996).

Espèce	Variété fixée	Variété hybride	Irrégulièrement cultivée
Piment doux	Doux d'Espagne, Doux Marconi, Jaune, Doux D'Italie Amélioré	Prédis, Magister, Lipari, Sonar, Arabal, Pacifico, Atlantic, Ttalico, Bruyo.	Doux Marconi Rouge et SFA3
piment	Come de Chèvre, De Cayenne	Nour, Capro, Bruto	

Tableau 03 : Les variétés de poivron cultivées en Algérie. (Abdelghurfi et Ramadan (2003)).

B.3 Culture de la plante de piment

Le piment se cultive en plein champs aussi sous petit tunnel plastique ou en serre comme une plante annuelle. Dès l'apparition de la première feuille, la plante est prête pour le repiquage en jardin ou en terre chaude de 10°C à 15°C jours après le semis. La plante obtenue sous abri, car elle a besoin de chaleur pour une levée correcte (de 25 °C à 30°C c avec un sol à 30°C), donc il supporte des températures qui atteignent 23 °C le jour et 16 °C nuit selon (Pochard, 1987) les températures ne doivent pas moins que 15°C pour cela il est conseillé de les installer sous serre. On cultive le piment dans les sols profonds, bien aérés, irrigables. car il est sensible à l'humidité de sol (Érard, 2002).

Les épices en général et le piment en particulier ont des effets bénéfiques pour la digestion des aliments (Platel et Srinivasan, 2004) : ils stimulent l'appétit en augmentant la palatabilité des aliments, les sécrétions digestives (salivaires, gastriques, pancréatiques biliaires et intestinales) ; ils favorisent l'absorption des nutriments et accélèrent le transit intestinal.

Le piment comme épice ou condiment, est présent dans de nombreux plats africains. Il est consommé surtout pour sa sensation chaude et piquante (assaisonnement et exhausteur de goût) recherché dans la plupart des mets. La grande période de production du piment se situe de Juin à Septembre, période caractérisée par les pluies abondantes et peu d'ensoleillement. Le piment récolté ne se conserve que quelques jours après la cueillette comme beaucoup d'autres fruits tropicaux (Platel et Srinivasan, 2004 ; Sehonou, 2007).

B.4 Composition chimique de piment rouge (*Capsicum*)

Le *Capsicum* contient des colorants, principes piquants, résine, protéines, cellulose, pentoses, éléments minéraux et une faible quantité d'huiles volatiles (les graines contiennent les huiles non volatiles) (Tewksbury et al., 2008).

Il contient aussi de nombreux produits chimiques, y compris l'eau, les acides gras, les huiles essentielles, les capsaïcinoïdes, la résine, les protéines, les fibres et les éléments minéraux (Rubio et al 2002)

Il présente une valeur nutritive élevée et il constitue une source très riche en composés bioactifs comme la vitamine C, B et E, les polyphénols, les chlorophylles, les caroténoïdes et les sucres. (Jadczak et al 2009)

Beaucoup de ces produits chimiques ont une importance pour la valeur nutritive, le goût, la couleur et l'arôme. Les deux groupes de produits chimiques les plus importants trouvés dans les piments sont les caroténoïdes et les capsaïcinoïdes. (Bosland 2000).

➤ Caractère brûlant

La capsaïcine est le principe actif principal présent dans le fruit de plusieurs variétés de *Capsicum* : poivron, paprika, chili, piment fort, etc.... (Bosland et Votava, 2000). De plus, la capsaïcine, un amide de formule : 8-méthyle N-vanillyle 6-nonénamide appartient à la famille des capsaïcinoïdes qui est responsable de la saveur plaquante des piments forts (De,2003 ; Omelas-Paza et al.,2010)

➤ Propriétés anti-oxydantes

Les piments forts renferment plusieurs types d'antioxydants et au fil de leur mûrissement, la concentration de plusieurs de ces composés augmente (Bosland, 2004 ; Oboh et Rocha, 2007). *Capsicum* est une source riche en flavonoïdes qui sont connus pour leur activité anti-oxydante comme la lutéoline et la quercétine (Miean et Mohamed, 2001)

➤ Propriétés antimicrobiennes

Snyman et al. (2001) avaient rapporté que le piment rouge et le piment noir contiennent respectivement de la capsaïcine et de la pipérine ayant des effets antimicrobiens.

En 1999, Molina-Torres et al., avaient étudié l'effet antibactérien de la capsaïcine et de l'affinine sur *E.coli* ; *Pseudomonas solanacearum* ; *Bacillus subtilis* et *Saccharomyces cerevisiae*.

C. Le Curcuma

C.1 Etymologie

Le terme de curcuma est d'origine irano-indienne. Il dérive du sanscrit kartouma qui a donné kurkum en persan ancien, kourkoum en arabe et curcuma en latin. Notons que sa couleur jaune intense le fait parfois nommer, bien à tort, safran cooli et safran des Indes. (Albin Michel, 1987)

C.2 Historique de Curcuma

Le curcuma est une épice qui fait l'objet d'échanges commerciaux depuis tellement longtemps qu'on ne peut déterminer avec certitude son origine. On pense cependant qu'il vient du Sud ou du Sud-Est de l'Asie, peut-être plus spécifiquement de l'Inde, d'où il se serait répandu dans toute l'Asie, de même qu'au Proche et au Moyen-Orient, il y a des milliers d'années. (Roger., 1986)

Le curcuma serait connu en Chine depuis très longtemps puisque le plus vieux traité de médecine chinoise, le PEN-TSAO de Sheng Nung écrit vers 2600 av J.-C., le mentionne dans le traitement des douleurs rhumatoïdes. PENSO G. Les plantes médicinales dans l'art et l'histoire. Paris : Roger Da Costa ed., 1986

C.3 Classification systématique

Selon Kumar.A, et al Review on Spice of Life *Curcuma longa* :

Règne : Plantae.

Sous embranchement: Magnoliophyta.

Classe : Liliopsida.

Ordre : Zingiberales.

Famille : Zingiberaceae.

Genre : Curcuma.

Espèces : *Curcuma longa*.

Les noms vernaculaires de gingembre en arabe et en anglais sont par ordre al-kourkoum et turmeric.

C.4 Botanique de Curcuma

Curcuma longa (famille des Zingibéracées comme la cardamome) est une grande plante herbacée, vivace, robuste, qui pousse sous tous les climats tropicaux, pouvant atteindre 1,50 m de haut. Rhizome épais, charnu, ramifié. Feuilles vertes lancéolées, longues d'une cinquantaine de centimètres, à l'extrémité en pointe et engainées à leur base. Fleurs jaune pâle regroupés en un épi apical cylindrique. Est une plante de la famille du gingembre qui est utilisée depuis des siècles en Asie. Du fait de ses propriétés antioxydantes, il a longtemps été utilisé comme un conservateur alimentaire naturel. La poudre de curcuma est l'ingrédient principal du curry et lui confère son intense couleur jaune.



Figure 09 : *Curcuma longa*, rhizome frais et poudre

areeya. Cúrcuma (*Curcuma longa* L.). 10/11/2014; Available from: <https://pt.depositphotos.com/57698947/stock-photo-turmeric-curcuma-longa-l.html>.

La culture de curcuma se pratique au Brésil, en Indochine, à Madagascar, en Océanie et à la Réunion. La plante se multiplie à partir des fragments de rhizomes munis de bourgeons. (Laura Asther, 2012).

C.5 Description botanique de la plante de Curcuma

Curcuma longa est une plante vivace atteignant un mètre, pérenne par son rhizome. Les rhizomes représentent la partie consommée comme épice. Une odeur aromatique se dégage après section du rhizome (Cheikh.A ; 2012)

Ses feuilles, très longues, oblongues à elliptiques, engainantes, possèdent une puissante nervure axiale et des nervures secondaires parallèles. À l'aisselle des quelles, naissent les fleurs de couleur blanche ou jaunâtre Boullard, B., Plantes médicinales du monde. Croyances et réalités. 2001. 636. Le fruit, rarement produit, est une capsule à trois loges, contenant de nombreuses graines arillées (Cheikh A, 2012)

Figure 10 : Dessin représentant la plante entière, d'après [<http://www.curcuminresearch.org/>, consulté le 16 janvier 2010]



➤ Les feuilles

Ses feuilles, très longues, oblongues à elliptiques, engainantes, possèdent une puissante nervure axiale et des nervures secondaires parallèles (BOULLARD, 2001) Les gaines des feuilles forment une pseudo-tige courte, les limbes sont verts foncé au-dessus, vert très clair en dessous, criblés de points translucides Port de *Curcuma longa*.

➤ Les fruits

Le fruit, rarement produit, est une capsule à trois loges, contenant de nombreuses graines arillées.



Figure 11 : *Curcuma longa*, Linné

(Curcuma et curcumine : de l'histoire aux intérêts thérapeutiques, Jourdan Jean-Pierre, décembre 2015)

➤ Composition chimique

Pour 100 g de partie comestible, la poudre de curcuma contient approximativement : (JANSEN P.C.M., et al 2005)

Eau	11,4 g	P	268 mg
Energie	1481 kJ (354 kcal)	Fe	41,4 mg
Protéines	7,8 g	Zn	4,4 mg
Lipides	9,9 g	Vitamine A	traces
Glucides	64,9 g	Thiamine	0,15 mg
Dont Amidon : 45 à 55% de la composition totale		Riboflavine	0,23 mg
Fibres alimentaires 21,1 g		Niacine	5,14 mg
Ca	183 mg	Folate	39 µg
Mg	193 mg	Acide ascorbique	25,9 mg

C.7 Récolte de Curcuma

Le Curcuma est prêt à être récolté sept à dix mois voire douze mois après la plantation lorsque les feuilles inférieures jaunissent. La récolte se fait en retournant la terre. Il faut faire attention à ne pas abîmer les rhizomes et s'assurer que l'on arrache toute la touffe en même temps que la plante sèche. On coupe alors les sommités feuillées, on retire les racines et la terre qui y est attachée, puis on lave soigneusement les rhizomes. Les doigts sont séparés du rhizome mère. Quelques rhizomes peuvent être utilisés frais et, à l'exception de ceux qui sont nécessaires à la replantation, le reste est séché. (JANSEN P.C.M., et al 2005).

C.8 Curcuma et santé

En phytothérapie, on utilise son rhizome (tige souterraine) qui est découpé en petits fragments, étuvé ou ébouillanté, puis séché avant d'être réduit en poudre. Le curcuma est proposé pour favoriser la production et la sécrétion de bile, en cas de digestion difficile et pour stimuler l'appétit.

Le curcuma est utilisé pour stimuler la digestion, notamment parce qu'il augmente la sécrétion biliaire. Au cours des dernières décennies, on a isolé, dans les rhizomes du curcuma, des substances auxquelles on a donné le nom de curcuminoïdes (la curcumine constitue environ 90 % de ces composés). Il est liposoluble, il faut donc le mélanger dans une base d'huile pour augmenter sa biodisponibilité. Il est conseillé de le prendre dans une préparation concentrée de curcuma associée à de la pipérine extraite du poivre noir ou des curcuminoïdes liés à de la lécithine. Cela augmente leur « disponibilité » d'un facteur 20. (Isabelle Le Coquil)

La curcumine est antioxydante, anti-inflammatoire, anti-bactérienne, anti-allergique, et bien d'autres encore. C'est aussi le colorant alimentaire E100.

Au cours de recherches récentes, il a été proposé pour faire baisser le taux sanguin de cholestérol et comme anti-inflammatoire dans des maladies chroniques comme la polyarthrite rhumatoïde, l'arthrose ou les colites (irritations du gros intestin) inflammatoires (vidal).

6. Échantillonnage pour les agents pathogènes dans les épices

Les plans d'échantillonnage statistiques sont des outils inefficaces mais nécessaires pour garantir la sécurité sanitaire des aliments. Les tests de détection de la présence d'agents pathogènes dans les épices et les produits alimentaires séchés ont été difficiles, en raison de limitations méthodologiques, incluant parfois une petite taille d'échantillon.

Chapitre 03 : La microbiologie et les épices

Dans ce chapitre, nous verrons la relation entre le monde microbien et les épices, de sorte que nous savons que chaque type d'épices à son propre goût, sa saveur et son usage médical, mais il y a si peu d'études sur ce sujet surtout en Algérie.

Les épices sont la principale source de formation des spores bactériennes dans de grands volumes d'aliments, comme les soupes, les ragoûts et les sauces préparés dans les établissements de restauration ; dans des conditions favorables, elles germent et se multiplient jusqu'à des niveaux infectieux et toxiques (Pafumi, 1986). Des études antérieures sur la microbiologie des épices ont montrés la présence de micro-organismes tels que *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Salmonella* et des champignons toxinogènes (Powers et al., 1975). Une des plus importantes enquêtes sur la qualité microbiologique de 10 épices et herbes aromatiques (céleri, cannelle, gingembre, noix de muscade, origan, paprika, poivre, poivre noir, romarin et thym) a été réalisée en 1982 par Schawab et al, au niveau des commerces de détail aux Etats Unies. Cette étude a montré que la flore aérobie mésophile totale (FAMT) était présente à des valeurs variant de 1 400 à 820 000 par g. Le nombre de coliformes variait de 3 à $1,1 \times 10^6$ UFC. g^{-1} ; celle d'*Escherichia coli* variait de 3 à 2 300 UFC. g^{-1} . À l'exception de la graine de céleri qui avait une valeur moyenne de 7 UFC. g^{-1} , toutes les valeurs moyennes étaient inférieures à 3 UFC. g^{-1} . Le nombre de levures et de moisissures étaient généralement faibles ; la moyenne la plus élevée (290 UFC. g^{-1}) a été obtenue pour la cannelle.

La plus, la plupart des études réalisées sur les épices concernent principalement la recherche des Aflatoxines, qui constituent un problème sanitaire majeure (Martins et al., 2001). Par ailleurs, ces dernières années ont été marquées par un engouement autour des activités antimicrobiennes des différentes épices et leur utilisation pour la conservation des aliments et le traitement de certaines pathologies (Arora et kaur, 1999).

Les aliments à faible activité hydrique sont ceux dont le niveau d'activité hydrique est inférieur à 0,70 (Blessington et al. 2013), et ils ne favorisent pas la croissance des bactéries végétatives ou sporulées.

Les cellules végétatives et les endospores de nombreux pathogènes d'origine alimentaire peuvent survivre dans des environnements de transformation à sec et à faible activité hydrique pendant de longues périodes (Beuchat et al. 2013).

Les agents pathogènes entériques, tels que *E. coli* entérohémorragique et *Salmonella*, peuvent contaminer les produits agricoles bruts par des véhicules tels que du fumier brut ou mal composté, de l'eau d'irrigation contenant des eaux usées non traitées ou de l'eau de lavage contaminée (Beuchat et Ryu 1997).

Bien qu'il ne soit pas impliqué dans autant d'éclosions et de rappels d'aliments à faible activité hydrique que *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* est également bien adapté à la survie dans des environnements à faible activité hydrique. Les humains et les animaux sont les

principaux réservoirs de cette toxine productrice, qui est capable de survivre pendant des mois après avoir contaminé un aliment sec (Beuchat et al. 2013 ; Scott 1958)

De même, les spores de *C. botulinum* sont couramment présentes dans le sol et le tractus intestinal des animaux (Johnson 2007). Le botulisme peut résulter de l'ingestion de neurotoxine botulique effectuée dans les aliments. Les spores de *C. botulinum* peuvent également se développer et produire la toxine dans le tractus gastro-intestinal (GI) dans certaines conditions.

Comme *C. botulinum*, *C. perfringens* est également présent dans tout l'environnement naturel, y compris le sol, les aliments, la poussière et le tractus intestinal des animaux (McClane 2007). Les spores de *C. perfringens* survivent bien dans la poussière et sur les surfaces et résistent aux températures de cuisson de routine (McClane 2007). *C. perfringens* produit des toxines et présente une croissance rapide dans de nombreux aliments (McClane 2007).

Les contrôleurs ont prélevé pendant toute l'année des herbes et épices séchées en pot, en sachet ou en vrac dans les lieux d'utilisation : commerces, ateliers de fabrication, boucheries, cuisines de collectivité.

Depuis les résultats des programmations bactériologiques 2001 IGDA : les épices représentent une source de contamination très importante pour les aliments auxquels elles sont ajoutées.

Le poivre noir (*Piper nigrum L.*) est une sorte d'épice célèbre en raison de son arôme séduisant, de son piquant typique et de son impression de picotement (Srinivasan, 2007). Menon et al. (2003) et Zengin et Baysal (2014) ont rapporté que les terpénoïdes ont une activité antibactérienne potentielle en tant que principaux composés de l'huile essentielle de poivre noir (BPEO), cependant, l'influence de BPEO sur *E. coli* dans la viande n'est pas encore confirmée.

Pour déterminer les changements morphologiques d'*E. coli* traités avec BPEO, des études SEM ont été réalisées comme rapporté par Gao et al.(2011) avec quelques modifications. *E. coli* a été incubé au Nouveau-Brunswick à 37 °C pendant 10 h (1×10^7 UFC/mL).

L'étude antibactérienne sur extrait aqueux de rhizome de *C. longa* a démontré la valeur MIC (concentration minimale inhibitrice) de 4 à 16 g/L et la valeur MBC (concentration minimale bactéricide) de 16 à 32 g/L contre *S. epidermis* ATCC 12228, *Staph. aureus* ATCC 25923, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 10031 et *E. coli* ATCC 25922.

Le rhizome de *Curcuma longa* a été traditionnellement utilisé comme agent antimicrobien ainsi que comme insectifuge.

En effet, il a été démontré que l'ajout de 0,3 % (p/v) d'extrait aqueux de curcumine au fromage provoquait la réduction du nombre de bactéries de *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa* et *E. coli* 0157 :H7. De plus, il a diminué le *Staph.aureus*, *B. cereus* et *Listeria monocytogenes* après 14 jours de stockage au froid.

a) *Escherichia Coli*

Il s'agit d'un micro-organisme appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*. C'est bacille mobile non sporulant à coloration de Gram négative. Il est lactose positif et oxydase négatif.

Escherichia coli se distingue des autres coliformes par sa capacité à produire de l'indole à partir de tryptophane ou par la production de l'enzyme a-glucuronidase. (candalab)

Escherichia coli constitue l'espèce bactérienne dominante de la microflore anaérobie facultative de l'intestin des animaux à sang chaud (*Kaper et al., 2004*). Elle est généralement considérée comme une bactérie commensale, inoffensive et constitue le modèle d'étude bactérien le plus courant en laboratoire de recherche.

Cependant, certaines souches d'*E. coli* sont devenues pathogènes suite à l'acquisition de gènes de virulence et sont responsables d'infections diverses (*Kaper et al., 2004*). Parmi ces souches, les *E. coli* entérohémorragiques sont considérés comme des pathogènes majeurs en santé publique.

E. coli entérohémorragique est largement présent et capable de coloniser les environnements agricoles, mais il ne survit pas bien dans les environnements à faible activité en eau (Beuchat et al. 2013). C'est probablement pourquoi son implication dans les épidémies et les rappels d'aliments à faible activité hydrique est plus limitée que celle de *Salmonella*.

b) *Salomenalla spp*

La salmonelle est répandue dans la nature et survit dans les aliments secs pendant des semaines, des mois, voire des années (Chang et al. 2013). La composition des aliments, l'activité de l'eau et la température influencent collectivement sa survie dans les aliments (He et al. 2011).

Les Salmonelles sont des bactéries à Gram négatif, asporulées, appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*. Elles sont souvent mobiles et aéro-anaérobies facultatif.

Les salmonelles sont des germes ubiquistes largement distribués dans la nature. Leur habitat écologique est le tractus intestinal de l'homme, des mammifères (rongeurs), des oiseaux (volailles) et des animaux à sang froid (reptiles). Elles sont responsables, après pénétration par voie orale, de nombreuses infections, notamment des fièvres typhoïdes et paratyphoïdes (maladie à déclaration obligatoire n°1), des gastroentérites et des toxi-infections alimentaires collectives : TIAC (maladie à déclaration obligatoire n°12).

On connaît aujourd'hui plus de 2000 sérovars (sérotypes) différents de salmonelles sur la base de leurs antigènes O (paroi), H (flagelles) et K (capsule). (Bekada.A ;2020).

c) *Staphylococcus*

C'est une bactérie sphérique, aéro-anaérobie facultatif, asporulé, catalase (+), coagulase (+) donnant des colonies pigmentées en jaune d'or.

L'habitat est variable, souvent la peau et les muqueuses de l'homme et de l'animal, à l'origine d'infections notamment cutanées.

Les souches pathogènes peuvent être entérotoxigènes ou non. (Bekada.A ; 2020).

d) Anaérobies sulfito-réducteurs

C. botulinum est un bacille Gram +, sporulé, anaérobie strict, producteur d'une toxine protéique.

C. botulinum se trouve dans les sols (bactérie tellurique), dans l'intestin d'animaux comme le porc et probablement l'homme. Elle est donc saprophyte ou commensale.

La spore de *C. botulinum* est particulièrement résistante à la température. En l'absence d'oxygène, la spore germe, se développe et excrète des toxines.

A cause du caractère anaérobie de la bactérie et de la thermorésistance élevée des spores, ce sont surtout les conserves alimentaires en particulier les conserves familiales, les produits emballés sous vide ou en atmosphère modifiée, les produits fumés, les salaisons, les charcuteries qui sont souvent impliqués.

Suite à une stérilisation mal conduite (température insuffisante), les spores de *C. botulinum* sont présentes, le traitement thermique entraîne l'élimination des gaz dissous (O₂ en particulier), ce qui favorise la germination des spores. (Bekada.A ;2020).

e) Levures et moisissures

- Les levures

Champignons (Eumycètes) unicellulaires, se reproduisant surtout par bourgeonnement, capables de produire des transformations biologiques à l'air libre ou en milieu clos (fermentations).

- Les moisissures

Champignons inférieurs (Eumycètes) de structure complexe, doués du pouvoir de sporulation, se développant à la surface des denrées alimentaires en raison de leur caractère aérobic. (La contamination des denrées alimentaires ; 1999).

5. Définition de la qualité

C'est un ensemble de propriétés et caractéristique d'un produit ou service qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites (Larpen, 1997).

6. Qualité hygiénique

L'obtention d'un lait propre et sain, des locaux propres, des conditions de récolte satisfaisantes et une conservation du lait cru à basse température jusqu'à la livraison au consommateur ou au laitier pour empêcher le développement des microbes (Tremoliere et al., 1980).

Les épices sont la principale source de formation des spores bactériennes dans de grands volumes d'aliments, comme les soupes, les ragoûts et les sauces préparés dans les établissements de restauration ; dans des conditions favorables, elles germent et se multiplient jusqu'à des niveaux infectieux et toxiques (Pafumi, 1986). Des études antérieures sur la microbiologie des épices ont montrés la présence de micro-organismes tels que Bacillus

cereus, Clostridium perfringens, Escherichia coli, Salmonella et des champignons toxinogènes (Powers et al., 1975). Une des plus importantes enquêtes sur la qualité microbiologique de 10 épices et herbes aromatiques (céleri, cannelle, gingembre, noix de muscade, origan, paprika, poivre, poivre noir, romarin et thym) a été réalisée en 1982 par Schawab et al, au niveau des commerces de détail aux Etats Unies. Cette étude a montré que la flore aérobie mésophile totale (FAMT) était présente à des valeurs variant de 1 400 à 820 000 par g. Le nombre de coliformes variait de 3 à $1,1 \times 10^6$ UFC. g^{-1} ; celle d'Escherichia coli variait de 3 à 2 300 UFC. g^{-1} . À l'exception de la graine de céleri qui avait une valeur moyenne de 7 UFC. g^{-1} , toutes les valeurs moyennes étaient inférieures à 3 UFC. g^{-1} . Le nombre de levures et de moisissures étaient généralement faibles ; la moyenne la plus élevée (290 UFC. g^{-1}) a été obtenue pour la cannelle.

7. Contrôle de qualité des épices

Le contrôle de la qualité des épices est obligatoire comme pour toutes les matières premières utilisées en milieu industriel. Ce contrôle a lieu lors des transactions commerciales (examen d'échantillon), soit lors de l'utilisation industrielle (contrôle de la qualité des matières premières lors de la réception).

Ces contrôles de la qualité ont pour but d'assurer l'acheteur de la conformité de la matière première à ce qu'il désire. Les méthodes générales d'analyse des épices concernent les déterminations des teneurs en matières étrangères, en eau et en cendres.

8. La conservation des épices

Les épices fraîches se conservent dans un récipient hermétique. Les épices sèches se conservent elles aussi dans des récipients hermétiques, au frais, au sec et à l'abri de la lumière.

Les épices en pâte telles la moutarde, la purée d'ail ou de gingembre se conservent très longtemps dans la mesure où le pot n'a pas été ouvert.

PARTIE EXPERIMENTAL

1. Objectif

Ce travail pratique a pour objectif d'estimer la qualité microbiologique et hygiénique (sanitaire) de certaines épices de large consommation.

2. Lieu de l'étude

Les analyses ont été réalisées au laboratoire pédagogique de microbiologie de département SNV de l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem.

3. Matériel et méthodes

3.1. Matériel biologique

3.1.1. Echantillonnage

Il s'agit de produit finis à savoir des épices commercialisées dans les marchés locaux algériens. Les épices les plus utilisées pour assaisonner les plats traditionnels algériens sont représentés par le poivre noir, le paprika, et le curcuma vendu en l'état et non emballées au préalable. L'échantillonnage a été fait de manière aléatoire. Les analyses microbiologiques ont porté sur chacune de ces trois épices séparément.

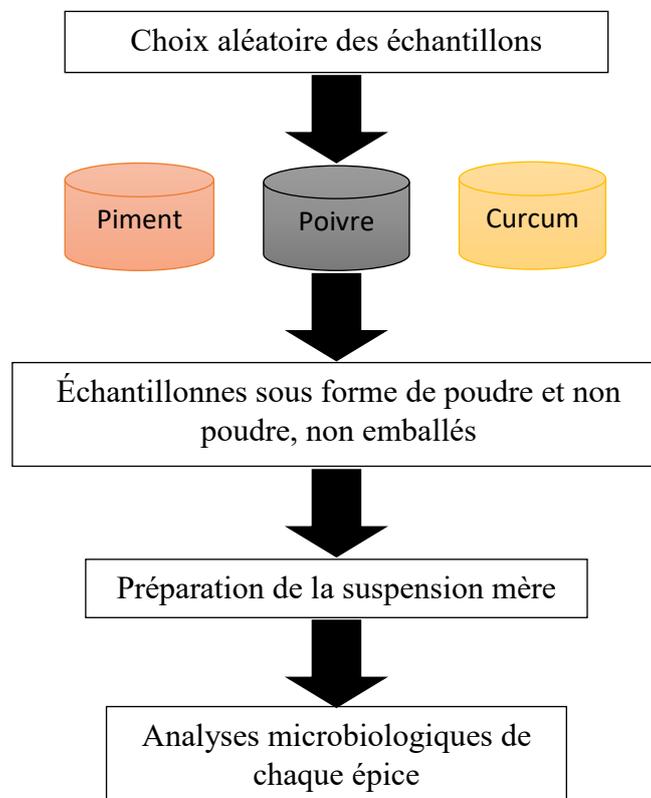


Figure12 : Diagramme du déroulement de l'échantillonnage.

3.1.2. Présentation des échantillons d'épices

- Le piment rouge

Le piment rouge peut devenir une épice après une modification de sa texture (broyage et additionnement d'autres composés pour le bien conserver)

L'échantillon utilisé dans cette expérience en tant que matière première est le piment sec, acheté à partir d'un marché local de la wilaya de Chlef. (Il été importé de l'Inde).

Le piment rouge peut devenir une épice après une modification de sa texture (broyage et additionnement d'autres composés pour le bien conserver).

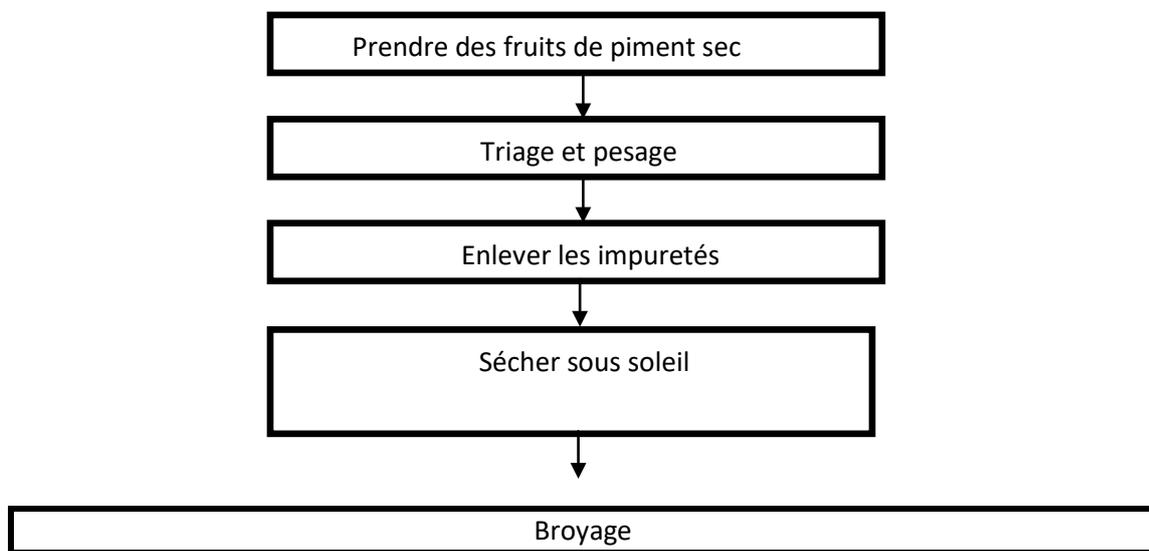


Figure 13 : Diagramme de préparation de piment rouge.

- Poivre noir et curcuma

Pour ces deux épices nous les avons pris sous leur forme de poudre depuis l'épicier.

Les épices ou bien nos échantillons étaient bien conservés chez l'épicier, dans des conditions température à ambiante et à taux d'humidité plus ou moins réduite (région à climat sec).

3.1.3. Matériel de prélèvement

Il comprend les éléments suivants :

- Des gants chirurgicaux ;
- Bavettes médicales.

- Des spatules stériles pour prélever les différents échantillons ;
- Une balance de précision.

3.1.4. Matériel de laboratoire

- Pour la stérilisation et l'incubation : l'autoclave et l'étuve ;
- Pour la pesée : la balance de précision ;
- Pour la régénération des milieux : le bain-marie ;
- La verrerie : tubes à essais, erlenmeyer, flacons de 500 ml et de 180 ml, boîtes de Pétri, béchers, pipettes Pasteur, entonnoirs.
- Les milieux de culture (Annexe) ;
- Autres matériels : micropipettes, des portoirs, des pinces métalliques, plaque chauffante, spatule, agitateur magnétique chauffant, des anses de platine.

3.1.5. Analyses microbiologiques

L'analyse microbiologique a été réalisée selon le protocole défini par les méthodes normalisées, établit par **le journal officiel de la république Algérienne (2017)**.

3.1.6. Les germes recherchés

Les germes recherchés sont les bactéries anaérobies sulfite-réductrices (ASR) ,(Clostridium sulfite-réducteur), les levures et moisissures, *Escherichia coli*, les staphylocoques et les salmonelles.

➤ Milieux de culture utilisés

Les milieux de culture qu'on a utilisés pour l'isolement et le dénombrement sont :

- Le milieu viande foie additionné du citrate ferrique et de sulfite de sodium, pour l'isolement des anaérobies sulfite-réducteurs et leurs spores.
- Le milieu O.G.A (additionnée de 0.1g d'antibiotique tétracycline au un autre antibiotique similaire) pour l'isolement des levures et des moisissures.
- Le milieu désoxycholate pour l'isolement des coliformes, puis on fait l'isolement de *E. coli*.
- Le milieu baird-parker pour l'isolement des *Staphylococcus*.
- Le milieu TSE pour le pré-enrichissement de *Salmonella*.

- Le milieu SFB pour l'enrichissement de *Salmonella*.
- Le milieu Shigella-Salmonella (SS) pour l'isolement de *Salmonella*.
- ✓ On a utilisé le diluant simple usuel qui est l'eau physiologie stérile à 85%.

La composition des milieux de culture et de diluant est mentionnée dans les annexes.

➤ **Prise d'essai**

A l'aide d'une balance, on pèse 25 g de chaque produit à part. Ensuite, on introduit cette pesée aseptiquement dans un flacon contenant un volume de 225 ml de l'eau physiologique et on agite bien pendant 10 minutes pour obtenir une solution homogène.

Cette suspension correspond alors à la dilution mère (10^{-1}).

➤ **Préparation des dilutions décimales**

Pour ces trois échantillons, on a réalisé une série des dilutions jusqu'à la dilution 10^{-4} .

Des dilutions décimales à partir des différentes suspensions mères (SM) ont été ensuite réalisées pour la recherche des germes. Pour un maximum d'asepsie, les manipulations ont été réalisées entre deux becs bunsen (Figure) (Chikh et Rached, 2017).

A l'aide d'une pipette stérile, on introduit un volume de 1 ml de la dilution mère dans un tube stérile contenant 9 ml de l'eau physiologique, puis on agite la solution dans un vortex, c'est la dilution 10^{-2} .

On suit la même procédure jusqu'à la dilution 10^{-4} .

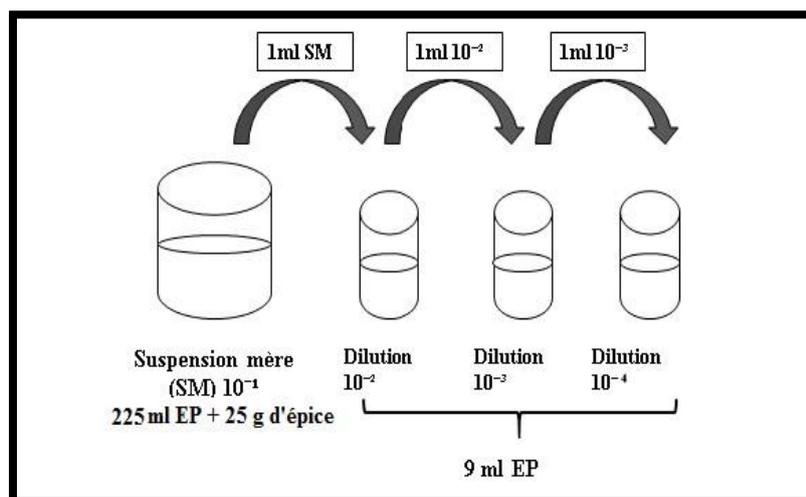


Figure 14 : principe des dilutions décimales.

➤ **Ensemencement**

L'inoculum a été ensemencé en profondeur (en masse) pour la recherche des coliformes à 44°C et à 37°C, les anaérobies sulfito-réducteurs à 46°C et 37°C.

Pour la recherche de levures et moisissures nous avons utilisés la technique en surface sur le milieu OGA à température de 25°C, pour les staphylococcus et salmonella en incubé à 37°C.

✓ **Isolement des anaérobies sulfito-réducteurs**

Avec une pipette stérile, on prélève un volume de 1 ml d'une dilution donnée et on le dépose dans un tube vide et stérile. Ensuite, on ajoute une quantité suffisante du milieu viande foie en surfusion d'environ 15 ml et on homogénéise le mélange soigneusement, puis, on laisse se solidifier.

Après solidification, une deuxième couche de 3 ml du même milieu est encore additionnée, elle est laissée se solidifier à nouveau.

✓ **Isolement de spores des anaérobies sulfito-réducteurs**

A l'aide d'une pipette, on introduit un volume de 1 ml d'une dilution déterminée dans un tube vide et stérile. Ensuite, ce tube est soumis à un traitement thermique pendant 10 minutes à 80°C dans un bain marie afin d'éliminer les formes végétatives et stimuler la formation des spores. Après un refroidissement immédiat d'inoculum, on coule un volume de 15 ml du milieu viande foie en surfusion et on homogénéise par la suite le milieu avec l'inoculum. Puis, on laisse se solidifier.

Une seconde couche d'environ 3 ml du même milieu est encore ajoutée. Puis, on laisse se solidifier.

✓ **Isolement des levures et des moisissures**

Avec une pipette stérile, on prélève un volume de 0.1 ml d'une dilution précise et on ensemence sur le milieu OGA qu'il été déjà coulée et bien solidifier dans la boîte de pétrie.

Pour chaque échantillon, on a utilisé :

Six tubes à essai : - Trois tubes pour l'isolement des anaérobies sulfito-réducteurs un tube pour chaque dilution.

- Trois tubes pour l'isolement de spores des anaérobies sulfito-réducteurs un tube pour chaque dilution.

Quarante-huit boîtes de pétri : une boîte pour chaque dilution de chaque échantillon, pour l'isolement des moisissures(4x3), staphylococcus (4x3), coliformes à 44° (4x3) et coliformes à 37° (4x3).

Trois flacons de 225ml de milieu TSE : un flacon pour le pré-enrichissement de chaque échantillon.

Six tube de milieu FSB : deux tubes pour l'enrichissement de chaque échantillon.

Six boîtes de pétri : deux boîtes pour chaque échantillon, pour l'isolement de *Salmonella*.

➤ Incubation

Pour les trois échantillons :

- Les tubes d'isolement des spores sont incubés à une température de 37°C pendant 24 à 48 heures.
- Les tubes d'isolement des anaérobies sulfito-réducteurs sont incubés à une température de 46°C pendant 24 à 48 heures.
- Les boîtes d'isolement des levures et moisissures sont incubées à une température de 25°C pendant 72 heures.
- Les boîtes d'isolement de staphylococcus sont incubées à une température de 37°C pendant 24 à 48 heures.
- Les boîtes d'isolement de coliformes sont incubées pendant 24 heures à une température de 37°C et 44°C.
- Les flacons de milieu TSE sont incubés à une température de 37°C pendant 24 heures.
- Les tubes de milieu FSB sont incubés à une température de 37°C pendant 24 heures
- Les boîtes d'isolement de salmonella sont incubées à une température de 37°C pendant 24 heures.

4. Résultats

Les résultats d'analyses microbiologiques des épices obtenus après incubation sont mentionnés dans les tableaux ci-dessous.

4.1. Anaérobies sulfito-réducteurs

Pour les deux échantillons curcuma et piment rouge, y a une absence de colonies des anaérobies sulfito-réducteurs même après 48 heures d'incubation en 46°C et 37°C.

- **Piment rouge**

Tableau 04 : Anaérobies sulfito réducteurs à 37°C Après 24 à 48 h d'incubation

Dilutions	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴
Nombre de colonies caractéristiques	0	0	0	0
Remarques	absence de colonies caractéristiques			

- **Curcuma**

Tableau 05 : Anaérobies sulfito réducteurs à 37°C (après 24 à 48 heures d'incubation)

Dilution	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴
Nombre de colonies caractéristiques	0	0	0	0
Remarques	Absence de colonies caractéristiques			

Tableau 06 : Anaérobies sulfito réducteurs à 46° C (Après 24 à 48 heures d'incubation)

Dilution	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴
Nombre de colonies caractéristiques	0	0	0	0

Remarques	absence de colonies caractéristiques
-----------	--------------------------------------

- **Poivre noire**

Il a été remarqué l'absence d'anaérobies sulfito réducteurs incubés à 37°C (tableau ??), contrairement à 46°C où une production visible du gaz a été notée dans le tube de la dilution 10⁻¹ avec la présence d'une spore noire, ceci nous renseigne que ce produit a été contaminé par les *Clostridium*.

Tableau 07 : Anaérobies sulfito réducteurs à 37°C (Après 24 à 48 heures)

Dilution	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴
Nombre de colonies caractéristiques	0	0	0	0
Remarques	absence de colonies caractéristiques			

Tableau 08 : Anaérobies sulfito réducteurs à 46°C (Après 24 à 48 H)

Dilution	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴
Nombre de colonies caractéristiques	Une seule spore (1) Avec formation de bulle d'air (Production de H ₂ S).	0	0	0
Remarques		Absence de colonies caractéristiques.		



4.2. *Staphylococcus* à coagulase +

Les *Staphylococcus* à coagulase + sont caractérisés par des colonies noires, brillantes et convexes (1 à 1,5 mm de diamètre après 24 h d'incubation et 1,5 à 2,5 mm de diamètre après 48 h d'incubation) et entourées d'une zone claire qui peut être partiellement opaque. Après 24 h d'incubation, peut apparaître dans cette zone claire un anneau opalescent immédiatement au contact des colonies.

Les résultats que nous avons obtenus sur l'ensemble de nos échantillons (Curcuma, piment rouge et poivre) après 24 à 48H d'incubation, montrent une absence totale de colonies caractéristiques.

4.3. *Salmonella sp*

Nous avons noté une absence totale de *Salmonella sp* dans tous les échantillons d'épices analysés.

4.4. *Escherichia coli*

Les *E.coli* dans le milieu désoxycholate sont sous forme de colonies de grande taille, plane, de couleur rose-rouge, parfois cernée par une zone de précipitation biliaire. Les résultats de nos essais après 24 à 48H d'incubation montrent leur absence totale dans les trois échantillons analysés (Curcuma, Poivre noire, et piment rouge).

4.5. Levures et moisissures

Pour l'échantillon de curcuma, y a une apparition des colonies de levures ayant un aspect visqueux.

Les boîtes des deux premières dilutions (10^{-1} , 10^{-2}) contenant un nombre indénombrable de levures, les deux autres dilutions (10^{-3} , 10^{-4}) contenant un nombre dénombrable qu'il est entre 1 et 10.

Le **Tableau 09** ci-dessous résume les résultats de dénombrement des colonies dans l'échantillon qu'ils sont pris après 27H :

Dilution	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}
Nombre de colonies caractéristiques	Indénombrable	Indénombrable	4	2

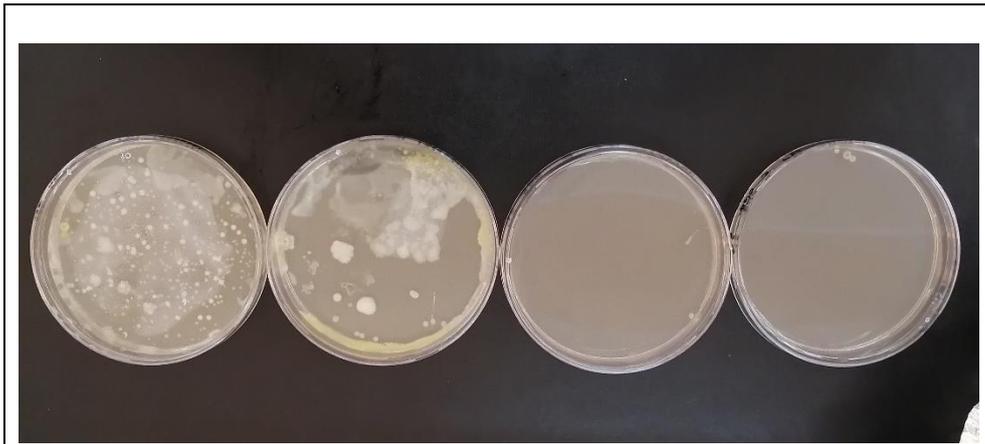
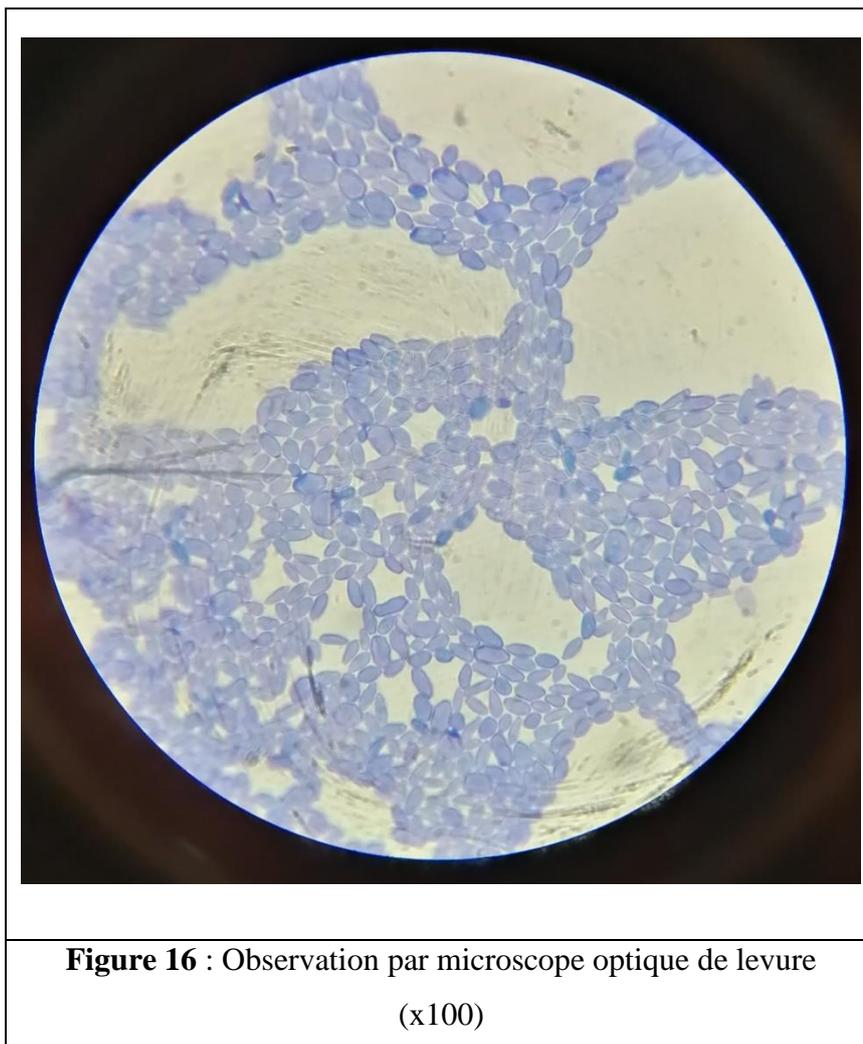


Figure15 : Aspect de moisissures et levures sur gélose OGA pour les échantillons de curcuma en poudre (les résultats après 72h).

Pour confirmer que les colonies obtenues sont des levures, un test de coloration par bleu de méthylène a été réalisé. L'observation microscopique dans la figure ci-dessous.



Selon le journal officiel d'Algérie si le résultat de l'analyse est inférieur ou égal à « m », le résultat du critère microbiologique est satisfaisant.

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc/g)	
		n	c	m	M
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	

Figure 17 : Les normes exigées selon le journal officiel d'Algérie.

Avec :

- n : nombre d'unité constituant l'échantillon ;
- m : nombre de germes présents dans un gramme ou un millilitre de produit analysé, qui correspond à la valeur en dessous de laquelle la qualité du produit est considérée comme satisfaisante ;
- M : nombre de germes présents dans un gramme ou un millilitre de produit analysé, qui correspond à la valeur au-dessus de laquelle la qualité du produit est considérée comme inacceptable ;
- c : nombre maximal d'unités d'échantillonnage de produit analysé qui peut dépasser « m » tout en étant inférieur à « M » sans que le lot ne soit rejeté.

Discussion

Les échantillons d'épices analysés sont naturels, n'ayant subi aucune modification chimique par l'ajout d'additifs. Les analyses microbiologiques réalisées sur les échantillons de poivre, de curcuma et de poivre noir consistent à estimer leur qualité microbiologique et sanitaire en comparaison avec les normes réglementaires.

Les normes de classement se fondent sur la pureté et les caractéristiques physiques et chimiques des produits.

L'analyse des échantillons représentatifs nous a permis de juger l'ampleur des variations de chacune de ses caractéristiques.

Avant leur commercialisation, les épices et condiments sont soumis à un contrôle pour s'assurer :

- Qu'ils sont correctement classés et conformes aux normes de classement prévus par le règlement et qu'ils sont propres et exemptes d'insectes.
- Il est bien plus difficile de formuler des normes de classement pour les épices et les condiments que pour les aliments traités ou les manufacturés.
- Une fois ces normes de qualité fixées, il faut veiller à ce qu'elles soient scrupuleusement respectées, cela suppose l'examen méticuleux de chaque lot avant l'expédition.

Le contact avec les animaux et les produits d'origine animale non pasteurisés sont des voies de contamination supplémentaires (Beuchat et Ryu 1997). Les surfaces de contact, y compris les mains humaines, sont des points potentiels de contamination (Beuchat et Ryu 1997).

L'origine de la contamination par des agents pathogènes dans les aliments à faible activité hydrologique dépend de l'histoire et de l'utilisation de l'aliment. Un certain nombre de matières premières et d'ingrédients d'origine agricole primaire sont consommés sans transformation ou sont inclus en tant qu'ingrédient ajouté dans un aliment préalablement transformé (par exemple, des noix, des herbes et des épices). Une discussion sur les sources potentielles de contamination dans la chaîne d'approvisionnement pendant la pré-récolte, la post-récolte, le traitement et le post-traitement suit.

Les épices représentent une source de contamination très importante pour les aliments auxquels elles sont ajoutées.

Les épices et herbes séchées sont naturellement contaminées en raison de leur nature, de leur origine (très souvent exotique) du mode de récolte ainsi que du stockage et du transport. Les germes présents dans ces ingrédients ne s'y développent pas en raison du peu d'humidité qu'ils contiennent, le danger apparaît lorsqu'on les ajoute à des préparations, toutes les conditions sont alors réunies pour leur permettre une croissance rapide.

Le poivre noir (*Piper nigrum L.*) est une sorte d'épice célèbre en raison de son arôme séduisant, de son piquant typique et de son impression de picotement (Srinivasan, 2007). Menon et al. (2003) et Zengin et Baysal (2014) ont rapporté que les terpénoïdes ont une activité antibactérienne potentielle en tant que principaux composés de l'huile essentielle de

poivre noir (BPEO), cependant, l'influence de BPEO sur *E. coli* dans la viande n'est pas encore confirmée. Simultanément, contrairement à l'action des antibiotiques chimiques, une caractéristique importante des composants de l'OE est leur hydrophobie, qui leur permet de se répartir dans les lipides de la membrane cellulaire bactérienne, perturbant les structures cellulaires, les rendant plus perméables et entraînant une lyse et une fuite de composés intracellulaires (Gill et Holley, 2006 ; Lv et al., 2011 ; Bajpai et al., 2013).

Le potentiel antimicrobien des membres de la famille des Zingibéracées a été largement étudié ces dernières années. Le curcuma, l'une des espèces les plus connues de cette famille, est perçu comme une plante antimicrobienne efficace et peu toxique, qui peut être complétée ou consommée comme épice (Dosoky et al., 2018).

On peut dire que l'absence des pathogènes peut être dû aux conditions de culture de la plante son origine, c'est moyen de d'industrialisation et de commerce et en finalité la consommation.

CONCLUSION

Conclusion

L'étude réalisée sur le poivre noir, le curcuma et le piment rouge, montrent que ces plantes renferment des composants chimiques qui inhibent la croissance des microorganismes tels que *Salmonella*, et la flore fongique représentée par les levures et moisissures.

L'interprétation des résultats selon le journal officiel de la république algérienne montre qu'ils sont normés, nos résultats sont plutôt satisfaisants car ils répondent aux normes exigées par la réglementation.

Pour obtenir des épices de bonne qualité microbiologique il faut respecter les conditions d'hygiène exigées à tous les stades de production depuis la récolte des épices jusqu'au moment de la distribution pour éviter toute contamination possible, il faut aussi programmer des opérations de désinfection dans les fabrique à épices, et finalement contrôler et surveiller les travailleurs, qui souvent ne respectent pas les règles nécessaires d'hygiène.

En raison de la demande accrue de la sécurité, il est à retenir que la fabrication de produits alimentaires sains et conformes nécessite des contrôles très sévères pour garantir leur qualité microbiologique et leur composition.

En conséquent, le contrôle microbiologique des aliments à un rôle évident à jouer dans la prévention contre des diverses maladies d'origine alimentaires et éviter les pertes économiques substantielles également.

Il faut également veiller à ce que le produit ait été manipulé et entreposé dans des conditions d'hygiène satisfaisantes et n'ait pas été contaminé par des impuretés ou infesté par des insectes.

On peut conclure que les épices sont de qualité microbiologique satisfaisante et ont été correctement conservées.

Résumé :

Une épice est une graine séchée, fruit, racine, écorce, ou fleur d'une plante ou d'une herbe utilisée en petites quantités pour la saveur, la couleur, ou comme conservateur. Beaucoup de ces substances sont également utilisées dans les médecines traditionnelles. La mondialisation nous a montré que les épices étaient utilisées depuis longtemps par l'humanité. Cependant, il peut être contaminé par des microorganismes comme les bactéries et les champignons. Et pour cela la FAO et l'OMS ont créé les normes pour leur conservation et leur consommation auprès du consommateur qui est l'être humain pour sauver leur santé contre les bactéries telles que : *E. coli*, *staphylocoque*, *salmonella*, *clostridium*, et levures avec champignon. Dans cette recherche, nous avons analysé trois épices pour voir leur qualité d'hygiène microbiologique. Qui est principalement utilisé dans la cuisine algérienne qui sont le poivre noir, le piment rouge (paprika), et le curcuma. Ces échantillons n'étaient pas contaminés par des bactéries et étaient dans des normes de qualité microbiologique. Les épices se savent par leur antiseptique et l'antibactérien avec antiviral qui joue également un rôle dans l'inhibition des micro-organismes.

Les mots clés : Epices, microorganismes, qualité microbiologique, antibactérien, analyses, échantillons.

Abstract:

A spice is a dried seed, fruit, root, bark, or flower of a plant or herb used in small quantities for flavor, color, or as a preservative. Many of these substances are also used in traditional medicines. Globalization showed us that spices were used form a long time by humanity. However, it may be contaminated by microorganisms as bacteria and fungi. And for that FAO and OMS created the norms for their conservation and their consummation from the consumer who is the human to save their health from bacteria such: *E. coli*, *staphylococcus*, *salmonella*, *clostridium*, and yeasts with fungus. In this research, we analyzed three spices to see their microbiological hygiene quality. Which is mostly used in the Algerian kitchen which are black pepper, hot red pepper (paprika), and Curcuma. these samples weren't contaminated by bacteria and were in norms of microbiological quality. Spices are knowing by their antiseptically and the antibacterial with antiviral which also plays a role in the inhibition of microorganisms.

Key words: Spices, microorganisms, microbiological quality, antibacterial, analyzes, samples.

Annexes.

Ingrédients en grammes pour un litre d'eau distillée ou déminéralisée.

➤ **L'eau physiologique stérile à 85%**

Chlorure de sodium	8.50
--------------------	------

➤ **Gélose Baird-Parker**

Peptone pancréatique de caséine	10.00
Extrait de viande de boeuf	5.00
Extrait de levure	1.00
Chlorure de lithium	5.00
Glycine	12.00
Pyruvate de sodium	10.00
Agar	20.00

Le milieu prêt à l'emploi en boîtes de pétri contient en plus des 950ml du milieu de base

Solution de jaune d'œuf	50 ml
Tellurite de potassium à 10g/l	10ml

PH final à 25°C : 7.0 ± 0.2

➤ **Gélose Viande-Foie**

Peptone Viande-foie	30.00
Glucose	2.00
Amidon soluble	2.00
Sulfite de sodium	2.50
Citrate ferrique ammoniacal	0.50
Agar	11.00

PH final à 25 °C : 7.6 ± 0.2

➤ **Gélose Salmonella-Shigella (S.S)**

Protéose peptone	5.00
Extrait de viande de bœuf	5.00
Lactose	10.00
Sels biliaires N°3	8.50

Citrate de sodium	8.50
Citrate ferrique ammoniacal	1.00
Thiosulfate de sodium	8.50
Rouge neutre	0.025
Vert brillant	0.00033
Agar	13.50

PH final à 25 °C : 6.9 ± 0.2

➤ **Gélose O.G.A (Oxytetracycline-Glucose-Yeast Extract Agar)**

Extrait de levure	5.00
Glucose	20.00
Agar	12.00

Le milieu prêt à l'emploi en boîtes de pétri contient en plus de milieu de base

Oxytétracycline	0.10
-----------------	------

PH final à 25 °C : 7.0 ± 0.2

➤ **Milieu TSE (Trypton Sel Eau)**

Tryptone	1.00
Chlorure de sodium	08.50

PH final à 25°C : 7.0 ± 0.2

➤ **Milieu SFB (Sélénite F Broth)**

Lactose	4.0
Sodium selenite	4.0
Sodium phosphate	10.0
Digest pancréatique de caséine	5.0

PH final à 25 °C : 7.0 ± 0.2

➤ **Gélose desoxycholate à 1%**

Peptone	10.00
Citrate de sodium	1.00
Lactose	10.00
Rouge neutre	0.03
Désoxycholate de sodium	1.00
Chlorure de sodium	5.00
Hydrogèno phosphate de potassium	2.00
Agar	13.00

PH final à 25°C : 7.0 ± 0.2

Liste des références bibliographiques

1. Ahiwa. Actualité du poivre dans le monde et en côte d'Ivoire. 2015.
2. BANERJEE, M., SARKAR, P.K. (2003). Microbiological Quality of Some Retail Spices in India. *Food Research International*, Elsevier, 36(5) ,469–474.
3. N. Niamsa and C. Sittiwet, “Antimicrobial activity of Curcuma longa aqueous extract,” *Journal of Pharmacology and Toxicology*, vol. 4, no. 4, pp. 173–177, 2009.
4. ACTUALITE DU POIVRE DANS LE MONDE ET EN COTE D'IVOIRE. P1
5. American Spice Trade Association 1985 ; Farrell 1990
6. Andrews, W.H, 1996. International three validation programs for methods used in the microbiological analysis of food. *Trend in Food Sci. Technol.* 7. pp : 147-151.
7. areeya. Cúrcuma (Curcuma longa L .). 10/11/2014; Available from:<https://pt.depositphotos.com/57698947/stock-photo-turmeric-curcuma-longa-1.html>.
8. Arora et kaur, 1999 ; Lopez et al., 2007 ; Ali et al., 2011 ; Utcharykiat et al., 2016 ; Liu et al., 2017
9. Baborun, 1997 ; Annou, 2017
10. Balasubramanian et al. 2016
11. Banerjee et Sarkear, 2003
12. Bekada Ahmed, toxicité microbienne et sécurité des aliments, étude des micro-organismes les plus impliqués dans les intoxications d'origine alimentaire, 2020
13. Beuchat LR, Komitopoulou E, Beckers H, Betts RP, Bourdichon F, Fanning S, Jousten MH, Ter Kuile BH (2013) Low-water activity foods: Increased concern as vehicles of foodborne pathogens. *J Food Protect* 76:150–172
14. Beuchat LR, Mann DA (2010b) Survival and growth of Salmonella in high-moisture pecan nutmeats, in-shell pecans, inedible nut components, and orchard soil. *J Food Prot* 73:1975–1985
15. Beuchat LR, Ryu JH (1997) Produce handling and processing practices. *Emerg Infect Dis* 3:459–465
16. Blessington et al. 2013
17. Blessington T, Theofel CG, Harris LJ (2013) A dry-inoculation method for nut kernels. *Food Microbiol* 33:292–297
18. Bosland P.W., Votava E.J., CAB Intl. Pub, (2000).
19. Bosland P.W., Votava E.J., CAB Intl. Pub, (2000).
20. BOULLARD B. Dictionnaire des plantes médicinales du monde. Paris : Estem, 2001, p.174
21. Boullard, B., Plantes médicinales du monde. Croyances et réalités. 2001. p636..
22. Capsicum : the genus capsicum.Medicinal and aromatic plants- industrial profiles,33.
23. Chang et al. 2013 ; Beuchat et Mann 2010a ; Komitopoulou et Peñaloza 2009 ; Beuchat et Scouten 2002 ; Burnett et al. 2000 ; Archer et al. 1998
24. Chang et al. 2013 ; Beuchat et Mann 2010a ; Komitopoulou et Peñaloza 2009 ; Beuchat et Scouten 2002 ; Burnett et al. 2000 ; Archer et al. 1998
25. Cheikh Ali, Z., Chemical and biological study of Aframomum sceptrum (Zingiberaceae) and of curcumin. 2012, Université Paris Sud - Paris XI..
26. codex alimentarius
http://www.fao.org/faowhocodexalimentarius/shproxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252FCodex%252FCircular%252520Letter%252FCL%2525202017-28%252Fcl17_28f.pdf
27. Curcuma et curcumine : de l'histoire aux intérêts thérapeutiques, jourdan jean-pierre,

décembre 2015.

28. Damanhoury et Ahmed, 2014
29. De A (2003). Capsicum : the genus capsicum. Medicinal and aromatic plants- industrial profiles, 33.
30. Décobert, 1998
31. DELAVEAU P. Les épices. Histoire, description et usage des différents épices, aromates et condiments. Paris : Albin Michel, 1987, p.130-136.
32. Dosoky, N.S.; Setzer, W.N. Chemical Composition and Biological Activities of Essential Oils of Curcuma Species. *Nutrients* 2018, 10, 1196. [CrossRef] [PubMed]
33. Dr. Xavier Gruffat <https://www.creapharma.ch/poivre-noir.htm>
34. Éléments complémentaire à la conférence < sure la route des épices> - Laura Asther, décembre 2012
35. Erard, P., 2002- poivron Ed, centre technique interprofessionnel des fruits et des légumes, Paris p.
36. Eric BIRLOUEZ, cabinet Epistème (ericbirlouez@wanadoo.fr)
37. Evandro *et al.*, 2005
38. Foury et Pitrat, 2015
39. Gill, A. O., and Holley, R. A. (2006). Disruption of Escherichia coli, Listeria monocytogenes and Lactobacillus sakei cellular membranes by plant oil aromatics. *Int. J. Food Microbiol.* 108, 1–9. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2005. 10.009
40. Goetz et Le Jeune, 2012
41. Goetz et Le Jeune, 2012
42. Gruben, 2004
43. Guignard, 1996
44. Guilloton, 2005 ; Annou, 2017
45. Gupta, P.D.; Birdi, T.J. Development of botanicals to combat antibiotic resistance. *J. Ayurveda Integr. Med.* 2017, 8, 266–275. [CrossRef] [PubMed]
46. Häfliger, 1999
47. He et al. 2011 ; Mattick et al. 2001 ; Corry 1974 ; Dega et al. 1972 ; Moats et al. 1971
48. He et al. 2011 ; Mattick et al. 2001 ; Corry 1974 ; Dega et al. 1972 ; Moats et al. 1971
49. Hornero-Mendez D., Guevara R.G., Minguez-Mosquera M.I., *J. Agri.F. Chem.*, 48 (2000) 3857-3864.
50. Hossain et al., 2008 ; Droniou, 2012
51. Hubert P. Recueil de fiches techniques d’agriculture spéciale à l’usage des lycées agricoles de Madagascar : tome 1. Tananarive (MDH); 1970.
52. Hubert P. Recueil de fiches techniques d’agriculture spéciale à l’usage des lycées agricoles de Madagascar : tome 1. Tananarive (MDH); 1970.
53. I. M. Hosny, W. I. El Kholy, H. A. Murad, and R. K. El Dairouty, “Antimicrobial activity of Curcumin upon pathogenic microorganisms during manufacture and storage of a novel style cheese ‘Karishcum’,” *Journal of American Science*, vol. 7, pp. 611–618, 2011.
54. Isabelle Le Coquil, club cœur et santé 24 mars 2017
55. ISO 11133 :2014. Microbiologie des aliments, des aliments pour animaux et de l'eau — Préparation, production, stockage et essais de performance des milieux de culture
56. Jadczyk D., Grzeszczuk M., *Acta Hort.*, 830 (2009) 369–376.
57. Jadczyk D., Grzeszczuk M., *Acta Hort.*, 830 (2009) 369–376.
58. JANSEN P.C.M., GRUBBEN G.J.H., CARDON D. Ressources végétales de l’Afrique tropicale 3. Colorants et tanins. Wageningen, Pays-Bas : PROTA, 2005.-238p

59. Johnson 2007
60. Johnson E (2007) *Clostridium botulinum* . In: Doyle MP, Beuchat L (eds) Food microbiology: fundamentals and frontiers, 3rd edn. ASM Press, Washington, DC, pp 401–422
61. Kaefer CM, Milner JA. The Role of herbs and spices in cancer prevention. *J Nutr Biochem.* 2008;19:347-361.
62. KEITH, S. (2006). Propriétés Des Principales Epices. *Nutrition Journal*, 11.
63. Kumar, A., J. Dora, and A. Singh, A Review on Spice of Life *Curcuma longa*
64. La contamination des denrées alimentaires. [AE/40conta.doc/27/08/99](#)
65. La contamination des denrées alimentaires. [AE/40conta.doc/27/08/99](#)
66. LARPENT, 1997 : Microbiologie alimentaire, technique de laboratoire. ED. Tec&Doc. Lavoisier, Paris.
67. les résultats des programmations bactériologiques 2001 IGDA
68. Maistre J, Perpillon A. Les plantes à épices, de Jacques Maistre. *Ann Géographie T* 74 N°405 1965. 1965 ;
69. Martins et al., 2001 ; Cho et al., 2008 ; Jalili et jinap, 2012 ; Halil et Recep, 2013 ; Punamet Dhiraj, 2015 ; Kabak et Dobson, 2017
70. Mata, A. T., Proenca, C., Ferreira, A. R., Serralheiro, M. L. M., Nogueira, J. M. F., and Araujo, M. E. M. (2007). Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of five plants used as Portuguese food species. *Food Chemistry* 103, 778–786. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.09.017
71. McClane 2007
72. McClane B (2007) *Clostridium perfringens* . In: Doyle MP, Beuchat L (eds) Food microbiology: fundamentals and frontiers, 3rd edn. ASM Press, Washington, DC, pp 423–444
73. Meghwal et Goswami, 2012
74. Menon, A.N., Padmakumari, K.P., and Jayalekshmy, A (2003). Essential oil composition of four major cultivars of black pepper (*Piper nigrum* L.). *J. Essent. Oil Res.* 15, 155–157. doi: 10.1080/10412905.2003.9712099
75. Messiaen, 1975
76. PENSO G. Les plantes médicinales dans l’art et l’histoire. Paris : Roger Da Costa ed., 1986
77. Pham, 2007
78. Platel et Srinivasan, 2004 ; Sehonou, 2007
79. Powers et al., 1975 ; Powers et al., 1976 ; Baxter et Holzappel, 1982 ; Schwab et al., 1982
80. Przygodzka, 2016
81. Raghavan, 2007
82. Ravindran PN. Black Pepper: *Piper nigrum*. 2000. 582 p.
83. Rubio C., Hardisson A., Enrique M.P., Baez A., Martin M., Alvarez R., *Eur. Food Res Technol.*, 214 (2002) 501-504
84. Rubio C., Hardisson A., Enrique M.P., Baez A., Martin M., Alvarez R., *Eur. Food Res Technol.*, 214 (2002) 501-504.
85. Srinivasan KP-2013/01/01. Biological Activities of Pepper Alkaloids. 2013.
86. T. Rudrappa and H. P. Bais, “Curcumin, a known phenolic from *Curcuma longa*, attenuates the virulence of *Pseudomonas aeruginosa* PAO1 in whole plant and animal pathogenicity models,” *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 56, no. 6, pp. 1955–1962, 2008.

87. Tapsell LC, Hemphill I, Cobiac L, et al. Health benefits of herbs and spices: the past, the present, the future. *Med J Aust.* 2006; 185(suppl):S4-S24.
88. Topuz A., Feng H., Kushad M., *Food Sci. Technol.*, 42 (2009) 1667-1673.
89. Topuz A., Feng H., Kushad M., *Food Sci. Technol.*, 42 (2009) 1667-1673.
90. Vidal phytoterapie de curcuma <https://www.vidal.fr/parapharmacie/phytotherapie-plantes/curcuma-longa.html>
91. Vidal phytoterapie de curcuma. <https://www.vidal.fr/parapharmacie/phytotherapie-plantes/curcuma-longa.html>
92. Wojdylo *et al.*, 2007
93. Zhang, J., Wang, Y., Pan, D. D., Cao, J. X., Shao, X. F., Chen, Y. J., et al. (2016). Effect of black pepper essential oil on the quality of fresh pork during storage. *Meat Sci.* 117, 130–136. doi: 10.1016/j.meatsci.2016. 03.002