

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



Département d'agronomie

MEMOIRE

Présenté par

Miliani Sidi Miliani

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En : Sciences alimentaires

Spécialité : Technologie de l'industrie agroalimentaire et contrôle de qualité

Thème

**Contrôle de qualité d'épices aromatiques (*Piper nigrum*,
Cuminum cyminum, *Capsium annum*) par techniques
spectroscopiques**

Soutenu le 30/06/22, devant le jury composé de :

Président	GHANEMI Fatima Zohra	M.C.B	Université A.B.B. Tlemcen
Encadrant	BENYOUB Nor-eddine	M.A.A	Université A.B.B. Tlemcen
Examineur	TEFIANI Choukri	M.C.A	Université A.B.B. Tlemcen

DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail :

A mon défunt grand frère Meliani Nabil, qui j'aurai tant voulu avoir
auprès de moi pour qu'il assiste à ma réussite.
Que dieu l'accueille dans son vaste paradis.

A mes très chers parents sources inépuisables d'amour, d'affection
et de sacrifices. Que ce travail soit pour eux un témoignage de
l'affection que je porte à leur égard et de ma reconnaissance pour
leur inéluctable patience et leur dévouement.
Que dieu leur donne santé et longue vie.

A mes chers frères et à ma sœur pour leur soutien constant.

Et je tiens à dédier ce travail à ma chère épouse Ghizlaine, pour son
soutien permanent, et à ma source de bonheur mon fils Ali.
Puisse dieu les protéger.

REMERCIEMENTS

A l'issue de ce travail de recherche, je tiens tout particulièrement à remercier en premier M^r BENYOUB Nor-Eddine, Maître Assistant (A) à l'Université d'Abou Bekr Belkaid Tlemcen, qui m'a encadré pour ce mémoire et qui m'a aidé par son savoir-faire.

L'occasion est du jour pour remercier également tous ceux qui ont accepté d'associer leurs compétences et leurs savoirs afin de juger ce travail :

A M^{me} GHANEMI Fatima Zohra, Maître de Conférences (B) à l'Université D'Abou Bekr Belkaid Tlemcen, qui m'a fait l'honneur de présider le jury de cette soutenance. Je lui adresse mes respectueux remerciements.

A M^r TEFIANI Choukri, Maître de Conférences (A), à l'Université D'Abou Bekr Belkaid Tlemcen, pour m'avoir fait l'honneur de juger ce travail.

Enfin, j'exprime mes sincères remerciements à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE

REMERCIEMENT

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVIATIONS

Introduction.....1

Partie I : Partie bibliographique

Chapitre I : Généralité sur les épices

1- Définition de l'épice.....	3
2- Historique des épices.....	4
3- Classification des épices.....	5
4- Utilisation des épices.....	8
4.1- Utilisation médicinale.....	8
4.2- Utilisation en cosmétique.....	10
4.3- Utilisation nutritionnelle.....	10
5- Epices, aromates, herbes aromatiques et condiments.....	10
5.1- Définition d'une épice.....	11
5.2- Définition des aromates.....	11
5.3- Définition du condiment.....	12

6- Composés phytochimiques des épices	12
6.1- Les composés phynolique... ..	12
6.2- Les alcaloides... ..	13
6.2- Les terpénoides... ..	13

Chapitre II : Présentation des épices étudiées

Introduction.....	14
1- Présentation des épices étudiées	14
1.1- Le poivre noir... ..	14
1.1.1- Description... ..	14
1.1.2- Régions productrices... ..	15
1.1.3- Composition... ..	15
1.1.3.1- Synthèse racinaire du poivrier... ..	16
1.1.3.2 Partie aérienne du poivrier	17
a) La tige	17
b) Les feuilles.....	17
c) Fruit.....	17
1.1.4- Utilisation	18
1.1.4.1- Utilisation alimentaire	18
1.1.4.2- Utilisation médicinale.....	18
1.2- Paprika.....	18
1.2.1- Description	18
1.2.2- Régions productrices... ..	19
1.2.3- Composition... ..	19

1.2.4- Utilisation	20
1.2.4.1- Utilisation alimentaire	21
1.2.4.2- Utilisation médicinale.....	21
1.2.4.3- Utilisation industrielle... ..	21
1.3- Le cumin.....	21
1.3.1- Description	21
1.3.2- Régions productrices... ..	22
1.3.3- Composition... ..	23
1.3.4- Utilisation	24
1.3.4.1- Utilisation alimentaire	24
1.3.4.2- Utilisation en cosmétique... ..	25
1.3.4.3- Utilisation médicinale... ..	25

Partie II : Etude expérimentale

Chapitre III : Matériels et méthodes

Introduction.....	27
1- Méthode d'analyse des épices... ..	27
1.1- Analyse physico-chimiques.....	27
1.1.1- Détermination du pH... ..	27
1.1.2- Teneur en humidité.....	27
1.1.3- Détection des matières étrangères	27
1.2- Analyses spectroscopiques	27
1. 2.1- Spectrométrie UV-Visible	28
1.2.1.1- Domaine d'UV Visible	28

1.2.1.2- Principe.....	28
1.2.1.3- Appareillage	28
1.2.2 – Diffraction des rayons X.....	29
1.2.2.1- Principe.....	29
1.2.2.2- Appareillage	29
1.2.3 – Spectroscopie Infrarouge	30
1.2.3.1- Principe.....	30
1.2.3.2- Appareillage	30
2- Méthodologie.....	31
2.1- Matériels de prélèvement	31
2.2- Echantillonnage	31
2.3- Analyse des échantillons	33
2.3.1- Appareil utilisé	33

Chapitre IV : Résultats et discussion

1- Résultats d'analyses	35
1.1- Spectre de l'échantillon 1 : poivre noir... ..	35
1.2- Spectre de l'échantillon 1 : cumin.....	37
1.3- Spectre de l'échantillon 1 : paprika.....	38
2- Discussion.....	39
Conclusion générale... ..	40
Références bibliographiques	41

Liste des figures

Partie Bibliographique

Figure I.1 : Aspect de quelques épices	4
Figure I.2 : Classification d'épices selon l'échelle de Scoville	8
Figure II.1 : Schéma d'une branche de <i>piper nigrum</i> l.....	16
Figure II.2 : Poivron entier	19
Figure II.3 : La plante de cumin	22

Partie Expérimentale

Figure III.1 : Analyseur Infrarouge à Transformée de Fourier FT/IR 4200	34
Figure IV.1 : Spectres IR des poudres de poivre noir	35
Figure IV.2 : Spectres IR des poudres de cumin.....	37
Figure IV.3 : Spectres IR des poudres de paprika	38

Liste des tableaux

Partie Bibliographique

Tableau I.1 : Classification taxonomique des épices	6
Tableau I.2 : Classement conventionnel des épices	6
Tableau I.3: Les organes végétaux comme épices	7
Tableau I.4: Effets biologiques des principales épices.....	9
Tableau II.1 : Classification botanique du poivre	16
Tableau II.2 : Composition en minéraux de 1g paprika.....	20
Tableau II.3: Composition en minéraux de 100g de cumin.....	24

Partie Expérimentale

Tableau III.1 : Classification des épices sélectionnées	32
--	----

Liste des abréviations

ISO : International Organization for Standardization, Organisation internationale de normalisation

FVT : Flavonoïdes Totaux

PT : Polyphénols Totaux

IR : Infra Rouge

IRTF : Infra Rouge à Transformée de Fourier

DRX : Diffraction à Rayons X

UV : Ultra-Violet

ICP : Spectroscopie à Plasma à Couplage Inductif

UI : Unité Internationale

CM : Centimètres

G : Grammes

°C : Degré Celsius

Introduction générale

Introduction générale

L'épice de par son nom propre désigne les produits exotiques venus des pays lointains par voie maritime ou par les caravanes de la "route des épices". Depuis l'antiquité, les épices sont utilisées pour parfumer notre nourriture, conserver les aliments. Elles sont classées comme plantes médicinales (**Cassaro, 2012**)

Leur utilisation était surtout médicinale et accessoirement culinaire. Jusqu'au 18^{ème} siècle ils étaient pour leur vertu à faciliter la digestion. Les épices étaient alors classées en degré de chaleur. La préférence pour les épices venues d'ailleurs venait du fait que le climat tropical de leur pays d'origine était supposé leur conférer une supériorité thérapeutique. Le poivre par exemple était préconisé pour « ouvrir l'appétit, guérir les fièvres intermittentes (**Roulier, 2010**). Pour pouvoir profiter des bienfaits de ces épices, plusieurs méthodes d'extraction des composés d'épices sont utilisées (infusion, décoction, macération...).

L'analyse des différentes épices se fait par diverse techniques physico-chimiques comme par exemple la spectroscopie infrarouge pour la détermination des groupements fonctionnels), l'UV-visible (composé organique) et la spectroscopie ICP et DRX (pour les métaux). Ces techniques sont répandue dans l'industrie agroalimentaire en tant que techniques simples et sûres de contrôle de qualité et de mesure dynamique, elles sont faites pour rendre en compte la présence ou l'absence de certaines familles de composées (polyphénols, tanins, flavonoïdes..) (**Bounab, 2011**).

Dans ce contexte nous nous sommes intéressés au contrôle de qualité par des méthodes d'analyses afin d'explorer différentes épices de différentes marques.

Nous avons opté pour un travail de recherche comportant deux parties.

Partie1: Recherche Bibliographique :

Une synthèse d'une recherche bibliographique comportant des généralités sur les épices, historiques, la composition en polyphénols et flavonoïdes (**chapitre 1**).

Dans le second chapitre, des généralités sur les épices qui ont fait l'objet de cette étude ont été abordées (description, caractéristiques...ect) (**chapitre2**).

Partie2: Travail expérimental

Cette partie expérimentale est subdivisée en deux chapitres :

Introduction générale

- Le **chapitre 3** sera consacré aux matériels et à la mise en œuvre expérimentale.
- Le dernier chapitre (**chapitre 4**) sera consacré aux interprétations et discussion des résultats obtenus.

Partie bibliographique

CHAPITRE I

1. Définition de l'épice :

L'épice est une "substance d'origine végétale, aromatique ou piquante, servant à l'assaisonnement des mets"; le condiment est une : "substance de saveur forte destinée à relever le goût des aliments", l'aromate une : "substance végétale odoriférante" et l'assaisonnement est une : "action, manière d'accommoder un mets avec des ingrédients" (**Droniou, 2012 ; Arvy et Gallouin, 2003**).

Selon **Tapsell et al., (2006)**, le mot épice provient du latin « species » signifiant espèce ou substance. Les épices sont des parties séchées ou non des plantes aromatiques : feuilles, boutons floraux, graines, écorces, fruits, racines.

Les épices peuvent provenir du fruit de la plante (piment, piment de la Jamaïque, genévrier, poivre), des graines (muscade, cardamome, cumin, pavot), des boutons floraux (clou de girofle, câpres), des racines (raifort, curcuma, gingembre) ou de l'écorce (cannelle, casse). Certaines épices proviennent du mélange de plusieurs autres épices (currys, massalas, sambals), de l'écorce nous pouvons trouver par exemple de la cannelle, des grains comme pour le fenouil, la coriandre et la cardamome, des feuilles, la mélisse et le laurier, des fleurs, le safran et le clou de girofle, de rhizome comme le curcuma et le gingembre ou de fruits comme pour le piment, le fenouil, l'aneth et la moutarde (**Farrell, 1990**).

Les épices sont des substances végétales aromatiques utilisées pour l'assaisonnement des mets. Généralement elles sont vendues déshydratées, entières ou en poudre. Idéales pour les régimes minceur, ces substances végétales sont acaloriques et apportent beaucoup de saveurs selon (**Arvy et Gallouin, 2003**). En effet **Nevellier et Jolivet (1965)**, affirme que le terme épice s'applique aux produits naturels végétaux ou mélange de ceux-ci, sans matières étrangères qui sont utilisés soit en entier, soit en poudre pour donner de la saveur et de l'arôme et pour assaisonner les aliments. Cette définition s'accorde avec celle du petit Larousse qui définit l'épice comme une substance aromatique d'origine végétale utilisée pour assaisonner les mets (**Belabbes et Akerma, 2019**).



Figure I.1 : Aspect de quelques épices (Bernard, 2012).

2. Historique des épices :

Les épices sont d'origine exotique, elles se caractérisent par leur puissance aromatique et gustative, elles rendent les aliments plus digestes et plus appétissants. Ce sont des produits riches en germes lorsqu'ils n'ont pas subi de traitement anti-bactérien. Les arômes des épices sont très volatils, il convient donc de les acheter en petites quantités, de les broyer au moulin quand cela est possible (Hemphill et Cobiac, 2006).

Durant tout le Moyen Age, le commerce des épices était aux mains des commerçants arabes qui, en fait, le pratiquaient déjà près d'un millénaire avant J.-C. Les caravanes apportaient les épices d'Orient jusqu'au Caire ou Alexandrie ou elles étaient achetées par des commerçants génois et vénitiens qui les transportaient en Europe où elles étaient revendues fort cher. Une expression moyenâgeuse «cher comme poivre» en témoigne. Ce quasi-monopole des caravaniers arabes était soigneusement protégé par les intéressés et par leurs correspondants vénitiens, en entretenant des légendes, des récits fabuleux sur l'origine soit disant mystérieuse de ces denrées (Bargis, 2015).

Hemphill et Cobiac (2006), affirment que les épices et les herbes ont une longue histoire d'utilisation culinaire, thérapeutique et agroalimentaire (conservation). En effet, les papyrus égyptiens antiques enregistrent l'utilisation de coriandre, fenouil, genévrier, cumin, ail et thym dans leur vie quotidienne. Ainsi, selon Ian Hemphill et Lynne Cobiac, ils avaient utilisé des

Chapitre I : Généralités sur les épices

gousses d'ail en bois dans leurs tombeaux pour préserver la qualité des repas. Par ailleurs, les Sumériens et les Assyriens utilisaient le thym et le safran pour leurs propriétés thérapeutiques dès le 5000 avant Jésus. En Inde, également les épices ont été fortement utilisées en médecine traditionnelle (**Saadi, 2019**).

Progressivement ces denrées devenaient plus abondantes avec l'extension des cultures, d'abord dans les pays d'origine, puis dans d'autres contrées; les cours baissaient et les consommateurs peu fortunés pouvaient acheter les épices dont le commerce perdait peu à peu ce caractère d'«âpreté» et presque de conflit qui l'avait marqué durant plus de quatre siècles. Le commerce des épices, de nos jours, s'il a encore, quelquefois, un caractère spéculatif, a les traits de celui de tous les produits agricoles (**Arvy et Gallouin, 2003**).

Au moyen âge et en Europe, les épices deviennent une denrée précieuse et onéreuse. D'ailleurs les épices s'offraient en cadeaux de fêtes, de mariage et de nouvel an. Le tribut était souvent levé en épices : les impôts, rentes, taxes, droits de douane et rançons desserts de soldaient parfois au moyen de certaines épices (**Guyot, 1972**).

3. Classification des épices :

Il est plus intéressant de regrouper les épices en fonction de leurs propriétés organoleptique (couleur, odeur, arôme et saveur) , dans le domaine des industries alimentaire et de la gastronomie (**Fedilla et Boucherit, 2018**).

La classification basée sur les caractéristiques morphologiques des plants est la plus utilisée. Un inconvénient cependant en ressort et c'est le fait de regrouper des plants sans aucune proximité de flaveur.

Souvent selon le degré de goût, Une classification conventionnelle des épices (Tableau I.1, I.2, I.3) :

- Épices chaudes
- Épices douces
- Épices aromatiques
- Herbes et légumes aromatiques (**Peter, 2001**).

Chapitre I : Généralités sur les épices

Tableau I.1 : Classification taxonomique des épices (Peter, 2001 ; Saadi, 2019).

Angiospermae	Dicotyledoneae	Sympetales			
				Solanaceae	chilli, paprika, red pepper
				Pedaliaceae	sesame
			Campalunatae	Compositae	camomile, chicory, tarragon
		Archichlamydaeae	Piperales	Piperaceae	cubeba, long pepper, pepper
			Ranales	Myristicaceae	mace, nutmeg
				Lauraceae	bay leaf, cassia, cinnamon
				Magnoliaceae	star-anise
	Rhoeadales		Cruciferae	mustard, wasabi	
	Myrtiflorae		Myrtaceae	allspice, clove	
	Umbelliflorae		Umbelliferae	anise, caraway, celery, chervil, coriander, cumin, dill, fennel, parsley	
	Monocotyle- doneae	Liliiflorae	Liliaceae	garlic, onion	
			Iridaceae	saffron	
		Scitamineae	Zingiberaceae	cardamom, ginger, turmeric	
		Orchidales	Orchidaceae	vanilla	

Tableau I.2 : Classement conventionnel des épices (Peter, 2001 ; Saadi, 2019)

Classes	Épices
Épices chaudes	Capsicum (piments), poivre de Cayenne, poivrons noirs et blancs, gingembre, moutarde
Épices douces	Paprika, coriandre Épices aromatiques Piment de Cayenne (piment), cardamome, cassie, cannelle, clou de girofle, cumin, aneth, fenouil, fenugrec, macérat et muscade
Herbes	Basilic, laurier, feuilles d’aneth, marjolaine, estragon, thym
Légumes aromatiques	Oignon, ail, échalote, celery

Chapitre I : Généralités sur les épices

Tableau I.3 : Les organes végétaux comme épices (Peter, 2001 ; Saadi, 2019)

Organes végétaux	Cultures d'épices
Arille Écorces Baies	Mace de noix de muscade Cassia, cannelle
Bourgeons Bulbes	Allspice, poivre noir, piment Clou de girofle
Pistil (partie femelle de la fleur)	Oignon, ail, poireau Safran
Noyau Feuille Rhizome	Noix de muscade
Latex de rhizome Racines	Basilic, laurier, menthe, marjolaine, sauge, feuille de cari
Graines	Gingembre, curcuma Asa-fœtida Angelica, raifort Ajowan, anis, carvi, céleri, coriandre, aneth, fenouil, fenugrec, moutarde, graine de pavot

Il existe une échelle de gradation de l'intensité de piquant des produits, l'échelle de Scoville. Elle a été inventée en 1912 par Wilbur Scoville. Afin de déterminer la concentration du composé chimique actif provoquant la sensation de chaleur chimique, ce chercheur diluait différents piments purs dans de l'eau sucrée. Il continuait à diluer ces solutions jusqu'à ce que la sensation de piquant ou celle d'échauffement des muqueuses ne soient plus perceptibles par un jury d'analyse sensorielle. Il a ensuite classifié ces différentes dilutions par ordre de grandeur selon une échelle d'intensité allant de 0, une perception neutre, à 10, une perception très intense (Figure I.2) (Richard, 2002).

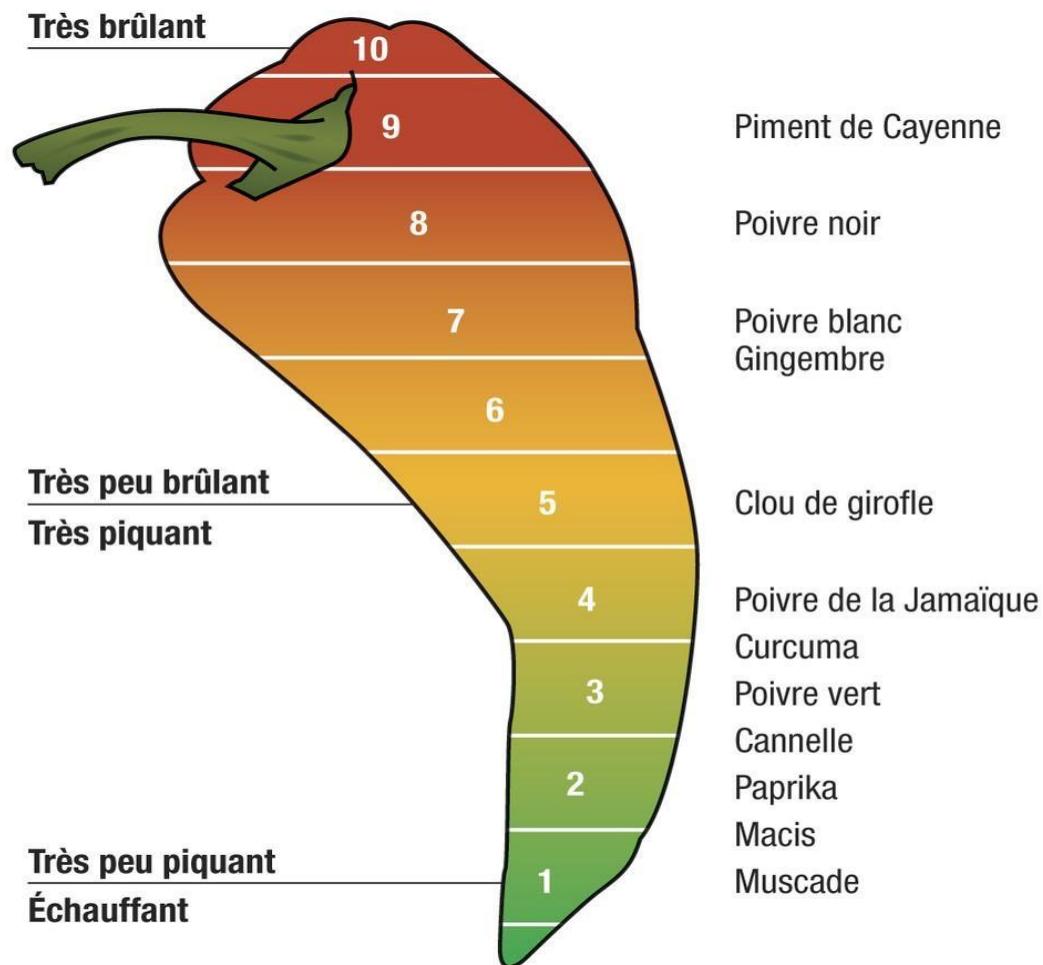


Figure I.2 : Classification d'épices selon l'échelle de Scoville (Richard, 2002).

4. Utilisation des épices :

Bien sûr, les épices servent avant tout à donner du goût à un plat. Mais elles ont aussi des propriétés bénéfiques sur la santé et possèdent des vertus médicinales reconnues. Toniques, diurétiques, purifiantes, dégraissantes, stimulantes...elles peuvent vous aider à vous refaire une santé.

4.1. Utilisation médicinale :

Presque toutes les plantes aromatiques et épices possèdent des vertus médicinales, puisque beaucoup d'entre elles sont riches en éléments minéraux et en vitamines, notamment en vitamine C. Les plantes entrent moins souvent dans la composition des médicaments modernes mais ont été autrefois utilisées dans la médecine. Ceci dit, elles sont encore très utilisées dans certains pays ou dans les médecines douces. On les utilise sous forme de tisanes qui est la préparation la plus

Chapitre I : Généralités sur les épices

répandue en cataplasme en inhalation... etc. Enormément d'épices ont des activités antimicrobiennes et antioxydants, et sont utilisées alors comme antiseptiques, analgésiques, anti-inflammatoires et également indiquées pour lutter contre les maladies du stress (Sophie, 2006).

D'autant plus qu'on retrouve selon Mohammedi, 2006, de nombreuses épices possèdent des activités antimicrobiennes et antioxydantes, et sont utilisées comme antiseptiques, analgésiques et anti-inflammatoires. Elles sont également indiquées pour lutter contre les maladies du stress. Les effets biologiques de quelques épices sont illustrés dans le Tableau I.4.

Tableau I.4 : 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 sanguine	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 Toxins	Carvi, agrumes, coriandre, ail, thé vert, moutarde, romarin, curcuma.

4.2. Utilisation en cosmétique :

Safran, poivre ou encore gingembre, beaucoup d'épices devraient avoir leur place dans nos salle de bain ! En effet, nous connaissons tous leurs propriétés en tant que condiments, mais elles contiennent également de nombreux actifs très utiles en cosmétique.

Qu'elles soient issues de graines, de fruits, de fleurs, de racines ou encore d'écorce séchée, les épices contiennent habituellement des huiles essentielles. Elles peuvent avoir des actions différentes : antioxydant, anti-inflammatoire, antiseptique... et aident à améliorer les niveaux de sucre dans le sang ou le taux de mauvais cholestérol. Mais ce qui nous intéresse dans cet article, ce sont leurs utilisations dans les produits cosmétiques (**Sophie, 2006**).

4.3. Utilisation nutritionnelle :

Les épices agrémentent les plats aux quatre coins du monde depuis des milliers d'années. Si elles sont reconnues pour leurs avantages culinaires évidents, leur impact nutritionnel est trop souvent sous-estimé en raison des faibles quantités utilisées (**Redhead, 1990**). Les épices étant utilisées en petite quantité, elles ne contribuent pas, d'un point de vue nutritionnel, au régime alimentaire, mais elles contiennent souvent des composés phénols qui permettent de protéger les denrées contre la dégradation microbienne.

On utilise les épices comme aromates pour l'assaisonnement, la coloration et la conservation des aliments ou des boissons. Certaines épices sont aussi utilisées comme suppléments diététiques comme le curcuma « safran de l'Inde », riche en curcumine (colorant atoxique), stable à la chaleur et peu sensible aux variations de pH, d'où leur large utilisation comme colorant alimentaire autorisé (E100) (**Wichtl et Anton, 2003**). Certaines épices doivent être ajoutées en début de cuisson, d'autres ne doivent pas cuire sous peine de perdre toutes leurs qualités. En règle générale, il faut ajouter les épices aux trois quarts de la cuisson pour préserver leurs propriétés nutritionnelles et gustatives (**Sophie, 2006 ; Saadi, 2019**).

5. Epices, aromates, herbes aromatiques et condiments :

Les épices proviennent d'une seule origine végétale ; par exemple le poivre est le fruit séché du poivrier. Elles sont souvent obtenues après séchage de la plante et/ou transformation (fermentation, blanchiment, stabilisation). Ce sont les plus importantes économiquement (**Arvy et Gollouin, 2003**). De ce fait, la distinction entre les épices, les condiments, les aromates et les

finer herbes est assez subtile. Certaines herbes comestibles appartiennent à la catégorie des épices. Même certaines herbes contenant des composants toxiques peuvent être classées comme des épices si l'élément toxique peut en quelque sorte être neutralisé par le chauffage et d'autres procédures de cuisson. Une plante herbacée est classée botaniquement comme plante vivace, mais la signification de l'épice vient de son utilisation dans la cuisine, et non d'une classification végétale (**Kenji et Mitsuo, 1998**).

5.1. Définition d'une épice :

Ce sont certaines parties (graines, baies, fruits, boutons floraux, étamines de fleurs, écorces, racines/rhizomes, résille, gomme résineuse,) de plantes très aromatiques et généralement utilisées séchées : poivre, pseudos poivres (poivre du Setchuan, poivre rose) et poivres d'autres variétés (poivre cubèbe ou poivre à queue ou poivre de Java), maniguette, cardamome, badiane, cumin, carvi, graines de moutarde, sumac, noix muscade, piments, clou de girofle, safran, cannelle, gingembre, curcuma, galanga, asa foetida, macis, etc. Certaines plantes sont classées dans plusieurs catégories selon la partie utilisée ou leur utilisation : par exemple la coriandre dont la graine est une épice et les feuilles un aromate, la moutarde, dont la graine est une épice et la préparation pâteuse connue en France un condiment (**Kenji et Mitsuo, 1998**).

Les Indiens, dans la cuisine ayurvédique, distinguent les épices de base, les épices nobles et les épices vertes. Si ce reportage suscite votre intérêt, j'en préparerai un (avec quelques recettes) sur les grands principes de la cuisine végétarienne ayurvédique de l'Inde qui repose, entre autres sur les propriétés culinaires et sanitaires (au sens le plus large) des plantes, et sur les mélanges d'épices et aromates qu'elle utilise (**Kenji et Mitsuo, 1998**).

5.2. Définition des aromates :

Les aromates sont des substances végétales odoriférantes, herbacées ou arborescentes, qui servent à relever l'arôme et le goût des mets. Elles se divisent en deux classes : les aromates doux ou fines herbes et les aromates âcres ou épices (**Kenji et Mitsuo, 1998**).

Ce sont généralement les feuilles fraîches de plantes aromatiques. Celles utilisées en France sont principalement indigènes (les exceptions les plus notables sont la citronnelle, la coriandre bien qu'elle pousse dans les régions méditerranéennes - et certains basilics) ; les plantes aromatiques asiatiques sont désormais facilement disponibles et la cuisine « fusion » les

intègrent désormais plus facilement.

Les principaux aromates utilisés en France sont les suivants : persil, cerfeuil, ciboulette, estragon, sauge, romarin, thym, laurier, sarriette, marjolaine, origan, basilic, menthe, feuilles de céleri, d'ache et de fenouil.

Le cas des oignons, échalotes et aulx est un peu particulier car ce sont, selon leur utilisation, des aromates, des condiments ou des bases utilisées pour leurs propriétés chimico-physiques (épaississants/liants) (**Kenji et Mitsuo, 1998**).

5.3. Définition des condiments :

Ce sont des produits plus ou moins élaborés, principalement végétaux et souvent de conserve, de par la présence de composants acides, de piment ou de sel voire de sucre (chutneys, moutarde en pâte, ketchups, pâtes de piment plus ou moins liquides à l'ail et/ou vinaigre, citrons confits au sel, pickles, cornichons, petits oignons et câpres en conserve, etc). Ce sont aussi parfois des mélanges de produits frais végétaux (gremolata) ou mixtes végétaux/animaux et/ou frais/conserves (**Kenji et Mitsuo, 1998**).

Les vinaigres sont également à classer parmi les condiments, Les cornichons, qui sont le plus souvent consommés comme plat d'accompagnement, sont généralement inclus dans cette catégorie. Les condiments combinent généralement plusieurs goûts et plusieurs saveurs (**Kenji et Mitsuo, 1998**).

6. Composés phytochimiques des épices :

La plupart des espèces végétales qui poussent dans le monde entier possèdent des vertus thérapeutiques, car elles contiennent des principes actifs qui agissent directement sur l'organisme. Chaque épice a un arôme et une saveur unique qui dérivent des composés phytochimiques appelés encore métabolites secondaires. Ces produits chimiques ont évolué chez les plantes afin de les protéger contre des insectes herbivores, des agents pathogènes, des parasites et des champignons (**Charaka, 1994**).

6.1. Les composés phénoliques :

Les polyphénols constituent un groupe largement distribué de substances dans le royaume des végétaux, avec plus de 8000 structures phénoliques présents dans tous les organes de la plante (**Hopkins, 2003 ; Lugasié al., 2003 ; Lebham, 2005**). L'élément structural fondamental qui les caractérise est la présence d'un cycle aromatique (benzoïque) portant au moins un

groupement hydroxyles (**Macheix et al., 2005**), libres ou engagés dans une autre fonction chimique (éther, méthylique, ester, sucre, etc.) (**Bruneton, 1993**). La structure de ces composés varie, de molécules simples (acides phénoliques simples) aux molécules hautement polymérisées (tanins condensés) (**Macheix et al., 2005**).

6.2. Les alcaloïdes :

Selon **Badiaga 2011**, un alcaloïde est une substance organique azotée d'origine végétale à caractère alcalin et présentant une structure moléculaire hétérocyclique complexe. Les alcaloïdes sont généralement produits dans les tissus en croissance tels que les jeunes feuilles et les jeunes racines. Ils gagnent ensuite des lieux différents et lors de ces transferts, ils peuvent subir des modifications. Chez de nombreuses plantes, les alcaloïdes se localisent dans les pièces florales, les fruits ou les graines et ces substances sont trouvées concentrées dans les vacuoles (**Krief, 2003**). Ce sont des composés relativement stables qui sont stockés dans les plantes en tant que produits de différentes voies biosynthétiques (**Omulokoli et al., 1997 ; Wilhem, 1998**).

6.3. Les terpénoïdes :

Tout composés possédant une structure moléculaire construite d'un monomère à 5 carbones appelé isoprène est appelé terpénoïde. Ces composés sont majoritairement d'origine végétale et sont synthétisés par des plantes, des organismes marins, des champignons et même des animaux (**Benaïssa, 2011**). L'exploitation de ces composés s'effectuait sous forme d'huiles extraites de plantes (huiles essentielles) par le moyen de la distillation (**Harbone, 1998 ; Malecky, 2005**).

La recherche effectuée au cours de ce premier chapitre nous a permis d'avoir une idée générale sur les épices et leur composition. Lors du prochain chapitre nous allons approfondir les recherches bibliographiques en faisant la description de quelques épices qui vont être analysées au cours de ce travail.

CHAPITRE II

Chapitre II : Présentation des épices étudiées

Les épices appartiennent au secteur des condiments et assaisonnements, secteur ayant en 10 ans progressé de plus de 35 % en volume et de près de 45 % en valeur. Les origines exotiques, les conditions de production (une faible partie de la plante est utilisée seulement), les aléas climatiques auxquels elles sont régulièrement soumises font leur rareté. De ce fait, elles sont l'objet de fortes tensions économiques, ou entraînent la commercialisation de produits dont la qualité fait défaut.

Il est important de vérifier la qualité des épices au regard des spécifications figurant dans les normes concernées. Les analyses permettaient de détecter d'éventuelles adultérations ou substances de charge ; de vérifier l'absence de colorants interdits (artificiels ou non) et de s'assurer lorsque cela est nécessaire, la présence des substances allergènes.

1. Présentation des épices étudiées :

Au cours de l'époque pharaonique, les épices furent utilisées comme parfum en offrandes à dieu pour embaumer les morts, ainsi que dans l'alimentation et la pharmacopée traditionnelle. Toutes les épices ne se trouvant pas sur place, il fallait partir à leur recherche et c'est ainsi que commença à la longue quête vers les routes des épices (**Delaveau, 1987**).

1.1 Le poivre noir :

1.1.1 Description :

Le poivrier noir est une plante vivace non rustique qui subit très difficilement les températures inférieures à 15°C et qui périt en dessous de 5°C. Il se cultive donc en pot et sous serre chaude. Une forte hygrométrie est nécessaire afin de reproduire les conditions climatiques de son environnement naturel (**Hequet et Le Corre, 2012**). Il prospère idéalement dans une zone géographique située entre le 15^{ème} degré de latitude Nord et le 15^{ème} degré de latitude Sud. Il peut être rencontré aussi en climat tropical mais à saison sèche plus ou moins marquée (**Site web1**). Des statistiques de 2008, 2010 et 2014 indiquent que le Vietnam produit 34% de la production mondiale (98 500 tonnes/ans). Il est suivi de l'Inde (19%, 50 000 tonnes/ans), du Brésil (13%, 35 000 tonnes/ans), de l'Indonésie (9%, 25 000 tonnes/ans), de la Malaisie (8%, 20 000 tonnes/ans), de la Chine (7%), du Sri Lanka (6%) et de la Thaïlande (4%) (**Site web1**).

1.1.2 Régions productrices :

Le poivre est originaire des collines de l'ouest de l'Inde. Aujourd'hui largement cultivé dans les pays tropicaux. Les principaux pays producteurs de poivre sont l'Inde, l'Indonésie, la Malaisie, le Vietnam, la Chine, le Sri Lanka, le Brésil, le Mexique, Madagascar et Singapour (**Denys, 2013**).

Le poivre fut l'une des premières épices indiennes introduite en Occident par Alexandre le Grand. Il a été découvert dans les forêts équatoriales de travancore (dans l'état de Kerala) de la Malabar dans le sud-ouest de l'Inde. Le poivre était alors appelé pippali en sanskrit, qui a donné le grec peperis, puis le latin peper. Grâce au romain le poivre se diffusa dans tout l'empire qui prend alors goût à cette épice. En 641, la prise d'Alexandrie par les Arabes mit fin au commerce entre Rome et l'Inde. Le commerce entre l'Occident et l'Orient s'amenuise. En tant que seul fournisseur, les Arabes gardent le silence sur l'origine des épices, et sur les énormes bénéfices qu'ils réalisent (**Cippalo, 1997**).

1.1.3 Composition du poivre :

Le poivrier (*piper nigrum*) est une liane vivace à tige ligneuse se fixant à son support par des racines adventives aérienne qui se développent au point d'insertion des feuilles sur la tige. Les inflorescences sont des épis de 7 à 10 cm de long, opposés aux feuilles. Les fruits sont des baies rondes faiblement charnues d'abord vertes, elles jaunissent puis rougissent à maturité et deviennent noires par dessiccation. Le poivre noir a un goût fort et piquant (**Grimaldi et Sadoux, 1985**).

Chapitre II : Présentation des épices étudiées

Tableau II.1 : Classification botanique du poivre (**Borget, 1991**).

Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
sous-classe	Apétales
Ordre	Pipérale
Famille	Pipéracées
Genre	<i>Piper</i>

1.1.3.1 Système racinaire du poivrier :

Le système racinaire est composé de 3 à 6 racines principales d'où émerge un réseau de racine latérales. L'enracinement est peu profond, soit 30 à 60 cm de profondeur (**Maister, 1964**). (Figure II.1).



Figure II.1: Schéma d'une branche de *piper nigrum*l (**Maister, 1964**).

1.1.3.2 Parties aériennes du poivrier:

a) La tige :

Elle est constituée de trois sortes de bois :

- Des stolons : restant au sol, à la base de la plante. Le stolon est un organe végétal de multiplication asexuée. C'est une tige aérienne contrairement au rhizome. Il pousse au niveau du sol et ne porte pas de feuilles ou uniquement des feuilles réduites à des écailles. Au niveau d'un nœud, il donne naissance à une nouvelle plante et s'enracine à son extrémité, souvent en contact de sol
- Les rameaux plagiotropes :(horizontaux).
- Les tiges orthotropes : (droite) Elles forment la structure proprement dite de la plante **(Maister ,1964 ; Rachem et Chikh, 2017)**.

b) Les feuilles :

Les feuilles sont allongées et pétiolées : les pétioles mesurent 2 à 3 cm de long, il est dilaté en une graine au niveau de son point d'insertion, et forme 2 stipules. Leur limbe est entier, ovale et mesures de 10 à 15 cm de long et de 5 à 10 cm de large. Les nervures médianes et les deux ou quatre nervures latérales primaires sont presque parallèles, et anastomosées par les nervures transversales. Les feuilles portées par les tiges orthotropes et les rameaux plagiotopes ne sont pas identiques. En effet, les feuilles et des tiges sont régulières et de couleur verte foncée alors que celle des rameaux sont asymétriques et plus claires **(Maister ,1964 ; Rachem et Chikh, 2017)**.

c) Fruit :

L'ensemble « fruit et graine » renferment trois substances principales : huiles essentielles, alcaloïdes, oléorésines qui confèrent au poivre ses propriétés gustatives et aromatiques. Le fruit est une baie sessile, monosperme, sphérique, de 4 à 8 mm de diamètre, de couleur d'abord verte (fruit immature) puis jaune et enfin rouge à maturité. La graine renferme, sous ses téguments, un endoderme farineux dont le sommet est occupé par un albumen réduit enveloppant un très petit embryon **(Maister ,1964 ; Rachem et Chikh, 2017)**.

1.1.4 Utilisation :

1.1.4.1 Utilisation culinaire :

Le poivre est l'une des épices les plus polyvalentes, utilisée dans pratiquement toutes les cuisines salées. Le poivre noir et blanc est utilisé dans les cuisines du monde entier, à toutes les étapes du processus de cuisson et comme condiment de table. Non seulement le poivre apporte son propre assaisonnement spécial, il a la capacité d'améliorer d'autres saveurs. Cette épice est également utilisée dans la cuisine sucrée ; le poivre noir est ajouté aux gâteaux de fruits et aux pains d'épices, parfois en quantités considérables, et il peut être servi comme un léger assaisonnement sur les fruits frais (Sallie et Lesley, 1999).

1.1.4.2 Utilisation médicinale :

Le poivre augmente la production de salive et stimule les sécrétions de la digestion. Il fait baisser la fièvre (Kurt, 1999).

1.2 Paprika :

1.2.1 Description :

Le paprika, aussi connu sous le terme piment doux, est une épice en poudre de couleur rouge obtenue à partir du fruit mûr, séché et moulu du piment doux ou poivron (*Capsicum annuum*, de la famille des Solanaceae) (Noumi, 1984).

La famille des piments et des poivrons est très vaste et la flaveur varie beaucoup d'une variété à l'autre. Elle est cependant plus douce et moins piquante que celle de *Capsicum frutescens* (Arvy et Gollouin, 2003). Concernant sa variété alimentaire, il est classé selon la forme des fruits (allongée, aplatie, triangulaire, quadrangulaire, etc.) et l'épaisseur de la chair (fine, épaisse, etc.). On donne le nom de poivre de Cayenne à certains produits obtenus avec des petits fruits de *Capsicum annuum*, de saveur très forte ; d'autres fruits, allongés et piquants, sont également nommés piments (Rachem et Chikh, 2017).

➤ Plante :

Capsicum annuum est une plante de la classe des dicotylédones. Son origine vient du Brésil, qui se différencie de *Capsicum frutescens* par sa taille généralement plus petite (souvent inférieure

Chapitre II : Présentation des épices étudiées

à 1 m de hauteur) et ses tiges herbacées et annuelles (sous un climat tempéré). Toutefois, sous un climat tropical, la tige peut être lignifiée à la base (Arvy et Gollouin, 2003).



Figure II.2 : poivron entier (Arvy et Gollouin, 2003).

1.2.2 Régions productrices :

Les principales régions de culture de paprika sont l'Amérique, l'Inde, la Hongrie, la Roumanie, la Bulgarie, les Balkans, la Grèce, l'Italie, la France et l'Espagne (Kurt, 1999).

La récolte est pratiquée en Bolivie, au Mexique et en Europe. La multiplication s'effectue par semis sur un support poreux. Les semis sont maintenus sous abri, à une température minimale de 20 °C le jour et de 18°C la nuit et les plants sont repiqués, deux par deux, sur un sol de texture normale, d'acidité moyenne et correctement pourvu en matière organique. La floraison et la fructification exigent un apport d'engrais potassique, mais également de magnésium en proportion judicieuse, car un excès de potasse peut entraîner une carence en magnésium. Alors cette plante préfère un climat tempéré à chaud, un emplacement ensoleillé et protégé. Sa croissance est perturbée lorsqu'elle se développe dans des lieux ombragés et elle s'arrête lorsque la température est inférieure à 15°C ; l'irrigation doit être régulière pour avoir des fruits de bonne qualité (Arvy et Gollouin, 2003).

1.2.3 Composition :

Les fruits des piments et des poivrons sont bien pourvus en vitamine du groupe B et les placentas sont riches en capsaïcine (60 à 70 %), responsable de la saveur très poivrée et agressive. Ils renferment les mêmes composés que le piment enragé, mais en quantités

Chapitre II : Présentation des épices étudiées

moindres. Il s'agit de la dihydrocapsaïcine et de la nordihydrocapsaïcine. On trouve aussi des colorants dont : carotène, capsanthine, lutéine, cryptoxanthine, zéaxanthine. Plus le poivron ou le piment est gros, plus il est doux et riche en matières colorantes (**Rachem et Chikh, 2017**).

Le tableau II.2 présente la quantité moyenne en métaux (en μg) qui entrent dans la composition de paprika.

Tableau II.2 : Composition en minéraux de 1g paprika (**Cennet et Derya, 2012**)

Minéraux	Quantité (μg)
Ni	6,08
Cr	1,56
Ba	6,05
Cu	9,54
Fe	409
Mn	21,5
Sr	8,70
Zn	25,9
Mg	1950
Ca	2510

1.2.4 Utilisation :

Le piment est un produit polyvalent connu pour ces usages divers : alimentaire, industriel et pharmaceutique.

1.2.4.1 Utilisation alimentaire :

Le paprika (doux ou piquant) est d'usage extrêmement répandu. En effet la poudre de paprika sert à épicer les soupes, les sauces les viandes, les volailles, les fruits de mer et les salades. Dans tout le bassin méditerranéen, on prépare une sauce à base de piment fort, d'huile et d'ail (**Richard et Loo, 1992 ; Saadi, 2019**). Il est conseillé d'épépiner les poivrons, comme les piments, car les graines n'apportent aucun arôme souhaitable et sont difficiles à digérer. Les piments doux, petits et verts, sont utilisés à l'état naturel ou confits dans le vinaigre. Les poivrons plus gros, à chair fine, verts et rouges, se consomment crus, en salades composées,

Chapitre II : Présentation des épices étudiées

alors que les gros poivrons, à chair épaisse, de couleur verte, orange ou rouge, se cuisent comme les aubergines, en ratatouilles ou en pipérades (**Arvy et Gollouin, 2003**).

La réglementation hongroise n'admet que les fruits ayant une certaine quantité de capsaïcine. Ceux qui ont une teneur trop élevée, et qui ont trop de piquant, sont considérés d'une qualité inférieure. Elle sert comme condiment pour la préparation du bœuf à la hongroise ou (goulasch), pour les chorizos et paellas. Mais le piment d'Espelette (ou poivron d'Espelette) relève le goût des potages, des soupes, des grillades de poissons ou de viandes, des sauces, des salades et de la pipérade au Pays Basque (**Arvy et Gollouin, 2003**).

1.2.4.2 Utilisation médicinale :

Les propriétés médicinales des piments plus ou moins doux et des poivrons varient beaucoup en fonction de leur pouvoir irritant. Elles sont semblables à celles des piments engragés. Le paprika baisse la pression artérielle, soutient le processus digestif, c'est un réservoir d'énergie, une bonne source de fer, protège les os, ralentit le processus de vieillissement, c'est une très bonne source de vitamine C et il augmente le flux sanguin. Il est considéré comme un agent anti-inflammatoire puissant. Il présente de nombreux bienfaits pour la santé et se retrouvent dans le paprika en bonne proportion, ainsi que dans d'autres poivrons de cette famille. Les principaux bienfaits pour la santé résident dans leur pouvoir antibactérien, antiinflammatoire et antioxydant (**Arvy et Gollouin, 2003**).

1.2.4.3 Utilisation industrielle :

Dans l'industrie alimentaire, le piment en poudre est ajouté à la charcuterie, au ketchup, à la tomate, à la vinaigrette, au fromage. L'oléorésine non piquante sert à colorer les pâtes alimentaires. Il est aussi utilisé dans la nourriture pour les poulets afin d'obtenir des jaunes d'oeufs rouge-jaune. Il sert aussi à la fabrication des sprays poivré (**Richard et Loo, 1992**).

1.3 Le Cumin :

1.3.1 Description :

Le cumin est une épice utilisée depuis des millénaires dans de nombreuses cuisines du monde et pour cause, il contient de nombreux bienfaits pour la santé, notamment au niveau de

Chapitre II : Présentation des épices étudiées

la sphère digestive. En France, on l'apprécie particulièrement pour son goût unique autant que pour ses multiples vertus santé (**Vican, 2001**).

Le cumin(*Cuminumcyminum*) est une plante herbacée annuelle de la famille des Apiacées (Ombellifères). Le cumin est une petite plante herbacée annuelle d'une hauteur de 30 cm, à feuilles parfumées, finement divisées, ombelles de petites fleurs blanches ou roses (**Bremness, 2002**). Les feuilles semblent être finement disséqués et sont alternes, composé de teinte bleu-vert. Les tondeuses fl sont bisexuelles avec des couleurs comme le rose et le rouge croissant sur l'omble composé inflorescence jusqu'à 3,5 mm de diamètre (**Denys, 2013**). Le fruit est fusiforme, d'une couleur jaune clair, qui devient plus foncé au contact de l'air velu, strié variant du vert au gris-brun, d'une odeur aromatique et un goût épicé et amer (**Behera et al., 2004 ; Vican, 2001**).



Figure II.3 : la plante de cumin (**Bargis, 2013**).

1.3.2 Régions productrices :

La plante est régulièrement importée d'Afrique du nord, de l'Iran, de la Chine et des Amériques et le marché important se situe en Europe centrale. La portion consommable de la plante est la graine qui est préalablement séchée et/ou pulvérisée pour en faire une épice. Il est également possible d'en obtenir des huiles essentielles par distillation (**Arvy et Gollouin, 2003**). Il est maintenant cultivé dans le monde entier et a voyagé à travers l'Asie de l'Ouest

jusqu'en Asie centrale. La majorité de la culture se fait dans des pays comme le Maroc, la Turquie, la Grèce, l'Égypte, l'Iran, la partie sud de la province de Mashad. Elle est aussi largement cultivée en Inde l'Himalaya, le Pendjab, le Baloutchistan et le Cachemire. L'Europe du Sud et la Russie contribuent également en tant que producteurs de cumin. Les principaux fournisseurs sont l'Inde, la Syrie, le Pakistan et la Turquie. Les principaux producteurs de pétrole sont l'Inde et les États-Unis (**Denys, 2013**).

La culture de l'épice est pratiquée au Maroc, en Égypte, dans le sud de l'Europe, en Iran, en Inde et en Turquie. En France, la culture a lieu essentiellement dans le var et le Vaucluse. La multiplication se fait par semis au printemps puis les plants sont repiqués. Le cumin préfère une terre argileuse, d'humidité normale et riche en matière organique avec une acidité moyenne ou forte. De plus, la plante affectionne un climat sec et un emplacement ensoleillé. Les fruits sont récoltés vers la fin de mois d'août ; plus l'été est chaud et sec, plus la récolte est bonne. Ils sont séchés à des températures inférieures à 37°C (**Arvy et Gollouin, 2003**).

1.3.3 Composition :

La composition chimique du cumin est faite d'environ 2 à 4,5 % d'huile volatile et environ 10 % d'huile fixe, ainsi que des tanins, de l'oléorésine, du mucilage, de la gomme, des composés protéiques et des malates (Tableau 9). L'odeur caractéristique du cumin est due à la présence de son huile essentielle. Cette odeur et cette saveur sont principalement dues aux aldéhydes présents (aldéhyde cuminique) ou cuminol, p-menth-3-en-7-ol et p-mentha 1,3-dien-7-ol). Des études de la composition chimique de l'huile de cumin ont montré la présence des composants suivants : -pinène (0,5 %), myrcène (0,3 %), limonène (0,5 %), 1-8-cinéole (0,2 %), p-menth-3-en-7-ol (0,7 %), p-mentha-1, 3-diène-7-ol (5,6 %), caryophyllène (0,8 %), -bisabolène (0,9 %), -pinène (13,0), P-cymène (8,5 %), - phellandrene (0,3 %), D-terpinene (29,5 %), aldéhyde cuminique (32,4 %), alcool cuminylique (2,8 %), -farnesène (1,1 %) ainsi que des quantités beaucoup plus faibles de -phellandrene, - terpinène, cis et trans sabinène, myrtenol, -terpinéol et phellandral. (**Peter, 2001 ; Saadi, 2019**).

La composition nutritionnelle et les quantités moyennes, minimales et maximales en métaux pour 100g de cumin sont représentées dans le tableau II.3

Tableau II.3 : Composition en minéraux de 100g de cumin (Tokalioglu, 2012).

Minéraux	Quantité (mg)
Ca	931
P	499
Mg	366
K	1790
Fe	66.4
Cu	0.9
Mn	3.3
Zn	4.8

1.3.4 Utilisation :

1.3.4.1 Utilisation alimentaire :

Le cumin est très utilisé dans la majorité du Nord de la Chine, dans les régions musulmanes ou autrefois musulmanes (du Xinjiang à la Mandchourie) et aujourd'hui beaucoup à Pékin pour assaisonner l'agneau. Il permet de réduire les odeurs fortes de la viande rouge ou des poissons, de la désinfecter grâce à ses vertus antiseptiques résistantes à la cuisson mais également de les parfumer et d'augmenter l'appétit (Arvy et Gollouin, 2003).

À travers les âges, les potages, le pain, la volaille et le poisson ont été comminés, principe qui consistait à incorporer ou badigeonner ces plats de cumin. Le cumin est également ajouté dans les tajines du Maroc, le couscous au poisson en Tunisie et dans le nord-ouest algérien, le lablabi, les merguez, le ras-el-hanout, le gaspacho et les empanadas en Amérique centrale. Même l'île de la Réunion est réputée pour l'ajouter à ses mets, sans toutefois le faire pousser directement sur l'île (Saadi, 2019).

1.3.4.2 Utilisation en cosmétique :

Le cumin noir communément appelé nigelle est utilisée au Proche-Orient en tant qu'épice. Elle peut également être utilisée en phytothérapie (plante entière), en gemmothérapie (bourgeons), en aromathérapie (huile essentielle). Par ailleurs, les Égyptiens saupoudrent leur café, leurs légumes et pâtisseries de graines de nigelle (**Arvy et Gollouin, 2003**).

Le cumin attribue à l'huile essentielle des activités anti-oxydantes, antiseptiques, purifiantes et tonifiantes. Il est donc utilisé dans :

- des produits pour le soin du corps et des mains (crèmes de massage) ;
- des produits capillaires (lotions pour cheveux moussés et plats) ;
- des produits d'hygiène bucco-dentaire (collutoires, dentifrices) ;
- des produits de soin du visage pour peaux abîmées, stressées et matures (**Saadi, 2019**).

1.3.4.3 Utilisation médicinale :

S'il y a bien une épice qui est autant utilisée comme condiment que comme remède, notamment en médecine Ayurvédique, la médecine indienne traditionnelle, il s'agit bien du cumin en poudre ou en graines. On retrouve la graine dans de nombreuses pharmacopées et médecines traditionnelles dans le monde, et on lui prête de très nombreuses vertus. Comme l'anis, la coriandre et le fenouil, le cumin est apéritif, stomachique, carminatif, tonique, diurétique et sudorifique.

Le cumin est un stimulant qui agit sur le cœur et le système nerveux. Par son action spasmolytique, le cumin est efficace dans le traitement des dyspepsies, des troubles hépatovésiculaires mais aussi actif dans les cas d'aérophagie. Ses propriétés sédatives lui procurent une action bénéfique contre l'insomnie. Doté de vertus anti-inflammatoires, il est recommandé en cas d'arthrite et de rhumatismes. Il possède également des propriétés antiseptiques et bactéricides en usage externe. A forte dose, c'est un excitant général, mais il n'a pas d'action aphrodisiaque, contrairement à ce qui a été écrit jadis. Le cumin a les mêmes propriétés en médecine vétérinaire. C'était une des « semences chaudes » avec celles du carvi, de l'anis, de l'aneth, de la coriandre et du fenouil (**Arvy et Gollouin, 2003**).

D'après **Denys (2013)**, il est considéré comme un stimulant de l'appétit, et il est largement utilisé pour soulager les troubles de l'estomac, la flatulence, les coliques et la diarrhée.

Chapitre II : Présentation des épices étudiées

Tokalioglu (2012), affirme qu'en cas de diminution de l'audition, vous pouvez utiliser le cumin sous forme de décoction chaude que vous verserez directement dans l'oreille (petite quantité pas trop chaude).

Partie expérimentale

CHAPITRE III

Introduction :

Afin et pour pouvoir vérifier l'authenticité des épices aromatiques qu'ils soient en grains ou en poudre, ISO ainsi que des chercheurs du monde entier, ont élaboré des méthodes d'analyses physico-chimiques et spectroscopiques qui vont faire en sorte d'établir des résultats concrets et fiables pour détecter les différentes adultérations, afin de pouvoir lutter contre les activités frauduleuses qui touchent les épices, les différentes analyses ainsi que l'analyse et la méthodologie utilisés lors de notre travail vont être abordé dans ce chapitre.

1. Méthodes d'analyse des épices:

1.1 Analyses physico-chimique :

Des critères physiques et d'autre chimiques sont établis afin de pouvoir estimer la qualité du poivre noir qu'il soit en grains ou en poudre (**Tebbag, 2019**). Plusieurs paramètres peuvent être analysés nous citons parmi celles-ci :

1.1.1 Détermination du pH :

La technique consiste à diluer de la poudre d'épices dans de l'eau distillée et relever la valeur du pH à l'aide d'un pH mètre étalonné.

1.1.2 Teneur en humidité :

Il suffit de chauffer à 100°C une certaine masse de poudre d'épices pendant 10 minutes. Ensuite peser la masse après refroidissement pour calculer au final la teneur en humidité (**Tebbag, 2019**).

1.1.3 Détection des matières étrangères :

Étaler et isoler une masse de grain d'épices et mesurer la masse des matières étrangères avec une loupe adéquate.

1.2 Analyses spectroscopiques :

Outres les analyses physico-chimiques, des méthodes spectroscopiques sont sollicitées et sont très utiles afin d'avoir des résultats pertinents et fiables.

1.2.1 Spectrométrie UV-visible :

La spectroscopie d'absorption ultraviolette - visible nous renseigne sur le mode de coordination de l'ion central avec le ligand. Cette méthode est fondée sur le phénomène d'absorption d'énergie lumineuse par une substance. Lorsque cette dernière absorbe une partie d'énergie de la radiation électromagnétique, cette absorption est automatiquement accompagnée d'une transition électronique d'un niveau fondamental à un niveau d'énergie supérieur (**Harraz et al., 2005**).

Elle toujours été une technique de mise en œuvre facile, en s'appuyant sur la structure électronique d'un composé Ou plutôt d'une fraction de ce composé pour mettre en évidence sa présence (analyse Qualitative) et de connaître sa concentration (analyse quantitative). Son emploi est de plus en Plus réservé à l'analyse quantitative via la loi de Beer-Lambert (**Smain, 2017 ; Zsila, 2003**).

1.2.1.1 Domaine d'UV-visible :

Le domaine concerné s'étale de 80 à 800 nm. L'intervalle du visible s'étale de 400 nm (bleu) à 800 nm (Rouge). L'intervalle de l'UV proche s'étale de 200 nm à 400 nm et le domaine de l'UV lointain de 10 nm à 200 nm (**Zsila, 2003**). Les mesures d'absorption du rayonnement ultraviolet et visible sont largement utilisées dans l'analyse qualitative et quantitative d'un très grand nombre d'espèces chimique organique et inorganique (**Zebib, 2010**).

1.2.1.2 Principe :

La spectrométrie d'absorption UV visible repose sur les transitions d'électrons de valence qui passent d'un état fondamental à un état excité après absorption d'un photon dans l'UV visible. Cette transition s'accompagne de changements de niveaux rotationnels et vibrationnels. Elle requiert une énergie assez forte qui correspond aux longueurs d'onde UV visible. Le spectre d'absorption de la matière est caractérisé par le coefficient d'extinction moléculaire à chaque longueur d'onde (**Madi, 2019; Gratien, 2008**).

1.2.1.3 Appareillage :

Les spectromètres UV-visible comportent :

- Une source de lumière.

- Un monochromateur.
- Un compartiment pour placer les échantillons.
- Un dispositif de réception associé à un dispositif de traitement des données permettant au final le tracé d'un spectre (**Wojciechowski, 1998**).

1.2.2 Diffraction des rayons X :

La diffraction des rayons X est une technique d'analyse non destructive et idéale pour l'étude d'échantillons solides cristallisés. A chaque phase cristalline correspond un ensemble caractéristique de pics de diffraction (Diffractogramme). Cette signature unique permet donc une caractérisation et une identification de toutes les phases (**El Haddad, 2013**).

1.2.2.1 Principe :

C'est une méthode non destructive utilisée pour l'analyse qualitative et quantitative d'échantillons poly cristallins. Cette technique est basée sur l'irradiation d'un faisceau monochromatique de rayons X avec un angle d'incidence (θ) sur la surface du matériau cristallin à étudier. Lorsqu'un angle correspondant à une famille de plans (hkl) où la relation de Bragg est satisfaite, le détecteur enregistre une augmentation de l'intensité diffractée. Une fois les photons détectés, le compteur les transforme en charge électrique, puis ils sont amplifiés par un système électronique. Le signal électrique est envoyé vers un ordinateur qui donne l'allure du spectre avec les différents pics de diffraction. La diffraction a lieu seulement dans les matériaux cristallisés et lorsque la relation de Bragg est vérifiée (**Chelouche, 2012**).

1.2.2.2 Appareillage :

Le dispositif expérimental de la DRX comprend selon (**Chelouche, 2012**) :

- Un tube à rayons X monochromatique, le porte échantillon et le détecteur des photons X.
- Un cercle goniométrique sur lequel se déplace le détecteur des rayons X et un cercle de focalisation sur lequel le rayonnement diffusé est concentré avant la détection.

1.2.3 Spectroscopie Infrarouge :

La spectroscopie infrarouge est l'un des méthodes spectroscopiques les plus utilisées pour la caractérisation des molécules organiques. Le succès de cette technique repose sur la rapidité de caractérisation et la sensibilité des molécules existantes. Ainsi, la spectroscopie Infrarouge est un très puissant moyen de caractérisation pour identifier des groupements moléculaires et obtenir de nombreuses informations microscopiques sur leur conformation et leurs éventuelles interactions (Zsila, 2003).

1.2.3.1 Principe :

Les substances chimiques, lorsqu'elles sont soumises à un rayonnement infrarouge absorbent de manière sélective certaines longueurs d'onde du spectre. L'absorption est caractéristique des liaisons chimiques qui constituent le composé. Cette méthode d'analyse structurale révèle la nature des liaisons entre atomes dans une molécule et correspond à des changements énergétiques affectant essentiellement les états de vibration des liaisons entre atomes. Le résultat d'une analyse se traduit par un spectre infrarouge qui se compose de plusieurs bandes d'absorption (Wojciechowski, 1998).

1.2.3.2 Appareillage :

Deux sorte de spectromètre IR existent : le spectromètre à balayage et le spectromètre à transformée de Fourier (Diaz Rosad, 2013).

- Un spectromètre IR à balayage s'agit du modèle le plus classique, semblable aux spectrophotomètres utilisés en spectroscopie UV-visible.
- Un spectromètre IR à transformée de Fourier (IRTF) est identique à un spectromètre à balayage le système dispersif est remplacé par un interféromètre (de Michelson) dont la position est ajustée par laser. Il est composé des éléments suivants :
 - Source
 - Échantillon
 - Système dispersif
 - Détecteur.

2. Méthodologie :

Notre objectif est soutenu sur une étude spectroscopique de quelques épices afin d'avoir un concept générale sur composition organiques. Mais également, l'étude de l'impact des contaminants pouvant y être présents.

Nous avons sélectionnées pour l'étude, les épices les plus utilisées dans les plats traditionnels algériens : le poivre noir, le cumin et le paprika. Les analyses spectroscopiques ont été réalisées sur ces épices à l'état de poudre non emballée.

2.1 Matériel de prélèvement :

Le matériel comprend les éléments suivants :

- Des bocaux stériles en plastiques ;
- Des spatules stériles pour prélever les différents échantillons ;
- Une balance de précision ;
- Des gants chirurgicaux ;

2.2 Echantillonnage :

Les échantillons des épices ont été prélevés d'une épicerie au centre-ville de la ville de Tlemcen et dont le nom et l'adresse resteront anonymes.

L'échantillonnage concerne le poivre noir, le cumin et le paprika à l'état de poudre non emballée.

Les prélèvements ont été effectués aseptiquement à l'aide de spatules stériles et les échantillons ont été emballés individuellement dans des sachets stériles. Ces différentes épices ont été prélevées puis acheminés le plus tôt possible au laboratoire d'analyses où le travail a été effectué. Différentes marques d'une même épice ont été prélevées afin de pouvoir avoir une comparaison des résultats spectroscopiques.

Le choix des épices a été basé sur les études de **Atti, (2014)**, **Boukri, (2014)**, qui ont fait une enquête au niveau de six herboristes dans la région d'Ouargla. Dix échantillons ont présenté une similarité dans leurs compositions avec des proportions de participation différentes d'un mélange à l'autre. Les dix épices sont : coriandre, gingembre, cannelle, anis vert, poivre noire, curcuma, carvi, paprika, cumin, Fenouil. Nous en avons donc choisis trois des dix épices pour cette étude.

Chapitre III : Matériels et méthodes d'analyses

Lors de l'achat des épices, nous avons pris en compte l'odeur forte et la couleur éclatante caractéristique de chacune des épices.

Le tableau III.1 représente la classification des épices choisies.

Tableau III.1 : Classification des épices sélectionnées.

Épice	Classification
<p>Poivre noir</p> 	<p>Règne : plantae Classe :Equisetopsida Ordre :Piperales Famille: Piperaceae Genre : Piper Espèce: Piper nigrum</p> <p>(Damanhour et Aftab, 2014)</p>
<p>Cumin</p> 	<p>Règne : plantae Embranchement : Spermaphytes Classe : dicotylédones Ordre : Apiales Famille:Apiaceae Genre: Cuminum Espèce :Cuminum cyminum L</p> <p>(Quezel et Santa, 1963)</p>
<p>Paprika</p> 	<p>Règne : plantae Classe : Magnoliopsida Ordre : Solanales Famille: Solanaceae Genre : Capsium Espèce: Capsium annum</p> <p>(Hugette, 2008)</p>

2.3 Analyse des échantillons:

La spectroscopie ICP combiné avec l'UV-Visible et la diffraction aux rayons X ainsi que l'infrarouge sont mieux adaptées pour identifier les composés organiques des épices car c'est des méthodes quantitatives et qualitatives qui permettent la séparation et l'identification de tous les composés présents dans un mélange.

Dans notre travail, par faute de moyens, la méthode utilisée pour analyser nos échantillons est la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier.

Les épices, notamment les polyphénols, les tannins, les flavonoïdes possèdent des groupes fonctionnels qui se caractérisent facilement par spectroscopie Infrarouge, c'est la raison pour laquelle nous avons entrepris cette étude.

L'infrarouge est la région du spectre électromagnétique où se retrouvent les fréquences vibrationnelles et rotationnelles des molécules. Le principe repose sur le fait que, lorsque la molécule est en présence de lumière infrarouge à la fréquence où elle peut entrer en résonance, elle absorbe de l'énergie et l'amplitude de ses vibrations est augmentée. Donc, à ces fréquences, le rayonnement infrarouge est en partie absorbé et moins intense; il s'agit de fréquence d'absorption ou de vibration.

L'analyseur Infrarouge à Transformée de Fourier (FTIR) est généralement adapté à la quantification d'un grand nombre de composés aromatique et de composés organiques. Elle est notamment beaucoup utilisé en agroalimentaire : pour l'identification de contaminants (champignons, bactéries, ..) (**Taleb, 2013**).

2.3.1 Appareil utilisé :

Nos spectres infrarouges ont été mesurés avec un spectrophotomètre infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) de JASCO, Modèle FT/IR 4200 (Figure III.1). L'appareil est aussi muni de fenêtres en KBr et d'un détecteur de type DTGS.

La méthode utilisée pour l'analyse de nos échantillons est celle des pastilles en KBr, donc les échantillons du sol ont été broyés dans du KBr, afin de former un mélange homogène à analyser.



Figure III.1 : Analyseur Infrarouge à Transformée de Fourier FT/IR 4200

CHAPITRE IV

1. Résultats d'analyses :

L'analyse par Spectroscopie Infrarouge IRTF nous a permis d'obtenir un spectre caractéristique pour chaque échantillon.

L'acquisition des spectres est réalisée sur un intervalle spectral entre 500 et 4000 cm^{-1} , avec une résolution spectrale de 4 cm^{-1} .

1.1 Echantillon n°1 : Poivre noir :

Le spectre du premier échantillon est donné dans la **Figure VI.1**

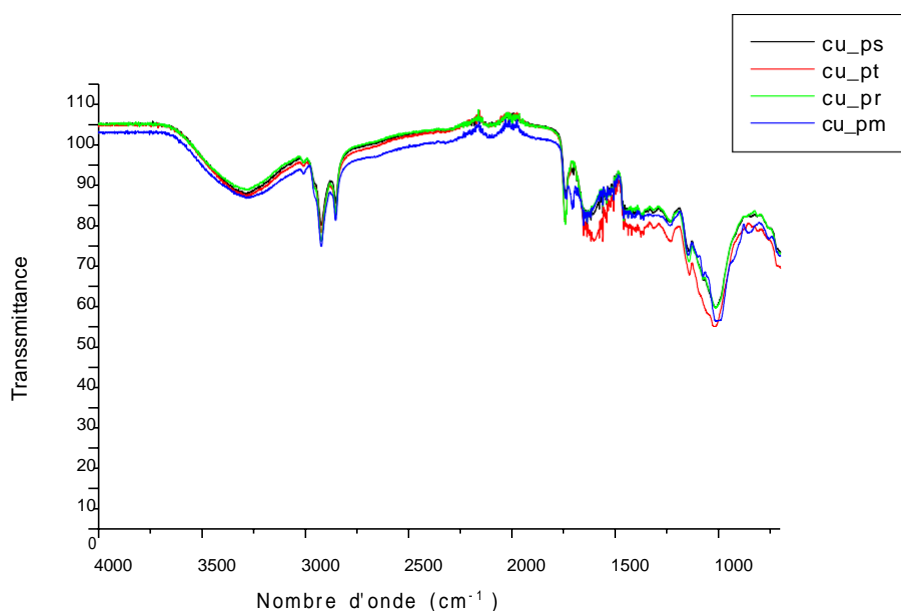


Figure IV.1 : Spectres IR des poudres de poivre noir de différentes marques.

L'analyse infrarouge permet de caractériser les principaux groupements fonctionnels relatifs à des composés chimiques ou un ensemble de composés chimiques.

Le spectromètre infrarouge a révélé les bandes d'absorption suivantes :

À 3400 cm^{-1} : une bande d'absorption large et moyenne due à la vibration d'élongation de la liaison (OH) ;

Chapitre IV : Résultats et discussion

À 2900 cm^{-1} : une bande d'absorption massive d'une densité plus ou moins faible due à la vibration d'élongation asymétrique de la liaison C-H qui peuvent être le groupement alkyle méthyle ou méthylène ;

À 2949 cm^{-1} : une bande d'absorption d'aspect fine d'une densité faible due à la vibration d'élongation asymétrique de la liaison CH₃;

À 2932 cm^{-1} : une bande d'absorption d'aspect fine d'une densité faible due à la vibration d'élongation asymétrique de la liaison CH₃;

À 2894 cm^{-1} : une bande d'absorption d'aspect fine d'une densité faible due à la vibration d'élongation symétrique de la liaison CH₂;

À 2873 cm^{-1} : une bande d'absorption d'aspect fine d'une densité faible due à la vibration d'élongation symétrique de la liaison CH₂;

Vers 1400 cm^{-1} : une bande fine moyen due à la vibration de déformation angulaire symétrique dans le plans (cisaillement) des liaisons C-H du groupement CH₂;

Vers 1700 cm^{-1} : une bande qui est attribuée aux vibrations d'élongation de la liaison C=O de la famille des carbonyles (cétones, acides carboxyliques, esters...);

De 1500 à 1700 cm^{-1} : Les pics d'intensité moyenne à faible située peuvent être attribués aux vibrations d'élongation de la liaison C=C ;

De 1000 à 1200 cm^{-1} : les bandes correspondent aux vibrations d'élongation de la liaison C-O ;

À 1114 cm^{-1} : une bande fine moyen due à la vibration de déformation angulaire asymétrique dans le plans (rocking, rotation plans) des liaisons C-H du groupement CH₂.

1.2 Echantillon n°2 : Cumin :

Le spectre du deuxième échantillon est illustré dans la **Figure VI.2**

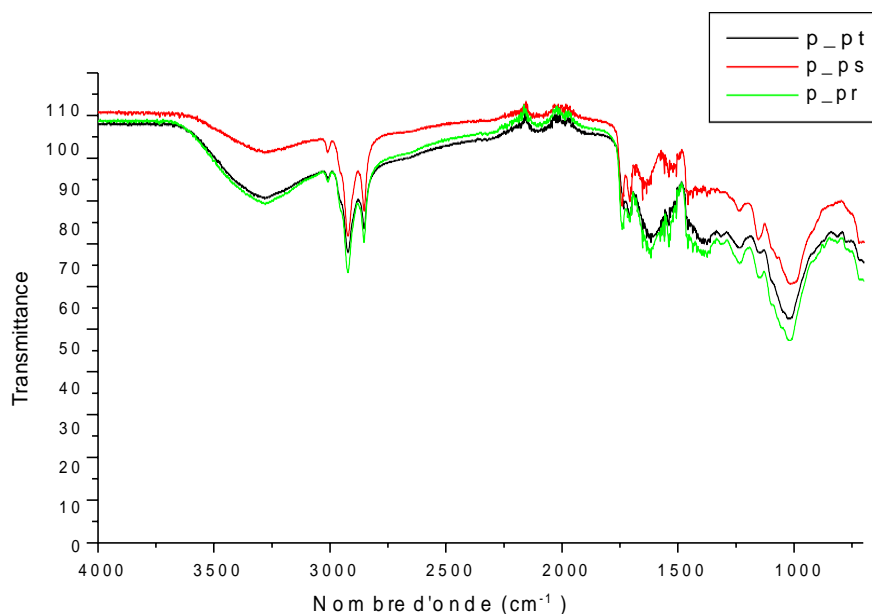


Figure IV.2 : Spectres IR des poudres de cumin de différentes marques.

Ces spectres présentent également une bande large dans la région 3399-3507 cm^{-1} , cette bande peut être attribuée à la conjugaison des fréquences de vibration (O-H) de la fonction phénol.

- La bande sous forme d'un massif (plusieurs pics) située vers 2900 cm^{-1} , est attribuée aux vibrations d'élongation de la liaison C-H.

-La bande intense située vers 1700 cm^{-1} est attribuée aux vibrations d'élongation de la liaison C=O de la famille des carbonyles (cétones, acides carboxyliques, esters...).

-Les pics d'intensité moyenne à faible située entre 1700 et 1500 cm^{-1} , peuvent être attribués aux vibrations d'élongation de la liaison C=C.

-Les bandes situées entre 1000 et 1200 cm^{-1} , correspondent aux vibrations d'élongation de la liaison C-O.

1.2 Echantillon n°3 : Paprika :

Le spectre du troisième échantillon est illustré dans la **Figure VI.3**

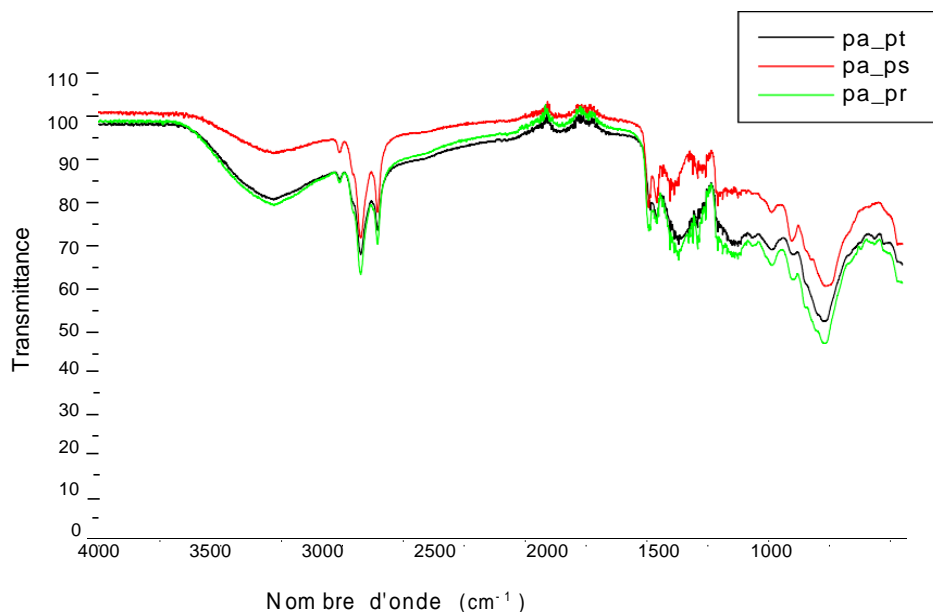


Figure VI.3 : Spectres IR des poudres de paprika de différentes marques.

Comme pour les deux premiers, les spectres de cet échantillon présentent une large bande vers les 3400 cm^{-1} et qui peut être attribuée à la conjugaison des fréquences de vibration (O-H) de la fonction phénol.

Les spectres affichent notamment deux fortes bandes d'absorption dans les régions 1566-1626 cm^{-1} et 1497-1509 cm^{-1} qui sont attribuées respectivement (C = O) et (C = C).

Une bande forte d'intensité se situant dans le domaine 1408-1428 cm^{-1} pourrait correspondre aux vibrations des (CH₃) de la fonction méthoxy.

Et enfin les bandes situées vers 1700 cm^{-1} sont attribuées aux vibrations d'élongation de la liaison C=O de la famille des carbonyles (cétones, acides carboxyliques, esters...).

2. Discussion :

Les bandes caractéristiques que nous avons pu déterminer dans les 3 spectres et qui sont tous similaires sont :

- La large bande qu'on a identifiée vers les 3500 cm^{-1} et qui correspond à des fréquences de vibration (O-H) hydroxyle libre du Phénol (Ar-OH).
- Les bandes vers 1700 cm^{-1} correspondent au mode vibration de l'allongement C-O des groupes alcool et phénol présents dans la composition des épices aromatiques.
- Les bandes situées entre 1000 et 1200 cm^{-1} correspondent aux vibrations d'élongation de la liaison C-O.de la fonction phénol également.
- Et pour finir, la petite bande se situant dans le domaine $1408-1428\text{ cm}^{-1}$ qui pourrait correspond à (CH₃) de la fonction méthoxy des groupes phénols.

Conclusion :

Nous concluons donc que la majorité des composés organique que nous avons identifié et qui donnent lieu à des absorptions dans le domaine Infrarouge sont presque les mêmes dans les différentes épices étudiées.

Les bandes d'absorption relevées indiquent la présence de composés phénoliques. Carbonylés et insaturés, ce qui est en accord avec la littérature quant à la composition des épices (**Taleb, 2013**). Les composés qui sont présents sont :

- Les polyphénols
- Les tannins
- Les flavonoïdes,

Ces mêmes composés sont ceux qu'on retrouve pratiquement dans toutes les épices aromatiques.

Cependant, nous insistons sur le fait que la caractérisation et le contrôle de qualité des épices doit se faire par combinaison de plusieurs analyses en même temps telles que la spectroscopie IPC, la diffraction aux RX et l'UV-visible.

Conclusion générale

Conclusion générale

Depuis la nuit des temps, les épices jouent un rôle important dans la nutrition humaine et sont utiles dans toutes les cultures du monde. Elles sont utilisées pour la saveur, la couleur, l'arôme et la conservation des aliments et des boissons depuis des milliers d'années (**Kabak et Dobson, 2015**), dans la cuisine algérienne, elles sont nécessaires pour la préparation de presque tous les plats traditionnels, ces plats peuvent présenter une menace considérable pour la santé humaine quand elles sont préparés à base des épices contaminées par des microorganismes possiblement pathogènes du fait de l'irrespect des conditions d'hygiène exigées. En effet lorsque les conditions d'hygiène ne sont pas respectées, il en résulte que les repas à base de ces épices présentent un risque considérable pour la santé du consommateur, du fait de la présence de micro-organismes potentiellement pathogènes.

Nous avons développé ce mémoire de master autour de la caractérisation et l'étude de qualité de quelques épices les plus répandues dans les traditions algériennes.

Pour cela nous avons choisi de caractériser le poivre noir, le cumin et le paprika. Pour ce faire, quelques échantillons de différentes marques d'épices achetées dans une épicerie ont été prélevés en vue d'identifier d'éventuels composés organiques et aromatiques.

L'analyse par spectroscopie IRTF, seule moyen technique d'analyse disponible, nous a permis de mettre en évidence la présence de composés phénoliques (flavonoïdes et polyphénols) dans tous les échantillons prélevés, mais à des degrés d'intensités de transmittance différents et nous avons constaté également que tous les échantillons étaient exempte de contaminants quelconques.

Dans ce sens, il serait intéressant de faire une étude approfondie comme des analyses microbiologiques ou bien ajouter à cette caractérisation d'autres méthodes d'analyses spectroscopiques pour avoir une confirmation et une concordance avec les résultats obtenus.

Références
Bibliographiques

Références bibliographiques

A

Arvy M.P., Gallouin F., 2003- Epices, Aromates, Condiments, Edition Belin, Paris, 2- 162.

B

Bargis P., Avec la collaboration du Dr Laurence L. D., 2015- Épices, aromates, condiments et herbes aromatiques, édition Groupe Ayrolle, 2015.

Bediaga M., 2011- Étude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de *Nauclea Latifolia smith*. Plante médicinale africaine récoltée au Mali, 10.

Behera S., Nagarajan S., Rao L., 2004- Microwave heating and conventional roasting of cumin seeds and effect on chemical composition of volatiles. *Food Chemistry*, 25-29.

Belabbes A.C., Akerma M., 2019- Etude De La Thermorésistante De *Bacillus cereus* Sensu Lato Isolées A Partir Des Epices De Hrira Dans La Région De Ain Témouchent. Microbiologie Appliquée. Centre Universitaire Belhadj Bouchaib. Ain Témouchent.

Bremness L., 2002- Plantes aromatiques et médicinales. Edition Bordas. Paris, 303.

Bernard A., 2012- Les épices c'est malin, cannelle clou de girofle, poivre, leurs biens faits et toutes leurs utilisations méconnues pour la santé. La beauté et la maison, 16.

Borge M., 1991- Les Plantes Tropicales A Epices. Editions Maisonneuve Et Larousse, 182.

Bounab N., 2011- « synthèse de nouveaux complexes de bases de schiff de métaux de transition asymétriques de cuivre et de nickel contenant un résidu pyrrolique électropolymérisable », Mémoire de magister, Université Farhat Abbas Sétif.

Bruneton J., 1993- Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Lavoisier, Technique et documentation, Paris, 915.

C

Cassaro D., 2012- « les épices, les symposiarques ».

Références bibliographiques

Cennet K., Derya K., 2012- Chemometric approach to evaluate trace metal concentrations in some spices and herbs», *Food Chemistry* 130 (2012) 196–202.

Charaka S., Sutra S., 1994- Chaukamba Surbharati Prakashan, Varanasi.

Chelouche S., 2012- « Propriétés des fenêtres optiques ZnO:Al pour cellules solaires en couches minces à base de CIGS », Université Ferhat Abbas –Sétif.

Cipallo K., 1997- Le poivre moteur de l'histoire : du rôle des épices, et du poivre en particulier, dans le développement économique de Moyen –Age. *Esprit frappeur*, Paris, 03-60.

D

Damanhoury et Aftab., 2014- A Review on Therapeutic Potential of Piper nigrum L. (Black Pepper): The King of Spices. Vol 3:3.

Delaveau P., 1987- Les épices. Histoire, Description Et Usage Des Différents Epices, Aromates Et Condiments. Albin Michel, Paris, 130-136.

Denys J. C., 2013- Antioxydant Properties of Spices, Herbs and Other Sources. Springer-Verlag. New York. P190, 266-268, 460, 563-564, ISBN : 987 1 4614 4309.

Diaz Rosad J.C., 2013- Etude et développement de la spectroscopie d'émission optique sur plasma induit par laser pour la réalisation d'analyses de terrain : application en ligne de métaux dans les liquides », Thèse de doctorat. Université paris-sud.

Droniou-Cassaro M., 2012- Les épices. Les symposiarques, 2.

E

El Haddad J., 2013-Chimiométrie appliquée à la spectroscopie de plasma induit par laser (LIBS) et à la spectroscopie terahertz ». Thèse de Doctorat. L'université bordeaux 1,13 Décembre 2013.

F

Farrell, K., 1990- Spices, Condiments, and Seasonings. Edition Springer United States. 88.

Références bibliographiques

G

Gratien A., 2008- Thèse «spectroscopie UV-visible et infrarouge de molécules clés atmosphériques », 06/11/2008.

Grimaldi J., Sadoux F. S., 1985- article « le poivrier »18/04/1985.

Guyot L., 1972- « Les épices », Presse universitaire de France, paris 1972, édition 2.

H

Harraz F. Z., Sakka T., Ogata Y. H., 2005- Electrochemical ; Acte ,40,48,50,53,40.

Harborne J.B., 1998- Phytochemical methods. A guide to modern techniques of plants analysis, 9-412.

Hequet C., Le Corre P., 2010- Statut pour la Nouvelle-Calédonie Hequet, V. & Le Corre, Révision du catalogue des plantes introduites de H.S. MacKee (1994). Rapport expertise, IRD, Nouméa, Inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/447453/tab/taxo

Hemphill C., Cobiac A., 2006- Sterilized Spices: New Factor In Food Quality Control. Food Industrial, 424- 467.

Hopkins D., 2003- Physiologie végétale. Deuxième édition. Boeck, 276-280.

Huguette M, 2008- La route des épices naturelles, mélanges d'épices aromates et condiment naturels. p 11.

K

Kabak B., Dobson A. D. W., 2009- Biological Strategies to Counteract the Effect of Mycotoxins. Journal Of Food Protection. 72(9). 2006–2016.

Keith S., 2006- Propriétés Des Principales Epices. Nutrition Journal, 11.

Kenji H., Mitsuo T., 1998- Spice Science and Technology. Marcel Dekker. New York. P 2-3, ISBN: 0 8247 0144 5.

Krief S., 2003- Métabolites secondaires des plantes et comportement animal. Muséum national d'histoire naturelle, 32.

Références bibliographiques

Kurt H., 1999- «épices herbes graines», pistor11-1999, Novembre 1999.

L

Lebham L., 2005- Biotechnologie des Halophytes et des Algues. Muséum national d'histoire naturelle, 59.

Lugasi A., Hovari J., Sagi K, V., Biro L., 2003- The role of antioxidant phytonutriments in the prevention of diseases. *Biologica Szegedensis*, 1-4: 119-125.

M

Madi A., 2009- Caractérisation et comparaison du contenu poly phénolique de deux plantes médicinales (thym et sauge) et la mise en évidence de leurs activités biologiques », Mémoire de magister. Université Mentouri Constantine.

Maistre P., 1964- Les plantes à épices. Maisonneuve et Larousse. Paris, 289.

Makany R., 2005- Staphylococcus aureus isolated, from animals and veterinary personnel in Ireland. *Veterinary Microbiology*, 285-292.

Macheix J., Fleuriet A., Jay-Allemand C., 2005- Les composés phénoliques des végétaux. Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique, 4-5.

Mohammedi Z., 2006- Etudes Du Pouvoir Antimicrobien Et Antioxydant De Quelques Plantes De La Région De Tlemcen. *Produits Naturels, Activité Biologique*, 59.

N

Nevellier P. Jolivet H., 1965- Epices, Aromates, Herbes Et Condiments. Modificateurs Des Caractères Organoleptiques Des Denrées. *Annale De La Nutrition Et De L'alimentation*. 19(5), 449-480.

Noumi E., 1984- Les Plantes A Epices, Condiments Et Aromes Du Cameroun. Thèse De Doctorat 3e Cycle En Sciences Biologiques. Faculté Des Sciences. Université De Yaoundé, Cameroun. 165.

O

Omulokoli E., Khan B., Chhabra S.C., 1997- Antiplasmodial activity of four Kenyan medicinal plants. *Journal of Ethno pharmacology*, 56: 133-137.

Références bibliographiques

P

Peter K. V., 2001- Handbook of Herbs and Spices. Woodhead Publishing. Cambridge. England. P 1-3, 62-64, 164-165, ISBN: 1 85573 562 8.

Q

Quezel P., Santa S, 1963- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. C.N.R.S. (Ed). Paris, p565.

R

Rachem L., Chikh I., 2017- Analyse microbiologique de quelques épices. Mémoire de master. Département de microbiologie et biochimie. Université Mouloud Maameri de Tizi Ouzzou.

Redhead J., 1990- Utilisation Des Aliments Tropicaux: Sucres, Epices Et Stimulants. Organisations Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture, 19-23.

Richard H., Loo A., 1992- Nature, Origine Et Propriété Des Epices Et Arome Brute In : Richard H., Epices Et Aromates 22-48. Technique Et Documentation. Lavoisier, Paris.

Richard H., 2002- Thèse « épices et herbe aromatiques », avenue des olympiades – 91744 massy cedex.

Roulier G, 2010- praticien ostéopathe, "Les huiles essentielles pour votre santé", conseil en phyto- aromathérapie et formateur.

S

Saadi A., 2019- Etude microbiologique de quelques épices commercialisées à Guelma. Mémoire de Master. Département de Microbiologie appliquée. Université 8 Mai 1945 Guelma.

Sallie M., Lesly M., 1999- Choosing and Using Spices. Lorenz. London. P47, 68, ISBN : 1 84081 171 4.

Smain H., 2017- méthode d'analyses spectroscopiques en chimie organique, office des Publications universitaires, Edition : 1.03.5740,2017

Sophie J., 2006- La Culture Des Plantes Aromatiques, 91-92.

Références bibliographiques

T

Taleb I., 2013- Apport de la spectroscopie vibrationnelle, infrarouge et Raman, appliquée au sérum pour le diagnostic du carcinome hépatocellulaire chez les patients atteints de cirrhose », Thèse. Le 18 Décembre 2013.

Tapsell L.C., Hemphill I., Cobiac L., Sullivan D.R., Fenech M., Patch C.S., Roodenrys S., Keogh J.B., Clifton P.M., Williams P.G., Fazio V.A. and Inge K.E., 2006- Health Benefits of Herbs and Spices: The Past, the Present, the Future. Medical Journal Of Australia. 185 (4), 1-24. 29.

Tebag M. Y., 2019- Contrôle qualité d'épice de pseudo chaleur tel que le poivre noir ; Simulation par spectroscopie IRTF. Département de chimie. Université Saad Dahlab Blida1.

Tokalioglu S., 2012- determination of trace elements in commonly consumed medicinal herbs by ICP-MS and multivariate analysis », food chemistry 134 (2012)2504- 2508.

V

Vican P., 2001- Encyclopédie Des Plantes Médicinales. Larousse Edition, Paris, 355.

W

Wichtl M., Anton R., 2003- Plantes Thérapeutiques. Deuxième Edition, Paris, 692.

Wilhem N., 1998- Botanique générale. Edition Boek, Paris.

Wojciechowski C., 1998- Apports de la chimiométrie a l'interprétation des données de la spectroscopie infrarouge: caractérisation des matières premiers et matériaux d'emballage en agro-alimentaire », 27 mai 1998.

Z

Zsila F., Bikadi Z., Simonyi M., 2003- Biochem. Biophys. Res. Commun. 301776-782,2003.

Zebib B., Mouloungui Z., Noirot V., 2010- Bioinorg. Chem. Appli. 292760.

Références bibliographiques

Sites Internet :

Site **web1 :** rtbf.be/info/societe/onpdp/detail_le-poivre-l-une-des-epices-que-nousconsommons-leplus?id=10090256

Résumé :

Depuis toujours, les épices ont un rôle important dans la nutrition humaine. Cependant, de nombreuses études ont rapportées que les épices pouvaient être contaminées par des micro-organismes, notamment par des germes pathogènes, à l'origine de toxi-infections alimentaires graves. L'objectif de cette étude a été donc de déterminer la qualité agroalimentaire de quelques épices fréquemment utilisées dans les traditions algériennes. Pour cela, des échantillons de différentes épices (poivre noir, cumin et paprika) ont été analysés par spectroscopie IRTF et ce dernier nous a permis de mettre en évidence la présence de composés phénoliques (flavonoïdes et polyphénols) dans tous les échantillons prélevés et de constater l'absence des contaminants. Cette étude est un travail préliminaire qui nous donnera un aperçu de la qualité des épices utilisées quotidiennement dans nos plats. D'autres analyses peuvent y être combinées pour une étude et un contrôle de qualité plus large.

Mots clés : Epices – Analyses spectroscopiques – Infrarouge - Qualité - Contamination.

Abstract :

Spices have always played an important role in human nutrition. However, many studies have reported that spices can be contaminated by micro-organisms, including pathogens, causing serious food poisoning. The objective of this study was therefore to determine the food quality of some spices frequently used in Algerian traditions. For this purpose, samples of different spices (black pepper, cumin and paprika) were analyzed by FTIR spectroscopy and the latter allowed us to highlight the presence of phenolic compounds (flavonoids and polyphenols) in all samples taken and to note the absence of contaminants. This study is a preliminary work that will give us an overview of the quality of spices used daily in our dishes. Other analyses can be combined with it for a larger quality control study.

Keywords: Spices - Spectroscopic Analysis - Infrared - Quality - Contamination.

المخلص

لعبت التوابل دائما دورا مهما في تغذية الإنسان. ومع ذلك، فقد أُنادت العديد من الدراسات أن التوابل يمكن أن تكون ملوثة بالكائنات الدقيقة، والاسبب في ذلك هو تلوثها بالمراسم المسببة للأمراض، مما يسبب نسممات غذائية خطيرة. لذلك كان الهدف من هذه الدراسة هو تحديد جودة الطعام لبعض التوابل المستخدمة بكثرة في التوابل الجزائرية. لهذا، تم تحليل عينات من التوابل المخزنة (الفلفل الأسود والكزبرة والبابونج) بواسطة التحليل الطيفي الأشعة تحت الحمراء، وسمح لنا ذلك بتحديد وجود المركبات الفينولية (الفلافونويد والبوليفينول) في جميع العينات المأخوذة وعدم وجود ملوثات. هذه الدراسة عبارة عن عمل تمهيدية سيُعطينا لمحة عامة عن جودة التوابل المستخدمة يوميا في أطباقنا. يمكن دمج التحليلات الأخرى لهذا لدراسة جودة أوسع.

الكلمات الرئيسية: بهارات - تحلّيات طينية - الأشعة تحت الحمراء - جودة - تلوث.