



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



## **Université Amar Thelidji- Laghouat**

**FACULTE : SCIENCES**

**DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES**

### **MEMOIRE DE MASTER**

**Présenté par : CHENNOUFI OMAR**

**DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)**

**FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES**

**OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE**

### **Thème**

**Etude de la qualité physico-chimique du curcuma et du paprika commercialisés dans la ville de Laghouat.**

#### **Jury de soutenance :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>qualité</b>
MAALEM H.	MAA	Président
SAIDI R .	MCA	Examineur I
LOUNICI-ATTIA S.	MAA	Rapporteur

**Promotion : Juin - 2018**

## Remerciements

*Tout d'abord, j'adresse mes remerciements à ALLAH, de nous avoir donné la volonté et le courage afin d'arriver à la finalité de ce modeste travail.*

*Ensuite, je remercie mes parents et tous les membres de ma famille qui m'ont beaucoup soutenu le long de mon cursus et qui continuerons à m'aider dans tous les projets de l'avenir.*

*Je remercie très sincèrement mon promoteur, Madame LOUNICHA ASSIA S pour tout le savoir qu'elle m'a apporté ainsi pour m'avoir encadré et dirigé au cours de l'élaboration de mon mémoire de fin d'étude.*

*Je remercie particulièrement Madame MAALÉM H pour avoir accepté de présider le jury.*

*Je tiens également à présenter mes plus vifs remerciements à Mr SAJJIA D'avoir accepté d'examiner et de juger ce modeste travail.*

*Aussi, mes remerciements vont à tous les enseignants du département d'agronomie de l'université Ammar Telidjai Laghouat*

*Je remercie tous ceux qui ont participé de près ou de loin à m'encourager et nous aider dans mon travail de fin d'étude.*

*Sans oublier mes chers amis proches qui m'ont aidé. Et à toute personne qui m'a aidé de près ou de loin.*

## Dédicace

*Je dédie ce travail à mes très chères parents, à ma mère « Wadda » qui m'a toujours soutenue dans tous les étapes de ma vie, à m'on père « Ahmed » qui m'a toujours donné l'espoir et la volonté de réussir.*

*A mes frères : Mohamed, Allal, Rabeih ,*

*et mes chères sœurs : Fatma , Meryem , Aya , Aicha ,  
Houda et sa petite fille Malak*

*Sans oublier la famille Dehikel : Omar , Adel, Imane ,  
Khadíja , Ibrahim et Ibtihal*

*A Mustapha , Gouini , Walid , Aissa , Malek et les  
autres*

*A tous mes collègues de master 2*

*Et à toutes les personnes qui me tiennent à cœur*

*Et pour tous mes amis*

*Omar Chennoufi*

## Liste des abréviations

**CCM** : chromatographie sur couche mince

**ASTA** : *American Spice Trade Association*

**JORF** : Journal officiel de la République française

**AOC** : L'appellation d'origine contrôlée .

**AFNOR** : Agence Française de normalisation .

# Liste des figures

<b>Figure</b>	<b>page</b>
Figure 1 : Aspect de quelques épice .....	4
Figure 2 : La plante entière de <i>Curcuma longa</i> L .....	9
Figure 3 : <i>Curcuma longa</i> : lecurcuma long (en haut) et de curcuma rond (en bas) .....	10
Figure 4 : Dessin d'un artiste Indien, représentant l'inflorescence du curcuma .....	11
Figure 5 : Répartition de la présence du curcuma dans le monde .....	12
Figure 6 : Structure chimique des principaux constituants de l'huile essentielle de curcuma .....	16
Figure 7 : Structure chimique de la molécule de Curcumine .....	17
Figure 8 : Exemple de préparations à base de <i>Curcuma longa</i> L .....	19
Figure 9 : Paprika royal .....	22
Figure 10 : Fruit du <i>C. annuum</i> .....	27
Figure 11 : Coupe longitudinale du paprika présentant le placenta et les graines .....	28
Figure 12 : Types variétaux du <i>Capsicum</i> .....	28
Figure 13 : Séchage du piment doux. ....	31
Figure 14 : L'emplacement des magasins ayant fait l'objet de notre etude .....	39
Figure 15 : Histogrammes représentatif de la teneur en impuretés du curcuma prélevé des différents magasins .....	51
Figure 16 : Histogrammes de la teneur en impuretés du paprika prélevé des différents magasins .....	52
Figure 17 : Histogrammes représentatif de la teneur en eau du curcuma .....	54
Figure 18 : Histogrammes représentatif de la teneur en eau du paprika .....	55
Figure 19 : Histogrammes représentatif de la teneur en cendres totales du curcuma ....	56
Figure 20 : Histogrammes représentatif de la teneur en cendres totales du paprika .....	57
Figure 21 : Histogrammes représentatif de la teneur en cendres insolubles du curcuma des différents magasins .....	58
Figure 22 : Histogrammes représentatif de la teneur en cendres insolubles du paprika prélevé des différents magasins .....	60
Figure 23 : Histogrammes représentatif de la teneur en huile essentielle du curcuma des différents magasins .....	61
Figure 24 : Histogrammes représentatif de la teneur en huile essentielle du paprika des différents magasins .....	62
Figure 25 : Histogrammes de la teneur en colorants extraits des différents échantillons de	

## Liste des figures

curcuma .....	62
Figure 26 : : Histogrammes de la teneur en colorants extraits des différents échantillons de paprika .....	62
Figure 27 : Histogrammes de l'absorbance de la curcumine extraite des différents échantillons de curcuma .....	64

## Liste des photos

<b>Photo</b>	<b>page</b>
Photo 1 : Curcuma (a) et paprika (b) en poudre .....	38
Photo 2 : Carbonisation du paprika avant incinération.....	42
Photo 3 : Dispositif utilisé pour l'hydrodistillation .....	45
Photo 4 : Dispositif d'extraction des huiles essentielles : Clevenger .....	46
Photo 5 : Evaporateur rotatif utilisé .....	47
Photo 6 : Dépôt des extraits de colorants lors de la CCM .....	49
Photo 7 : Plaque CCM en cours d'élution .....	50
Photo 8 : Résultats de la CCM des colorant du curcuma vu sous lampe UV .....	64
Photo 9 : Résultats de la CCM des colorants du paprika .....	65
Photo 10 : Résultats de la séparation des colorants du paprika par chromatographie sur colonne.....	67

---

## Liste des tableaux

<b>Tableau</b>	<b>page</b>
Tableau 1 : Classification des épices .....	6
Tableau 2 : Composition de la poudre de curcuma (pour 100 g de partie comestible).....	15
Tableau 3 : Espèces officiellement admises du genre Capsicum.....	25
Tableau 4 : Composition du paprika (pour 100 g de paprika) .....	33
Tableau 5 : Résultats de l'analyse statistiques des résultats de la teneur en impuretés sur les 5 prélèvements du curcuma effectués dans chaque magasin au fil du temps.....	52
Tableau 6 : Résultats de l'analyse statistiques des résultats de la teneur impuretés sur les 5 prélèvements de paprika effectués dans chaque magasin au fil du temps.....	53
Tableau 7 : Résultats de l'analyse statistiques des résultats des taux de cendres totales sur les 5 prélèvements de curcuma effectués dans chaque magasin au fil du temps.....	56
Tableau 8 : Résultats de l'analyse statistiques des résultats des taux de cendres totales sur les 5 prélèvements de paprika effectués dans chaque magasin au fil du temps.....	57
Tableau 9 : Résultats de l'analyse statistiques des résultats des taux de cendres insolubles sur les 5 prélèvements de curcuma effectués dans chaque magasin au fil du temps.....	58
Tableau 10 : Résultats de l'analyse statistiques des résultats des taux de cendres insolubles sur les 5 prélèvements de paprika effectués dans chaque magasin au fil du temps.....	60
Tableau 11 : Rapport frotal des différentes taches repérées sur la plaque CCM des colorants du paprika.....	64
Tableau 12 : Rapport frotal des différentes taches repérées sur la plaque CCM des colorants du paprika.....	66

# Table de matières

<b>INTRODUCTION</b> .....	1
<b>PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE</b> .....	1
<b>1.GÉNÉRALITÉS SUR LES ÉPICES</b> .....	2
1.1. Définition des épices .....	3
1.2. Histoire des épices.....	4
1.3.Classification des épices .....	5
<b>2. LE CURCUMA</b> .....	7
2.1.Etymologie .....	7
2.2.Historique .....	7
2.3.Classification .....	7
2.4.Production et commerce international .....	8
2.5.Description de la plante .....	9
2.6.Culture du curcuma .....	11
2.6.1. Croissance et développement .....	12
2.6.2. Multiplication et plantation.....	13
2.7.Récolte .....	14
2.7.1. Rendement .....	14
2.7.2. Traitement après récolte .....	14
2.8.Composition du curcuma .....	14
2.8.1. Composition bromatologique générale .....	14
2.8.2. Composition en huiles volatiles .....	16
2.8.3. La fraction non volatile du curcuma .....	16
2.9.Usages du curcuma .....	17
2.9.1. Utilisation en agro-alimentaire .....	17
2.9.2. Utilisation en médecine .....	18
2.9.3. Autres utilisations .....	21
2.10. Produits à base de curcuma .....	21
<b>3. LE PAPRIKA</b> .....	22
3.1. Définition .....	22
3.2. Étymologie .....	23
3.3 Histoire .....	23
3.3. Systématique .....	24
3.4. Origine .....	24

# Table de matières

3.5. Production et Consommation .....	26
3.6. Caractères généraux du <i>Capsicum annuum</i> .....	26
3.6.1. Morphologie .....	26
3.6.2. Types variétaux .....	28
3.7. Culture du paprika .....	29
3.8. Récolte .....	30
3.9. Séchage .....	31
3.10. Composition du paprika .....	32
3.10.1. Les bienfaits du paprika .....	33
3.10.2. Le piquant du piment .....	34
3.11. Qualité du paprika .....	35
3.12. Utilisations .....	35
3.12.1. Usage culinaire .....	35
3.12.2. Autres utilisations .....	37
<b>MATERIEL ET METHODES .....</b>	<b>38</b>
1.1. Présentation du produit .....	38
1.2. Échantillonnage .....	38
1.3. Analyses physico-chimiques .....	40
1.3.1. Taux d'impuretés .....	40
1.3.2. Détermination de la teneur en eau (ISO 711 ; 1985) .....	40
1.3.3. Détermination des cendres totales (ISO 928 ; 1997) .....	41
1.3.4. Détermination des cendres insolubles dans l'acide (ISO 930 ; 1997) ...	43
1.4. Extraction des huiles essentielles .....	44
1.4.1. Hydrodistillation .....	44
1.4.2. Extraction avec <i>Clevenger</i> .....	45
1.4.3. Teneur en huile essentielle .....	46
1.5. Extraction des colorants .....	47
1.5.1. Extraction par décoction .....	47
1.5.2. Taux des colorants .....	47
1.6. Séparation des différents pigments colorés par chromatographie sur couche min. ....	48
1.7. Chromatographie sur colonne .....	50
1.7.1. Préparation de la colonne .....	50
1.7.2. Dépôt de l'échantillon .....	50

## Table de matières

1.7.3. Développement de la colonne (é.....	50
1.8. Analyse statistique .....	50
<b>2. RESULTATS ET DISCUSSIONS .....</b>	<b>51</b>
2.1. Résultats .....	51
2.1.1. Taux des impuretés .....	51
2.1.2. Teneur en eau .....	53
2.1.3. Teneur en cendres totales .....	55
2.1.4. Teneur en cendres insolubles dans l'acide .....	57
2.1.5. Teneur en huile essentielle .....	60
2.1.6. Teneur en colorants .....	61
2.1.7. Chromatographie sur couche mince des colorants .....	63
2.1.8. Chromatographie sur colonne .....	66
<b>RESULTATS ET DISCUSSIONS .....</b>	<b>68</b>
Discussion .....	68
Conclusion .....	72
Référence bibliographiques .....	73
Annexes .....	74

## Introduction

Le marché des épices est en pleine évolution et laisse présager un avenir important à cette industrie. La commercialisation en l'état ou en poudre reste encore de nos jours, le principal débouché de ces produits qui doivent subir, pour une bonne conservation, des traitements simples tels que : fermentation, blanchiment et déshydratation partielle . Cependant, quelque soit le soin apporté dans la préparation de ce type de produits, de nombreux inconvénients demeurent (Richard, 1985).

Parmi les épices, Le *curcuma domestica* Val. ou *Curcuma longa* L., a pouvoir colorant jaune-orangé naturel ; et le paprika, piment doux : *Capsicum annuum* L. plus connu sous le terme générique de poivron rouge, le colorant rouge !. Ils ont une capacité de coloration des plats (Bernard, 2012) et sont souvent utilisés dans la cuisine algérienne.

L'utilisation en l'état ou sous forme de poudre ou d'extraits est extrêmement vaste : emploi culinaire, en tant que colorant, pharmaceutique et industriel (parfumerie, savonnerie, cosmétologie, et bien-sûr, industries agricoles et alimentaires (Sair, 1963). En effet ces deux épices, sont utilisées pour leurs effets colorants mais aussi car elles sont à la fois épice et remède et peuvent donc intervenir dans notre état de santé dans le cadre des thérapies naturelles (Lonchamp, 2002).

Ces dernières années, avec l'augmentation entre autres des maladies inflammatoires chroniques, des cancers, de la maladie d'Alzheimer, le monde occidental s'est intéressé de plus en plus à ce genre d'épices. En effet, il a été constaté, par exemple, que le cancer de colon est moins fréquent dans les pays où l'on consomme du *curcuma* quotidiennement. Ses propriétés anti-oxydantes ont alors été découvertes (Hombourger, 2010).

Vendus sur tous les marchés du monde et de valeur marchande élevée, les épices et les aromates sont souvent l'objet de fraudes posant de difficiles problèmes de contrôle et d'analyse. Ceci a conduit à l'élaboration de spécification et normes précises basées pour la plupart sur des méthodes d'analyses chimique (Bednarzyk, 1973) ; les tests sensoriels ou la dégustation demeurant cependant toujours très utilisés lors des transactions commerciales (Heath, 1963).

L'histoire ancienne de *Curcuma* est étroitement liée à celle du safran. Provenant généralement de l'Inde, c'est la falsification du *curcuma* lui-même qui pose un grave problème sur les marchés, et la poudre de *curcuma* se prête plus à une telle pratique. Il n'est pas rare de trouver de la poudre de *curcuma* falsifiée avec du chromate de plomb, de la terre jaune, du sable, ou du talc bon marché.

Toutefois, sur le marché international, l'attention en termes de falsification se porte surtout sur le mélange d'espèces voisines de *Curcuma* contenant des pigments

## Introduction

curcuminoïdes avec les rhizomes de curcuma. Il existe trois autres espèces contenant de la curcumine qui entrent en ligne de compte pour la falsification : *Curcuma xanthorrhiza* Roxb., *Curcuma aromatica* Salisb. (curcuma sauvage ou zédoaire jaune) et *Curcuma zedoaria* (Christm.) Roscoe (zédoaire). Dans les pays producteurs d'Asie, ces trois espèces sont diversement utilisées comme source d'amidon ou de colorants, ainsi qu'en médecine traditionnelle et comme succédanés du vrai curcuma (non pas comme épice mais pour d'autres usages) (Jansen et *al.*, 2005).

Ainsi pour le paprika, différents cas de fraudes ont été trouvés en Algérie. En effet, les épices colorantes sont sujettes aux fraudes. Dans cette dynamique, nous avons opté pour la réalisation de ce travail.

L'objectif de ce travail porte sur l'étude de quelques paramètres de la qualité physico-chimiques de deux épices colorantes, à savoir le curcuma et le paprika, commercialisées dans 10 magasins dans la ville de Laghouat.

## GÉNÉRALITÉS SUR LES ÉPICES

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 (Richard et *al.*, 1992).

### 1.1. Définition des épices

Le mot épice vient de « *spices* » qui signifie denrée en- bas-latin. Les épices sont des parties de plantes aromatiques à saveur et odeur plus ou moins fortes ou piquantes. Elles contiennent des substances organiques volatiles, souvent appelées arômes, ces substances organiques appartiennent à des groupes chimiques tels que les alcools ou les aldéhydes et stimulent les perceptions olfactives et gustatives (Bernard, 2012).

Les épices sont à différencier d'autres produits utilisés pour parfumer les plats, comme les herbes aromatiques ou les fruits. Ces derniers sont classés parmi les épices et reçoivent l'appellation d'épices commune, vue leur utilisation dans l'assaisonnement (ou condiment), Le basilic, le romarin, le thym, le persil, ou laurier en sont de bon exemple, dont on peut utiliser tout ou une partie de la plante suivant son intérêt aromatique (Figueredo, 2012). Quant au condiment, ce vocable est réservé à une préparation élaborée à partir d'un mélange d'épices, d'herbes aromatiques et autres ingrédients, dont l'objet est de relever la saveur des aliments (Richard et Loo, 1992).

Elles sont pour une bonne part, responsables des plaisirs de la table. Les épices sont utilisées en petite quantité en cuisine comme conservateur, assaisonnement ou colorant (Walker, 1994 ; Heers, 2008 ; Figueredo, 2012).

Le traitement des épices après la récolte est recommandé afin de conserver le plus possible leur goût naturel. Le traitement s'effectue généralement en détachant la structure végétale voulue (graines, fleurs, feuilles....) (figure 1) et en la séchant dans de bonnes conditions (Redhead, 1990).



Source :boukri 2014

Figure 1. Aspect de quelques épices

## 1.2. Histoire des épices

Historiquement, les mentions les plus anciennes de l'usage de ces produits remontent à 4 000 ans avant J.-C. : un papyrus égyptien rapporte que les chinois connaissaient à cette époque la coriandre.... A peu près en même temps, en Inde, ils utilisaient déjà le poivre, le curcuma pour agrémenter le riz omniprésent (Ben abdelkader, 2007). 3000 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) Au XXe siècle, avec l'industrialisation, le commerce de masse, le développement des voyages et les flux migratoires, les épices inondent les marchés occidentaux aussi largement que les marchés asiatiques ou africains et les saveurs exotiques sont réintroduites dans la gastronomie la plus fine (Droniou, 2012).

Les épices sont utilisées en tant que substances qui augmentent le goût et la variation de l'alimentation (Srinivasan, 2005). Ce sont pour la plupart des produits exotiques, ce qui

explique que les épices étaient parmi les produits commerciaux les plus coûteux durant l'antiquité et le moyen âge. Un grand nombre d'épices étaient employées autrefois en médecine (Hossain *et al.*, 2008).

### **2.3. Classification des épices**

Il est difficile de sélectionner des critères de classification des épices. Celles-ci appartiennent à de différentes familles végétales, et au sein de ces familles, différentes parties de plantes peuvent donner des épices classées dans des familles différentes, dans certains cas, de nombreuses parties de la plante contiennent des huiles essentielles similaires, qui sont les principaux ingrédients actifs à la base de la sapidité des épices ; dans d'autres cas, des structures végétales proches peuvent posséder des propriétés aromatiques extrêmement différentes (Redhead, 1990). On peut donc classer les épices selon la partie de la plante dont elles sont tirées, ainsi elles peuvent provenir des graines, des fleurs, des fruits, des racines ou du bois (Tableau 1).

Tableau 1. Classification des épices

Nom(s) commu(s)	Nom botanique	Partie de la plantes Utilisée
<b>Premier groupe : Epices fortes</b>		
Poivre noire et blanc	<i>Piper nigrum</i>	Fruit
Poivre de Cayenne et tabasco	<i>Capsicum frutescens</i>	Fruit
Piment et paprika	<i>Capsicum annuum</i>	Fruit
Clous de girofle	<i>Eugenia caryophyllus</i>	Fleur
Gingembre	<i>Zingiber officinale</i>	Rhizome
<b>Deuxième groupe : Fruits et graines aromatiques</b>		
Muscade et macis	<i>Myristica fragrans</i>	Graine (amande+arille)
Piment toute-épices	<i>Pimento dioica</i>	Fruit
Anis	<i>Pimpinelle anisum</i>	Fruit
Fenugrec	<i>Trigonella foenumgraecum</i>	Graine
Coriandre	<i>Coriandrum sativum</i>	Fruit
Cumin	<i>Cuminum cyminum</i>	Fruit
<b>Troisième groupe : Ecorces aromatiques</b>		
Cannelle	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Ecorce
Casse	<i>Cinnamomum cassia</i>	Ecorce
<b>Quatrième groupe : Epices colorées</b>		
Paprika	<i>capsicum annuum</i>	Fruit
Curcuma	<i>Curcuma domestica, Curcuma longa</i>	Rhizome
safran	<i>Crocus sativus</i>	stigmates rouges

Source : Bernard, 2012.(modifie)

## 2. LE CURCUMA

### 2.1. Etymologie

Le terme *Curcuma* est d'origine irano-indienne; il dérive du sanscrit *kartouma* qui a donné *kurkum* en persan ancien, *kourkoumen* arabe et *Curcuma* en latin (Delaveau, 1987).

De même, son nom chinois *jianghuang*, signifie gingembre jaune, une allusion au fait qu'il est de la même famille botanique que le gingembre et à la remarquable couleur de son rhizome (Hombourger, 2010).

### 2.2. Historique

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 (Penso, 1986). Son emploi, en Asie, en Afrique et au Proche et Moyen-Orient, remonte à plus de 4000 ans et 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, 1986). Dès cette époque, le *curcuma* est utilisé en tant qu'épice, et comme substitut du safran et autres poudres jaunes : agent de coloration de plusieurs aliments, de même que dans la production de cosmétiques, de teintures et de médicaments (Dymock, 1890 ; Perry, 2008).

Du monde asiatique, il passe par la voie commerciale en Grèce. Dioscorides, médecin hellène devenu militaire romain et praticien réputé à Rome, décrit la curieuse drogue comme *kupeiros ex India : cyperus*(ou souchet) des Indes ; l'intense couleur jaune lui fait croire à tort à des propriétés identiques à celles du Safran. Une grande confusion de termes s'installera, au cours du Moyen Age, tandis que les marchands arabes introduisent largement ce curieux produit. Ainsi au XVIIIe siècle Pomet écrira : « La *terra merita* que quelques-uns appellent *curcuma* et d'autres Safran ou Souchet des Indes, ou de Malabar ou de Babylone, est une racine presque semblable au gingembre » (Delaveau, 2008).

### 2.3. Classification

Le *curcuma* appartient à la classe des Liliopsida ; sous-classe : Commelinids, ordre des *Zingiberales*, famille des *Zingiberaceae* et Genre : *Curcuma* (Anil et al., 2011).

Le genre *Curcuma* regroupe environ 73 espèces que l'on peut distinguer en deux groupes (Jain et Defilipps, 1991).

❖ Les espèces ornementales utilisées pour la beauté de leurs bractées. Les plus courantes sont :

- le *Curcuma Jatifolia* Roxb
- le *Curcuma australasica*
- le *Curcuma eucorhizza*

❖ Les espèces utilisées pour leurs rhizomes:

- *Curcuma xanthorrhiza* syn temoe lawacq
- *Curcuma zedoria* Roxb
- *Curcuma aromatica* Sa/isb.
- *Curcuma amada*
- *Curcuma domestica* Valetton

Le *Curcuma domestica* Valetton possède différentes appellations en fonction des pays. En France, il est synonyme de *Curcuma longa* Linné, et de « safran des Indes », *Turmeric* en Angleterre, *Kurkuma* en Allemagne, *Kunyât* en Indonésie, *Haldien* Inde, Huang de Jiang en chine (Tidjini, 2013).

#### **2.4. Production et commerce international**

Le *curcuma* est largement cultivé partout sous les tropiques, mais sa production commerciale est limitée à l'Inde et à l'Asie du Sud-Est (Jansen *et al.*, 2005).

L'Inde est le plus gros producteur, avec 400 000 tonnes sur 130 000 hectares et domine le commerce international qui est estimé à 20 000 tonnes par an. Le *curcuma* est présent sur le marché international sous la forme de rhizome long ou doigt et sous la forme de rhizome rond ou bulbe (Anonyme, 2009) mais on le trouve aussi réduit en poudre.

On compte parmi les autres producteurs d'Asie, le Bangladesh, le Pakistan, le Sri Lanka, Taïwan, la Chine, le Myanmar et l'Indonésie. Il est aussi cultivé dans les Caraïbes, ainsi qu'en Amérique centrale et du Sud, la Jamaïque, Haïti et le Pérou (Jansen *et al.*, 2005). Tous les producteurs asiatiques sont aussi de gros consommateurs et certains sont même des importateurs nets, alors que les pays non asiatiques exportent la plus

grande partie de leur production. Le commerce du *curcuma* à partir des pays d'Asie transite essentiellement par Singapour (Jansen et *al.*, 2005).

Les plus grands importateurs sont l'Iran, le Sri Lanka, la plupart des pays du proche Orient et l'Afrique du Nord. Taïwan est le principal fournisseur du Japon, tandis que le curcuma jamaïcain approvisionne en grande partie le marché nord-américain (Jansen et *al.*, 2005).

### 2.5. Description de la plante

*Curcuma longa* L. est une plante vivace atteignant un mètre, pérenne par son rhizome (figure 2).



Source : [www.plantcultures.org](http://www.plantcultures.org)



Source : [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Figure 2. La plante entière de *Curcuma longa* L.

Les rhizomes principaux de forme ovoïde fournissent le *curcuma* rond et les secondaires le *curcuma* long (figure 3). Epais, écailleux, se ridant par dessiccation, ces rhizomes sont d'une couleur jaune orangé en section, gris brunâtre ou orangé en surface. Une odeur aromatique se dégage du rhizome (Delaveau, 2008).



Source :Boullard, 2001

Figure 1. *Curcuma longa* : lecurcuma long (en haut) et de curcuma rond (en bas).

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 vert foncé au-dessus, vert très clair en dessous, criblés de points translucides.

Au sein des feuilles s'élève l'inflorescence constituée d'un épi cylindrique atteignant 20 cm de long. Celui-ci est formé de bractées imbriquées vert foncé et stériles, à l'aisselle desquelles naissent les fleurs blanches ou jaunâtres, une pour chaque bractée (figure 4). Seules les bractées sommitales, roses, sont de plus bel effet (Boullard, 2001 ; Anonyme, 2009)



Source :[www.plantcultures.org](http://www.plantcultures.org)

Figure 4. Dessin d'un artiste Indien, représentant l'inflorescence du curcuma.

Le fruit, rarement produit, est une capsule à trois loges, contenant de nombreuses graines arillées (Jansen et *al.*, 2005).

## 2.6. Culture du curcuma

Le *curcuma* est une plante herbacée vivace (Faivre, 2007). Il fait l'objet de cultures importantes aux Indes, au Sri-Lankaï, en Indonésie, en Chine mais aussi dans Caraïbe et certaines îles du Pacifique où il est très prisé comme épice en cuisine et aussi en médecine traditionnelle (Hurtel, 2007).

Le *curcuma* pousse de manière sauvage dans les forêts pluvieuses tropicales et sud tropicales (figure 5).



Source : [www.cartograf.fr](http://www.cartograf.fr)

Figure 5. Répartition de la présence du curcuma dans le monde

Cette plante est cultivée et utilisée dans nombreux pays tropicaux, où elle est réputée pour conserver la fraîcheur, la saveur et les qualités nutritives des aliments. Ce que l'on traduit en langage moderne : bactéricide et antioxydant (Faivre, 2007).

Souvent cultivée comme une annuelle, vers la fin de la saison sèche (Loap, 2008), le *curcuma* est propagé par division du rhizome et avec une préférence pour le rhizome principal qui donne des pieds matures plus rapidement (Divakaruni, 2006).

La culture nécessite un arrosage lorsque les feuilles se forment et la récolte se fait lorsque les feuilles dépérissent (Loap, 2008).

#### 2.6.1. Croissance et développement

De la mise en place de la culture, la germination des plants de *Curcuma* est achevée en deux à quatre semaines; après quoi intervient une période de croissance végétative active. La floraison et le développement des rhizomes débutent environ cinq mois après la plantation (Jansen et al., 2005).

Les rhizomes continuent de se développer activement pendant à peu près sept à dix mois en fonction du cultivar et des conditions climatiques; puis les feuilles inférieures jaunissent et la récolte est prête à être arrachée (Jansen et al., 2005).

Le *Curcuma* demande un climat humide et chaud. Il peut être cultivé dans la plupart des régions tropicales et subtropicales pourvu que les précipitations soient suffisantes (1000-

2000 mm) ou que l'on puisse irriguer. Des précipitations de 1200 à 1400 mm bien réparties sur cent à cent-vingt jours sont idéales (Jansen et *al.*, 2005).

La culture a été étendue à des régions où les précipitations dépassent 2000 mm. Le *Curcuma* est cultivé jusqu'à 1200 m d'altitude sur les contreforts de l'Himalaya mais il pousse mieux à des altitudes comprises entre 450 et 900 m (Jansen et *al.*, 2005).

Les températures optimales sont de 30 à 35°C pendant le démarrage. De 25 à 30°C pendant le tallage, de 20 à 25°C pendant l'initiation des rhizomes et de 18 à 20°C pendant leur développement (Jansen et *al.*, 2005).

Le *Curcuma* pousse sur divers types de sol, mais préfère des limons fertiles ou argileux, bien drainés, meubles et friables, riche en matières organiques, et de pH 5 à 7,5 (Jansen et *al.*, 2005).

Affectionnant l'ombre, il vient bien à mi-ombre et peut être cultivé sous des arbres fruitiers (Jansen et *al.*, 2005).

#### 2.6.2. Multiplication et plantation

La multiplication du *Curcuma* se fait de façon végétative par rhizomes. On utilise généralement des rhizomes mère, entiers ou coupés en morceaux, et des rhizomes filles (les doigts). En tant que matériel de reproduction, les rhizomes mères sont meilleurs que les filles. Néanmoins, il a aussi été établi que des rhizomes filles de grande taille germaient mieux et avaient des rendements supérieurs à ceux des mères. Les doigts se stockent plus facilement et tolèrent mieux les sols humides (Jansen et *al.*, 2005).

Il faut entreposer les rhizomes deux à trois mois entre la récolte et la plantation. Pour cela, on les étale on couche fine sous une couverture de feuilles de *Curcuma* ou bien on les entrepose en tas sous une couche de paille et de terre (Jansen et *al.*, 2005).

Il y'a en général deux façons de planter le *Curcuma* , à plat ou sur billons. La culture à plat est normalement meilleure, mais aux endroits trop ou pas assez humides, la culture sur billons s'avère supérieure, car elle facilite le drainage et l'irrigation. Les rhizomes doivent être plantés à une distance de 30 à 40 cm et à une profondeur de 7,5 cm. Le meilleur espacement en culture à plat est de 25 cm x 25 cm. Toutefois, de bons résultats ont été obtenus avec des espacements de 30cm x 15 cm ou 15cm x 15 cm. Si le *Curcuma* est en culture associée, l'espacement est ajusté en conséquence (Jansen et *al.*, 2005).

## 2.7. Récolte

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 abimer 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 et *al.*, 2005).

### 2.7.1. Rendement

Le rendement moyen en rhizomes frais de *Curcuma* est de 17 à 23 tonnes/hectare si la culture est irriguée, et de 6,5 à 9 tonnes/hectare en culture pluviale. Toutefois, les rendements dépendent en grande partie du cultivar. Certains d'entre eux peuvent produire 30 à 35 tonnes/hectare de rhizomes frais (Jansen et *al.*, 2005).

### 2.7.2. Traitement après récolte

Afin de renforcer la belle couleur jaune et l'arôme si caractéristique, les rhizomes nettoyés sont mis à cuire dans de l'eau bouillante pendant 1 heure dans un bain légèrement alcalin, puis séchés au soleil pendant six à huit jours. On utilise également des séchoirs à air chaud. Les rhizomes séchés sont polis pour en lisser la surface et aussi pour en rehausser légèrement la couleur. Le polissage peut se faire dans un simple tambour en fer, rotatif, ou dans d'autres types d'appareils. Une petite quantité de poudre de *Curcuma* versée à l'intérieur du tambour durant le polissage confère un bel aspect au produit (Jansen et *al.*, 2005).

## 2.8. Composition du curcuma.

### 2.8.1. Composition bromatologique générale.

Le rhizome de *Curcuma* est riche en amidon (45 à 55%) et autres glucides (presque 70% entout) (tableau 2). Il contient aussi des protéines, 6,3% dont la turmerine, peptide hydrosoluble (Sharma et *al.*, 2007), des lipides à hauteur de 5% environ et 3,5% de minéraux (Chattopadhyay et *al.*, 2004).

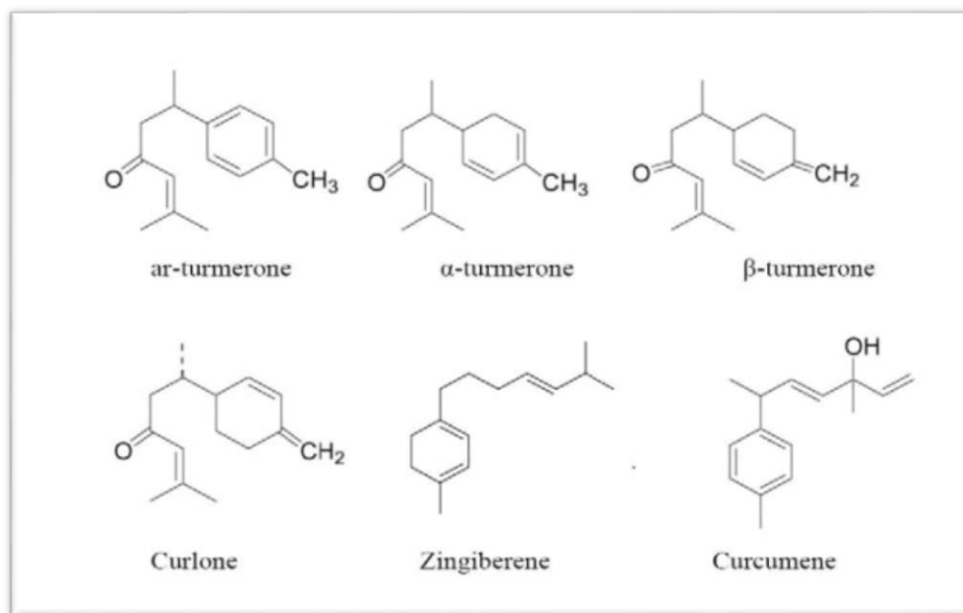
Tableau 2. Composition de la poudre de curcuma (pour 100 g de partie comestible).

<b>Composant</b>	<b>Teneur (pour 100g de poudre de curcuma)</b>
Eau	11,4 g
Energie	1481 kJ (354 kcal)
Protéines	7,8 g
Lipides	9,9 g
Glucides	64,9 g
Dont Amidon	45 à 55% de la composition totale
Fibres alimentaires	21,1 g
Ca	183 mg
Mg	193 mg
P	268 mg
Fe	41,4 mg
Zn	4,4 mg
Vitamine A	traces
Thiamine	0,15 mg
Riboflavine	0,23 mg
Niacine	5,14 mg
Folate	39 µg
Acide ascorbique	25,9 mg

Source : Jansen et al., 2005

## 2.8.2. Composition en huiles volatiles

Par distillation à la vapeur d'eau, les rhizomes produisent 2 à 7% d'huile essentielle, qui est rouge orangé et légèrement fluorescente. Ses constituants principaux (figure 6), sont un sesquiterpène, le zingibérène (25%) et ses dérivés cétoniques : la turmérone (35%) et l'ar-turmérone (déhydroturmérone) (12%) (Dohare et *al.*, 2008).



Source : Dohare et *al.*, 2008.

Figure 6. Structure chimique des principaux constituants de l'huile essentielle de curcuma

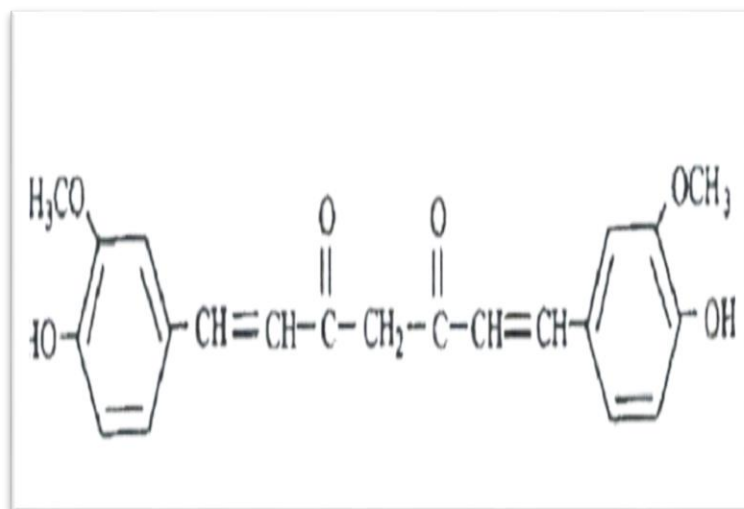
Le contenu des rhizomes est très variable et dépend de l'endroit où ils sont cultivés, du type de cultivar, du moment de la récolte, de la méthode de traitement et d'analyse (Jansen et *al.*, 2005).

## 2.8.3. La fraction non volatile du curcuma

La fraction non volatile comprend les curcuminoïdes et d'autres composants.

**Les curcurninoïdes** : La fraction non volatile est constituée de principes pigmentaires, les curcuminoïdes (environ 5 à 8%) riches en molécules phénoliques dont 50 à 60% sont représentés par le mélange de curcumine (diféruoylméthane) à hauteur de 70-76%, de monodéméthoxycurcumine (16%) et de bisdéméthoxycurcumine (8%) (Chattopadhyay et *al.*, 2004). Les curcuminoïdes constituent la fraction active de l'extrait de *Curcuma*. Ils sont insolubles dans l'eau et doivent être extraits à l'aide de solvants (Jayaprakasha et *al.*, 2005). Parmi eux, la curcumine (figure 7) est effectivement l'élément majeur du large spectre d'activités attribuées à cette épice. Ses deux dérivés les plus proches (déméthoxycurcumine

aussi dénommée curcumine II et bisdeméthoxycurcumine, curcumine III) présentent également une certaine activité biologique; parfois, en fonction des essais menés, le cocktail des 3 dérivés présente une meilleure activité que celle des dérivés étudiés individuellement (Jayaprakasha et *al.*, 2005).



Source : Vaquier, 2010.

Figure 7. Structure chimique de la molécule de Curcumine.

## 2.9. Usages du curcuma

### 2.9.1. Utilisation en agro-alimentaire

*Curcuma longa* est cultivé pour ses rhizomes, d'abord comme colorant, ensuite comme épice pour la cuisine.

L'importance du *Curcuma* pour l'être humain s'est vraiment révélée lorsqu'on a découvert, il y'a longtemps, qu'ajouté aux aliments le rhizome réduit en poudre permettait d'en conserver la fraîcheur, la sapidité et la valeur nutritive et comme un bon additif alimentaire. C'est précisément ce pouvoir, qu'on lui attribuait jadis de préserver la fraîcheur des aliments, qui sert aujourd'hui de modèle pour l'étude de ses applications possibles dans le domaine des soins de santé (Loap, 2008).

En Occident, les rhizomes de *curcuma* réduits en poudre sont employés dans l'industrie alimentaire, notamment en tant que colorant dans les aliments transformés et les sauces. (Jansen et *al.*, 2005). Il s'agit principalement de la curcumine.

La *curcumine* a été isolée pour la première fois en 1815 et obtenue dans la forme cristalline en 1870 (Aggarval et *al* 2006). C'est une poudre, colorant naturel, jaune-orange obtenu du Rhizome du *Curcuma longa* L.. Elle est insoluble dans l'eau et l'éther mais

soluble dans l'éthanol, le diméthylsulfoxyde et l'acétone. La *curcumine* possède un point de fusion de 183°C, une formule moléculaire C<sub>21</sub>H<sub>20</sub>O<sub>6</sub>, et un poids moléculaire de 368,37 g/mol (Bharât et *al.*, 2008 ; Itokawah et *al* 2008 ; Song et *al.*, 2009).

Elle a été longtemps considérée, dans le monde entier, comme une substance alimentaire fonctionnelle en raison de ses propriétés sanitaires (Almedia et *al.*, 2005).

C'est la loi du 1er août 1905 qui en avait autorisé l'emploi comme colorant dans les aliments. La curcumine figure elle-même au Journal officiel de la République française du 1er juin 1975 sous le code *E 100* indiquant la référence à une décision européenne.

En 1980, la Direction de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes française a autorisé la coloration artificielle par la curcumine des articles suivants : « moutardes, beurre, fromages, laits aromatisés, huiles, graisses (à l'exception des margarines), bouillons et potages, condiments, sauces, produits de charcuterie et salaisons, confitures, gelées, sucreries, pastillages, bonbons, glaces, pâtes de fruits, caviar, crevettes, sirops, croûtes de fromages... » (Delaveau, 1987).

Les pousses tendres et les jeunes rhizomes peuvent être consommés frais comme légume épicé (Jansen et *al.*, 2005).

En Asie, le *curcuma* est utilisé comme l'un des principaux ingrédients du curry (Delaveau 1987 ; Jansen et *al.*, 2005).

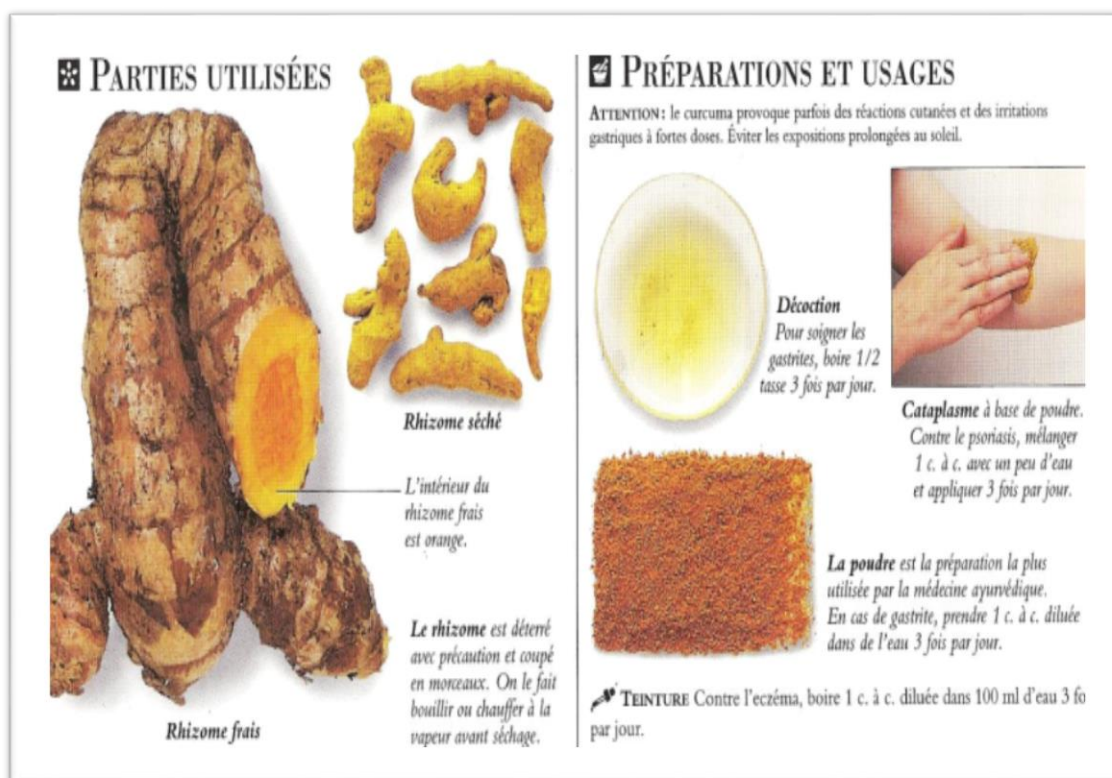
### 2.9.2. Utilisation en médecine

Outre son utilisation dans la cuisine Indienne en tant qu'un colorant alimentaire et conservateur, le *Curcuma* est utilisé en médecine ayurvédique pour traiter de nombreuses affections (Bharat et *al.*, 2008), vu sa richesse en composés phénoliques à savoir les monoterpénoïdes, sesquiterpénoïdes et les curcuminoïdes (Tang et Eisenbrand, 1992), le *Curcuma* peut être utilisé aussi pour:

- ❖ Le traitement des otites chroniques, contre les manifestations allergiques et contre les manifestations inflammatoires (Portes, 2008).
- ❖ Les troubles digestifs et les flatulences (Singh, 2007): antiémétiques, antiulcéreux, antispasmodiques et antidispeptiques (Hurtel, 2007).
- ❖ Les affections broncho-pulmonaires : antiasthmatiques, antitussifs et expectorants (Hurtel, 2007).

- ❖ Les troubles génitaux féminins, comme «régulateur»: antiabortif, emménagogue et régulateur de la menstruation (Hurtel, 2007).
- ❖ Les maux de tête et rhumes (Wichtel et Anton, 2003).
- ❖ Les infections des yeux, de la peau, l'arthrite, acnés, entorses, blessures, jaunisse et autres (Singh, 2007).
- ❖ En tant que cicatrisant dont il accélère significativement la guérison des blessures et renforce la cicatrisation des plaies chez les diabétiques (Ghanbari et al., 2008).
- ❖ Des études *in vitro* montrent que le *curcuma* pourrait ralentir la progression de la maladie d'Alzheimer (Tidjini, 2013).

Les rhizomes entrent donc, dans la fabrication de médicaments traditionnels. Mélangés à du lait chaud, ils servent à guérir le rhume, la bronchite et l'asthme. Le jus extrait du rhizome frais permet de traiter de nombreuses infections cutanées, tandis que la décoction est efficace contre les infections oculaires (Jansen et al., 2005). En médecine traditionnelle chinoise, le curcuma est utilisé pour traiter les maladies associées aux douleurs abdominales (figure 8) (Aggarwal et al., 2004).



Source : Larousse, 2001.

Figure 8. Exemple de préparations à base de *Curcuma longa* L.

L'effet antioxydant de la curcumine laisse entrevoir un effet protecteur contre les maladies reliées au stress oxydatif (Trudeau, 2006). La curcumine possède une activité chimio-protectrice contre plusieurs modèles de tumeurs, y compris le cancer de la prostate, du colon, de l'ovaire, du pancréas, de la vessie, du duodénum, de l'estomac et de l'oesophage (Radha et al., 2006 ; Bharat et al., 2008; Debey et al 2008).

Ainsi il a été observé lors d'une étude portant sur des cellules cancéreuses du sein que la *curcumine* bloque la croissance de la tumeur induite par les pesticides à caractère oestrogénique (Wolf, 2007; Bharat et al., 2008).

On s'est aperçu que la *curcumine* avait un effet préventif sinon curatif sur le cancer de la peau. Ainsi, sur des patients atteints de cancer de la bouche, la *curcumine* a réduit, après dix-huit mois de traitement la douleur et la taille des lésions tumorales (Tidjini, 2013). L'ensemble de ces expériences a permis d'observer que la *curcumine* inhibe le cancer à toutes les étapes de son développement: initiation, promotion et progression (Huang et al., 1992). Ces résultats sont promoteurs et les chercheurs estiment que de plus vastes études sont nécessaires pour confirmer l'effet thérapeutique de la curcumine sur des lésions tissulaires spécifiques (Tidjini 2013).

Dans la littérature, les différents essais décrits montrent que l'huile essentielle de *Curcuma longa* inhibe le développement de plusieurs microorganismes : La *curcumine* a une action bactériostatique sur le staphylocoque, alors que l'extrait alcoolique ainsi que l'huile essentielle sont bactéricides (Loap, 2008).

Thongson et al. (2005), montrent que l'huile essentielle de *Curcuma longa* est efficace sur *Listeria monocytogenes* mais non sur les *salmonelles*.

Wessler et al.(2005) a montré que le *curcuma* préserve des infections de *Neisseria gonorrhoeae*.

Cependant l'efficacité de curcuma demeure documentée pour de nombreuses pathologies humaines allant du cancer à la maladie de crohn. .... (Reddy et al., 2005).

### 2.9.3. Autres utilisations

Pendant un temps, la curcumine a servi de réactif en chimie : en milieu alcalin, un papier imprégné de teinture de *curcuma* passe du jaune au rouge (Delaveau, 1987).

En Afrique de l'Ouest, il est surtout utilisé pour teindre en jaune d'or des produits tels que le cuir tanné, les tissus en coton, le fil et les fibres de palme. Ses rhizomes servent

aussi de produits de beauté pour le corps et le visage en Afrique et en Asie (Jansen et *al.*, 2005).

Le curcuma est un article de bon augure dans tous les rites religieux domestiques des hindous, et ont de nombreux usages dans la vie courante pour ce qui a trait à la naissance, au mariage et à la mort, ainsi qu'en agriculture (Jansen et *al.*, 2005).

A Madagascar, on mélange de la poudre de *curcuma* aux récoltes de grains pour les mettre à l'abri des ravageurs de greniers (Jansen et *al.*, 2005). De plus, il a été démontré que les composants de *Curcuma longa L.* ont des activités fongicides, insecticides (Chander et *al.*, 1991; Chowdhury et *al.*, 2000), répulsives et antiseptiques (Jilani et Saxena, 1990).

### **2.10. Produits à base de curcuma**

On retrouve le curcuma sur le marché sous forme de poudre de rhizomes, mais aussi sous forme de complément alimentaire, thé, boisson, colorant, intégré dans le curry, produits cosmétiques, aliments pour animaux.

### 3. LE PAPRIKA

#### 3.1. Définition

Le paprika, aussi connu sous le terme poivre rouge, est une épice en poudre de couleur orange ou rouge obtenue à partir du fruit mûr, séché et moulu du piment doux ou poivron (*Capsicum annuum*) sous laquelle on trouve également les piments et poivrons., de la famille des *Solanaceae*. Le terme désigne aussi le fruit en lui-même.

L'épice est utilisée en cuisine pour son parfum âcre et sa couleur rouge. Les principaux types d'épices sont :

- le paprika de Hongrie, fait à partir des fruits seulement,
- le paprika royal, fabriqué avec les graines, les tiges et les fruits.



Source 1 : [www.google image/ poudre du paprika royal](http://www.google image/ poudre du paprika royal)

Figure 9. Paprika royal

En plus d'être largement utilisé dans la plupart des pays tropicaux et notamment en Asie, il est très présent dans la cuisine maghrébine, espagnole et hongroise, surtout pour la confection du goulasch.

En Espagne, le paprika se nomme « *pimenton* ». Le *pimenton de la Vera* qui détient l'équivalent espagnol d'une AOC, est un piment très doux (3 sur l'échelle de Scoville) (Annexe 01) (Melkonian, 2018).

Sa coloration doit être d'un rouge vif et il doit être réduit sous forme de poudre. On distingue plusieurs intensités de paprika : le doux, le piquant ou l'aigre-doux. (Melkonian, 2018).

- ❖ Paprika doux (*Pimentón dulce*) comme son nom l'indique, qui ne pique pas.
- ❖ Paprika piquant (*Pimentón picante*) piquant plus ou moins.

- ❖ Paprika aigre-doux (*Pimentónagridulce*) mélange des deux précédents (Hery et al., 2012).

### 3.2. Étymologie

D'après le *Oxford English Dictionary*, le mot paprika, emprunté au hongrois, dérive du serbe « *paprena* », qui signifie « celui qui pique », mot dérivé du serbe « *pepper* », lui-même provenant du latin « *piper* » signifiant poivre (Hery et al., 2012).

### 3.3. Histoire

Pour certains Espagnols arrivés en Amérique, tout ce qui piquait était piment. À tel point qu'en Amérique, mais jamais en Europe, et en particulier en Espagne, il fallut spécifier du Chili (*pimienta de Chile*) pour distinguer le poivre noir. Les botanistes eux-mêmes, ont baptisé du nom générique *Capsicum* les très nombreuses et différentes variétés de piments forts au fur et à mesure de leur découverte. Les piments furent utilisés comme légumes ou comme épices (Hery et al., 2012).

Au fur et à mesure que les Européens s'implantaient et cultivaient les terres américaines, ils découvraient l'incroyable diversité de forme et de taille de ces fruits et la facilité d'hybridation de cette plante, qui permettait de créer de nouvelles formes et toute une gamme de saveurs plus ou moins piquantes. Les semences issues des variétés du Mexique, se transportant et s'acclimatant si facilement, se disséminèrent en Asie et en Afrique si rapidement que pendant de nombreuses années, les Européens crurent que les piments étaient originaires d'Orient (Hery et al., 2012).

Les espèces les plus douces (poivrons), trouvèrent leur terre d'élection en Espagne. Ils sont déjà mentionnés dans les traités botaniques du XVII<sup>e</sup> siècle. Ils sont cultivés alors pour pouvoir être utilisés toute l'année, frais, secs, en sauce (Anonyme, 1962) ou à la place du poivre.

Leur propagation en Europe trouva des points de fixation dans certains pays comme la Hongrie où la culture des piments devint de plus en plus populaire après le Blocus continental qui entraîna la pénurie de produits anglais comme le poivre, le paprika devenant le « poivre du pauvre » (Maj, 2009).

Au XVIII<sup>e</sup> siècle certains cuisiniers comme le célèbre Auguste Escoffier, chef de cuisine dans un restaurant de Monte-Carlo utilise déjà le piment de Szeged comme nouvelle épice hongroise.

La culture du poivron pour produire du paprika essentiellement a été introduite avec succès en Afrique : Zimbabwe, Zambie en 1996 (Hery et *al.*, 2012).

### 3.4. Systématique

Le paprika appartient au genre *Capsicum* de la grande famille des *Solanaceae*, ordre des Polémoniales. Dans la sous-classe des *Aristidae* du groupe des Dicotylédones évoluées caractérisés par la gamopétalie (pétales soudés) (Guignard, 1996).

La classification du genre est assez confuse (Purseglove, 1984). On dénombre une vingtaine de formes spécifiques et de nombreuses variétés botaniques. cinq espèces ont été domestiquées et sont les plus fréquemment cultivées suivant les régions du monde : *C. annum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. pubescens*. (Eshbaugh, 1977 cité par Chaine-Dogimont, 1993).

Du fait de sa grande distribution, le piment *Capsicum annum* L. est bien connu de par le monde et sous des appellations différentes suivant les zones géographiques ; *Deghimirch* en Hindi, *Pilipilihoho* en Swahili, *Sipenngonpo* en Tibétain.... (Dupriez et De Leener, 1987).

*Capsicum annum* L. regroupe les poivrons, les piments doux et quelques piments forts comme le piment de Cayenne, riche en capsaïcine qui lui confère ce caractère épicé.

### 3.5. Origine

Les premières variétés de *Capsicum*, genre créé par Valerius Cordus en 1506 (Chaux et Foury, 1994), seraient originaires d'une zone localisée entre les montagnes sud brésiliennes à l'est, la Bolivie à l'ouest, le Paraguay et le nord Argentine au sud. Ils qualifient cette zone comme "aire centrale" où auraient été représentées toutes les principales espèces domestiquées du genre (Kalloo, 1989; DeWitt et Bosland, 1993 ; foury, 1994).

Le genre compte 25 espèces officiellement admises (Baral et Bosland, 2002) dont 5 domestiquées (tableau 3).

Tableau 3. Espèces officiellement admises du genre *Capsicum*

Sections	Nom des espèces
Complexe <i>Capsicum</i> <i>Annuum</i>	<i>C. annuum</i> L. var. <i>glabriusculum</i> (wild) var. <i>annuum</i> (domestiqué) <i>C. chinense</i> Jacq. <i>C. frutescens</i> L.
Complexe <i>Capsicum</i> <i>Baccatum</i>	<i>C. baccatum</i> L. var. <i>baccatum</i> (sauvage) (syn. <i>C. microcarpum</i> ) var. <i>pendalum</i> (domestiqué) <i>C. praetermissum</i> Heiser & Smith
Complexe <i>Capsicum</i> <i>Pubescens</i>	<i>C. pubescens</i> Ruiz & Pav. <i>C. eximium</i> Hunz. <i>C. cardenasii</i> Heiser & Smith
Complexe additionnel : Espèces sauvages de <i>Capsicum</i>	<i>C. chacoense</i> Hunz. <i>C. galapagoense</i> Hunz. <i>C. buforum</i> Hunz. <i>C. Campilopodium</i> Sendt. <i>C. coccineum</i> (Rusby) Hunz. <i>C. cornutum</i> (Hiern) Hunz. <i>C. dimorphum</i> (Miers) <i>C. dusenii</i> Bitter <i>C. hookerianum</i> (Miers) <i>C. leptopodium</i> (Dunal) <i>C. minutiflorum</i> (Rusby) Hunz. <i>C. mirabile</i> Mart ex. Sendt <i>C. parvifolium</i> Sendt. <i>C. scolnikianum</i> Hunz. <i>C. schottianum</i> Sendt. <i>C. tovarrii</i> (Eshbaugh WH) <i>C. villosum</i> Sendt.

Source : Baral et Bosland, 2002

Harlan (1987) pour sa part, précise deux zones d'origine ; le centre mésoaméricain pour *C. annuum* et le centre d'Amérique du sud pour les autres espèces. Les *Capsicum* se seraient alors répandus à travers les Amériques avant d'être domestiqués indépendamment dans la zone du Mexique (*C. annuum*), en Amazonie (*C. chinense*) et dans les régions méridionales d'Amérique centrale (*C. frutescens*). Les deux autres espèces (*C. baccatum* et *C. pubescens*) sont restées principalement confinées en Amérique du sud (De Witt et Bosland, 1993). L'histoire nous enseigne que Christophe Colomb rapporta du piment en Europe au retour de son premier voyage à la conquête d'une nouvelle route des épices en 1493 (Nondah, 2004).

### **3.6. Production et Consommation**

La production annuelle s'élève environ à 150 000 tonnes, les deux principaux producteurs étant la Chine et le Pérou, bien que le paprika soit cultivé dans le monde entier. Le paprika hongrois reste le plus recherché pour son goût. Plusieurs dizaines de cultivars sont exploités actuellement; leurs fruits sont ronds ou plus allongés et ils poussent vers le haut ou vers le bas.

Les Espagnols sont les premiers consommateurs de cette épice produite en Espagne sous le nom de *pimentón* (15 000 à 20 000 tonnes par an) au monde.

Ce produit se rencontre facilement dans les épiceries et les supermarchés sous la forme d'un conditionnement en boîtes métalliques carrées dont le système de fermeture doit être hermétique aux fins de conservation de l'arôme et de préservation contre l'humidité. En Turquie, au Maroc et dans les autres pays du Maghreb on peut la trouver sous le nom d'épice espagnole, Paprika, poivre rouge, *felfelaakri*. L'Espagne est devenue la référence en termes de fourniture de paprika en poudre, mélange de plusieurs origines.

### **3.7. Caractères généraux du *Capsicum annuum***

#### **3.7.1. Morphologie**

C'est une plante herbacée de 0,5 à 1,5 m de haut dont le système racinaire est un pivot assez fort avec des racines qui ont une tendance à se développer latéralement dans un rayon de 0,30 à 0,50 cm. La tige se lignifie progressivement d'où la tendance à un mode pérennant (Chaux et Foury, 1994).

Les feuilles sont simples, larges, molles, pétiolées et alternes, très souvent glabres. Elles sont ovales à elliptiques plus ou moins allongées, à sommet aigu ; chacune est opposée à la feuille du sympode (= axe+ feuille + fleur).

Les fleurs sont généralement solitaires, quelques fois par paires ou en bouquets. Elles sont petites, blanches, terminales, bisexuées et habituellement pentamériques. La corolle est composée de cinq (05) pétales soudés qui lui donnent l'aspect d'un tube. Les étamines alternent avec les lobes des pétales et le style est unique (Rajput et Parulekar, 1998).

Le fruit (figure 10) est une baie indéhiscente avec un épais pédoncule qui varie suivant la forme ou la saveur (piquante ou douce). Le péricarpe est coriace et charnu. La baie développe un ovaire bicarpellaire avec un placenta axial. Ce dernier porte les graines (Rajput et Parulekar, 1998).



Source 2 : [www.googleimage/fruitducapsicumannum](http://www.googleimage/fruitducapsicumannum)

Figure 10. Fruit du *C. annuum*.

Les graines sont réniformes, plates, à tégument lisse et de couleur jaune paille (figure 11). Leur taille est variable en fonction des conditions dans lesquelles elles mûrissent ; l'environnement général de la plante-mère, la position de la baie sur celle-ci, leur nombre par fruits, le moment de la récolte et celui de leur extraction du fruit (Belletti et Quagliotti, 1988). Un gramme compte environ entre 140 et 150 graines ((Purseglove, 1984 ; Chaux et Foury, 1994), et peuvent conserver 50 % de leur viabilité pendant trois (03) ans lorsqu'elles sont dans un lieu propre, sec et sombre (Ashworth, 1991).



Source 3 : [www.googleimage./graine du paprika](http://www.googleimage./graine du paprika)

Figure 11. Coupe longitudinale du paprika présentant le placenta et les graines.

### 3.7.2. Types variétaux

Il en existe plusieurs qu'on peut regrouper en trois classes : les carrés, les rectangulaires et les triangulaires (figure 12).



Source 4 : [www.google.fr/type variétaux](http://www.google.fr/type variétaux)

Figure 12. Types variétaux du *Capsicum*

- ❖ **Les carrés** : on y distingue les carrés américains, italiens et hollandais. La forme est régulière en général, globuleuse chez les carrés italiens. Les parois sont épaisses et fermes, permettant ainsi la mécanisation de la récolte et du conditionnement chez les carrés américains ou type « blocky ». Les carrés hollandais ont un calibre plus petit que les autres (Mercier, 1999).
- ❖ **Les rectangulaires** : on distingue dans ce groupe ; les  $\frac{1}{2}$  longs, les  $\frac{3}{4}$  longs et les longs. Les fruits sont larges, épais, fermes, lisses, réguliers et bien colorés, en jaune ou rouge essentiellement (Mercier, 1999).
- ❖ **Les triangulaires** : appelés aussi « cornés », ils sont proches des types sauvages d'origine. On rencontre dans ce groupe, des formes piquantes. Les fruits sont en général lisses et épais. Ils sont caractérisés par une large gamme de coloris allant du blond très clair en passant par l'orange, le jaune et le rouge à maturité (Mercier, 1999).

Il faut enfin ajouter qu'il existe également des formes condiformes et subsphériques plus aplaties, principalement utilisées pour l'industrie de transformation.

### 3.8. Culture du paprika

*Capsicum annuum* ou gros piment, le paprika ou poivron est une solanacée qui a un cycle végétatif de 90 à 150 jours. À la maturation, le paprika a une chair ferme et une taille moyenne de 16 cm. Il mûrit du vert au rouge et ses gousses sont longues et pendantes. Lorsqu'il est sec, il mesure en moyenne 12 cm et devient rouge vif (Cassan et *al.*, 2010).

Le piment doux est une des plantes maraîchères les plus thermophiles. Son développement optimal s'observe dans la fourchette des températures variant entre 16 et 26° C (Messiaen, 1975), la température est un facteur limitant de la culture, puisque les basses températures induisent également à la formation de fruits d'une taille inférieure, qui peuvent présenter des déformations. La culture de *Capsicum annuum* L. sous ombrage afin qu'il ne perde pas sa coloration rouge vif, indicateur de sa valeur sur le marché (Messiaen, 1975 ; Sem afo, 2013).

La plante requiert des sols souples, profonds, à humidité circulante. Le facteur humus est d'importance pour cette culture. Ce sont des espèces avec une tolérance modérée à la salinité tant du sol que de l'eau d'arrosage. Le pH convenable semble se situer entre 6.5 et 7 (Laumonier, 1979 ; Williams et *al.*, 1991 ; Kroll, 1994 ),

Lamonunier (1979) préconise une plantation pas très profonde, le collet légèrement au-dessus du sol, car la plante est très sensible à un certain nombre de maladies du collet. La culture commence entre la fin février et le début avril dans des pépinières, où elle reste jusqu'aux mois de mai-juin, lorsqu'on procède au transplancement dans des terrains d'assise. Après le transplancement, un arrosage abondant sera effectué pour assurer le bon enracinement.

Les conditions de culture restent les mêmes quelle qu'en soit la finalité de la production ; fruits frais, paprika en poudre ou pour la production grainière. Toutefois, des sols, souples, avec une absence totale de sels, et la qualité de l'eau employée dans les arrosages (également à basse salinité) permettent la culture de variétés qui donnent lieu à des fruits conférant un goût particulier au piment doux qui en est obtenu (Desai et *al.*, 1997).

Le nombre de jours requis pour la floraison dépend principalement de la variété et des conditions environnementales. Pour la plupart des variétés, la floraison commence au bout de 40 jours après le repiquage (Rajput et Parulekar, 1998).

Le piment *C. annuum* L. est une plante annuelle préférentiellement autogame ou autogame facultative (Chaine-Dogimont, 1993 ; Pochard et *al.*, 1992). Ses fleurs sont hermaphrodites, et elles sont fréquemment visitées par les insectes d'où une allogamie résiduelle qui en résulte. La pollinisation croisée chez le piment *C. annuum* L. s'accroît avec la structure de la fleur mais aussi la présence de nectar qui attire les insectes (De Witt et Bosland, 1993 ; Rajput et Parulekar, 1998).

### **3.9. Récolte**

La Sélection s'opère pour la plante et les fruits dans un ensemble de caractéristiques. Les plants 'hors types' ou atteints de maladies doivent être éliminés dès qu'ils sont repérés. Les fruits sains sont récoltés les plus mûrs possibles. La récolte au bon moment est importante :

- Trop tôt, les graines sont encore molles à l'intérieur : elles ne sont pas mûres et germeront mal.
- Trop tard, des moisissures se sont formées à l'intérieur. Les fruits ne doivent pas être fendus, ni tachés, ni moisissus. Les fruits peuvent finir de mûrir en cagettes, dans un endroit tiède et sec pendant plusieurs jours ou semaines, en attendant leur extraction.

- A la récolte, on obtient un poivron rouge qui sera ensuite séché et broyé finement pour obtenir une épice.

Afin qu'il soit de bonne qualité, le paprika sur le plant doit présenter une mollesse telle qu'il peut être enroulée au doigt. À ce moment, le fruit est prêt à être cueilli et séché dans l'ombre afin qu'il ne perde pas sa coloration rouge vif, indicateur de sa valeur sur le marché (Sem afo, 2013).

### 3.10. Séchage

Après la récolte, commence le processus traditionnel de séchage, différentes techniques sont utilisées dans le monde pour la production du piment doux et qui lui donne les deux caractéristiques différenciatrices; le fumé et la stabilité de la couleur.

Le séchage est une tâche très laborieuse. La déshydratation est réalisée à l'air libre (figure 13) ou dans des séchoirs à courant de fumée en provenance de la combustion de bois de chêne vert et de rouvre, obtenue des restes de l'émondage. Les poivrons sont placés sur des treillis en bois qui se trouvent sur la partie haute des séchoirs. Le processus de séchage dure un minimum de 10 jours pour assurer ainsi un contenu en humidité maximum de 15% à la fin du séchage (Safinter, 2007).



Source 5 : [www.google image/séchage du paprika sur bâche](http://www.google image/séchage du paprika sur bâche)

Figure 13. Séchage du piment doux.

Outre le maintien d'une température constante durant tout le séchage, il faut également faire ce qui est connu sous le nom de « tourner » le poivron, technique qui consiste précisément à retourner chaque jour le produit à la main pour que le séchage du fruit soit uniforme (Safinter, 2007).

La déshydratation donne l'arôme, le goût et la stabilité de la couleur. Les poivrons secs sont transportés aux industries de transformation qui procèdent à éliminer le pédoncule et une partie des graines, préalablement à la mouture dans les traditionnels moulins de pierre. Lors de la mouture, il faut prêter une attention spéciale à la température atteinte par le produit pour assurer l'obtention d'une poudre fine et uniforme, à savoir le piment doux (Safinter, 2007).

Ce piment doux sera conditionné en fonction de son usage ultérieur dans des sachets et des boîtes pour la consommation directe ou dans des sacs pour l'industrie alimentaire.

### **3.11. Composition du paprika**

La composition biochimique du paprika est reportée dans le tableau 4. Le paprika est riche en fer en potassium, et c'est une source des vitamines E, K et de la vitamine B<sub>2</sub>.

Tableau 4. Composition du paprika (pour 100 g de paprika)

<b>Nutriment</b>	<b>Quantité</b>
Eau	11.2 g
Glucides	19.1 g
Lipides	12.9 g
Protéines	14.1 g
Fibres alimentaires	34.9 g
Cendres	7.74 g
Fer	21.1 mg
Magnésium	178 mg
Potassium	2280 mg
Zinc	4.33 mg
Vitamine E	29.1 mg
Vitamine C	0.9 mg
Vitamine K	80.3 µg
Vitamine B2 (Riboflavine)	1.23 mg
Vitamine B3 (PP ou Niacine)	10.1 mg
Vitamine B5 (Acide pantothénique)	2.51 mg
Vitamine B9 ou folates	49 µg
Energie	319 kcal
Energie	1320 kJ

Source : Ciqual, 2017

### 3.11.1. Les bienfaits du paprika

C'est la capsaïcine contenue dans le paprika qui va permettre à l'organisme humain de lutter efficacement contre les petits maux hivernaux. De récentes études ont démontré que la consommation régulière de paprika pouvait aider à diminuer les douleurs articulaires notamment liées à l'arthrite.

Consommé régulièrement, le paprika permettra de favoriser une bonne circulation sanguine. Grâce à sa bonne teneur en vitamine B6, il aidera à diminuer les pertes de cheveux.

Un bon apport en potassium permet d'optimiser la contraction des muscles et du cœur. Il joue également un rôle sur l'influx nerveux.

Le paprika tient son pouvoir anti-oxydant de la vitamine E qu'il contient en quantité considérable, il sera donc très bon pour prévenir notamment des maladies cardiovasculaires.

L'apport en vitamine B<sub>2</sub> du paprika est considérable, cette vitamine va notamment participer à l'entretien des muqueuses de votre corps et de vos muscles.

Pour profiter de ses bienfaits et conserver son goût particulier, ajoutez le paprika en fin de cuisson de vos plats.

### 3.11.2. Le piquant du piment

La saveur piquante de certaines espèces qualifiées de « piments forts » (par opposition aux « piments doux ») est liée à la présence de la Capsaïcine (C<sub>18</sub>H<sub>27</sub>NO<sub>3</sub>), substance irritante du groupe des vanillyl-amides localisée au niveau du placenta (Anu et Peter, 2000) et dont la plus forte concentration se rencontre au voisinage des graines (Messiaen, 1975).

Ce 'piquant' est essentiellement lié à la présence de la capsaïcine. Cette molécule n'est pas uniformément répartie à l'intérieur. Elle est produite par des glandes situées à la jonction entre le placenta et l'enveloppe du piment. La capsaïcine se trouve à 90 % dans le placenta, à 6 % dans les autres tissus du fruit et à 4 % dans les graines. Ce composé est utilisé dans des pommades contre les entorses. Si dans le règne végétal, cette molécule a pour effet de décourager la prédation, on la trouve désormais dans le gaz poivre utilisé par la police pour décourager les manifestants... L'effet de brûlure, lié à une dilatation des tissus sanguins, est toujours réversible et ne provoque aucune lésion. Il semblerait que cette sensation de brûlure soit suivie d'une sensation de bien-être liée à la production d'endomorphines, en réaction. Boire de l'eau pour atténuer la force d'un piment est inutile car la capsaïcine est liposoluble, par contre la caséine de lait neutralise l'action sur les récepteurs de la douleur : la façon la plus rapide de se débarrasser des sensations de brûlure est de manger du yaourt. Il existe une échelle dite échelle de Scoville (annexe 1) permettant de quantifier la force, soit la teneur en capsaïcine, des diverses variétés (Nondah, 2004).

### 3.12. Qualité du paprika

Le piment doux doit être conforme aux normes de la législation en vigueur avec son arôme et son goût fumés et sa couleur rouge intense. Au niveau international, la méthode la plus acceptée pour déterminer analytiquement la qualité du piment doux, ou paprika, est celle établie par l'ASTA, qui établit les degrés ASTA sur la base de la couleur de l'échantillon.

La caractéristique principale de la qualité du piment doux est la stabilité de la couleur. La stabilité de la couleur est la propriété qui définit la persistance du pouvoir colorant au fil du temps. En raison de processus naturels, la substance responsable de la couleur (capsaïcine) perd son activité (Safinter, 2007).

Comme toutes les épices, le paprika se conserve à l'abri de la lumière, de la chaleur et de l'humidité dans un bocal hermétique (Melkonian, 2018).

### 3.13. Utilisations

Après son introduction dans le sud de la France et en Angleterre, le paprika est rapidement devenu une des plantes décoratives les plus prisées. En Hongrie, elle fût initialement utilisée à des fins décoratives.

Le paprika a ensuite été utilisé comme épice sous l'impulsion des Turcs au 18<sup>ème</sup> siècle. Devenu indissociable de la cuisine hongroise, il a également été utilisé en remplacement du poivre quand celui-ci était trop cher ou introuvable. Le climat sec des grandes plaines, la longueur des jours et la sédimentation spécifique du sol hongrois ont fait de ce paprika le plus apprécié (un musée est entièrement consacré à cette épice dans la ville de Kalosca, capitale du paprika) (Anonyme, 2012).

Source de vitamine C, il a par la suite pu être utilisé à des fins médicinales, mais reste aujourd'hui principalement employé comme épice.

#### 3.13.1. Usage culinaire

Le paprika est cultivé pour de multiples usages. On lui reconnaît principalement un usage alimentaire en tant que légume ; consommé cru ou non, mur ou non. Les fruits sont parfois mis en conserves ; entiers pelés ou coupés en lanières, appertisés au vinaigre. Les fruits sont aussi dans certains cas fermentés, transformés en poudre ou séchés pour donner le paprika. Le paprika est utilisé à la fois pour son goût et pour ses propriétés colorantes (Pochard et *al.*, 1992).

La principale utilisation du paprika est celle culinaire comme condiment pour l'élaboration de plats. C'est un produit liposoluble et qui, par conséquent, se dissout bien dans les graisses et dans l'huile. Son utilisation culinaire s'est répandue dans le monde entier après la découverte de l'Amérique. Le paprika possède un large éventail d'applications comme élément culinaire. Le fait de disposer de 3 variétés, avec des goûts différents, lui donne une grande versatilité dans la cuisine.

C'est un condiment fondamental, il est utilisé dans une très grande variété de plats. Le plus célèbre de tous est le Goulash qui est un plat épicé, élaboré à base de bœuf, oignons, poivron et piment doux. Le nom provient du hongrois *gulyás*, qui signifie taureau. Le Goulash est un plat très populaire dans la cuisine hongroise mais également dans celles des pays voisins de l'Europe centrale et des Balkans.

Le paprika peut être utilisé dans les pâtes ou dans la purée, saupoudré sur des œufs au plat avec un peu de curry dans la pâte d'un cake pour lui donner une couleur cuivrée. Il accompagnera très bien le poulet, le poisson, les tomates, les oignons ou les sauces à la crème.

Le paprika est également souvent utilisé pour la décoration des plats grâce à sa belle couleur rouge qui rehausse le visuel d'une assiette.

Il a en effet la particularité d'offrir une gamme de parfums variables en fonction de la température : donc on peut jouer avec la température pour des saveurs multiples. En saupoudrant le paprika sur le bord de l'assiette chaude afin qu'il annonce olfactivement le goût à venir en bouche. De même, si le paprika tient à la cuisson, il développera des arômes différents selon le moment où il aura été incorporé : « Une sauce qui aura cuit avec le paprika ajouté dès le début de la préparation n'aura pas les mêmes saveurs que si l'épice a été ajoutée en fin de cuisson. » Idem pour sa couleur : plus on cuit le paprika, plus sa couleur rouge-orangée devient cuivrée. Pour garder son goût sucré, pensez à l'incorporer en fin de cuisson et ne le laissez pas cuire sur un feu trop vif qui développerait ses saveurs âcres (Melkonian, 2018).

Et pour bénéficier au maximum des atouts de cette épice et qu'elle conserve son parfum d'origine, il est conseillé d'utiliser un paprika de bonne qualité, le meilleur est un paprika broyé en moins d'un mois (Melkonian, 2018).

Outre son utilisation comme condiment dans la cuisine, en Espagne, il est également utilisé dans l'industrie alimentaire comme assaisonnement naturel et pour l'élaboration de la charcuterie. Les charcuteries qui utilisent du piment doux pour leur élaboration sont

dénommées charcuteries rouges. L'application du paprika au traitement de la viande pour élaborer la charcuterie a été si importante que, pendant très longtemps et étant donné l'importance de l'abattage dans l'économie traditionnelle, il a été appelé « l'or rouge » (Melkonian, 2018).

En Europe, le paprika est utilisé essentiellement sous forme de poudre ou d'oléorésine.

Son utilisation en conserve est due à ses propriétés antiseptiques : C'est dans les escabeches « *sikbâj* » et dans certaines charcuteries qu'il est principalement utilisé, mais aussi pour donner une touche de couleur en la décoration de certains plats.

L'huile ORP (oléorésine du paprika) peut être extraite du paprika et servir de colorant dans l'industrie cosmétique et pharmaceutique. Son résidu de poudre est utilisé dans l'alimentation aussi bien humaine que pour le bétail. Elle est aussi excellente pour la friture et l'assaisonnement (Sem afo, 2013).

#### 3.13.2. Autres utilisations

Le paprika a été utilisé par un chercheur hongrois, Albert Szent-Györgyi Nagrapolt (prix Nobel de médecine en 1937), lors de sa découverte de la vitamine C et de l'étude de ses propriétés biochimiques. Dans plusieurs expériences, il l'employa, avec son équipe, comme source de vitamine C (Sem afo, 2013).

Le paprika comporte un élément anti-cancer du nom de capsiates qui provoquent la mort des cellules tumorales et permet d'éviter le développement des tumeurs cancéreuses. Il est aussi bon pour la mémoire, car il contient une substance, la lutéoline, une flavone qui agit en activant des circuits neuronaux impliqués dans l'apprentissage (Sem afo, 2013).

## 1. MATERIEL ET METHODES

Les analyses de notre étude ont été réalisées au niveau des laboratoires du département des sciences agronomiques à l'université Amar Thelidji - Laghouat. Elles ont porté sur l'étude de quelques paramètres de la qualité physico-chimique de deux épices à savoir le curcuma et le paprika commercialisés dans certains magasins dans la ville de Laghouat.

### 1.1. Présentation du produit

Les produits que nous avons choisis sont représentés par les deux épices qui représentent la classe des épices colorées, selon Bernard (2012), à savoir le curcuma (dont le nom scientifique: *Curcuma domestica* / *Curcuma longa*) et le paprika (*Capsicum annuum*). Ces deux épices sont choisies réduites en poudre (photo 1). Ce sont des épices qui sont très utilisées dans la cuisine locale et algérienne en raison de leur pouvoir colorant mais aussi pour leurs effets bénéfiques sur la santé et le goût qu'elles apportent aux préparations culinaires.



Source : Photo personnelle, (chenoufi 2018).

Photo 1. Curcuma (a) et paprika (b) en poudre

### 1.2. Échantillonnage

Pour la réalisation de notre travail, Nous avons choisis au hasard 10 magasins d'épices situés dans la ville de Laghouat (figure 14), principalement dans les endroits suivants : Le marché alimentaire du centre-ville (*blad*) ; Rue 1<sup>er</sup> novembre (*m'gataa*) ; cité 482 et el El wiaam (*M'hafir*). Des prélèvements périodiques (5 prélèvements de chaque magasin) pour les 2 épices ont été effectués.



### 1.3. Analyses physico-chimiques.

#### 1.3.1. Taux d'impuretés

##### *i) Définition*

Les impuretés sont constituées essentiellement de débris d'animaux et/ou de végétaux, de graines, de particules minérales.... Etc.

##### *ii) Principe*

La quantification des impuretés consiste en une séparation par tamisage. Pour cela, on procède au tamisage d'une prise d'essai d'environ 50 grammes à travers un tamis de 1mm de diamètre. Le rétentat étant considéré comme des impuretés.

##### *iii) Expression des résultats*

Le taux d'impuretés, en pourcentage en masse, est calculé par la formule suivante :

$$T_{\text{Imp}} (\%) = \frac{P_{\text{Imp}} \times 100}{\text{PPE}}$$

Où :

- $T_{\text{Imp}} (\%)$  : Teneur en impuretés, exprimés en pourcentage en masse.
- $P_{\text{Imp}}$  : Poids des impuretés en gramme.
- PPE : Poids de la prise d'essai en gramme

#### 1.3.2. Détermination de la teneur en eau (ISO 711 ; 1985)

##### *i) Définition*

La teneur en eau est la perte de masse, exprimée en pourcentage, subie par le produit dans des conditions spécifiées.

##### *ii) Principe*

Séchage d'une prise d'essai à une température de 130 °C, pendant 16 heures.

##### *iii) Mode opératoire*

5 g d'épice au mg près sont prélevés et versés dans une capsule préalablement tarée (on note  $m_0$  le poids de la capsule vide) après passage à l'étuve et refroidissement au dessiccateur. La capsule contenant la prise d'essai ( $m_1$ ) est introduite dans l'étuve et laissée durant 16 h. Une fois l'étuvage est terminé, la capsule est tirée et laissée refroidir complètement dans un dessiccateur.

Dès que la capsule est refroidie elle est pesée au mg près (on note m2).

*iv) Expression des résultats*

La teneur en eau, exprimée en pourcentage en masse, est donnée par la formule suivante :

$$\text{Teneur en eau (\%)} = (p_0 - p_1) \times 100/p_0$$

Où

- $p_0 (= m_1 - m_0)$  : masse, en grammes, de la prise d'essai avant étuvage.
- $p_1 (= m_2 - m_0)$  : masse, en grammes, de la prise d'essai après étuvage

Il est à signaler qu'on calcule la moyenne de deux déterminations pour chaque prélèvement.

1.3.3. Détermination des cendres totales (ISO 928 ; 1997)

*i) Définition*

C'est le résidu obtenu après incinération à 550 °C ( $\pm 25$  °C) exprimé en pourcentage en masse.

*ii) Principe*

Destruction des matières organiques par chauffage de l'échantillon à une température de 550 ( $\pm 25$ ) °C jusqu'à obtention d'une masse constante.

*iii) Mode opératoire*

Les capsules sont chauffées pendant environ 1 h dans le four à moufle électrique réglé à 550 °C. Après refroidissement jusqu'à la température ambiante au dessiccateur, (m1) est pesée à 0,5 mg près.

Environ 2 g de l'échantillon sont pesées à 0,001 g, dans la capsule (m2).

Le capsules sont chauffées sur la plaque chauffante jusqu'à carbonisation des échantillons (photo 2).



Photo 2. Carbonisation du paprika avant incinération.

La prise d'essai est incinérée dans le four à moufle électrique réglée à 550 °C. pendant 3h.

Les capsules sont pesées à 0,0001g près après refroidissement dans le dessiccateur et (on note m3 le poids après incinération).

*iv) Expression des résultats*

La teneur en cendres totales, exprimée en pourcentage est donné par l'équation suivante :

$$\text{WTA (\%)} = [(m3 - m1) / (m2 - m1)] * 100$$

Où :

- WTA: teneur en cendres totales, exprimée en pourcentage en masse.
- m1 : masse, en grammes, de la capsule vide.
- m2 : masse, en grammes, de la capsule et de la prise d'essai.
- m3 : masse, en grammes, de la capsule et du résidu obtenu.

Il est à signaler qu'on calcule la moyenne de deux déterminations pour chaque prélèvement.

### 1.3.4 Détermination des cendres insolubles dans l'acide (ISO 930 ; 1997)

#### i) Définition

C'est la partie des cendres totales restant après traitement à l'acide chlorhydrique, exprimée en pourcentage en masse. Leur détermination permet de mesurer la quantité de matières siliceuses, spécialement de la terre siliceuse contenue dans les épices.

#### ii) Principe

Traitement des cendres totales obtenues selon *ISO 928* avec de l'acide chlorhydrique, filtration, incinération et pesée du résidu.

#### iii) Mode opératoire

- ❖ La prise d'essai constituée des cendres totales obtenues lors de la détermination des cendres totales conformément à l'*ISO 928*.
- ❖ 15 ml de solution d'acide chlorhydrique (solution à environ 10 %) sont ajoutés aux cendres totales, dans la même capsule que celle ayant servi à leur préparation.
- ❖ Ensuite la solution est chauffée pendant environ 10 min dans un bain marie.
- ❖ Le contenu de la capsule est filtré à travers le papier filtre sans cendres. La capsule et le papier filtre sont lavés avec de l'eau chaude jusqu'à ce que les eaux de lavage soient exemptes d'acide chlorhydrique.
- ❖ Le papier filtre avec le résidu sont remis dans la capsule et incinérés dans le four à moufle électrique réglée à 550 °C pendant 3h.
- ❖ La capsule est refroidit au dessiccateur et pesée à 0,0001 g près.

#### iv) Expression des résultats

La teneur en cendres insolubles, exprimée en pourcentage est donné par la relation suivante :

$$WA (\%) = [(m_3 - m_1) / (m_2 - m_1)] * 100$$

Où :

- WA : teneur en cendres totales, exprimée en pourcentage en masse.
- m1 : masse, en grammes, de la capsule vide.
- m2 : masse, en grammes, de la capsule et de la prise d'essai.
- m3 : masse, en grammes, de la capsule et du résidu obtenu.

Il est à signaler qu'on calcule la moyenne de deux déterminations et on exprime le résultat avec une décimale.

## 1.4. Extraction des huiles essentielles

Le terme huiles essentielles dérive de « *quinta essentia* », un nom donné par le médecin suisse Paracelsus aux extraits de plantes obtenues par distillation (Khenaka, 2011).

Ce sont des substances huileuses, volatiles, d'odeur et de saveur généralement fortes, extraites à partir des différentes parties de certaines plantes aromatiques, par les méthodes de distillation, par enfleurage, par expression, par solvant ou par d'autres méthodes (Belaiche, 1979; Valnet, 1984; Wichtel et Anthon, 1999).

Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme produits du métabolisme secondaire. Elles ont des propriétés et des modes d'utilisation particuliers et ont donné naissance d'une branche nouvelle de la phytothérapie nommée l'aromathérapie (El haib, 2011).

La norme française AFNOR NF T75-006 définit l'huile essentielle comme: «un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, et qui sont séparés de la phase aqueuse par procédés physiques » (Garnero, 1996). Cette définition est aussi applicable pour toute sorte de matière végétale.

Pour l'extraction des huiles essentielles à partir du curcuma et du paprika, nous avons utilisé l'hydrodistillation avec le dispositif classique pour le curcuma et le clevenger pour le paprika.

### 1.4.1. Hydrodistillation

L'hydrodistillation est la méthode la plus couramment employée pour l'extraction d'une huile essentielle (Meyer-Warnod, 1984).

#### *i) Principe*

Elle correspond à une distillation. Le procédé consiste à immerger la matière végétale dans un bain d'eau ; l'ensemble est ensuite porté à ébullition, à pression atmosphérique (photo 3). Sous l'effet de la chaleur, les molécules odorantes contenues dans les glandes sécrétrices des végétaux sont libérées sous forme d'un mélange azéotropique. Bien que la plupart des constituants aient des températures d'ébullition supérieures à 100°C, ils sont entraînés mécaniquement avec la vapeur d'eau.

Les vapeurs constituées essentiellement du mélange eau-huile essentielle, sont condensées dans un réfrigérant (photo 3) et la séparation du mélange eau-huile essentielle se fait par décantation dans une ampoule à décanter.



Photo 3. Dispositif utilisé pour l'hydrodistillation.

#### 1.4.2. Extraction avec *Clevenger*

Cette extraction a été réalisée sur le paprika. Le système « Clevenger », préconisé par la pharmacopée européenne (Pharmacopée Européenne, 1997), permet, contrairement à la méthode précédente, le recyclage de la phase aqueuse du distillat dans le bouilleur par cohobage (Clevenger, 1928). Ainsi, l'eau et les molécules volatiles sont séparées, par leurs différences de densité, dans l'essencier en une phase aqueuse (hydrolat) et une phase organique surnageante (huile essentielle) (photo 4). La durée d'hydrodistillation est de trois heures. La durée de l'extraction peut avoir une influence sur le rendement en huile essentielle et sur sa composition chimique.



Photo 4. Dispositif d'extraction des huiles essentielles : *Clevenger*

#### 1.4.3. Teneur en huile essentielle

Le rendement d'extraction des huiles essentielles est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle obtenue et la masse du matériel végétal traité 50 g (Belyagoubi, 2006).

Le teneur du curcuma et du paprika en huile essentielle étant calculé par la formule suivante :

$$HE (\%) = \frac{PHE \times 100}{PPE}$$

Avec:

- HE (%): Teneur en huile essentielle en pourcentage en masse
- PHE: Poids, en gramme, de l'huile essentielle extraite au 0,0001 g près
- PPE: Poids, en gramme, de la prise d'essai au 0,0001 g près.

## 1.5. Extraction des colorants

### 1.5.1. Extraction par décoction

Dans un ballon, introduire 2 g de paprika ou de curcuma avec 20 ml de dichlorométhane, maintenir à ébullition à 40°C pendant 30 minutes dans un système de reflux. Laisser refroidir puis filtrée sur Büchner et récupérer le filtrat : le filtrat renferme tous les pigments du paprika qui ont été extraits par le dichlorométhane, Concentrer pour calculer le taux de colorants et réaliser une chromatographie sur couche mince (Boulekras, 2010).

Évaporer le solvant dans le but de récupérer le solide qui y est dissous. Le filtrat obtenu est concentré dans l'évaporateur rotatif (photo 5).



Photo 5. Evaporateur rotatif utilisé

Il s'agit ni plus ni moins d'une distillation simple : le liquide bout, les vapeurs sont recondensées dans le réfrigérant et le solvant tombe dans le ballon de récupération. Les colorants (solutés), se déposent sur la paroi du ballon principal. La basse pression permet d'abaisser la température d'ébullition du solvant, ce qui accélère considérablement l'évaporation et évite tout risque de dégradation thermique éventuelle du produit.

### 1.5.2. Taux des colorants

La teneur en colorants du paprika et du curcuma est obtenue par application de la formule suivante :

$$TC (\%) = \frac{(PBP - PBV) \times 100}{PPE}$$

Où :

- TC : Teneur en colorants exprimée en pourcentage en masse
- PBP : Poids du ballon plein
- PBV : Poids du ballon vide
- PPE : Poids, en gramme, de la prise d'essai

### 1.5.3. Pouvoir colorant du curcuma

La méthode consiste à libérer les substances lipophyles associées au colorant en employant l'éthanol comme solvant d'extraction. Une prise d'essai de 5 g est mise en contact avec 25ml éthanol, le mélange est chauffé pendant 15 minutes puis filtrer sur papier filtre (Afnor, 1982).

On détermine le pouvoir colorant du *Curcuma* en mesurant l'absorbance d'un l'extrait éthanolique à 549 nm, par spectrophotométrie (Afnor, 1982).

## 1.6. Séparation des différents pigments colorés par chromatographie sur couche mince

Les pigments extraits du paprika et du curcuma ont été séparés par CCM

### i) Préparation de la cuve

L'atmosphère de la cuve doit être saturée en vapeur d'éluant. L'éluant a été versé sur une hauteur de 1/2 cm.

- Eluant : - Ether de pétrole/Acétone/Cyclohexane : 85/10/5% pour le curcuma
- Dichlorométhane pour le paprika.

### ii) Préparation de la plaque chromatographique

- Prendre une plaque en silicagel.
- Tracer au crayon sans appuyer, une ligne à 1 cm du bord inférieur de la plaque.
- Marquer légèrement au crayon sur cette ligne de dépôt, les emplacements où l'on déposera les extraits à analyser. Les emplacements doivent être distants d'environ 1 cm, et à 1 cm des bords de la plaque.

### iii) Dépôt de l'échantillon

- ✓ A l'aide d'un embout de micropipette, prélever une petite goutte d'extrait de paprika, la déposer à l'emplacement marqué.
- ✓ Faire plusieurs dépôts au même emplacement, en laissant sécher entre chaque dépôt (photo 6).



Photo 6. Dépôt des extraits de colorants lors de la CCM

*iv) Elution*

- ✓ Lorsque les dépôts sont secs, introduire la plaque verticalement dans la cuve (la ligne de dépôt ne doit pas tremper dans l'éluant) et refermer.
- ✓ Au cours de l'éluion, l'éluant migre sur la plaque en imprégnant la silice (photo 7).
- ✓ Retirer la plaque de la cuve à la fin d'éluion.
- ✓ Repérer le front du solvant au crayon, en réveillant les taches à l'œil nu puis sous UV.

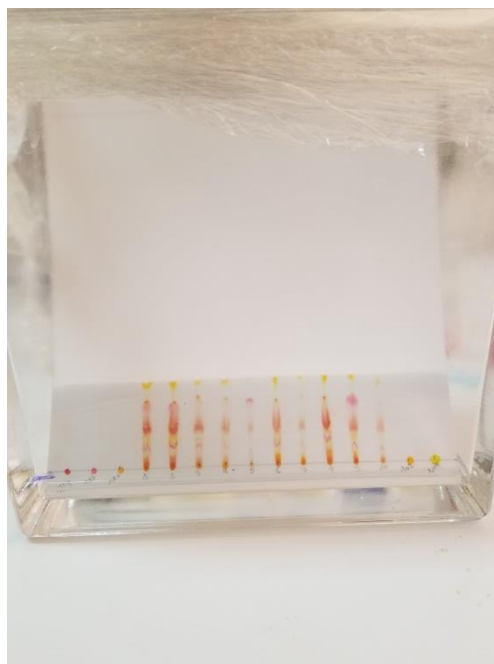


Photo 7. Plaque CCM en cours d'éluion

v) *Révélation (développement du chromatogramme)*

Observer le chromatogramme et entourer au crayon, les différentes tâches colorées qui apparaissent.

### **1.7. Chromatographie sur colonne**

Réalisée sur l'extrait du paprika seulement.

#### 1.7.1. Préparation de la colonne

Introduire un petit morceau de coton au fond d'une colonne propre et sèche. Maintenir la colonne verticalement à l'aide d'un support. La remplir de poudre de silice puis d'éluant avant de déposer l'échantillon.

#### 1.7.2. Dépôt de l'échantillon

A l'aide d'une micropipette à embouts de 1 ml, prélever un peu de l'extrait à séparer et le déposer doucement sur le dessus de la colonne de silice : attention à ne pas déformer la surface de la phase stationnaire pendant cette opération.

#### 1.7.3. Développement de la colonne (élution)

Lorsque le dépôt a bien imprégné la silice, verser un peu d'éluant : le dichlorométhane sur la colonne, très doucement, pour ne pas déplacer la silice. ajouter régulièrement de l'éluant dans la colonne : le niveau d'éluant dans la colonne doit rester au-dessus de celui de la silice jusqu'à la fin du développement.

Développer la colonne et voir les différentes couleurs en bas de la colonne: en traversant la colonne, l'éluant entraîne les composants du mélange les uns après les autres. Lorsque la colonne de silice est pratiquement décolorée, on arrête l'expérience.

### **1.8. Analyse statistique**

L'analyse statistique des résultats obtenus a été réalisée avec Excel et le test Anova (Statbox 7.2).

## 2. RESULTATS ET DISCUSSIONS

### 2.1. Résultats

#### 2.1.1. Taux des impuretés

La teneur du curcuma en impuretés présente des variations de l'ordre de 2,17%. En effet les teneurs les plus élevées ont été observés au niveau du curcuma provenant des magasins n°. 6 et 9 avec des taux de l'ordre de 2,77 et 2,75% respectivement (figure 15) ; alors que le magasin n°. 1 présente le taux d'impuretés le plus faible qui est de 0,60%.

La différence de la teneur en impuretés des différents échantillons de curcuma semble être non significative ( $F = 1,124$  ;  $P = 0,369$ ).

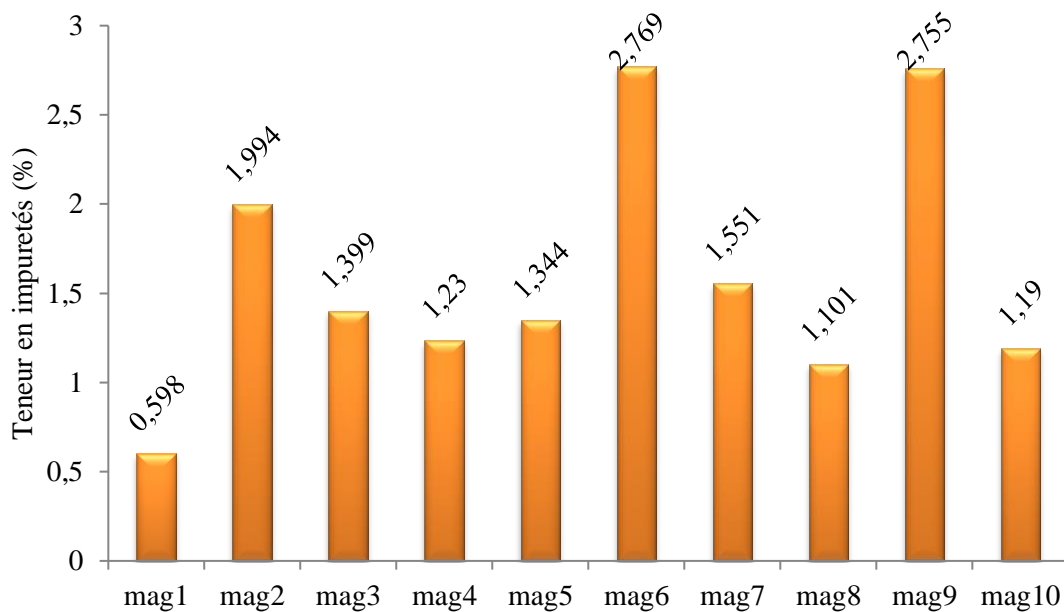


Figure 15. Histogrammes représentatif de la teneur en impuretés du curcuma prélevé des différents magasins

Les prélèvements effectués au niveau de chaque magasin présentent une différence non significative dans le taux des impuretés pour l'ensemble des magasins (tableau 5).

Tableau 5. Résultats de l'analyse statistiques des résultats de la teneur en impuretés sur les 5 prélèvements du curcuma effectués dans chaque magasin au fil du temps.

Provenance du curcuma	F	P
Magasin n°. 1	0.085	0,981
Magasin n°. 2	0.193	0,930
Magasin n°. 3	1.322	0,376
Magasin n°. 4	0.263	0,890
Magasin n°. 5	0.209	0,921
Magasin n°. 6	0.741	0,604
Magasin n°. 7	0.072	0,985
Magasin n°. 8	0.564	0,701
Magasin n°. 9	0.498	0,742
Magasin n°. 10	0.658	0,648

Les résultats de la teneur en impuretés du paprika à leur tour, présentent une différence non significative ( $F = 0,796$  ;  $P = 0,623$ ).

La teneur maximale en impuretés, dans le cas du paprika, a été enregistrée dans les prélèvements du magasin n°. 5 avec un taux de 3,69 %. Les magasins 3 et 7 ont présenté des teneurs en impuretés dans le paprika de 1,73% et 1,78 respectivement (figure 16). La différence de la teneur en impuretés peut varier de 1,96% au maximum.

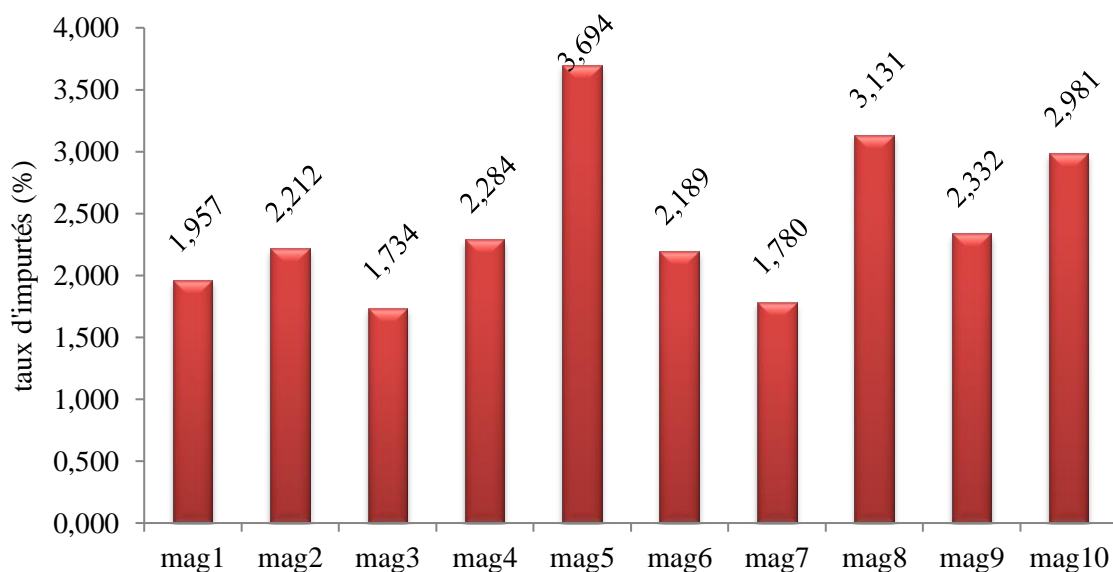


Figure 16. Histogrammes de la teneur en impuretés du paprika prélevé des différents magasins

Les différents prélèvements du paprika présentent des teneurs en impuretés significativement différentes pour les magasins n°. 4 et 5 et non significatives pour les autres magasins (tableau 6).

Tableau 6. Résultats de l'analyse statistiques des résultats de la teneur impuretés sur les 5 prélèvements de paprika effectués dans chaque magasin au fil du temps.

Provenance du paprika	F	P
Magasin n°. 1	1.908	0,247
Magasin n°. 2	0.138	0,959
Magasin n°. 3	0.194	0,930
Magasin n°. 4	9.716	0,016
Magasin n°. 5	5.983	0,039
Magasin n°. 6	1.668	0,291
Magasin n°. 7	3.824	0,087
Magasin n°. 8	1.256	0,396
Magasin n°. 9	2.597	0,162
Magasin n°. 10	0.659	0,647

### 2.1.2. Teneur en eau

Les résultats de la teneur en eau, ou taux d'humidité, du curcuma semblent présenter une différence hautement significative ( $F = 377,892$  ;  $P = 0,000$ ). Avec 6 groupes homogènes.

Le taux d'humidité du curcuma a été variable d'un magasin à l'autre. Le curcuma du magasin n°. 5 a présenté le taux d'humidité le plus élevé avec un taux de  $10,93 \% \pm 0,13$ . Le curcuma des magasins n°. 1, 3 et 9 présente des taux d'humidité proches de  $9,54 \% \pm 0,117$  ;  $9,32 \% \pm 0,379$  et  $9,51 \% \pm 0,04$  respectivement. Il est de même pour les magasins n°. 6, 8 et 10 qui constituent un seul groupe homogène (C) (voir figure 17) avec des taux allant de  $7,94 \% \pm 0,036$  à  $8,216 \% \pm 0,048$  d'humidité.

La teneur en eau la plus basse a été notée dans le curcuma qui provient du magasin 4 de l'ordre de  $1,28 \% \pm 0,316$ .

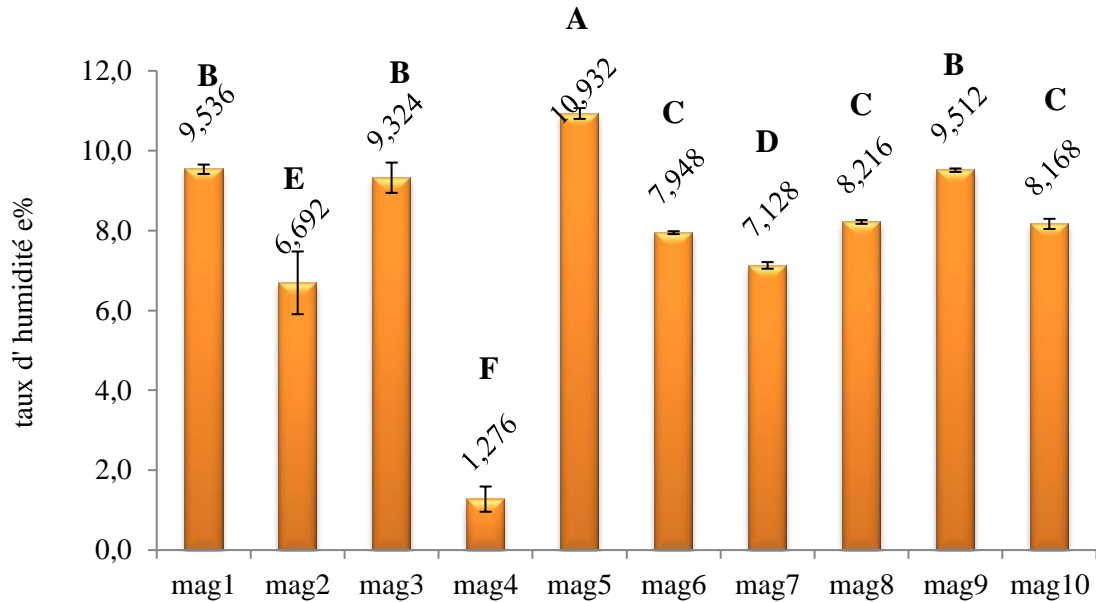


Figure 17. Histogrammes représentatif de la teneur en eau du curcuma

Le paprika à son tour, présente des taux d'humidité qui oscillent entre  $14.055\% \pm 1.390$  : valeur enregistré dans l'échantillon prélevé du magasin n°.3 et un taux de  $1.016\% \pm 0.165$  enregistré dans le paprika du magasin n°. 4

Ces teneurs en eau présente une différence hautement significative ( $F=111,162$  ;  $P=0,000$ ) et on note la présence de 5 groupes homogènes (figure 18).

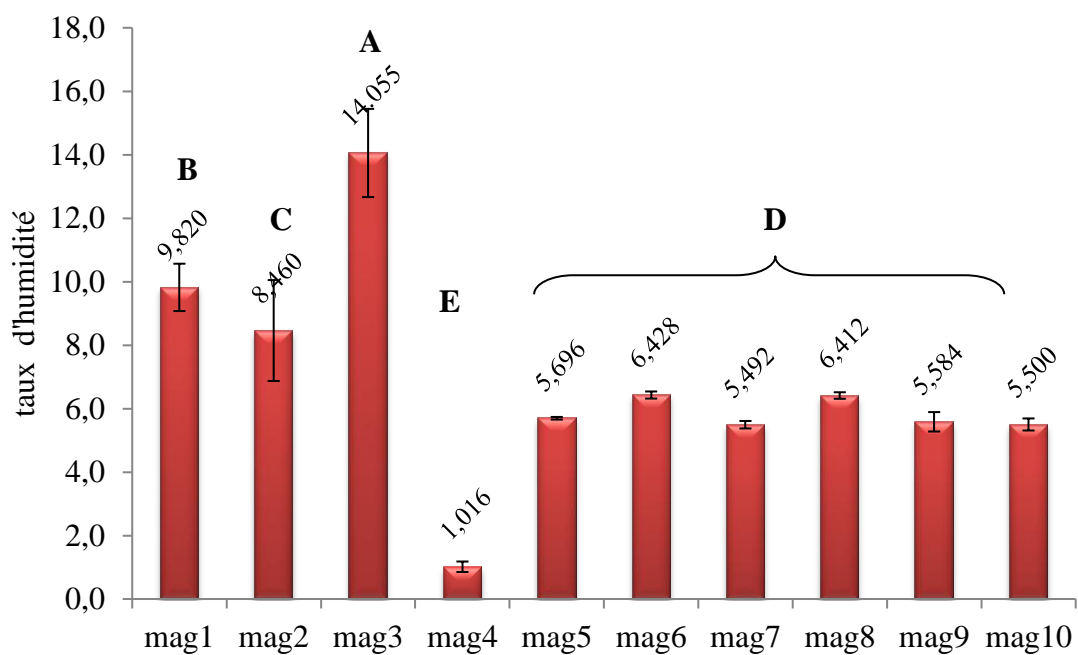


Figure 18. Histogrammes représentatif de la teneur en eau du paprika

## 2.1.3. Teneur en cendres totales

Les résultats de la teneur en cendres totales du curcuma ont montré une différence hautement significative ( $F = 276,249$  ;  $P = 0,000$ ) avec une répartition dans 5 groupes homogènes.

En effet, on remarque que les teneurs les plus fortes sont enregistrées dans le curcuma prélevé des magasins n°. 1 et 10 avec des teneurs de l'ordre de  $8,210 \pm 0,129$  % et  $8,010 \pm 0,284$  respectivement.

Le curcuma prélevé du magasin n°.6, présente le taux de cendres totales le plus faible avec une valeur de  $2,830 \pm 0,097$ .

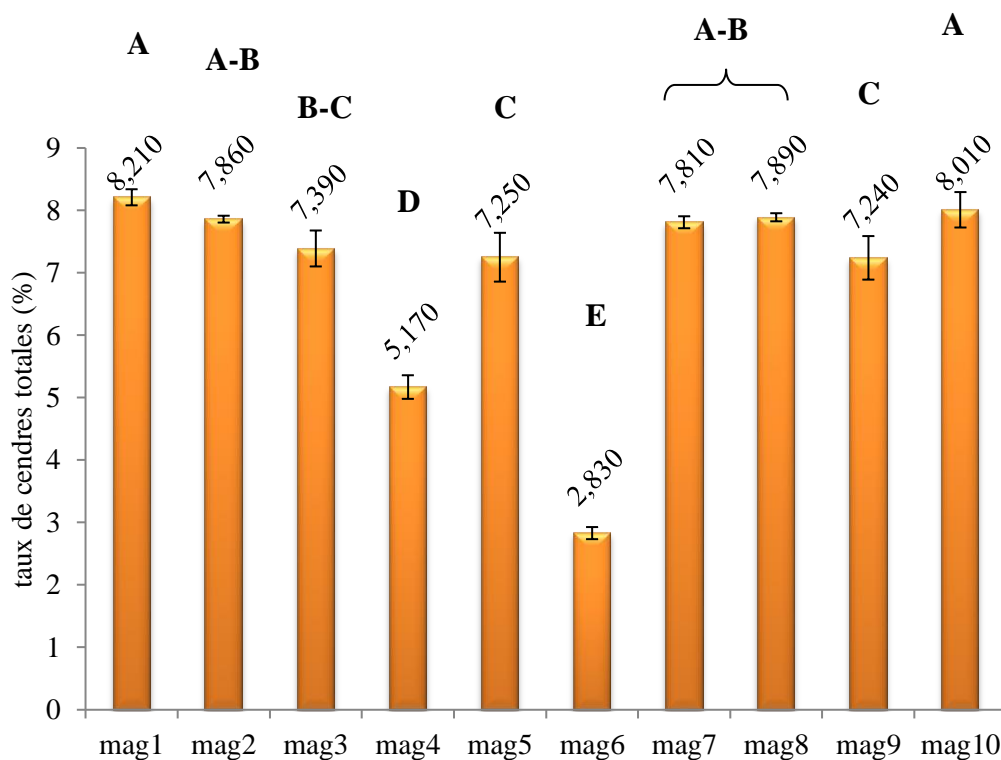


Figure 19. Histogrammes représentatif de la teneur en cendres totales du curcuma

Les différents prélèvements effectués au niveau de chacun des magasins présentent différentes teneurs en cendres totales qui sont considérées comme « proches » (tableau 7) et on a noté des différences non significatives.

Tableau 7. Résultats de l'analyse statistiques des résultats des taux de cendres totales sur les 5 prélèvements de curcuma effectués dans chaque magasin au fil du temps.

Provenance du curcuma	F	P
Magasin n°. 1	0,69	0,63
Magasin n°. 2	2	0,232
Magasin n°. 3	2,568	0,164
Magasin n°. 4	0,718	0,616
Magasin n°. 5	0,792	0,578
Magasin n°. 6	0,312	0,859
Magasin n°. 7	0,737	0,606
Magasin n°. 8	0,815	0,567
Magasin n°. 9	0,193	0,93
Magasin n°. 10	0,679	0,636

Pour le paprika, la valeur maximale de la teneur en cendres totales a été enregistrée au niveau du magasin n°. 1 avec un taux de  $8.184 \% \pm 0,593$  et la teneur minimale au niveau du magasin n°. 4 avec un taux de  $4.767 \% \pm 0.050$  (figure 20).

La différence étant hautement significative ( $F = 11,906$  ;  $P = 0,000$ ) et on note la présence de 4 groupes homogène

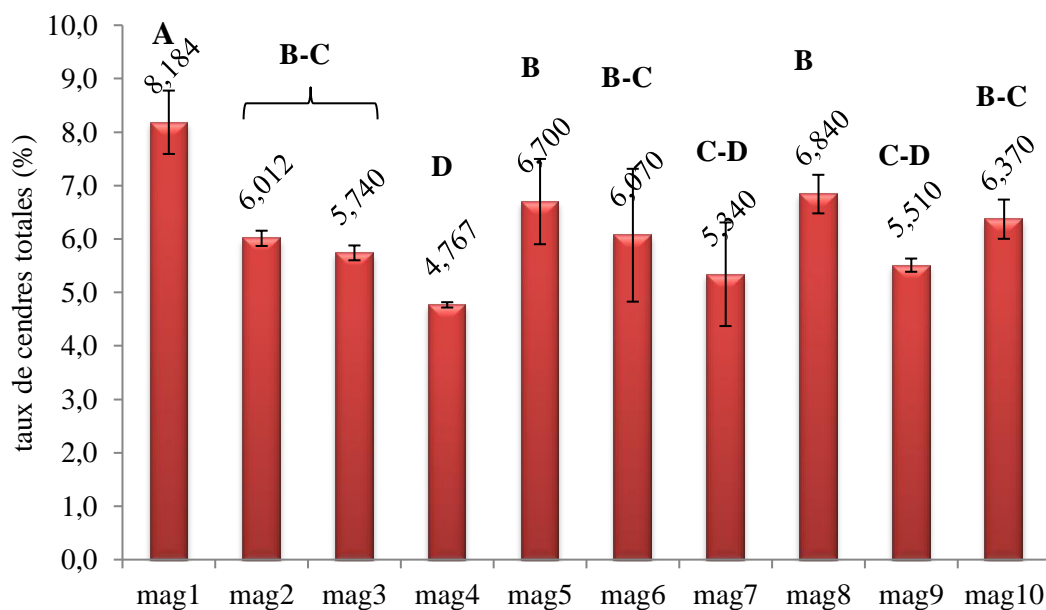


Figure 20. Histogrammes représentatif de la teneur en cendres totales du paprika

Pour chaque magasin, pris à part, la teneur en cendres totales du paprika, présentent des taux dont la différence est hautement significative pour les magasins n°. 1, 7 et 8 ; et significative pour le magasin n°. 3, 9 et 10 et non significative pour le reste des magasins (tableau 8).

Tableau 8. Résultats de l'analyse statistiques des résultats des taux de cendres totales sur les 5 prélèvements de paprika effectués dans chaque magasin au fil du temps.

Provenance du paprika	F	P
Magasin n°. 1	45,083	0,001
Magasin n°. 2	1,96	0,239
Magasin n°. 3	6.798	0,031
Magasin n°. 4	0.982	0,493
Magasin n°. 5	2.682	0,154
Magasin n°. 6	4.156	0,076
Magasin n°. 7	133.661	0,000
Magasin n°. 8	23.188	0,003
Magasin n°. 9	7.552	0,025
Magasin n°. 10	1.585	0,0309

#### 2.1.4. Teneur en cendres insolubles dans l'acide

Les résultats de la teneur en cendres insolubles dans l'acide montrent que la valeur maximale, de la teneur en cendres insolubles du curcuma a été enregistrée au niveau du magasin n°. 1 avec un taux de  $0.980 \% \pm 0,104$  et la valeur minimale au niveau de deux magasins : le n°. 6 et n°. 9 avec un taux de  $0.240 \pm 0.074\%$  et  $0.240 \% \pm 0.096$  respectivement (figure 21).

La différence de cette teneur entre les 10 magasins semble être hautement significative ( $F= 17,656$  ;  $P = 0,000$ ). Et les magasins peuvent être répartis en 5 groupes homogènes.

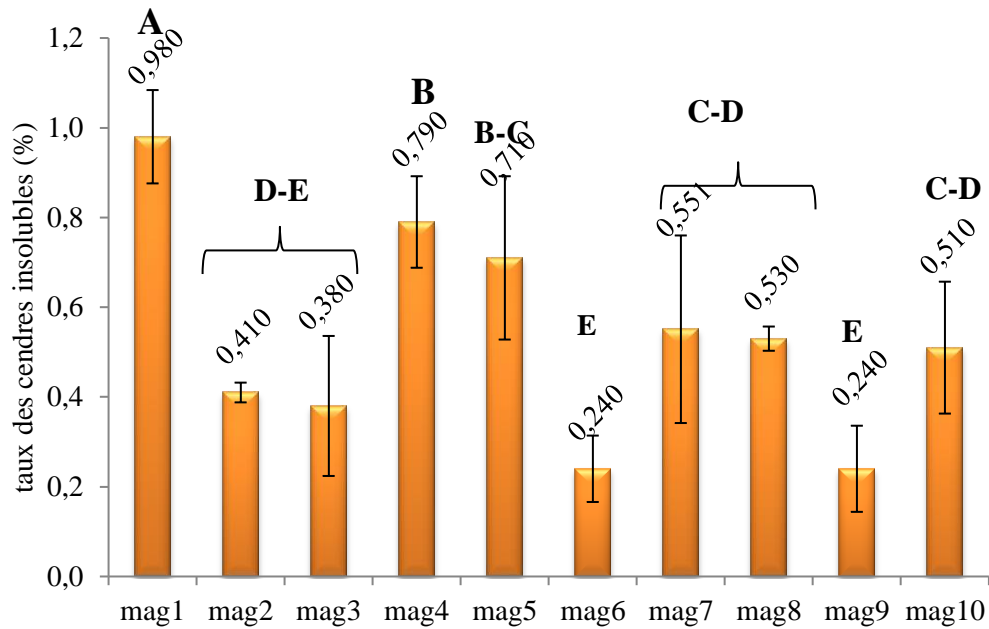


Figure 21. Histogrammes représentatif de la teneur en cendres insolubles du curcuma des différents magasins

La teneur en cendres insolubles des différents prélèvements du curcuma prélevés à partir de chacun des magasins n°. 2, 4, 5, 6, 7 et 8 présente une différence hautement significative pour chaque magasin pris à part (tableau 9). Pour les autres magasins, la différence de la teneur en cendres insolubles du curcuma en fonction du temps a été non significative (tableau 9).

Tableau 9. Résultats de l'analyse statistiques des résultats des taux de cendres insolubles sur les 5 prélèvements de curcuma effectués dans chaque magasin au fil du temps.

Provenance du curcuma	F	P
Magasin n°. 1	1,917	0,246
Magasin n°. 2	18,921	0,004
Magasin n°. 3	5,026	0,054
Magasin n°. 4	12,044	0,01
Magasin n°. 5	13,065	0,009
Magasin n°. 6	644,501	0,000
Magasin n°. 7	83,902	0,000
Magasin n°. 8	31,477	0,002
Magasin n°. 9	1,526	0,323
Magasin n°. 10	4,051	0,079

La teneur en cendres insolubles du paprika présente des taux de variation de l'ordre de 0,34%. La valeur maximale a été enregistrée au niveau du magasin n°. 10 avec un taux de  $0,770 \pm 0,027$  (figure 22) et le taux minimal au niveau du magasin n°. 6 avec un taux de  $0,430 \pm 0,311$ . La teneur en cendres insolubles des autres prélèvements de paprika présentent des taux intermédiaires.

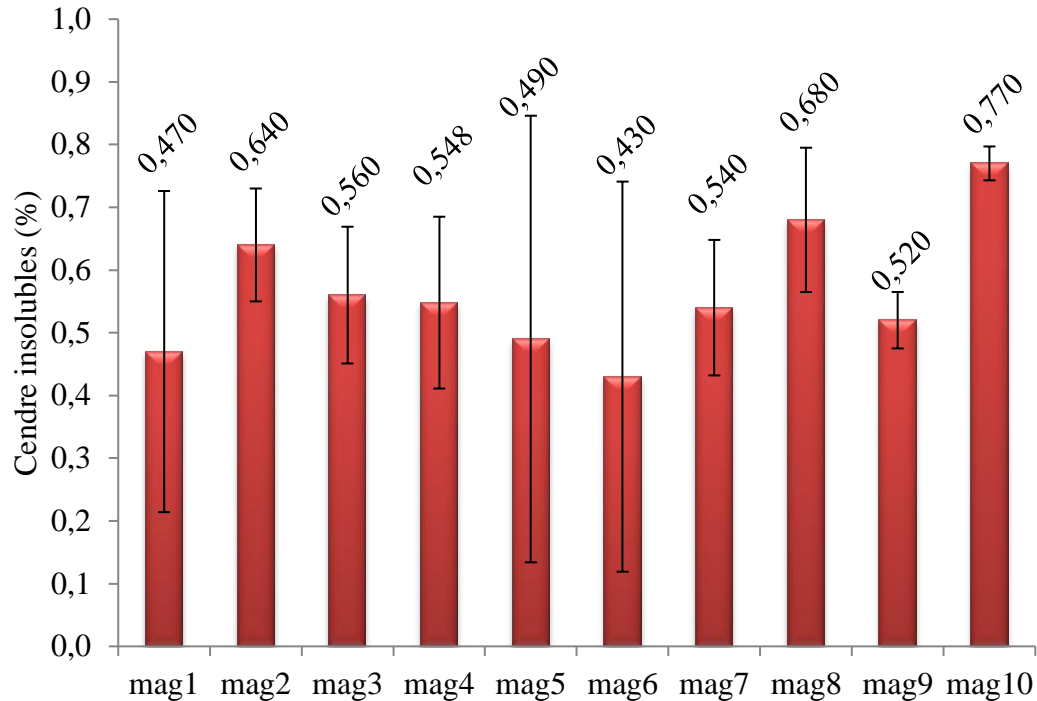


Figure 22. Histogrammes représentatif de la teneur en cendres insolubles du paprika prélevé des différents magasins

L'analyse statistiques montre que cette différence reste non significative ( $F = 1,512$  ;  $P = 0,177$ ).

Les différents prélèvements du paprika ont présenté des différences hautement significatives, en terme de la teneur en cendres insolubles, pour les magasins n°. 5, 7, 8 et 9 ; significatives pour les prélèvements du magasin n°. 1 et non significatives pour les autres magasins (tableau 10).

Tableau 10. Résultats de l'analyse statistiques des résultats des taux de cendres insolubles sur les 5 prélèvements de paprika effectués dans chaque magasin au fil du temps.

Provenance du paprika	F	P
Magasin n°. 1	5,869	0,041
Magasin n°. 2	2,227	0,201
Magasin n°. 3	1,593	0,307
Magasin n°. 4	2,112	0,216
Magasin n°. 5	13,655	0,008
Magasin n°. 6	7,529	0,025
Magasin n°. 7	23,934	0,003
Magasin n°. 8	18,15	0,005
Magasin n°. 9	16,643	0,005
Magasin n°. 10	1,917	0,246

#### 2.1.5. Teneur en huile essentielle

Le curcuma présente des teneurs en huile essentielle variant de 0,42% pour le magasin n°. 8 à 1,61% pour le magasin n°. 3. La teneur en huile essentielle de curcuma des autres magasins présente des taux intermédiaires (figure 23).

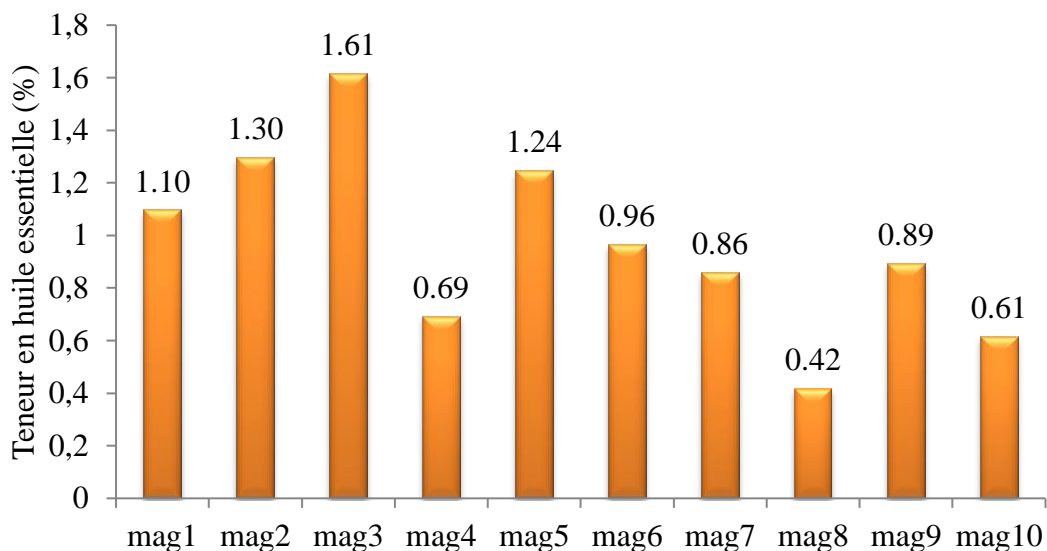


Figure 23. Histogrammes représentatif de la teneur en huile essentielle du curcuma des différents magasins

Le paprika prélevé du magasin n°. 9, présente le taux d'huile essentielle le plus élevé avec un taux de 0,67%. Les magasins 2 et 5 disposent de paprika contenant les teneurs en

huile essentielle les plus faibles avec des taux de 0,11 et 0,19% respectivement. Le paprika provenant des autres magasins présente des taux allant de 0,23% à 0,45% (figure 24).

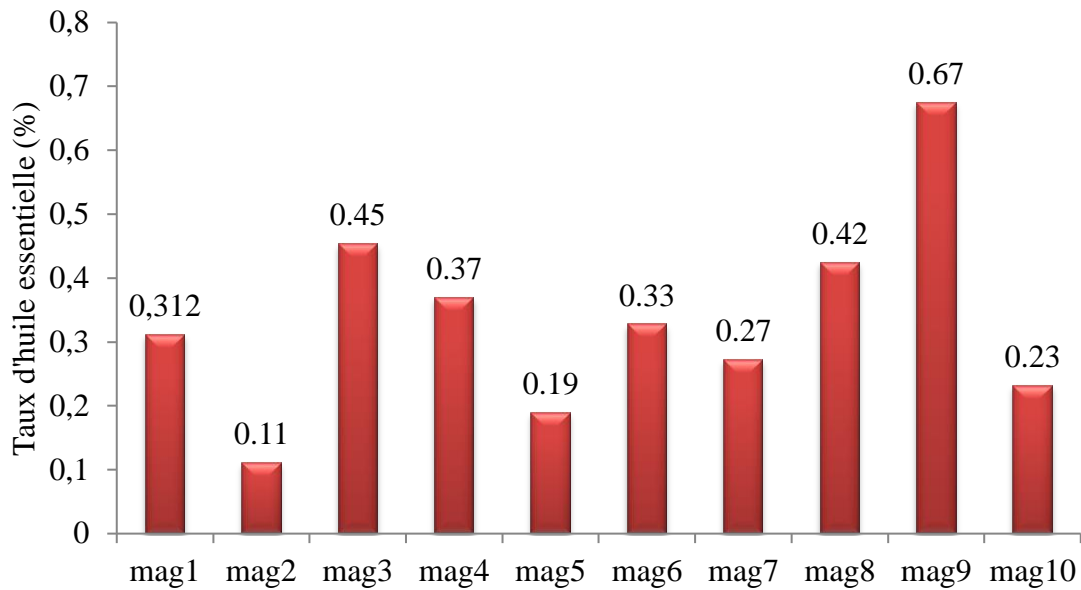


Figure 24. Histogrammes représentatif de la teneur en huile essentielle du paprika des différents magasins

#### 2.1.6. Teneur en colorants

##### i) Teneur en colorants.

La teneur en colorants enregistrée a présenté des taux très variables dans les extraits de curcuma. En effet, la fluctuation arrive à une différence de 28,10-0,65% (figure 25).

On note une teneur maximale dans le curcuma prélevé du magasin n°. 1 avec un taux de 28,10% tandis que la teneur la plus faible est de l'ordre de 0,65% et 1,36% qui ont été enregistré dans les échantillons des magasins n°. 8 et 4 respectivement.

Les autres magasins présentent des taux intermédiaires.

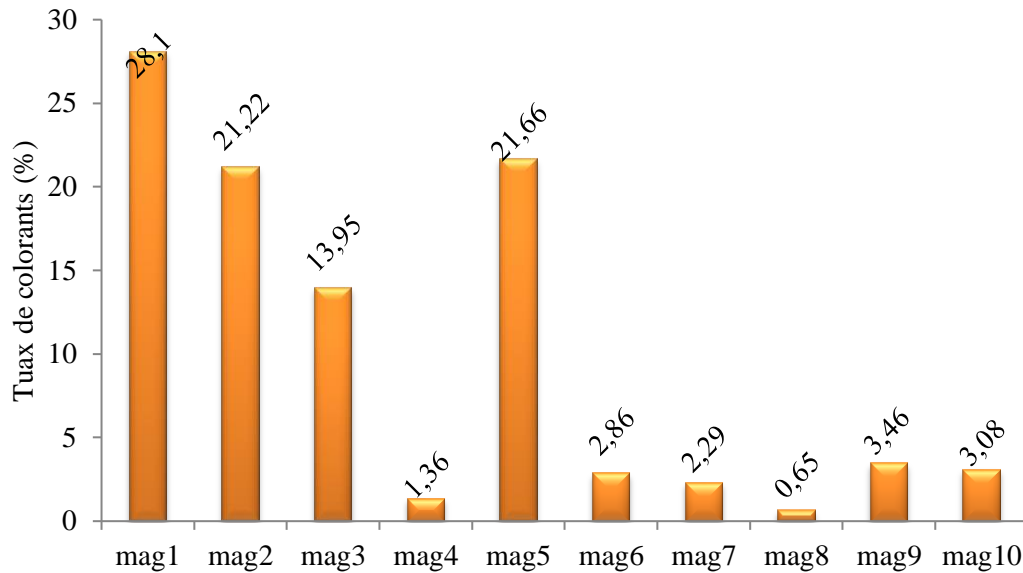


Figure 25. Histogrammes de la teneur en colorants extraits des différents échantillons de curcuma

Le paprika à son tour, présente des teneurs en colorants variables d'un échantillon à l'autre (figure 26).

Les taux de colorants varient de 46,26 % de colorants dans le paprika du magasin n°. Ce taux descend à 36,74% dans le paprika issu du magasin n°. 4 pour atteindre 6,84% dans le paprika du magasin n°. 3 et 2,1% dans le paprika du magasin n°. 7.

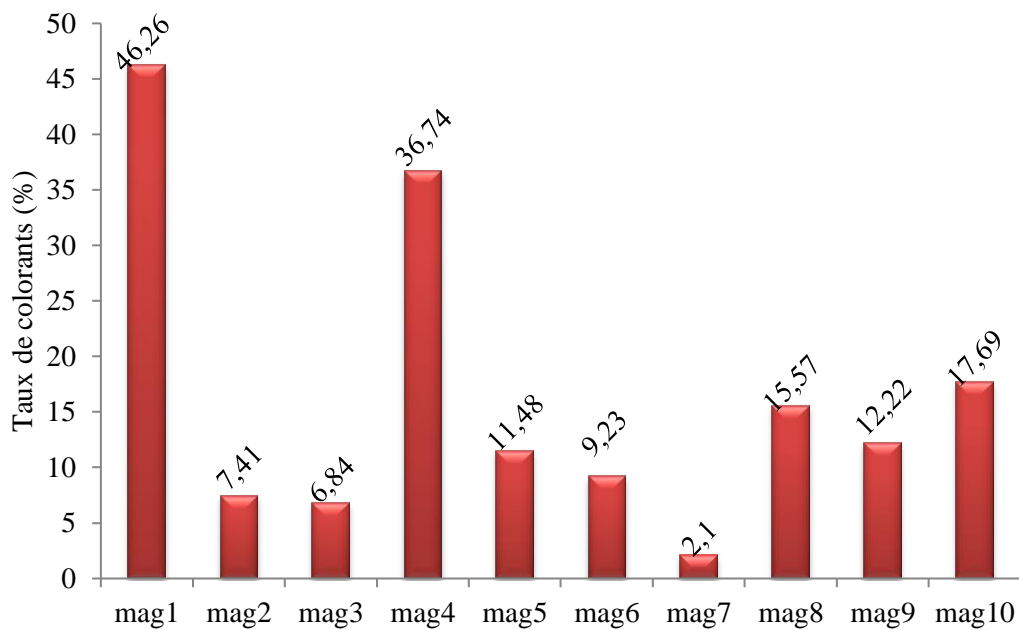


Figure 26. Histogrammes de la teneur en colorants extraits des différents échantillons de paprika

ii) *Pouvoir colorant du curcuma.*

La curcumine présente dans les différents extraits a présenté un maximum de densité optique dans les extraits issus des magasins n°. 10 et 9 de l'ordre de 1,333 et 1,1025. Cette densité diminue dans le reste des extraits pour atteindre une valeur minimale dans l'extrait de curcumine issu du magasin n°. 4 où une valeur de 0,3375 de densité optique a été mesurée (figure 27).

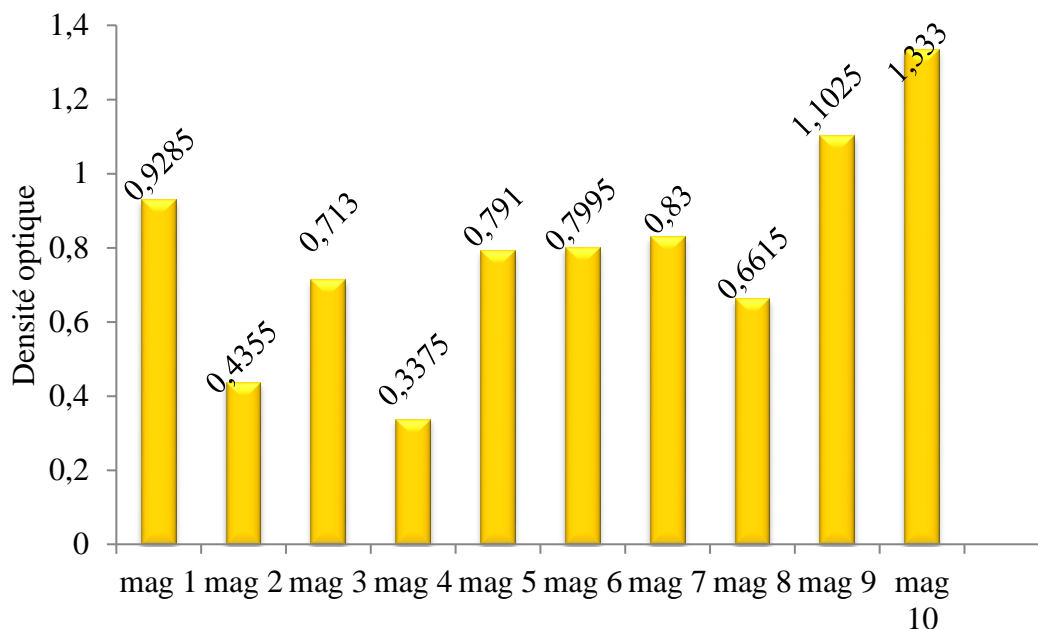


Figure 27. Histogrammes de l'absorbance de la curcumine extraite des différents échantillons de curcuma

### 2.1.7. Chromatographie sur couche mince des colorants

Les résultats de la CCM des extraits de colorants des différents échantillons, ont révélés la présence de différentes taches ou spots.

La CCM des colorants du curcuma a révélé essentiellement trois types de taches pour tous les échantillons (photo 8).

En effet, à ces différentes taches, correspondent différents  $R_f$  à savoir :

- $R_f 1$  = Oscille entre 0,20 à 0,66 pour les différents curcumas.
- $R_f 2$  = varie de 0,44 à 0,47
- $R_f 3$  = la zone correspondante de 0,85 - 0,96 à 0,92 - 0,99.

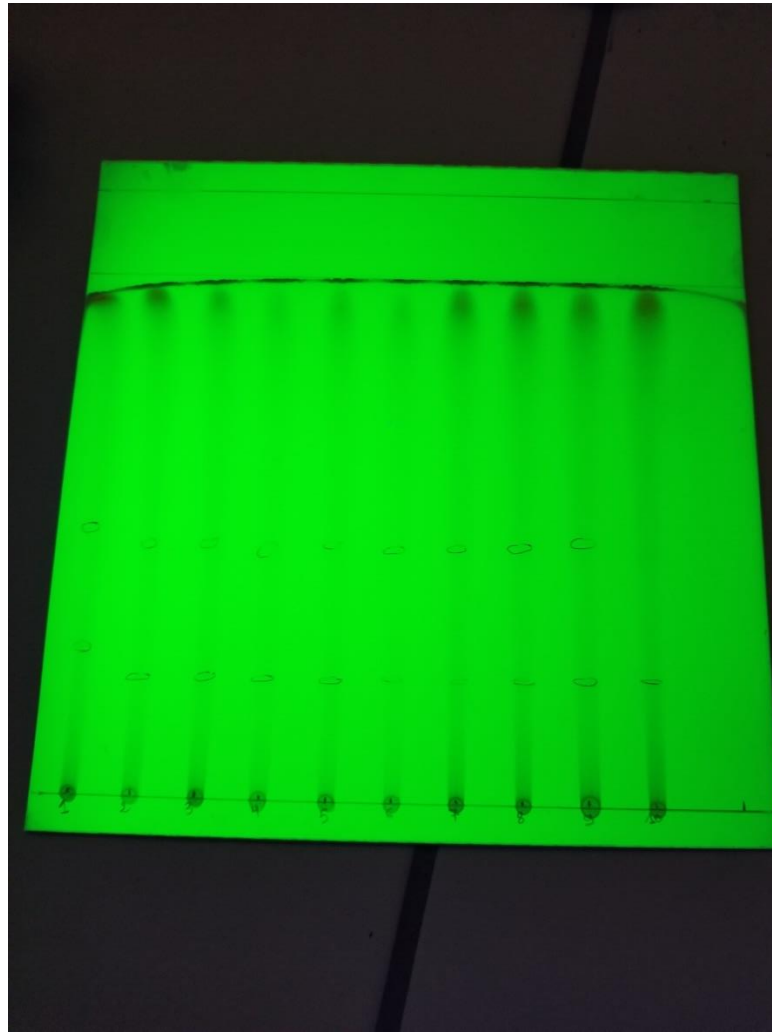


Photo 8. Résultats de la CCM des colorant du curcuma vu sous lampe UV

Tableau 11. Rapport frontal des différentes taches repérées sur la plaque CCM des colorants du paprika.

<b>Rf</b> <b>Magasin n°.</b>	Tache 1	Tache 2	Tache 3
1	0,26	0,47	0,87 - 0,95
2	0,20	0,45	0,89 - 0,96
3	0,21	0,45	0,85 - 0,96
4	0,20	0,44	0,91 - 0,95
5	0,20	0,45	0,89 - 0,97
6	0,21	0,45	0,87 - 0,96
7	0,21	0,45	0,91 - 0,97
8	0,21	0,45	0,91 - 0,97
9	0,22	0,47	0,92 - 0,98
10	0,22	0,47	0,92 - 0,99

La CCM des colorants du paprika, par contre, a révélé différentes taches (photo 9) et qui différent d'un échantillon à l'autre.

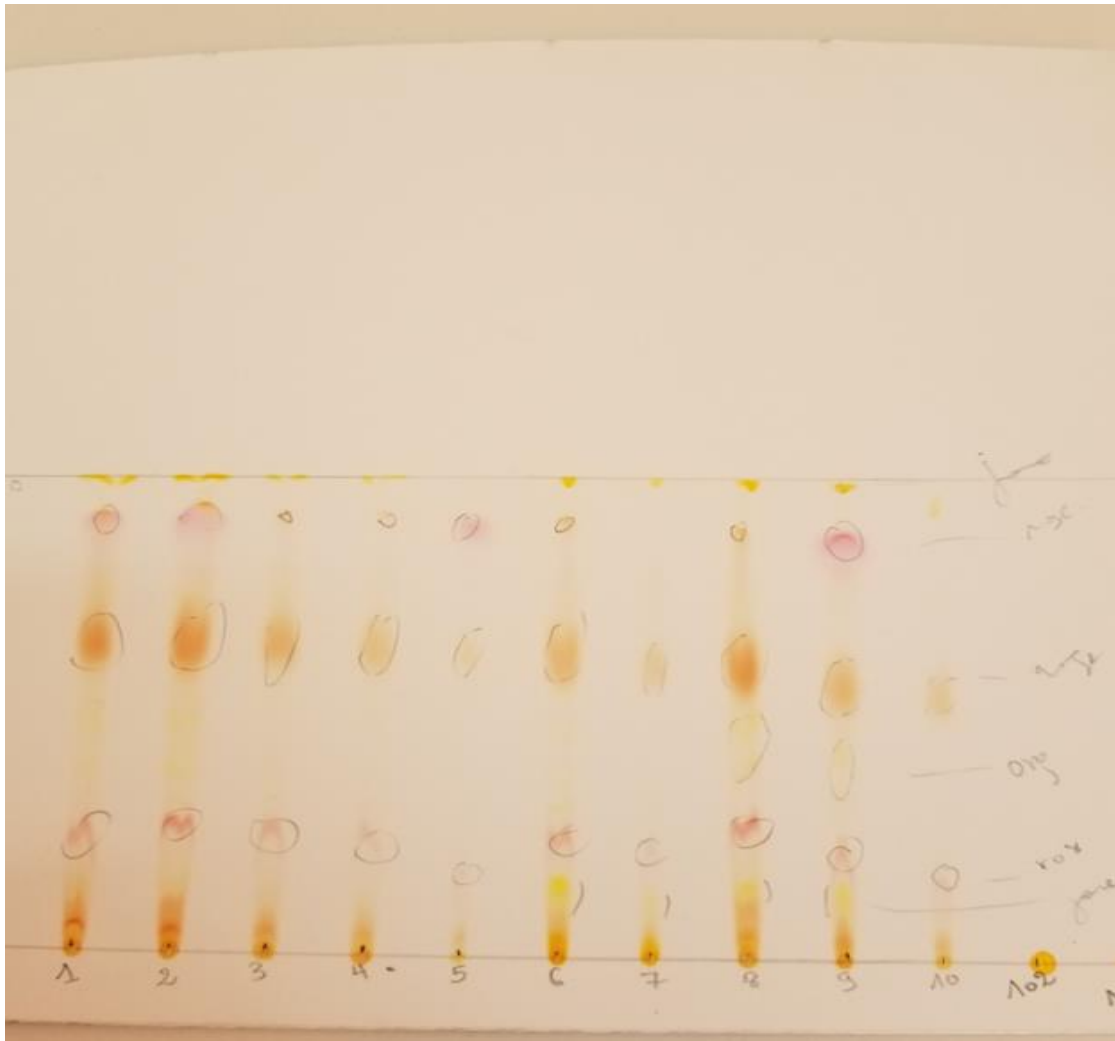


Photo 9. Résultats de la CCM des colorants du paprika

Allant de la ligne de dépôt, on note des taches jaunâtres, puis rosâtres et orangées, ensuite de grandes lacunes de couleur rouge puis des taches de couleur rose et d'autres taches de couleur jaunes. Le détail des taches présentes dans chacun des échantillons de paprika des différents magasins, soient les  $R_f$  correspondants, ont été reportées dans le tableau 12.

Tableau 12. Rapport frontal des différentes taches repérées sur la plaque CCM des colorants du paprika.

<b>Rf</b> <b>Magasin n°.</b>	Spot Jaune	Spot Rose	Spot Orange	Spot rouge	Spot rose	Spot Jaune	Autres spots
1	/	0,22	/	0,56 - 0,69	0,90	1	/
2	/	0,24	/	0,58 - 0,72	0,91	1	/
3	/	0,23	/	0,54 - 0,70	0,91	1	/
4	/	0,20	/	0,58 - 0,69	0,91	1	/
5	/	/	/	0,56 - 0,67	0,90	1	0,15
6	0,13	0,22	/	0,56 - 0,70	0,90	1	/
7	0,11	0,20	/	0,54 - 0,64	/	1	/
8	0,13	0,24	0,36 - 0,5	0,55 - 0,67	0,90	1	/
9	0,13	0,19	0,32 - 0,49	0,5 - 0,61	0,88	1	/
10	/	/	/	0,5 - 0,59	/	1	0,17

### 2.1.8. Chromatographie sur colonne

La séparation des différents colorants du paprika par chromatographie sur colonne a conduit à l'apparition de différentes couleurs (photo 10).

En dehors des colorants dont la présence semble être logique (Rouge, Orange, Jaune). On note surtout des colorations rose en grande quantité dans les échantillons de paprika provenant des magasins n°. 5 et 10.

Le paprika issu des magasins n°. 8 et 9 présente aussi une coloration « Brune », élue la 3<sup>ème</sup>, suivie d'un colorant orange.

Aussi le paprika du magasin n°. 10 a présenté une petite quantité du colorant rouge au prédominance de colorant rose.

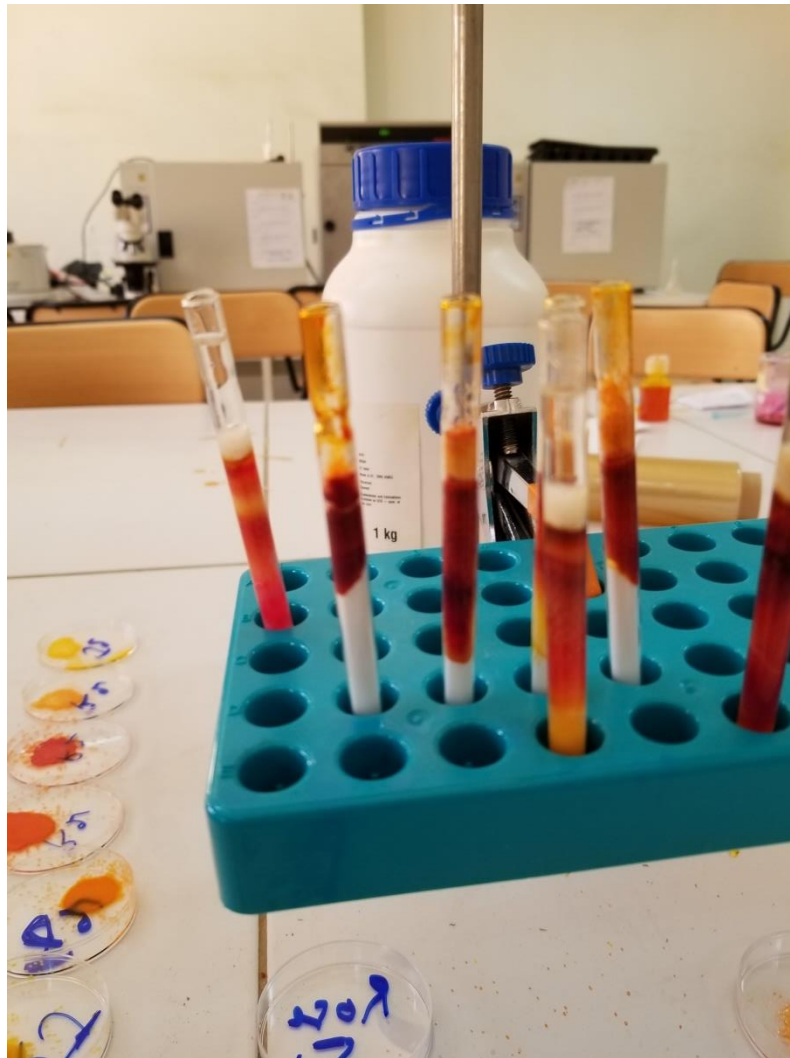


Photo 10. Résultats de la séparation des colorants du paprika par chromatographie sur colonne

## 2. RESULTATS ET DISCUSSIONS

### 2.2. Discussions

Dans ce travail, quelques paramètres indicateurs de la qualité physico-chimique des deux épices colorants, le curcuma et le paprika, ont été étudiés.

Les impuretés ou matières étrangères comprennent, en effet, toutes les matières présentes dans l'échantillon qui ne proviennent pas des épices étudiés, toutes les autres matières étrangères et en particulier les tiges, les feuilles, le sol et le sable, débris d'insectes au d'excréments d'animaux.

Le taux d'impuretés a été relativement faible comparativement aux normes. Le taux d'impuretés maximum pour le curcuma a été de l'ordre de 3,69% au magasin n°.5 et 2,77% dans le paprika prélevé du magasin n°. 6.

La détermination de la teneur en matières étrangères est utilisée à l'occasion du commerce des épices. Certains épices, ne doivent pas renfermer de matières étrangères en proportions notables. Leur teneur ne doit pas dépasser une certaine valeur ( $10 \pm 2\%$ ).

La détermination de la teneur en eau montre que tous les échantillons de curcuma et de paprika présentent des teneurs en eau inférieures à 11 excepte le paprika provenant du magasin n°. 3 et présente un taux d'humidité de  $14.055\% \pm 1.390$ . Ce taux semble influencer sa conservation.

En effet une trop forte humidité nuit à la bonne conservation des épices, en facilitant l'apparition de moisissures, de levures et en favorisant le développement bactérien. A titre d'indication, le piment ne doit pas contenir plus de 11 % d'eau (ISO 972, 1997). Et comme toutes les poudres, l'idéal est une teneur en eau inférieur à 12% (Cheftel et Cheftel, 1992).

La détermination de la teneur en cendres totales permet de contrôler la charge des épices en produits minéraux divers (Rouzet et Touche, 1992). En effet, on remarque que les teneurs les plus fortes sont enregistrées dans le curcuma prélevé des magasins n°. 1 avec des teneurs de l'ordre de  $8,210 \pm 0,129\%$  soit 9,07% sur matière sèche.

Pour le paprika, la valeur maximale a été enregistrée au niveau du magasin n°. 1 avec un taux de  $8.184\% \pm 0,593$  ce qui correspond à 9,07 % sur matière sèche.

Ces résultats sont conformes aux normes qui fixent la teneur maximale des cendres totales à 10% sur matière sèche.

Les résultats de la teneur en cendres insolubles dans l'acide présente un taux maximal de  $0.980 \% \pm 0,104$  soit  $1,08 \%$  sur matière sèche pour le curcuma et pour le paprika la teneur maximale a été de  $0.770 \pm 0,027$  soit  $0,81 \%$  sur la matière sèche. Ces teneurs correspondent aux normes ISO (1997) qui fixent le seuil à  $1,6\%$  de cendres insolubles dans l'acide par rapport à la matière sèche.

Cette détermination permet de mesurer la quantité de matières siliceuses, spécialement de la terre siliceuse contenue dans les épices (Ben abdelkader, 2008).

La différence de la teneur en cendres totales et / ou insolubles, pour chaque magasin pour les différents prélèvements est due soit au changement de sac (épuisement de l'épice) soit à la poussière (étant donné que la période de prélèvement a connue des vents de sable) ou à la non homogénéité du produit à l'intérieure du sac et aussi aux conditions ambiantes.

L'odeur des rhizomes du curcuma et du fruit du paprika est due à la présence d'huile essentielle .Cette huile essentielle est isolée par hydrodistillation, la vapeur d'eau entraînant les substances volatiles.

Les résultats ont montré une teneur maximale en huile essentielle égale  $1,61\%$  pour le curcuma du magasin n°. 3. Cette teneur diffère d'un magasin à l'autre.

Le paprika, par contre, semble être plus pauvre en huile essentielle avec un maximum de  $0,67\%$  dans le paprika du magasin n°. 6.

Ces huiles sont décrites comme ayant une odeur aromatique, forte, jaune orangée dans le cas du curcuma et rouge dans le cas du paprika et sert principalement à aromatiser certaines denrées alimentaires .A plus faible échelle, on les utilise en parfumerie pour conférer au parfum un caractère oriental dans le cas du curcuma surtout (Lonchamp, 2002).

Paris et Moyse (1981), ont conclu que la teneur en huile essentielle du curcuma varie de  $2$  à  $6 \%$  (soit  $25$  à  $60$  ml/kg). Teneur supérieure à celle que nous avons trouvé. Il en est de même d'après les résultats de Wichtl (2003) sur le rhizome de curcuma avec une teneur de  $3$  à  $5\%$ .

En effet, la composition chimique et le rendement en huiles essentielles varient suivant diverses conditions à savoir: l'environnement climatique, la localisation, le génotype, l'origine géographique, la période de récolte, lieu et durée et température de séchage, les parasites, les virus et mauvaises herbes. La lumière stimule aussi la production des huiles

essentielles (Seu-Saberno et Blakeway, 1984; Svoboda et Hampson, 1999). Ainsi, l'insuffisance ou l'excès d'eau a un effet négatif sur le rendement en huiles essentielles (El-Zakhem, 2003; Yezza et Djedjai, 2016).

L'huile essentielle se compose d'un mélange d'un grand nombre de molécules (Bruneton, 1999). La contribution relative de chaque composant à l'arôme et à la flaveur est mal connue. L'arôme de l'huile essentielle distillée à la vapeur est différent de celui de l'épice, ce qui serait dû, peut-être, à la formation de composés différents lors de la distillation (Jansen et al 2005 ; Sharma et al., 2007).

Cependant, l'hydrodistillation possède des limites. En effet, un chauffage prolongé et trop puissant engendre la dégradation de certaines molécules aromatiques (Abou Zeid, 2000 ; Lucchesi, 2005).

Le pouvoir colorant du Curcuma déterminé en mesurant l'absorbance d'un extrait alcoolique à 425 nm, par spectrophotométrie a indiqué que le curcuma provenant des magasins n°. 10 et 9 semble contenir la concentration en curcuminoïdes la plus élevée (AFNOR, 1982).

La curcumine désigne en fait un ensemble de matières colorantes jaunes nommées curcuminoïdes (ou curcumines). Les curcuminoïdes furent séparées par chromatographie sur colonne de silice et isolées dès le début du 20ème siècle (SRINIVASAN, 1953).

Les curcuminoïdes, non entraînés à la vapeur, sont des composés phénoliques, structurellement rattachés à un diarylheptane . Leur teneur varie beaucoup selon le cultivar et peut atteindre 8 %. Ces pigments jaunes sont surtout constitués de curcumine proprement dite : Le composé majoritaire de l'ensemble est la curcumine I (50 à 60%)

Les autres pigments pondéralement importants sont la curcumine II, représentant 24% de l'ensemble de la curcumine. Enfin, le bisdéméthoxycurcumine ou curcumine III à 14 %.

Enfin, en 1993, KIUCHI et al (33) mettent en évidence un nouveau curcuminoïde nommé cyclocurcumine ou curcumine IV. Ce composé ayant la même formule brute que la curcumine I (C<sub>21</sub> H<sub>20</sub>O<sub>6</sub>) posséderait des propriétés nématocides.

A l'état pur, la curcumine se présente sous forme de poudre cristalline jaune orangée. Elle est insoluble dans l'eau, légèrement soluble dans l'éther, soluble dans l'alcool, le chloroforme, l'acide acétique, soluble dans les corps gras. Elle est utilisée dans différents produits alimentaires (annexe 3).

La CCM des colorants du curcuma révèle 3 zones correspondant aux curcuminoïdes. D'après la FAO (1995), la 2<sup>ème</sup> tache a un Rf d'environ 0,4 à 0,5 (voir tableau 11) correspond à 2 curcuminoïdes (II et III).

Nos résultats ont révélé la présence de deux autres taches sur l'ensemble des échantillons de curcuma. On peut déduire que les huiles extraites ne contiennent les mêmes composés.

La CCM permet de distinguer le *Curcuma domestica* des autres genres. Ainsi, la présence de *xanthorrhizol* sur le chromatogramme est spécifique du *Curcuma xanthorrhiza*.

Pour la CCM des colorants du paprika, le chromatogramme montre différents spots (tableau 12). Selon Boulekras (2010), On peut attribuer les différentes taches à :

- Taches jaunes : Caroténoïdes
- La grande plage de tache rouge correspond à l'esters gras de la capsanthine : majoritaires et qui donnent la couleur rouge au paprika.
- Taches orange : Ester gras de la capsorbine (orange).

En plus de ces trois taches, nos extraits présentes différentes autres taches et la chromatographie sur colonne a confirmé la présence de colorant rose voir même marron (temps d'élution différents des autres colorants). Donc ce sont différentes paprikas et qui ne représentent pas les mêmes colorants.

On ne peut confirmer une présence de fraudes ou colorants industriels dans les paprikas testés vu la non disponibilité des colorants purs qui servent de repères.

La present travail a pour but de determiner certain paramètres de la qualité physico-chimiques des épices colorants: le curcuma et le paprika.

Les paramètres étudiés sont ceux cités par le journal officiel Français et on a choisit l'étude de la composition en colorants, objectif principale de l'utilisation de ces deux épices. l'utilisation abondante de curcuma dans la cuisine quotidienne est une bonne façon de profiter de ses vertus.

Le Curcuma et le paprika analysés présentent des taux d'impuretés, de cendres totales et de cendres insolubles conformes aux normes.

Le teneur en humidité est élevée dans un seul échantillon de paprika. Les autres échantillons ainsi que tous les échantillons de curcuma présentent des taux d'humidité dans les normes ce qui permet une bonne conservation des épices poudres.

Les teneur en huiles essentielles semblent etre très limitées. La teneur en colorant etant variable.

En fin, nos résultats indiquent que certains des échantillons de paprika présentent des doutes sur leur composition en colorants. Nos résultats confirment aussi que le paprika vendu dans les magasins cités dans notre étude, ne présente pas la meme composition en colorants meme s'il s'agit de la meme provenance (annexe 1).

Subséquemment, nous pouvons conclure de cette étude que les épices vendues sous forme de poudre nécessitent une surveillance et un controle de qualité rigoureux comme il s'agit de produits très utilisés dans la cuisine algérienne et agents conservateurs très prometteurs pour l'industrie alimentaire.

Le contrôle de la qualité des épices est un domaine très négligé en Algérie comparativement aux d'autres aliments, malgré le risqué important qu'elles peut engender sur la santé humaine surtout à long terme. Comme perspectives, on propose:

- L'analyse microbiologique des épices: un terrain abandonné.
- L'analyse et la determination des différents colorants contenus dans les épices colorants.
- Et le contrôle de la qualité des épices réduites en poudre

1. AFNOR (Agence Française de normalisation). 1992. Recueil des normes françaises : contrôle de la qualité des produits alimentaires, épices et aromates. Paris : AFNOR. 445p.
2. Aggarwal BB, Bhatt ID, Ichikawa H, Ahn KS, Sethi G, Sandur SK 2006. *Curcumin—biological and medicinal properties. Turmeric: the genus Curcuma*. Taylor and Francis Group, , p. 297–368.
3. Almedia L. P., Cherubino A. P. F., Dufosse L., Gloria M. B. A. Food Res. Int. 38. AnimComp. 2005, n. 34, p. 1039-1044.
4. Anil K., Jyotsna D., Anup S . *A review on spice of life curcuma longa (turmeric)*. International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology. Volume: 2. ISSN 0976-4550:372, 2011.
5. ANU A. & PETER K. V., 2000. The chemistry of paprika. Capsicum & Eggplant Newsletter n° 19, juin 2000.P Belletti, Ed. University of Turin (DIVAPRA-Agricultural Genetics) ,Italy,pp 19-22
6. Baral JB. et Bosland PW 2002. *An updated synthesis of the Capsicum genus. Capsicum Egg. plant Newsl.*, , n. 21, p. 11-21.
7. Bednarzcyk A 1973. Spices .in ; Kamer, twigg *quality control for food industry*. Westport. avi publishing co inc , chapitre VIII , , p. 353-383
8. Belaiche P. 1979. Traité de phytothérapie et d'aromathérapie. Tome 1 : l'aromatogramme .Ed. Maloine. Paris.
9. Ben abdelkader H. 2007. Effet de la dose d'irradiation sur la conservation des épices. projet de fin d'études. 84p.
10. Ben abdelkader H. 2008. Effet de la dose d'irradiation sur la conservation des épices. Projet d'Ingénieur national : école supérieure des industries alimentaires de tunis. 84p.
11. Bernard A. 2012. Les épices c'est malin, cannelle clou de girofle, poivre leurs bienfait et toutes leurs utilisation méconnues pour la santé, la beauté et la maison, p16.
12. Bharat B., Aggarwal B., Bokyoung S 2008. *Pharmacological basis for the role of curcumin in chronic diseaseases : an age-old spice with modem targets*. Revue : article in press (Cell), , p. 1-10.
13. Boukri N.H. 2014. Contribution à l'étude phytochimique des extraits bruts des épices contenus dans le mélange Ras-el-hanout. Master académique : Université kasdi merbah Ouargla. 67 p.

14. Boukri. 2014. Contribution à l'étude phytochimique des extraits bruts des épices contenus dans le mélange Ras-el-hanout. Mémoire master académique : Université kasdi merbah Ouargla.
15. Boulekras, 2010. Travaux Pratiques de Chimie Organique. Chromatographie du paprika : OPU. 36 p
16. Boullard B 2001. Dictionnaire des plantes médicinales du monde. Paris : Estem, , 174p.
17. Cassan A., Parello-Marneix J., Escartin I. et Lacoste C. 2010. Guide des épices et aromates. Ed. Pierre fabre. Lavaur : Institut Klorane. 45 p
18. Chattopadhyay I., Bis was K., Bandypadhyay U., Banerjee R.K 2004. *Tumeric and curcumin: Biological actions and medecinal applications*. Curr.Sci.India., , n. 87(1), p. 44-53.
19. Cheftel J-C. et Cheftel H. 1992. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Tome 1.dition technique et documentation. 382 p.
20. Chowdhury H., Walia S., Saxena B.S. 2000. *Isolation, characterization and nsect growth inhibitory activity of major turmeric constituents and their derivatives against Schistocercagregaria*.
21. Debey S.K., Sharma A.K., Narain U., Misra K., Pati U 2008. *Design, synthesis aracterization of some bioactive conjugates of curcumin with glycine, glutamic acid, valineanddemethylenatedpiperic acid and study oftheir antimicrobial and antiproliferative properties*. European Journal of Medicinal Chemistry, n. 43, , p. 1837-1846.
22. Delaveau P. 1987. Les épices. Histoire, description et usage des différents épices, aromates et condiments. Paris : Albin Michel. P.130-136.
23. Delaveau P. 2008. Les épices. Histoire, description et usage des différents épices, aromates et condiments.
24. Divakaruni C.B. 2006. La maitresse des épices (trad.M0 Probst). Toil d'épices.
25. Dohare P.,Garg U2008. *Neuroprotective efficacy and therapeutic window of curcuma oil: in rat embolic stroke model*. BMC Complement Altern Med, , n. 8, p.55.
26. Droniou-Cassaró M. 2012. Les épices, les symposiarques. p2.
27. Dymock w 1890. *Pharmacographia indica, a history of the principal drugs of vegetable origin*.Vol.1. Londres : Kegan Paul, Trench, Trüber & Co.,-624
28. El Zakhem, M. 2003. Effets antifongiques des huiles essentielles extraites de l'*Origanum syriacum L.* et de *Salvia libanotica Boiss* et *Gaill* contre les *Candida*

: *albicans*, *holmii*, et *famata*. Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies (DEA) : Institut National Agronomique Paris-Grignon.

29. Faivre C. 2007. Le Curcuma: une racine à toutes les sauces. Art. Pratique Vét.
30. FAO/OMS 1985 (*Food and Agricultural Organisation/ Organisation mondiale de la santé*). . Etudes FAO : Alimentation et nutrition. Normes d'identité et de pureté des colorants alimentaires. Rome.
31. Figueredo. 2012. Étude chimique et statistique de la composition d'huiles essentielles d'origans (Lamiaceae) cultivés issus de graines d'origine méditerranéenne : École Doctorale Des Sciences Fondamentales. p13
32. Garnerio J. 1996. Huiles essentielles. Dossier : K345. Base documentaire: Constantes physico-chimiques. vol. papier n°: K2.
33. Ghanbari H., Saghravanin N., Zakery M., Mahdavi S.N., Baradaran N. E., Zareian J.M., Parsaei H 2008. *Histological evaluation of Curcuma longa-ghee formulation and hyaluronic acid on gingival healing in dog*. Journal of Ethno pharmacology n.120, , p. 335-341.
34. Heath H 1963. *Flavour variability in herbs and spices*. Food manufacture 38, , n.1 p.22-28
35. Heer S., 2008.rôle historique des spices et des aromates.Terre et vie N°96.
36. Hombourger C.(2010) : Le Curcuma, de l'épice au médicament. Thèse diplôme d'Etat de Docteurs Pharmacie : Université de nancy I. 222p.
37. Hossain MB; Brunton NP; Barry-ryan C; Martin-Diana AB; Wilkinson M; Rasayan J; Chemp. 2008. Antioxidant activity of spice extracts and phenolics comparison to synthetic antioxidants, p. 751–756
38. Huang H.C., Jan T.R. et Yeh S.F 1992. *Inhibitory effect of curcumin, an anti-inflammatory agent, on vascular smooth muscle cell proliferation*. Eur J Pharmacol, , n. 221(2–3), p. 381–384.
39. Hurtel J.M. (2007) : Phytothérapie, plantes médicinales, aromathérapie, huiles essentielles. Art. Revue NAFAS.Edition de santé. 5(1 ).P3-26.
40. ITOKAWA H., SHI Q., AKIYAMA T., MORRIS-NATSCHKE S., LEE K-H. 2008 Recent advances in the investigation of curcuminoids. Chinese Medicine, 3:11.
41. JAIN S.K, DEFILIPPS R.A1991.. Medicinal plants of India: Volume 2. Michigan INC.
42. JANSEN P.C.M., GRUBBEN G.J.H., CARDON D.(2005) : Ressources végétales de l'Afrique tropicale 3. Colorants et tanins. Wageningen,Pays-Bas : PROTA.P 238.
43. JAYAPRAKASHA G.K., JAGANMOHAN RAO L., SAKARIAH K.K 2006. Antioxidant activities of curcumin, demethoxycurcumin and bisdemethoxycurcumin. Food Chemistry 98.; 720-724.

44. Khenaka K. 2011. Effet de diverses plantes médicinales et de leurs huiles essentielles sur la méthanogénèse ruminale chez l'ovin. Mémoire de magister : Université Mentouri Constantine. 81 p
45. KOWLURU R.A.A, KANWAR M. 2007. Effects of curcumin on retinal oxidative stress and inflammation in diabetes. *Nutr Metab (Lond)*.; 4: 8
46. LAROUSSE 2001 Encyclopédie des plantes médicinales. Identification, préparations, soins. Paris : Larousse/VUEF.-p.92
47. LOAP S. (2008 a) : Curcuma (Partie I). Art., revue NAFAS. Edition de santé. Phytothérapie 6. P22-28.
48. Lonchamp E., 2002. *Curcuma domestica* V. (Zingibéracées). Thèse de Doctorat : Université Joseph Fourier de grenoble. 91 p
49. Melkonian C., 2018. Extrait de Camille Lefebvre, Diététicienne-Nutritionniste. Bienfaits du paprika
50. MISIIRA S., NARAIN U., MISHRA R., MISHRAK., 2005. Design, development and synthesis of mixed bioconjugates of piperic acid-glycine, curcumin/alanine and curcumin-glycine- piperic acid and their antibacterial and antifungal properties. *Bioorg Med Chem* 13(5), pp 86-1477.
51. Nondah T. 2004. Contribution à la stratégie de sélection de génotypes de piments (*capsicum annum*,l) adaptés aux conditions tropicales chaudes et humides. Mémoire d'Ingénieur : Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture Senegal. 61 p.
52. Paris R. et Moyse R., 1981. Précis de matière médicale Tome II. 2<sup>ème</sup> édition.
53. PENSO G 1986. Les plantes médicinales dans l'art et l'histoire. Paris : Roger Da Costa ed.,.
54. PERRY M.-C. 2008 Evaluation de la curcumine comme agent anti-cancéreux dans le traitement des tumeurs cérébrales. Mémoire : Chimie : Montréal .:
55. PORTES E.(2008) : Synthèses et Etudes de Tétrahydrocurcuminoïdes : Propriétés Photochimiques et Antioxydantes, Applications à la préservation de matériaux d'origine
56. RADHA K.M., SINGH A.K., GADDIPATI J., SRIMAL R.C., 2006. Multiple biological activities of curcumin : A short review. *Life Sciences* 78, pp 2081-2087.
57. REDDY RC, VATSALA PG, KESHAMOUNI VG, PADMANABAN G, RANGARAJAN PN. 2005 Curcumin for malaria therapy. *Biochem Biophys Res Commun*. Jan 14;326(2):472-4
58. REDHEAD J., 1990. utilisation des aliments tropicaux: sucres, épices et stimulants
59. Rey et Jacques, 2005 : Ref : Réalisation : Frédéric REY F. et JACQUES L., 2005. Semences et Plantes Bio en Languedoc-Roussillon. Bulletin Semences et Plantes bio en LR - N° 7 2<sup>ème</sup> semestre 2005, 24 pages.
60. Richard H. et Loo A. (1992). Composition des extraits d'épices et herbes aromatiques. In : Richard H., Epices et aromates 214-218. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.
61. SAIR 1963 flavor application . food technologie 17. July 1963.pp.62-64

62. Seu-Saberno et Blakeway, 1984. Cité Yezza S. et Djediai R., 2016. Analyse physicochimique et activités biologiques des huiles essentielles de quelques épices. Mémoire de Master académique : universite kasdi merbah ouargla.
63. SHARMA R.A., STEWARD P., GESCHER A.J. (2007) :Pharmacokinetics and pharmacodynamics of curcumin. *Adv.Exp.Med.Biol* ; 595: P453-470.
64. SINGH S 2007. Mechanism of inhibition of benzo[a]pyrene-induced forestomach cancer in mice by dietary curcumin. *Carcinogenesis*; 19:1357–60.
65. Song G, Mao YB, Cai QF, Yao LM, Ouyang GL et Bao SD 2005. *Curcumin induces human HT-29 colon adenocarcinoma cell apoptosis by activating p53 and regulating apoptosisrelated protein expression*. *Braz J Med Biol Res*, , n. 38, p. 1791–8.
66. SRINIVASAN K., (2005). Role of spices beyond food flavouring: nutraceuticals with multiple health effects. p 21- 167-188.
67. Svoboda et Hampson, 1999 Cité Yezza S. et Djediai R., 2016. Analyse physicochimique et activités biologiques des huiles essentielles de quelques épices. Mémoire de Master académique : universite kasdi merbah ouargla.
68. Tang W., Eisenbrand G. (1992): *Chinese Drugs of Plant Origin*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, German. P401- 415.
69. THONGSON C., DAVIDSON P. M., MAHAKARNCHANAKUL W., VIBULSRESTH P., 2005. Antimicrobial effect ofThai spices against *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* DT104. *J Food Prot* 68(10) : 2054-8.
70. TIDJINI AMAL et TAIBI ASMA 2013. mémoire De fin d'étude pour l'obtention du diplomedgenieur d'etatenagronomie : etude de l 'acti vite antibacterienne des huiles essentielles de curcuma longa.sur la viande bovine conta minee par e. coli 0157.-h7. uni versite abou bekr belkaid - tlemcen-. Np 197.
71. TRUDEAU C, 2006. Curcuma: principes actifs et propriétés. Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF), Université Laval.46 10
72. Valnet J. 1984. Aromathérapie. Traitement des maladies par les essences des plantes. édition Maloine. Paris : S.A. 544 p
73. WALKER J., 1994. Antimicrobial compounds in food plants. In Dillon VM, Board RG, eds. *Natural Antimicrobial Systems and Food Preservation*. Wallingford (UK): CAB International, p 181-204.
74. WESSLER S., MUENZNER P., MEYER T.F., NAUMANU M. (2005): The anti-inflammatory compound curcumin inhibits *Neisseria gonorrhoeae*-induced NF $\kappa$ B signaling, release of pro-inflammatory cytokines / chemokines and attenuates adhesion in late infection. *Bio!. Chem.* 386(5): P 481-90.
75. Wichtel M. et Anton R. 1999. *Plantes thérapeutiques : tradition, pratiques officinales, science et thérapeutiques*. Ed. Tec et Doc.
76. Wichtl (2003) Cité Yezza S. et Djediai R., 2016. Analyse physicochimique et activités biologiques des huiles essentielles de quelques épices. Mémoire de Master académique : universite kasdi merbah ouargla.



- Source 4 :  
[https://www.google.dz/search?biw=1680&bih=895&tbm=isch&sa=1&ei=MXAUW-6cIcSkUbDxrKgH&q=PHOTO+type+vari%C3%A9taux+de+C.+capsicum&oq=PHOTO+type+vari%C3%A9taux+de+C.+capsicum&gs\\_l=img.3...122425.122425.0.123828.1.1.0.0.0.133.133.0j1.1.0....0...1c.1.64.img..0.0.0....0.rDkZFrVJj3g#imgrc=yJI1eHKijdgDkM](https://www.google.dz/search?biw=1680&bih=895&tbm=isch&sa=1&ei=MXAUW-6cIcSkUbDxrKgH&q=PHOTO+type+vari%C3%A9taux+de+C.+capsicum&oq=PHOTO+type+vari%C3%A9taux+de+C.+capsicum&gs_l=img.3...122425.122425.0.123828.1.1.0.0.0.133.133.0j1.1.0....0...1c.1.64.img..0.0.0....0.rDkZFrVJj3g#imgrc=yJI1eHKijdgDkM):
  
- Source 5:  
[https://www.google.dz/search?q=S%C3%A9chage+du+paprika+sur+b%C3%A2che&tbm=isch&tbs=ring:CfRodQKS-mYcIjjuaH2zIfUg4\\_1iYgvaKJJTNWIZoMsx0LZD\\_1bPdOa-Yb58VewnQfAlkuJtlAw8z0XqmCjeAsxV85QCoSCe5ofbMh9SDjEdYaCncdje64KhIJ-JiC9ooklM0RgM8M016Dw2cqEglaVmgyzHQtkBEVNSzOfvkqlSoSCf9s905r5hvnEcyZ1XYxrw1MKhIJxV7CdB8CWS4R8ow218J0t1YqEgkm2UDDzPReqRGQxCg9ITXpyCoSCYKN4CzFXzlAEQN5UhdnbHG6&tbo=u&sa=X&ved=2ahUKEwj36qei0LjbAhUMnRQKHS51A1AQ9C96BAgBEBg&biw=1680&bih=895&dpr=1#imgrc=-JiC9ooklM1lhM](https://www.google.dz/search?q=S%C3%A9chage+du+paprika+sur+b%C3%A2che&tbm=isch&tbs=ring:CfRodQKS-mYcIjjuaH2zIfUg4_1iYgvaKJJTNWIZoMsx0LZD_1bPdOa-Yb58VewnQfAlkuJtlAw8z0XqmCjeAsxV85QCoSCe5ofbMh9SDjEdYaCncdje64KhIJ-JiC9ooklM0RgM8M016Dw2cqEglaVmgyzHQtkBEVNSzOfvkqlSoSCf9s905r5hvnEcyZ1XYxrw1MKhIJxV7CdB8CWS4R8ow218J0t1YqEgkm2UDDzPReqRGQxCg9ITXpyCoSCYKN4CzFXzlAEQN5UhdnbHG6&tbo=u&sa=X&ved=2ahUKEwj36qei0LjbAhUMnRQKHS51A1AQ9C96BAgBEBg&biw=1680&bih=895&dpr=1#imgrc=-JiC9ooklM1lhM)

Annexe 1 :

### Tableau de Scoville

Poivron	neutre	0
Paprika	doux	1
Anaheim	chaleureux	2
Ancho	relevé	3
Espelette	chaud	4
Chimayo	fort	5
Piment de Cayenne	ardent	6
Cascabella	brûlant	7
De Arbol	torride	8
Tabasco	volcanique	9
Habanero	explosif	10

## Annexe n°2

Tableau. Origine et méthodes de conservation des épices sujettes du présent travail.

Magasin	Lieu	Epice	Provenance	Emballage	Conservation	Consommation	Etat à la réception
<b>Magasin n°1</b>	Centre-ville « Bled »	Curcuma	Inde	Sac en tissu de 25Kg	Boite hermétique en verre	5 Kg en 1 mois	Grand sac de rhizomes, ils font le triage manuel, nettoyage puis le broyage et le conditionnement dans le magasin
		Paprika	Maroc	Sac en papier doublé de 5Kg	Boite hermétique en verre	5 Kg en 1 mois	Broyé
<b>Magasin n°2</b>	Centre-ville « Bled »	Curcuma	Inde	Sac en tissu de 25Kg	Boite en plastique	25 Kg en 3 à 6 mois (voire 1 an)	Grand sac de rhizomes, ils font le triage manuel, nettoyage puis le broyage
		Paprika	Maroc	/	/	/	Broyé
<b>Magasin n°3</b>	Centre-ville « Bled »	Curcuma	Inde ou Maroc	Sac en tissu de 25Kg	Boite en plastique	Environ 25 Kg par semaine	Grand sac de rhizomes, nettoyé, font le triage manuel, nettoyage puis le broyage
		Paprika	Maroc	Sac en papier doublé de 5Kg	Boite en plastique	15 Kg en 7 jours	Broyé
<b>Magasin n°4</b>		Curcuma	Inde	Sac de 25 Kg	Boite en plastique	10 Kg en une semaine	Grand sac de rhizomes, ils font le triage manuel, nettoyage puis le broyage avec ajout d'huile végétale pour faciliter cette opération.
		Paprika	Espagne	Boite en plastique de 25 Kg et 1 Kg	Boite en plastique	5 Kg en une semaine	Broyé

<b>Magasin n°5</b>	Curcuma	Inde	Sac en tissu de 25Kg	Boite en plastique	25 kg en 1 mois a 2	Grand sac de rhizomes, ils font le triage manuel, nettoyage puis le broyage
	Paprika	Inde	Boite en plastique de 25	Boite en plastique	25 kg en 1 mois a 2	Broyé
<b>Magasin n°6</b>	Curcuma	Inde	Sac de 25 Kg	Boite en plastique	5 kg en 20 jours	Grand sac de rhizomes, ils font le triage manuel, nettoyage puis le broyage
	Paprika	Local	Sac de 25 Kg	Boite en plastique	5 kg en 20 jours	Broyé
<b>Magasin n°7</b>	Curcuma	Inde	Sac de 25 Kg	Boite en plastique	20 kg en 20 jours	Grand sac de rhizomes, ils font le triage manuel, nettoyage puis le broyage
	Paprika	Inde	Sac de 10Kg	Boite en plastique	10 kg en 20 jours	Broyé
<b>Magasin n°8</b>	Curcuma	Setif. Inde	Sac de 25 Kg	Boite en plastique	5 kg en 2 mois	Grand sac de rhizomes, ils font le triage manuel, nettoyage puis le broyage
	Paprika	Maroc	Sac de 25 Kg	Boite en plastique	5 kg en 1 mois	Broyé
<b>Magasin n°9</b>	Curcuma	Inde	Sac de 25 Kg	Boite en plastique	25 kg en 1 mois a 2	Broyé
	Paprika	Maroc	Sac de 25 Kg	Boite en plastique	25 kg en 1 mois a 2	Grand sac de rhizomes, ils font le triage manuel, nettoyage puis le broyage
<b>Magasin n°10</b>	Curcuma	Inde	Sac de 25 Kg	Boite en plastique	25 kg en 1 mois a 2	Broyé
	Paprika	Maroc	Sac de 25 Kg	Boite en plastique	25 kg en 1 mois a 2	Grand sac de rhizomes, ils font le triage manuel, nettoyage puis le broyage

Annexe 3. Autorisation d'emploi de la curcumine comme colorant dans diverses denrées alimentaires (DEHOVE L. 1998).

CEE	Produit	Dose d'emploi	CEE	Produits	Dose d'emploi
E100	- Produits de la charcuterie et de la salaison	Q.S.	E100	- Margarines	Dose strictement nécessaire ; autorisation provisoire jusqu'au 1 <sup>er</sup> janvier 1994
	- Boyaux, vessies et autres enveloppes similaires employés pour les produits de charcuterie	Idem		- Margarines allégées	Idem
	- Caviar et succédanés de caviar	Idem		- Minarines	Idem
	- Crevettes	Idem		- Demi-margarines	Idem
	- Pulpe obtenue à partir de chair de poisson et préparations élaborées à partir de cette pulpe	Idem		- Beurre	Q.S.
	- Coquilles d'œufs durs	Idem		- Beurre allégés	Dose strictement nécessaire ; autorisation provisoire jusqu'au 1 <sup>er</sup> janvier 1994
	- Boissons sans alcool aux extraits végétaux ou aux arômes artificiels	Idem		- Demi-beurre	Idem
	- Préparations concentrées pour boissons aux extraits végétaux ou aux arômes artificiels	Idem		- Spécialités laitières à tartiner allégées	Idem
	- Sirops (sauf sirop de cassis, framboises, groseilles et guigne)	Idem		- Spécialités laitières à tartiner à teneur lipidique réduite	Idem
	- Liqueurs (sauf sirop de cassis, framboises, guigne et guignolet)	Idem		- Crèmes ou crèmes légères : à fouetter, fouettée	Q.S.
	- Boissons alcoolisées non définies dans AM du 28 juin 1912	Idem		- Crèmes ou crèmes légères : sous pression (pasteurisées ou stérilisées)	Idem
	- Produits de la biscuiterie	Idem		- Croûtes de fromage	Idem
	- Produits de la pâtisserie	Idem		- Fromages	Idem
	- Bouillons et potages	Idem		- Fromages fondus	Idem
	- Thés verts	Idem		- Crèmes-dessert	Idem
	- Condiments	Idem		- Desserts lactés	Idem
	- Moutardes	Idem		- Lait aromatisés	Idem
	- Moutardes vertes	Idem		- Lait de conserve partiellement déshydratés, sucrés	Dose strictement nécessaire. Uniquement s'il s'agit de lait aromatisés.
	- Sauces condimentaires sauf celles définies par les usages	Idem		- Lait emprésurés aromatisés	Q.S.
	- Sauces culinaires sauf celles définies par les usages	Idem		- Lait en poudre, totalement déshydratés	Dose strictement nécessaire. Uniquement s'il s'agit de lait aromatisés.
	- Assaisonnements d'usage ménager pour riz	Idem		- Lait fermentés aromatisés	Q.S.
	- Fruits destinés à être confits au sucre	Idem		- Lait géifiés aromatisés	Idem
	- Matières grasses sauf margarines	Idem		- Préparations pour desserts lactés	Idem
- Matières grasses composées allégées	Dose strictement nécessaire ; autorisation provisoire jusqu'au 1 <sup>er</sup> janvier 1994	- Fourrages de produits de chocolat	Idem		
- Pâtes à tartiner allégées	Idem	- Confiseries	Idem		
- Pâtes à tartiner à teneur lipidique réduite	Idem	- Gomme à mâcher	50 mg/kg		
- Matières grasses composées	Idem	- Pastillages	Q.S.		
- Huiles	Q.S.	- Pâtes de fruits	Idem		
			- Desserts instantanés prêts à la vente	Idem	
			- Préparations pour desserts instantanés (flans et entremets)	Idem	
			- Glaces et crèmes glacées	Idem	
			- Préparations pour glaces, crèmes glacées, sorbets	Idem	
			- Sorbets	Idem	
			- Décor de pâtisserie	Idem	
			- Boissons alcoolisées et aromatisées à base de raisin ou de pomme	Sauf pour les cidres aromatisés et les fermentés de pomme aromatisés	

Q.S. = quantum satis. Q.S. indique qu'aucune quantité maximale n'est spécifiée. Toutefois, les matières colorantes sont employées conformément aux bonnes pratiques de fabrication, en quantité ne dépassant pas la quantité nécessaire pour obtenir l'effet désiré et, à condition de ne pas induire le consommateur en erreur (DIR. CE n° 94/36, 30 juin 1994 - Art. 2 § 7)

## عنوان المذكرة : دراسة الجودة الفيزيائية والكيميائية للكرم والفلفل الحلو المسوقة في مدينة الأغواط.

المؤطر: لونيصي - عطية ص

الإسم: عمر

اللقب: شنوفي

**ملخص:** تهدف هذه الدراسة إلى التحقق من بعض المعايير الخاصة بالجودة الفيزيوكيميائية للبهارات التي تعتبر توابل تلوين ، وهي الكرم والفلفل الأحمر. تم شراء التوابل المدروسة من 10 متاجر تقع في مدينة الأغواط وتم اختيارها عشوائيا. أخذت عينات دورية في كل متجر. أظهرت النتائج مستويات الشوائب والرطوبة والرماد الكلي والرماد غير القابل للذوبان في الأحماض والتي تعتبر متوافقة مع المعيار باستثناء عينة واحدة من الفلفل الحلو مع نسبة عالية من الرطوبة ( $14.055 \pm 1.390$ ): القيمة المسجلة في العينة المأخوذة من المتجر رقم (3). يبدو محتوى الزيوت العطرية محدودًا للغاية: من 0.42% إلى 1.61% للكرم ومن 0.11% إلى 0.67% للفلفل الأحمر. تشير النتائج التي توصلنا إليها من CCM إلى أن بعض عينات الفلفل الحلو لها شكوك حول تركيبة الصبغة الخاصة بها وأن الفلفل الأحمر المباع في المخازن المذكورة في دراستنا ، لا تحتوي على نفس تركيبة الصبغة بخلاف الكرم. الكلمات المفتاحية: التوابل ، الكرم ، فلفل الحلو ، الصبغة ، المحل..

**Memory title :** Study of the physico-chemical quality of turmeric and paprika marketed in the city of Laghouat.

**Name :** OMAR

**First name :** CHENNOUFI

**Directed by :** LOUNICI-ATTIA S.

**Abstract :** This study aims to verify some parameters of the physicochemical quality of two spices considered as coloring spices namely turmeric and paprika.

The studied spices were bought from 10 stores located in the city of Laghouat and chosen at random. Periodic samples were taken at each store.

The results revealed levels of impurities, moisture, total ash and acid-insoluble ash that are considered to be in compliance with the standard except for one sample of paprika with a high moisture content ( $14.055\% \pm 1.390$ : value recorded in the sample taken from store no .(3). The content of essential oils seems to be very limited: from 0.42% to 1.61% for turmeric and from 0.11% to 0.67% for paprika.

Our results from the CCM indicate that some paprika samples have doubts about their dye composition and that the paprika sold in the stores mentioned in our study, does not have the same dye composition unlike turmeric.

**Keywords:** spices, turmeric, sweet pepper, dye, shop

**Titre du mémoire :** Etude de la qualité physico-chimique du curcuma et du paprika commercialisés dans la ville de Laghouat.

**Nom:** OMAR **Prénom:** CHENNOUFI

**Encadreur:** LOUNICI-ATTIA S.

**Résumé :** Cette étude vise à vérifier quelques paramètres de la qualité physico-chimique de deux épices considérés comme des épices colorants à savoir le curcuma et le paprika.

Les épices étudiées ont été achetées à partir de 10 magasins localisés dans la ville de Laghouat et choisis au hasard. Des prélèvements périodiques ont été effectués au niveau de chaque magasin.

Les résultats ont révélé des teneurs en impuretés, en humidité, cendres totales et cendres insolubles dans l'acides qui sont considérées comme conformes aux normes excepte un seul échantillon de paprika qui présente un taux d'humidité élevé ( $14.055\% \pm 1.390$  : valeur enregistré dans l'échantillon prélevé du magasin n°(3). Les teneur en huiles essentielles semblent être très limitées: de 0,42% à 1,61% pour le curcuma et de 0,11% à 0,67% pour le paprika.

Nos résultats de la CCM indiquent que certains échantillons de paprika présentent des doutes sur leur composition en colorants et que le paprika vendu dans les magasins cités dans notre étude, ne présente pas la même composition en colorants contrairement au curcuma.

**Mots clés :** épices, curcuma, poivre, colorant, magasin