

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Mouloud MAMMERY
Faculté de médecine
TIZI-OUZOU



جامعة مولود معمري
كلية الطب
تيزي وزو

X-ΘΛ:EX C://:^ .X CΛ.C-O

Département de Pharmacie

N° D'ORDRE :

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté et soutenu publiquement

Le : 4/11/2020

En vue de l'obtention du diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie

Thème

**Contribution au contrôle de qualité de quelques poudres
alimentaires d'origine végétale vendues à Tizi-Ouzou**

Réalisé par :

BELHADJ KENZA

DABEL IMANE

LEMLIKCHI ASMA

Encadrées par : Dr. MOKRANI

Composition du jury :

Dr LOUADJ .L	Enseignant	Faculté de Médecine	UMMTO Président
Pr SMAIL .N	Professeur	Département d'agronomie	UMMTO Examinatrice
Dr LAHMEK .K	AHU	Faculté de Médecine	UMMTO Examinatrice
Dr MOKRANI .B	MAHU	Faculté de Médecine	UMMTO Promoteur

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

*A mes parents, pour l'amour qu'ils m'ont toujours donné, leurs
Encouragements et toute l'aide qu'ils m'ont apportée durant
mes études.*

A mon oncle et mes grands-parents

A ma famille

A tous ceux qui me sont chers, et mes amies

Kenza

Dédicaces

Avant tout, je remercie Allah qui m'a éclairé le chemin et m'a donné le courage et la patience d'aller jusqu'au bout du rêve.

Du profond de mon cœur, je dédie cet humble travail à tous ceux qui me sont chers :

A la mémoire de mon très cher père Tahar

Tout ce que je dis ne suffira pas à décrire à quel point je suis reconnaissante pour tous vos sacrifices, vous êtes le héros de tous les temps, vous nous aimiez inconditionnellement, vous avez donné plus que vous avez pris parce que, tout simplement, vous êtes l'exemple du père parfait. Vous vivez toujours dans nos mémoires, vos conseils et sacrifices m'ont toujours donné le courage et la force pour continuer dans le bon chemin juste pour vous rendre fier de moi. Qu'Allah vous accueille dans son vaste paradis mon cher papa.

A ma très chère mère Chibane Nouara

Les mots ne pourraient pas vous décrire maman, je suis au-delà des mots, vous êtes mon exemple dans la vie, exemple de tendresse, de pardon et de force. Vous êtes comme le soleil qui vient dans les jours les plus sombres d'hiver, je ne pourrais pas exprimer combien je vous aime, je vous respecte. Vous m'avez encouragée durant toute ma vie, vous m'avez donné l'éducation digne, vos prières m'ont toujours protégée et c'est grâce à vous que je suis là aujourd'hui pour vous rendre fière et heureuse. Qu'Allah vous garde en bonne santé ma chère mère.

A mon cher oncle Chibane Akli

Je vous remercie pour votre soutien et encouragement, merci d'être toujours là pour nous soutenir en belles et mauvaises périodes. Je vous souhaite bonne santé et bonheur.

A mes adorables sœurs

Nabila, Biba et Rym, d'où puis-je commencer ? C'est juste nous qui avons ce lien ; très solide, spécial et unique. Vous avez été toujours là pour moi, pour me supporter, me soutenir dans mes études, m'encourager et me donner de la force pour faire face aux problèmes de vie. Je le dis et je le redis mille fois vous avez été, vous êtes et vous serez toujours mon exemple dans la vie. Je remercie Allah jour et nuit pour cette précieuse offre, je vous souhaite plus de réussite, de bonheur et de santé.

***A ma grande sœur Nabila, à son mari Guellal Abderrahmane
et à sa petite famille***

Nabila, ma grande sœur, vous m'avez appris beaucoup de choses, vous m'avez toujours supportée et guidée. Abderrahmane vous êtes le frère que j'ai toujours voulu avoir, tendre, compréhensif et patient, vous étiez toujours prêt à m'entendre, à me montrer la bonne façon de faire les choses. Je vous remercie énormément ainsi que toute votre petite famille « Guellal », qu'Allah vous donne la bonne santé pour faire de bonnes choses.

A ma chère Nana Roza, et son mari Belaidi Salah

Je n'oublierai jamais la motivation donnée, les sentiments tendres et la générosité que vous m'avez apportés.

A la mémoire de mes grands parents maternels et paternels

Qu'Allah vous accueille dans son vaste paradis

A mes adorables neveux Moumen et Rafik

Mes deux petits anges que j'adore le plus, Moumen le garçon le plus intelligent au monde, le bébé de sa tante, Rafik l'enfant le plus adorable au monde. Qu'Allah vous garde pour nous.

A tous ceux qui m'aiment et à tous ceux que j'aime.

Imane

Dédicaces

Je dédie ce mémoire

A ma chère mère ;

A mon cher père ;

A ma chère grand-mère

Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements.

Que le bon DIEU vous garde en bonne santé.

A mon frère Abdelhafide, A ma sœur Meryem,

A ma tante Aicha et sa fille Manel,

A mes oncles Yacine et Nabile.

Pour leur soutien infini et leurs aides incessantes, à qui je souhaite le meilleur avenir.

A toute ma famille.

A tous mes amis et mes camarades.

Asma.

Remerciements

Nous remercions notre Dieu le tout puissant et le miséricordieux de nous avoir donné le courage et la patience durant ces longues années d'étude et la force pour réaliser ce travail.

*Nous tenons à remercier notre encadreur **Dr. Mokrani** maitre assistante en Botanique médicale et cryptogamie à la faculté de médecine Tizi-Ouzou pour la confiance et la patience dont il a fait preuve à notre égard, son orientation, ses conseils judicieux et remarques constructives.*

Que les honorables membres du jury veuillent croire en nos remerciements anticipés pour leur acceptation d'examiner ce travail et de l'enrichir par leur propositions.

Nous remercions l'ingénieur du laboratoire de Botanique médicale madame Bouaamra, pour ses conseils et sa gentillesse.

Nous exprimons notre reconnaissance et gratitude envers tous nos professeurs de la faculté de médecine de l'UMMTO.

Enfin, merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la rédaction et la réalisation de ce modeste travail.

Table des matières

Listes des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	1

Partie bibliographique

Chapitre I Généralités	3
1 Définition d'une poudre végétale	3
2 Obtention.....	3
2.1 Séchage.....	3
2.2 Broyage et pulvérisation	4
2.3 Tamisage.....	4
3 Conditionnement et emballage	5
4 Etiquetage	5
5 Conservation	6
6 Commerce des poudres alimentaires en Algérie.....	6
6.1 Epices.....	6
6.2 Cacao et le café.....	8
6.3 Farine	8
7 Réglementation	8
7.1 Législation européenne et internationale.....	8
7.2 Législation nationale.....	10
Chapitre II contrôle de qualité	13
1 Contrôle botanique.....	12
1.1 Examens des caractères organoleptiques.....	12
1.1.1 Test de l'odorat.....	12
1.1.2 Test du goût	12
1.1.3 Test du toucher	13
1.1.4 Aspect.....	13
1.2 Examen microscopique.....	13

2	Contrôle physico-chimique	14
2.1	Réactions d'identité (screening photochimique)	14
2.2	Analyses chromatographiques	15
2.2.1	La chromatographie sur couche mince	15
2.2.2	La chromatographie en phase gazeuse	16
2.2.3	Chromatographie liquide	16
2.3	Eléments étrangers.....	16
2.4	Taux de cendres	17
2.5	Teneur en eau et perte à la dessiccation	17
2.6	Analyse des contaminants	17
2.6.1	Mycotoxines	17
2.6.2	Pesticides	18
2.6.3	Les métaux lourds	19
2.7	Contrôle microbiologique.....	19
	Monographies.....	21
1	La cannelle	21
1.1	Origine et culture.....	21
1.2	Classification APGIII [22]	21
1.3	Description botanique.....	21
1.4	Drogue végétale	22
1.4.1	Drogue entière	22
1.4.2	Drogue pulvérisée.....	23
1.5	Composition chimique.....	24
1.6	Propriétés pharmacologiques et usages	25
1.6.1	Propriétés pharmacologiques.....	25
1.6.2	Usages.....	25
1.7	Falsification	25
2	Gingembre.....	26
2.1	Origine et culture	26
2.2	Classification APGIII [17].	26
2.3	Description botanique.....	26
2.4	Drogue végétale	27
2.4.1	Drogue entière	27

2.4.2	Drogue pulvérisée	28
2.5	Composition chimique.....	29
2.6	Propriétés pharmacologiques et usages	30
2.6.1	Propriétés pharmacologiques.....	30
2.6.2	Usages.....	30
2.7	Falsification	30
3	Curcuma.....	31
3.1	Origine et culture	31
3.2	Classification APGIII	31
3.3	Description botanique.....	31
3.4	Drogue végétale	32
3.4.1	Drogue entière	33
3.4.2	Drogue pulvérisée	33
3.5	Composition chimique.....	34
3.6	Propriétés pharmacologiques et usages	35
3.6.1	Propriétés pharmacologiques.....	35
3.6.2	Usage	35
3.7	Falsification	35
4	Safran.....	36
4.1	Origine culture.....	36
4.2	Classification APGIII	36
4.3	Description botanique.....	36
4.4	Drogue végétale	37
4.4.1	Drogue entière	38
4.4.2	Drogue pulvérisée.....	38
4.5	Composition chimique.....	39
4.6	Propriétés pharmacologiques et usages	40
4.7	Falsification	40
5	Poivre noir.....	41
5.1	Origine et culture	41
5.2	Classification APGIII	41
5.3	Description botanique.....	41
5.4	Drogue végétale	42
5.4.1	Drogue entière	43

5.4.2	Drogue pulvérisée.....	43
5.5	Composition chimique.....	44
5.6	Propriétés pharmacologiques et usages	45
5.7	Falsification	45
6.	Farine de blé tendre.....	46
6.1	Origine et culture	46
6.2	Classification APGIII	46
6.3	Description botanique.....	46
6.4	Grain de blé	47
6.5	Farine	48
6.5.1	Définition.....	48
6.5.2	Obtention	48
6.5.3	Conservation	49
6.5.4	Caractéristiques	49
6.5.5	Types de farine	49
6.5.6	Caractères organoleptiques.....	49
6.5.7	Caractères microscopiques	50
6.5.8	Composition chimique.....	51
6.5.9	Usages.....	51
6.5.10	Falsification	51
7	Café.....	52
7.1	Origine et culture	52
7.2	Classification APGIII	52
7.3	Description botanique.....	53
7.4	Description de la graine	53
7.5	Café torréfié et moulu.....	54
7.5.1	Obtention	54
7.5.2	Conservation	55
7.5.3	Caractères organoleptiques.....	55
7.5.4	Caractéristiques microscopiques	55
7.5.5	Composition chimique de café torréfié	56
7.6	Propriétés pharmacologiques et usages	56
7.7	Falsification	57
8	Cacao.....	58

8.1	Origine et culture	58
8.2	Classification APGIII.....	58
8.3	Description botanique.....	58
8.4	La drogue végétale.....	59
8.4.1	Droque entière	60
8.4.2	Droque pulvérisée.....	60
8.5	Composition chimique.....	62
8.6	Propriétés pharmacologiques et usages	63

Partie expérimentales

Matériel et méthodes.....	64
1 Matériel.....	64
1.1 Matériel végétal	64
1.2 Matériel pour le control botanique	64
Réactif	64
Appareillage	64
Verrerie.....	65
1.3 Matériel pour le contrôle physico- chimique.....	65
Appareillage	65
Verrerie.....	65
2 Méthodes.....	65
2.1 Echantillonnage	66
2.1.1 Étiquetage des échantillons.....	66
2.2 Identification botanique	67
2.2.1 Examen organoleptique	67
2.2.2 Etude macroscopique	67
2.2.3 Examen microscopique	67
2.3 Analyse physico-chimique	70
2.3.1 Taux d'humidité.....	70
2.3.2 Détermination de la teneur en matières étrangères	73
3 Références et spécification utilisées pour le contrôle de la poudre de cannelle	73
4 Références et spécifications utilisées pour le contrôle de la poudre du gingembre.....	74
5 Références et spécifications utilisées pour le contrôle de la poudre du curcuma.....	75

6	Références et spécifications utilisées pour le contrôle de la poudre du safran	76
7	Références et spécifications utilisées pour le contrôle de la poudre du poivre noir	77

Résultats	74	
1	Contrôle de qualité de la poudre de cannelle	79
1.1	Résultats de l'analyse botanique et physicochimique	79
2	Contrôle de qualité de la poudre du gingembre	82
2.1	Résultats de l'analyse botanique et physicochimique	82
3	Contrôle de qualité de la poudre du curcuma	84
3.1	Résultats de l'analyse botanique et physicochimique	84
4	Contrôle de qualité de la poudre du safran	87
4.1	Résultats de l'analyse botanique et physicochimique	88
5	Contrôle de qualité de la poudre du poivre noir.....	92
5.1	Résultats d'analyse botanique et physicochimique.....	92
Discussion	96	
Conclusion	100	
Bibliographie	102	

Annexes

Liste des figures

Figure 1 : Schéma de l'aspect général de cannelier de ceylan.....	21
Figure 2 : Photographie de L'écorce de la cannelle de ceylan.....	22
Figure 3 : Description schématique des éléments de la poudre de cannelle de ceylan.....	23
Figure 4 : Schéma de l'aspect général de <i>Zingiber officinale</i> R.....	26
Figure 5 : Photographie de rhizome du gingembre.....	27
Figure 6 : Description schématique des éléments de la poudre du gingembre.....	28
Figure 7 : Image et schéma de <i>Curcuma longa</i> L.....	31
Figure 8 : Photographie de rhizome et poudre du <i>Curcuma longa</i> L.....	32
Figure 9 : Description schématique des éléments caractéristiques de la poudre de <i>Curcuma longa</i> L.....	33
Figure 10 : Description schématique de la plante de <i>Crocus sativus</i> L.....	36
Figure 11 : Description schématique de style, étamine et stigmate de <i>Crocus sativus</i> L.....	37
Figure 12 : Photographie des stigmates de <i>Crocus sativus</i> L.....	37
Figure 13 : Description schématique d'observation microscopique d'une poudre du safran.....	38
Figure 14 : Schéma d'une branche de <i>Piper nigrum</i> L.....	41
Figure 15 : Photographie des fruits de <i>Piper nigrum</i> L.....	42
Figure 16 : Description schématique des éléments de la poudre du poivre noir.....	43
Figure 17 : Planche descriptive des caractères botaniques de <i>Triticum aestivum</i> L.....	46
Figure 18 : Schéma d'un grain de blé.....	47
Figure 19 : Description schématique des éléments microscopiques de la farine.....	49
Figure 20 : Photographie d'une branche de caféier.....	52
Figure 21 : Photographie de Evolution de la couleur du grain de café au cours de la torréfaction.....	53
Figure 22 : Description schématique Les éléments de la poudre de café torréfié.....	54
Figure 23 : Schéma de l'aspect général de l'arbre de cacaoyer.....	58
Figure 24 : Photographie de La graine de cacaoyer.....	59
Figure 25 : Description schématique des éléments de la poudre du cacao.....	61
Figure 26 : Photographie de l'étiquetage des échantillons.....	66
Figure 27 : Photographie résumant le protocole de préparation des lames pour l'observation microscopique.....	68

Figure 28 : Photographies résumant le protocole de détermination du taux d'humidité.....	71
Figure 29 : Photographies des aspects macroscopiques de la poudre de cannelle.....	80
Figure 30 : Photographies des éléments microscopiques caractéristiques de la poudre de cannelle	81
Figure 31 : Photographie de l'aspect macroscopique de la poudre de gingembre.....	83
Figure 32 : Photographies des éléments microscopiques caractéristiques de la poudre de gingembre.....	83
Figure 33 : Photographies des aspects macroscopiques de la poudre de curcuma.....	86
Figure 34 : Photographies des éléments microscopiques caractéristiques de la poudre de curcuma.....	87
Figure 35 : Photographies des aspects macroscopiques de la poudre de safran.....	89
Figure 36 : Photographies des éléments microscopiques caractéristiques de la poudre de safran.....	90
Figure 37: Photographies de l'aspect macroscopique de la poudre de poivre noir.....	94
Figure 38: Photographies des éléments microscopiques caractéristiques de la poudre de poivre noir.....	95

Liste des tableaux

Tableau I : Réactions principales d'identifications des drogues au microscope.....	14
Tableau II : Classification des farines en fonction du taux d'extraction et de la teneur en cendres.....	48
Tableau III : Références et spécifications utilisées pour le contrôle botanique et physico-chimique de la poudre de la cannelle.....	73
Tableau IV : Références et spécifications utilisées pour le contrôle botanique et physico-chimique de la poudre de gingembre.....	74
Tableau V : Références et spécifications utilisées pour le contrôle botanique et physico-chimique de la poudre du curcuma.....	75
Tableau VI : Références et spécifications utilisées pour le contrôle botanique et physico-chimique de la poudre du safran.....	76
Tableau VII : Références et spécifications utilisées pour le contrôle botanique et physico-chimique de la poudre du poivre noir.....	77
Tableau VIII : Résultats du contrôle botanique et physico-chimique des échantillons de la cannelle analysés.....	79
Tableau IX : Résultats du contrôle botanique et physico-chimique des échantillons de gingembre analysés.....	82
Tableau X : Résultats du contrôle botanique et physico-chimique des échantillons de curcuma analysés.....	85
Tableau XI : Résultats du contrôle botanique et physico-chimique des échantillons de safran analysés.....	88
Tableau XII : Résultats du contrôle botanique et physico-chimique des échantillons de poivre noir analysés.....	93

Liste des abréviations

%	Pourcentage
α	Alpha
β	Béta
μm	Micromètre
°C	Degré Celsius
AFNOR	Association Française de normalisation
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists
APG III	Angiosperm Phylogeny Group
Ca	Calcium
CCM	Chromatographie sur couche mince
CL	Chromatographie liquide
Cm	Centimètre
CPG	Chromatographie en phase gazeuse
CNIS	Centre National d'Informatique et des Statistiques
ELISA	Enzyme-linked immunosorbent assay
ESA	European spice association
FAO	Food and Agriculture Organization
Fe	Fer
GC-MS	Chromatographie gazeuse couplée à une spectrométrie de masse
GL.MS	Chromatographie liquide couplée à une spectrométrie de masse
HACCP	Analyse des dangers et points critiques pour leur maîtrise
HPLC	Chromatographie liquide à haute performance
IANOR	institut Algérien de normalisation
IPC	international pepper community
ISO	Organisation Internationale de Normalisation ou Standardisation
Kg	Kilogramme
LMR	Limites Maximales de Résidus
m	Mètre
mm	Millimètre
m/m	Masse/masse
Mg	Magnésium

MS	Masse sèche
NA	Norme algérienne
OMS	Organisation mondiale de la santé
P	Phosphore
AF	Normes françaises AFNOR

Introduction

Depuis l'antiquité, l'homme s'est toujours intéressé à la préparation de ses propres ingrédients pour satisfaire ses divers besoins entre autres, sa nourriture. Avec les moyens disponibles, il a puisé dans la nature, des matières premières de différentes origines : animales, végétale et minérale, qu'il a transformé en produits alimentaires prêts à la consommation.

Les poudres végétales sont une autre forme de nourriture que l'homme fabrique et prépare en vue de multiples usages culinaires (farine, épice, condiments...). Elles occupent une place primordiale dans la cuisine mondiale et algérienne, mais aussi dans les systèmes de soins traditionnels, puisque beaucoup d'entre elles possèdent des vertus thérapeutiques connues.

Toutefois, ce type de denrées alimentaires et en raison de leur caractère poudreux sont sujettes plus que d'autres aliments à des contaminations, dégradations et même des falsifications ; rendant leur consommation non seulement peu bénéfique, mais bien au contraire dangereuse ; d'où la nécessité d'un contrôle de qualité rigoureux.

Ainsi, les poudres destinées à la consommation humaine doivent répondre à des normes de conformité (nationales, régionales ou internationales) garantissant leur bonne qualité et leur innocuité alimentaire. Le plus souvent, ces normes sont basées sur l'analyse et la vérification d'un ensemble de caractères organoleptiques, microscopiques, physico-chimiques et microbiologiques.

Notre travail constitue une contribution au contrôle de quelques critères de qualité de huit poudres alimentaires d'origine végétale vendues à la ville de Tizi-Ouzou à savoir : des épices (cannelle, poivre noir, gingembre, curcuma, safran), la farine, le café et le cacao. Il a été effectué au niveau du laboratoire de Botanique médicale, faculté de médecine de l'UMMTO

Notre mémoire comporte deux parties :

Une première partie théorique subdivisée en trois chapitres.

-Chapitre I : généralités ;

-Chapitre II : contrôle de qualité ;

Chapitre III : monographies des huit poudres choisies pour l'étude.

Introduction

Une deuxième partie pratique : sur les huit poudres retenues, nous n'avons étudié que les cinq épices (gingembre, curcuma, safran, poivre noir et la cannelle) le reste (farine, café et le cacao) n'a pas pu être achevé, du fait des circonstances exceptionnelles de l'année en cours liés au covid-19. Elle est organisée comme suit :

- Matériel et méthode ;
- Résultats et discussions ;
- conclusion et perspectives.

Objectifs :

- Identification des poudres étudiées ;
- Détection d'éventuelles falsifications et altérations ;
- Observation des conditions de leur vente ;
- Connaissance de la démarche de leur contrôle et des références de normes utilisées à l'échelle internationale et en Algérie.

1 Définition d'une poudre végétale

C'est une préparation solide constituée par des particules plus au moins fines, et qui est obtenue à partir des drogues végétales [1]. Elle se distingue par sa composition, sa microstructure, la taille des particules, la distribution des tailles, les propriétés chimiques et physiques et fonctionnalités. Son obtention met en général en œuvre deux opérations, la pulvérisation et le tamisage [2].

Les poudres végétales sont utilisées essentiellement pour leurs propriétés culinaires mais aussi pharmacologiques.

2 Obtention

La poudre s'obtient après séchage convenable de la partie utilisée de la plante (racine, rhizome, feuille, fleur, fruit, écorce etc.) ou bien la plante entière, son broyage, sa pulvérisation suivie d'un tamisage.

2.1 Séchage

L'opération du séchage a pour but d'enlever aux plantes l'excès de l'eau qu'elles renferment : il est évident que le mode de dessiccation sera variable selon les parties de la plante à conserver, l'eau n'étant pas répartie de la même façon, ni dans les mêmes proportions, dans les divers organes de la plante. Les racines et les rhizomes, débarrassés de leurs parties abimées, lavés avec un soin méticuleux, seront éponnés, puis coupés en tranches, en lanières ou fendus suivant leurs dimensions. Ils seront mis à sécher au soleil ou au four. Les tiges, les écorces et le bois sécheront au soleil, à l'air libre et sec, ou encore au four doux. Les feuilles et les plantes entières seront déposées sur des claies, à l'ombre, dans un endroit chaud et bien ventilé. Les feuilles doivent être mondées : cette opération peut s'effectuer avant ou après le séchage. [3]

Les plantes séchées, se rangent soigneusement et séparément dans des récipients. Il faut choisir des boîtes ou des bocaux propres, n'ayant pas contenu précédemment un produit dont

il auraient gardé l'odeur, et fermant hermétiquement. [3]

2.2 Broyage et pulvérisation

C'est une opération mécanique qui consiste à diviser ou fractionner des substances solides en particules de tailles réduites et de granulométrie déterminée. Elle permet d'obtenir une poudre formée de fines particules. Il existe un grand nombre d'appareils permettant de l'opérer comme le moulin type moulin à poivre ou à café, le mortier et le pilon ; le plus souvent en porcelaine ou en verre, ce sont les plus utilisés pour les petites quantités.[1]

A l'échelle industrielle on a des appareils à fonctionnement continu en citant les broyeur à bille ou à boulets (ou galets) et les broyeur planétaire à billes ou à boulets, et d'autres à fonctionnement discontinu comme les broyeurs à meules (type meules à céréales), les broyeurs à cylindres cannelés ou non, les concasseurs à mâchoires, les broyeurs à dents ou à pointes, les broyeurs à marteaux et les broyeurs à jet ou microniseur à air comprimé.[1]

La plante séchée peut être passée au four à feu très doux pendant quelques instants. [4]

2.3 Tamisage

C'est une opération qui suit généralement la pulvérisation, le tamis pouvant être soit intégré au broyeur (c'est généralement le cas) soit indépendant de celui-ci, le but est de séparer les particules trop grossières qui seront de nouveau pulvérisées.[1]

On utilise des tamis de formes variées (ronds, carrés, rectangulaires...), et qui sont formés par un tissage de fils métalliques ou de nylon qui laissent libres entre eux des intervalles Carrés appelés ouvertures de maille. Chaque tamis est actuellement désigné par un numéro qui correspond au côté exprimé en micromètre, du carré formé par le vide intérieur de chaque maille.[1]

Les tamis peuvent être agités manuellement ou mécaniquement et ils sont le plus souvent couverts pour éviter la dissémination de la poudre dans l'atmosphère. [1]

3 Conditionnement et emballage

Ces deux termes sont parfois utilisés indifféremment. Ils ne désignent cependant pas exactement la même opération. Il peut donc être utile de rappeler les définitions données notamment par le règlement européen n° 854/2004:

-Conditionnement: l'action de placer une denrée alimentaire dans une enveloppe ou dans un contenant en contact direct avec la denrée concernée

-Emballage: l'action de placer une ou plusieurs denrées alimentaires conditionnées dans un deuxième contenant.[5]

Le conditionnement ou l'emballage constitue une étape importante de la transformation qui facilite la manutention lors du transport, du stockage et au niveau de la distribution. Il assure une protection adéquate du produit contre les contaminations extérieures et contre l'humidité de l'air. Il doit être approprié aux produits à emballer, solide, propre, sec, imperméable, facile à manipuler et empilable. [5]

Plusieurs types de matériaux sont utilisés pour le conditionnement des denrées alimentaires il y'a : le plastique qui est le plus utilisé pour les épices, le papier incluant le papier Kraft, le carton incluant le carton plat et ondulé, le verre, le bois et le métal.

4 Etiquetage

L'étiquetage est toujours associé au conditionnement, selon le décret exécutif n° 05-484 du 22 décembre 2005 l'étiquetage c'est tout texte écrit ou imprimé ou toute représentation graphique qui figure sur l'étiquette, accompagne le produit ou est placé à proximité de celui-ci pour en promouvoir la vente. Il doit comporter les mentions suivantes :

- La dénomination de vente
- La quantité nette pour les denrées préemballées ;
- Le nom ou la raison sociale ou la marque déposée et l'adresse du fabricant ou du conditionneur ou du distributeur et de l'importateur lorsque la denrée est importée ;
- Le pays d'origine et/ou de provenance ;
- L'identification du lot de fabrication ;

- Le mode d'emploi et les précautions d'emploi au cas où leur omission ne permettrait pas de faire un usage approprié de la denrée alimentaire.
- La date de fabrication ou de conditionnement et la date de durabilité minimale ou, dans le cas des denrées alimentaires très périssables microbiologiquement, la date limite de consommation ;
- La liste des ingrédients ;
- Les conditions particulières des conservations. [6]

5 Conservation

C'est une étape très importante dans la production car elle a un grand rôle dans la qualité du produit. En général, les techniques de conservation des aliments reposent sur la connaissance des conditions du développement des micro-organismes, ils seront donc soit détruits (action de la chaleur) soit soumis à des conditions défavorables à leur développement (action du froid, élimination d'eau, absence d'oxygène, présence de conservateur,...). Chaque mode de conservation présente ses avantages et ses inconvénients, les procédés de conservation des aliments ont pour but de maîtriser l'évolution des réactions de détérioration de leurs qualités sanitaires, organoleptiques, fonctionnelles et nutritionnelles. La transformation et la conservation des produits alimentaires nécessitent des opérations destinées à leur assurer une bonne qualité en les rendant attractifs, comestibles, délicieux et nutritifs pour le consommateur. Le stockage, la distribution et le commerce des aliments nécessitent que ceux-ci aient une durée de vie commerciale relativement longue et soient d'une bonne innocuité pour les consommateurs. [7]

6 Commerce des poudres alimentaires en Algérie

6.1 Epices

De par ses habitudes culinaires, et à l'instar des autres pays maghrébins, l'Algérie est une grande consommatrice d'épices, mais n'en produit pas ou très peu, ses importations pour

Chapitre I

certaines produits ont augmenté plus rapidement que celles des exportations mondiales, les produits concernés sont : le poivre, les piments, la cannelle, le curcuma et le gingembre, pour lesquelles une demande accrue est enregistrée. [8]

Les pays producteurs fournisseurs de l'Algérie sont principalement : la Chine, l'Inde, le Pakistan, la Turquie et surtout la Tunisie, le Maroc et l'Égypte [8].

Concernant les exportations, le pays n'exporte quasiment pas d'épices, ni d'herbes, ni d'aromates. À l'exception de l'année 2014 où la CNIS (Centre national de l'informatique et des statistiques) a enregistré seulement quatre opérations d'exportation de l'Algérie vers le Burkina Faso, la France, l'Italie et le Sénégal, d'une valeur totale de 412 7836 USD pour une quantité de 150 tonnes. [8]

Le marché des épices et condiments en Algérie fait face à un problème majeur, celui de la commercialisation d'épices contrefaites ou périmées : les épices sont souvent mal conservées, exposées au soleil, à l'air libre et à la poussière. Plus encore, certains fraudeurs n'hésitent pas à mélanger aux épices des produits beaucoup moins chers afin de gagner en quantité. Les moyens mobilisés par l'Etat pour lutter contre cette fraude ne sont pas suffisamment développés. [8]

En Algérie, les épices sont couramment vendues dans des épiceries, sur les marchés, dans les petites et grandes surfaces, les unes sont préemballées (en sachets, en boîtes, en flacons hermétiques...) et d'autres sont proposées en vrac. Dans les grandes villes, quelques boutiques, plus ou moins luxueuses, sont spécialisées dans ce commerce et offrent une gamme de produits très étendue. Les épices culinaires peuvent aussi être disponibles chez les herboristes très attractifs dans cette filière, à côté des plantes médicinales et aromatiques vendues pour des usages thérapeutiques. [9]

6.2 Cacao et le café

Le cacaoyer et le caféier sont des espèces exotiques à l'Algérie dont l'approvisionnement en poudre de ces deux plantes se fait exclusivement par importation à partir des pays producteurs. Le cacao est principalement fourni par les pays Africains (74% de la production mondiale) dont la Cote d'ivoire classée au premier rang avec 1,7 millions de tonnes et 42% de la production mondiale. Quant au café, il provient essentiellement de l'Amérique latine (le Brésil, la Colombie et le Mexique). [10]

6.3 Farine

Le blé tendre est le produit le plus consommé par les Algériens [1] ; en plus de la production nationale, l'Algérie recourt à l'importation pour satisfaire les besoins de la population, et ce via l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales (OAIC) et le secteur privé. En Algérie, la farine de blé tendre est régie par des dispositifs réglementaires liés à sa composition, processus de production, ainsi que son prix de vente. Il s'agit des textes suivants :

- Décret exécutif n°91-572 du 31 décembre 1991 relatif à la farine de panification et au pain.
- Décret exécutif n° 96-132 du 13 avril 1996 portant fixation de prix aux différents stades de la distribution de la farine et des pains.

7 Réglementation

7.1 Législation européenne et internationale

La législation alimentaire européenne a été profondément remaniée à la suite de crises sanitaires. Elle trouve son origine dans le Livre blanc de la Commission sur la sécurité alimentaire. De nouvelles règles (responsabilité des opérateurs, traçabilité) sont entrées en vigueur le 1er janvier 2005 et la nouvelle réglementation relative à l'hygiène des aliments est entrée en application le 1er janvier 2006. [6]

Le « Paquet hygiène » englobe l'ensemble de la filière agroalimentaire depuis la production

primaire, animale et végétale jusqu'au consommateur en passant par l'industrie agroalimentaire, les étiers de bouche, le transport et la distribution. Cette nouvelle réglementation européenne, au sens large, est composée essentiellement de six règlements principaux et de deux directives, l'une qui permet l'abrogation des anciennes directives, l'autre fixant les règles de police sanitaires. [6]

Les règlements européens sont directement applicables (par définition d'un règlement européen) dès publication, et dans tous les pays de l'UE, sans avoir besoin d'être "traduits" dans les lois des différents pays. Cependant chaque pays peut "ajouter" des lois propres allant "au delà" des règlements européens. [6]

Objectif général du paquet Hygiène: mettre en place une politique unique et transparente en matière d'hygiène, applicable à toutes les denrées alimentaires et à tous les exploitants du secteur alimentaire. [6]

- Législation comparée et normes (FAO-OMS, *Codex alimentarius*, AFNOR, ISO,...) Normes

Une norme est un document public établissant une règle du jeu facultative, élaboré par un organisme reconnu après discussions et accord de tous.

Les normes les plus couramment utilisées dans l'Europe et le monde sont les suivantes :

CODEX Alimentarius : normes alimentaires internationales

La Commission du *Codex Alimentarius*, créée en 1963 par la FAO(organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) et l'OMS, met au point des normes alimentaires, des lignes directrices et des codes d'usages internationaux et harmonisés visant à protéger la santé des consommateurs et à assurer des pratiques loyales dans le commerce des aliments. Elle encourage aussi la coordination de tous les travaux relatifs aux normes alimentaires entrepris par des organisations gouvernementales et non gouvernementales. [6]

- Organisation Internationale de Normalisation ou Standardisation(ISO)

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est le premier producteur mondial de Normes internationales d'application volontaire, créée en 1946 à Genève et rentra officiellement en activité en 1947.

L'élaboration des normes est assurée, aujourd'hui par les membres dans 165 pays et 3368 organes techniques.

Les normes ISO sur les denrées alimentaires sont utiles à tous les partenaires de la chaîne d'approvisionnement, de l'exploitation agricole aux services de transport et de logistique, des industries de transformation aux distributeurs et entreprises de services, des consommateurs aux autorités de réglementation et laboratoires d'analyse.

L'ISO mobilise toutes les parties prenantes pour partager les meilleures pratiques, promouvoir les technologies de pointe et garantir la sécurité et la qualité. [6]

- Association Française de normalisation(AFNOR)

L'association AFNOR et ses filiales constituent un groupe international au service de l'intérêt général et du développement économique. Il conçoit et déploie des solutions fondées sur les normes, sources de progrès et de confiance.

Il est organisé autour de 4 grands domaines de compétences : la normalisation, la certification, l'édition de solutions et services d'information technique et professionnelle et la formation et s'appuie sur plus de 1280 collaborateurs présents en France dans 13 délégations régionales. A l'international, le groupe est implanté dans 36 pays.[6]

- Association Européenne des épices(ESA)

C'est l'organisation fédératrice de l'Industrie européenne des épices. Les membres de l'ESA sont les associations nationales représentatives de l'Industrie des épices dans les pays membres de l'Union européenne, la Suisse et la Turquie. [14]

7.2 Législation nationale

Depuis de nombreuses années, les industries agroalimentaires ont mis en place différents outils pour assurer la mise sur le marché de produits présentant une qualité hygiénique optimale : le contrôle des matières premières à la réception et en cours de fabrication, le contrôle des produits finis, les audits des fournisseurs, la méthode

HACCP (analyse des dangers et points critiques pour leur maîtrise), les bonnes pratiques d'hygiène et les systèmes de traçabilité qui sont de plus en plus performants. [6]

Les principaux textes nationaux relatifs à l'hygiène et l'HACCP destinés à répondre aux préoccupations et aux réalités professionnelles des entreprises en matière de sécurité alimentaire sont :

- Décret exécutif N°91-04 du 19 janvier 1991 relatif aux matériaux destinés à être mis en contact avec les denrées alimentaires et les produits de nettoyage de ces matériaux.
- Décret exécutif N° 91-53 du 23 février 91 relatif aux conditions d'hygiène lors du processus de la mise à la consommation des denrées alimentaires et imposant les principes d'hygiène du Codex.
- Arrêté interministériel du 21 novembre 1999 relatif aux températures et procédés de conservation par réfrigération, congélation ou surgélation des denrées alimentaires.
- Décret exécutif N° 2004-82 du 18 mars 2004 fixant les conditions et modalités d'agrément sanitaire.
- Principes du *Codex Alimentarius* qui sont progressivement retranscrits dans la législation nationale depuis 2005.
- Loi 09-03 du 25 février 2009 relative à la protection du consommateur et la répression des fraudes, loi rendant obligatoire les principes d'hygiène, d'innocuité et de salubrité des denrées alimentaires.
- Décret exécutif N° 10-90 du 10 mars 2010 fixant les conditions et modalités d'agrément sanitaire, complétant le décret 2004-82 et rendant l'HACCP obligatoire.
- Directive 93/43 relative à l'Hygiène des denrées alimentaires dans laquelle chaque responsable d'entreprise a une responsabilité active des aliments qu'il commercialise.

Loi n° 09-03 du 29 Safar 1430 correspondant au 25 février 2009 relative à la protection du consommateur et à la répression de fraude

Contrôle de qualité des poudres alimentaires végétales

Le contrôle des poudres alimentaires végétales permet l'identification de la poudre, et la détection des falsifications ou substitutions par des poudres toxiques ou de moindre qualité. Il comprend un contrôle botanique (examen des caractères organoleptiques ; descriptions macroscopique et microscopique), un contrôles physicochimique (réactions d'identification colorée, analyses chromatographique, taux de cendres...), et un contrôle microbiologique. [15]

1 Contrôle botanique

Constitue encore aujourd'hui, et ce malgré tous les progrès apportés par les techniques analytiques modernes ; une méthode rapide et sûre pour vérifier l'identité d'une poudre végétale.

1.1 Examens des caractères organoleptiques

1.1.1 Test de l'odorat

On écrase une petite quantité de la poudre entre le pouce et l'index ou dans la paume de la main. Les constituants odoriférants libérés sont testés lentement et de manière répétée par le nez. En premiers lieu, on détermine l'intensité de l'odeur c'est-à-dire « sans – faible – marquée – forte » ; ensuite, vient le type d'odeur, par exemple : « aromatique – fruitée – rance, Etc.». Il est indispensable de pouvoir comparer directement l'odeur avec celle d'une substance connue. [16]

1.1.2 Test du goût

Une pincée de la poudre à étudier est placée sur la langue et gardée en bouche quelques secondes. La langue possède environ 9000 papilles de sensation gustatives différentes, l'arrière de la langue est la partie la plus sensible à l'amertume tandis que la pointe de la langue réagit principalement au sucré. Les papilles sensibles au salé et l'acidité se trouvent le long du bord de la langue, de l'avant à l'arrière. A coté de ces sensations gustatives

principales : sucré – salé – acide – amère, il existe beaucoup d'autres par exemple : piquant, brûlant rafraîchissant, mordant, saponacé, visqueux, aromatique, métallique, etc. [16]

1.1.3 Test du toucher

Le toucher d'une drogue entière ou en morceaux permet d'apprécier sa dureté .Il permet également de se rendre compte de l'état collant ou irritant de la surface d'une drogue ainsi que sa nature lisse ou rugueuse. Ces caractéristiques peuvent être confirmées par des observations visuelles.

Pour les drogues en poudres, on prendra en considération un essai de mastication pour déterminer le caractère mucilagineux ou granuleux d'une drogue.

1.1.4 Aspect

Avant tout, on considère macroscopiquement la couleur, la forme et la dimension. La comparaison des couleurs permet un bon jugement puisque nos yeux sont particulièrement aptes à distinguer les teintes vertes et brunes .Après avoir vérifier l'homogénéité, on examine l'aspect de sa surface et de son contour ex, lisse, brillant...., pour mieux caractériser la nature de la surface ,une loupe à fort grossissement est très utile(par ex :diamètre de 10 mm , grossissement 6 *).

1.2 Examen microscopique

L'étude des caractères microscopiques des drogues végétales pulvérisées permet de repérer certains éléments propres à certaines familles botaniques et déceler d'éventuelles falsifications par d'autres drogues ou plantes.

Tableau I : Réactions principales d'identifications des drogues au microscope [16]

Identification	Réactif(s)	Réactions remarques
Amidon	Solution d'iode	Bleu-violet
Amidon	Solution d'hydroxydes alcalin à 5%	Rouge (réaction de Borntrager)
Cellulose	- Solution de chlorure de zinc-iode - Iodure d'hydrogène	- Bleu- violet - Bleu à bleu-violet
Dextrine	Solution d'iode	Rouge-violet
Eclaircissants pour préparation	- Solution d'hydrate de chloral - Solution de chloral-acide lactique - Solution d'hydroxyde alcalin	Surtout utilisés pour les préparations difficiles à éclaircir
Graisse et autres matières grasses	Rouge soudan	Coloration rouge
Huiles volatiles	Rouge soudan	Coloration rouge
Liège, subérine	Rouge soudan	Coloration rouge
Lignine et dérivés d'hydroxyphényl-propane	- Phloroglucine- chlorure - d'hydrogène - Sulfate d'aniline	Rouge jaune
Identification	Réactif(s)	Réactions remarques
Mucilage	Encre de chine	Taches claires, fond sombre
Pectine	Rouge de ruthénium	Coloration rouge
Saponines	Iode -glycérine	Grumeaux jaune

2 Contrôle physico-chimique

2.1 Réactions d'identité (screening photochimique)

Ces réactions faciles à réaliser, rapides, permettent la mise en évidence de certaines classes de substances chimiques (alcaloïdes, flavonoïdes, coumarines, saponosides...) en

faisant apparaître soit une coloration, soit une précipitation, dont l'intensité permet en outre d'avoir une idée sur la concentration en composés phytochimiques.

2.2 Analyses chromatographiques

Les analyses chromatographiques comprennent essentiellement des chromatographies sur couche mince (CCM), des chromatographies en phase gazeuse (CPG) et des chromatographies liquides. Ces techniques servent à l'identification de un ou de plusieurs métabolites (alcaloïdes, hétérosides, quinones, flavonoïdes, tanins) à partir de la solution à examiner. [15]

2.2.1 La chromatographie sur couche mince

La chromatographie sur couche mince est une technique de séparation, dans laquelle une phase stationnaire constituée d'un matériau approprié est répandue en une couche mince et uniforme sur un support (plaque de verre, de métal ou de plastique). Les solutions à analyser sont appliquées sur la plaque avant le développement. La séparation repose sur des mécanismes d'adsorption, de partage ou d'échange d'ions ou sur une combinaison de ces mécanismes, et elle s'effectue par migration (développement) de solutés à travers la couche mince (phase stationnaire), dans un solvant ou un mélange de solvants approprié (phase mobile).

L'identification repose sur l'estimation visuelle de la migration, après vérification du pouvoir de séparation et recherche des substances apparentées. Cette méthode, simple, peu onéreuse et nécessitant des prises d'essai peu importantes, est adaptée pour un contrôle rapide des poudres végétales. Les constituants sont séparés dans conditions précises faisant intervenir la nature du support, la distance de migration, la nature de l'éluant et la révélation est effectuée par des réactifs adéquats. [15]

2.2.2 La chromatographie en phase gazeuse

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) est une technique de séparation chromatographique reposant sur la distribution différentielle des espèces entre deux phases non miscibles, une phase stationnaire contenue dans une colonne et un gaz vecteur, comme phase mobile, qui traverse cette phase stationnaire. Elle est applicable aux substances, ou dérivés de substances, qui se volatilisent dans les conditions de température utilisées. La CPG est fondée sur les mécanismes d'adsorption, de distribution de masse ou d'exclusion. [15]

2.2.3 Chromatographie liquide

La chromatographie liquide est une technique de séparation chromatographique reposant sur la distribution différentielle des espèces entre deux phases non miscibles, une phase stationnaire contenue dans une colonne et une phase mobile qui traverse, par percolation, cette phase stationnaire. La chromatographie liquide est principalement fondée sur les mécanismes d'adsorption, de distribution de masse, d'échange d'ions, d'exclusion ou d'interaction stéréochimique. L'appareillage se compose d'un système de pompage, d'un injecteur, d'une colonne chromatographique (éventuellement thermostatée), d'un détecteur et d'un système d'acquisition des données (ou d'un intégrateur ou enregistreur). La phase mobile, délivrée à partir d'un ou plusieurs réservoirs, circule à travers la colonne, généralement à débit constant, puis passe à travers le détecteur. (Définition d'après la Pharmacopée européenne)

La chromatographie liquide haute performance (HPLC) est une forme de chromatographie liquide qui recourt à de hautes pressions ce qui lui confère une grande sensibilité et un vaste domaine d'application, essentiellement pour analyser des composés fixes non volatiles tels que des alcaloïdes, hétérosides, stéroïdes, vitamines [15]

2.3 Eléments étrangers

La notion d'éléments étrangers regroupe les « parties étrangères » et les « matières étrangères ». On entend par :

- Parties étrangères : tout élément qui provient de la plante-mère, mais qui ne constitue pas la drogue, par exemple des tiges accompagnant des feuilles ; des fruits accompagnant des fleurs...

- Matières étrangères : tout élément qui est étranger à la plante-mère, d'origine végétale ou minérale, par exemple des parties d'autres plantes, des pierres... [15]

2.4 Taux de cendres

La totalité des matières organiques de la poudre végétale est éliminée par carbonisation et la pesée du résidu, uniquement constitué de matières minérales, permet d'évaluer le degré de propreté de la poudre végétale (une addition, volontaire ou non, de terre ou de sable au moment de la récolte augmentant le taux de cendres), ainsi que de déterminer les agents de fertilisation utilisés durant la culture. Il est à noter que certaines plantes, riches en minéraux présentent un taux de cendres naturellement élevé. [15]

2.5 Teneur en eau et perte à la dessiccation

La perte à la dessiccation est la perte de masse exprimée en pourcentage m/m. La dessiccation peut s'effectuer jusqu'à masse constante ou pendant une durée déterminée, soit dans un dessiccateur en présence de pentoxyde de diphosphore, soit sous vide avec indication d'un intervalle de température, à l'étuve ou sous vide poussé. Il est à noter qu'un pourcentage d'eau trop élevé permet à un certain nombre de réactions enzymatiques de se développer, entraînant des modifications des caractères organoleptiques de la poudre végétale. En outre, une humidité résiduelle favorise le développement de microorganismes (bactéries, levures, moisissures). [15]

2.6 Analyse des contaminants

2.6.1 Mycotoxines

Il est admis qu'environ 30 à 40% des champignons inférieurs peuvent produire des mycotoxines, notamment les aflatoxines ; parmi les plus courantes, on trouve les aflatoxines B1, B2, M1, G1 et G2, les zéaralénones, les ochratoxines et les trichothécènes. De

nombreuses mycotoxines sont thermostables et persistent malgré l'ébullition et la cuisson. Elles peuvent donc être présentes dans des produits non transformés et engendrer à forte doses chez l'homme des pathologies aiguës. En cas de consommation prolongée, elles peuvent également entraîner des dommages hépatiques, voire contribution à l'apparition des tumeurs. Les aflatoxines peuvent ainsi conduire à une aflatoxicose qui débute par une hépatite. [17]

Depuis plusieurs années la prise de conscience du risque sanitaire associée à la présence des mycotoxines dans les denrées d'origine végétales se généralise. De plus en plus les mycotoxines sont systématiquement recherchées et font l'objet de normes. La législation est généralement mise en place pour l'aflatoxine B1 considérée comme la plus dangereuse des mycotoxines. [17]

La détermination des aflatoxines peut être par CCM bidimensionnelle et par détection dans l'UV, par test ELISA ou par chromatographie d'affinité en liaison avec HPLC et un détecteur de fluorescence. [17]

2.6.2 Pesticides

Le terme "pesticides" est utilisé pour résumer un groupe de substances actives, utilisées pour le contrôle des mauvaises herbes, des nuisibles, des maladies des végétaux, des infections parasitaires et pour la protection des stocks. Les résidus doivent être les plus faibles possibles et les limites maximales autorisées ne doivent pas être dépassées. Les résidus de pesticides dans les denrées alimentaires végétales peuvent mettre en danger la santé du consommateur en provoquant des intoxications aiguës et des troubles chroniques. Afin de protéger le consommateur, de nombreuses réglementations ont été mises en place en fixant des Limites Maximales de Résidus (LMR) dans les produits destinés aux alimentations humaine et animale. [18]

Les résidus sont généralement analysés par chromatographie gazeuse couplée à une spectrométrie de masse (GC-MS), et chromatographie liquide couplée à une spectrométrie de masse (GL.MS). [19]

2.6.3 Les métaux lourds

L'arsenic et d'autres métaux lourds tels que le cadmium, le plomb ou le mercure peuvent porter atteinte à la santé des consommateurs, d'où l'importance de contrôler leur présence dans les produits à base de plantes. Les réglementations nationales et communautaires fixent des teneurs maximales en métaux lourds dans les poudres végétales.

La méthode d'analyse utilisée pour le dosage des métaux lourds en traces est la spectrométrie d'absorption atomique couplée à un four graphite. [20]

2.7 Contrôle microbiologique

Le nombre de germes recensé dans les poudres alimentaires non traitées est habituellement très élevé. Les micro-organismes contaminants sont essentiellement constitués par de germes aérobies et de champignons inférieurs qui proviennent généralement du sol. En cas de mauvaises conditions de récolte et de séchage, les micro-organismes se multiplient encore plus rapidement et forment des métabolites toxiques, telles des mycotoxines. Cette multiplication de micro-organismes est liée aux mauvaises conditions de conservation.

Cependant, malgré cette pollution microbiologique, les risques d'infection suite à la consommation de ces poudres végétales restent limités. En effet, la cuisson élimine environ 90% des microorganismes. De plus, notre organisme en neutralise une grande partie grâce à l'action du suc gastrique et à nos défenses immunitaires. [17]

Les principaux germes recherchés lors d'un contrôle microbiologique des denrées alimentaires d'origine végétale sont : les germes aérobies mésophiles, les coliformes totaux, les bactéries anaérobies sulfite-réductrices, les streptocoques fécaux, *Bacillus cereus*, levures, moisissures et les germes pathogènes (les staphylocoques et les salmonelles). [21]

1. La cannelle

1.1 Origine et culture

Originaire de Sud-ouest de l'Inde et le Sri Lanka. Le cannellier nécessite un sol profond et friable, humide mais non détrempé ; il réclame une température de 26 à 28 °C et une pluviométrie moyenne d'environ 2500 mm par an [17].

1.2 Classification APGIII [22]

Règne : Plantae

Embranchement : Embryophytes

Sous-embranchement : Trachéophytes

Super-classe : Spermatophyte

Clade : Angiospermes

Clade : Magnoliidées

Ordre : Laurales

Famille : Lauracées

Genre : *Cinnamomum*

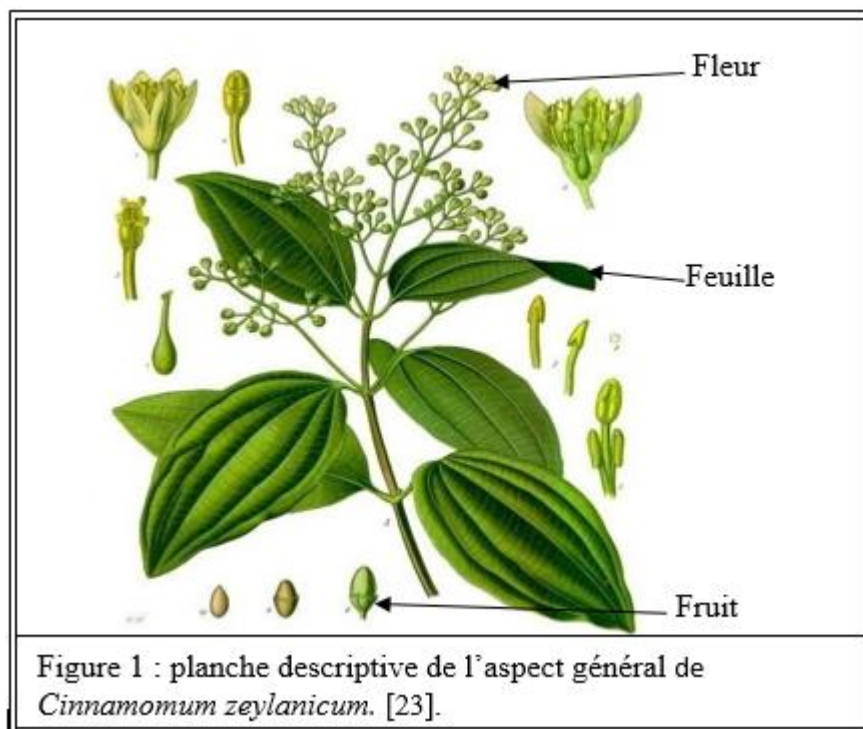
Espèce : *Cinnamomum verum* J.Presl (*Cinnamomum zeylanicum* Blume)

Nom vernaculaire Arabe : القرفة

1.3 Description botanique

Arbre à feuilles persistantes de 6 à 12 m de haut, mais souvent réduit à l'état d'arbuste en raison de tailles successive. Les feuilles sont entières, opposées, tout d'abord rougeâtres puis vertes, luisantes à la face supérieure, coriaces ; elles ont environ de 12 à 23 cm de long et 7,5 cm de large, sont ovales-elliptiques ou allongées, plus ou moins acuminées au sommet, la base de la nervure centrale, partent de chaque côté deux nervures secondaires courbes, les deux premières se rejoignant vers le tiers supérieur du limbe, les deux autres restant écartées vers l'extrémité ; froissées, elles dégagent une forte odeur de clou de girofle. Les fleurs sont de petite taille, presque insignifiantes, et sont situées à un niveau axial ou terminal en formant

une panicule soyeuse ; le calice est vert clair, à 5 sépales d'environ 5 à 6 mm de long ; les étamines sont au nombre de 9 et 3 d'entre elles sont stériles (staminodes) ; les 3 étamines internes portent en leur milieu des glandes dépourvues de pied ; les anthères, creusées en logettes, s'ouvrent par 2 clapets. Le fruit est de couleur lilas foncé, drupacé, d'environ 1.7 cm de long, soyeux (figure 1) [17].



1.4 Drogue végétale

La partie utilisée est l'écorce interne de la cannelle de Ceylan.

1.4.1 Drogue entière

Cette écorce est inscrite à la IV^{ème} édition de la Pharmacopée Européenne. Elle se présente sous forme de tuyaux simples ou doubles, emboîtés les uns dans les autres, de 8 à 10cm de long et d'au maximum 1cm d'épaisseur. La couleur de la face externe est beige clair, fauve « jaune cannelle », légèrement plus foncée sur la face interne. La paroi externe présente de fines lignes plus pales, presque blanches, sinueuses, longues, nombreuses et caractéristiques. Des cicatrices ou orifices peuvent également être visibles sur la face externe des tuyaux et

correspondent aux cicatrices d'insertion des feuilles ou des bourgeons axillaires, la cassure est courte et esquilleuse [17, 24].



1.4.2 Drogue pulvérisée

Caractères organoleptiques

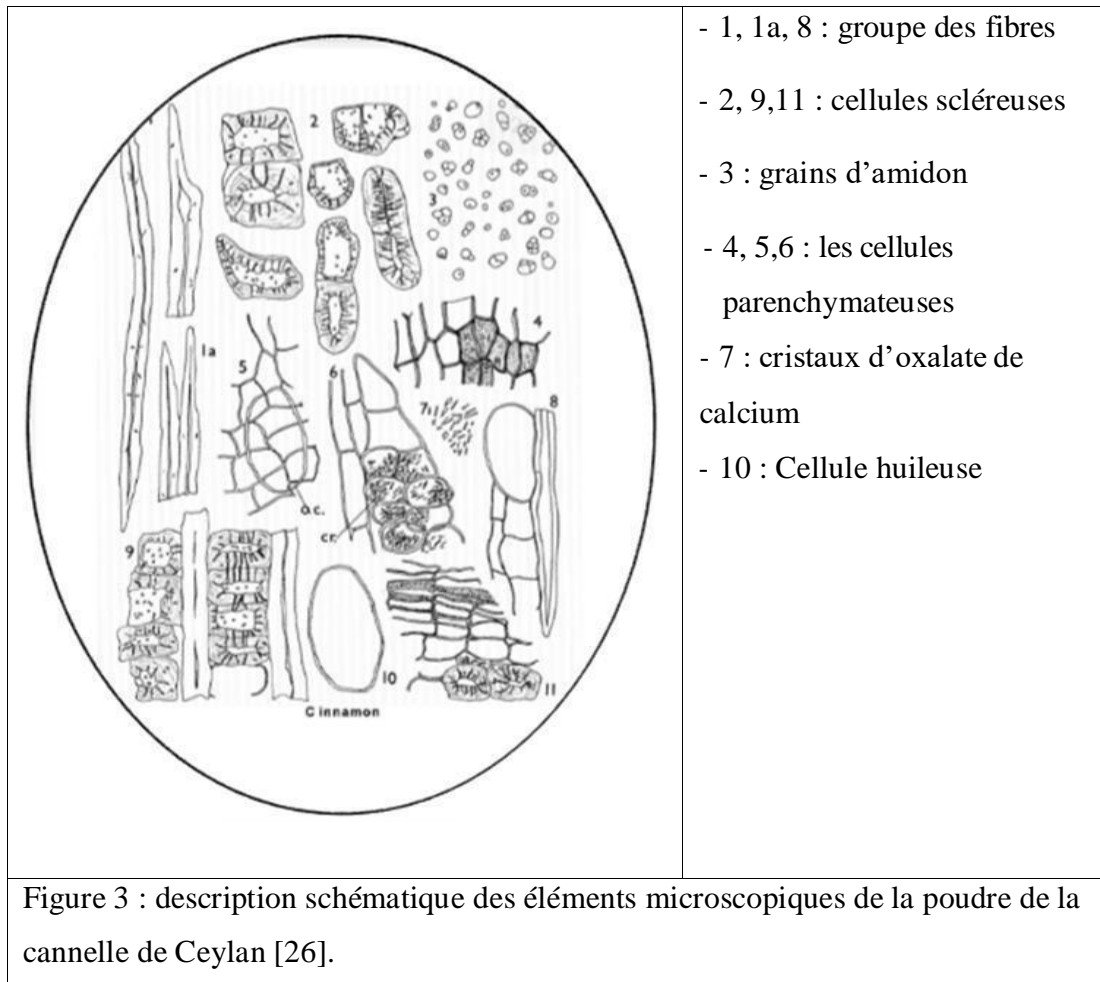
De couleur beige fauve voire brun-rouge, à odeur agréable, très aromatique. Elle a une saveur aromatique, légèrement sucrée et agréable, mais sans être ni âpre, ni mucilagineuse [17].

Caractères microscopiques

L'examen de la poudre dans une solution d'hydrate de chloral permet la visualisation des éléments suivant :

- Groupes de cellules scléreuses arrondies, à parois ponctuées, canaliculées et d'épaisseur modérée ;
- De nombreuses fibres isolées, souvent entières, à lumen étroit et à parois épaisses, lignifiées et légèrement ponctuées ;
- Des cellules parenchymateuses renfermant de l'amidon ;
- Des cellules huileuses ;

- De petits cristaux aciculaires d'oxalate de calcium dans le parenchyme ;
- Les fragments de suber sont absents ou très rares [24].



1.5 Composition chimique

Huile essentielle 0.5-1.5% (min.1, 0% v/p) dont 65-75% d'aldéhyde cinnamique au maximum 10% d'eugénol et terpènes, dont le β -caryophyllène. La drogue contient des tanins, du mucilage, de l'amidon et 2.5- 6% d'oxalate de calcium.

1.6 Propriétés pharmacologiques et usages

Propriétés pharmacologiques

La cannelle constitue une épice très importante dans la cuisine Arabe et orientale ainsi qu'au sud-est et à l'est de l'Asie. L'écorce de tige par voie orale est traditionnellement utilisée dans le traitement symptomatique de troubles digestifs tels que les ballonnements épigastriques, lenteur à la digestion, éructations, flatulence, dans les asthénies fonctionnelles et pour faciliter la prise de poids [17, 27].

Usages

La cannelle culinaire figure sur la liste des herbes de la Food and Drug Administration. Elle constitue une épice très importante dans la cuisine Arabe et orientale ainsi qu'au sud-est et à l'est de l'Asie. L'écorce de tige par voie orale est traditionnellement utilisée dans le traitement symptomatique de troubles digestifs tels que les ballonnements épigastriques, lenteur à la digestion, éructations, flatulence, dans les asthénies fonctionnelles et pour faciliter la prise de poids [17, 27].

1.7 Falsification

La cannelle de Ceylan est souvent substituée par la Cannelles de l'Inde, de Cayenne, et du Brésil, qui n'en diffèrent que par les caractères très secondaires. La Cannelle de Chine fortement grattée, ce qui diminue l'épaisseur des écorces, sert également à falsifier la Cannelle de Ceylan ; mais sans parler de l'odeur et de la saveur, ces grattages, toujours inégaux, permettront de déceler cette fraude. Par le passé, d'autres ont pu être aussi observées avec par exemple de l'amidon, de la farine, de la chapelure, de la sciure, des copeaux de bois, des coques d'amandes, de noisettes ou de noix de coco [17, 28].

2. Gingembre

2.1 Origine et culture

Le gingembre est principalement cultivé en Inde et dans tout le Sud-est asiatique, notamment en Chine, en Indonésie et aux Philippines, mais aussi en Afrique tropicale (Nigeria). Le gingembre jamaïcain et indien est considéré comme le gingembre ayant une qualité supérieure [16].

2.2 Classification APGIII [22].

Règne : Plantae

Embranchement : Embryophytes

Sous-embranchement : Trachéophytes

Super-classe : Spermatophytes

Classe : Angiospermes

Clade : Monocotylédones.

Clade : Commélinidées

Ordre : Zingibérales.

Genre : *Zingiber*.

Espèce : *Zingiber officinale* R.

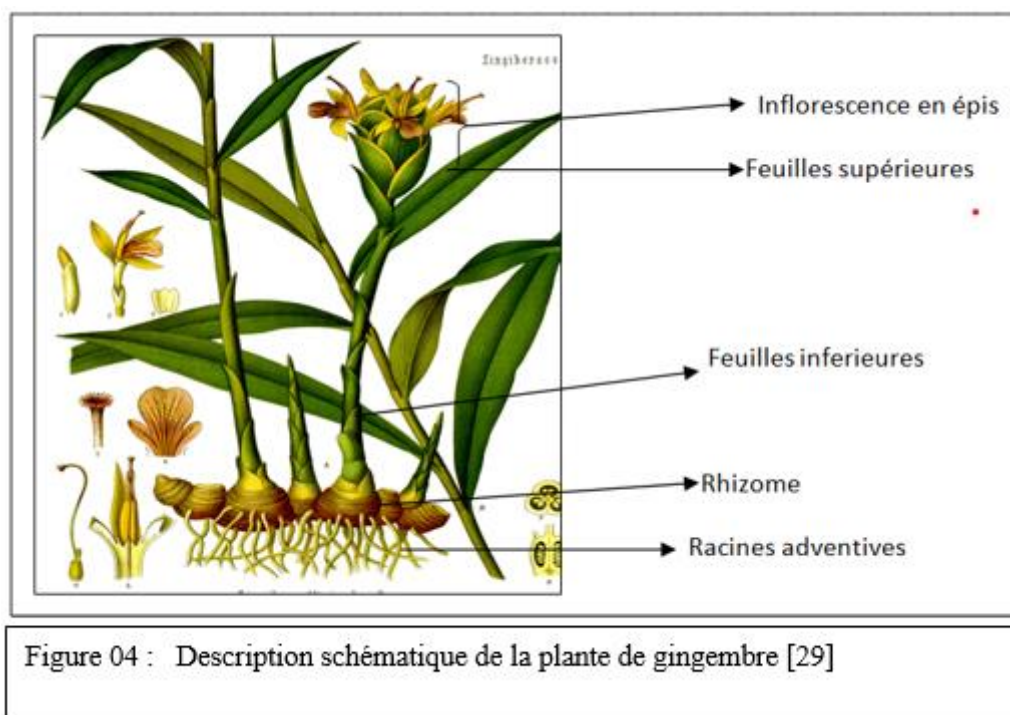
Nom vernaculaire arabe : الزنجبيل / سکنجیر

2.3 Description botanique

Herbacée vivace par rhizome, qui mesure jusqu'à 3m de haut. Les tiges stériles portent de longues feuilles à port de roseau : elles sont alternes, leur limbe entier, glabre, lancéolé et acuminé, leur pétiole engainant et ligulé (caractéristique des Zingibéracées).

Les tiges fertiles n'ont que 30cm de haut et ne portent pas de feuilles (tige aphylls) mais des écailles glabres, engainantes, emboîtées les unes dans les autres.

L'inflorescence est en épis axillaires très serrés, à tige couverte d'écailles, entourée de spadice dense : grosses bractées vert jaune cireuses, superposées. Les fleurs sont parfumées blanches jaunes, homochlamydées, La floraison a lieu entre les mois d'août et novembre. Le périanthe est constitué de tépales, dans le premier verticille les trois tépales sont soudés et le deuxième verticille les tépales inégaux soudés. Les étamines disposées sur le cercle extérieur sont stériles et transformées en staminodes tépaloïdes formant un labelle coloré en pourpre et ponctué de jaune ; la seule étamine fertile est disposée à un niveau interne. L'ovaire est infère et trilobulaire. Les fruits sont des capsules trivalves contenant des graines noires [17].



2.4 Drogue végétale

La partie utilisée est le rhizome du gingembre.

2.4.1 Drogue entière

La partie souterraine utilisée est le rhizome. Celui-ci se divise dans un seul plan, il est constitué de tubercules globuleux ramifiés. La peau du rhizome est beige pâle et sa chair est

jaune pâle juteuse. La cassure est fibreuse et granuleuse, l'odeur est aromatique avec une saveur chaude et piquante [30].



Figure 5 : photographie de rhizome du gingembre [31].

2.4.2 Drogue pulvérisée

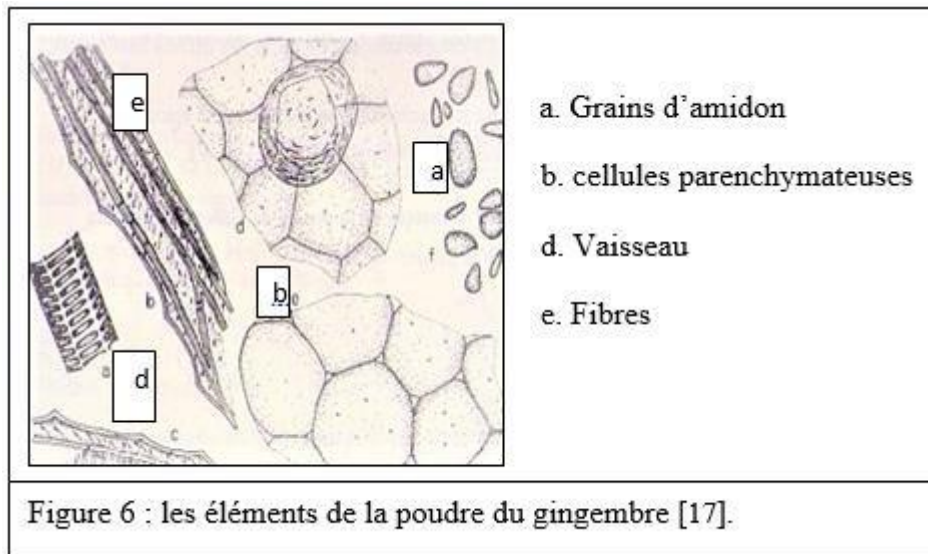
Caractères organoleptiques

La poudre de gingembre a une odeur forte, aromatique, particulière et une saveur chaude et piquante [16].

Caractéristiques microscopiques

La poudre du gingembre présente les éléments suivants :

- Des grains d'amidon, isolés, ovoïdes ou en forme de goutte ou de bouteille (allongés du côté du hile excentré) ;
- Des fragments de parenchyme contenant ponctuellement des cellules à essence jaune et renferment de minuscules cristaux ;
- Des vaisseaux scalariformes et réticulés ;
- De grandes fibres avec une paroi mince cloisonnée et dentée ;
- Des restes de suber formés des cellules subéreuses aux parois épaisses [17].



2.5 Composition chimique

Le rhizome de *Zingiber officinale* renferme de l'amidon en proportion variable selon sa culture (environ 60%), la teneur en eau est comprise entre 1 et 5%, les principes actifs sont extraits de matières résineuses (5 à 8%) et de l'huile essentielle (3%).

La résine, responsable de la saveur brûlante, contient des composés cétoniques et phénoliques dont : le gingérol, le shogaol, le zingéron et le gingerdione. L'huile essentielle a une odeur camphrée caractéristique, une saveur aromatique non brûlante. Plus d'une centaine de constituants y ont été identifiés, dont les plus importants sont : l' α et β -zingibérène, le β -sesquiphellandrène, le β -phellandrène, le β -bisobolène, le camphène et le zingibérol.

D'autres substances, notamment une enzyme protéolytique, la zingibaine, des protéines, des acides gras, de la cellulose et des matières minérales sont aussi présentes dans l'extrait de rhizome [32].

2.6 Propriétés pharmacologiques et usages

Propriétés pharmacologiques

Le rhizome de gingembre révèle des propriétés anti-tumorales, anti-oxydantes, anti-inflammatoires, anti-infectieuses, de protection cellulaire (cutanée et hépatique), une action antiulcéreuse, des activités antidiabétique et hypolipémiante, immuno- modulatrices et anti-thrombotiques. Mais la propriété la plus documentée est sa propriété antiémétique [33].

Usages

Le gingembre est utilisé pour la fabrication de pâtisserie, confiserie et de boisson. Il sert aussi à l'assaisonnement pour relever et parfumer les plats salés.

Le rhizome de gingembre entre dans la composition d'une multitude de compléments alimentaires, dont l'indication principale est le traitement des nausées, quelle qu'on soit l'étiologie [34].

2.7 Falsification

Il faut racler le gingembre entier à sa surface afin de s'assurer que le rhizome n'a pas été manipulé pour boucher les perforations causées par les vers. La poudre est plus souvent falsifiée avec des résidus industriels provenant des féculeries ou de meuneries, de la farine de lin et de matières minérales [30].

3. Curcuma

3.1 Origine et culture

Le curcuma est originaire d'Inde qui est le principal exportateur, il est cultivé dans les régions tropicales et subtropicales. Il n'est pas cultivé en Algérie [17, 30].

3.2 Classification APGIII [22]

Règne : Plantae.

Embranchement : Embryophytes

Sous embranchement : Trachéophytes

Super-classe : Spermatophytes

Classe : Angiospermes.

Clade : Monocotylédones.

Clade : Commélinidées.

Ordre : Zingibérales.

Famille : Zingibéraceae.

Genre : *Curcuma*.

Espèce : *Curcuma longa* L.

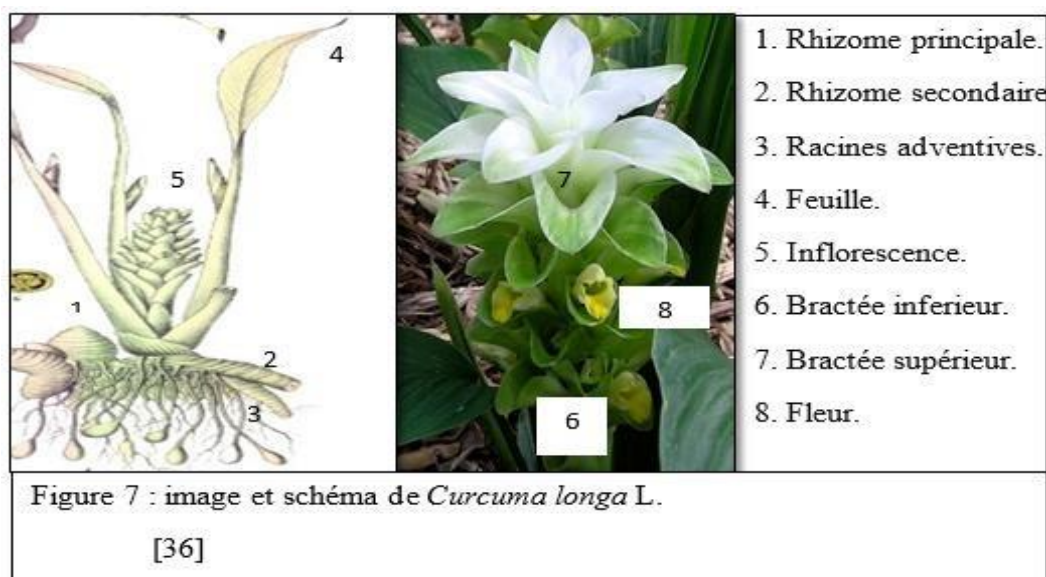
Nom vernaculaire arabe : الكركم/الخرقوم/العرق الأصفر/الزعفران الهندي

3.3 Description botanique

Curcuma longa L. est une plante herbacée, vivace par rhizome. Elle présente des racines adventives qui se terminent par des renflements tubéreux elliptiques. La tige est un rhizome principal (tige souterraine) tuberculeux, écailleux, portant des rhizomes secondaires digités et présentent des cicatrices circulaires qui correspondent à l'endroit d'insertion des tiges feuillées desséchées. Les feuilles prennent naissance à la base du sol, disposées sur deux lignes opposées ; leur limbe est ovale à lancéolé présentant une nervation pratiquement parallèle, leur base est engainante et présente une ligule caractéristique des Zingibéracées.

L'inflorescence est un épi conique terminal, qui prend naissance au centre du feuillage. La tige florale comporte des bractées inférieures membraneuses et lancéolées, peu étalées, creuses et verdâtres, et des bractées supérieures beaucoup plus étalées, blanches ou rosées mais verdâtres au sommet. Les fleurs sont homochlamydées, de couleur blanche jaunâtre et quelquefois bordée de violet. Le périanthe est constitué de trois tépales soudés, dans les deux verticilles. L'androcée présente une étamine fertile portée par un filet pétaloïde et deux étamines, situées au niveau d'un cercle interne, elles sont pétaloïdes, et se développent en une lèvre en forme de croix, les autres étamines rudimentaires (appelées staminodes) sont situées sur le verticille externe, elles sont jaunes, également pétaloïdes, de forme ovale allongée.

L'ovaire est infère, velu et trilobulaire. Le fruit est une capsule globuleuse, trilobulaire, de renfermant nombreuses graines arillées [30].



3.4 Drogue végétale

La partie utilisée est le rhizome entier ou pulvériser.

Drogue entière

Les rhizomes sont d'une couleur grise brunâtre, écaillé en surface, se ridant par dessiccation et jaunes orangés en section. Une odeur aromatique se dégage après section du rhizome. Ils se présentent sous forme ronde (rhizomes primaires) ou long (rhizomes secondaires) [30, 36].



Figure 8 : photographie de rhizome et de la poudre de *curcuma longa* L. [38]

3.4.1 Drogue pulvérisée Caractères organoleptiques

La poudre de curcuma est de couleur jaune vive à jaune-brune ; d'odeur douce épicée, légèrement brûlante évoquant le gingembre ; sa saveur est fortement aromatique, épicée et un peu piquante [17].

Caractères microscopiques

La poudre de *Curcuma longa* L. est caractérisée par :

- Cellules parenchymateuses : grandes, abondantes, remplies d'amidon gélatinisé et des masses granuleuses de couleur jaunes vives et de grandes tailles,
- Grains d'amidon : abondants à l'intérieur des cellules parenchymateuses sous forme gélatinisée ; à l'état libre, ils se présentent sous forme de bouteilles avec un petit hile ponctuel

excentré [36].

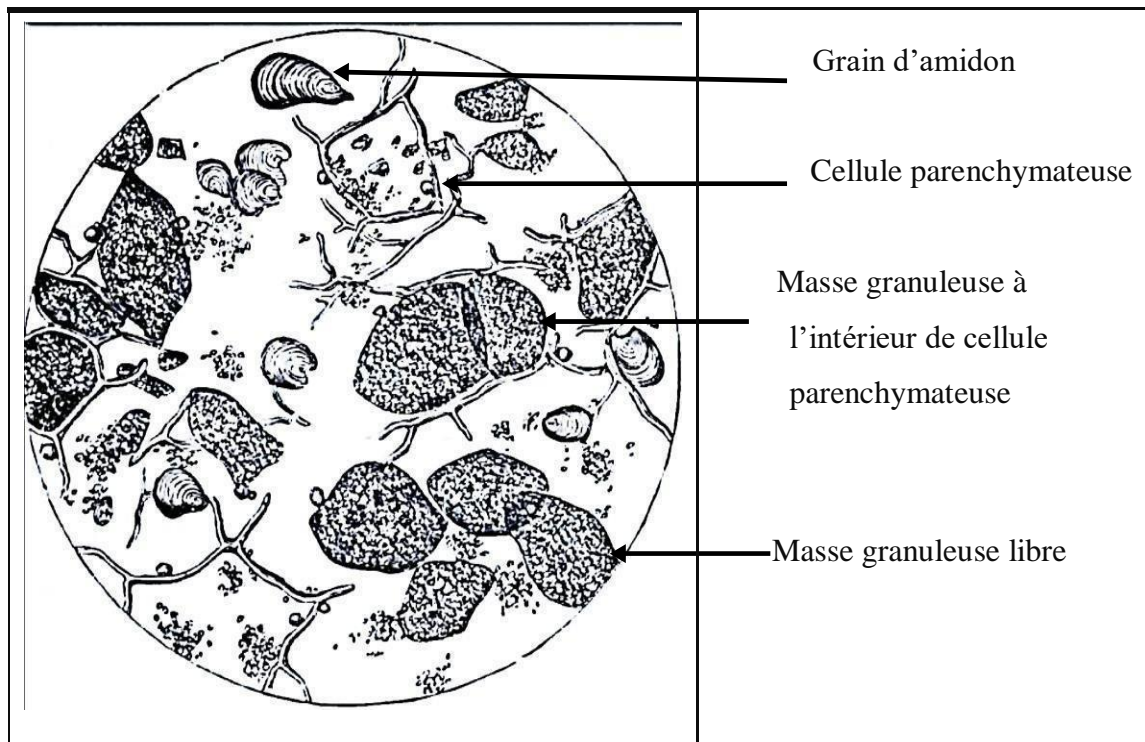


Figure 9 : description schématique des éléments caractéristiques de la poudre de *Curcuma longa* L. [36]

3.5 Composition chimique

La poudre de *Curcuma longa* L. contient de l'amidon, des protéines, fibres alimentaires, vitamines (B1, B2, B3, B6, C), eau et minéraux (Mg, Ca, P, Fe, Zn), ainsi que des lipides et huile essentielle qui est responsable de l'arôme et la saveur de curcuma ;et des curcuminoïde dont la curcumine qui donne la couleur jaune orangé et les propriétés thérapeutiques à cette poudre [36].

3.5.1 Propriétés pharmacologiques et usages

Propriétés pharmacologiques

Curcuma longa L. est doué de propriété anti-oxydante, anti-cancéreuse, anti-inflammatoire, anti-microbienne, anti-fongique et anti-parasitaire [30].

Usages

- En médecine traditionnelle (affections respiratoires, désordres hépatiques, rhumatisme et douleurs abdominales) ;
- Comme complément alimentaire ;
- Comme colorant(E100) en industrie pharmaceutique, alimentaire et textile ;
- Epice seule ou en association (curry) ;
- Réactif en chimie [36].

3.6 Falsification

La poudre de *Curcuma longa* L. est falsifiée par :

- La poudre de *Curcuma xanthorrhiza* Roxb., *Curcuma aromatica* Salisb., et *Curcuma zedoaria* Christm. La distinction microscopique de ces espèces avec *Curcuma longa* est difficile, surtout si les grains d'amidon et les cellules d'oléorésines ont été détruits par ébullition ; mais elle est possible pour ces deux dernières espèces grâce à la présence de camphre et de camphène dans leurs huiles essentielles contrairement au *Curcuma longa* L.
- La terre jaune, le sable, le chromate de plomb et le talc ; qui peuvent être décelée par la mesure des cendres totales [36].

4. Safran

4.1 Origine et culture

D'origine Grecque et de bassin méditerranéen oriental ; les principaux pays producteurs sont : Iran, Inde, Grèce, Maroc, Espagne. Il est récemment cultivé en Algérie et à petite échelle [17].

4.2 Classification APGIII [22]

Règne : Plantae

Embranchement : Embrophytes

Sous-embranchement : Trachéophytes

Super-classe : Spermatophytes

Classe : Angiospermes

Clade : Monocotylédones

Grade : Liliidées

Ordre : Asparagales

Famille : *Iridaceae*

Genre : *Crocus*

Espèce : *Crocus sativus* L.

Nom vernaculaire arabe : زعفران

4.3 Description botanique

Crocus sativus L. est une herbacée vivace par corme. Ses feuilles prennent naissance dans une gaine membraneuse au départ de corme ; elles sont vertes pâles, dressées, linéaires et étroites. Elles ont un limbe à nervation parallèle, séparé en deux sur sa face supérieure par une bande blanchâtre. Au niveau de la face inférieure, le limbe est creusé puis replié pour donner deux gouttières ciliées sur les bords. La fleur sort d'une gaine blanche translucide nommée spathe, elle se dresse au centre de la rosette de feuilles ; elle est grande, actinomorphe, hermaphrodite et à symétrie trimère ; chaque corme peut porter 1 à 3 fleurs.

Le périanthe est tubuleux, formé de 6 tépales pourpres violacés, soudés à la base et libres au sommet. L'androcée est constitué de 3 étamines libres. L'ovaire est infère, oblong, cylindrique, triloculaire, surmonté d'un style grêle, incolore à la base, puis devenant jaune, ce style se divise en 3 stigmates en forme de lanières, rouge orangé à leur sommet. Le fruit est une capsule membraneuse, allongée, trigone, triloculaire et loculicide [17, 37].

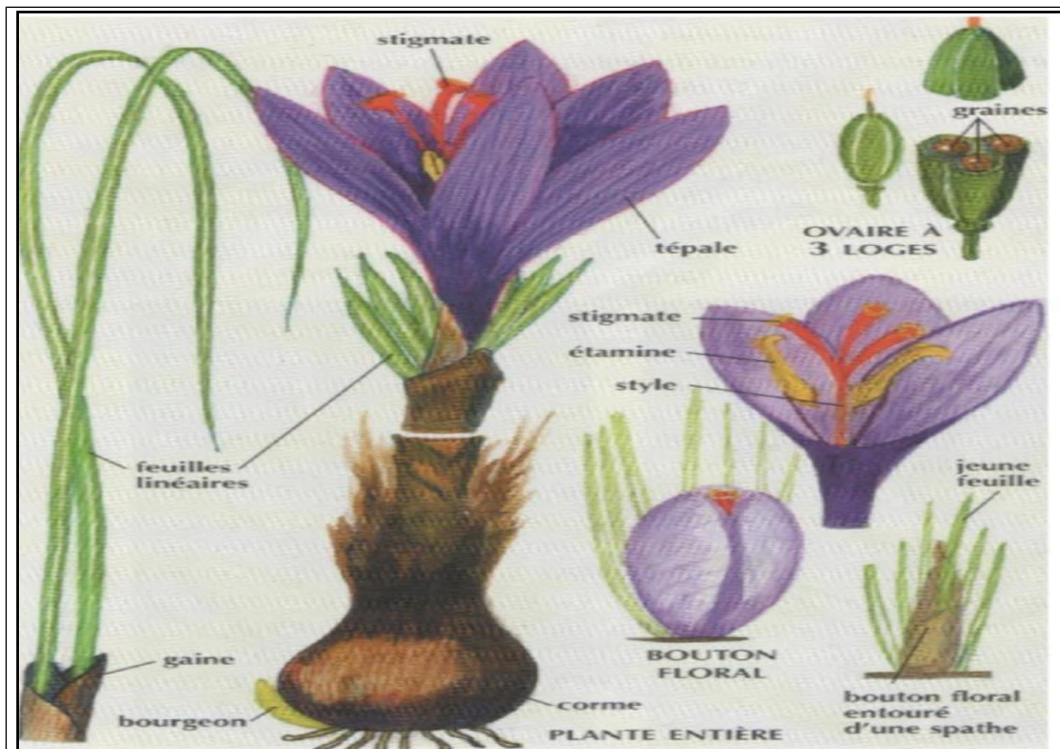


Figure 10 : Description schématique de la plante de *Crocus sativus* L. [37]

4.4 Drogue végétale

Le safran (épice) est constitué par les stigmates séchés de la fleur de *Crocus sativus* L. ; il se présente sous forme entière (filaments) ou sous forme pulvérisée (poudre) [17].

4.4.1 Drogue entière

Les stigmates de *Crocus sativus* L. sont des filaments enchevêtrés, de couleur rouge brique, ils font suite à une infime extrémité du style. Ils sont souples, élastiques, hygroscopiques, difficiles à pulvériser et très fins, mais se renflent progressivement en un long cône fendu sur le côté pour s'élargir et s'épaissir vers la partie supérieure en une forme de cornet ; cette dernière est striée au niveau longitudinal et finement dentelé au niveau terminal [17, 35].

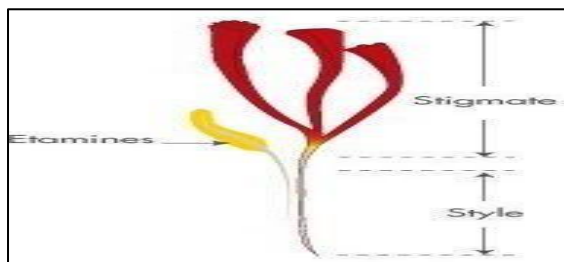


Figure 11 : Description schématique de style, étamine et stigmate de *Crocus sativus* L. [39]



Figure 12 : Photographie des stigmates de *Crocus sativus* L. [17]

4.4.2 Drogue pulvérisée

Caractères organoleptique

De couleur rouge-orangé foncé et lorsqu'elle est plongée dans l'eau, elle la colore en jaune. D'odeur forte, aromatique ; saveur épicée, légèrement amère et piquante [17].

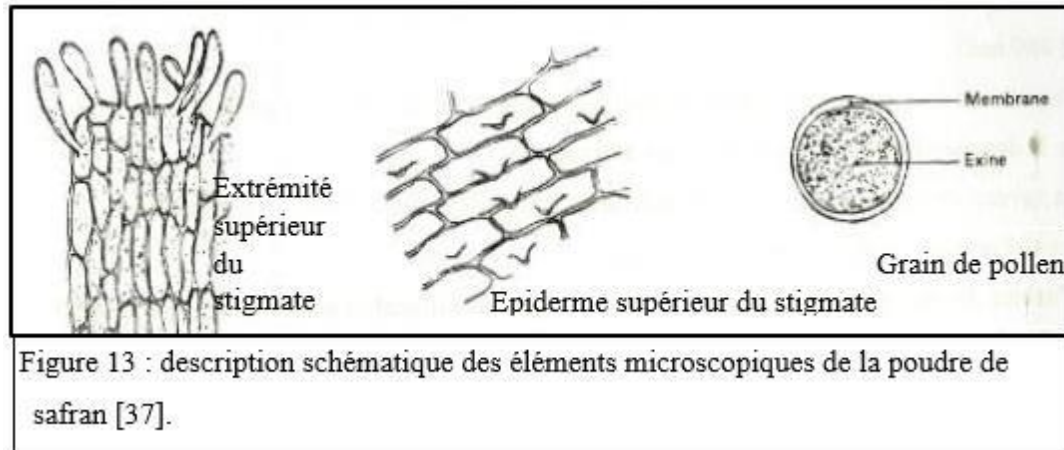
Caractères microscopiques

La poudre de safran présente les éléments suivants :

- Cellules parenchymateuses à parois minces, allongées, sinueuses, remplies d'un pigment rouge orangé et accompagnées des faisceaux vasculaires fins ;

Monographies

- Cellules épidermiques qui se terminent par des protubérances nommées papilles, ces dernières sont allongées, prenant la forme d'un poil, pouvant atteindre 150 μm de longueur ;
- Grain de pollen de grande taille (jusqu'à 100 μm de diamètre), arrondi, à membrane épaisse, lisse avec une exine finement criblée, dépourvue de protubérances [17, 37].



4.5 Composition chimique

En plus des sucres, protéines, acides aminés, graisses, fibres, minéraux, eau et une infime quantité de vitamine B1 et B2 ; le safran est caractérisé par la présence de :

- La crocine et la crocétine : responsables de la couleur jaune-orangée de l'épice ;
- La picrocrocine : responsable de la saveur et son goût amer ;
- Le safranal : qui est un composé volatil, responsable de l'arôme et de l'odeur si spécifique du safran [37].

4.6 Propriétés pharmacologiques et usages

Propriétés pharmacologiques

Le safran est doué d'action anti-oxydante, anxiolytique, anti-dépressive, anti-inflammatoire, antalgique, il améliore la digestion, et il régule le processus d'agrégation plaquettaire. La crocine et la crocétine sont responsables de la propriété anti-tumorale et anti-carcinogène. La crocétine est anti-arthérosclérotique et hypo-cholestérolémiant [17, 37].

Usages

Le safran est utilisé comme :

- Médicament par voie externe (antalgique pour l'éruption dentaires chez les enfants) ;
- Complément alimentaire, en cosmétologie, homéopathie et médecine traditionnelle ;
- Epice et colorant [37].

4.7 Falsification

Les principaux types de fraudes de la poudre se fait par l'ajout des :

- Pétales, étamines et morceaux de styles jaunes hachés et colorés de *Crocus sativus* L. ;
- Stigmates de *Crocus sativus* L. épuisés puis recolorés avec des colorants synthétiques et pulvérisés ;
- L'ajout de sable, brique pilée, oxyde de fer et de substance minérale colorée au préalable comme la craie, alun, borax et le tartre ;
- La poudre des : fleurs du safran du cap, stigmates du safran printanier (*Crocus vernus*), demi-fleurons de souci, fleurons de carthame, barbes de maïs colorées, grains de blé tendre et de seigle colorés, piments des jardins et la fleur de l'arnica ;
- Curcuma (*Curcuma longa*) nommé également « safran des indes » qui engendre une falsification de par son nom.

Les stigmates de *Crocus vernus* et le curcuma sont fluorescents dans l'UV, contrairement au safran, ce qui permet de déceler les falsifications par ces deux espèces [17].

5. Poivre noir

5.1 Origine et culture

Le poivrier est vraisemblablement originaire des contreforts de l'Himalaya et/ou du sud-ouest de l'Inde et l'Asie tropicale. Le poivrier est une plante tropicale qui se plaît sur sols humides mais bien drainés, riches en humus et situés à proximité des régions côtières [17].

5.2 Classification APGIII [22]

Règne : Plantae

Embranchement : Embrophytes

Sous-embranchement : Trachéophytes

Super-classe : Spermatophytes

Classe : Angiospermes

Clade : Magnoliidées

Ordre : Pipérales

Famille : Pipéracées

Genre : *Piper*

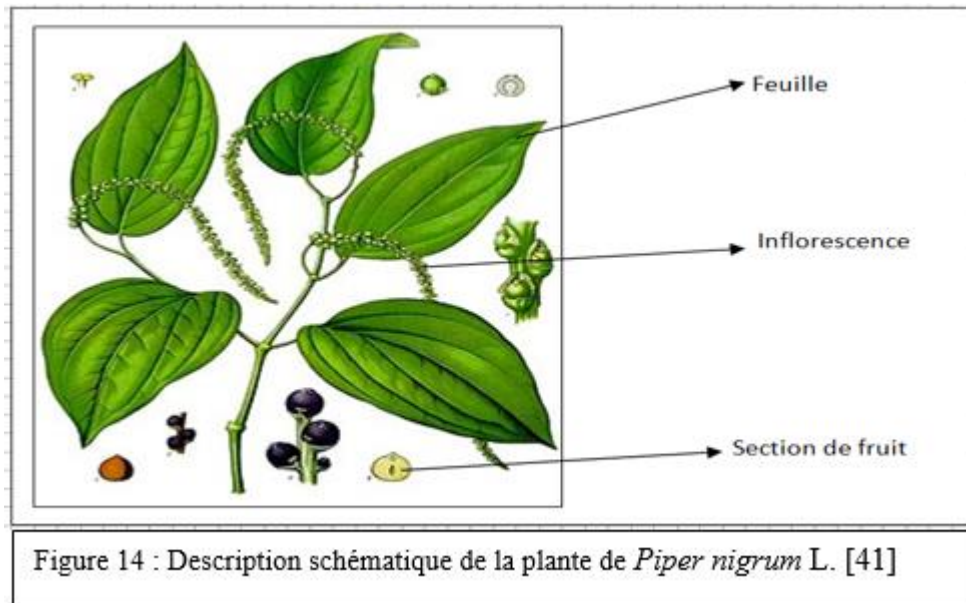
Espèce : *Piper nigrum* L.

Nom vernaculaires arabe : فلفل اكل

5.3 Description botanique

Liane vivace à longues tiges ligneuses d'environ 3 cm d'épaisseur, pourvue au niveau des nœuds de racines adventives aériennes. Les feuilles sont vert sombre, alternes couramment pétiolées, entière, pourvues de 3 ou 4 nervures presque parallèles, ovales arrondies (presque cordiformes) à la base, ovales allongées et pointues à niveau supérieur de la tige volubile. Les fleurs sont regroupées en épis pendants de 5 à 6 cm de long prenant naissance à l'aisselle des feuilles ; ces fleurs sont minuscules, sessiles et insérées en spirale sur l'épi. Dans les formes cultivées elles

sont pour la plupart atrophiées, dépourvues de périanthe et insérées à l'aisselle d'une bractée cupuliforme ; celles portées par les formes sauvages sont bisexuées : les fleurs femelles sont réduites à un seul carpelle ; les fleurs mâles ne comportent qu'une paire d'étamines situées de part et d'autre de la bractée. Le fruit est une baie charnue, rougissant à maturité et ne renfermant qu'une seule graine. La floraison se produit en printemps [17].



5.4 Drogue végétale

La partie utilisée est la baie entière ou pulvérisée.

5.4.1 Drogue entière

Le poivre noir est une petite baie ronde de 4mm de diamètre environ, à surface ridée gris noirâtre ou brune ; on voit assez difficilement l'insertion du pédoncule ; mais au pôle opposé, on y distingue trois ou quatre saillies provenant du stigmate et du style. A l'intérieur se trouve une seule graine qui, écrasée sous la dent a une saveur piquante et irritante [17].



Figure 15 : Photographie des fruits de *Piper nigrum* L. [42]

5.4.2 Drogue pulvérisée

Caractères organoleptiques

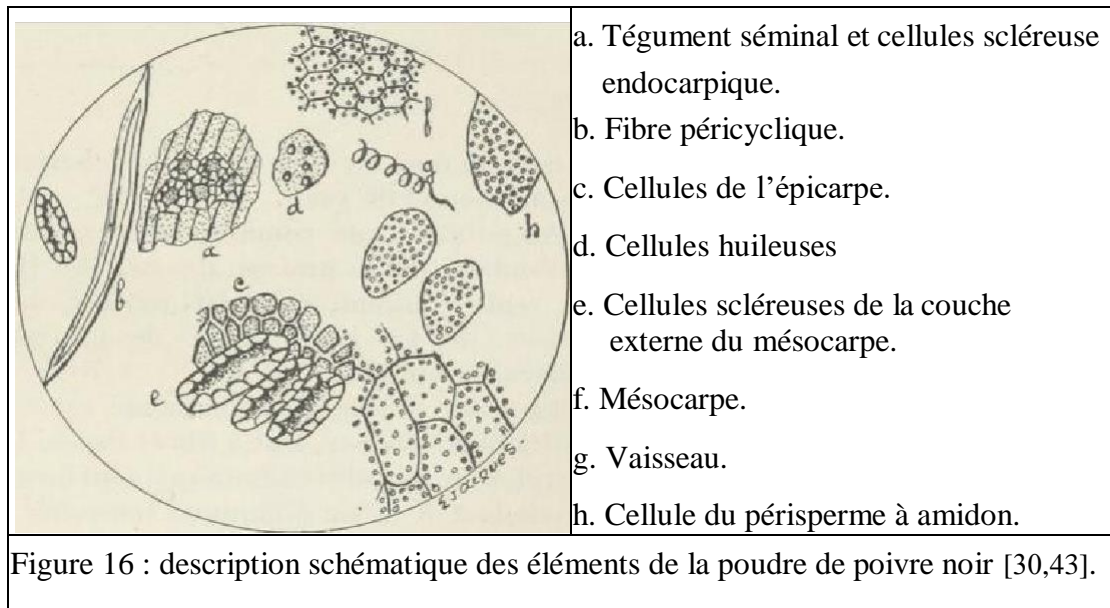
La poudre du poivre noir est d'une couleur grise plus ou moins foncée avec des taches noir elle possède une forte odeur aromatique caractéristique, sternutatoire et une saveur chaude très piquante [43].

Caractéristiques microscopiques

La poudre du poivre noir présente les éléments suivant :

1. Des fragments provenant des couches les plus externes : cellules de l'épicarpe au contenu brun et cellules scléreuses canaliculées au contenu résineux très coloré, isolées ou accolées forment généralement une assise incomplète ;

2. Des cellules scléreuses épaissies en U souvent regroupées, et provenant de l'endocarpe ;
3. Des cellules parenchymateuses du mésocarpe avec des cellules à essence ;
4. A l'eau les fragments provenant de périsperme sont mieux visibles, cellules remplies d'amidon (petits grains isolés ou en amas) [17].



5.5 Composition chimique

En général, le poivre contient en pourcentage de la masse brute :

-Matière minérale 6 à 10%.

-Amidon 40 à 50%.

-Lipides 5 à 10% : les lipides présents sont représentés par des acides gras palmique (16 à 30%), l'acide oléique (18 à 29%), l'acide linoléique (25 à 30%).

-Des protides 10 à 12%.

-Résine 5 à 10%.

-Huile essentielle 1 à 3%

-Principes piquants : 95% de pipérine (trans-trans-1pipéroylpipéridine) alcaloïde à laquelle

la plante doit en grande partie son goût acre [44].

5.6 Propriétés pharmacologiques et usages

Propriétés pharmacologiques

La pipérine, molécule active du poivre noir possède des propriétés anti-oxydantes, anti-inflammatoires, anti-convulsivantes et antiépileptiques.

Sur le système digestif, la pipérine améliore la digestion par stimulation des enzymes pancréatique, augmentation de la production salivaire et des sécrétions gastrique.

La pipérine augmente la biodisponibilité de certains médicaments en influant leur absorption [44, 45].

Usages

Le poivre noir est largement utilisé en gastronomie pour relever la saveur des plats salés et aromatiser quelques fois des plats sucrés. En thérapeutique, Le poivre noir est utilisé dans la médecine traditionnelle chinoise comme médicament calmant et vomitif. Il est également utilisé dans la médecine ayurvédique contre le nez bouché, les vertiges et les inflammations de la peau [45].

5.7 Falsification

La falsification porte surtout sur le poivre pulvérisé ; les plus communes consistent dans l'addition des poudres de : grabeaux, de balayures de magasin, de grignons d'olives, de coquilles de noisettes, noix et d'amandes, de résidus de féculerie, de feuilles de laurier sauce et on rehausse la saveur piquante en ajoutant de la poudre de piment ou moutard noir [43].

6. Farine de blé tendre

6.1 Origine et culture

Le blé tendre est originaire du croissant fertile (Irak, Syrie et Turquie). Il est cultivé dans de très nombreux pays et à grande échelle dont l'Algérie fait partie [46].

6.2 Classification APGIII [22]

Règne : Plantae

Embranchement : Embryophytes

Sous-embranchement : Trachophytes

Super-classe : Spermatophytes

Classe : Angiospermes

Clade : Monocotylédones

Clade : Commelinidées

Ordre : Poales

Famille : Poaceae

Genre : *Triticum*

Espèce : *Triticum aestivum* L.

Nom vernaculaire arabe : القمح اللين

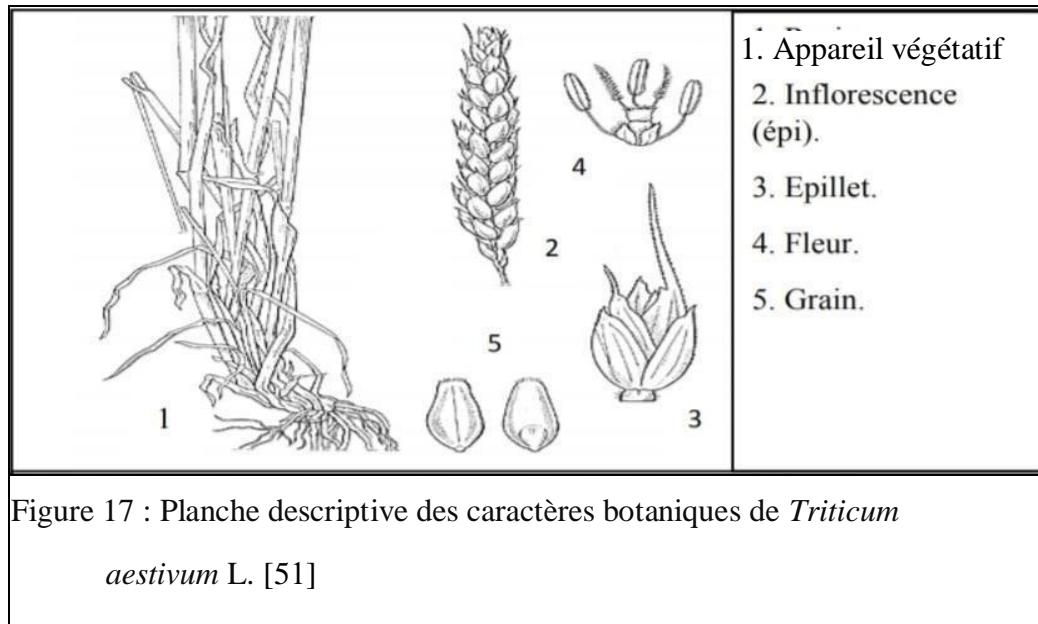
Nom kabyle : Irden

6.3 Description botanique

Le blé tendre est une plante herbacée annuelle dotée d'un système racinaire fasciculé et d'un système aérien formé d'un certain nombre d'unités biologiques appelées talles.

Chaque talle, après développement complet de la plante, est formée d'une tige feuillée ou chaume portant à son extrémité une inflorescence. La tige est dressée, creuse, glabrescente, elle est constituée d'entre-nœuds séparés par des nœuds qui sont les points d'attachement des feuilles. Les feuilles sont alternes distiques, engainantes présentant une ligule et deux stipules plus ou moins embrassantes et velues à chaque côté de la base du limbe. L'inflorescence est

un épi formé de deux rangés d'épillets situés de part et d'autre du rachis, chaque épillet regroupe 3 à 4 fleurs à l'intérieur de deux glumes. La fleur est cléistogame, apétale, elle présente trois étamines et un ovaire surmonté de deux styles plumeux, elle est entourée de deux glumelles. Le fruit est un caryopse [50].



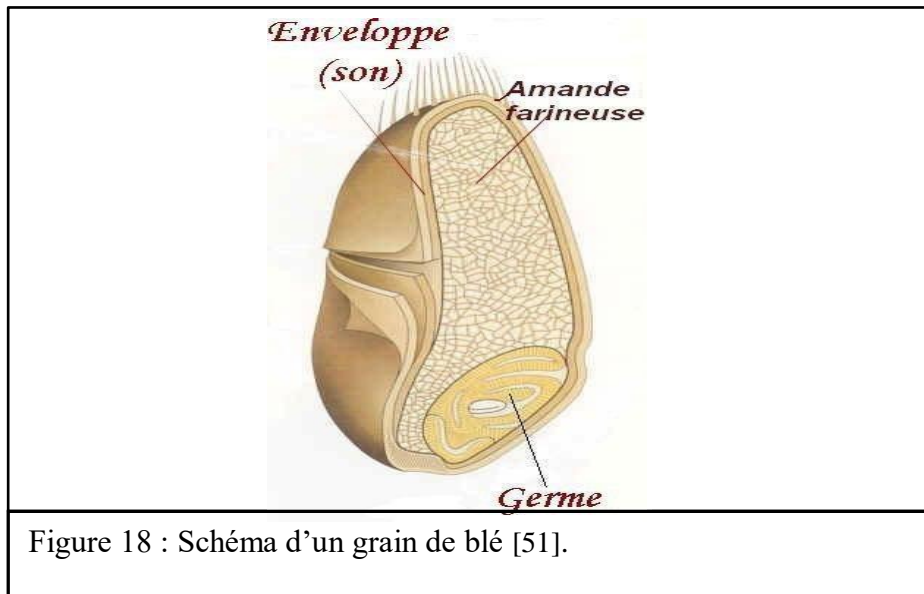
6.4 Grain de blé

Le grain de blé tendre est un caryopse ovoïde, présentant un sillon qui s'étend sur toute la longueur de la face ventrale et un germe sur la base de la face dorsale surmonté d'une brosse. Sa couleur varie de blanc au roux, parfois pourpre. Il est constitué de trois parties principales :

1- Les enveloppes ou sons : riches en fibres.

2- Amande : constituée de granules d'amidon enchâssés dans un réseau protéiques.

3- Germe : riche en lipides [49, 50].



6.5 Farine

6.5.1 Définition

La dénomination farine sans autre qualificatif, désigne la farine de blé tendre *Triticum aestivum*. Elle résulte de la mouture du grain de ce dernier, nettoyé et industriellement pur [52].

6.5.2 Obtention

La transformation de blé en farine se fait dans des minoteries, cette procédure comprend :

- Nettoyage préalable du grain de blé : pour éliminer les impuretés et les souillures, puis son séchage.
- Mouture : séparer l'amande progressivement de ses enveloppes et la transformer progressivement en farine. Le germe est éliminé lors de la fabrication des farines car risque de rancissement des lipides qu'il contient ; donc au cours de la mouture, la farine perd une grande partie des fibres végétales, s'appauvrit en protides, lipides et minéraux mais s'enrichit en amidon [55].

6.5.3 Conservation

La farine est stable, elle se conserve jusqu'à 6 mois dans un endroit sec (45% d'humidité) et frais (16°C) [55].

6.5.4 Caractéristiques

La farine est caractérisée par :

- Taux d'extraction : c'est le rendement en farine pour 100kg de grains de blé. La blancheur de la farine et sa pureté varient en rapport inverse avec son taux d'extraction.
- Taux en cendres : renseigne sur le taux d'extraction de la farine sachant que la teneur en matières minérales est plus importante dans le son que dans l'amande [56].

6.5.5 Types de farine

Les farines sont classées en fonction du taux d'extraction et de la teneur en cendres [56] (voir tableau II) :

Tableau II : types de farine [56].

Type de farine	Teneur en cendres en % de matière sèche	Taux d'extraction moyen en %	Utilisation
T 45	Moins de 0.5	70	Farine pâtisseries
T 55	0.5-0.6	75	Farine panifiable
T 65	0.62-0.75	80	Farine pour biscuiterie
T 80	0.75-0.90	80-85	Farine bis ou semi complète
T 150	> 1.4	90-98	Farine complète

6.5.6 Caractères organoleptiques

La farine de blé tendre est une poudre blanche plus au moins crème (selon le taux d'extraction)

de saveur agréable et caractéristique ; d'odeur franche, agréable, analogue à celle de la noisette. Au touché elle est sèche, douce, soyeuse, liante et pesante. Lorsqu'on serre dans la main une poignée de farine, cette dernière forme une pelote [49].

6.5.7 Caractères microscopiques

La farine présente les éléments suivants :

- Grains d'amidons de formes lenticulaires, qui présentent un hile arrondi au centre ; les grains écrasés se fendillent à la périphérie.
- Cellules à gluten ;
- Cellules amyloféres ;
- Cellules fibreuses allongées à cavité très étroite ;
- Cellules cylindriques munies d'une sorte d'articulation que l'on nomme tube ;
- Cellules épidermiques à parois épaissies [28].

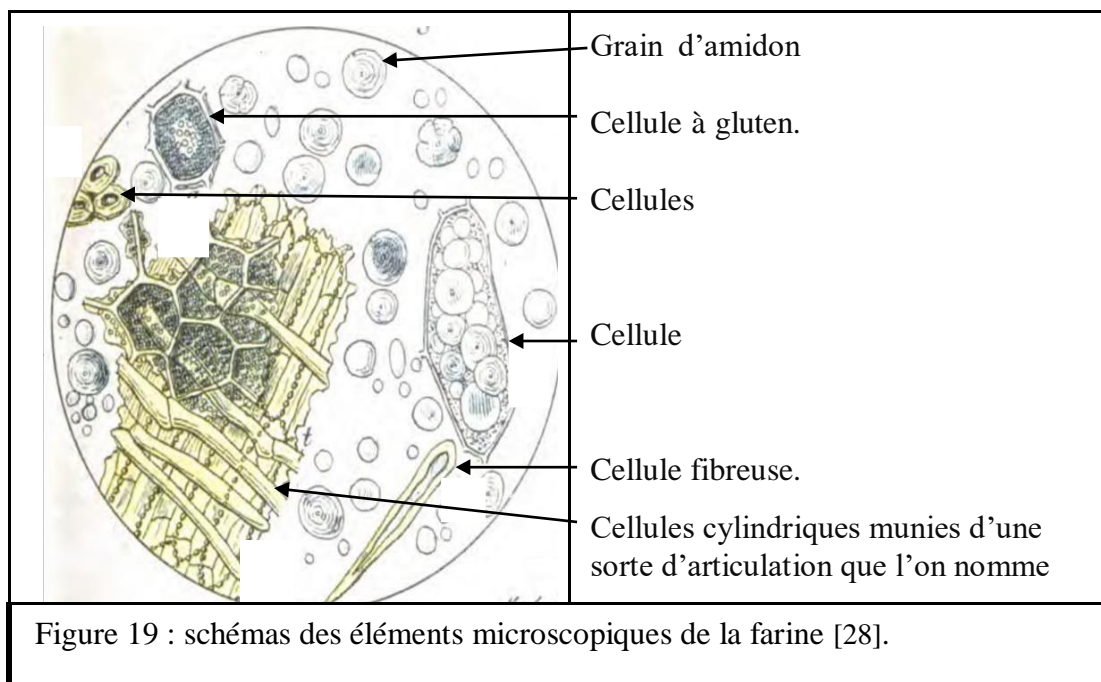


Figure 19 : schémas des éléments microscopiques de la farine [28].

6.5.8 Composition chimique

La farine de blé tendre est constituée de l'amidon qui est l'élément majoritaire, pentoses, protéines, lipides, sels minéraux, vitamines, eau et une petite proportion d'enzymes. Les pourcentages de ces éléments varient en fonction de taux d'extraction de la farine [50].

6.5.9 Usages

La farine de blé tendre est utilisée en :

- Alimentation humaine et des bétails ;
- Industrie pharmaceutique et cosmétologique ;
- Production de bioéthanol, papier et matériaux plastiques biodégradables [46].

6.5.10 Falsification

La farine est falsifiée par :

- Farines des semences des légumineuses telles que féveroles, fèves, vesces, pois, haricots et lentilles.
- Farines des graminées telles que l'orge, riz, maïs, sarrasin et la fécule de pomme de terre.
- Substances minérales comme le plâtre, la craie et l'alun pour la rendre plus blanche [28].
- L'ajout des agents de traitement de la farine à des concentrations supérieures à celles autorisées (supérieure à 300mg/kg pour l'acide ascorbique et 2g/kg pour la lécithine).
- Addition non signalée de levure chimique (bicarbonates de sodium ; carbonate d'ammonium) [57].

7. Café

7.1 Origine et culture

Le caféier est originaire d'Afrique et plus particulièrement d'Abyssinie (actuelle Ethiopie). Cultivé initialement par les Arabes, son emploi s'est rapidement étendu à l'ensemble du monde islamique. Aujourd'hui le caféier est cultivé en Amérique du sud, Asie tropicale et en Afrique ; le Brésil et la Colombie sont les deux principaux pays producteurs mondiaux [58].

7.2 Classification APGIII [22]

Règne : Plantae

Embranchement : Embryophytes

Sous-embranchement : Trachéophytes

Super-classe : Spermatophytes

Classe : Angiospermes

Clade : Eudicotyledones

Clade : Asteridées

Clade : Lamiidées

Ordre : Gentianales

Famille : Rubiaceae

Genre : *Coffea*

Espèce : *Coffea sp*

Nom vernaculaire arabe : القهوة

On connaît aujourd'hui environ 80 espèces différentes dans le genre *Coffea*. Seules deux espèces sont vraiment intéressantes. Il s'agit de de *Coffea arabica* qui donne du café arabica et de *Coffea canephora* qui donne du café robusta [59].

7.3 Description botanique

La plante est un arbuste à feuillage persistant, de 8 à 10 m de hauteur à l'état spontané et environ deux fois moins grand en culture. L'écorce est blanc-grisâtre et le bois particulièrement dur. Les rameaux sont opposés, longs et flexueux.

Les feuilles sont opposées, ovales, acuminées, brièvement pétiolées (6 – 12mm), légèrement gaufrées et à bords ondulés ; leurs dimensions varient avec le milieu et l'ombrage. Les fleurs sont blanches à parfum jasminée, groupées en verticilles à l'aisselle des feuilles. Chaque fleur comporte un court pédicelle, un ovaire surmonté d'un calice très court de 5 bractées, d'une corolle tubulaire s'épanouissant en 5 lobes étroits. Les étamines, en nombre identique aux pétales, sont exsertes et portent des anthères linéaires.

Le fruit est une drupe de forme ovoïde ou subglobuleuse, rouge à maturité, renferme habituellement deux graines plan-convexes accolées par leur face plane [60].



Figure 20 : Photographie d'une branche de caféier [61].

7.4 Description de la graine

La graine est ovale (10-15 x 6-8mm), convexe sur la face dorsale, aplatie sur la face ventrale laquelle est parcourue par un sillon longitudinal, le hile. Dure et verdâtre, elle est dépourvue d'odeur [58].

7.5 Café torréfié et moulu

7.5.1 Obtention

-Récolte et séchage :

La récolte des fruits se fait selon deux méthodes ; l'une est fondée sur la cueillette sélective, l'autre consiste à secouer l'arbre pour en faire tomber les fruits. Le café « en grain » est obtenu par voie humide (fermentation, lavage) ou par voie sèche (séchage puis décorticage mécanique) à partir du café « en cerise », c'est-à-dire à partir des drupes. Le dépulpage élimine l'épicarpe rouge et le mésocarpe charnu ; il conduit au café « en parche ». C'est après déparchage (élimination de l'endocarpe sclérifié) que l'on obtient le café « en grain » [58, 62].

-Torréfaction :

La torréfaction est un procédé qui consiste à traiter les grains de café vert par la chaleur sèche, pour acquérir la majorité de ses propriétés organoleptiques (couleurs, arôme, gout,...), il y'a deux types de procédés de chauffage, chauffage direct, chauffage indirect ou fluidisation dans un courant d'air chaud. Le chauffage indirect ou chauffage traditionnel est le procédé le plus utilisé dans l'industrie du café [62].

- Mouture :

Dernière étape de la préparation du café. La mouture doit être adaptée à sa méthode de confection. Plus l'exposition à l'eau brûlante est courte, plus la mouture doit être fine pour libérer rapidement les arômes [63].



Figure 21 : photographies illustrent l'évolution de la couleur du grain de café au cours de la torréfaction [64].

7.5.2 Conservation

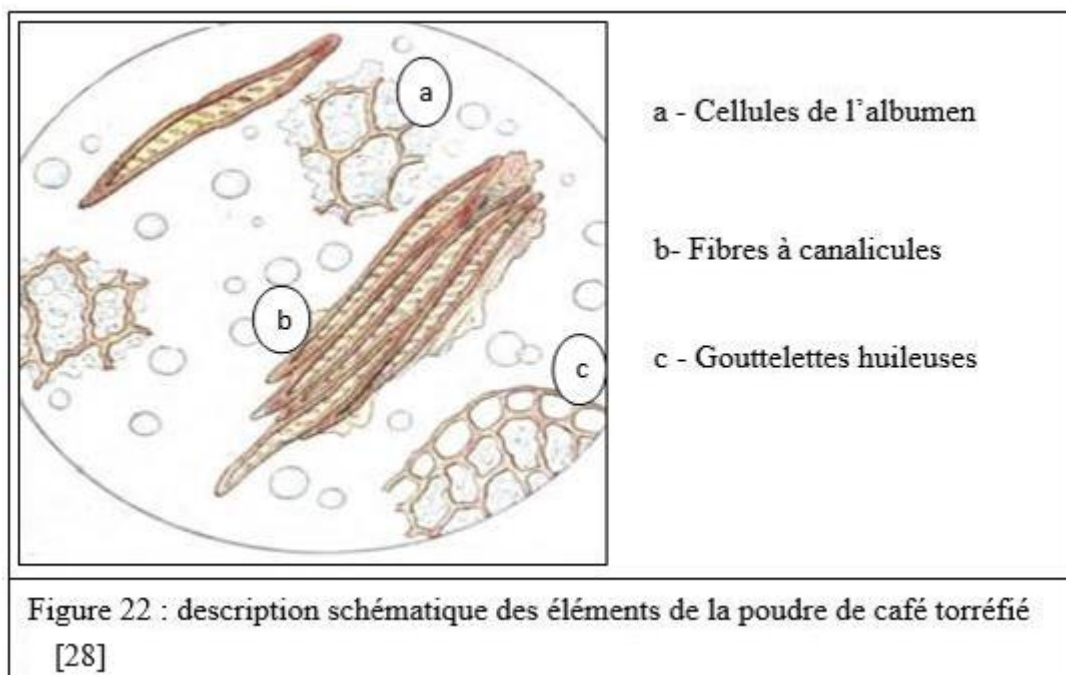
Le café moulu est une denrée très fragile, au contact de l'air il s'oxyde et perd rapidement ces arômes. C'est pour cela il doit être conservé dans un emballage hermétique, de préférence une boîte métallique sous- vide, à l'abri de la lumière et de l'humidité et à température ambiante (éviter les températures extrêmes) [65].

7.5.3 Caractères organoleptiques

Le café moulu a une couleur qui varie du marron clair au marron foncé selon le degré de torréfaction, une odeur aromatique caractéristique, et une saveur amère.

7.5.4 Caractéristiques microscopiques

La poudre de café examinée au microscope, présente à la fois les éléments du tégument et ceux de l'albumen. Le tégument se reconnaît à ces longues fibres à canalicules obliques et l'albumen à ces larges cellules : polyédriques, leur paroi nacré et irrégulièrement épaissie en chapelet [58].



7.5.5 Composition chimique de café torréfié

La composition moyenne du café torréfié de la variété arabica est la suivante :

- Lipides : huile de café 16% ;
- Protéines 14% ;
- Acides : acides chlorogéniques 6.5%, acides aliphatique 1% ;
- Glucides : saccharoses 8%, sucres réducteurs 0.1%, polysaccharides 45% ;
- Minéraux 4.2% : 90% des minéraux sont hydrosolubles et sont présents dans l'eau ;
- Substances azotées non protéiques : caféine 1.2%, trigonelline 1%
- Produits caramélisés (exemple : les mélanoidines) 0.1%

La caféine, xanthine triméthylée (1,3,7-triméthylxanthine) est l'alcaloïde principal du café, le goût de la caféine est plutôt amer, mais elle ne compte que pour 10% dans l'amertume totale du café [66].

7.6 Propriétés pharmacologiques et usages

Propriétés pharmacologiques

La caféine, substance active du café exerce au niveau du système nerveux central un effet psychostimulant via l'antagonisme des récepteurs A1 de l'adénosine. Cette action diminue la somnolence et augmente l'attention.

Au niveau cardiovasculaire, la caféine exerce un effet chronotrope positif, et inotrope positif à des doses supérieures à 500 mg. Au niveau vasculaire la caféine peut provoquer soit une vasodilatation, soit une vasoconstriction.

Au niveau de système respiratoire, la caféine possède un effet bronchodilatateur, et stimule le centre bulbaire respiratoire [66].

Usages

La caféine entre dans la formulation de plusieurs spécialités, la majorité de celles-ci sont des associations à l'acide acétyl-salicylique, l'acide ascorbique, la codéine, le paracétamol et / ou d'autres antipyrétiques et antalgiques ; ces associations sont proposées dans le traitement symptomatique des affections douloureuses et fébriles, dans celui de l'état grippal. La présence de la caféine dans la formule de spécialité peut aussi avoir une raison plus spécifique : augmenter la résorption intestinale de l'ergotamine, atténuer la somnolence induite par le phénobarbital. La caféine est également indiquée (en application locale) dans le traitement symptomatique des surcharges adipeuses sous-cutanées. La caféine est présente dans la formulation des boissons non-alcoolisées et dans celle des boissons «énergétique» [58].

7.7 Falsification

Le café moulu est additionné d'un grand nombre de substance, les plus courantes sont : le café épuisé (marc), la chicorée, les glands grillés, le noyau de dattes et les céréales torréfiées [28].

8 Cacao

8.1 Origine et culture

Le cacaoyer est un arbre originaire des forêts tropicales de l'Amérique centrale et des forêts équatoriales de l'Amérique du Sud. Il est surtout cultivé en Afrique de l'Ouest, en Amérique du Sud et en quantités croissantes, dans le Sud-est asiatique (Indonésie, Malaisie) [58].

8.2 Classification APGIII

Règne : Plantae

Embranchement : Embryophytes

Sous-embranchement : Trachéophytes

Super-classe : Spermatophytes

Clade (classe) : Angiospermes

Clade : Eudicotylédones

Clade : Rosidées

Clade : Malvidé

Ordre : Malvales

Famille : Malvaceae

Genre : *Theobroma*

Espèce : *Theobroma cacao* L.

Noms vernaculaires arabes : كاكائو

8.3 Description botanique

Le cacaoyer est un arbre pouvant atteindre une hauteur de 10 à 15 mètres quand ils poussent à l'état sauvage, il est caractérisé par l'insertion directe de ses fleurs sur le tronc et sur les grosses branches ainsi que par ses fruits très typiques. Les feuilles sont épaisses et très grandes. Elles sont lisses, brillantes à bord plein ou légèrement dentelé, le limbe est simple,

entier, pointu et le plus souvent ovale, mais peut aussi être elliptique, oblongue ou lancéolé. L'inflorescence est une cyme bipare de 1 à 5 fleurs, généralement 2 ou 3 aux ramifications très courtes (1 à 2 millimètres).

Un cacaoyer donne ses premiers fruits entre 3 et 5 ans, la production se poursuit ensuite pendant une trentaine d'années. Le fruit est appelé chérelle pendant sa phase de croissance et prend le nom de cabosse lorsqu'il atteint sa taille définitive. Chaque fruit renferme une cavité contenant 25 à 75 graines ovoïdes, appelées fèves, dont la coloration peut varier du blanc au violet. Elles sont groupées en 5 rangées longitudinales autour de la colonne placentaire centrale. Les fèves sont noyées dans une pulpe mucilagineuse épaisse, blanche ou jaunâtre dont elles se nourrissent. Cette pulpe est à la fois sucrée et légèrement acidulée, adhérente et provient de la lyse des cloisons ovariennes. À l'état frais les fèves sont inodores, très astringentes et amères. Il y'a trois variétés de cacaoyer : Criollo, Forastero et Trinitario, les plus communes sont les deux premières [58, 67].

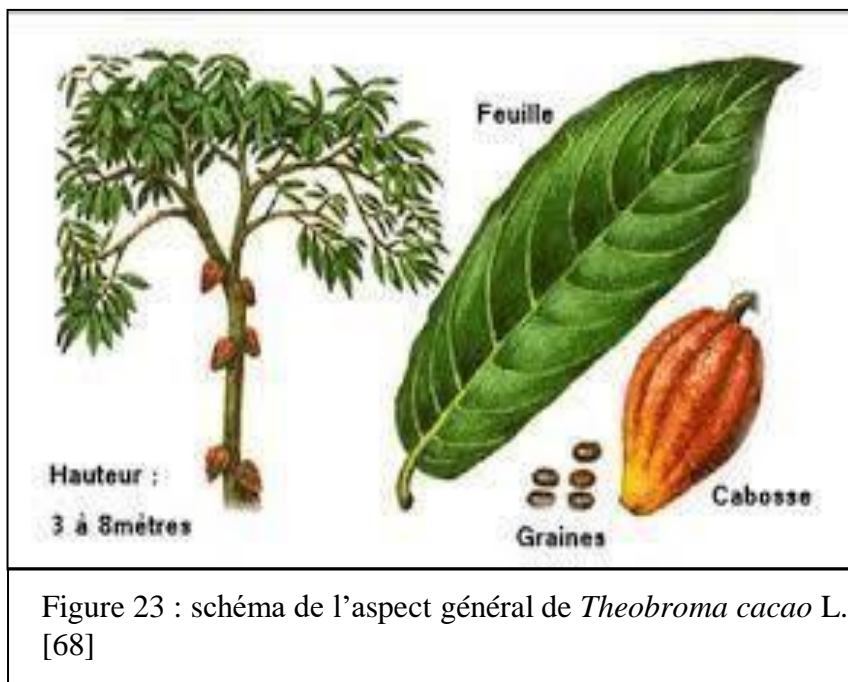


Figure 23 : schéma de l'aspect général de *Theobroma cacao* L. [68]

8.4 La drogue végétale

La drogue est la fève de cacaoyer (Graine). [58]

8.4.1 Drogue entière

La graine du cacaoyer est inscrite à la pharmacopée française dans la révision de la table alphabétique des drogues végétales inscrites à l'IX^{ème} édition datée d'août 1997. Elle appartient à la liste A des plantes médicinales traditionnellement utilisées en allopathie ou en homéopathie. Chaque graine ou fève a une forme d'amande (forme amygdaloïde) et pèse 2 à 3 grammes à l'état frais. Elles mesurent 20 à 30 millimètres de long sur 10 à 15 millimètres de large et 7 à 15 millimètres d'épaisseur [67].



Figure 24 : photographie de la graine de cacaoyer [69].

8.4.2 Drogue pulvérisée

La poudre de cacao fait l'objet d'une définition légale : «les dénominations (cacao en poudre) (poudre de cacao) sont réservées au produit de la pulvérisation, après ou sans dégraissage, de la pâte de cacao, à la condition que le cacao en poudre ou la poudre de cacao obtenu renferment au minimum 18% de beurre de cacao, calculés sur la matière sèche » [67].

Monographies

Obtention

La fabrication du cacao en poudre passe par plusieurs étapes :

- Alcalinisation des fèves avant la torréfaction (avec souvent des carbonates de potassium).
- Séchage et torréfaction dans une machine appelée maturateur.
- Extraction du beurre de cacao : dégraisser partiellement la pâte de cacao, chauffée et soumise à de très fortes pressions pour séparer deux produits : le beurre et le tourteau (partie solide) qui sert de base à la préparation des poudres de cacao
- Blutage des tourteaux : les concasser, les broyer dans des broyeurs à broches pour obtenir une poudre de cacao grossière qui est ensuite affinée dans des moulins à marteaux ou à broches et enfin refroidie et stabilisée à 18-20°C.

Le Mélange : ajout du sucre (68% maximum) et de la vanille (en général). On ajoute parfois un émulsifiant (lécithine, émulsifiants à base de soja ou de jaune d'œuf...) qui facilite encore la dissolution de la poudre dans l'eau ou dans le lait froid. Le mélange obtenu est ensuite tamisé et conditionné pour le commerce. La conservation de la poudre de cacao doit se faire à l'abri de l'humidité, et à une température de 16°C environ [67].

Caractères organoleptiques

Criollo : est le cacao noble, le plus délicat et le plus estimé. Cette variété fournit un Cacao de qualité exceptionnelle, clair tirant sur le pourpre très fin, très aromatique, à saveur douce ne présentant qu'une amertume légère. Il a une faible teneur en tanins [67].

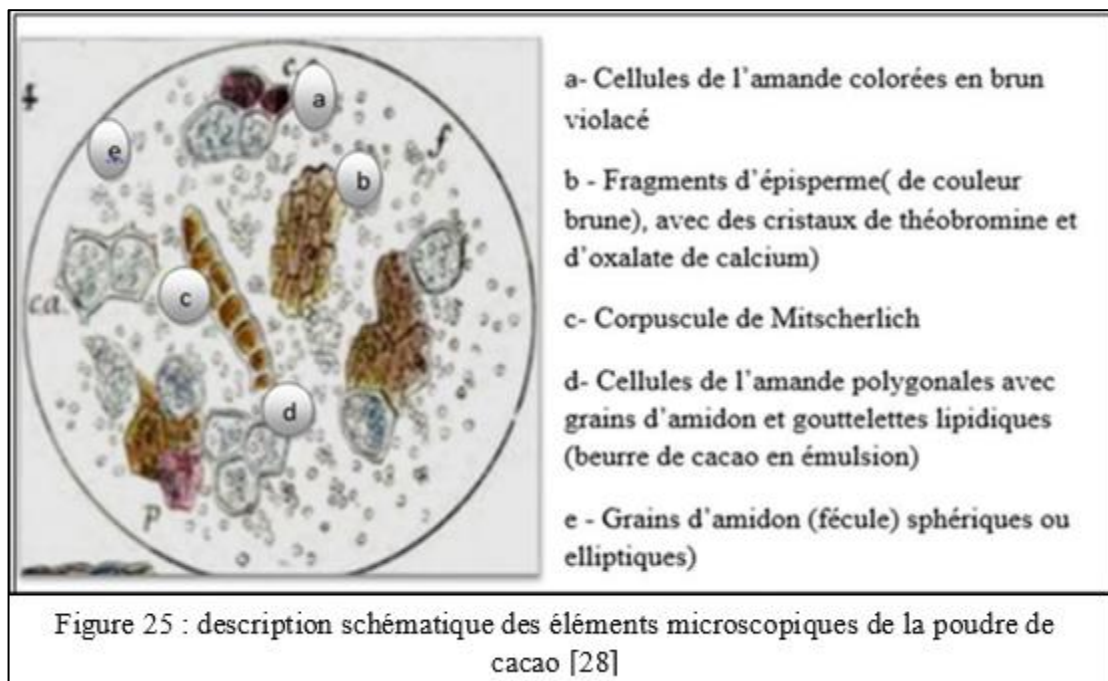
Forastero : cacao de couleur très foncée, presque noire. Son parfum est plus fort et plus amer que celui du Criollo. Il s'agit d'un cacao robuste, au goût très prononcé et très corsé. Sa saveur amère et ses arômes acides sont dus à une teneur en tanins très élevée [67].

Caractères microscopiques

Les poudres commerciales de cacao ne doivent renfermer que les éléments de l'amande qui sont :

- Cellules polygonales renferment de beurre de cacao à l'état d'émulsion.
- Petits granules d'amidon sphériques ou elliptiques.
- Parenchyme renferment des cellules groupées en massifs ou en files, remplies d'une matière colorante d'un brun violet, qui donne à l'amande sa couleur violacée.

Plus des éléments de l'amande on retrouve aussi quelques fragments de spermodermes reconnaissables à la présence des corpuscules de Mitscherlich [28].



8.5 Composition chimique

L'amande de la graine de cacaoyer contient environ 50 % de lipides. Ceux-ci, le (beurre de cacao) sont constitués à 75 % de triacylglycérols symétriques ayant un acide oléique en position 2. La composition en acides gras varie peu selon l'origine géographique, on note la présence de composés phénoliques et oligomères (B1, B2, B5, C1). Les bases puriques sont représentées par la théobromine (majoritaire : 1-3 %) et la caféine (0,05-0,3 %) [58].

8.6 Propriétés pharmacologiques et usages

Propriétés pharmacologiques

-Théobromine : stimulant de système nerveux, vasodilatateur, stimulant cardiaque, diurétique et elle présente un effet cariostatique.

-Caféine : elle a une action stimulante sur le système nerveux centrale, elle diminue les effets de stress, elle augmente les dépenses de l'organisme en matériaux nutritifs [58].

Usages

Le cacao est utilisé comme boisson et en préparation des gâteaux ;

Le cacao produit minceur : Arkogélules fèves de cacao, il s'agit de gélules contenant un extrait sec de cacao, composé à 45,9% de *theobroma cacao*. Chaque gélule contient 200mg d'extrait de cacao riche en polyphénols (80mg). Ce produit a pour but l'élimination des graisses [67].

Le cacao produit cosmétique : Le beurre de cacao est utilisé dans les sticks pour lèvres, plusieurs produits dont le cacao est un principe actif sont utilisés comme crème hydratante, exfoliant, un baume de massage et un savon 100% végétale. Le cacao est aussi présent dans des produits anti rides et gels anti cellulite [70].

8.7 Falsifications

Les falsifications les plus courantes de la poudre de cacao consistent dans l'addition de matières amylacées : farine de maïs, fécule de pommes de terre, glands de chêne pulvérisés. Ces falsifications grossières se reconnaissent aisément au microscope, car les grains d'amidon de cacao sont très petits (4 à 8 millièmes de millimètres), et leur forme et leurs caractères ne permettent en aucune façon de les confondre avec les matières féculentes employées à cette fraude [28].

1 Matériel

1.1 Matériel végétal

L'étude prévue devait porter sur huit (08) poudres alimentaires végétales : cinq (05) épices (citées ci-après), la farine du blé, le cacao et le café, mais ces trois dernières ont été éliminées faute de temps. Nous avons choisi ces poudres pour diverses raisons :

- Leur large consommation chez la population algérienne ;
- Leur origine : elles sont presque toutes des denrées exotiques importées, donc pourraient être sujettes à des anomalies de qualité ;
- Leur coût relativement élevé (exemple du safran excessivement onéreux) les rendant une cible potentielle des falsifications et du fraude.

Les cinq épices retenues pour l'étude sont :

- Le gingembre
- Le curcuma
- Le safran
- Le poivre noir
- La cannelle

Pour chaque épice, nous avons acheté cinq échantillons moulus de 30 gramme provenant de différents magasins et épiceries dans la ville de Tizi-Ouzou et de Draa Ben Khedda.

L'analyse a été faite au niveau du laboratoire de botanique médicale de la faculté de médecine de Tizi- Ouzou, pendant la période allant du 15/01/2020 au 05/03/2020.

1.2 Matériel pour le control botanique

Réactifs

- Réactif de Gazet du Chatelier. (Voir la préparation dans l'annexe I)
- Eau distillée.

Appareillage

- Microscope optique biloculaire
- Loupe biloculaire

Matériels et méthodes

- Briquet
- Appareil photo

Verreries

- Verre de montre.
- Pince.
- Epingle.
- Lames et lamelles.

1.3 Matérielle pour le contrôle physico- chimique Appareillage

- Balance analytique
- Etuve

Verreries

- Verre de montre.
- Coupelle en porcelaine.
- Spatule.
- Epingle.

2 Méthodes

Dans ce travail, et en fonction des moyens disponibles, nous avons prévu de contrôler quelques paramètres de qualité des poudres alimentaires choisies, pour se faire nous avons suivi les étapes suivantes :

- Echantillonnage ;
- Identification botanique : examen organoleptique, macroscopique et microscopique ;
- Analyse physico-chimique : taux d'humidité, teneur en matières étrangères et taux de cendre
- Analyse microbiologique (recherche de quelques germes pathogènes, moisissures et levures).

Cependant, et vu le manque de moyens et du fait des circonstances exceptionnelles de l'année en cours liées à la pandémie Covid-19, certains paramètres n'ont pas pu être étudiés à savoir : le taux de cendre et le contrôle microbiologique.

2.1 Echantillonnage

Pour chaque spécialité d'épices, trois échantillons parmi les cinq appartiennent à des marques commerciales vendues en conditionnement unitaire de 30 gramme, et les deux autres sont commercialisés en vrac. Nous avons procédé à un échantillon unitaire pris d'une façon aléatoire, à partir duquel nous avons effectué un prélèvement homogène et représentatif, avec un matériel propre et sec, dans un milieu non exposé à l'humidité.

2.1.1 Étiquetage des échantillons

Nous avons mentionné :

- Le nom de l'épice ;
- La date de l'échantillonnage ;
- Le code de l'échantillon (pour garder le nom de marque en anonyme, nous avons attribué le numéro 1 et 2 pour les deux échantillons issus d'épices vendues en vrac ; et le numéro 3, 4 et 5 pour les trois échantillons issus d'épices vendues sous un nom commercial).



2.2 Identification botanique

2.2.1 Examen organoleptique

Apprécié par les divers sens, il concerne l'aspect, couleur, l'odeur, saveur et le toucher.

2.2.2 Etude macroscopique

Faite à l'œil nu et à la loupe biloculaire, pour déceler d'éventuelle présence de corps étrangers.

2.2.3 Examen microscopique

Permet d'observer et de mettre en évidence les constituants de la poudre, surtout ceux qui sont caractéristiques et de chercher d'éventuelle présence d'éléments étrangers témoignant d'une contamination ou falsification.

Préparation des lames

La préparation des lames à observer au microscope est pratiquée selon le protocole suivant :

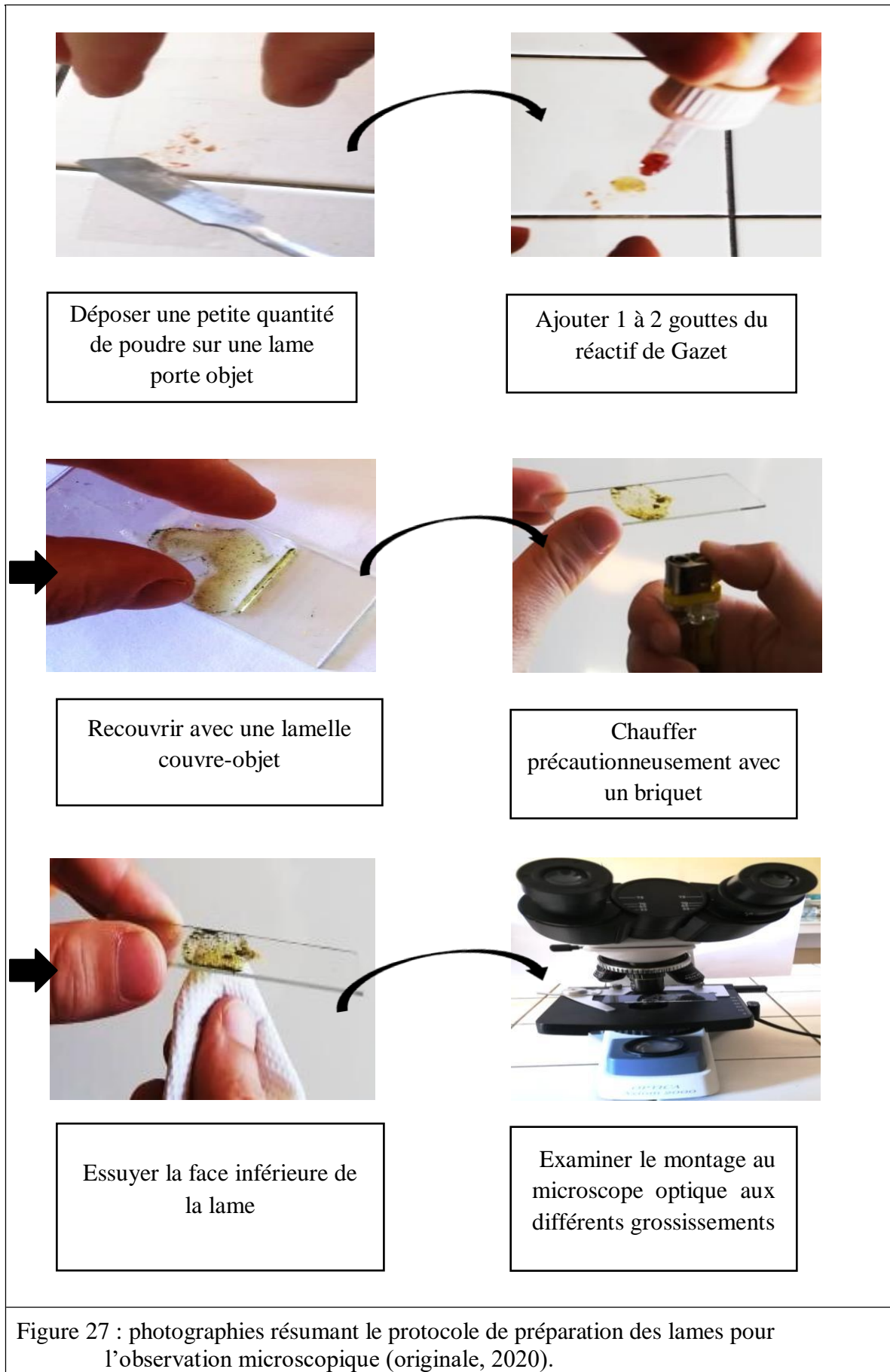
Matériels et méthodes

- Prélever une petite quantité de poudre à l'aide de spatule et la déposer sur une lame porte objet.
- Ajouter 1 à 2 gouttes du réactif de Gazet (réactif universel) ;
- Recouvrir avec une lamelle et appuyer légèrement pour homogénéiser la préparation ;
- Chauffer précautionneusement et à de nombreuses reprises la face inférieure de la lame jusqu'à ébullition (le chauffage permet d'éclaircir les différents tissus et cellules et donc d'avoir une meilleure observation) ;
- Essuyer la face inférieure de la lame à l'aide d'un papier essuie-tout et la laisser refroidir ;
- Examiner le montage au microscope optique d'abord au grossissement (10×4 et 10×10) pour avoir une idée sur l'allure générale de la poudre et repérer plus facilement les différents éléments, ensuite au grossissement (10×40) afin de visualiser les détails de chaque structure [30].

Intérêt de la coloration par le réactif de Gazet

Le réactif de Gazet colore :

- Les éléments lignifiés (vaisseaux du bois, fibres, cellules scléreuses et certains poils) en jaune-vert très clair.
- Les éléments subérifiés en rouge brun (soudan III).
- Les lipides, huiles essentielles, résines et latex en rouge orangé (soudan III).
- L'amidon en violet, bleu foncé à noir sous l'influence de l'iode [16].



2.3 Analyse physico-chimique

2.3.1 Taux d'humidité

Pratiquer selon la méthode officielle de l'association internationale : *Association of Official Agricultural Chemists* (AOAC 925.10), à la limite des moyens disponible.

2.3.1.1 Principe

Evaporation totale de l'eau présente dans l'échantillon, par séchage à une température de 150 C° pendant 4 heures.

2.3.1.2 Mode opératoire

La détermination de taux d'humidité se fait selon les étapes suivantes :

- Peser une coupelle vide, préalablement nettoyée et séchée, et soit M0 sa masse.
- Peser 5 g d'échantillon dans la coupelle, et soit M1 la masse de l'ensemble (coupelle + prise d'essai).
- Mettre l'ensemble (coupelle + prise d'essai) dans l'étuve à température de 150 C° pendant 4 heures.
- Faire sortir la prise d'essai de l'étuve et la laisser refroidir.
- Peser à nouveau l'ensemble (coupelle + prise d'essai) et soit M2 sa masse.

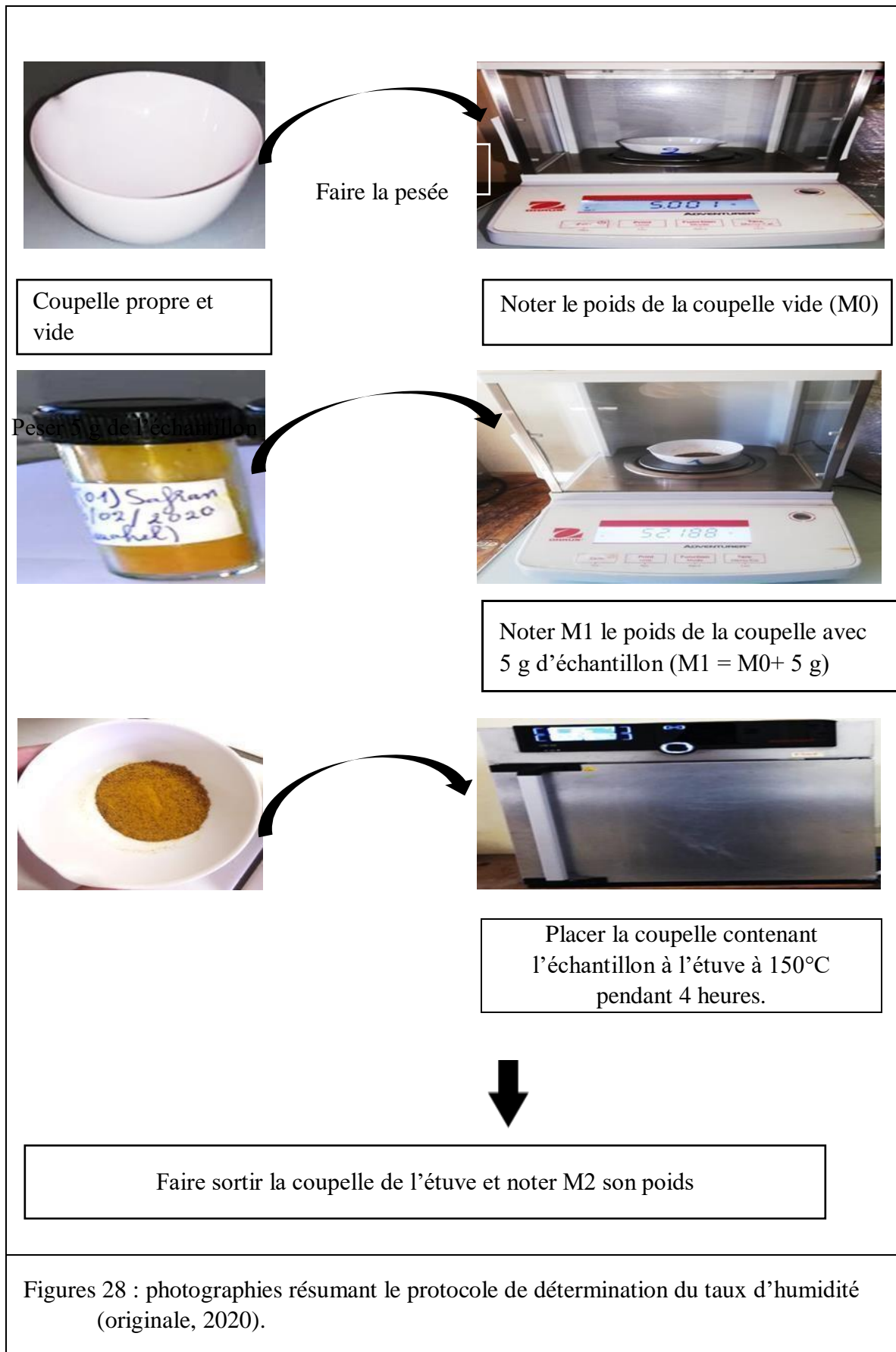
2.3.1.3 Expression des résultats

Le taux d'humidité est calculé par la formule suivante :

$$TH = \frac{(M1 - M2) \times 100}{(M1 - M0)}$$

Où :

- TH : taux d'humidité en pourcentage massique ;
- M0 : la masse de la coupelle vide en gramme ;
- M1 : la masse de l'ensemble (coupelle + prise d'essai) avant séchage en grammes ;
- M2 : la masse de l'ensemble (coupelle + prise d'essais) après séchage en gramme.



2.3.2 Détermination de la teneur en matières étrangères

Pratiquer conformément à la méthode officielle de la Norme Algérienne (NA.720).

2.3.2.1 Principe

Séparation physique des matières étrangères présentes dans une prise d'essai et les peser.

2.3.2.2 Mode opératoire

La détermination de matière étrangère est pratiquée selon le protocole suivant :

- Peser 1 g environ de l'échantillon ;
- Séparer les matières étrangères de la prise d'essai les transférer dans un verre de montre préalablement séché et pesé.

2.3.2.3 Expression des résultats

La teneur en matières étrangères exprimée en pourcentage de masse est égale à :

$$ME = \frac{(M2 - M1) \times 100}{M0}$$

Où :

ME : teneur en matières étrangères en pourcentage massique.

M0 : masse en gramme de la prise d'essai.

M1 : masse en gramme de verre de montre.

M2 : masse en gramme de verre de montre contenant les matières étrangères.

3 Références et spécification utilisées pour le contrôle de la poudre de cannelle

Le tableau ci-dessous résume les spécifications exigées pour la poudre de cannelle selon les différentes références nationales et/ou internationales

Tableau III : références et spécifications utilisées pour le contrôle botanique et physicochimique de la poudre de cannelle.

Références et spécification		Références	spécification
Paramètres analysés			
Emballage		Association Européenne Des Epices	-Ne doit pas être une source de contamination, doit être autorisé pour le contact alimentaire et préserver les qualités du produit
Etiquetage		Décret exécutif n° 13- 378, chapitre 3, section 2, article 12 de la loi Algérienne.	<ul style="list-style-type: none"> - Détermination de vente. - La quantité nette du produit. - Numéro de lot -La date de conditionnement. - La date de durabilité minimale ou la date limite de consommation. - Les conditions particulières de conservations. - La marque déposée et l'adresse du conditionneur.
Contrôle Botanique	Contrôle organoleptique	Teuscheret <i>al</i> , 2005)	<ul style="list-style-type: none"> - Couleur : beige fauve voire brun-rouge - Odeur : agréable, très aromatique et fine - Saveur : aromatique
	Contrôle microscopique	Pharmacopée Européenne, Betty P. Jackson, 1990	<ul style="list-style-type: none"> -De groupes de cellules scléreuses arrondies. -De nombreuses fibres incolores. -De petits cristaux aciculaires d'oxalate de calcium. -Des cellules huileuses à parois minces. -Des granules d'amidon abondants.

Suite du tableau III

Contrôle physico-chimique	Matières étrangères	ESA	Max 1%
	Taux d'humidité	ESA	MAX 14 %

4 Références et spécifications utilisées pour le contrôle de la poudre du gingembre

Le tableau ci-dessous résume les spécifications exigées pour la poudre du gingembre selon les différentes références nationales et/ou internationales.

Tableau IV : références et spécifications utilisées pour le contrôle botanique et physicochimique de la poudre du gingembre.

Références et spécification		Références	Spécifications
Paramètres analysés			
Emballage		Papier Kraft	Pharmacopée européenne VI édition
Étiquetage		Décret exécutif n° 13- 378, chapitre 3, section 2, article 12 de la loi Algérienne.	Idem (voir tableau III)
Contrôle botanique	Contrôle organoleptique	Egon Stahl et al, 1975	- Couleur : gris jaunâtre - Odeur : aromatique - Saveur : chaude, piquante et aromatique
	Contrôle microscopique	Teuscher et al, 2005	-Des grains d'amidon en forme de goutte. - Des fragments de parenchyme. - Cellules à essences jaunes. -Des vaisseaux scalariformes et réticulés. - Des fibres cloisonnées et dentées.

Suite du tableau IV

Contrôle physico-chimique	Matières étrangères	ISO-1003	Max 2%
	Taux d'humidité	ISO-939	Max 12 %

5 Références et spécifications utilisées pour le contrôle de la poudre du curcuma

Le tableau ci-dessous résume les spécifications exigées pour la poudre du curcuma selon les différentes références nationales et/ou internationales.

Tableau V : références et spécifications utilisées pour le contrôle botanique et physicochimique de la poudre du curcuma.

Paramètres analysés		Références et spécification	Références	Spécifications
Emballage			Papier Kraft	Pharmacopée européenne VI édition
Etiquetage			Décret exécutif n° 13-378, chapitre 3, section 2, article 12 de la loi Algérienne.	Idem (voir tableau III)
Contrôle Botanique	Contrôle organoleptique		Teuscher et al, 2005	- Couleur : jaune vive à jaune brune. - Odeur : douce épicée, légèrement brûlante évoquant le gingembre. - Saveur : fortement aromatique, épicée et un peu piquante.
	Contrôle microscopique		Homobourger, 2010	- Grains d'amidon : sous forme de bouteilles avec un petit hile ponctuel excentré. (voir photo) - Masses granuleuses jeune vives de grandes tailles - Cellules parenchymateuses : grandes, abondantes, remplies d'amidon gélatinisé et des masses granuleuses de couleur jaune vive.

Suit du tableau V

Contrôle physico-chimique	Matières étrangères	Association Européenne Des Epices	Max 1%
	Taux d'humidité	Association Européenne Des Epices	Max 10%

6 Références et spécifications utilisées pour le contrôle de la poudre du safran

Le tableau ci-dessous résume les spécifications exigées pour la poudre du safran selon les différentes références nationales et/ou internationales.

Tableau VI : références et spécifications utilisées pour le contrôle botanique et physicochimique de la poudre du safran

Références et spécification		Références	Spécification
Paramètres analysés			
Emballage		Association Européenne Des Epices	-Ne doit pas être une source de contamination, doit être autorisé pour le contact alimentaire et préserver les qualités du produit pendant le transport et le stockage
Etiquetage		Décret exécutif n° 13- 378, chapitre 3, section 2, article 12 de la loi Algérienne.	Idem (voir tableau III)
Contrôle botanique	Contrôle organoleptique	Teuscher Eberhard, 2005	<ul style="list-style-type: none"> - Couleur : rouge-orangé foncé ; lorsqu'elle est plongée dans l'eau, elle la colore en jaune. - Odeur : forte, aromatique. - Saveur : épicée, légèrement amère et piquante.
	Contrôle microscopique	Teuscher Eberhard, 2005	<ul style="list-style-type: none"> -Cellules parenchymateuses à parois minces, allongées, sinueuses, remplies d'un pigment rouge orangé. -Cellules épidermiques qui se terminent par des papilles allongées, prenant la forme d'un poil.

Suit du tableau VI

Contrôle botanique	Contrôle microscopique	Teuscher Eberhard, 2005	Grain de pollen de grande taille arrondi, à membrane épaisse, lisse avec une exine finement criblée, dépourvue de protubérances.
Contrôle physico-chimique	Corps étrangers	Codex Alimentarius (Normes pour le safran de 21-25/01/2019).	Max 1.0 %
	Taux d'humidité	le Code Alimentarius (Normes pour le safran de 21-25/01/2019).	Max 10.0%.

7 Références et spécifications utilisées pour le contrôle de la poudre du poivre noir

Le tableau ci-dessous résume les spécifications exigées pour la poudre du poivre noir selon les différentes références nationales et/ou internationales

Tableau VII : références et spécifications utilisées pour le contrôle botanique et physicochimique de la poudre du poivre noir.

Références et spécifications		Références	spécification
Paramètres analysés			
Emballage		NF32-075	Papier Kraft ou autre en verre hermétique propre
Étiquetage		Décret exécutif n° 13- 378, chapitre 3, section 2, article 12 de la loi Algérienne.	Idem (voir tableau III)
Contrôle botanique	Contrôle organoleptique	Betty et Derek, 1990	-Couleur : grise plus au moins foncée avec des taches noires. -Odeur : aromatique et sternutatoire. - Saveur : chaude très piquante.
	Contrôle microscopique	Teuscher et al, 2005	- Des cellules épidermiques au contenu brun. - Des cellules scléreuses canaliculées au contenu résineux.

Suit du tableau VII

Contrôle botanique	Contrôle microscopique	Teuscher et al, 2005	- Des cellules scléreuses épaisses en U -Des cellules remplies d'amidon de péricarpe
Contrôle physico-chimique	Matières étrangères	IPC	Max 2 %
	Taux d'humidité	IPC	Max 14%

1 Contrôle de qualité de la poudre de cannelle

-Nom scientifique : *Cinnamomum zeylanicum* Nées.

-Forme du produit: poudre

-Partie utilisée : l'écorce

1.1 Résultats de l'analyse botanique et physicochimique

Les résultats de l'analyse des différents paramètres de qualité des cinq échantillons de cannelle (selon les références suscités) sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau VIII : résultats du contrôle botanique et physicochimique des échantillons de la cannelle analysés.

Paramètres analysés		Numéro de l'échantillon		1	2	3	4	5
		1	2	3	4	5		
Emballage		En vrac	En vrac	Sachet en plastique	Sachet en plastique	Sachet en plastique	Sachet en plastique	Sachet en plastique
Etiquetage		/	/	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
Contrôle botanique	Caractères organoleptiques	Conforme	Conforme	saveur et odeur de henné	odeur et saveur rance	Conforme	Conforme	Conforme
	Eléments caractéristiques	Visualisés	Visualisés	Visualisés	Visualisés	Visualisés	Visualisés	Visualisés
	Eléments étrangers	Non visualisé	Non visualisé	visualisé (présence des vaisseaux abondants)	Non visualisé	Non visualisé	Non visualisé	Non visualisé

Résultats

Suit du tableau VIII

Contrôle physicochimique	Matières étrangères % (m/m)	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
	Taux d'humidité % (m/m)	36%	14.35%	15%	13 %	13%

Les figures 29 et 30 ci-après représentent respectivement l'aspect macroscopique de la poudre du poivre noir et l'aspect microscopique mettant en évidence quelques éléments caractéristiques.



Figure 29 : photographies des aspects macroscopique de la poudre de cannelle (originale, 2020)

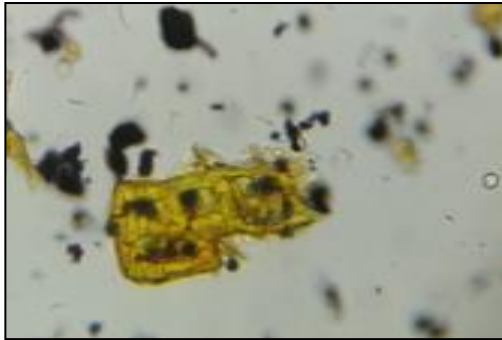


Photo a : cellules scléreuses observés au MO au GR 40x10. (Originale, 2020)

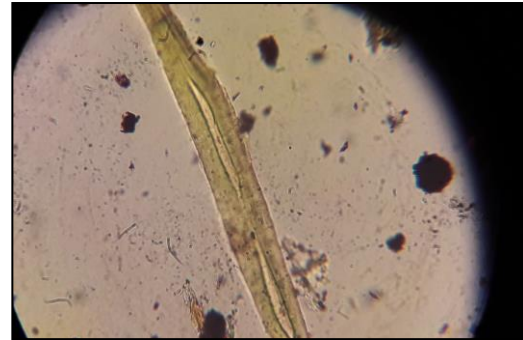


Photo b : fibre à lumen étroit et paroi épaisse observée au MO au GR 40x10. (Originale, 2020)

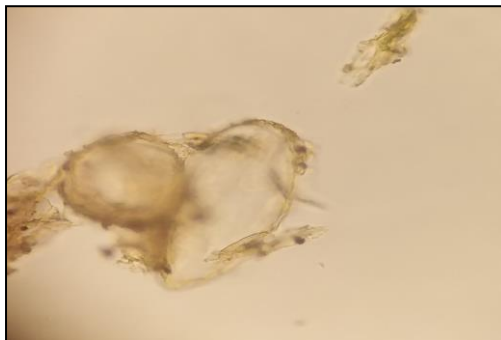


Photo c : cellule à essence observée au MO au GR 40x10. (Originale, 2020)

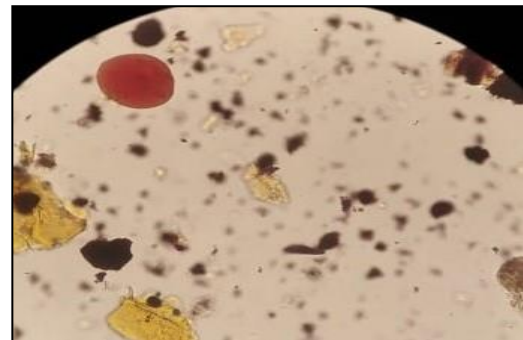


Photo d : gouttelette huileuse observée au MO au GR 40x10. (Originale, 2020)

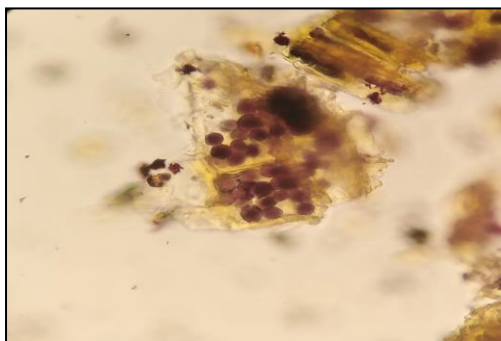


Photo e : cellules parenchymateuses avec grains d'amidon observé au MO au GR 4040x10. (Originale, 2020)

Figure 30 : photographies des éléments microscopiques de la poudre de cannelle (originale, 2020)

2 Contrôle de qualité de la poudre de gingembre

- Nom scientifique : *Zingiber officinale* R.

- Partie utilisée : le rhizome

- Forme du produit : poudre

2.1 Résultats de l'analyse botanique et physicochimique

Les résultats de l'analyse des différents paramètres de qualité des cinq échantillons de gingembre (selon les références suscitées) sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau IX : résultats du contrôle botanique et physicochimique des échantillons de gingembre analysés

Numéro de l'échantillon		1	2	3	4	5
Paramètres analysés						
Emballage		En vrac	En vrac	Sachet en plastique	Sachet en plastique	Sachet en plastique
Etiquetage		/	/	conforme	Conditions de conservatio-ns non mentionnées	conforme
Contrôle botanique	Caractères organoleptique	conforme	conforme	Absence de l'odeur caractéristique	Odeur moisie	conforme
	Éléments caractéristiques	Visualisés	Visualisés	Visualisés	Visualisés	Visualisés
	éléments étrangers	Non visualisés	Non visualisés	Non visualisés	Non visualisés	Non visualisés

Résultats

Contrôle physicochimique	Matières étrangères % (m/m)	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
	Taux d'humidité % (m/m)	12.68%	13.9%	11.68%	10.66%	13.56%

Les figures 31 et 32 ci-après représentent respectivement l'aspect macroscopique de la poudre de gingembre et l'aspect microscopique mettant en évidence quelques éléments caractéristiques.



Figure 31 : photographie de l'aspect macroscopique de la poudre de gingembre (originale, 2020)

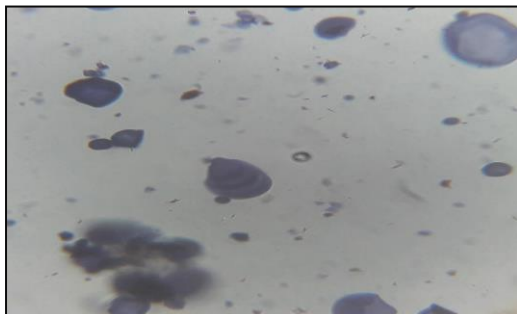


Photo a : grain d'amidon en forme de goutte observé au MO au GR 40 \times 10 (originale, 2020)



Photo b : fibre cloisonnée et dentée observée au MO au GR 40 \times 10 (originale, 2020)

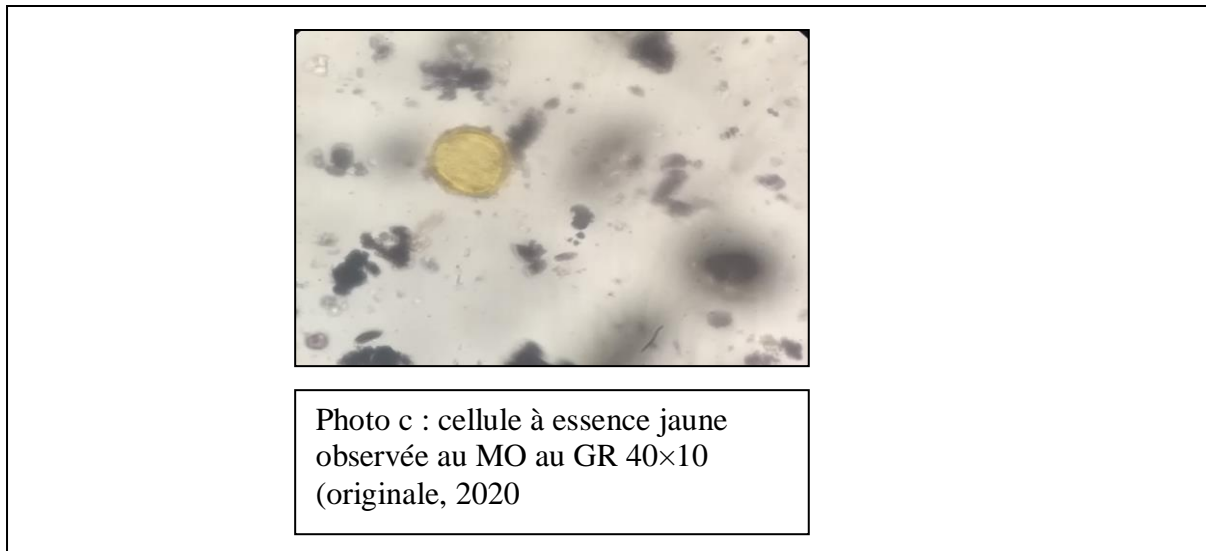


Figure 32 : photographies des éléments microscopiques caractéristiques de la poudre du gingembre (photos originales 2020)

3 Contrôle de qualité de la poudre du curcuma

Nom scientifique : *Curcuma longa* L.

Partie utilisée : rhizome

Forme du produit : poudre

3.1 Résultats de l'analyse botanique et physicochimique

Les résultats de l'analyse des différents paramètres de qualité des cinq échantillons du curcuma (selon les références suscités) sont représentés dans le tableau suivant.

Résultats

Tableau X : résultats du contrôle botanique et physicochimique des échantillons du curcuma analysés.

Numéro de l'échantillon		1	2	3	4	5
Paramètres analysés						
Emballage		En vrac	En vrac	Sachet en plastique	Sachet en plastique	Sachet en plastique
Etiquetage		/	/	conditions de conservations non mentionnées		numéro de lot non mentionné
Contrôle botanique	Caractères organoleptiques	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
	Éléments caractéristiques	Visualisés	Visualisés	Visualisés	Visualisés	Visualisés
	éléments étrangers	Non visualisés	Non visualisés	Non visualisés	Non visualisés	Non visualisés
Contrôle physicochimique	Matières étrangères % (m/m)	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
	Taux d'humidité % (m/m)	15.54% Non conforme	14.58% Non conforme	8.6% conforme	15.28% Non conforme	13.4% Non conforme

Les figures 33 et 34 ci-après représentent respectivement l'aspect macroscopique de la poudre du curcuma et l'aspect microscopique mettant en évidence quelques éléments caractéristiques.



Photo a : échantillon N 1



Photo b : échantillon N 2



Photo c : échantillon N 3

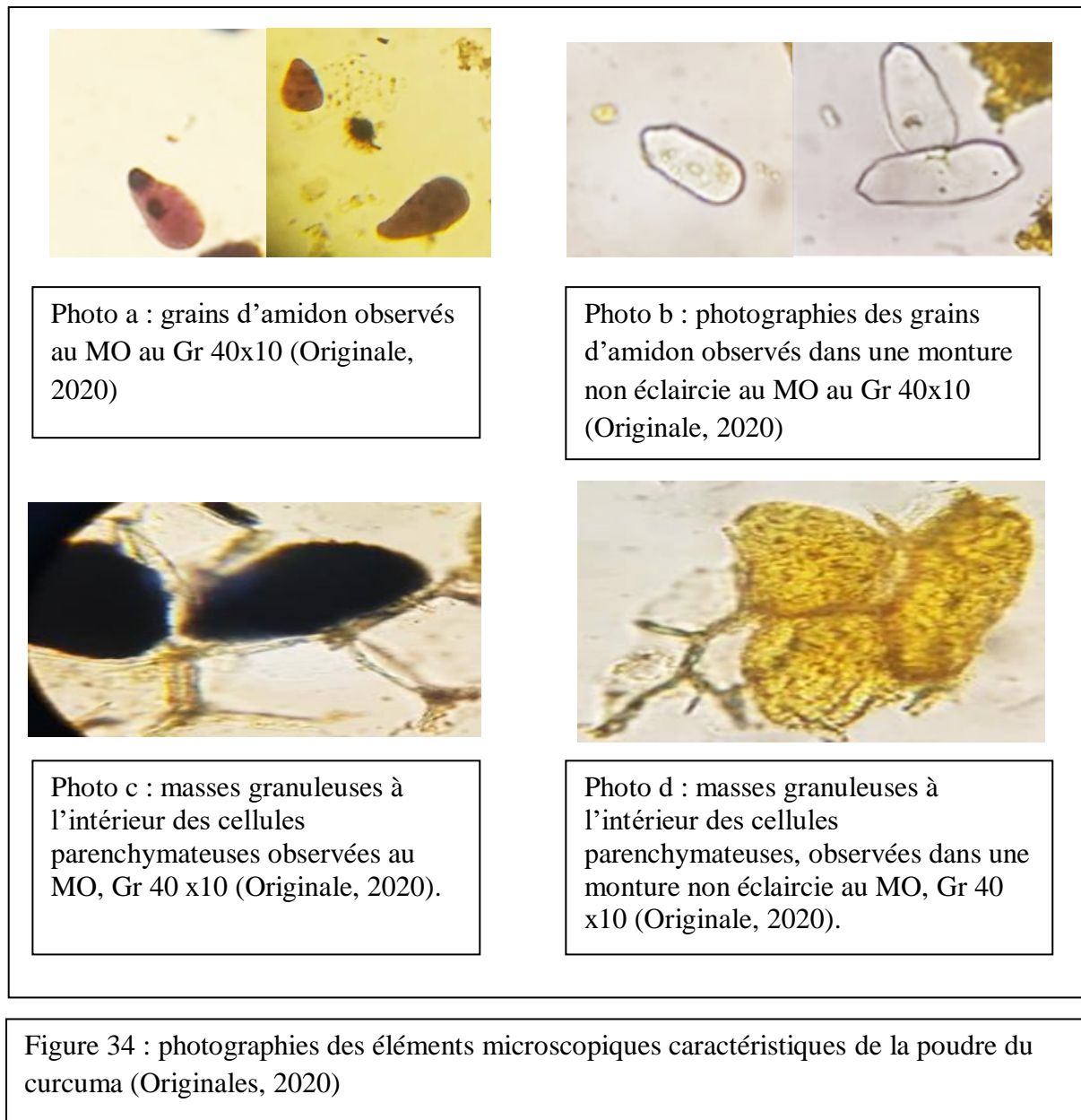


Photo d : échantillon N 4



Photo e : échantillon N 5

Figure 33 : photographies des aspects macroscopiques de la poudre du curcuma (Originale, 2020)



4 Contrôle de qualité de la poudre du safran

Nom scientifique : *Crocus sativus* L.

Partie utilisée : les stigmates

Forme du produit : poudre

4.1 Résultats de l'analyse botanique et physicochimique

Les résultats de l'analyse des différents paramètres de qualité des cinq échantillons du safran (selon les références suscités) sont représentés dans le tableau suivant.

Tableau XI : résultats du contrôle botanique et physicochimique des échantillons du safran analysés.

Numéro de l'échantillon		1	2	3	4	5
Paramètres analysés						
Emballage		En vrac	En vrac	Sachet en plastique	Sachet en plastique	Sachet en plastique
Etiquetage		/	/	Conforme	Conforme	Numéro de lot non mentionné
Contrôle botanique	Caractères organoleptiques	Couleur, odeur et saveur rappellent celles du <i>Curcuma</i>	Couleur, odeur et saveur rappellent celles du <i>Curcuma</i>	Couleur jaune orangé, odeur et saveur rappellent celles des graminées et du <i>Curcuma</i>	Couleur, odeur et saveur rappellent celles du <i>Curcuma</i>	Couleur jaune, saveur et odeur rappellent celles du seigle
	Eléments caractéristiques	Aucun élément visualisé	Aucun élément visualisé	Aucun élément visualisé	Aucun élément visualisé	Aucun élément visualisé
	Eléments étrangers	Plusieurs éléments visualisés (voir les détails ci-dessous)	plusieurs éléments visualisés (voir les détails ci-dessous)	Plusieurs éléments visualisés (voir les détails ci-dessous)	Plusieurs éléments visualisés (voir les détails ci-dessous)	Plusieurs éléments visualisés (voir les détails ci-dessous)

Résultats

Les éléments étrangers visualisés dans les échantillons analysés sont les suivants :

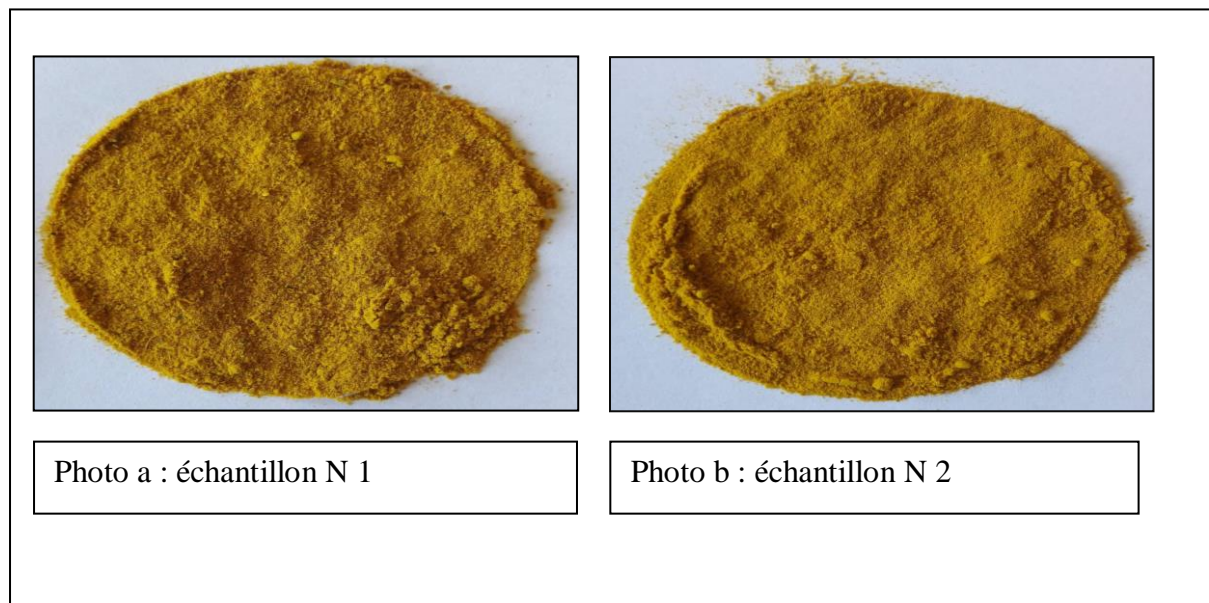
Echantillons numéro 1, 2 et 4 :

- Eléments caractéristiques de la poudre de Curcuma en abondance (voir photo)
- Fragments de vaisseaux épaissis en spirale. (voir photo)
- Fragments des vaisseaux rayés. (voir photo)

Echantillons numéro 3 et 5 :

- Grains d'amidon des graminées, probablement de blé.(voir photo)
- Grains d'amidon des Zingibéracées, probablement de curcuma. (voir photo)
- Eléments caractéristiques du curcuma.
- Fragments de vaisseaux rayés.
- Cellules amylières. (voir photo)
- Cellules à glutens. (voir photo)
- un poile tecteur dans l'échantillon 3.
- un autre type de grains d'amidon, très probablement du seigle, dans l'échantillon 5.

Les figures 35 et 36 ci-après représentent respectivement l'aspect macroscopique de la poudre du safran et l'aspect microscopique mettant en évidence quelques éléments caractéristiques.



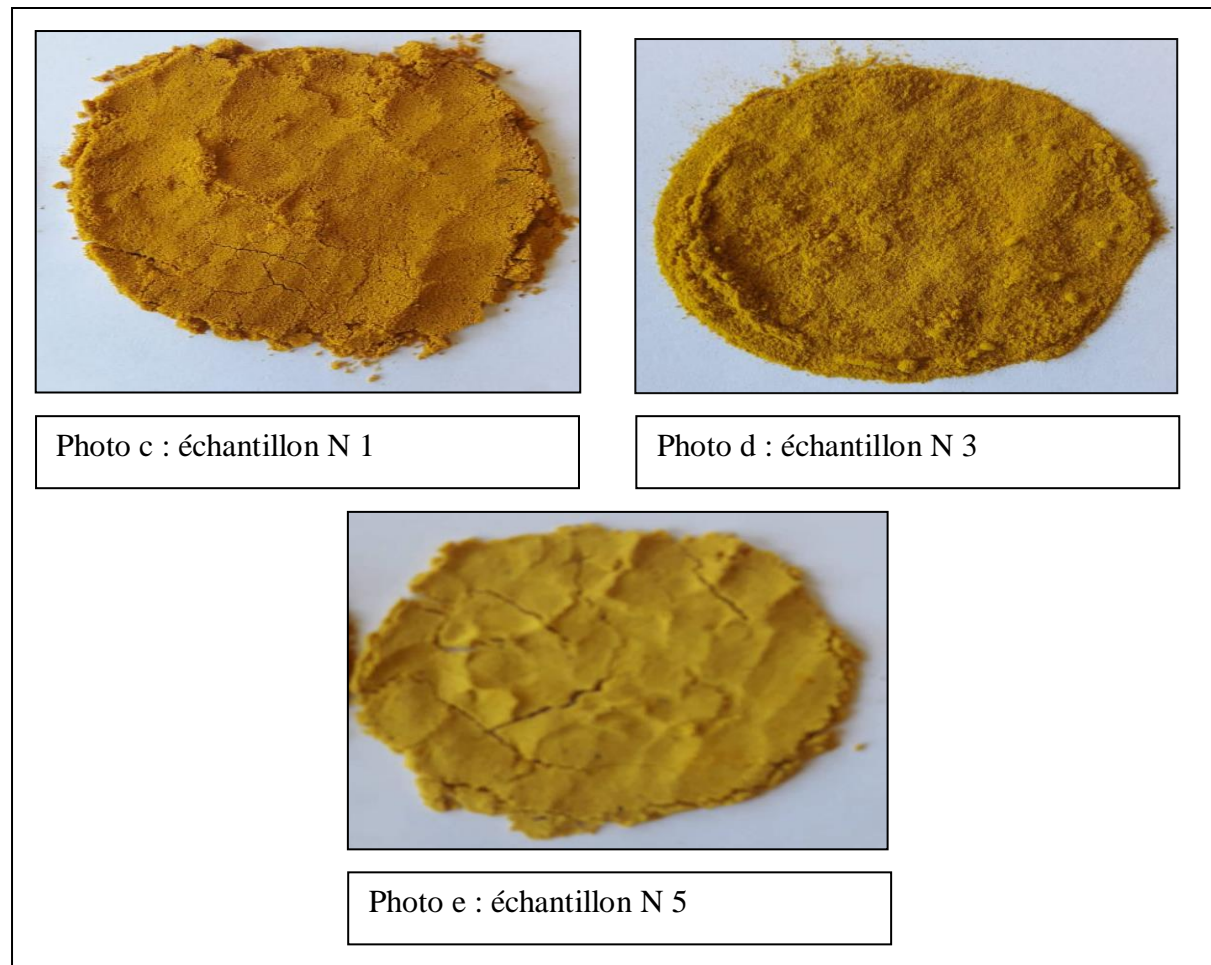
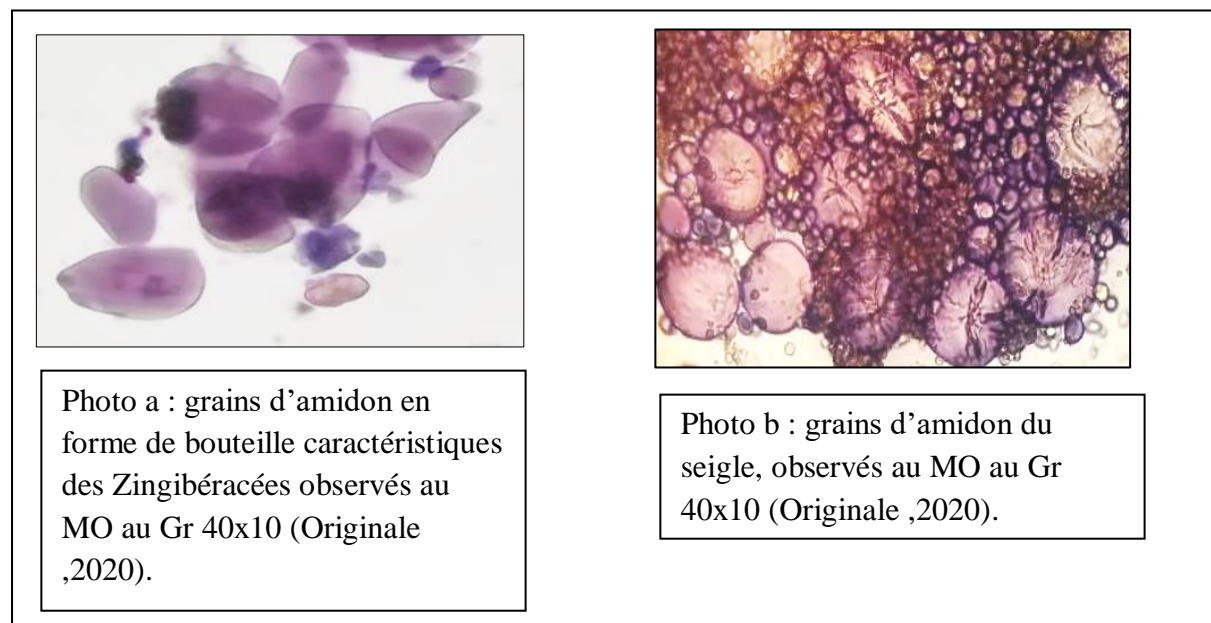


Figure 35 : photographies des aspects macroscopiques de la poudre du safran (photos originales 2020)



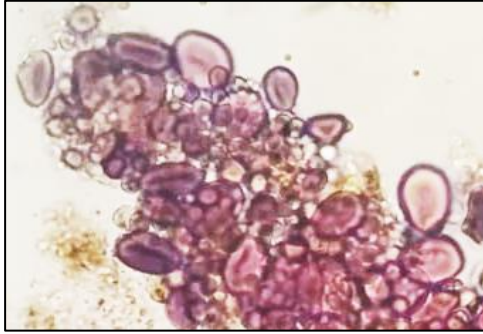


Photo c : grains d'amidon du blé observés au MO au Gr 40x10 (Originale, 2020).



Photo d : grains d'amidon des graminées observés au MO au Gr 40x10 (Originale, 2020).



Photo e : cellules amylières observées dans une monture non éclaircie, au MO au Gr 40x10 (Originale, 2020).

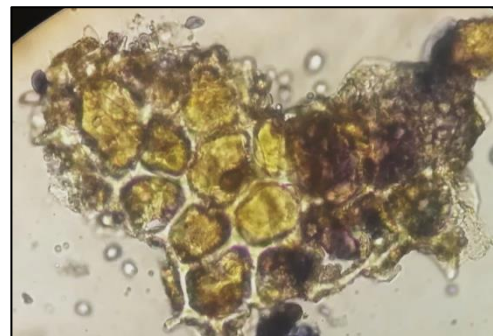


Photo f : cellules à gluten, observées au MO au Gr 40x10 (Originale, 2020).

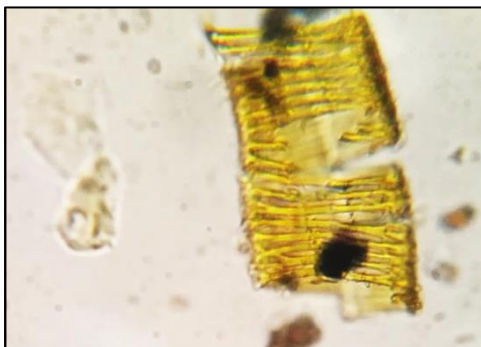
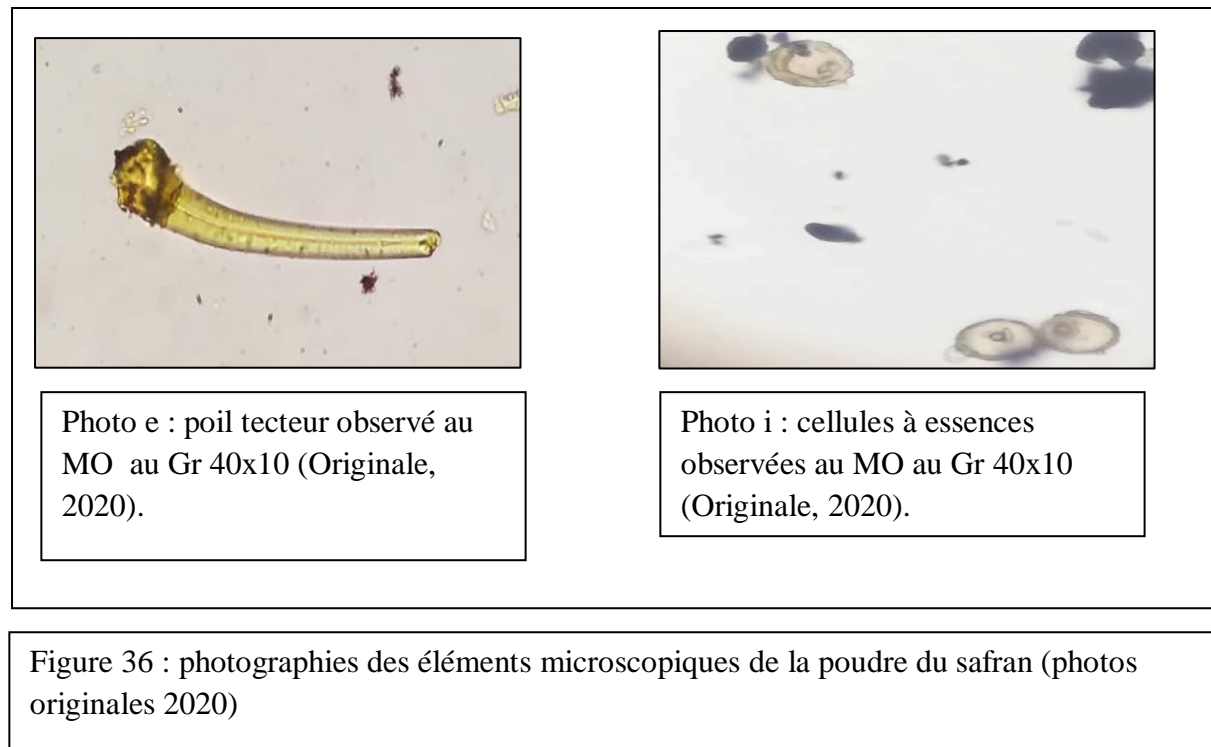


Photo g : vaisseau rayé observé au MO au Gr 40x10 (Originale, 2020).



Photo h : vaisseau réticulé et épaissi observé au MO au Gr 40x10 (Originale, 2020).



5 Contrôle de qualité de la poudre du poivre noir

Nom scientifique : *Piper nigrum* L.

Partie utilisée : fruit

Forme du produit : poudre

5.1 Résultats d'analyse botanique et physicochimique

Les résultats de l'analyse des différents paramètres de qualité des cinq échantillons du poivre noir (selon les références suscitées) sont représentés dans le tableau suivant.

Résultats

Tableau XII : résultats du contrôle botanique et physicochimique des échantillons de poivre noir analysés.

Numéro de l'échantillon		1	2	3	4	5
Paramètres analysés						
Emballage		En vrac	En vrac	Sachet en plastique	Sachet en plastique	Sachet en plastique
Etiquetage		/	/	Conforme	Conforme	Conforme
Contrôle botanique	Caractères organoleptiques	Absence de l'odeur aromatique	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
	Eléments caractéristiques	visualisés	visualisés	visualisés	visualisés	visualisés
	éléments étrangers	Non visualisés	Non visualisés	Non visualisés	Non visualisés	Non visualisés
Contrôle physicochimique	Matières étrangères % (m/m)	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
	Taux d'humidité % (m/m)	8.92% Conforme	9.1% Conforme	9.82% Conforme	9.5% Conforme	9.26% Conforme

Résultats

Les figures 37 et 38 ci-après représentent respectivement l'aspect macroscopique de la poudre du poivre noir et l'aspect microscopique mettant en évidence quelques éléments caractéristiques.



Figure 37 : photographie de l'aspect macroscopique du poivre noir (Originale, 2020)

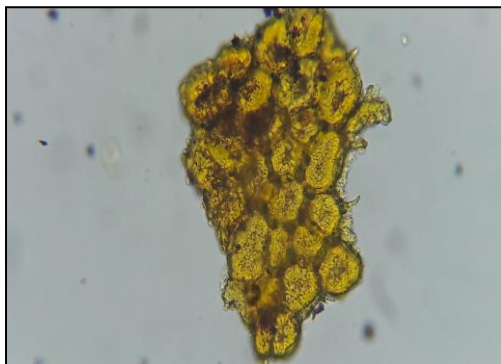


Photo a : cellules scléreuses canalicules de l'épicarpe observées au MO au GR 40x10. (Originale, 2020).



Photo b : cellules scléreuses de l'endocarpe observé au MO au GR 40x10. (Originale, 2020).



Photo c : cellules de l'épiderme observé au MO au GR 40x10. (Originale, 2020)

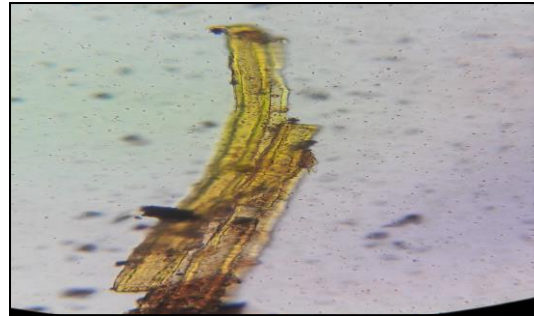


Photo d : fibres sclerifiées provenant du pédoncule observé au MO au GR 40x10. (Originale, 2020)

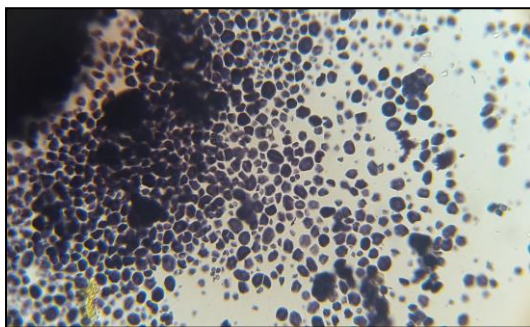


Photo h : grains d'amidon provenant du périsperme observés au MO au GR 40 x10 (Originale, 2020)



Photo e : cellules du mésocarpe entourant une cellule huileuse observé au MO au GR 40x10. (Originale, 2020)



Photo f : cellules parenchymateuses (probablement du périsperme) observé au MO au GR 40 x10 (Originale, 2020)



Photo g : cellules parenchymateuse (probablement du mésocarpe) observé au MO au GR 40 x10 (Originale, 2020)

Figure 38 : photographies des éléments microscopiques de la poudre du poivre noir (Originale 2020)

Discussion

1. Emballage et conditions de vente

Tous les échantillons vendus en vrac étaient exposés à l'air libre source d'altération et de contamination et ils nous ont été vendus dans des sachets en plastique. Les autres échantillons étaient, également préemballés dans des pochettes en plastique. Ces résultats sont étroitement concordants avec ceux trouvés par Belabbas Imane. (2015)

Les normes de qualité recommandent que le conditionnement des épices soit en verre ou en papier kraft, or les échantillons analysés ont été présentés dans un emballage en plastique transparent, ce qui favorise les interactions contenus-contenant et provoque la détérioration du produit.

2. Etiquetage

Les poudre provenant du vrac ont été fournies sans aucun étiquetage. Quant aux autres elles étaient toutes marquées sauf trois échantillons. La non-conformité de l'étiquetage induit une perte de traçabilité du produit et signifie un manque d'information qui relèvent des droits du consommateur.

3. Examens botaniques

3.1. Caractères organoleptiques

Parmi les cinq épices analysées, quatre ont présenté des anomalies :

- Le gingembre : absence de l'odeur aromatique pour un seul échantillon
- Le safran : aucun des cinq échantillons étudiés ne présente les caractères organoleptiques du safran, nous avons plutôt relevé ceux du curcuma et des graminées. Cela nous oriente vers la présence d'une falsification. Des résultats proches ont été apportés par Bouden Houda et al. (2019), ou ils ont révélé des caractères organoleptiques de curcuma et de colorant dans les échantillons de safran analysé.
- Le poivre noir : absence de l'odeur caractéristique pour un seul échantillon,

- La cannelle : absence de l'odeur et de saveur caractéristique pour un seul échantillon, ce qui est probablement dû au rajout de la cannelle de Chine qui présente moins de caractères spécifiques.

Le gingembre, le curcuma, la cannelle et le poivre noir sont des drogues aromatiques. Or, une mauvaise conservation (exposition à la lumière, emballage non hermétique, température de stockage non appropriée...) entraîne une perte considérable des huiles essentielles volatiles et une infiltration d'humidité et de substances étrangères, ce qui entraîne la détérioration des caractères organoleptiques dont la perte, plus ou moins importante, de l'odeur et de la saveur aromatiques caractéristiques.

3.2. Caractères microscopiques

Excepté le safran, nous avons pu observer des éléments microscopiques caractéristiques des quatre autres épices, avec comme anomalies:

-La cannelle : présence des grains d'amidon bien apparents, plus gros et très nombreux pour l'échantillon 3, qui constituent des éléments caractéristiques de la cannelle de Chine ce qui peut être un signe d'une falsification.

-Le safran : aucun constituant microscopique propre aux stigmates de la fleur de *Crocus sativus* n'a été mis en évidence et les observations faites sont en faveur de falsifications par le curcuma et les graminées (probablement le blé et le seigle). Ce résultat, attendu, s'explique par la cherté du safran considéré, d'ailleurs, parmi les épices les plus frelatées.

Des résultats similaires ont été rapportés par Bouden Houda et al. (2019), où aucun échantillon de safran analysé par spectroscopie infrarouge n'a présenté le même spectre que celui de safran vrai, mais ils étaient parfaitement identiques aux spectres de certains colorants alimentaires et de celui de curcuma, ce qui confirme une falsification par ces deux derniers.

4. Contrôle physico-chimique

4.1. Taux d'humidité

L'examen du taux d'humidité pour les cinq épices étudiées montre des valeurs élevées pour : 3 échantillons de gingembre, 4 échantillons de curcuma et 2 échantillons de la cannelle, qui seraient

dues au non respect des bonnes conditions de production, de stockage ou de vente. Il est à noter qu'une humidité résiduelle favorise le développement des microorganismes (bactéries, levures, moisissures) et altère les qualités physiques et organoleptiques de la poudre (modification de la granulométrie par formation d'agglomérats, augmentation de l'adhérence aux parois des récipients, difficulté de saupoudrage, etc).

4.2. Matières étrangères

Absence des matières étrangères dans tous les échantillons analysés.

La non détection de corps étrangers à l'œil nu et à l'aide de la loupe dans tous les échantillons s'expliquerait par:

- Leur absence effective pour certains échantillons;
- Le degré élevé de pulvérisation les rendant macroscopiquement imperceptibles pour d'autres échantillons,
- Le manque d'expérience des manipulateurs (internes) face à la diversité et la complexité des impuretés pouvant contaminer une poudre.

De ce fait, la recherche de matières étrangères, à l'œil nu, reste un examen difficile et limité et doit avoir recours à l'étude microscopique et à l'analyse chimique des constituants de la poudre végétale. Des résultats similaires ont été apportés par Belabbas Imane. (2015) dans le cadre de contrôle du taux des matières étrangères pour le gingembre.

Difficultés et obstacles:

- Le paramètre "conformité de masse des poudres préemballées", nécessitant la pesée de plusieurs échantillons (au niveau des sites de vente), n'a pas été évalué faute de la non coopération des vendeurs;
- Non achèvement de l'étude pratique et difficulté d'accès à la bibliographie vu la conjoncture sanitaire défavorable de l'année en cours;
- Absence de références nationales régissant le contrôle de certains paramètres de qualité des poudres alimentaires ;

Discussion

- Contrainte d'accès aux références de normes internationales (accès restreint et payant pour la plupart);
- Les caractères organoleptiques des poudres sont des paramètres qualitatifs imprécis, difficiles à évaluer et nécessitent une bonne expérience dans le domaine;
- Difficulté de déterminer la nature des falsifications à partir de l'examen microscopique de la poudre, vu la grande diversité des substances étrangères utilisées d'un coté, et d'un autre coté, la ressemblance entre les éléments histologiques et cellulaires constituant les différentes drogues pulvérisées.
- Manque de moyens, de réactifs et d'appareillages (exp : matériel pour le contrôle microbiologique, four à moufles pour le taux de cendres, etc)

Conclusion et perspectives

Les poudres alimentaires d'origine végétale (café, farines et épices) font partie des ingrédients les plus utilisés dans la cuisine à la fois pour leurs propriétés nutritives et pharmacologiques. Ces aliments peuvent mettre en danger la santé du consommateur s'ils ne sont pas soumis à un contrôle de qualité rigoureux afin de détecter les falsifications, les altérations ou toute diminution de leur qualité.

Le travail portant sur l'analyse de la qualité du gingembre, du curcuma, du safran, du poivre noir, et de la cannelle a permis de révéler, des non-conformités pour certains paramètres des épices étudiées. Ces anomalies concernent en particulier :

- La non-conformité d'emballage.
- La non-conformité de l'étiquetage.
- La non-conformité des conditions de conservation des épices vendues en vrac
- La dégradation des caractères organoleptiques
- La détection microscopique de falsifications notamment pour le safran. Toutes les poudres vendues sous le nom du safran, contrefaites, ne sont en réalité que d'autres poudres (curcuma, farine de graminées...) additionnées de colorants.

A la fin de notre étude nous pouvons conclure que la réglementation algérienne n'est pas stricte en termes des informations obligatoires à mentionner sur l'étiquetage des épices, ainsi, la non indication des constituants de produit, surtout ceux qui ont un effet notoire comme le gluten, expose certains consommateurs à un risque sanitaire.

Au cours de la réalisation de notre mémoire, nous avons constaté le rôle important de l'étude microscopique dans la détection des falsifications, et nous proposons qu'elle soit intégrée dans les procédures de contrôle de qualité.

L'ensemble des résultats obtenus ne constitue qu'une partie de l'étude de la qualité des poudres alimentaires végétales. En perspective, il serait souhaitable de compléter cette étude par une approche plus approfondie, à savoir :

- Contrôle microbiologique.
- Dosage des mycotoxines dans le café et la farine.

Conclusion

- Analyse d'autres paramètres physico-chimiques (taux de cendres, profil chimique par CCM, etc).

Recommandations

A l'issue de notre modeste travail, et afin de garantir au consommateur la bonne qualité des épices et autres poudres alimentaires mises à sa disposition, nous proposons quelques recommandations et suggestions:

Au législateur:

- Mettre en place des normes nationales de référence et une législation plus rigoureuse régissant la production, l'importation et la vente de ces denrées alimentaires;
- Affermir les inspections et les contrôles auprès des vendeurs et établir des sanctions en cas de non respect des conditions de stockage et de vente.

Aux producteurs et vendeurs:

- Pour les poudres préemballées, utiliser un conditionnement approprié en papier ou en verre (ou à défaut du plastique alimentaire opaque);
- Pour la vente en vrac, privilégier des barils en bois fermants au lieu des gros sacs en plastique,
- Veiller au respect des conditions de stockage (au frais, à l'abri de la lumière, de l'humidité, nettoyage et aération des locaux...)
- Procéder un étiquetage conforme sans omettre les informations indispensables pour certaines catégories de consommateurs (taux de sucre et de sel, présence de substances sources d'intolérances connues: gluten, arachides, noisettes, œufs...);
- Acquérir les épices, notamment celles importées, auprès des fournisseurs sûrs et éviter tout produit d'origine douteuse.

Au consommateur:

- Privilégier l'achat de drogues entières moins sujettes aux falsifications que les poudres;
- Chez-soi, conserver les poudres alimentaires dans des bocaux hermétiques pour éviter leur détérioration;
- Avoir la culture d'"exiger la qualité" en n'achetant que des produits jugés conformes et vendus dans des conditions convenables

Références bibliographique

1- Docteur Chikh. Division des solides [cour]. 2015 [En ligne], [consulté le 07/05/2020].

Disponible sur :

http://univ.encyeducation.com/uploads/1/3/1/0/13102001/pharm3an_galenique19-division_solides.pdf.

2- Gustavo V.Barbosa-Cànovas, Enrique Ortega-Rivas, Pablo Juliano, Hong Van; Food, Powder: physical properties, processing, and functionality .New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers; 2005; preface. [En ligne], [consulté le 01/03/2020], disponible sur: <http://154.68.126.6/library/Food%20Science%20books/batch1/Food%20Powders.pdf>

3- Khireddine Hamida. Comprimés de poudre de dattes comme support universel des principes actifs de quelques plantes médicinales en Algérie [mémoire de magister]. Boumerdes : université M'Hamed Bougara faculté des sciences de l'ingénieur ; 2014. [En ligne], [consulté le 01/03/2020], disponible sur : <http://dlibrary.univ-boumerdes.dz:8080/bitstream/123456789/787/1/Khireddinne%20Hamida%20magister.pdf>

4-Gene Hendrix. Grimoire des plantes ; 2014 ; 8P, Disponible sur : http://oldu.fr/docs/1_Plantes/Grimoire.des.plantes_par_Morigane.pdf

5- Oumoulkhairy Ndiye, Yvette Diei-ouadi, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Conditionnement, emballage et stockage des produits transformés. In: Oumoulkhairy Ndiye, Yvette Diei-ouadi, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). De la Pirogue À L'Étal : Équipements améliorés de manutention et de transformation pour la pêche artisanale ; 2009. P 57. [En ligne], [consulté le 05/10/2020] disponible sur : <http://www.fao.org/3/i1139f/i1139f04.pdf>

6- Sofiane Boudalla. Qualité et législation [cour]. [En ligne], [consulté le 23/02/2020]. Disponible sur:<http://dspace.univguelma.dz:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/624/sofiane.boudalla.qualit%C3%A9%26l%C3%A9gislation.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

7-Souna Mimoun. Contribution à l'étude du contrôle de la conformité des différents produits alimentaires importés au niveau des frontières. Cadre règlementaire, Salubrité et Innocuité alimentaire [mémoire].Tlemcen : université de Tlemcen Faculté des Sciences de la Nature et

Bibliographie

de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers ; 2016.P 47. [En ligne], [consulté le 12/03/2020], disponible sur : http://bibfac.univ-tlemcen.dz/snvstu/opac_css/doc_num.php?explnum_id=2198.

8-Lamia Sahi. La dynamique des plantes aromatiques et médicinales en Algérie. [En ligne]. [Consulté le 05/10/2020] ; partie 3 : [p101-140]. Disponible sur : <https://om.ciheam.org/om/pdf/b73/00007156.pdf>

9-Patrick André, Samuel Butler, Marc Larbouret, Guillaume Mourton. Cuisine aux épices ; France ; Editions Artemis ; 2006 - 06 p. [En ligne], [consulté le 21/10/2020]. Disponible sur : <https://books.google.hn/books?id=Lz018G8PzegC&printsec=copyright&hl=fr#v=onepage&q&f=false>

10- E. Cherif. Matières premières, un marché volatil en croissance. [En ligne]. 2018 [consulté le 30/09/2020]. Disponible sur : https://www.agroligne.com/IMG/pdf/Agroligne_107_web.pdf

11- Agro ecofin. Algérie : la facture des importations de céréales continuer de baisser [en ligne]. 2020 [consulté le 22/10/2020]. Disponible sur : <https://www.agenceecofin.com/cereales/0405-76288-algerie-la-facture-des-importations-de-cereales-continue-de-baisser>

12- Arezki Benali. Importations du blé tendre : la France demeure le premier fournisseur de l'Algérie. [En ligne]. 2019 [consulté le 06/10/2020]. Disponible sur : <https://www.algerie-eco.com/2019/02/13/importations-ble-tendre-france-demeure-premier-fournisseur-lalgerie/>

13- Yazid Ferhat. Les céréales en Algérie entre l'austérité des conditions climatiques et le laxisme des pouvoirs publics. [En ligne]. 2018 [consulté le 06/10/2020]. Disponible sur : <https://maghrebemergent.info/les-cereales-en-algerie-entre-l-enclume-des-conditions-climatiques-et-le-laxisme-des-pouvoirs-publics-contribution/>

14- Association Européenne des épices. Spécifications minimales de qualité. [En ligne], [consulté le 19/08/2020]. Disponible sur : <file:///C:/Users/ACS/Downloads/esaqualityminimadocument191104-versionfr.pdf>

Bibliographie

15 - Hélène Lehmann. Le médicament à base de plantes en Europe. Statut, enregistrement, contrôles [thèse]. Strasbourg: Université de Strasbourg; 2013. [En ligne], [consulté le 20/10/2020]. Disponible sur: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00936734/document>

16- Egon Stahl, E. Dumont, H.Jork, Lj.Kraus, K.-E Rozumek et P.-J. Schorn. Analyse chromatographique et microscopique des drogues. Genève: entreprise moderne d'édition; 1975.

17- Teuscher E. Anton R. Lobstein A. Plantes aromatiques :  pices, aromates, condiments et huiles essentielles, Paris : Tec et doclavoisier ; 2005.

19- Susana Grimalt, Pieter Dehouck. Review of analytical methods for the determination of pesticide residues in grapes. [En ligne]. 2016 February [consulté le 24/10/2020] ; volume 1433 : [1-23pages]. Disponible sur : <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0021967315018749?token=A10B34DC316F3CCB38B53115E4E9CB6338DBD15F95C9753EA25B9DE649AD85005E6EF8D1BF1DEB370291AF7CB78B2175>

20- Jérémie Marchand. Méthodes de détection des contaminants chimiques dans les aliments. 2014. [En ligne], [consulté le 24/10/2020]. Disponible sur : <https://slideplayer.fr/slide/1150522/>

21- I.Chikh et L.Rhachem. analyse microbiologique de quelques épices [mémoire]. Tizi Ouzou : Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. Disponible sur : <https://dl.ummo.dz/bitstream/handle/ummo/4125/Chikh%20Ibtissem%20%26%20Rachem%20Lilia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

22- Frédéric Dupont, Jean Louis Guignard. Botanique ; les familles de plantes. 16^{ me} édition. Paris : Elsevier Masson; 2015

23- https://fr.wikipedia.org/wiki/Cannelier_de_Ceylan

24- Fabienne Edet. La cannelle de Ceylan et ses activités biologiques [thèse]. Grenoble : université Joseph Fourier ; 2004. [En ligne], [consulté le 16/02/2020]. Disponible sur : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01225087/document>

25- <https://french.alibaba.com/product-detail/ceylon-cinnamon-50035215107.html>

Bibliographie

- 26- Betty P. Jackson, Derek W. Snowdon. Atlas of microscopy of medicinal plants, culinary herbs and spices. London: CBS publishers; 1990. 257 p
- 27- Peter k-V. Handbook of Herbs and Spices. 1ère édition. England: Woodhead Publishing; 2001. 360 p. [En ligne], [consulté le 16/02/2020]. Disponible sur : [file:///C:/Users/ACS/Downloads/Handbook%20of%20Herbs%20and%20Spices %20-%20K.%20V.%20Peter.pdf](file:///C:/Users/ACS/Downloads/Handbook%20of%20Herbs%20and%20Spices%20-%20K.%20V.%20Peter.pdf)
- 28- Bonnet Valère. Précis d'analyse microscopique des denrées alimentaires : caractères, procédés d'examen, altérations et falsifications. Paris : J.-B. Baillière. 1890. 278 p. [En ligne], [consulté le 21/10/2020]. Disponible sur : https://books.google.dz/books?id=LydIAAAIAAJ&ie=ISO-8859-1&redir_esc=y&hl=fr
- 29- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Gingembre>
- 30- Belabbas Imene. Contrôle de la qualité des épices utilisées dans l'art culinaire algérien [thèse]. Alger : faculté centrale d'Alger ; 2015
- 31- <https://mercedeskaygold.com/getting-my-ginger-groove-on/>
- 32- Ghoul Nadra , Aouzelag Assia. Cinétique de séchage du gingembre, dosage des composés phénoliques et préparation d'un lait aromatisé au gingembre [mémoire].Bejaia : Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie Département des Sciences Alimentaires ; 2016. [En ligne], [consulté le 25/10/2020]. Disponible sur : <http://univ-bejaia.dz/jspui/bitstream/123456789/1516/1/Cin%C3%A9tique%20de%20s%C3%A9chage%20du%20gingembre%2C%20dosage%20des%20compos%C3%A9s%20ph%C3%A9noliques%20et%20pr%C3%A9paration%20d%E2%80%99un%20lait%20aromatis%C3%A9%20au%20gingembre.pdf>
- 33- F.Gigon. Le gingembre, une épice contre la nausée. [En ligne]. 2012[consulté le 24/10/2020] ; volume 10 : [87-91pages]. Disponible sur <https://link.springer.com/article/10.1007/s10298-012-0695-4>
- 34- Jacqueline Pham. *Piper nigrum* L : aspects botaniques, chimiques et pharmacologiques [thèse]. Nantes : université de Nantes ; 2007. [En ligne], [consulté le 21/10/2020]. Disponible sur : <file:///C:/Users/ACS/Downloads/pdfNatif.pdf>.
- 36- Christelle Hombourger. Le Curcuma, De l'épice au médicament [thèse]. Lorraine : université de Lorraine ; 2010. [En ligne], [consulté le 21/10/2020]. Disponible sur :

Bibliographie

http://docnum.univlorraine.fr/public/SCDPHA_T_2010_HOMBOURGER_CHRISTELLE.pdf

37 - Claire Palomares. Le safran, précieuse épice ou précieux médicament ? [Thèse]. Lorraine : université de Lorraine ; 2015. [En ligne], [consulté le 21/10/2020]. Disponible sur : http://docnum.univ-lorraine.fr/public/BUPHA_T_2015_PALOMARES_CLAIRE.pdf

38- <https://plastimea.com/img/cms/les%20bienfaits%20du%20curcuma.jpg>

39- https://www.boutiquesafran.fr/images/gallery/pistil_et_etamines.jpg

40- https://safrandelaventue.fr/images/filaments-safran_2.png

41- <https://theginlounge.com/gin-botanicals-black-pepper-profile/>

42. https://www.researchgate.net/figure/Black-pepper-Piper-Nigrum_fig1_286333973

43- Ernest Gérard. Traité pratique d'analyse des denrées alimentaires. Paris ; 1908. [En ligne], [consulté le 21/10/2020]. Disponible sur :

<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6542723j/f580.texteImage#>

45- Zoheir A Damanhouri and Aftab Ahmad. Therapeutic Potential of *Piper nigrum* L. (Black Pepper): The kind of spices. [En ligne].2014 August [consulté le 21/10/2020]; Volume 3(3): [06]. Disponible

sur :https://www.researchgate.net/publication/270275083_A_Review_on_Therapeutic_Potential_of_Piper_nigrum_L_Black_Pepper_The_King_of_Spices.

46- Matthieu Bogard. Analyse génétique et écophysiologique de l'écart à la relation teneur en protéines rendement en grains chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) [Thèse]. Auvergne : Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand II ; 2011. [En ligne], [consulté le 22/10/2020]. Disponible sur : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00679581/document>

47- Alexis François Aulagnier. Substances alimentaires indigènes et exotiques et leurs propriétés. Paris : Pillet aîné imprimeur-libraire ; 1890.p 173. [En ligne], [consulté le 22/10/2020]. Disponible sur : <https://books.google.fr/books?id=UDREAAAAYAAJ&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false>.

48- [https://uses.plantnet-project.org/fr/Triticum_aestivum_\(PROTA\)#/media/File:Linedrawing_Triticum_aestivum.gif](https://uses.plantnet-project.org/fr/Triticum_aestivum_(PROTA)#/media/File:Linedrawing_Triticum_aestivum.gif)

Bibliographie

- 49- BOUKARBOUA Amira - BOULKROUN Meriem Bouchra. Appréciation de la qualité technologique des farines commerciales par des tests indirects[mémoire]. Constantine : Université des Frères Mentouri Constantine; 2016. [En ligne], [consulté le 22/10/2020]. Disponible sur : <https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/biblio/mmf/2016/42.pdf>
- 50- Armand Bourdeau, Germain Ménard. Le blé : éléments fondamentaux et transformation. Québec : les presses de l'université de Laval ; 1992. [En ligne], [consulté le 22/10/2020]. Disponible sur : https://books.google.dz/books?id=a8M_318lZLkC&pg=PA427&dq=Armand+Boudreau+et+al,+1992+page+28+le+bl%C3%A9&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKEwj3wKiU-sjsAhXCTBUIHfFvDV8Q6AEwAHoECAIQAg#v=onepage&q=Armand%20Boudreau%20et%20al%2C%201992%20page%2028%20le%20bl%C3%A9&f=false
- 51- www.boulangier-27.skyrock.com
- 52-Décret exécutif n°91-572 du 31 décembre 1991 relatif à la farine de panification et au pain, [consulté le 22/10/2020]. Disponible sur : <https://www.commerce.gov.dz/reglementation/decret-executif-n-deg-91-572>.
- 55- Djelti Hicham. Etude de la qualité du blé tendre utilisé en meunière Algérienne [mémoire]. Tlemcen : Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers ; 2014. [En ligne], [consulté le 22/10/2020]. Disponible sur : <file:///C:/Users/ACS/Downloads/Djelti.pdf>
- 56- Benseddik Safia. Evaluation de la qualité technologique et physico-chimique des farines produites par les différentes minoteries de la wilaya de Tlemcen [mémoire]. Tlemcen : Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers ; 2017. [En ligne], [consulté le 22/10/2020]. Disponible sur : <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/12166/1/BENSEDDIK.pdf>
- 58- Jean Bruneton. Pharmacognosie-phytochimie, plantes médicinales. 3ème édition: Tec & Doc (Editions) ; 1999. 1269 p
- 59- https://unctad.org/fr/system/files/official-document/INFOCOMM_cp04_Coffee_fr.pdf
- 60- Jean-Pierre Martin. Le cafier [cour]. Abidjan; 1970. [En ligne], [consulté le 22/10/2020]. Disponible sur : <file:///C:/Users/ACS/Downloads/04997.pdf>

Bibliographie

- 61- <https://www.monaconatureencyclopedia.com/coffea-arabica/?lang=fr>
- 62- Chetatha Mohamed. Contribution à l'étude mycologique et mycotoxicologique du café commercialisé dans la région de Laghouat [mémoire].Tlemcen: université Abou Bekr Belkaid ; 2013. [En ligne], [consulté le 21/10/2020]. Disponible sur : <http://dspace.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/6312/1/Chetatha-Mohamed.pdf>
- 63- <https://www.syndicatfrancaisducafe.com/les-etapes-de-fabrication-du-cafe/>
- 64- https://fr.123rf.com/photo_63588302_un-collage-de-grains-de-caf%C3%A9-montrant-diff%C3%A9rentes-%C3%A9tapes-de-la-torr%C3%A9faction-du-croustillant-aux-%C3%B4ti-italien.html
- 65- <https://www.club-cafe-gourmet.fr/guides/comment-conserver-cafe-moulu.html>
- 66- Gérard Debry. Coffee and health. Paris: John Libbey Eurotext; 1994. [En ligne], [consulté le 22/10/2020]. Disponible sur : <https://books.google.dz/books?id=uZaaCk-8s9sC&printsec=frontcover&hl=fr#v=onepage&q&f=false>
- 67- Stéphanie Daverlo. Le chocolat dans tous ses états [thèse] .NANCY : université Henri Poincare-Nancy I ; 2005. [En ligne], [consulté le 16/06/2020]. Disponible sur : <https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01731888/document>
- 68- <http://chocolate-and-drugs.doomby.com/pages/1-l-arbre-le-cacaoyer.html>
- 69- https://www.google.com/search?q=graine+de+cacaoyer&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwj5_O6dpq_sAhVwzoUKHUSCCMQ_AUoAXoECBoQAw&biw=1034&bih=620#imgrc=CgGU1IwiOA0r-M
- 70-Florence Gilet. Le cacao : des olmèques au XXIème siècle [thèse].NANTES : université de NANTES ; 2006. [En ligne], [consulté le 29/02/2020]. Disponible sur :<http://archive.bu.univ-nantes.fr/pollux/fichiers/download/ba591ca3-7539-464f-a42b-3221b63e3fcc>

Annexe I

Le réactif de Gazet du Chatelier (Réactif universel)

1. Composition

- Acide lactique pur : 30 ml.
- Acide lactique saturé de soudan III : 20 ml.
- Sulfate d'aniline : 0.55 g.
- Iode : 0.55 g.
- Iodure de potassium : 0.55g.
- Alcool à 96% : 5.0 ml.
- HCl à 37% : 2,5 ml.
- Eau distillée : 40 ml. [16]

2. Préparation

- Mélanger 20 ml d'une solution d'acide lactique saturée en rouge Soudan II avec 30 ml d'acide lactique. (Solution 1).
- Dissoudre 0.55 g de sulfate d'aniline dans 35 ml d'eau. (Solution 2).
- Dissoudre 0.55 g d'iodure de potassium et 0.55 g d'iode dans 5 ml d'eau et ajouter 5.0 ml d'éthanol à 96%. (Solution 3).
- Réunir les solutions 1, 2 et 3. (Solution 4).
- Sous agitation, ajouter 2.5 ml de HCL (37%) à la solution 4 et ensuite la filtrer [16].

Annexe II

1. Définition de l'HACCP

L'HACCP est une démarche pour mettre en place un système visant à assurer la sécurité sanitaire des aliments produits. Cette méthode relève d'une démarche globale de prévention des risques.

HACCP (Hazard Analysis Control Critical Point) que l'on peut traduire en français par: « Analyses des risques, points critiques pour leur maîtrise. »

2. Principes de la méthode HACCP

La mise en place de l'HACCP repose sur sept principes sont:

- Principe 1 :

Procéder à une analyse des dangers. Identifier les dangers éventuels associés à tous les stades de la production, en utilisant un graphique d'évolution des étapes du processus.

-Principe 2 :

Déterminer les moments/niveaux où le risque peut se présenter (CCP : point critique).

Déterminer quels sont les stades auxquels une surveillance peut être exercée et est essentielle pour prévenir ou éliminer un danger menaçant la sécurité de l'aliment.

- Principe 3 :

Fixer les seuils critiques. Le seuil critique est le critère qui distingue l'acceptabilité de la non acceptabilité.

- Principe 4 :

Mettre en place un système de surveillance permettant de maîtriser les CCP au moyen d'essais ou d'observations planifiées.

-Principe 5 :

Déterminer les mesures correctives à prendre lorsque la surveillance indique qu'un CCP donné n'est pas maîtrisé. Les procédures et les responsabilités relatives aux mesures correctives doivent être spécifiées.

- Principe 6 :

Appliquer les procédures de vérification afin de confirmer que le système HAACP fonctionne efficacement.

-Principe 7 :

Constituer un dossier dans lequel figureront toutes les procédures et tous les relevés concernant ces principes et leur mise en oeuvre.

Résumé

Ce mémoire intitulé "Contribution au contrôle de qualité de quelques poudres alimentaires végétales vendues à Tizi-Ouzou" a été réalisé au niveau du laboratoire de botanique médicale et cryptogamie de la faculté de médecine de l'UMMTO.

Il a pour but, l'évaluation de quelques paramètres de la qualité, de huit (8) poudres d'origine végétale, à savoir : cinq épices (gingembre, curcuma, safran, cannelle, poivre noire), la farine, le café et le cacao. L'étude pratique a porté sur les épices (05 échantillons pour chacune) dont les paramètres analysés sont : la vérification des conditions de vente, la conformité de l'emballage et de l'étiquetage, le contrôle botanique et certaines analyses physico-chimiques.

Les résultats obtenus révèlent une conformité relative de quelques échantillons mais, pour la grande partie, une mauvaise qualité reflétée par : des conditions de vente inappropriées, la non-conformité de l'emballage et de l'étiquetage, l'altération des caractères organoleptiques, des taux d'humidité supérieurs aux normes, ainsi que des falsifications.

Ces résultats plaident dans la nécessité d'augmenter la fréquence des contrôles effectués, afin d'inciter les producteurs et les commerçants aux bonnes pratiques de conservations, de vente et prédire les falsifications d'une part et préserver la santé des citoyens d'autre part.

Mots clés : poudres alimentaires d'origine végétale, contrôle de la qualité, non-conformité, falsification.

Abstract

This dissertation entitled "Contribution to the quality control of some vegetable food powders sold in Tizi-Ouzou" was carried out at the laboratory of medical botany and cryptogamy of the Faculty of Medicine of the UMMTO.

Its purpose is the evaluation of some quality parameters, which are verification of the conditions of sale, conformity of packaging and labeling, botanical control and some physico-chemical analyses.

The results obtained reveal unsuitable sales conditions, non-conformity of packaging and labelling, alteration of organoleptic characteristics, humidity levels above the standards, as well as adulteration.

These results argue in the need to increase the frequency of controls carried out, in order to encourage producers and traders to good practices of preservation, sale and prediction of adulteration on the one hand, and to preserve the health of citizens on the other hand.

Keywords: food powders of plant origin, quality control, non-compliance, adulteration.