



جامعة بجاية
Tasdawit n'Bgayet
Université de Béjaïa

République Algérienne Démocratique et Populaire



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique

Université A. MIRA de Bejaia

Faculté de Technologie

Spécialité Génie Alimentaire

Département de Génie des Procédés

Mémoire de fin de cycle

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Thème

Etude théorique de l'activité antioxydante et antibactérienne
de thé vert aromatisé avec quelques épices



Présenté par :

M^{lle} BELGHADI Eldjida

Examinatrice CHIBANI : M.C.B

M^{lle} HAMMI Imane

Président FATMI : maitre de conférences B

Promotrice Mme BEY .Z : maitre-assistant A

Promotion : 2019- 2020

Remerciements

Remerciements

Nous remercions tout d'abord Dieu, le tout puissant de nous avoir donné la santé, la patience, le courage et la volonté pour réaliser ce mémoire

*Nous exprimons nos profondes gratitudee et nos sincères remerciements à notre encadreur **Mme BEY** , pour ses conseils et ses précieuses orientations qu'elle n'a cessé de nous apporter tout au long de ce travail.*

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury de soutenance, pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Dédicaces



Je dédie ce travail



A l'aide d'Allah tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

*A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie ma mère **TOURAYA** qui m'a apporté son appui durant toutes mes années d'étude, pour son sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité A mon cher père **HAKIM** qui m'a appris le sens de la persévérance tout au long de mes études, pour son sacrifice ses conseils et ses encouragements.*



Que dieu les gardes et les protège.



*A mon chers frère **Yanis**, pour son soutien inconditionnel, sa patience*

Illimitée et ses encouragements incessants jusqu'à l'achèvement de ce travail.

*Ama grande- mère **ima- Sasa** que dieu la protège*

*A mes sœurs : **Sabrina, Wassila** et frères **Karim, Fayez** qui m'ont toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études*

*A celui que j'aime beaucoup et qui m'a soutenu au long de ce projet **IMED YAYA** pour ces conseils les plus importants, pour sa patience*



*A mes tantes **Nadia, Karima** et leurs familles.*

*A toute la famille **HAMMI**.*

*A tous mes amies les plus proches qui m'ont apporté leur soutien pendant ces années, et avec lesquelles j'ai pu partager des moments de bonheur uniques: **Hanane , Fahima***

*, **Lydia, Karima , Lynda, Houda , Salma , Dalia , Soria, Sarah Chainez, Nora, Rabiha ,***

Illyés, lamine , yasmine ,Kenza

A ceux que j'aime du fond de coeur.

*A ma chérie **Belghadi ELJIDA**, ma binôme pour sa patience et son courage à surmonter les difficultés durant ce travail*

A toute la promotion Génie Alimentaire.

IMANE





Je dédie ce travail



A l'aide d'Allah tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :

*A celui qui m'a amené au monde, la prunelle de mes yeux et l'amour de mon cœur ma mère **Nacira**, Aucune dédicace ne saurait expliquer mon grand respect et ma reconnaissance pour tes sacrifices, tes précieux conseils et ton soutien.*



*A mon père **Zoubir** qui m'a toujours motivé dans mes études, qui n'a jamais cessé de m'encourager et de me soutenir. Je le remercie infiniment d'être avec moi dans tous les moments. Que dieu les protège, les garde et leur accorde santé, bonheur et longue vie*



*A ma grand-mère **Huria** qui m'a élevé et m'a aimé comme sa fille, et à mon grand-père **Khalef**, que je considère comme mon père, qui m'a soutenu dans les moments difficiles et m'a rempli d'amour. Que dieu les garde.*

*mes sœurs : **Sara, imane, cilia, meriem et soumaya** qui m'ont soutenu dans mes études. Que dieu les protège et les garde*



*A mon petit cher frère **Hamza** que dieu le garde et le protège.*

*A ma chère tante **Katia** qui est comme ma grande sœur que dieu la garde.*

A mes oncles et leurs femmes.

*A la personne que j'aime plus que moi : **Hafid** qui m'a appris à me faire confiance et m'a beaucoup soutenu dans ma carrière et s'est tenu à mes côtés sans retour. Que dieu le protège et le garde.*

*A mes amies : **Nora et Kenza***

*A celle que j'aime beaucoup ma chérie **Imane Hammi**, qui s'est tenu à mes côtés et m'a aidé à accomplir ce travail.*



A toute la promotion Génie Alimentaire

ELDJIDA



Liste des abréviations

Liste des abréviations

EC :(-)-epicatéchine

ECG: (-)-epicatéchine gallate

EGC : (-)-epigallocatechine

EGCG: (-)-epigallocatechine gallate

ERO: espèces réactives de l'oxygène

SOD:superoxydedismutases

ADN: acide désoxyribonucléique

CAT : catalases

GPX:gluthathionperoxydase

H₂O₂ : le Peroxyde d'hydrogène

O₂^{*-} : le radical superoxyde

OH* : le radical hydroxyle

Na₂CO₃ : carbonate de sodium

AlCl₃: trichlorure d'aluminium

DPPH: 2,2'-diphényl-1-picrylhydrazyl

E. Coli: Escherichia coli

CO₂ : dioxyde de carbone

FC:Folin-Ciocalteu

mg EAG/L : milligrammeéquivalent acide gallique par litre

mgEq/L : milligrammeéquivalentquercitine par litre

GM : gentamicine

S. aureus: staphylococcus aureus

Mm: millimeter

UV: ultraviolet

mL: millilitres

nm: nanomètre

µm : micromètre

Liste des figures

Liste des figures

Chapitre : I

Figure 01 <i>Camellia sinensis</i>	04
Figure 02 Illustration botanique de <i>Camellia Sinensis</i> : feuilles, boutons et fleurs	05
Figure 03 La structure chimique des catéchines de thé vert	07
Figure 04 Les principales étapes de transformation des feuilles de théières après la récolte ...	10
Figure 05 . Rhizome du gingembre	15
Figure 06 <i>Zingiber officinale</i> (Roscoe)	15
Figure 07 fleur, feuilles et graines de cannelle	17
Figure 08 . les feuilles et les fleurs du giroflier et quelques boutons floraux	19
Figure 09 Etoile d'anis (<i>Illiciumverum</i>)	20
Figure 10 <i>Mentha peperita</i>	22
Figure 11 Armoise blanche (<i>Artemisia heba alba</i>)	24

Chapitre : II

Figure 01 Structure chimique de la vitamine E	30
Figure 02 Structure chimique de la vitamine C	31
Figure 03 Structure chimique de l'Acide hydrox benzoïque	33
Figure 04 Structure chimique de l'acide caféique et l'acide coumarique	34
Figure 05 Structure des flavonoïdes	35
Figure 06 Distribution des flavonoïdes présents dans les plantes	35

Chapitre : III

Figure 01 Structure chimique du radical DPPH' et de sa forme réduite.	44
Figure 02 Protocole de l'activité anti-radicalaire (DPPH)	44
Figure 03 pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH	45
Figure 4 : Illustration la méthode de diffusion par puits d'agar.	49

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Chapitre : I

<i>Tableau I : Classification botanique de Camellia sinensis</i>	04
<i>Tableau II : Composition chimique des feuilles de thé ver exprimée en pourcentage</i>	05
<i>Tableau III : Les grands pays producteurs de thé en 2013</i>	11
<i>Tableau IV : Taxonomie de Zingiber officinale</i>	14
<i>Tableau V : Taxonomie de cinnammomun zelanicum</i>	16
<i>Tableau VI : Taxonomie de syzgium aromaticum</i>	18
<i>Tableau VII : Taxonomie de L'Illicium verum</i>	20
<i>Tableau VIII : Taxonomie de Mentha spicata L.</i>	21
<i>Tableau IX : Taxonomie de Artemisia herba alba Asso</i>	23

Chapitre : II

<i>Tableau I : structures générales des flavonoïdes</i>	37
<i>Tableau II: Les sources des polyphénole</i>	39

Chapitre : II

<i>Tableau I : Les teneurs en polyphénols totaux du thé vert et thé aromatisé (clou de girofl, gingembre)</i>	40
<i>Tableau II: la teneur en polyphénols de quelque épice</i>	41
<i>Tableau III : résultats des flavonoïdes pour le thé vert et aromatisé au clou de girofle</i>	42
<i>Tableau IV : la teneur en flavonoïdes de quelques épices</i>	43
<i>Tableau V: résultats de l'activité anti-radicalaire DPPH pour le thé vert et thé aromatisé (cannelle, gingembre)</i>	45
<i>Tableau VI : l'activité antimicrobienne de thé vert et deux antibiotiques (Pénicilline G, Gentamicine) contre deux souches bactériennes en mesurant la zone d'inhibition.</i>	47
<i>Tableau VII : Activité antibactérienne des épices et de l'antibiotique contre S. aureus et E. coli en mesurant la zone d'inhibition</i>	49

Table des matières

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Partie 01 : synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le thé vert et ses aromates

I.1. Thé vert..... 3

I.1. 1 Historique 3

I.1.2. Définition..... 3

I.1.3. Classification 4

I.1.4. Description botanique..... 4

I.1.5. Composants majeurs dans thé 5

I.1.5.1. Polyphénols 6

I.1.5.1.1.flavonoïdes..... 7

I.1.5.2. tanins..... 8

I.1.5.3 caféine..... 8

I.1.5.4.composés minéraux 8

I.1.5.5. acides aminés 9

I.1.5.6. Autres Composants.....

I-1.6fabrication du thé vert 9

I.1.7 la production et la consommation mondiale du thé 11

I.1.8. Activité thérapeutique du thé vert 11

I.1.8.1. Activité antioxydants 11

I.1.8.2. Activité antibactérienne 12

I.1.8.3. Prévention contre le cancer..... 12

I.1.8.4. Réduction du taux de cholestérol..... 13

I.1.8.5. Le thé vert contre les maladies cardio-vasculaires 13

I.2.Epices.....	14
I.2.1. Gingembre (<i>Zingiberofficinale</i>)	14
I.2.1.1. Classification.....	14
I.2.1.2. Description botaniqueI.....	14
I.2.1.3. Principaux Constituants	15
I.2.1.4. Pharmacologie de la Plante	15
I.2.2. Cannelier (<i>Cinnamomumzeylanicum</i>)	16
I.2.2.1. Classification.....	16
I.2.2.2. Description botanique	16
I.2.2.3. Principaux Constituants	17
I.2.2.4. Pharmacologie de la Plante	17
I.2.3.Giroflier (<i>Syzgiumaromaticum</i>).....	18
I.2.3.1. Classification.....	18
I.2.3.2. Description botanique	18
I.2.3.3. Principaux Constituants	19
I.2.3.4. Pharmacologie de la Plante	19
I.2.4.Etoile d'anis (<i>L'Illiciumverum</i>)	20
I.2.4.1. ClassificationI	20
I.2.4.2. Description botanique	20
I.2.4.3. Principaux Constituant	21
I.2.4.4. Pharmacologie de la Plante	21
I.2.5. Menthe (<i>Menthaspicata</i> L)	22
I.2.5.1. Classification.....	22
I.2.5.2. Description botanique	22
I.2.5.3. Principaux Constituants	22
I.2.5.4.Pharmacologie de la Plante	23
I.2.6.Armoise (<i>Artemisia herba alba</i> Asso)	23
I.2.6.1. Classification.....	23

I.2.6.2. Description botanique	24
I.2.6.3. Principaux Constituants	24
I.2.6.4. Pharmacologie de la Plante	25

Chapitre II : Radicaux libres et système antioxydant

II. Stress oxydant et système de défense.....	25
II.1. Stress oxydant	25
II.2. Les radicaux libres	25
II.2.1. Radical superoxyde (O_2^-)	26
II.2.2. Peroxyde d'hydrogène H_2O_2	26
II.2.3. Radical hydroxyl OH^\cdot	26
II.3. Sources des générations ERO	27
II.4. Conséquences du stress oxydatif.....	27
II.4.1. Oxydation des protéines	27
II.4.2. Oxydation des lipides	28
II.4.3. Oxydation de l'ADN	28
II.5. Antioxydant :.....	28
II.5.1. Définition	28
II.5.2. Classification des antioxydants	29
II.5.2.1. Antioxydants enzymatiques.....	29
II.5.2.2. Antioxydants non enzymatiques.....	2
II.6. Antioxydants d'origine végétale	31
II.6.1. Polyphénols naturels comme antioxydants	32
II.6.1.1. Non flavonoïdes.....	32
II.6.1.1.1. Acides phénoliques	32
II.6.1.2. Flavonoïdes	34
II.6.1.2.1. Classification des flavonoïdes	35
II.6.1.3. Tanins.....	38

II.6.1.3.1. Classification des tanins	38
II.7. Sources alimentaires des polyphénols	39

Partie 02 : méthodes et résultats

Chapitre III : résultats d'études antérieures

III.1. Evaluation de l'activité antioxydant	40
III.1.1. Dosage des polyphénols totaux	+ 40
III.1.2. Dosage des flavonoïdes totaux	42
III.1.3. Activité anti-radicalaire (DPPH)	43
III.2. L'activité antibactérienne	46
III.2.1. le thé vert	46
III.2.2. les épices	48
Conclusion et perspectives	53

Références bibliographiques

Résumé

Introduction

Introduction

Des molécules pro-oxydantes appelées radicaux libres ou espèces réactives de l'oxygène (ERO) sont produites quotidiennement dans l'organisme. Ces dernières sont contrôlées par les antioxydants(Ahmad et al., 2014)lorsque l'équilibre est rompu en faveur des radicaux libres, le stress oxydatif survient(Christophe et Christophe, 2011).Ce dernier est la principale cause initiale de plusieurs maladies : cancer, cataracte, sclérose latérale amyotrophique, syndrome de détresse respiratoire aigu, œdèmes pulmonaires, vieillissement accéléré, Alzheimer, infections intestinales, rhumatisme, l'athérosclérose, le diabète (Atawodi, 2005).

C'est la raison pour laquelle l'utilisation des plantes médicinales ou des préparations à base des plantes connaît un succès croissant. Ainsi, d'après les estimations actuelles,la population mondiale dépend principalement de la médecine traditionnelle, où les plantes ont pu démontrer une réelle efficacité (Ghnimi, 2015)

En effet,les métabolites secondaires font et restent l'objet de nombreuses recherches, notamment la recherche de nouveaux constituants naturels tels que les composés phénoliques à cause de développement de la résistance microbienne aux antibiotiques et la toxicité des antioxydants synthétiques. Pour cela, les chercheurs ont puisé dans le monde végétal et particulièrement les plantes médicinales et culinaires en quête de molécules naturelles efficaces, dotées d'activité antimicrobienne et antioxydante, pour pouvoir les utiliser comme antioxydant ou conservateur dans les aliments, tels que les polyphénols. Parmi ces plantes qui font l'objet de beaucoup de recherches, on retrouve le thé.

Le thé vert est une boisson obtenu en infusant dans l'eau chaude les feuilles de *camellia sinensis*. Cette plante est cultivée dans les climats tropicaux, en particulier en Chine, au Sri Lanka et au Japon (Voina et al., 2020). Les polyphénols du thé sont connus pour avoir des effets contre plusieurs maladies pathologiques, notamment le cancer, le diabète et les maladies cardiovasculaires. Ces polyphénols sont présents à des concentrations beaucoup plus élevées dans le thé vert que thé le noir ou oolong et cela explique leurs propriétés antioxydantes(Khan et Mukhtar, 2019).

Le thé vert peut être consommé seul ou aromatisé par des plantes aromatiques qui sont utilisés par de nombreuses civilisations partout dans le monde pour ajouter de la saveur, du goût, des valeurs nutritionnelles et augmenté la durée de conservation des aliments ainsi que pour guérir divers problèmes mentaux et émotionnels et pour rétablir la santé humaine

Introduction

(Moawad et al., 2015). Les épices comprennent les feuilles comme la menthe ou les fleurs de romarin comme le clou de girofle, les bulbes comme l'ail ou l'oignon, les fruits comme le cumin ou le piment rouge, les tiges comme la cannelle et les rhizomes comme le gingembre (Elizabeth et al., 2015).

L'objectif de notre travail est de savoir l'effet de l'addition de quelques plantes aromatiques sur le potentiel antioxydant et antimicrobien du thé vert.

Notre étude englobe deux parties : La première partie comporte une synthèse bibliographique mettant l'accent sur deux chapitres : le premier chapitre traite des généralités sur le thé vert et les épices, le second chapitre regroupant les principales informations sur les radicaux libres et le système antioxydant qui consiste en la description et classification des différents antioxydants particulièrement des polyphénols telle que leurs sources alimentaires. La deuxième partie résume quelques résultats sur les activités antioxydante et antibactérienne de thé vert et de quelques épices

Chapitre I

Le thé vert et ses aromates

I.1.Le thé vert

I.1.1.Historique

Le thé est la deuxième boisson la plus bue dans le monde après l'eau (**Graham, 1992**). Le thé, principalement cultivé et consommé en Asie (Chine, Japon) utilisé dans les systèmes de médecine traditionnelle mais aussi prisé au Moyen Orient et en Afrique du nord, a conquis plus récemment le marché Européen (**Yashin et al.,2011**).En effet, le thé vert semble renfermer des substances favorisant l'élimination de la graisse, la diminution du cholestérol, la prévention de certains cancers et la réduction de l'hypertension. De plus, on lui attribue des effets stimulants et désintoxiquant .Certains de ces effets pourraient provenir des catéchines contenues dans le thé vert, d'autres de la théine (**OKAKURA, KAKUZO., 1979**).

I.1.2. Définition

Le thé issu de la plante *Camellia Sinensis* (**Figure 01**) est consommé dans différentes parties du monde sous forme de thé vert, ou oolong, le thé vert est préparé par déshydratation des feuilles de thé qui ne conduit pas à l'oxydation des polyphénols constituants donc du thé vert contient de fortes concentration de polyphénol monomérique du groupe des catéchines (**kodagoda et al., 2017**)

Le thé vert est largement considéré comme une boisson favorisant la santé et les effets bénéfique généralement associés au thé vert ont été attribués à sa teneur en polyphénol, en particulier aux catéchines et à leur activité antioxydante (**Omidi et al., 2019**).



Figure 01 : *Camellia Sinensis* (**Vinson ,2004**)

I.1.3. Classification Systématique

Tableau I : classification botanique de *Camellia sinensis* (Mahmood et al, 2012).

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Theales
Genre	Theaceae
Famille	Camellia
Espèce	Camellia sinensis

I.1.4. Description botanique

Tous les théiers du monde proviennent d'une même plante, il s'agit de l'espèce *Camellia Sinensis* (**Figure 02**), C'est un petit arbre très rameux, de 5 à 10 mètre de haut et pouvant atteindre 15 mètres .il est maintenu à une taille d'environ 1,50 mètre afin de faciliter la cueillette de ses feuilles(**Fillon, 2014**). Ses feuilles persistantes sont isolées, alternes et d'une couleur vert foncé brillante, non stipulées, elles sont lancéolées et lors dentés se recourbent en forme de griffes. Leurs taille est de 5 à 14 cm de longueur sur 1,90 à 5 cm de largeur(**Kreips, 2009**), possède un système racinaire pivotant et sa durée de vie est en moyenne de 50 ans (**Marcel, 2002**)

Il existe deux principaux types ,le type chine « *Camellia sinesis sinensis* » et le type Assamica « *Camellia sinesis assamica* », malgré ces variétés descendent de la même espèce mais des différences morphologiques sont bien remarquées ,la variété sinesis mesure 2 à 3m et peut vivre 100 ans et plus ,caractérisée par des petite feuilles arrondies et épaisses et résistance au froid, par contre la variété Assamica mesure 20 à 30m caractérisé par des grande feuilles souples et pointues et une faible tolérance au froid.(**MARCEL,2002 ; KABOUCHE,2010**).



Figure 02 : Illustration botanique de Camellia Sinensis : feuilles, boutons et fleurs(Lassechere, 2003)

I.1.5. Les composants chimiques de thé vert

Actuellement, de nombreuses recherches scientifiques montrent que le thé est une source d'antioxydants qui renforcent les défenses naturelles.(Graham ,1992) .Mille vertus sont attribuées à la consommation du thé. Il est donc intéressant de savoir quels sont les constituants organiques et minéraux à la base de ces effets. Depuis longtemps des chercheurs analysent la composition des feuilles de thé, ainsi que de leur infusé ; au cours des siècles, les connaissances se sont de plus en plus concrétisées (**Banerjee , Chaudhuri ,2005**). Les feuilles du thé contiennent plus de 200 composés bioactifs (**Luo et al.,2013**).

Tableau II : Composition chimique des feuilles de thé vert (**Shrivastava et al., 2018**).

Constituants	Pourcentage (% des feuilles séchées)
Polyphénols	37,0
Glucides	25,0
Caféine	3,5
Protéine	15,0
Acides aminés	4,0

Lignine	6,5
Acides organiques	1,5
Lipides	2,0
Cendres	5,0
Chlorophylle	0,5

I.1.5.1. Les polyphénols

Le thé vert riche en polyphénols, qui représente aujourd'hui une classe chimique vaste qui regroupe plusieurs familles. Les polyphénols sont les principaux composés actifs présents dans le thé. Ils sont responsables de l'arôme et des effets bénéfiques du thé sur la santé. Les polyphénols présents dans le thé vert sont crédités de leurs propriétés bénéfiques contre les maladies dans de nombreuses études. Ces polyphénols sont présents en concentration beaucoup plus élevées dans le thé vert que le thé noir ou oolong et ce qui explique leurs propriétés antioxydantes (**Khan et Mukhtar., 2019**). Les polyphénols sont les composés les plus abondants des feuilles du thé, mais leur proportion varie de 20 à 36 % selon leur maturité (**Kreips, 2009**).

❖ Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont les polyphénols les plus abondants et le groupe le plus important auquel on attribue les effets antioxydants du thé. Les flavonoïdes se divisent en plusieurs sous-familles chimiques. Tous sont dérivés d'un squelette de base, le 2-phénylbenzopyrane, assemblage de deux cycles aromatiques, ainsi que d'un noyau pyrane. Le degré d'oxydation du cycle pyrane varie en fonction des sous-familles (**Sinija, 2008**). Parmi les principaux flavonoïdes :

✓ Flavanols

Les flavanols communément appelés catéchines sont les polyphénols quantitativement prédominants dans le thé vert (environ 27 %) (**Clauzure, 2007**). Les catéchines sont stockées dans les vacuoles cellulaires (**Marthe, 2009**). Les quatre catéchines majeures sont : (-)-epigallocatechine gallate (EGCG), (-)-epigallocatechine (EGC), (-)-epicatechine gallate (ECG) et (-)-epicatechine (EC). Ces dernières sont présentes en concentration de 30 à 40 % de poids sec des feuilles de thé vert frais (**Almajano et al ; 2008**).

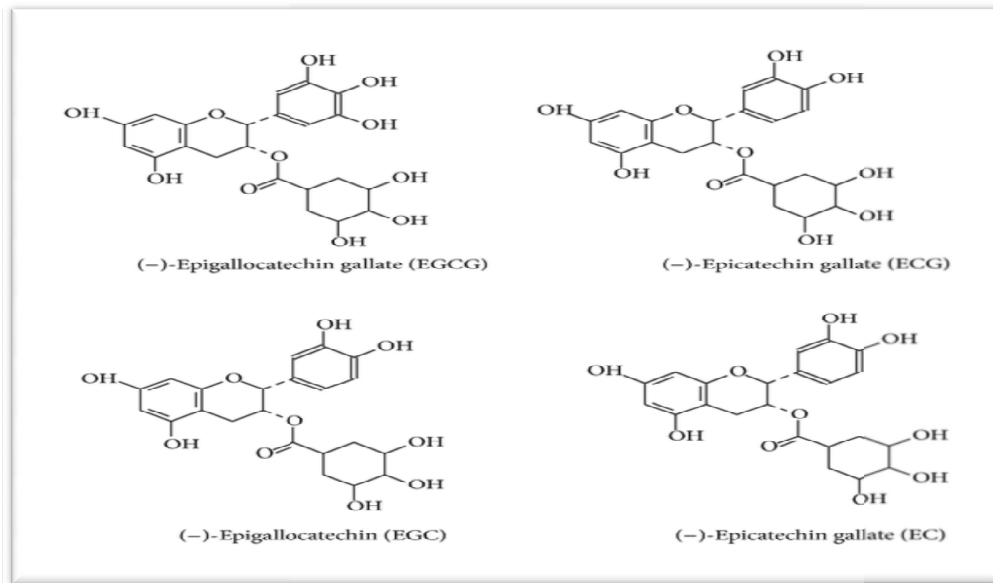


Figure03 : La structure chimique des catéchines de thé vert(Almajano *et al* ; 2008)

✓ Flavonols

Les flavonols ont une structure chimique proche des flavanols seul le cycle pyrane est substitué par un cycle carboné 4-oxo-3-hydroxy. (BALENTINE *et al*, 2000). Trois flavonols principaux, ainsi que leurs glycosides la quercétine, lekaempférol, la myricétine (Diaz *al.*, 2010; gaboury, 2014)

I.1.5.2. Les tanins

La composition chimique du thé vert inclut des tanins, qui sont des composés phénoliques complexes, hydrosolubles ayant un poids moléculaire compris entre 500 et 3000 Da (Kamra *et al.*, 2006). Ces composés naturellement produits par les plantes se caractérisent par leur facilité à se combiner à des macromolécules (protéines, polysaccharides....) (Gazengel *et Orecchioni*, 2012). Les tanins sont classés en deux groupes selon leur structure chimique : tanins hydrolysables et cathéchiques (condensés) (Charnay *et Tourmeau*, 2007).

Le thé est riche en tanins (8 à 15 % - 20 % pour le thé vert). Les tanins sont des composés naturels qui contribuent à l'amertume, l'astringence et l'arrière-goût sucré de l'infusion du thé (Chaturvedula *et Prakash*, 2011).

I-1.5.3 caféine

La caféine est l'un des alcaloïdes naturels les plus abondants que l'on trouve dans le thé (**Dipankar et al., 2019**). Les feuilles de thé vert contiennent environ 5% de caféine. Il fonctionne comme un cardiaque et aussi comme un diurétique. Il peut également stimuler le cortex cérébral, ce qui entraîne une excitation du système nerveux central (**Kar et al., 2016**).

La présence de caféine dans les plantes aide à les prévenir des insectes et autres herbivores avec le goût amer du composé et des qualités stimulantes. La teneur en caféine des feuilles de thé dépend de la variété et de l'endroit où elles ont été cultivées (**Pradnya Ingle et al., 2019**).

I.1.5.4 Composés minéraux

Les minéraux dans le thé se situent entre 5 et 7%, on peut citer majoritairement le potassium (K), calcium (Ca), phosphore (P) et magnésium (Mg), ainsi que des petites quantités de manganèse (Mn), de zinc (Zn) et de cuivre (Cu) (**Poonam et al., 2018**). La composition minérale des thés dépendait non seulement de l'espèce ou des variétés, mais aussi des conditions de croissance telles que le sol et la situation géographique (**Alam et al., 2020**).

I.1.5.5 Acides aminés

Les acides aminés (les unités de base des protéines) sont des composés organiques contenant des groupes fonctionnels amine (-NH₂) et carboxyle (-COOH). Les thés sont riches en acides aminés. À ce jour 26 acides aminés, dont 20 acides aminés protéiques et 6 acides aminés non protéiques, ont été identifiés dans le thé (**Wan et Xia, 2015**). Parmi eux, la théanine est présente en plus grande quantité (plus de 60% des acides aminés libres), suivie de l'acide glutamique (9%), de l'arginine (7%), de la sérine (5%) et de l'acide aspartique (4%) (**Wan, 2003**).

La théanine est la principale composante responsable du goût du thé vert et balance l'amertume et la rigueur des catéchines et caféines dans les infusions de thé. En plus de son rôle essentiel dans la saveur et le goût du thé, les avantages pour la santé de la théanine ont été largement rapportés, y compris l'antistress, les effets neuroprotecteurs, l'inhibition des effets négatifs de la caféine et l'amélioration de la capacité d'apprentissage (**Sharma et al., 2018**).

I-1.5.6. Autres composantes

La composition chimique du thé vert comprend également :

- Protéines (15 à 20 % poids sec).
- Hydrates de carbone (5 à 7% du poids sec) tels que cellulose, pectines, glucose, fructose et saccharose.
- Lipides (acides linoléique et α -linoléique) et stérols (stigmastérol).

Vitamines (B, C, E) et pigments (chlorophylle, caroténoïdes). **(Vishnoi et al.,2018).**

I.1.6. Fabrication du thé vert

L'opération consiste à transformer les feuilles du théier en feuilles séchées afin d'obtenir de thé à infuser **(Cnuced, 2016)** il existe trois catégories de thé dans le commerce, le thé vert ; le thé noir et le fermenté qui représentent 20%, 78% et 2% de la production mondiale en 2005 respectivement. Ces trois catégories de thé se distinguent par leurs procédés de fabrication, par leurs goûts et par leurs compositions chimiques **(coves, 2000)**. Pour obtenir du thé noir, il faut laisser sécher les feuilles jusqu'à ce que leur teneur en eau initiale ait diminué d'environ 55 %. Puis les feuilles sont roulées et écrasées, ce qui a pour conséquence de mettre en contact les catéchines et les polyphénols oxydases. Durant cette étape de fermentation, les catéchines sont converties en thé flavines et thé rubigines (Clauzure, 2007). Le thé vert ne subit aucun procédé de fermentation, il est traité à la vapeur d'eau pour inactiver les enzymes polyphénols oxydases qui dégradent l'epigallocatechine **(Huet ; Fleurentin, 2013)**. Une étape de torréfaction consiste à chauffer les feuilles quelques minutes à 100°C en atmosphère humide pour inhiber les enzymes responsables de l'oxydation. Cette phase dure entre 30s et 5 min pour le thé vert **(Dalmas et Minet, 2007)**.

Une étape de dessiccation consiste à sécher les feuilles avec de l'air chaud pendant 2 à 3 min avec alternance de périodes de 30 min de repos pour atteindre 5 à 6 % d'eau **(Dalmas et Minet, 2007)**.

La principale différence entre les différents thés réside dans leur mode de préparation, qui aura une influence sur le contenu qualitatif et quantitatif en polyphénols**(Morin, 2015)**. Le schéma dans la page suivante présente les différentes étapes de traitements de thé après la cueillette.

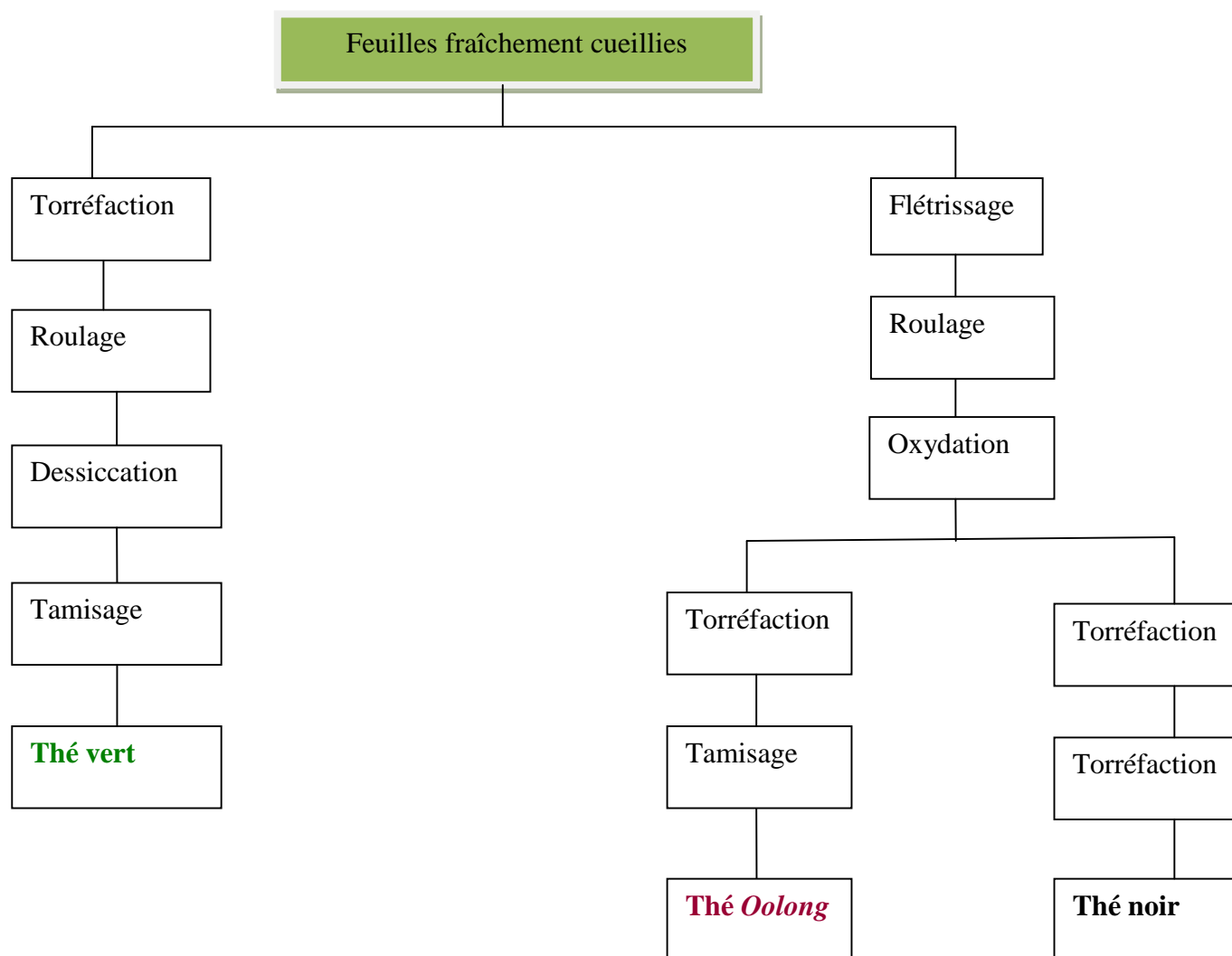


Figure 04 : les principales étapes de transformation de feuilles de théières après la récolte(dalmas et minet 2007)

I-1.7 la production et la consommation mondiale du thé

Depuis 2004, la production mondiale du thé a augmenté de près de 54% pour atteindre 5,35 million de tonne en 2013. La chine est la le plus grand pays producteur de thé .ce qui représente 36% de la production mondiale avec 1,9 million de tonne en 2013.

Tableau III : les grands pays producteurs de thé en 2013 (FAOSTATN ,2015)

Pays	Production (tonne)
Chine	1924457.00
Inde	1208780.00
Kenya	432400.00
Sri Lanka	340230.00
Viet Nam	214300.00

De 2009 à 2013, la consommation du thé a augmenté de près de 24% pour atteindre 4,8 million de tonne en 2013. Cette augmentation a été renforcée par la croissance rapide des revenus. En particulier en Chine, en Inde et dans les autres économies émergentes, qui ont fait une ascension remarquable en terme de consommation (FAOSTAT. 2015)

I.1.8. Activité thérapeutique du thé vert

I.1.8.1. Activité d'antioxydants

Le thé est une source puissante d'antioxydants bénéfique sur la santé comme ceux que l'on trouve dans les fruits et légume, les feuille de thé est riche en polyphénol ,principalement des flavonoïdes, des flavanols, des acides phénolique et les catéchines

Enoutre l'activité antioxydante de ces polyphénols est liée à la structure moléculaire, aux conditions de départ et au microenvironnement du milieu réactionnel. (Zhou et al., 2005; Dai et al., 2008). Il existe divers dérivés phénolique et analogues de polyphénols dans le thé tel que la quercétine , le kaempférol, la myricétine, etc..ces substances présente une résistance à l'oxydation (Xing et al., 2019).

I.1.8.2 L'activité antibactérienne

Les études démontrentque les quatre variétés de thé sont capables d'inhiber divers pathogènes bactériens. Cependant l'extrait de thé vert était beaucoup plus efficace pour inhiber les pathogènes bactériens que tous les autres extraits de thé noire.

Les catéchines sont les composés polyphénoliques les plus fréquents et les plus abondants. Les principales espèces de thé vert comprennent l'épigallocatechine-3-gallate (EGCG) et l'épicatéchin-3-gallate(ECG), qui représentent environ 50 à 60% du totale des

catéchines et qui ont un large spectre d'activité antimicrobienne contre les bactéries gram positives et gram négatives (**Chang, Huang, Lin et Brown, 2019**).

(**Zhao et al. 2001**) ont signalé que la CMI (concentration minimale d'inhibition) de l'épigallocatechine-gallate (EGCG) du thé vert vers *Escherichia coli* était supérieure à 800µg/L, tandis que celle de *Staphylococcus aureus* sensible à la méthicilline (MSSA) et du *S.aureus* résistant à la méthicilline (MRSA)(100µg/L), ce qui rend évident que l'EGCG de thé vert est un agent antibactérien efficace. De plus, (**Cho et al. 2010**) ont indiqué dans une étude que du point de vue de santé dentaire, les polyphénols du thé vert contenant des EGCG ont la capacité d'inhiber la croissance de la formation de biofilm sur les dents humaines, et évidemment dans les conclusions de (**Cho et al. 2010**) les polyphénols du thé vert étaient très efficaces contre *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*. Par conséquent, il peut être conclu que les polyphénols de thé vert peuvent effectivement être développés comme agents antimicrobiennes contre les micro-organismes oraux, et ont un grand potentiel d'utilisation comme solution de bain de bouche.

I.1.8.3.Prévention contre le cancer

Il a été prouvé que les polyphénols du thé préviennent et traitent diverses maladies (**Wang et al 2008**). Le cancer est une maladie chronique qui représente une menace énorme pour la santé des habitants de la chine, ces maladies sont souvent dues au vieillissement de la population et à des modes de vie malsains (**He, 2018**)

Le gallate d'épigallocatechine-3 (EGCG), est un catéchol qui bloque l'enzyme l'urokinase. Cette enzyme est produite en quantité importante par la cellule. L'inhibition de l'urokinase par l'EGCG empêche la tumeur de produire des métastases. On sait que les crèmes solaires protègent contre les coups du soleil, mais pas contre les modifications cellulaires pouvant entraîner le développement de mélanome. Les résultats de laboratoire révèlent que l'application topique ou la consommation orale de l'EGCG inhibent la cancérogenèse provoquée par les radiations ultraviolettes. (**HSU ; 2005**).

Il a également été démontré que les polyphénols du thé préviennent les cance respiratoires, digestifs et urinaires causés par différents facteurs pathogènes dans des modèles animaux, en plus de leurs propriétés antioxydants, les polyphénols du thé préviennent également les mutations du matériel génétique, régulent l'activité des enzymes de détoxification dans le processus de prévention des cancers (**Ahmad etMukhtar, 1999**).

I.1.8.4. Réduction le taux de cholestérol

Une méta- analyse a trouvé que la consommation de thé vert réduisait le, mais n'avait aucun effet sur les HDL (**Reto et al., 2014**). Une étude observationnelle (**Kuriyama et al., 2006**) au Japon a révélé que la consommation de thé vert était inversement associée à la mortalité et la à mortalité cardiovasculaire, le résultat ne semblait pas spécifiquement et uniquement lié aux lipides.

Les études indiquent que les catéchines du thé vert qui sont les principaux polyphénols, jouent un rôle important dans le mécanisme sous-jacent à cette réduction du risque d'événement cardiovasculaire. Les catéchines empêchent l'activité des lipases et la micellisation des lipases dans le processus de digestion et diminuent le taux de cholestérol sérique et de triglycéride (**Ikeda et al, 1992 ,2005 ; Muramatsu, Fukuyo et Hara ,1986 ; Sone et al., 2011 ; Wu et al 2012**).

I.1.8.5. Le thé vert contre les maladies cardio-vasculaires

Les maladies cardiovasculaires (MCV) ont un trouble complexe impliquant de multiples facteurs. Parmi ces facteurs figurent l'inflammation, stress oxydatif, l'agrégation plaquettaire et le métabolisme lipidique. Au fil des ans, un certain nombre d'études ont évalué la consommation de thé vert relativement au risque de maladie cardiovasculaire (**Reygaert et al., 2017**). La consommation de thé vert est associée à un risque plus faible des maladies cardiaques et d'AVC. Les recherches publiées par Harvard montrent que les personnes qui boivent au moins une tasse de thé par jour présentent un risque de crise cardiaque inférieur de 44%. Le thé vert augmente également considérablement la capacité antioxydante du sang, qui protège les particules de cholestérol LDL de l'oxydation, qui est une partie de la voie vers les maladies cardiaques. Les femmes qui consommaient cinq tasses ou plus par jour avaient 31% moins de risques de mourir d'une maladie cardiovasculaire ou d'un accident vasculaire cérébral (**Kuriyama , Shimazu et Ohmori ., 2006**).

I.2. Epices

I.2.1. Gingembre (*zingiber officinale*)

I.2.1.1. Classification

Cette plante est classée comme suit :

Tableau IV: Taxonomie de *Zingiber officinale* (Jolad et al., 2005).

Règne	Végétal
Sous- Règne	Trachéophytes
Classe	Liliopside
Sous- Classe	Zingiberidae
Ordre	Zingibérales
Famille	Zingiberaceae
Genre	Zingiber
Espèce	<i>Zingiber officinale</i>

I.2.1.2. Caractéristique botanique

Le gingembre est une plante herbacée rhizomateuse vivace originaire d'Asie du Sud-est et l'épice la plus couramment utilisée dans le monde entier, peut atteindre 2 à 3 m de hauteur (Wu, et al., 2000). Ses feuilles sont longues, large, coriaces et aromatique, avec des marges pubescentes et de nervures médianes claires de couleur crème. Les boutons floraux sont attrayants, semblables à des coquillages et d'un blanc laiteux, à l'apex rose parfumé, et se présente en grappes pendantes. Lorsqu'elles sont ouvertes, les fleurs ont un labelle jaune bien visible avec des stries rouges (Figure 5,6). Ses fruits contiennent une capsule à rainures longitudinales et trois compartiments, chacun contenant plus de 10 graines (Wu,



2014).

Figure 05: Rhizome du gingembre **Figure 06 :** *Zingiber officinale* (Roscoe) (Gigon, 2012).
Gigon, 2012).

I.2.1.3 Principaux constituants

Les constituants du gingembre sont nombreux et variés selon le lieu d'origine et si les rhizomes sont frais ou secs.

Plus de 60 constituants sont présents dans le gingembre qui sont considérés comme un composé actif (Ahmad et al., 2015). Il contient de l'amidon comme ingrédient le plus abondant, ce qui représente 40 à 60% du rhizome sec. Les rhizomes de gingembre contiennent des huiles grasses (3 -6%), des protéines (9%), glucides (60-70%), cendres(8%), eau (9-12%) et huile volatile (2-3%) (Mbaveng , Kuete ., 2017).

À partir du rhizome du gingembre sont extraites une oléorésine 6 % (Wright, 2004) et une huile essentielle 1-3 % (Katzner., 2007). L'oléorésine contient les composés chimiques à l'origine de la saveur piquante, tels que le gingérol 15 % . La composition de l'huile essentielle varie beaucoup suivant l'origine géographique mais on retrouve des composés odorants comme le zingiberène, le curcumène, le camphène, le bisabolène, le citrale et le linalo. Ces deux extraits sont destinés à l'aromatisation des aliments, tandis que seule l'huile essentielle est utilisée dans la parfumerie.

I.2.1.4 Pharmacologie de la plante

Le gingembre a été étudié comme un agent anti-âge qui protège contre le stress oxydatif et d'inflammation dans la pathologie de la maladie dégénérative et du vieillissement. Récemment, il a été de plus en plus utilisé en raison de sa faible toxicité et de ses applications biologiques et pharmacologiques (Kim et al 2007, Kuhad et al., 2006). Ses racines contiennent des composés phénoliques (6-gingérol, 6-shogaol et ses dérivés), qui ont une activité antioxydante élevée. Le gingembre aide à soulager divers troubles inflammatoires comme la goutte, l'arthrose et la polyarthrite rhumatoïde ; comme analgésique, hypoglycémique, cardiotonique antimicrobien et antifongique. Les autres utilisations comprennent l'antidiabétique, l'antiobésité et l'anticancéreux (Wu et al., 2008, Elkhishin et al., 2009).

I.2.2.Cannelier (*cinnamomun zelanicum*)

I.2.2.1.Classification

Cette plante est classée comme suit :

Tableau V : Taxonomie de *cinnamomun zelanicum*(Mabberley, 1997)

Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Magnolidées
Ordre	Laurales ou magoliales
Famille	Lauracées
Genre	<i>Cinnamomum</i>

I.2.2.2. Description botanique

La cannelle (*cinnamomum verum*, *cinnamomum zeylanicum* synonyme) est un petit arbre à feuilles persistantes, 10-15 mètres (32,8-49,2 pieds) de hauteur (**Jakhetia et al., 2010**). On trouve des plantes en chine, en Australie, en Asie de sud- est et en Afrique. Ses feuilles sont ovales, oblongues et mesurent de 7 à 8 cm de long (**Cardoso-Ugarte et al., 2016**). Les fleurs sont verdâtres et disposées en panicules. Le fruit est baie pourpre de 1 cm avec une seule graine (**Leela ., 2008, Jantan et al., 2008**). La floraison de la cannelle a commencé en novembre et poursuit jusqu'au début de mars (**Joseph 1981 ; Kubitzki et Kurz 1984 ; Mohanakumar et al. 1985**).

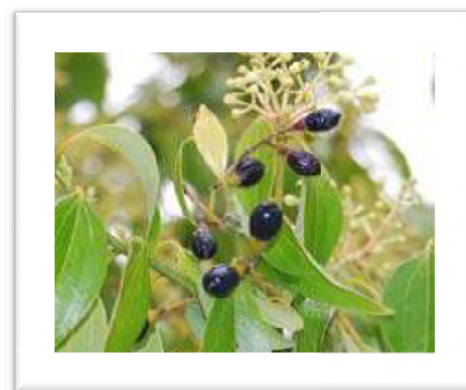


Figure07 : fleur, feuilles et graines de cannelle (**Vangalapati et al., 2012**).

I.2.2.3. Principaux constituants

La cannelle contient principalement des acides féruliques, caféïque, gallique et vanillique avec les polyphénols. (**Muchuweti et al., 2007**) La composition chimique de

l'huile de cannelle en ce qui concerne les composants volatiles dépend de la partie végétale dont ils sont extraits. Le cinnamaldéhyde avec une teneur allant de 90% est la substance la plus représentée extraite de l'huile essentielle d'écorce. (Wong et al., 2014) Les hydrocarbures et composés oxygénés sont les autres composés volatils mineurs. L'eugénol ayant une concentration supérieure à 80% et l'acétate de (E)-cinnamyle et le caryophyllène sont le principal composant de l'huile des feuilles de cannelle et fleurs et fruits de cannelle (JaMyaparakasha et al., 1997, Filoche et al., 2005).

La composition chimique des huiles varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment la partie de la plante utilisée, l'âge des arbres, la saison de croissance et l'emplacement et les méthodes d'extraction (Kaul et al. 2003 ; Rajeswara et al. 2007).

I.2.2.4. Pharmacologie de la plante

La cannelle est également utilisée comme médicament traditionnel pour soulager la douleur et l'inflammation chez les patients qui souffrent de rhumatisme arthritique. La plante contient de la cinnamaldehyde, de l'acide cinnamique, du cinnamate et de nombreux autres composants qui ont de forts effets thérapeutiques contre le cancer et les troubles inflammatoires, cardiovasculaires et neurologiques (Hariri et Ghiasvand., 2016). Les feuilles séchées et l'écorce sont prescrites pour la fièvre, l'anémie et l'odeur corporelle. Ils ont des activités aromatiques, astringentes, stimulantes et carminatives et sont utilisées dans les rhumatismes, les coliques, la diarrhée, les nausées et les vomissements. Ses graines sont utilisées après avoir été broyées et mélangées avec le miel ou sucre et administrées aux enfants pour la dysenterie ou la toux (Grover, 2002).

I.2.3. Giroflier (*syzgium aromaticum*)

I.2.3.1. Classification

Tableau VI : Taxonomie de *syzgium aromaticum* (Sophie ; 2015)

Règne	Plante
Classe	Angiosperme
Sous-classe	Tiporées
Ordre	Myrtales
Famille	Myrtaceae

Genre	Syzygium
Espèce	Syzygium aromaticum

I.2.3.2. Description botanique

Le giroflier est un arbre de taille moyenne avec un tronc droit qui pousse jusqu'à 10 à 12 m de hauteur. Les branches sont semi dressés, de couleur grisâtre et denses. Ses feuilles sont grandes, elliptiques, opposées et possèdent beaucoup de glandes huileuses sur la surface inférieure.

Les fleurs sont petites de couleur pourpre et sont hermaphrodites portées aux extrémités terminales des petites branches. Chaque pédoncule porte de 3 à 4 fleurs à tiges et longueur des inflorescences se situe entre 4 et 5 cm. Initialement, les boutons floraux sont de couleur jaune pâle avec un aspect brillant et deviennent vert à rouge vif à maturité. Ceux-ci sont de 1 à 2 cm de long avec ovaire cylindrique et épais composé de quatre sépales charnus. Les clous de girofles sont des boutons floraux non ouverts, séchés à l'air, de 2,5 cm de longueur et 1,25 cm de largeur. Le fruit mûrit 9 mois après la floraison et l'ovaire rouge devient graduellement pourpre rougeâtre (Kamatou et al., 2010 ; Ortes-Rojad et al., 2014).

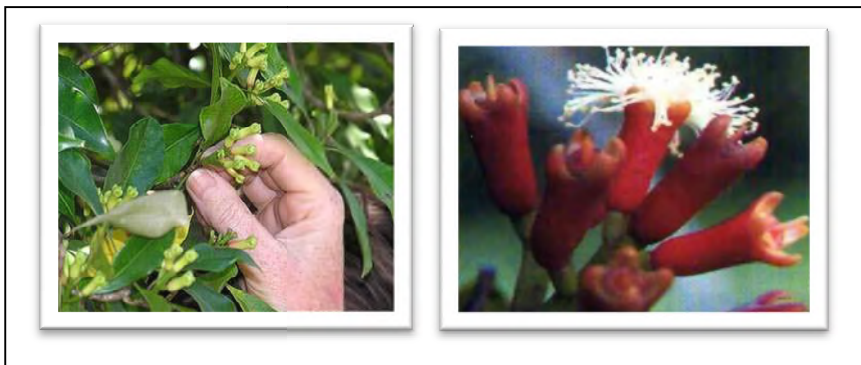


Figure 08: les feuilles et les fleurs du giroflier et quelques boutons floraux. (Bruneton, 1999).

I.2.3.3. Principaux constituants

Le clou de girofle est une source vitale de composés phénoliques comme les flavonoïdes (les acides hydroxycinamiques, les acides hydrox benzoïques , propenes hydroxyphénolique et l'acide gallique) en concentration plus élevée (Al-Jasass and Al-Jasser, 2012). D'autres

acides phénoliques présents dans le clou de girofles sont : l'acide caféique, férulique, élagique et salicylique.

Le clou de girofle contient 51,3% de glucides, 16,6% de matières grasses, 11,5 de fibre, 6,9% de protéines et 6,0% de cendre. Il contient aussi une quantité importante de potassium (6,6 g/100g), de calcium (0,27g/100g) , de magnésium (0,09g/100g) (), de l'huile volatile (15 à 20%), principalement composée d'eugénol (10 à 15%) et de beta-caroyophyllène (5 à 12%). D'autres constituants mineurs, notamment la méthylamyle cétone, l'acide gallotannique, l'humulene α , l'humulene β , l'acide cragolique et le benzaldéhyde sont responsables du parfum agréable caractéristique du clou de girofle (**Mittal et al., 2014**).

I.2.3.4. Pharmacologie de la plante

Le clou de girofle possède un potentiel antibactérien et utilisé comme un bain de bouche, de crème dentaire, vaporisateur pour la gorge et pâte dentaire pour tuer les agents pathogènes. Il est également utilisé pour soigner (ou soulager) les gencives douloureuses (**Cai et al., 1996**). L'huile de clou de girofle améliore le système de défense du corps et aide à lutter contre les microbes envahissants. Elle est également utilisée pour guérir la maladie du pied (**Trongtokit et al., 2005**).

I.2.4. Etoile d'anis (*L'Illicium verum*)

I.2.4.1. Classification

Tableau VII : Taxonomie de *L'Illicium verum* (**De et al. 2001**).

Régne	Plantea
Division	Magnoliopyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Magnoliida
Ordre	Austrobialeyales
Famille	Illiciaceae
Espèce	Verum
Genre	Illicium

I.2.4.2 Description botanique

L'anis étoile est un arbre de taille moyennede 8 à 15 m de haut et de 30cm de profondeur, de plus ses feuilles sont longues de 6 à 12 cm, alternes, simples, coriaces, entières, glabres, brillantes, généralement groupées à l'extrémité des branches, il possède également une grande fleur bisexuelle 1 à 1,5 de diamètre rose, blanc à rouge ou jaune verdâtre axillaire et solitaire (Vecchio *et al.*, 2016).

Le fruit est en forme de capsule, l'agrégat est en forme d'étoile chaque bras est une cosse de graine en chine. L'anis étoilé est fréquemment utilisé comme épice dans la cuisine chinoise, son fruit a un goût doux aromatique agréable et un parfum plaisant ressemblant à l'anis (De *et al.*, 2001).



Figure 09 : Etoile d'anis : *Illicium verum*(Fritz *et al.*, 2008).

I.2.4.3.Principaux Constituants

L'anis étoile contient près de 8 à 12 % d'huile essentielle, composé principalement de l'anéthol et de l'huile grasse elle se trouve principalement dans l'enveloppe ligneuse et dans une mesure dans la graine (Ooi *et al.*, 1994; DerMarderosian and Beutler, 2002). Ce sont 14 composants d'hydrocarbures et 22 dérivés d'hydrocarbures oxygénés et une petite quantité de composés azotés, anisylacétone, anisaldéhyde l'acide linoléique (1-4 méthoxyphényl -prop-2-one), la foeniculine et l'acide palmitique (Yamada *et al.*, 19965 ; Yan Jian *et al.*, 2002 Wang *et al.*, 2007)

I.2.4.4.Pharmacologie de la Plante

L'anéthol est un composé bioactif naturel aux multiples effets bénéfiques sur la santé humaine tels que des propriétés anti-inflammatoires, anticancéreuses, chimio préventives neuroprotectrices, antithrombotiques , antidiabétique .il offre une approche sûre dans le traitement de plusieurs maladies chroniques. (Domiciano *et al.*, 2013)

I.2.5.Menthe (*Mentha spicata L*)

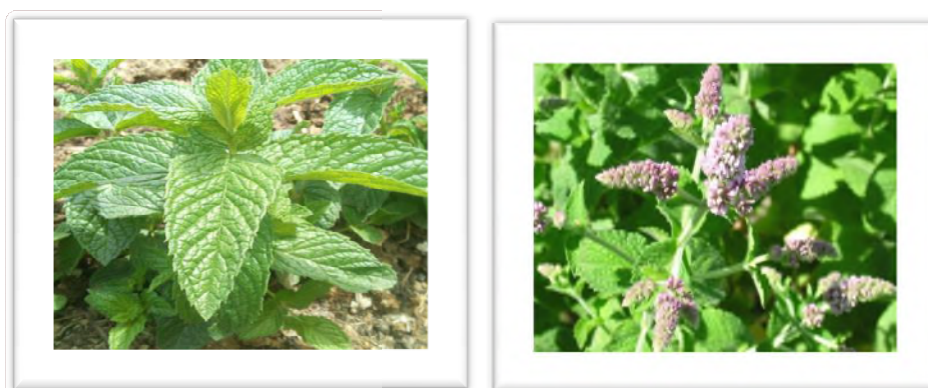
I.2.5.1. Classification

Tableau VIII : Taxonomie de *Mentha spicata* L (Moon et al., 2009)

Règne	Plantea
Sous règne	Trachéophytes
Sous-famille	Nepetoideae
Classe	Dicotylédones
Genre	<i>Mentha.</i>
Ordre	Lamiales
Espèce	<i>Mentha spicata</i> L.

I.2.5.2. Description botanique

La menthe est une plante herbacée et vivace elle comporte généralement des feuilles dentelées et pointues. ses feuilles sont d'un vert foncé, opposées, sessiles, subsessiles, allongées à ovales ou lancéolées de 5 à 9 cm de longueur et de 1.5 à 3 cm de largeur (Sennoussi,2015). Elle est plus ou moins parfumées en fonction de la variété et est principalement cultivée pour son odeur (parfumerie),(korichi, 2007). Elle se caractérise par une tige carrée droite et verte, qui ne dépasse pas plus d'un mètre de longueur(Sennoussi,2015). Les fleurs sont petites, blanchâtre à mauve et forment des épis terminaux étroits et point(paris, 1971).

Figure 10 : *Mentha peperita* (Teuscher et al., 2000)

I.2.5.3.Principaux Constituants:

Les Composition biochimique de *Mentha spicata L.* Algérienned'après (Brahmi et al.,2016) est la suivante :

Les huiles essentielles : Carvone,limonene, 1.8-cineole, β -Caryophyllene germacrene D.

Composés phénoliques :

- **Acides phénoliques :** Acide 4-hydroxy benzoïque, Acide caféique, Acide α -coumarique, Acide chlorogénique et Acide rosmarinique.
- **Flavonoïdes :** rutine, naringénine, luteoline, diosmine, kaempferole et diosmetine.

Autre composés : Esters méthilique d'acide gras, triglycéride, squalène, stigmastérol, Sitostérol, acide oléanolique, ursolique et pomolique Caroténoïdes, alcaloïde, saponine

I.2.5.4. Pharmacologie de la Plante

La menthe est efficace contre les affections similaires aux bronchites (problèmes respiratoires) troubles digestifs (efficaces en cas de constipation ou de diarrhée) , troubles urinaires, toux et rhume, soulage les douleurs liées aux piqûres d' insectes et d'animaux (les affections de la peau) , contre les maux de tête , les crampes d'estomac (**beloued, 2001 ; bellakhdar2006**). L'huile de menthe est utilisée comme un arôme dans des dentifrices, chewing-gum, savons et aussi dans des soupes, parfumeries, détergents, pesticides (**Soysal, 2005 ; Brahmi et al., 2012**).

I.2.6. Armoise (*Artemisia herba alba* Asso)

I.2.6.1. Classification

Le tableau suivant représente la systématique de *Artemisia herba alba* Asso

Tableau IX : Taxonomie de *Artemisia herba alba* Asso (**Guignard, 1998**).

Règne	Plantae
Ordre	Asterales
Embranchement	Spermaphytes (Phanérogames) ou « plantes à graines »
Famille	Aséracées ou composée
Sous- embranchement	Angiospermes (Plantes à fleurs)
Genre	<i>Artemisia</i>

Classe	Dicotyledones (Magnoliopsida)
Espèce	<i>Artemisia herba alba</i> Asso

I.2.6.2. Description botanique

L'Artemisia herba alba asso (**figure11**) est un arbuste nain vivace (**kavishankar et al , 2011 ; al- khazraji et la , 1993**) à tiges ligneuses ramifiées de 30 à 50 cm de long , elle dégage une odeur très forte , par fois désagréable , ses feuilles sont oblongues , découpées en segments de couleur vert foncé sur la face et blanc cotonneux sur leur partie inférieure (**ozenda 1983 , baba Aissa,2000**) elle sont courtes , alternées, très divisées ,laineuses, blanches , les fleurs sont hermaphrodites jaunâtres emballées dans des petites capitules (comprenant chacun de 2 à 5 fleurs).(**pottier,1981**).



Figure 11: Armoise blanche :*Artemisia herba alba* Asso (**El Rhaffari, 2008**)

I.2.6.3. Principaux Constituant

L'Artemisia herba alba asso est une plante riche en métabolites secondaires, on trouve des constituants volatiles (l'huiles essentielle), des constituante non volatiles tels que les flavonoïdes, et sesquiterpènes lactones (**mohamed et al,2010**) Cette plante est aussi riche en composés dotés d'une activité antioxydante tel que les polyphénols, les tanins (**Bruneton,1999**).

I.2.6.4. Pharmacologie de la plante

L'armoise « artemisia herba alba » est une plante médicinale et aromatique utilisée depuis longtemps dans la médecine traditionnelle algérienne. (**Bouzidi ,2016**) dans le désordre le gastrique tel que la diarrhée et les douleurs abdominales. Elle est aussi utilisée en tant que remède de l'inflammation du tractus gastro- intestinal (**Gharabi ,2008**) ses racines sont indiquées contre certains troubles nerveux (**Baba Aissa, 2000**).

Chapitre II

*Radicaux libres et système
antioxydant*

II. Stress oxydant et systèmes de défense

II.1. Stress oxydant

Le stress oxydatif est une condition causée par un déséquilibre entre les radicaux libres et le système de défense antioxydant du corps. En santé, les radicaux libres et les antioxydants restent en état d'équilibre, mais dans les conditions de stress oxydatif, il existe un grand nombre d'espèces réactives de l'oxygène et d'espèces d'azote que l'antioxydant. Certains atomes sont instables et très réactifs en raison de la présence d'électrons non appariés dans les orbitales de valence. Ils atteignent la stabilité en acquérant des électrons à partir des molécules proches dans le corps, provoquant une cascade des réactions entraînant des dommages cellulaires et des maladies (**Sinbad et al., 2019**).

De nombreuses affections humaines incluent un stress oxydant, local ou générale, dans leur pathogenèse au même titre que l'inflammation à laquelle il est souvent associé. Dans plusieurs maladies graves, le stress oxydant est le facteur déclenchant originel. C'est le cas des cancers, des maladies oculaires (cataracte et dégénérescence maculaire), des maladies neurodégénératives (ataxies, sclérose latérale et maladies d'Alzheimer) (**Zbadi et al., 2018**).

II.2. Radicaux libres

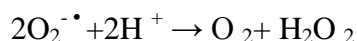
Les radicaux libres peuvent être définis comme des atomes ou des molécules ou des fragments moléculaires contenant un ou plusieurs électrons non appariés dans leurs orbitales atomiques ou moléculaires. En général, il est considéré qu'environ 10000 à 20000 radicaux libres attaquent chaque cellule chaque jour dont certains sont bons pour la santé qui permettent au corps humain de lutter contre l'inflammation, tuer les bactéries, contrôler les muscles lisses qui régulent le bon fonctionnement des organes internes et des vaisseaux sanguins. D'autres part, les radicaux libres jouent un rôle vital dans la pathogenèse de diverses maladies telles que les maladies cardiaques, le diabète, la maladie d'Alzheimer, la maladie de cancer, l'arthrite et le vieillissement etc. (**Qazi et al., 2018**).

Les espèces réactives de l'oxygène (ERO) est un terme collectif utilisé pour désigner les radicaux libres dérivés de l'oxygène et les espèces réactives apparentées. Ils représentent la classe la plus importante des radicaux libres et d'espèces réactives apparentées générées dans le corps. Les principales espèces réactives de l'oxygène sont : le radical superoxyde ($O_2^{\cdot-}$), le radical hydroxyle (OH^{\cdot}), le Peroxyde d'hydrogène H_2O_2 (**Santo et al., 2016**).

II.2.1 Peroxyde d'hydrogène H₂O₂

Le peroxyde d'hydrogène est généré par une réaction de dismutation de l'anion superoxyde par le superoxyde dismutase. Les acides aminés oxydases et xanthine oxydase sont des enzymes qui peuvent produire du peroxyde d'hydrogène à partir de l'anion superoxyde. Le peroxyde d'hydrogène est un agent oxydant et réducteur faible et il est considéré comme une espèce moins réactive. Le peroxyde d'hydrogène peut :

- Générer le radical hydroxyle en présence d'ions métalliques et d'anion superoxyde.
- Produire de l'oxygène singulet par réaction avec l'anion superoxyde ou avec l'HOCl ou les chloroamines dans les systèmes vivants.
- Dégrader certaines protéines de l'hème, comme l'hémoglobine, pour libérer des ions de fer (Pathak et al., 2017).



III.2.2 Radical superoxyde (O₂^{*-})

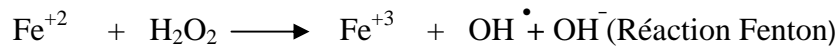
Le radical superoxyde (O₂^{*-}) est généré par auto-oxydation directe d'O₂ lors de la réaction de transport d'électrons mitochondriaux. Alternativement, O₂^{*-} est produite par voie enzymatique par la xanthine oxydase et le cytochrome P450 dans les mitochondries ou le cytosol. Ainsi O₂^{*-} formé est catabolisé pour produire du H₂O₂ par le superoxyde dismutase (SOD), une métalloprotéine. Il est considéré comme le type d'ERO le moins réactif et le radical libre le plus couramment produit chez l'homme. Une fois produit, il déclenche une cascade rapide d'événements qui crée d'autres radicaux libres (Maddu, 2018). Ces anions superoxyde peuvent ensuite être convertis en espèces non radicalaires, le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) et l'oxygène singulet (1'O₂), enzymatiquement avec des enzymes oxydantes telles que le superoxyde dismutase (SOD) ou non-enzymatiquement (Ahmad et al., 2017).



II.2.3. Radical hydroxyl

Le radical hydroxyl est le radical libre le plus biologiquement actif. Cette espèce est beaucoup plus réactive que le superoxyde, ce qui en fait un radical très dangereux. Le radical hydroxyle peut endommager pratiquement tous les types de macromolécules, y compris les acides nucléiques, les lipides et les acides aminés (Santo et al., 2016). Il se forme lors d'une

réaction de Fenton, dans laquelle le H_2O_2 réagit avec les ions métalliques (Fe ou Cu), souvent lié en complexe avec différentes protéines telles que la ferritine (une protéine intracellulaire qui stocke le fer) et la céruloplasmine (protéine plasmatique porteuse de cuivre) ou d'autres molécules. Dans des conditions de stress, un excès d' $\text{O}_2 \bullet^-$ libère du fer libre de la ferritine et le fer libre libéré participe à la réaction de Fenton pour former $\text{OH} \bullet$



Il est également formé par la réaction entre le radical superoxyde et H_2O_2 dans une réaction appelée réaction Haber-Weiss (**Phaniendra et al., 2015**).



II.3. Sources des générations ERO

La quantité de production des radicaux libres est déterminée par l'équilibre de nombreux facteurs et les espèces réactives de l'oxygène sont produits à la fois de manière endogène et exogène. Les sources endogènes des espèces réactives de l'oxygène comprennent les mitochondries, le métabolisme du cytochrome P-450, les peroxyosomes et l'activation des cellules inflammatoires (**Grigorov, 2012**). En général les ROS peuvent être :

- Générés pendant l'irradiation par la lumière UV et par les rayons X et gamma.
- Produit lors de réactions catalysées par un métal.
- présents dans l'atmosphère sous forme de polluants.
- produits par les neutrophiles, les éosinophiles et les macrophages pendant l'inflammation.
- Les sous-produits des réactions de transport d'électrons catalysées par les mitochondries et de divers autres mécanismes (**Bhattacharya, 2015**).

II.4. Conséquence du stress oxydatif

II.4.1. L'oxydation des protéines

L'oxydation des protéines peut entraîner la modification des acides aminés, la fragmentation de la chaîne peptidique, l'agrégation des produits de réaction réticulés et l'augmentation des charges électriques. Les protéines oxydées sont plus sensibles à la protéolyse, et une augmentation des protéines oxydées peut être responsable de la perte de

certaines rôles physiologiques et biochimique. Les dommages causés aux protéines par les radicaux libres peuvent jouer un rôle dans la cataracte et le vieillissement (**Manal et al., 2019**).

II .4.2.L'oxydation des lipides

Les lipides membranaires sont la troisième cible majeure des espèces réactives de l'oxygène mitochondriaux. Le radical OH interagit avec les liaisons insaturées dans un lipide membranaire et commence le processus de peroxydation lipidique (**Biswas et al., 2017**). Les composants lipidiques de la membrane subissent une peroxydation en raison de l'action des radicaux libres. Pendant la peroxydation lipidique, un grand nombre de sous-produits toxiques se forment également qui se comportent comme des «seconds messagers». Les dommages causés par la peroxydation lipidique sont très préjudiciables au fonctionnement de la cellule (**Neeti Sharma, 2014**).

II .4.3.L'oxydation des ADN

Les espèces réactives de l'oxygène cause la fragmentation des chaînes d'ADN et détruit les nucléotides. Si une partie du brin d'ADN est attaquée par des radicaux libres, elle peut entraîner un échange dans les locus nucléotidiques, puis modifier le brin d'ADN. L'attaque oxydative sur l'ADN a entraîné l'oxydation du Désoxyribose. Lorsque les espèces réactives de l'oxygène attaque l'ADN, il retire l'atome d'hydrogène tétra du ribose désoxy et conduit ainsi à produire un radical de ribose désoxy qui réagit pour produire de l'ADN fragmenté (**Mahmood et al., 2019**).

La plupart de ces modifications de l'ADN sont très pertinentes pour la cancérogenèse, le vieillissement, les maladies neurodégénératives, cardiovasculaires et auto immunes

(**Ozougwu, Jevan , 2016**).

II.5. Antioxydant

II.5.1. Définition

Les antioxydants sont les substances qui retardent ou inhibent considérablement l'oxydation de ce substrat, lorsqu'il est présent à des faibles concentrations par rapport à celui d'un substrat oxydable. Le corps humain produit un grand nombre de radicaux libres qui jouent un rôle dans la pathogenèse des diverses maladies, donc le corps maintient l'équilibre redox en produisant divers antioxydant qui peut être divisé en deux groupes, à savoir les antioxydants enzymatiques et les antioxydants non enzymatiques (**Qazi et al., 2018**).

II.5.2. Classification

II.5.2.1. Antioxydants enzymatiques

Les antioxydants enzymatiques ont des effets protecteurs plus efficaces contre les attaques oxydatives actives et massives dues à la capacité de décomposer les espèces réactives d'oxygènes. Par conséquent, cet ensemble d'antioxydant joue un rôle dans les maladies, y compris l'hyperoxie aigue, la radiothérapie, la transplantation pulmonaire et l'inflammation (He et al., 2017).

Les enzymes antioxydantes dans toutes cellules du corps se composent de trois grandes classes d'enzymes antioxydantes qui sont les catalases (CAT), les superoxydes dismutases (SOD) et les peroxydases de glutathion (GPX), tous jouent un rôle crucial dans le maintien de l'homéostasie dans les cellules. L'induction de ces enzymes reflète une réponse spécifique au stress oxydatif polluant.

- ✓ Le rôle de la superoxyde dismutase(SOD) est de récupérer les radicaux superoxygénés et de les convertir en H_2O_2 .
- ✓ Le rôle de la peroxydase de glutathion GPX est de catalyser la détoxification du H_2O_2 et des peroxydes lipidiques par la réduction du glutathion. Ainsi la protection des lipides membranaires et l'hémoglobine de l'oxydation des peroxydes.
- ✓ Le rôle principal de la catalase dans les mécanismes de défense antioxydants cellulaires est de réduire l'accumulation de H_2O_2 (Adwas et al., 2019).

II.5.2.2. Antioxydant non enzymatique

Les antioxydants non enzymatiques sont généralement des composés antioxydants de faible poids moléculaire capables de prévenir les dommages oxydatifs, soit en interagissant directement avec les espèces réactive de l'oxygène, soit indirectement en chélatant les métaux. D'autres molécules des antioxydants de faible poids moléculaire à une action directe piègent les radicaux libres en donnant des électrons aux radicaux libres pour les rendre stables, empêchant ainsi les attaques de cibles biologiques. Ces molécules également appelées piègeurs peuvent être avantageuses par rapport aux antioxydants enzymatiques car elles peuvent pénétrer les membranes cellulaires et être localisées à proximité immédiate de la cible biologique en raison de leur petite taille (Azeh Engwa, 2018).

Parmi les antioxydants de faible poids moléculaire, on peut citer les plus connus et les plus importants ci-dessous :

❖ La vitamine E (α -tocophérol)

La vitamine E est l'un des composants les plus importants des systèmes antioxydants cellulaires. Dans la nature, il est présent sous huit formes différentes. L' α -tocophérol est la forme la plus active de la classe des tocophérols, sa structure moléculaire comporte une extrémité hydrophile et une extrémité hydrophobe (**Pavithra, et al., 2018**).

L' α -tocophérol appartient au système de défense antioxydant non enzymatique, dont la fonction principale est d'interrompre la réaction de peroxydation lipidique et de protéger contre le stress oxydatif. En interrompant les réactions de peroxydation lipidique et en éliminant les radicaux libres 'oxygène, l' α -tocophérol liposoluble joue un rôle important dans la stabilisation des membranes cellulaires. Il a été démontré que l' α -tocophérol joue aussi un rôle important au cours de nombreux processus, y compris la régulation de transcription des gènes et l'activité enzymatique et moléculaire impliquée dans la régulation de la voie de signalisation cellulaire (**Magdalena Górnicka et al.; 2019**).

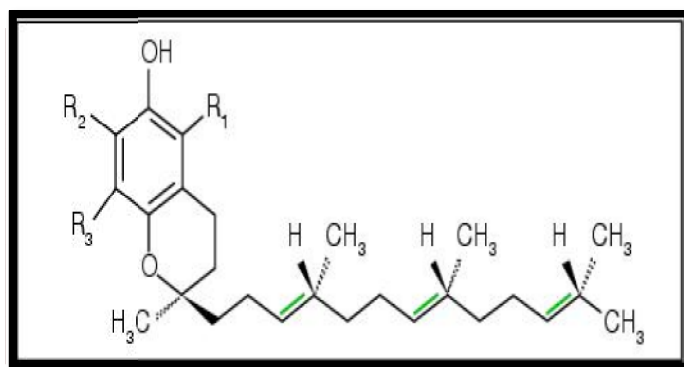


Figure 01 : Structure chimique de la vitamine E (**Annahaziet al; 2007**).

❖ Vitamine C (Acide ascorbique)

La vitamine C (acide ascorbique) est un antioxydant soluble dans l'eau qui réagit directement avec le superoxyde et les radicaux hydroxyles pour neutraliser les espèces réactives de l'oxygène (ERO) et réduire le stress oxydatif. L'acide ascorbique peut également agir comme un pro-oxydant dans certaines circonstances et contribue à la régénération de la vitamine E oxydée lié à la membrane (**Medithi et al., 2020**).

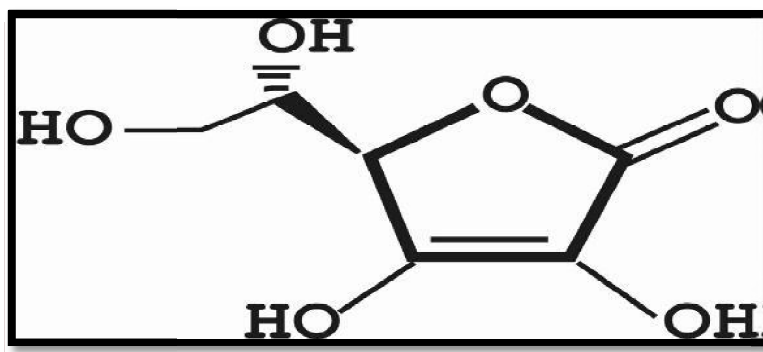


Figure 02 : Structure chimique de la vitamine C (Popova, 2019).

❖ Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont un groupe de phytonutriments produits par les plantes et les algues, ainsi que par certaines bactéries et champignons. La longue chaîne alkyle hydrocarbonée insaturée rend les caroténoïdes hautement liposolubles. Par conséquent, ils jouent un rôle clé dans la protection des lipoprotéines et des membranes cellulaires contre la peroxydation lipidique et présentent une capacité de piégeage particulièrement efficace contre les radicaux peroxydes par rapport à tout autre espèces réactives de l'oxygène et ils sont connus pour être les antioxydants liposolubles les plus courants (Moussa et al., 2019). Ils peuvent être classés en deux groupes différents: les hydrocarbures caroténoïdes connus sous le nom de carotènes contenant des groupes terminaux distincts comme le lycopène et le β -carotène; et les caroténoïdes oxygénés connus sous le nom de xanthophylles. Les caroténoïdes affichent leur activité antioxydante en raison de la désactivation de l'oxygène singulet qui aboutit à des caroténoïdes excités qui dissipent l'énergie nouvellement acquise grâce à une série d'interactions rotationnelles et vibrationnelles avec le solvant, retournant ainsi à l'état non excité et leur permettant d'atteindre des espèces plus radicales. Les seuls radicaux libres qui endommagent complètement ces pigments sont les radicaux peroxydes. Les caroténoïdes sont relativement inactifs (Shalini et al., 2015).

II.6. Antioxydants d'origine végétale

Les antioxydants passent par plusieurs processus avant de pouvoir être consommés par les gens. Les chercheurs au milieu du XXI^e siècle après avoir fait de nombreuses recherches ont constaté que la durée de vie des gens augmente par la consommation normale d'antioxydants et aussi il empêche plusieurs maladies mortelles. À la fin du 19^e siècle, les antioxydants sont utilisés pour plusieurs procédés industriels comme la prévention de la

corrosion des métaux et ils sont également utilisés comme agents de conservation pour les aliments (**Emad et al.,2017**). De nombreux antioxydants identifiés comme des agents de récupération d'oxygène actifs ou des radicaux libres, obtenus naturellement à partir de sources végétales sont utilisés dans l'alimentation, les cosmétiques et les remèdes, se sont avérés être des alternatives brillantes pour les antioxydants artificiels en raison de leur faible coût et n'ont aucun effet nocif sur le corps humain (**Zeenat et al.,2018**)

II.6.1.Polyphénols naturels comme antioxydants

Les composés phénoliques sont considérées comme l'une des classes abondantes de produits phytochimiques ayant des qualités et des fonctions de promotion de la santé (**Mohammed et al., 2020**). Les polyphénols végétaux sont classés comme des métabolites secondaires caractérisés par un ou plusieurs groupes hydroxyles se liant à un ou plusieurs cycles aromatiques (**Dimitrios et al., 2019**)

En effet, de nombreuses fonctions peuvent être attribuées à ses molécules, ils peuvent résister aux diverses agressions des organismes pathogènes, ils participent de manière très efficace à la tolérance des végétaux aux divers stress et jouent le rôle des signaux de reconnaissance entre les plantes (Allélopathie) et les symbioses (**Macheix et al., 2005**) et leur rôle principal est de protéger les plantes contre les insectes, les rayons ultraviolets et les infections microbiennes et d'attirer les pollinisateurs (**Nikolina et al., 2017**).

Parmi les propriétés biologiques importantes des polyphénols végétaux leur activité antioxydante a suscité un grand intérêt, un certain nombre d'études ont montré que les polyphénols végétaux peuvent être utilisés comme antioxydants contre différentes maladies induites par le stress oxydatif, les polyphénols sont dérivés en deux groupes principaux, les flavonoïdes et les non flavonoïdes (**Dimitrios et al., 2019**).

II.6.1.1. Non flavonoïdes

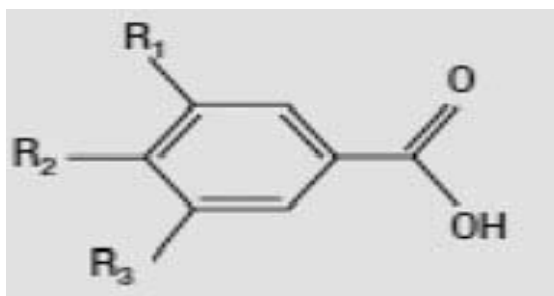
Comprennent les acides phénoliques

II.6.1.1.1.Acides phénoliques

Les acides phénoliques peuvent être divisés en deux groupes principaux :

❖ Acide hydroxybenzoïque

Sont des dérivés de l'acide benzoïque dont la structure de base est C_6-C_1 , ils incluent Acide gallique, Acide P-hydroxybenzoïque, acide vanillique, acideprotocatéchique (**Figure 14**). Ces acides sont généralement sous forme liée, mais au niveau des fruits et légumes, ils se trouvent à de très faibles concentrations sous forme libre, les oignons et les feuilles de thé sont des sources importantes d'acides hydroxybenzoïque libres (**papuc et al., 2017**)



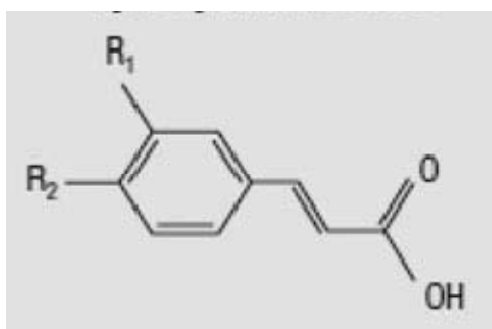
R1=R2=R3=OH = acide gallique

R1=R2=OH, R3=OH = acide protocatéchique

Figure 03 : Structure chimique de l'Acide hydrox benzoïque (**Munawar et al., 2016**)

❖ L'acide hydroxycinnamique

Sont des dérivés de l'acide cinnamique, dont la structure de base est C_6-C_3 , ils incluent l'acide caféique, l'acide p-coumarique (**Figure 15**). Les acides hydroxycinnamique sont présents. Dans de nombreux végétaux (graine de café, tomate, olive, pomme), en particulier dans les fruits sous forme liée et rarement sous forme libre uniquement dans aliments transformés Il représente 75 à 100% de la teneur totale en acides hydroxycinnamiques de la majorité des fruits (**Manachet al., 2004, papuc al.,20**)



R1=OH=acide caféique

R1=R2=acide coummarique

Figure 04: Structure chimique de l'acide caféique et l'acide coummarique(Munawar et al., 2016)

II.6.1.2. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés chimique naturels de faible poids moléculaire , et ils sont principalement solubles dans l'eau , ils sont formés par deux cycles benzéniques , alternés par une chaîne linéaire de trois atomes de carbone (C6-C3-C6) cette structure se réorganise souvent pour former trois cycles avec 15 atomes de carbone appelés A,B et C '(figure 16) (Cianciosi et al.,2018) .Les flavonoïdes constituent une classe importante de produits naturels ils appartiennent à une classe de métabolites secondaires végétaux possédant une structure polyphénols , largement présente dans les aliments et les boissons d'origine végétales comme les fruits les légumes , le thé , le cacao et le vin . Les flavonoïdes sont associés à un large éventail d'effets bénéfiques pour la santé et constituent des composants indispensable dans une variété d'applications nutraceutiques,pharmaceutique, médicinales et cosmétique (Panche et al.,2016)

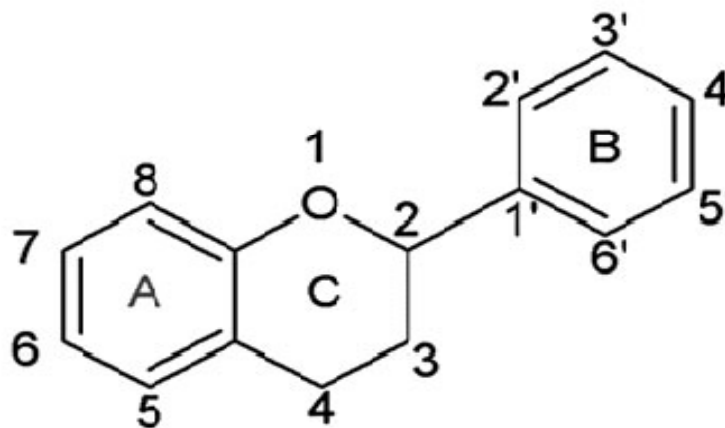


Figure 05: structure des flavonoïdes(Teplova et al., 2017)

II.6.1.2.1. Classification des flavonoïdes

En raison des différences dans la structure des flavonoïdes sont classés comme :

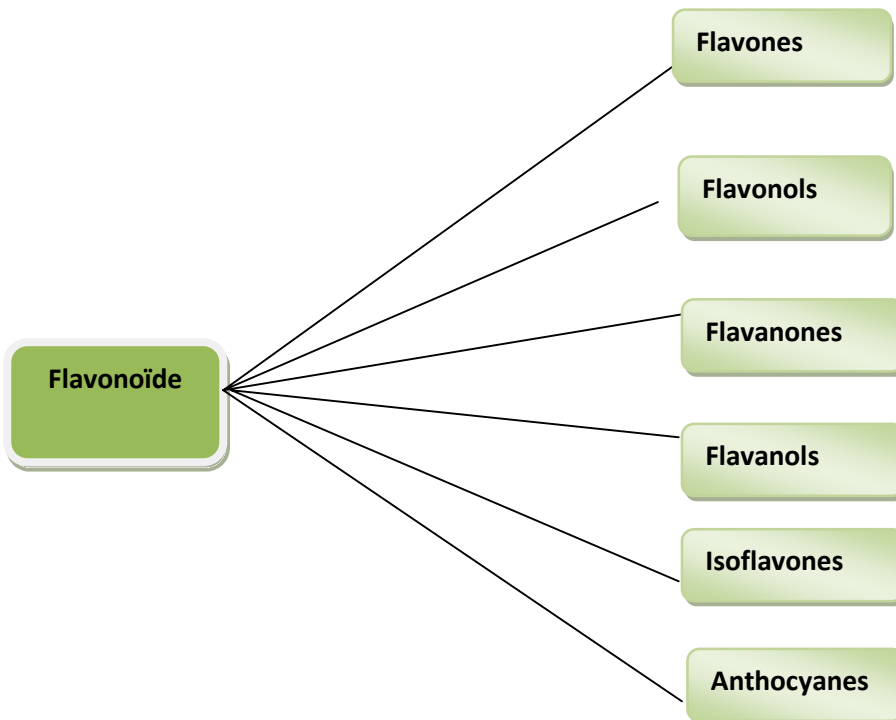


Figure 06 : distribution des flavonoïdes présents dans les plantes (**katarzyna et al., 2017**)

❖ Les flavones

Les flavones (flavus = jaune) sont une classe de flavonoïdes à base de 2-phénylchromen-4-one, les flavones sont dotés d'activités antibactérienne, antioxydante, antidiabétique et d'autres activités pharmacologique (**Dhruti et al., 2016**).

❖ Les flavonols

Sont des flavonoïdes avec un groupe cétone, hydroxylés en position 3. Ils sont des blocs de construction de proanthocyanins. La consommation de flavonols est associée à un large éventail de bienfaits pour la santé dont le potentiel antioxydant, le risque de maladies vasculaires, (**Panche et al., 2016**) l'activité antioxydante des flavonols peut protéger contre les dommages (oxydatif) aux cellules, aux lipides ou à l'ADN. En outre, ces propriétés sont le résultat de la présence de cycle aromatique de la molécule flavonoïde C (**katarzyna et al., 2017**).

❖ **Les flavanones**

Les flavanones sont associés à un certain nombre d'avantages pour la santé en raison de leurs propriétés de balayage des radicaux libres, ces composés sont responsables du goût amer du jus et de la pelure des agrumes, et ils sont aussi appelés dihydroflavones (**Panche et al., 2016**).

❖ **Les flavanols**

Les flavanols sont la sous-classe la plus complexe de flavonoïdes, allant des monomères simples (catéchine et son isomère épicatechines) aux oligomères (proanthocyanidines) et autres composés (**Nikolina et al., 2017**)

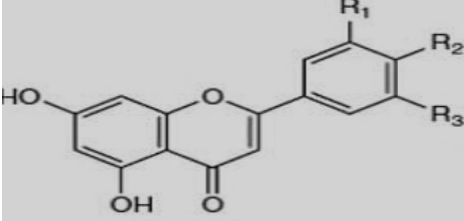
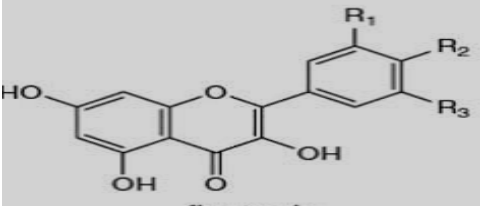
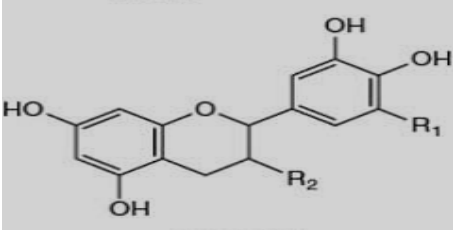
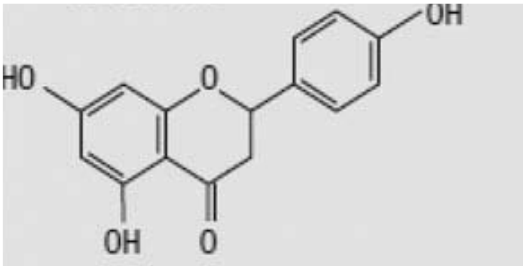
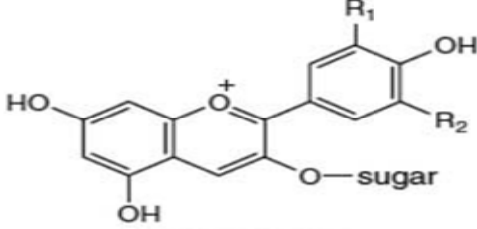
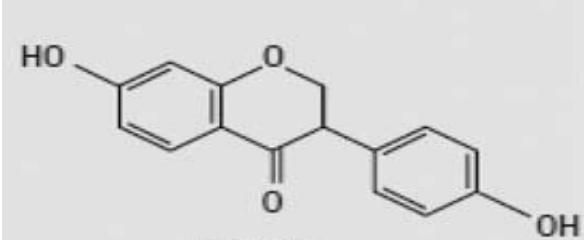
❖ **Les isoflavones**

Sont une sous-classe distincte et très importante de composés flavonoïdes, leurs structures constituent le squelette 3-phénylchroméne qui est chimiquement dérivé du squelette 2-phénylchroméne par un mécanisme de migration aryle, les isoflavones se trouvent principalement dans les légumineuses, en particulier dans le soja (**katarzyna et al., 2017**)

❖ **Les anthocyanidines**

Les anthocyanidines sont des flavonoïdes solubles dans l'eau, non oxydés, insaturés, qui se trouvent principalement sous forme de pigments végétaux. Ils sont basés sur la structure de base de l'ion 2-phényl-benzopyrylium chromophore – flavylum. Ils sont hydroxylés en position C3 et, les principales anthocyanidines sont la cyanidine la delphinidine et malvidine (**Dalia et al., 2020**)

Tableau I : structures générales des flavonoïdes (Munawar et al., 2016)

Classes	Structures chimiques
Flavones	
Flavonols	
Flavanols	
Flavanones	
Anthocyanidies	
Isoflavones	

II.6.1.3. Tanins

Les tanins sont en quelque sorte des métabolites secondaires principalement disponibles dans les aliments et les boissons à base des plantes. Le nom « tanin » provient du processus industriel de « tannage du cuir » dans lequel les peaux d'animaux sont transformées en cuir par le biais d'un traitement en aval. (Akhilash et al., 2019)

II.6.1.3.1. Classification des tanins

En raison de l'énorme diversité structurelle des tanins, un système de classification systématique basé sur des caractéristiques structurelles spécifique et des propriétés chimiques fournirait un cadre pratique pour une étude plus approfondie. L'observation selon laquelle de nombreux tanins peuvent être fractionnés hydrolytiquement en leurs composants par exemple par traitement à l'eau chaude ou avec des tannasses a conduit à la classification de ces tanins comme « tanins hydrolysables » et polymérique non hydrolysables ont classées comme des « tanins condensés » (khanbabaee et al., 2001)

❖ Tanins hydrolysables

Les tanins hydrolysables sont généralement composés d'une molécule de noyau de polyol, généralement du glucose, mais d'autres molécules de noyau peuvent inclure le glucitol l'ammamélose et l'acide shikimique, dont le groupe hydroxyle des polyols de noyau a été estérifié avec l'acide gallique. (Naumann et al., 2017)

❖ Tanins condensés

Les tanins condensés ou les proanthocyanidines, sont constituées d'oligomères ou de polymères de sous-unités flavan-3-ol. (Naumann et al., 2017). Ils sont connus lorsque le couplage des unités individuelles se fait par la position C-4 de la première unité liée à C-8 ou C-6 de la deuxième unité, qui peut avoir un modèle de substitution différente. Les tanins trouvés dans le vin rouge et blanc, leur importance pour la vinification dépendent de leur réaction spécifique aux protéines qui à son tour est directement liée à leur degré de polymérisation (khanbabaee et al., 2001).

II.7. Sources alimentaires des polyphénols :

Le tableau suivant représente les différentes sources alimentaires des polyphénols

Tableau II : Les sources des polyphénols (**Nikolina et al., 2017**).

Classification	Exemples	Sources alimentaires
Polyphénols	Acide gallique	Le thé, le vin
Flavonoïdes	Flavanoles Anthocyanidines Flavanones Isoflavones Flavones Flavonols	Cacao, thé noir, thé vert, Mûre, cassis, aronia noir Menthe poivrée, orange Soja Graine de céleri, origan mexicain Safran, oignon rouge, câpres
Tanins	tanins condensés	Chocolat

Chapitre III

Résultats d'études antérieures

III.1. Evaluation de l'activité antioxydante

III.1.1. Dosage des polyphénols totaux

❖ Principe

La teneur des polyphénols totaux a été effectuée avec le réactif colorimétrique de folin-Ciocalteu selon la méthode citée par (Wong et al., 2006). Le réactif de Folin-Ciocalteu est un acide de couleur jaune constitué d'un mélange de deux acides: d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$) dont la réduction par l'action des polyphénols dont un mélange de complexes de sels de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}) de couleur bleue. (Singleton et Rossi, 1965). La coloration produite, dont l'absorption maximum est au voisinage de 760 nm, est proportionnelle à la quantité des composés phénoliques présents dans les extraits végétaux.

❖ Méthode

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué selon la méthode de Folin-Ciocalteu (FC), 200 μ l d'extrait d'échantillon (Thé vert ou thé vert aromatisé mélangés avec 1 ml du réactif FC, après 8 minutes on ajoute le Na_2CO_3 à 7.5 %. Le mélange est agité et incubé à l'obscurité et à température ambiante pendant une heure et l'absorbance est mesurée à 765 nm par un spectrophotomètre UV (Singleton et Rossi 1965 ; Ertas et al ; 2014).

Les valeurs sont exprimées en mg équivalent acide gallique par litre mg (EAG/L) de thé.

Tableau I: Les teneurs en polyphénols totaux du thé vert et thé aromatisé (clou de girofl, gingembre)

Echantillon	Teneur en polyphénols	Référence bibliographique
Thé vert	540.12 \pm 0.96 mg EAG/L	Barcirova, 2010
Thé + clou- girofle	543.30 \pm 0.96 mg EAG/L	Chandrima Das et al.2019

Le taux des polyphénols varie de 540.12 à 543 mg EAG/L. D'après ces résultats l'ajout des épices au thé augmente la teneur en polyphénols.

Tableau II : la teneur en polyphénols de quelque épice

Echantillon	Teneur en polyphénols	Référence bibliographique
Menthe	467 mg EAG/L	(she <i>et al</i> ; 2010)
Gingembre	430.22 mg EAG/L	(Sohi <i>et al</i> ; 2013)
Clou de girofle	405.04 mg EAG/L	(Barakat, 2014)
Armoise	321.23 mg EAG/L	(Ghimire <i>et al</i> ; 2011)
Cannelle	289 mg EAG/L	(mathew et abraham, 2004)
Etoile d'anis	100.25 mg EAG/L	(Padmashree <i>et al</i> ; 2006)

Dans ce tableau , nous constatons que la menthe suivi du gingembre représentent les épices plus riche en polyphénols avec des teneurs variant de 467 et 430.22 mg EAG/L respectivement , le clou de girofle , l'armoise , cannelle et l'étoile d'anis sont également riche donnant par ordre décroissante des teneurs comprises entre 405.04 et 100.25mg AEG /L

❖ Discussion

Les polyphénols impliquent un grand groupe de métabolismes secondaires qui jouent un rôle important dans la défense contre les stress et la signature de la phénologie végétale. Dans les aliments, leur rôle major découle de leur potentiel antioxydant pour protéger les biomolécules des radicaux libres, On déduit que les taux en composés phénolique sont très importants dans les infusions de thé vert aromatisé et la teneur de ces derniers différent selon l'épice utilisé à l'infusion. (Pekal *et al* ; 2012). On a montre aussi que la concentration des polyphénols totaux dans le thé vert aromatisé (thé + clou de girofle, thé) est le résultat de la formation d'autres composés phénoliques tels que la naringine et l'hespéridine, qui ne sont pas présents dans le thé vert «pur».

La différence des concentrations des polyphénols totaux peut également être expliquée par l'interférence de folin – Ciocalteu. ce réactif est extrêmement sensible à la réduction de tous les groupes hydroxyles , non seulement ceux des composés phénoliques mais également ceux de certains protéines (Djeridane *et al.* 2006). En effet la teneur phénolique d'une plante dépende d'un certain nombre de facteurs à savoir les conditions climatique, les pratique culturelles, la maturité à la récolte et les condition de stockage (Falleh *et al* .,2008 ,Pasupulet 2014).

Les teneurs phénoliques différent d'une étude à l'autre peut être expliquée par l'influence d'un certain nombre de facteurs à savoir les pratiques culturales, la maturité à la récolte, les conditions de stockage et les conditions climatiques (la température élevée, exposition au soleil, sécheresse, salinité...), sachant que ces molécules exercent une action déterminante sur l'adaptation des plantes à leur environnement (Falleh *et al.*, 2008; Kabera, 2014).

III.1.2. Dosage des flavonoïdes totaux

❖ Principe :

Le dosage des flavonoïdes totaux est basé sur un test colorimétrique utilisant le trichlorure D'aluminium $AlCl_3$ avec lequel ils forment des complexes acides stables soit avec le Carbonyle (C=O) en position C-4, soit avec le groupe hydroxyle en C-3 ou C-5 des flavones et des flavonols. Par ailleurs, $AlCl_3$ peut également former des complexes acides labiles avec les groupements orthodihydroxyyles éventuellement présents sur le noyau A et/ou B des flavonoïdes (Chang *et al.*, 2002).

❖ Méthodes

La détermination des flavonoïdes totaux a été effectuée selon la méthode décrite par (Ayoola *et al.* ; 2008) 1 ml d'une solution éthanolique d' $AlCl_3$ (2%) est rajouté à 1 ml d'extrait du thé. Le mélange est agité et incubé à l'obscurité à une température ambiante pendant 10 minutes. Le blanc est réalisé par remplacement de l'extrait par du l'éthanol à 80% et l'absorbance est mesurée à 430 nm en utilisant un spectrophotomètre UV (Ayoola *et al.* ; 2008). La concentration du flavonoïde total a été exprimée en mg d'équivalent catéchine / tasse de thé.

Tableau III : résultats des flavonoïdes pour le thé vert et aromatisé au clou de girofle

Echantillon	Teneur en flavonoïdes	Référence bibliographique
Thé vert	57.55±2.16 mg Eq/ L	Chandrima Das et al.2019
Thé + clou de girofle	73.41±2.10 mg Eq/ L	Chandrima Das et al.2019

Le taux de flavonoïdes varie de 57.55 à 73.41 mg EQ/L, la teneur la plus élevée est enregistrée pour le thé aromatisé au clou de girofle.

Tableau IV : la teneur en flavonoïdes de quelques épices

Echantillon	Teneur en flavonoïdes	Reference bibliographique
Armoise	100.33mg EQ/L	(Ghimire <i>et al</i> ; 2011)
Gingembre	84.5 mg EQ/L	(Maizura <i>et al</i> ; 2011)
Cannelle	67.89 mg EQ/L	(mathew et abraham, 2004)
Etoile d'anis	55 mg EQ/L	(Padmashree <i>et al</i> ; 2006)

La comparaison des teneurs en flavonoïdes de différents épices fait constater que l'armoise est le plus riche en flavonoïdes avec une concentration de 100.33 mg / Eq/L .les concentrations chez les épices restantes sont comprises entre 84.5, 67.89 et 55 mg Eq/L respectivement pour le gingembre, cannelle et l'étoil d'anis.

❖ Discussion

Les flavonoïdes représentent la sous classe des polyphénols la plus abondante dans notre alimentation parmi les flavonols les plus abondants dans le thé vert on retrouve le kaempférol, la quercétine et la myrcétine qui se présentent principalement sous forme de glycosides. Selon (Jung *et al* ; 2014).

Ces résultats montre aussi des teneurs variable en flavonoïdes d'une épice à l'autre mais c'est l'armoise qui prend la majour classe avec une teneur de 100.33mg EQ/L et cette différence revient a la constitution de chaque épice en flavonoïdes, La quercétine et le kaempferol sont contenus dans la cannelle (Prasad *et al.* 2009) ; la flavone glycoside et la rutine dans le gingembre (Ghasemzadeh *et al.*, 2010).

III.1.3.Activité anti-radicalaire (DPPH)

❖ Principe

La méthode DPPH simple fortement sensible et rapide est employée pour évaluer l'activité anti radicalaire dans une durée relativement brève. Presque 90 % des études sur l'activité antioxydant utilisent cette méthode (Kulisic *et al* ., 2004 ; Moon *et Shibamoti* , 2009). La molécule de 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH') est un radical libre stable, dont la solution possède une coloration violette et une absorption caractéristique à 517 nm. Quand une solution de DPPH' est mélangée avec une substance donneuse d'atomes d'hydrogène, antioxydante, il y'a formation de la forme réduit. Ceci provoque la perte de la coloration

violette en coloration jaune caractérisée par une bande d'absorption dans le visible à 517 nm (Brand-Williams, 1995). Ce test permet d'obtenir des informations sur le pouvoir anti radicalaire direct de différentes substances phénoliques des extraits (Molyneuxs, 2004).

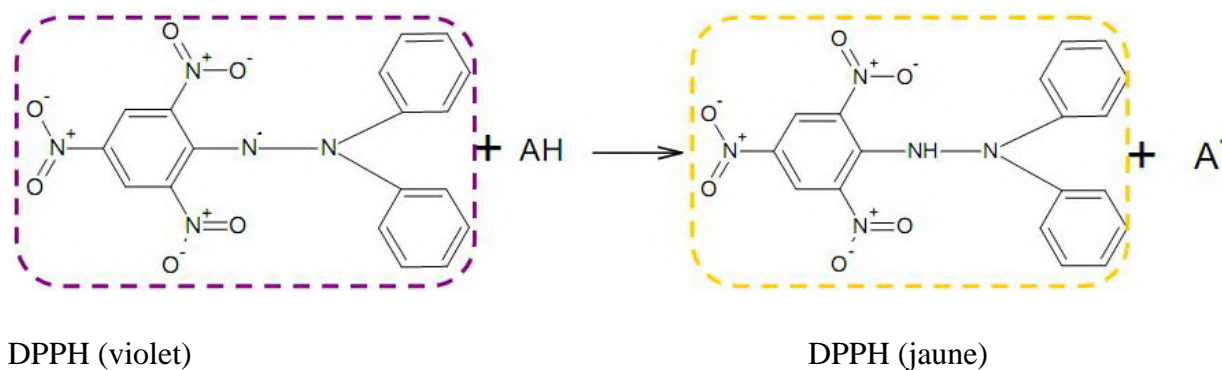


Figure 1: Structure chimique du radical DPPH[•] et de sa forme réduite.

Le test de la réduction du radical stable DPPH est un modèle pratique et largement utilisé pour évaluer l'activité scavenger et antioxydante en général des substances étudiées (Duan et al., 2006). Ce test est basé sur la réduction de la solution alcoolique du DPPH en présence d'antioxydants donateurs d'atomes d'hydrogène, aboutissant à la formation de la forme non radicalaire DPPH-H. L'activité réductrice des substances étudiées est alors déterminée par leur capacité à diminuer l'absorbance de la solution du DPPH à 517nm (Que et al., 2006).

❖ Méthodes

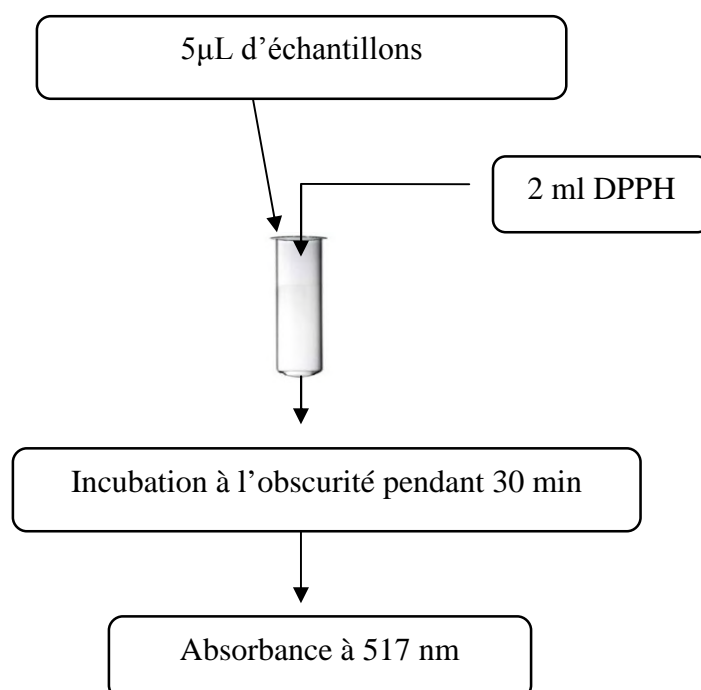
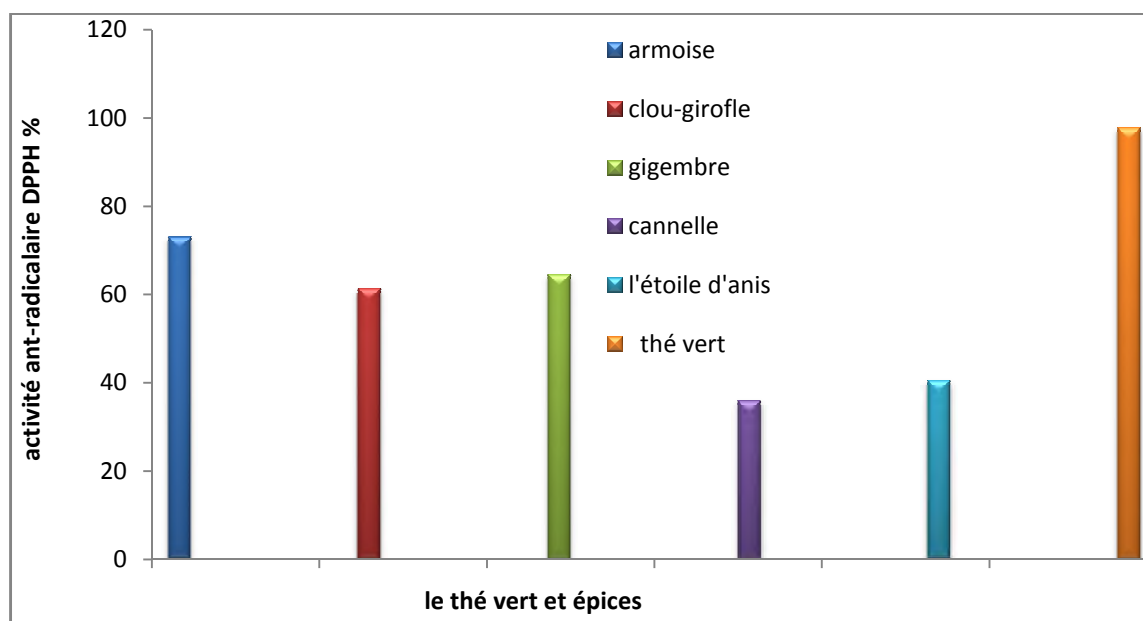


Figure 2 : Protocole de l'activité anti-radicalaire (DPPH) (Blois, 1958).

Tableau V: résultats de l'activité anti-radicalaire DPPH pour le thé vert et thé aromatisé (cannelle, gingembre)

Echantionn	Pourcentage de piégeage	Référence bibliographique
Le thé vert	97.84 %±1.00	Solomon et al., 2017
Thé + cannelle	53.74%±0.40	Iftekhar et al 2016
Thé + gingembre	52.43%±0.55	Iftekhar et al 2016

L'extrait de thé vert montre l'activité anti-radicalaire (DPPH) la plus élevée avec un pourcentage 97.84%, et l'activité anti-radicalaire la plus faible est enregistrée pour thé vert aromatisé au gingembre avec un pourcentage 52.43%.

**Figure 3** : pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH de thé vert et de quelques épices

La figure laisse constater que le thé vert est relativement le plus efficace dans la réduction de DPPH de la valeur 97.84 % par rapport aux épices et parmi les épices l'armoise est plus efficace à la valeur 73% (Ghimire *et al* ; 2011) la réduction de DPPH chez les autres épices sont comprises entre 64.6% pour gingembres (Suhaj, 2006), clou de girofle

61.41% (Muhson et AL Mashkor, 2015), l'étoile d'anis 40.6% (Wei Wang *et al* ; 2011) et 36% pour cannelle (Georgieva et Mihaylova, 2014).

❖ Discussion

La faible activité antioxydante de thé aromatisé (thé+cannelle et thé + gingembres) peut être due au fait que l'attribution exacte de la capacité anti-oxydante à un composé ou un petit groupe de composants dans un extrait de plante est une tâche difficile, puisque l'activité efficace dépend de plusieurs facteurs, tels que la concentration, les formes isométriques et l'interaction synergique avec d'autres composants (Almela *et al.*, 2012). La capacité antioxydant des extraits de plantes épicées, thé vert est largement dépendante de la composition de ces extraits ainsi que les conditions de manipulation des tests *in vitro*. L'évaluation de l'activité est donc nécessairement réalisée par au moins deux méthodes différentes (Wong et Koh, 2006).

III.2.L'activité antibactérienne de thé vert et épices

❖ Principes de l'étude

Déterminé la sensibilité des deux souches bactériennes (E. coli, S. aureus) au thé vert, épices (cannelle, gingembre, clous de girofle).

❖ Les bactéries

E. coli

Est un bacille à Gram négatif appartenant à la famille des Enterobacteriaceae, est l'habitant commensal le plus répandu des voies gastro-intestinales des humains et des animaux à sang chaud, ainsi que l'un des agents pathogènes les plus importants. En tant que commensal, il vit en association mutuellement bénéfique avec les hôtes et provoque rarement des maladies. Cependant, c'est aussi l'un des agents pathogènes humains et animaux les plus courants car il est responsable d'un large spectre des maladies (Allocati *et al.*, 2013).

S. aureus

Est un coque Gram positif de 0,8 à 1 µm de diamètre appartenant à la famille des Staphylococcaceae. En microscopie, il peut être isolé en paire ou en tétrade, mais le plus souvent il forme des amas ressemblant à des grappes. *S. aureus* est une bactérie immobile,

non sporulante et aéro-anaérobie facultative, possédant à la fois une catalase et une coagulase positive (Beaudry, 2011; bernier, 2015; kara 2014).

III.2.1. Le thé vert

❖ Méthode

L'activité antimicrobienne a été mesurée à l'aide d'une méthode de diffusion par puits selon le National Committee for Clinical Laboratory Standard (NCLSI, 2011).

- Inoculer des boîtes de Pétri contenant environ 25 à 30 ml de milieu gélose Mueller Hinton à l'aide d'un coton-tige avec une culture vieille de 4 à 6 heures des souches bactériennes.
- Perforation des puits (10 mm de diamètre) dans la gélose et remplir avec 100 µl d'extraits de thé vert et 25 µl de pénicilline G et de gentamicine, respectivement.
- Réalisation la réplique de chaque plaque et incubation à 37° C pendant 18 à 24h.

Evaluation de l'activité antibactérienne de thé vert et déterminée par les mesures des diamètres d'inhibition de la croissance bactériennes en millimètre autour des disques.

Tableau VI : l'activité antimicrobienne de thé vert et deux antibiotiques (Pénicilline G, Gentamicine) contre deux souches bactériennes en mesurant la zone d'inhibition (en mm).

Diamètres de la zone d'inhibition (mm)			
	E. coli	S. aureus	Référence
Thé vert	21,3± 0,29	22,7 ± 0,58	(Mbuthia et al., 2014)
Pénicilline G	17,3± 0,58	26,5 ±0,50	(Mbuthia et al., 2014)
Gentamicine	25,7 ± 0,58	23,8 ± 0,29	(Mbuthia et al., 2014)

Les résultats des différents germes et l'activité antimicrobienne de thé vert et sont présentés dans le tableau. Ces résultats révèlent une variation dans l'efficacité d'inhibition de thé vert est des antibiotiques vis-à-vis des deux souches bactériennes testés : E. coli, S. aureu.

D'après le tableau

S. aureus

Cette souche bactérienne est plus sensible à l'extrait de thé vert par rapport à l'autre souche bactérienne *E. coli*, car le diamètre de la zone d'inhibition est plus grand avec une valeur de 21,3 mm.

L'antibiotique qui présente la plus haute sensibilité est celui de pénicilline G avec un diamètre de 26,5 mm.

L'antibiotique qui présente la plus basse sensibilité est celui de Gentamicine avec un diamètre de 23,8 mm.

E. coli

Cette souche bactérienne est moins sensible à l'extrait de thé vert par rapport à l'autre souche bactérienne *S. aureus*, car le diamètre de la zone d'inhibition est plus grand avec une valeur de 22,7 mm.

L'antibiotique qui présente la plus haute sensibilité est celui de Gentamicine avec un diamètre de 25,7mm.

L'antibiotique qui présente la plus basse sensibilité est celui pénicilline G avec un diamètre de 17,3 mm.

III.2.2.Les épices

❖ Méthode

Étudier l'activité antibactérienne des épices avec la réalisation d'une méthode de diffusion par puits d'agar et préparation un milieu d'agar nutritif pour faire croître les organismes d'essai de la bactérie Gram positive et de la bactérie Gram négative telles que *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*.

- Inoculer 0,1 ml dans une boîte de Pétri contenant de la gélose nutritive et étalé uniformément avec un épandeur métallique stérile dans des conditions stérilisées.
- Réalisation un trou de 9 mm de diamètre dans une plaque d'agar nutritive contenant des organismes d'essai en utilisant un foreur de liège stérilisé.
- Verser 0,1 ml d'extrait aqueux de gingembre, de clou de girofle et de cannelle on dans ces puits à l'aide de micropipettes.
- Incubation de ces plaques d'agar nutritif inoculées à 37 ° C pendant 18 heures dans l'incubateur.

- Après incubation, détermination la zone d'inhibition à partir de la taille du diamètre en mm.

Souches testés

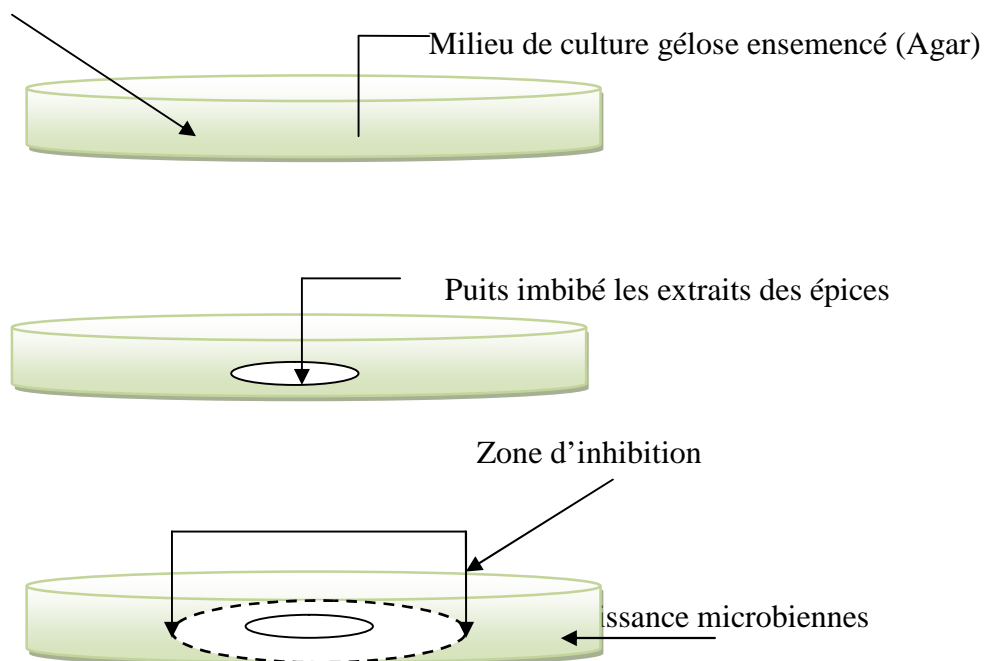


Figure 4 : Illustration la méthode de diffusion par puits d'agar.

La zone d'inhibition de l'antibiotique streptomycine et l'activité antibactérienne du gingembre, du clou de girofle et de la cannelle contre *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* sont indiquées dans le (tableau VII):

Tableau VII : Activité antibactérienne des épices et de l'antibiotique contre *S. aureus* et *E. coli* en mesurant la zone d'inhibition (en mm).

Diamètres de la zone d'inhibition (mm)			
	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	Référence
Gingembre	16	12	(Ahmad et al., 2015)
Clou de girofle	17	14	(Ahmad et al., 2015)
Cannelle	16	17	(Ahmad et al., 2015)
streptomycine.	29	33	(Ahmad et al., 2015)

les résultats montrent que l'activité antibactérienne des épices varie d'une souche à une autre, cette variation observée dans les diamètres des zones d'inhibition traduit la sensibilité de la bactérie à Gram négatives (*E. coli*) et la bactérie à Gram positive (*S. aureus*) à l'antibiotique streptomycine ainsi qu'aux différentes épices. Dans cette étude, ils ont constaté que toutes les épices inhibaient la croissance des bactéries

En fonction des diamètres des zones d'inhibition, d'après les résultats :

Pour *E. coli* : celui du

Cette souche est plus sensible au clou de girofle et la cannelle par rapport à l'autre souche (*S. aureus*), car les diamètres de zone d'inhibition étaient plus grands, elle est extrêmement sensible à l'antibiotique streptomycine avec un diamètre de la zone d'inhibition de 29 mm.

L'épice qui représente une forte activité antibactérienne est le clou de girofle avec un diamètre de 17 mm.

Bien que l'épice qui représente une basse activité antibactérienne sont le gingembre et la cannelle avec un diamètre de 16 mm.

Pour *S. aureus* :

Cette souche présente une plus haute sensibilité à la cannelle par rapport à l'autre souche (*E. coli*), car le diamètre de la zone d'inhibition était plus grand, elle est extrêmement sensible à l'antibiotique streptomycine avec un diamètre de la zone d'inhibition de 33 mm.

L'épice qui représente une forte activité antibactérienne est la cannelle avec un diamètre de 17 mm.

Bien que l'épice qui représente une basse activité antibactérienne est le gingembre avec un diamètre de 12 mm.

Discussion

La résistance bactérienne aux antibiotiques peut être intrinsèque. Elle dépend de la biologie d'un microorganisme (Giedraitienė et al., 2011).

Pénicillines : Ce sont les antibiotiques les plus anciens, ils sont produit par certaines souches fongique et facilite le mouvement des antibiotiques à travers la membrane externe de ces parois cellulaires bactériennes. Cette capacité à deux volets augmente leur spectre d'activité contre les bactéries à Gram négatif (**Etebu et al., 2016**).

La **gentamicine (GM)** appartient aux aminoglycosides (**ZAUGG, 2010**). GM est un antibiotique bactéricide, elle se fixe de façon irréversible sur le ribosome des bactéries et inhibe la traduction en provoquant des erreurs de lecture de l'ARN messager (**SEDRATI, 2014**).

La GM, un aminoside très efficace dans le traitement des infections à Gram négatif. Son large spectre d'action, son efficacité et son coût relativement faible font de cet antibiotique un des agents de premier choix dans le traitement d'une variété de situations cliniques (**Anonyme, 2001**).

La **streptomycine**, un membre des antibiotiques aminocyclitol glycoside, interfère avec la traduction en interagissant avec l'ARN ribosomal. Il a été démontré que l'antibiotique supprime les codons faux-sens et non-sens in vivo et induit une mauvaise lecture du code génétique in vitro (**Wallace et al., 2011**).

Les catéchines de thé vert ont une activité antibactérienne élevée contre divers micro-organismes. Les propriétés antimicrobiennes des catéchines rapportées à ce jour comprennent des activités bactériostatiques et bactéricides contre les bactéries d'intoxication alimentaire, activités antivirales et antitoxiques. Parmi les catéchines, le gallate d'épicatéchine (ECG) et le gallate d'épigallocatechine (EGCG) ont une activité antibactérienne particulièrement forte et sont plus efficaces contre les Gram-positifs que les Gram-négatifs (**Nakayama et al., 2015**).

Il a été rapporté que cette activité inhibitrice du thé serait due à la présence des polyphénols, particulièrement des catéchines. Ces substances seraient capables de provoquer des altérations dans la morphologie de la bactérie qui serait peut être le résultat d'une perturbation de la division cellulaire (**Si et al., 2006**). Ces molécules pourraient agir également par des liaisons ou des intercalations entre les domaines de la membrane lipidique de la bactérie (activité qui serait en relation avec le degré d'hydroxylation du cycle B des catéchines) ou encore par une liaison directe au peptidoglycane (**Stapleton et al., 2006**). Les groupements gallate des catéchines par leur queues amphipathiques peuvent probablement faire des interactions avec la membrane cytoplasmique ce qui conduit à l'inhibition de la consommation de l'oxygène et à l'altération de la chaîne respiratoire (**Stapleton et al., 2006**).

Bien que l'activité antibactérienne des épices varie selon les types d'épices (origines et composés bioactifs), différentes bactéries peuvent réagir de différentes façons. En fait les épices peuvent contenir de nombreux composés bioactifs présents en quantités variables. Essentiellement, les constituants bioactifs des épices peuvent être divisés en composés volatils et non volatils. Les premiers sont principalement responsables de l'activité antimicrobienne des épices. Ils peuvent être divisés en quatre groupes : terpens, terpénoides, phénylpropènes et autre. Terpens sont évalués comme composés antimicrobiens moins actifs parmi les autres composés (**Gottardi et al.; 2016**).

Conclusion

Conclusion

L'environnement était toujours la source principale qui répond aux exigences essentielles de l'homme comme la nourriture, la boisson et la médication. En utilisant les plantes répandues il a été capable de guérir les malades. Le thé et ses préparations sont traditionnellement utilisés à l'officine pour soulager la fatigue passager, délecter l'âme, fortifier la volonté et la vue

Dans le présent de travail, nous avons fait une synthèse bibliographique sur quelques propriétés antioxydants et antibactérienne de thé vert aromatisé et quelques épices.

De nombreuses études ont montré que le thé vert aromatisé au clou de girofle possède la teneur en polyphénols et en flavonoïdes, la plus élevée avec des valeur de 543.30 ± 0.96 mg EAG/L et de 73.41 ± 2.10 mg Eq/L respectivement comparé au thé vert avec un taux de flavonoïdes de $57,55 \pm 2.10$ mgEq/ L. et taux de polyphénols 540.12 ± 0.96 mg EAG/L Concernant le pouvoir antioxydant, le thé vert pur présente le meilleur taux de piégeage de radical DPPH 97.84 %

L'activité antioxydant a montré que la menthe est l'épices la plus riche en polyphénols avec une teneur de 467mg EAG/L, et l'armoise a donné la teneur en flavonoïdes et l'activité anti-radicalaire DPPH la plus élevées par rapport aux autres épices avec les résultats suivant 100.330mgEQ/L, 73%, respectivement.

L'étude bibliographique sur des extraits de thé vert et des épices (cannelle, clou-girofle et gingembre) révèle une importante activité inhibitrice vis-à-vis des souches bactériennes testées, et qui se sont montrés plus ou moins sensibles aux extraits de thé vert et pour les épices.

L'activité antibactérienne a montré que *S. aureus* est plus sensible à l'extrait de thé vert avec un diamètre d'inhibition $22,7 \pm 0,58$, l'activité antimicrobienne a montré que *E coli* est plus sensible à les épices exactement à clou de girofle avec un diamètre d'inhibition 17 mm. Et *S. aureus* est aussi plus sensible à la cannelle avec un diamètre de 17 mm

L'activité antibactérienne des trois antibiotiques (streptomycine, pénicilline G et Gentamicine) est plus élevée. Par *S. aureus* avec un diamètre d'inhibition de 33mm pour la streptomycine, suivi par pénicilline G avec un diamètre d'inhibition de 26.5 mm et par *E.coli* avec une valeur de 25.7 mm pour le Gentamicine

Perspectives

- ❖ Orienter les recherche scientifique vers les réalisations d'études approfondies et complémentaires de l'activité antioxydant et antimicrobienne
- ❖ identifier les composés bioactifs de thé vert et de ces épices
- ❖ Réalise des texte in vivo pour s'assurer de l'efficacité anti-radicalaire et de la non toxicité de ces composés
- ❖ Etudier d'autres activités biologiques, comme antidiabétique, antifongique ou antivirale.

Références bibliographique

Références bibliographique

A

Adak M and Gabar MA: Green tea as a functional food for better health: A brief review. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences* 2011; 2(2): 645-664.

Ahmad B, Rehman MU, Amin I, et al. A review on pharmacological properties of zingerone (4-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-2-butanone). *Sci World J.* 2015.

Adwas AA, Elsayed ASI, Azab AE, et al. Oxidative stress and antioxidant mechanisms in human body. *J Appl Biotechnol Bioeng.* 2019;6(1):43–47. DOI: 10.15406/jabb.2019.06.00173.

Annahaazi A., Mracsko E., Süle Z., Karg E., Penke B., Bari F., Farkas E., Pre-treatment and post-treatment with α -tocopherol attenuates hippocampal neuronal damage in experimental cerebral hypoperfusion. *European Journal of Pharmacology* 571 (2007) 120–128.

Anonyme.ÉTUDE DE LA NÉPHROTOXICITÉ INDUITE PAR L'ASSOCIATION MEDICAM ENTEUSE GENTAMICINEAMPHOTÉRICINE B : EFFET DE L'HEURE D'ADMINISTRATION.2001, Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures de L'Université Laval pour l'obtention du grade de maître ès sciences (M.Sc.).

Agnė Giedraitienė 1, Astra Vitkauskienė 2, Rima Naginienė 3, Alvydas Pavilonis. Antibiotic Resistance Mechanisms of Clinically Important Bacteria. *Medicina (Kaunas)* 2011;47(3):137

Akhilash p. Singh and Sunil Kumar , 2019 applications of tannins in industry, doi; 10.5772/intechopen.85984

Ayoola G.A., Ipav S.S., Solidia M.O., Adepoju-Bello A.A., Coker H.A.B., Odugbemi T.O., Phytochemical screening and free radical scavenging activities of the fruits and leaves of *Allanblackia floribunda* Oliv (Guttiferae). *International journal of health research.*, 1 (2) (2008) 81-93.

Almela B., Parejo I., Viladomat F., Bastida J., Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and nondistilled Mediterranean herbs and aromatic plants. *J Agric Food Chem.* 50 (2012) 6882–90

Anees Ahmed M, Srinivas Ravi, Pramod Ghogare. Studies on Antimicrobial Activity of Spices and Effect of Temperature and Ph on Its Antimicrobial Properties .IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences (IOSR-JPBS) e-ISSN: 2278-3008, p-ISSN:2319-7676. Volume 10, Issue 1 Ver. II (Jan -Feb. 2015), PP 99-102 www.iosrjournals.org.

Al-Jasass, F. M., Al-Jasser, M. S. (2012). Chemical composition and fatty acid content of some spices and herbs under Saudi Arabia conditions. *The Scientific World Journal*, 2012: 859892.

Almajano M.P., Carbo R.J., Gordon M.,Antioxidant and an- timicrobial activities of tea infusions. *Food Chemistry*. 108 (2008) 55–63.

Ahmad N, Mukhtar H.Green tea polyphenols and cancer: biologic mechanisms and practical implications. *Nutr Rev* 1999;57:78e83. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1999.tb06927.x>.

Alugoju Phaniendra , Dinesh Babu Jestadi , Latha Periyasamy. Free Radicals: Properties, Sources, Targets, and Their Implication in Various Diseases. *Ind J Clin Biochem* (Jan-Mar 2015) 30(1):11–26. DOI 10.1007/s12291-014-0446-0.

B

Brahmi F.,Etude phytochimique et activités biologiques de quelque espèces du genre *mentha* : cas de *M.spicata L.*, *M.puleguim L.* et *M.rotundifolia L. huds.* Thèse doctorat, Université Abderrahmane Mira Bejaia, (2016)pp 31-32.

Bruneton J., Pharmacognosie, Phytochimie – Plantes médicinales –3ème Ed Tec et Doc, Paris, (1999).

Banerjee B, Chaudhuri T.C. Therapeutic Effects of Tea. Enfield: Science Publishers, Inc. 2005, p 206.

BEAUDRY F.M. Etude sur les *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline chez le porc à l'abattoir au Québec Canada. [Mémoire de Master : Microbiologie]. Montréal : Université de Montréal, 2011 ; 96p.

Blois M.S., Antioxidant determination by the use of a stable free radical.*Nature*, 181 (1958) 1199-1200

Références bibliographique

Barcirova M., Comparison of the antioxidant capacity and the antimicrobial activity of black and green tea. *Food Research International*, v.43, n.5 (2010) 1379-82.

BERNIER L.J Prévalence et caractérisation de *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline d'origine aviaire au Québec. [Mémoire de Master : Microbiologie]. Montréal : Université de Montréal, 2015 ; 112p

Baba-Aïssa F., Encyclopédie des Plantes Utiles, Flore d'Algérie et du Maghreb, Substances Végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident. EDAS Edition librairie moderne. Rouiba, Algérie, (2000

BALENTINE D.A., WISEMAN Sheila A., BOUWENS Lisbeth C.M., MALVY D Chimie des flavonoïdes du thé, *Cah. Nutr. Diét.*, 2000, vol. 35, supplément 1, p. 1S13-1S21.

Brahmi F., Adjaoud A., Marongiu B., Procedda S., Piras A., Falconieri D., Yalaoui-Guellal D., Elsebai M. F., Madani K., Chiban M., Chemical composition and *in vitro* antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities of the essential oils of *Mentha pulegium* L. and *Mentha rotundifolia* (L.) Huds growing in Algeria. *Industrial Crops and Products*.10. (2016).

Bouzidi Nebia, 2016 etude des activités biologique de l'huile essentielle de l'armoise blanche "Artemisia herba albo asso " doctorat en sciences de la vie , université Mustapha stambouli de mascara 182.

Beloued 2001 : plante médicinale d'Algérie.

Bellakhdar j . plantes médicinales au maghrhreb et soins de base.pécis de phytothérapie moderne. Edition le fennec 2006 , p.22available on : www.ethnopharmacologia.org/.../plantes-medicinales-au-maghreb des flavonoïdes du thé, *Cah. Nutr. Diét.*, 2000, vol. 35, supplément 1, p. 1S13-1S21.

Bokuchava, M. A., and Skobeleva, N. I. 1980. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*.pp. 303-370.

Bruneton J., 1999. Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 3ème éd. Ed. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

Burke, K. E. and Albright, C. H. 1970. *J. AOAC* 53: 531-533.

Bécaud,N : le thé la culture chinoise du thé .Lyon : Ed stéphane bachés, 2004

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. et Berset, C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 28: 25-30

BarakatH., Composition, Antioxidant, Antibacterial Activities and Mode of Action of Clove (*Syzygium aromaticum L.*) Buds Essential Oil, *British Journal of Applied Science and Technology*, (2014), 13: 1934-1951

C

Cardoso-Ugarte GA et al. Cinnamon(*Cinnamomum zeylanicum*) essential oils. In: Preedy VR, ed. *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety*. San Diego, CA: Academic Press, 2016: 339–347. (Chapter 38).

C. Clazure, Méta-analyses des effets chimioprotecteurs de la curcumine et du thé vert sur la cancérogénèse colorectale chez les rongeurs, Thèse de Doctorat Université Paul-Sabatier de Toulouse, 2007.

Chang, E., H.,Hung,j. ,Lin,Z.,& Brown,A.C.(2019).Catechin-mediated restructuring of a bacterial toxin inhibits activity. *Biochimica et Biophysica Acta (Bba)-general subjects* ,1863, 191-198.

Charnay P, Tourmeau J. 2007. Petit Futé Guide pratique de la Dégustation. Ed. PGA, Paris.:235.

Chaturvedula VSP, Prakash I. 2011. The aroma, taste, color and bioactive constituents of tea. *Journal of Medicinal Plants Research* 5(11):2110-2124.

Cho, Y.S., Oh, J.J. and Oh, K. H. (2010). Antimicrobial Activity and Biofilm Formation Inhibition of Green Tea Polyphenols on Human Teeth. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 15(2), 359-364. <https://doi.org/10.1007/s12257-009-0195-8>.

CNUCED NU. 2016. Thé Un profil de produit de base par INFOCOMM.

Coves. S, Le thé : de la feuille à la tasse, Cahiers de Nutrition et de Diététique, 2000, 9-11.

Chang, C., Yang, M., Wen, H. et Chern, J. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. J. Food Drug Analysis 10: 178-182.

Chandrima Das , Shreya Kothari , Abhineel Muhuri, Ahana Dutta, Pranabesh Ghosh, Sirshendu Chatterjee , 2019 Clove herbal tea: development, phytochemical analysis and evaluation of antimicrobial properties, 3122-3129

Corina Voina , Ada Delean , Adriana Muresan , Madalina Valeanu , Amalia Mazilu Moldovan , Violeta Popescu , Ioan Petean , Razvan Ene , Marioara Moldovan and Stanca Pandrea. Antimicrobial Activity and the Effect of Green Tea Experimental Gels on Teeth Surfaces. *Coatings* 2020, 10, 537; doi:10.3390/coatings10060537 www.mdpi.com/journal/coatings.

D

Debjit Bhowmik, K P Sampath Kumar, Akhilesh Yadav, Shweta Srivastava, Shravan Paswan, Amit Sankar Dutta. Recent trends in Indian traditional herb *Syzygium aromaticum* and its health benefits. Journal of pahrmacognosy and phytochemistry 1 (2012): 13-22.

Devender Sharma Kajal V. Kosankar;Hi – Tech College of Pharmacy, Chandrapur, Maharashtra, India ;Smt. Kishoritai Bhojar College of Pharmacy, Nagpur, Maharashtra, Indi,2018, Green Tea in Green World an updated review, PRINT ISSN: 2394-6679 | E-ISSN: 2347-7881

Dimitrios Stagos,2019, Antioxidant Activity of Polyphenolic Plant Extracts, doi:10.3390/antiox9010019

Dalia M. Kopustinskiene , Valdas Jakstas , Arunas Savickas and Jurga Bernatoniene ,2020 Flavonoids as Anticancer Agentsdoi:10.3390/nu12020457

Davide Gottardi , DankaBukvicki , SahdeoPrasad3 and AmitK.Tyagi Beneficial Effects of Spices in Food Preservation and Safety. September 2016 | Volume 7 | Article 1394. doi: 10.3389/fmicb.2016.01394.

Djeridane A., Yous M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocker P., Vidal N., 2006. Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chem*, 97: 654-66.

Duan XJ, Zhang WW, Li XM, Wang BG (2006). Evaluation of antioxidant property of extract and fractions obtained from a red alga, *Polysiphonia urceolata*. *Food Chem*, **95**, 37-43. Antioxidant assays for plant and food components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 1655-1666

D. Pavithra, D. Praveen P. Ranadheer Chowdary, M. Vijey Aanandhi. A review on role of Vitamin E supplementation in type 2 diabetes mellitus. *Drug Invention Today* Vol 10 • Issue 2 • 2018. **Website:** jprsolutions.info. **ISSN :** 0975-7619

Danila Cianciosi , Tamara Yuliett Forbes-Hernández , Sadia Afrin , Massimiliano Gasparrini , Patricia Reboledo-Rodriguez , Piera Pia Manna , Jiaojiao Zhang , Leire Bravo Lamas , Susana Martínez Flórez , Pablo Agudo Toyos , José Luis Quiles , Francesca Giampieri , and Maurizio Battino , 2018 Phenolic Compounds in Honey and Their Associated Health Benefits, doi:10.3390/molecules23092322

Delmas F.X., Minet M., Le guide de dégustation de l'amateur de thé. Les éditions du Chêne, Paris, (2007).

Diaz, J ., DO, T.K.T., Feuillâtre, M ., Loffredo ,L.(2010). Authentification phytochimique de l'espèce *camellia sinensis*(l.) kuntze par analyse hptlc. Francis Hadji-minaglou BotaniCert, Espace Jacques-Louis Lions, 4 Trav. Dupont, 06130 Grasse, 01P.

E

Elkhishin IA, Ibrahim AA. A study of the cardiovascular toxic effects of *Zingiber officinale* (ginger) in adult male albino rats and its possible mechanisms of action. *Mansoura Journal of Forensic Medicine and Clinical Toxicology*. 2009;**17**(2):109-127.

El Rhaffari L., Catalogue des plantes potentielles pour la conception de tisanes, l'organisation non gouvernementale italienne (MOVIMONDO), (2008)11 p.

Ertaş A., Boğa M., Haşimi N., Yeşil Y., Gören A.C., Topcu G., Kolak U., Antioxidant, anticholinesterase, antimicrobial activities and fatty acid constituents of *Achillea cappadocica*. *Turkish J Chemistry*, 38, (2014) 592-599.

Emad M. Atta, Nawal H. Mohamed and Ahmed A. M. Abdelgawad,2017, ANTIOXIDANTS: AN OVERVIEW ON THE NATURAL AND SYNTHETIC TYPES DOI: 10.17628/ecb.2017.6.365-375

Ebimieowei Etebu and Ibemologi Arikekpar. Antibiotics: Classification and mechanisms of action with emphasis on molecular perspectives. *Int. J. Appl. Microbiol. Biotechnol. Res IJAMBR* 4 (2016) 90-101 ISSN 2053-1818.

F

Filoche SK et al. Antimicrobial effects of essential oils in combination with chlorhexidine digluconate. *Oral Microbiol Immunol* 2005; 20: 221–225.

Fritz E, Olzant M.S, Langer R., *Illicium verum* Hook.f. and *Illicium anisatum*.L Anatomical characters and their value for differentiation. *Sci. pharm*, :76 (2008) 65-76.

Fillon L.2014 le thé et le syndrome métabolique, these doctort université angers 2014

FAOSTAT F , 2015 food and agriculture organization of the united nations statistics division rome/fao

Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., Abdelly, C.2008. Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological

activities .C. R. Biologies. 331: 372-379.

Falleh h., ksouri r., chaieb k., karray-bouraoui n.,trabelsi n., boulaaba m., Abdely C., 2008. Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities .C. R. Biologies, 331: 372-379

G

Gaboury , M.(2014).Le thé. Source: *Revue scientifique Free Radical Research (USA)*:01-03P.

Graham, H. N. (1992) .Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry, Preventive medicine .1992,21 : 334-350.

Grigorov B. Reactive oxygen species and their relation to carcinogenesis. Trakia Journal of Sciences, Vol. 10, No 3, pp 83-92, 2012 Copyright © 2012 Trakia University Available : <http://www.uni-sz.bg>.

Georgieva L., Mihaylova G., Evaluation of the in vitro antioxidant potential of extracts obtained from *Cinnamomum zeylanicum* barks. 53(2014)20.

Ghnimi W. 2015. Étude phytochimique des extraits de deux Euphorbiaceae: *Ricinus communis* et *Jatropha curcas*. Évaluation de leur propriété anti-oxydante et de leur action inhibitrice sur l'activité de l'acétylcholinestérase: Université de Lorraine.

Ghimire B.K, Seong E.S, Kim E.H, Ghimeray A.K., A comparative evaluation of the antioxidant activity of some medicinal plants popularly. Journal of Medicinal Plants Vol. 5(10) (2011) 1884-1891,

Ghasemzadeh A., Jaafar H. Z. E., and Rahmat A., 2010. Antioxidant Activities, Total Phenolics and Flavonoids Content in Two Varieties of Malaysia Young Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Molecules*, 15: 4324-4333

Ghimire B.K, Seong E.S, Kim E.H, Ghimeray A.K., A comparative evaluation of the antioxidant activity of some medicinal plants popularly. Journal of Medicinal

Gazengel JM, Orecchioni AM. 2013. Le préparateur en pharmacie. Guide théorique et pratique (2^{ème}Edition. Ed. Lavoisier Paris):374.

Gigon F., Le gingembre, une épice contre la nausée. *Phéto*, 10 (2012)87-91.

G Katzer, « Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) (http://www.uni-graz.at/~katzer/engl/Zing_off.html) », 2007. Consulté le 25/01/2008.

Grover JK. Medicinal plants of India with antidiabetic potential. *J Ethnopharmacol.* 2002;81:81-100.

Godwill Azeh Engwa 2018. Free Radicals and the Role of Plant Phytochemicals as Antioxidants Against Oxidative Stress-Related Diseases
<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.76719>.

Guignard J.L., Abrégés botanique. 11e édition. Edition Masson. (1998).

Gulfam Ahmad, Mazen Almasry, Amolak S. Dhillon, Muna M. Abuayyash, Narasimhan Kothandaraman, and Zeynep Cakar 2017. Overview and Sources of Reactive Oxygen Species (ROS) in the Reproductive System. DOI 10.1007/978-3-319-48427-3_1.

H

HARBONE JB. 1994. Phenolics in natural products : their chemistry and biological significance Eds .Mann J. Davidson RS, Hobbs JB .Longman (London). 6:361- 388.

Hartley L, Flowers N, Holmes J, et al. Green and black tea for the primary prevention of cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2013 : CD009934.

Hariri M and Ghiasvand R. Cinnamon and Chronic Diseases. *Adv Exp Med Biol.* 2016;929:1-24.

Hsu S.,*Am. Acad. Dermatol.*,52,(2005)1049- 1059.

He J. Strengthen the cancer surveillance to promote cancer prevention and control in China. *Zhonghua Zhongliu Zazhi* 2018;40:1e4. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0253-3766.2018.01.001>.

Harley D. Naumann, Luis O. Tedeschi, Wayne E. Zeller, Nichole F. Huntley,2017 The role of condensed tannins in ruminant animal production: advances, limitations and future directions, *R. Bras. Zootec.*, 46(12):929-949, 2017

I

Ikeda, I., Tsuda, K., Suzuki, Y., Kobayashi, M., Unno, T., Tomoyori, H., Goto, H., Kawata, Y., Imaizumi, K., Nozawa, A., & Kakuda, T.(2005). Tea catechins with a galloyl moiety suppress postprandial hypertriacylglycerolemia by delaying lymphatic transport of dietary fat in rats. *The Journal of Nutrition*, 135(2),155–159.

Iftekhar Ahmad1 Tomal Toru Das2 Md. Yasin3 Mohammad Afzal Hossain, 2016,

J

Jakhetia, R. Patel, P. Khatri, N. Pahuja, S. Garg, A. Pandey and S. Sharma, Cinnamon: A pharmacological review, *Journal of Advanced Scientific Research*, 1(2) (2010) 19 – 23.

Jantan I et al. Correlation between chemical composition and antifungal activity of the essential oils of eight *Cinnamomum* species. *Pharm Biol* 2008; 46: 406–412.

Jayaprakasha GK et al. Limonoids from *Citrus reticulata* and their moult inhibiting activity in mosquito *Culex quinquefasciatus* larvae. *Phytochemistry* 1997; 44: 843–846.

Jolad S.D., Lantz R.C., Chen G.J., Bates R.B., Timmermann B.N., Commercially Processed dry ginger (*Zingiber officinale*) : composition and effects on LPS-stimulated PGE2 Production. *Phytochemistry*, 66 (13) (2005)1614-35 p.

Jalal Omid , Samaneh Abdolmohammadi,2019, Green Tea (*Camellia Sinensis*) Ordinary Beverages or Medicina Beverages, doi: 10.11648/j.ijbc.20190402.13

Joseph J., Floral biology and variation in cinnamon, *PLACROSYM – IV*, 1981, 431-434
Kubitzki K., Kurz H., Synchronized dichogamy and dioecy in neotropical Lauraceae, *Plant systematics and evolution*, 1984,147(3-4), 253-266, DOI: 10.1007/BF00989387.

J Wright (2004) Flavor Création. Allured publishing. (ISBN 1-932633-01-4).

Jirovetz L, Buchbauer G, Shahabi M, Ngassoum MB (2002) Comparative investigations of the essential oil and volatiles of spearmint. *Perfum Flavor* 27: 16-22

Jung UJ., Lee MK ., Jeong KS .,Choi MS. (2014). The hypoglycemic effects of hesperidin and naringin are partly mediated by hepatic glucose-regulating enzymes in C57BL/KsJ-db/db mice. *J Nutr* 134:2499–2500.

Jessica Elizabeth De La Torre Torres, Fatma Gassara, Anne Patricia Kouassi, Satinder Kaur Brar & Khaled Belkacemi (2015): Spice Use in Food: Properties and Benefits, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, DOI: 10.1080/ 10408398.2013.858235. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2013.858235>

K

Kalita, J. N. and Mahanta, P. K. 1993. *J. Sci. Food ;Agric.* 62: 103-109.

Korichi S .2007 .etude du comportement de l'amenthe poivrée mentha peperita L sous palmeraies dans la région de Ouragla .mémoire de fin d'étudees, Diplôme d'ingénieur d'Etat en sciences et Biologiques, faculté des sciences et sciences de l'ingénieur , Département des sciences biologiques, Universite Kasdi Merbah – Ouargla, Algérie, 86 p.

Kabera J.N., Semana E., Ally R., Mussa and He X., 2014. Plant Secondary Metabolites: Biosynthesis, Classification, Function and Pharmacological Properties. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 2: 377-392

.Kulisic T., Radonic A., Katalinic V., Milos M., 2004. Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil. *Food Chem.*, 85:633-640.

KARA T. I. Caractérisation et évaluation de la formation de biofilm de souches de staphylocoques isolées de sondes urinaires chez des patients hospitalisés au CHU de Tlemcen. [Thèse de doctorat : Biologie]. Tlemcen : Université Abou BekrBelkaid- Tlemcen, 2014 ; 84p.

K.H.G.K. Kodagoda, I. Wickramasinghe,2017, Health benefits of Green and Black Tea, <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.4.7.16>

Références bibliographique

Krips, 2009 origine actualité et potentialités , thèse de doctort, eaculté de pharmacie de l'université henri poincaré namcy

Kavishankar G.B., Lakshmidivi N., Murthy S.M., Prakash H.S., Niranjana S.R., Diabetes and medicinal plants. *International Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences* 2 (3) (2011) 65-80.

Kamatou GP, Vermaak I, Viljoen AM. Eugenol from Maluka Islands to the international market place: A review of a remarkable and versatile molecules. *Molecules*. 2010; 17:6953-6981.

Kamra D, Agarwal N, Chaudhary L.2006. Inhibition of ruminal methanogenesis by tropical plants containing secondary compounds. Elsevier. p 156-163.

Karamali Khanbabaee and Teunis van Ree ,2001, Tannins: Classification and Definition DOI: 10.1039/b1010611

Katarzyna Malgorzata Brodowska 2017Natural flavonoids: classification, potential role, and application of flavonoid analogues, DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.545778>

Kawata, Y., Imaizumi, K., Nozawa, A., & Kakuda, T. (2005). Tea catechins with a galloyl moiety suppress postprandial hypertriacylglycerolemia by delaying lymphatic transport of dietary fat in rats. *The Journal of Nutrition*, 135(2),155–15.

Kaul, P.N., A.K. Bhattacharya, B.R.R. Rao, K.V. Syamasundar, and S. Ramesh. 2003. Volatile constituents of essential oils isolated from different parts of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Blume). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83 (1):53–55.

Kim M, Hamilton SE, Guddat LW, Overall CM (2007) Plant collagenase: Unique collagenolytic activity of cysteine proteases from ginger. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects* 1770: 1627–1635.

Krieps M. 2009. Le The: Origine, Actualité et Potentialités: Thèse de doctorat, Faculté de pharmacie de l'Université Henri Poincaré-Nancy 1.

Kubitzki K., Kurz H., Synchronized dichogamy and dioecy in neotropical Lauraceae, *Plant systematics and evolution*, 1984, 147(3-4), 253-266, DOI: 10.1007/BF00989387.

Kuhad A, Tirkey N, Pilkhwal S, Chopra K (2006) 6-Gingerol prevents cisplatin-induced acute renal failure in rats. *Biofactors* 26: 189–200. PMID: [16971750](#).

Kuriyama S, Shimazu T and Ohmori K: Green Tea consumption and mortality due to cardiovascular disease, cancer and all causes in japan the Ohsaki study; *JAMA* 2006; 296(10): 1255-1265.

Kuriyama S, Shimazu T, Ohmori K, et al. Green tea consumption and mortality due to cardiovascular disease, cancer, and all causes in Japan: the Ohsaki study. *JAMA* 2006; 296:1255.

Khanin Pathak, Syed Wasifur Rahman, and Sudhansu Bhagawati. An Overview of Antioxidant and free Radicals- A Review Article. *Chem Sci Rev Lett* 2017, 6(21), 242-251 Article CS072048021, ISSN 2278-6783.

L

L. Cai, C.D. Wu. (1996). Compounds from *Syzygium aromaticum* possessing growth inhibitory activity against oral pathogens. *Journal of natural products*. 59(10): 987-990.

Leela J. Cinnamon and Cassia. In: Parthasarathy V, Chempakam B, Zachariah T, eds. *Chemistry of Spices*. Cambridge, MA: CABI, 2008.

Long He, Ting He, Shabnam Farrar, Linbao Ji, Tianyi Liu, Xi Ma. Antioxidants Maintain Cellular Redox Homeostasis by Elimination of Reactive Oxygen Species. *Cell Physiol Biochem* 2017;44:532-553 .DOI: 10.1159/00048508.

Lan-Sook Lee, Sang-Hee Kim, Young-Boong Kim and Young-Chan Kim. Quantitative Analysis of Major Constituents in Green Tea with Different Plucking Periods and Their Antioxidant Activity. *Molecules* 2014, 19, 9173-9186; doi:10.3390/molecules19079173

M

Mabberley D.J., The plant-book. Cambridge University Press, Cambridge. Second edition,(1997).

Mohammed Sharif Swallah ,He Sun ,1 Raïfatou Affoh ,Hongling Fu ,and Hansong Yu,2020, Antioxidant Potential Overviews of Secondary Metabolites , (Polyphenols) in Fruits, <https://doi.org/10.1155/2020/9081686>

Muhson I., AL Mashkor A., Evaluation of Antioxidant Activity of Clove (*syzygium aromaticum*).*Int. J. Chem. Sci.: 13(1)* (2015)23-30.

Mathew S., Abraham E., Studies on the antioxidant activities of cinnamon (*Cinnamomum verum*) bark extracts, through various in vitro models. 94 (2004)520–528. *Plants*Vol. 5(10) (2011) 1884-1891,

Maizura M., Aminah A., Wan Aida W.M., Total phenolic content and antioxidant activity of kesum (*Polygonum minus*), ginger (*Zingiber officinale*) and turmeric (*Curcuma longa*) extract. *18* (2011) 526-531.

Moon J. K., Shibamoto T., 2009. Que F, Mao L, Zhu C, Xie G (2006). Antioxidant properties of Chinese yellow wine, its concentrate and volatiles. *LWT -Food Sci Technol*, **39**, 111-117.

Molyneux, P., Songklanakarin, J.2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Sciences Technology*,26 (2) :211-219.

Marthe, K(2009). Le the : origine, actualite et potentialites. These :01P.

Mbaveng A, Kuete V. *Zingiber officinale*. In: *Medicinal Spices and Vegetables from Africa*: Elsevier; 2017. p. 627–39.

Mahmood T .Akhtar N.BA 2010 : the morphology, charaacteristies, and medicinal praperties of *Camellia Sinensis* tea , *jpurnal of medicinal plants research* 4(19) :2028-2033

Moon H.K., Hong S.P., Smets E.,Huysmans S., Micrmorphology and character Evolution

of Nutlets in Tribe Mentheae (Nepetoideae, Lamiaceae). *Systematic Botany*, 34(4) (2009) 760-776.

Macheix, J.J., Fleuriet, A. et Jay-Allemand, C. 2005. Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Ed Presses polytechnologiques et universitaires romandes, 345 :4-5.

Mohamed A .H.,EI- Sayed M.A .and Mohamed N.A . 2010: chemical constituents

Motokazu Nakayama, Kanami Shimatani, Tadahiro Ozawa, Naofumi Shigemune, Daisuke Tomiyama, Koji Yui, Mao Katsuki, Keisuke Ikeda, Ai Nonaka & Takahisa Miyamoto (2015) Mécanisme pour l'action antibactérienne du gallate d'épigallocatechine (EGCg) sur *Bacillus subtilis*, *Bioscience, biotechnologie et biochimie*, 79: 5, 845-854, DOI:10.1080 / 09168451.2014.993356.

M. Huet, J. Fleurentin, Curcuma, thé vert et chardon-marie : quelle stratégie adopter en prévention du cancer ou en complément des traitements ?, Société française d'Ethnopharmacologie, 2013.

M. Mittal, N. Gupta, P. Parashar, V. Mehra, M. Khatri. (2014). Phytochemical evaluation and pharmacological activity of *Syzygium aromaticum*: a comprehensive review. *Int J Pharm Pharm Sci.* 6(8): 67-72.

Magdalena Górnicka, Anna Ciecierska , Jadwiga Hamulka, Małgorzata E. Drywień, Joanna Frackiewicz, Krzysztof Górnicki , and Agata Wawrzyniak. α -Tocopherol Protects the Heart, Muscles, and Testes from Lipid Peroxidation in Growing Male Rats Subjected to Physical Efforts. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* Volume 2019, Article ID 8431057, 13 pages <https://doi.org/10.1155/2019/8431057>.

Mohanakumar G., Mokashi A., Narayana Swamy P., Prabhakar N., Devar K., Reddy D., et al., Studies on the floral biology of Cinnamon, Indian Cocoa, Arecanut & Spices *J*, 1985, 8(4),100-102.

Morin M-P. 2015. Les polyphénols du thé vert: des molécules à double action contre la maladie parodontale: Université Laval.

Muchuweti M et al. Phenolic composition and antioxidant properties of some spices. *Am J Food Technol* 2007; 2: 414–420.

Muramatsu, K., Fukuyo, M., & Hara, Y. (1986). Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol-fed rats. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology (Tokyo)*, 32(6), 613–622.

Manal Azat Aziz, Abdulkareem Shehab Diab and Abeer Abdulrazak Mohammed 2019. Antioxidant Categories and Mode of Action. DOI:<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.83544>.

Munawar Abbas, Farhan Saeeda, Faqir Muhammad Anjuma, Muhammad Afzaala, Tabussam Tufaila, Muhammad Shakeel Bashirb, Adnan Ishtiaqb, Shahzad Hussainc, and Hafiz Ansar Rasul Suleriac, 2016 Natural polyphenols
<https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1220393>

Manach C., Scalbert A., Morand C., Rémésy C., Jiménez L., Polyphenols : Food Sources and Bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 79 (2004) 727–47

Moawad, S.A., El-Ghorab, A.H., Hassan, M., Nour-Eldin, H. and El-Gharabli, M.M. (2015) Chemical and Microbiological Characterization of Egyptian Cultivars for Some Spices and Herbs Commonly Exported Abroad. *Food and Nutrition Sciences*, 6, 643-659.
<http://dx.doi.org/10.4236/fns.2015.67068>.

Meena. Vangalapati, Sree Satya N, Surya Prakash DV and S. Avanigadda, A review on pharmacological activities and clinical effects of Cinnamon species, *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 3(1) (2012) 653 – 663.

Marcel M(2002). *la Rousse agricole*, Ed, Mlthilde Mjonel-617-618

N

Nkhili, E.Z. (2009). Polyphénols de l'Alimentation : Extraction, Interactions avec les ions du Fer et du Cuivre, Oxydation et Pouvoir antioxydant. Diplôme de Doctorat. DESA, 328p.

Narendra Maddu 2018. Diseases Related to Types of Free Radicals DOI:

<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.82879>

Naghma Khan and Hasan Mukhtar. Tea Polyphenols in Promotion of Human Health. *Nutrients* **2019**, 11, 39; doi:10.3390/nu11010039 www.mdpi.com/journal/nutrients.

Neeti Sharma (2014). Free Radicals, Antioxidants and Disease. *Biol Med* 6: 214. doi:10.4172/0974-8369.1000214.

Nikolina Mrduljaš, Greta Krešić and Tea Bilušić,2017 Polyphenols: Food Sources and Health Benefits, <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.68862>

Nerino Allocati , Michele Masulli , Mikhail F. Alexeyev and Carmine Di Ilio. *Escherichia coli* in Europe: An Overview. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2013, 10, 6235-6254; doi:10.3390/ijerph10126235.

O

Ortes-Rojas DF, Femandes de Souza CR, Oliveria WP. Clove (*Syzygium aromaticum*): A precious spice. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedical*. 2014; 4:90-96.

Ozenda C et., 2008 flore du sahara, Edition du centre national de la recherche scientifique .paris 1983.

Ooi TL, NC Ying, HI Kilfi and YM Chako, 1994. Palm oil-based printing ink. *Palm Oil Developments*, 15: 73-74

OKAKURA, KAKUZO, (1979) . Le livre du thé traduction en allemand par Horst Hammitzsch, insel taschenbuch, 1 Édition.

Ozougwu, Jervas C. Le rôle des espèces réactives de l'oxygène et des antioxydants dans le stress oxydatif. *Journal international de recherche en pharmacie et biosciences* Volume 3, Numéro 6, juin 2016, PP 1-8 ISSN 2394-5885 et ISSN 2394-5893

Olorunnisola Olubukola Sinbad, Ajayi Ayodeji Folorunsho, Okeleji Lateef Olabisi, Oladipo Abimbola Ayoola, Emorioloye Johnson Temitope. Vitamins as Antioxidants. *Journal of Food Science and Nutrition Research* 2 (2019): 214-235.

P

Pottier.G 1981. Artémisia herba alba flore de tunisie:angiospermesdicotylédones **Padmashree A., Roopa N., Semwal A.D., Sharma G.K., Agathian G., Bawa A.S.,** Star-anise (Illicium verum) and black caraway (Carum nigrum) as natural antioxidants. Food Chemistry 104 (2006) 59–66.

Paris RR, moyse H précis de matière médicale . Tome 3, Masson , paris 1971

Panche A. D. Diwan, and S. R. Chandra,2016 journal of nuritional science of flavonoïdes doi:10.1017/jns.2016.41

Pekal A., Drozd'z P., Biesaga M ., Pyrzynska K. Screening of the antioxidant properties and polyphenol composition of aromatised green tea infusions. Society of Chemical Industry vol(10) pp 611-615.

Popova AT. (2019). The effect of heating on the vitamin C content of selected vegetables. World Journal of Advanced Research and Reviews, 3(3), 27-32.

Papuc C , Gheorghe V. Goran N.predescu V , stefan G .plant polyphenols as antioxidant and antibacterile agents for shelf-life Extension of meat and meat products :classification, structures, sources , and action mechanisms.2017 : 1243-1268

Pasupuleti V. R. and Siew H. G., 2014. Cinnamon: A Multifaceted Medicinal Plant. Hindawi Publishing Corporation. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 12 p

. Prasad K.N., Yang B., Dong X., Jiang G., Zhang H., Xie H., Jiang Y., 2009. Flavonoid contents and antioxidant activities from Cinnamomum species. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 10, 627-632

Q

Qazi MA et al., Free Radicals and their Management. American Journal of Pharmacy & Health Research 2018.

R

Rajeswara Rao, B.R., D.K. Rajput, and A.K. Bhattacharya. 2007. Essential oil composition of petiole of *Cinnamomum verum* Bercht. & Presl. *Journal of Spices and Aromatic Crops* 16 (1):38–41.

Reygaert WC: An update on the health benefits of Green Tea. *Beverages* 2017; 3(6): 1-14. doi:10.3390.

Rinzler C., Tea. In: *The new complete book of herbs, spices, and condiments.* Checkmark Books, NY.(2011). pp 347-35

Rabia Shabir Ahmad, Masood Sadiq Butt, Nuzhat Huma, M. Tauseef Sultan, Muhammad Umair Arshad, Zarina Mushtaq & Farhan Saeed (2014) Quantitative and Qualitative Portrait of Green Tea Catechins (Gtc) Through Hplc, *International Journal of Food Properties*, 17:7, 1626-1636, DOI: 10.1080/10942912.2012.723232. <https://doi.org/10.1080/10942912.2012.723232>.

S

She L., Krzyzanowska M., Fecka T., Polyphenolic and essential oil composition of *Mentha* and their antimicrobial effect. 12 (2010) 106-108.

Sohi K.K., Mittal N., Hundal M.K., Khanduja K.L., Gallic acid, an antioxidant, exhibits anti apoptotic potential in normal human lymphocytes: Bcl-2 independent mechanism. *J Nutr. Sci Vitaminol.* 49 (2013) 221–227.

Suhaj M., Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review. *Journal of Food Composition and Analysis* 19 (2006) 531-537.

Solomon A. Makanjuola , 2017 , Influence of particle size and extraction solvent on antioxidant properties of extracts of tea, ginger, and tea–ginger blend DOI: 10.1002/fsn3.509

Stephen Karori Mbuthia, Francis Nyamu Wachira² and Robert Kipyegon Koech. *In vitro* antimicrobial and synergistic properties of water soluble green and black tea extracts. Vol. 8(14), pp. 1527-1534, 2 April, 2014 .DOI: 10.5897/AJMR2014.6655.

SEDRATI, A. Etude de l'antibiorésistance des souches bactériennes à l'origine des infections infantiles à l'EPH d'Ouargla. **2014**, MEMOIRE MASTER ACADEMIQUE DU MICROBIOLOGIE APPLIQUEE.

SCOT T. WALLACE and RENÉE SCHROEDER. In vitro selection and characterization of streptomycin-binding RNAs: Recognition discrimination between antibiotics. Downloaded from rnajournal.cshlp.org on July 12, 2011 - Published by Cold Spring Harbor Laboratory Press. <http://rnajournal.cshlp.org/content/4/1/112#related-urls>

Stapleton PD, Gettert J, Taylor PW (2006). Epicatechin gallate, a component of green tea, reduces halotolerance in *Staphylococcus aureus*. *Int J Food Microbiol*, **111**, 276–279.

Study on Biochemical Compounds, Antioxidant Activity and Organoleptic Taste of Some Spice Tea DOI: 10.20448/journal.512/2016.3.2/512.2.53.58

Si W, Gong J, Tsao RS, Kalab M, Yang R and Yin Y (2006). Bioassay-guided purification and identification of antimicrobial components in Chinese green tea extract. *J Chromatogr*, **1125**, 204–210

Suhaj M., Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review. *Journal of Food Composition and Analysis* 19 (2006) 531-537.

Singleton V.L., Rossi J.A., Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16 (1965) 144–158

Srujana Medithi, Padmaja R. Jonnalagadda, and Babban Jee 2020. Predominant role of antioxidants in ameliorating the oxidative stress induced by pesticides. *Archives of environmental & occupational health* <https://doi.org/10.1080/19338244.2020.1750333>

Susinjan Bhattacharya . Reactive Oxygen Species and Cellular Defense System. DOI 10.1007/978-81-322-2035-02 Springer India 2015.

Shalini Kapoor Mehta and Sivakumar Joghi Thatha Gowder 2015. Members of Antioxidant Machinery and Their Functions <http://dx.doi.org/10.5772/61884>

Sinija, V. R, Mishra, H. N.(2008). Green tea: Health benefits. Journal of Nutritional & Environmental Medicine. 17(4): 232–242P.

S. Kabouche, Etude de la relation du thé vert. Maladies cardiovasculaires et Stress oxydant, Thèse de Doctorat, Université de Mentouri – Constantine, faculté des sciences département de biologie animale, 2010.

Santo A et al. Free Radicals: From Health to Disease. Reactive Oxygen Species 2(4):245–263, 2016; Cell Med Press <http://dx.doi.org/10.20455/ros.2016.847>.

Silpak Biswas, Rintu Das, and Ena Ray Banerjee. Role of free radicals in human inflammatory diseases. AIMS Biophysics, 4(4): 596-614. DOI: 10.3934/biophy.2017.4.596.

S. Javed, A.A. Shahid, M.S. Haider, A. Umeera, R. Ahmad, S. Mushtaq. (2012). Nutritional, phytochemical potential and pharmacological evaluation of *Nigella Sativa* (Kalonji) and *Trachyspermum Ammi* (Ajwain). Journal of Medicinal Plants Research. 6(5): 768-775.

Sone, T., Kuriyama, S., Nakaya, N., Hozawa, A., Shimazu, T., Nomura, K., Rikimaru, S., & Tsuji, I. (2011). Randomized controlled trial for an effect of catechin-enriched green tea consumption on adiponectin and cardiovascular disease risk factors. *Food and Nutrition Research*, 55, doi:10.3402/ fnr.v55i0.8326.

Sophie, Barbelet., 2015.le giroflier : historique, description et utilisation de la plante et de ses huiles essentielles. Vol5. P 22-26.

Snoussi M, Noumi E, Trabelsi N, Flamini G, Papetti A, et al. (2015) *Mentha spicata* essential oil: chemical composition, antioxidant and antibacterial activities against planktonic and biofilm cultures of *Vibrio* spp. strains. *Molecules* 20: 14402-14424.

Sennoussi M., Noumi E., Trabelsi N., Flamini G., Papetti A., Feo V., *Mentha spicata* Essential Oil: Chemical Composition, Antioxidant and Antibacterial Activities against Planktonic and Biofilm Cultures of *Vibrio* spp. Strains. *Molecules*, 20 (2015) 14402-14424

Soysal Y., Mathematical Modeling and Evaluation of Microwave drying Kinetics of mint (*Mentha spicata* L.). *Journal of Applied Sciences*, 5(7) (2005) 1266-1274

Sennoussi M., Noumi E., Trabelsi N., Flamini G., Papetti A., Feo V., *Mentha spicata* Essential Oil: Chemical Composition, Antioxidant and Antibacterial Activities against Planktonic and Biofilm Cultures of *Vibrio* spp. Strains. *Molecules*, 20 (2015) 14402-14424.

T

Teuscher, Anton R, Lobstein A., 2005 - *Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles*. Paris, Lavoisier, 522p.

V

Vinson, J.A, tenfel, k, wu,N(2004),Green and teas inhibit atherosclerosis by lipid,antioxidant, and fibrinolytic mechanisms *J A gric food chem jum*
Supio B.E , cordova A ,C. berke –schlessel D.W qinf chen Q,h Geen tea the asian paradox and cardiovasaculan

Vecchio MG, A Gulati, C Minto and G Lorenzoni, 2016. *Pimpinella Anisum* and *Illicium Verum*: the multifaceted role of anise plants. *The Open Agriculture Journal*, 10: 81-86

V. V. Teplova^a, E. P. Isakov^b, O. I. Klein^b, D. I. Dergachov^b, N. N. Gessler^b, and Y. I. Deryabina,2018, Natural Polyphenols: Biological Activity, Pharmacological Potential, Means of Metabolic Engineering, DOI: 10.1134/S0003683818030146

W

Wang Q., jiang L., Wen Q., *Wuhan University Journal of natural sciences*, 12 (2007) 529-534

. **Wang JS,** Luo H, Wang P, et al. Validation of green tea polyphenol biomarkers in a phase II human intervention trial. *Food Chem Toxicol* 2008;46:232e40. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.08.007>

Wan, X. C., and T. Xia. 2015. Secondary metabolism of tea plant (in Chinese). 1st ed. Beijing, China: Science Press.

Wan, X. C. 2003. Tea biochemistry (in Chinese). 3rd ed. Beijing, China: China Agriculture Press.

Wong YC et al. Extraction of essential oil from cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*). *Orient J Chem* 2014; 30: 37–47.

Wu, A. H., Spicer, D., Stanczyk, F. Z., Tseng, C. C., Yang, C. S., & Pike, M. C. (2012). Effect of 2-month controlled green tea intervention on lipoprotein cholesterol, glucose, and hormone levels in healthy postmenopausal women. *Cancer Prevention Research (Phila)*, 5(3), 393–402. doi:10.1158/1940 -6207.CAPR-11-040.

Wu, D. Larsen, K. Flora China. 2000, 24, 322–377.

Wu KL, Rayner CK, Chuah SK. Effects of ginger on gastric emptying and motility in healthy humans. *European Journal of Gastroenterology & Hepatology*. 2008;**20**(5):436-440.

Wu, M.H.; Zhang, W.; Guo, P.; Zhao, Z.Z. Chin. Med. 2014, 9, 10.

Wong, J.G., Anderson, R. A., Graham, G. M., Chu, M.C., Sauer, M .V., Guarnaccia, M. M., Lobo, R. A.2006. The effect of cinnamon extract on insulin resistance parameters in polycystic ovary syndrome: a pilot study.

Wei Wang G., Hu W., Huang B.K., Qin L., Illicium verum: A review on its botany, traditional use, chemistry and pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology* 136 (2011)10–20.

X

Xu J., Zhu S.G., Yang F.M., Cheg L.C., Hu Y., Pan G.X., Hu Q.H.,The influence of selenium on the antioxidant activity of green tea. *J Sci Food Agric* 83 (2003) 451–455.

Xing L, Zhang H, Qi R, Tsao R, Mine Y. Recent advances in the understanding of the health benefits and molecular mechanisms associated with green tea polyphenols. *J Agric Food Chem* 2019;67:1029e43. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b06146>.

Y

Y. Trongtokit, Y. Rongsriyam, N. Komalamisra, C. Apiwathnasorn. (2005). Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives.* 19(4): 303-309.

Yashin ,A., Yashin ,Y., Nemzer ,B.(2011). Determination of antioxidant activity in tea extracts, and their total antioxidant content. *Am. J. Biomed. Sci,* 3(4). doi: 10 .5099 /aj110400322 ,322-335P.

Yousif Ahmad Mahmood AL-Aloosy, Ali JasimHadi AL-Tameemi and Sinan Sameer Jumaa. The role of enzymatic and non-enzymatic antioxidants in facing the environmental stresses on plant : A REVIEW. Vol. 19, Supplement 1, 2019 pp. 1057-1060 e-ISSN:2581-6063 (online), ISSN:0972-5210.

Yan-Jian H., Xiao X.X., Huang K.L., *Journal of central south university of technology,* 9 (2002) 173-176.

Yamada K., Takada S., Nakamura S., Hirata S., Tetrahedron letter , 52 (1965) 4785-94.

Z

Zhao, W.H., Hu, Z.Q., Okubo, S., Hara, Y. and Shimamura, T. (2001). Mechanism of Synergy Between Epigallocatechin Gallate and β -Lactams Against Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 45(6), 1737-1742. <https://doi.org/10.1128/AAC.45.6.1737-1742.2001>.

Ziad Moussa, Zaher MA Judeh et Saleh A. Ahmed 2019. Nonenzymatic Exogenous and Endogenous Antioxidants. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.87778>. .

Zeenat Ayoub, Archana Mehta, Siddhartha Kumar Mishra, Laxmi Ahirwal ,2018 MEDICINAL PLANTS AS NATURAL ANTIOXIDANTS, Vol.48, 2017; ISSN 2229-7170

ZAUGG, C.Evaluation et Optimisation Du "Therapeutic Drug Néonatalogie.**2010** , Master of advance studies (Mas)en pharmacie hospitalière.
-46.

Zhou B, Wu L, Yang L, Liu Z, Zhou B, Wu L, et al. Evidence for alpha-tocopherol regeneration reaction of green tea polyphenols in SDS micelles. *Free Radic Biol Med* 2005;38:78e84. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2004.09.023>

Zbadi R, Mohti H, Moussaoui F. Stress oxydatif : évaluation du pouvoir antioxydant de quelques plantes médicinales. *mt* 2018 ; 24 (2) : 134-41 doi:10.1684/met.2018.0682.

Résumé

Les extraits végétaux ont été utilisés dans le monde entier dans de nouveaux composés antibactériens, antioxydants, des conservateurs alimentaires et comme alternatives pour traiter les différentes maladies. Par conséquent, on s'est intéressé à l'évaluation de l'activité antioxydante (polyphénols, flavonoïdes, DPPH) et antibactérienne de thé vert pur et aromatisé avec quelque épice. Les résultats pour les polyphénols et les flavonoïdes montrent des teneurs plus élevées dans le thé aromatisé avec des valeurs de $543,30 \pm 0,96$ mg EAG/L et de $73,41 \pm 2,10$ mg Eq/L respectivement comparé au thé vert pur ($540,12 \pm 0,96$ mg EAG/L et $57,55 \pm 2,16$ mg Eq/L). En ce qui concerne les épices, la menthe représente une teneur élevée au polyphénol avec une valeur de 467 mg EAG/L et l'armoise à une teneur élevée au flavonoïde avec une valeur de 100,33 mg Eq/L. Par contre l'activité antioxydante par le teste pigeage DPPH montrent que le thé vert a une activité plus importante avec un pourcentage de $97,84 \pm 1,00$ comparé au thé aromatisé avec des pourcentages $53,74 \pm 0,40$ et $52,43 \pm 0,55$ respectivement. L'activité antibactérienne est évaluée par la méthode des disques. Le thé vert pur a fortement inhibé la croissance de *S. aureus* avec une zone d'inhibition de $22,7 \pm 0,58$ mm. Un diamètre d'inhibition de $21,3 \pm 0,269$ mm produits par le thé vert pur envers: *E. coli*. Pour les épices le clou de girofle ont fortement inhibé la croissance d'*E. coli* avec une zone d'inhibition de 17 mm. Tandis que la cannelle représente une forte inhibition envers la souche *S. aureus* avec la zone d'inhibition de 17 mm.

Mots clés : Thé vert aromatisé, épices, polyphénols, flavonoïdes, DPPH, l'activité antioxydante, activité antibactérienne.

Abstract

Plant extracts have been used worldwide in new antibacterial compounds antioxidants food preservatives and alternatives to treat various diseases therefore we were interested in the evaluation of the antioxidant (polyphenols ; flavonoids and DPPH) and antibacterial activity of pure green tea and flavoured with some spice , the results for polyphenols and flavonoids show higher levels in flavoured tea with values of 542.30 mg EAG/L and 73.41mg EAG/L respectively compared to green tea with polyphenol and flavonoid levels of 540.12 mg EAG/L and 57.55mgES/L respectively , as far spices are concerned. Mint has a high content of polyphenols with a value of 467 and sagebrush has a high content of flavonoids with a value of 100,33 mg Eq/L.

On the other hand the antioxidant activity by the DPPH pidgeage test show that green tea has a higher activity with a percentage of 97.84 % compared to flavoured tea with percentages 53.74 % and 52.43 % respectively , Antibacterial activity is evaluated by the disc method . pure green tea strongly inhibited the growth of *S . aureus* with the 227. mm inhibition zone inhibition diameter of 21.3 mm produced by pure green tea reverse *E. coli* for spices clove have strongly inhibited the growth of *E. coli* with the inhibition zone of 17 while cinnamon represents a strong inhibition towards the strain *S. aureus* with the inhibition zone of 17

Keywords :flavoured green tea , spices, polyphenols , flavonoids, DPPH, antioxidant, activity, antibacterial activity .