



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية العلوم الطبيعية والحياة

قسم الكيمياء الحيوية والبيولوجيا الخلوية و الجزيئية  
Département de Biochimie et Biologie Cellulaire et Moléculaire

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master  
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Sciences Biologiques  
Spécialité : *Biochimie de la nutrition*

Intitulé :

# Etude in vitro de l'activité antioxydante de *gingembre* « *Zingiber officinale* »

Présenté et soutenu par : MEGHEZZI SAOUSSEN  
DALI MEROUA

Le : 01 /07/2018

Jury d'évaluation :

Président du jury : Mr. KITOUNI RACHID (M-A-A- UFM CONSTANTINE.)

Encadreur : Mr. BOUANIMBA NOUR (M-C-A – UFM CONSTANTINE.)

Examineur : Mr. HAROUNI SOUFIANE (M-A-A- UFM CONSTANTINE.)

*Année universitaire*  
*2017 – 2018*

## **Remerciements**

*Je remercie tout d'abord **ALLAH** le tout puissant de m'avoir donné la santé la patience, la puissance et la volonté pour réaliser ce mémoire.*

*Nous remercions notre encadreur **Dr. BOUANIMBA NOOR** (MC-B- UFM Constantine). On le remercie pour sa confiance, son soutien, son attention, ses bons conseils, son encouragements, sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

*Je remercie les membres de jury **Mr Harouni Soufiane** (MA-A- UFM Constantine) en étant président du jury et **Mr Kitouni Rachid** (MA-A- UFM Constantine) d'avoir bien voulu accepter de juger ce travail, je vous en suis très reconnaissante et en espérant être à l'hauteur de votre confiance.*

*Mes remerciements s'adressent aussi à tous les personnels du département de Biochimie et Biologie Cellulaire et Moléculaire de l'Université de frères mentouri Constantine .*

*Et A toutes personnes qui a participé de prés ou de loin, directement ou Indirectement à la réalisation de ce travail.*

**\*Merci à vous tous \***

**SAOUSSEN ET MEROUA**

## *Dédicace*

*Avec mes sentiments de gratitude les plus profonds, Je dédie ce modeste travail :*

*A mes très chers parents : **ALI** et **LEILA** sans eux je n'est pas pu être ce que je suis, en reconnaissance de leurs efforts, leurs amours leurs soutiens et leurs encouragements durant toutes mes études et mes recherches, et surtout leur disponibilité de garder mes enfants. Je prie Dieu pour qu'il vous accorde santé et une longue vie.*

*A mon cher fiancé **SALAH** qui m'encourage toujours à aller plus loin. Merci de m'avoir montré beaucoup de patience durant les moments les plus stressants*

*A mes grands parents **CHERIFA ; MOUHAMED ET MESAOUA** pour leurs encouragements durant toute ma vie. Que dieu les protèges.*

*A Mes sœurs : **SELMA ; SOULEF ET NARIMENE**, et mon frère **MOATASSIM BILLAH** pour votre amour, Votre soutien et votre confiance, Je vous remercie de tout cœur.*

*A mon binôme **MEROUA**, qui est partagé avec moi tous les moments de joie et de bonheur, je vous remercie pour votre amitié et votre soutien, sans elles ce travail n'aurait pas été accompli.*

*A mes amies **KHADIDJA, AMINA et MAROUA** pour votre fidèle amitié et les bons moments passés ensemble tout au long de mes études et en dehors.*

*A tout le membre de ma famille **MEGHEZZI** et a tout personnes qui m'ont encouragé ou aidé au long de mes études*

*A tout mes collègues de la promotion de Master II Biochimie de la nutrition de faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université des Frères Mentouri Constantine 1 et je leur souhaite beaucoup de réussite.*

***Merci pour tout, pour vos encouragements et soutient.***

**SAOUSSEN**

## **Dédicace**

*À mon dieu, le tout puissant qui m'a aidé à réaliser ce travail*

***Je dédie ce modeste travail:***

*À Ma très cher mère **ZAHIA** qui m'a soutenu durant toute ma*

*vie, et m'a appris à aimer le travail et le comportement pour son amour infini et sa bienveillance jour et nuit.*

*À mon cher père **ABDELHAFID** pour ses encouragements incessants et son soutien moral aux moments difficiles qui furent pour moi les meilleurs gages de réussite.*

*À mes beaux frères: **AKRAM, WASSIM, RAID.***

*À mon cher fiancé **MOHAMED** qui m'a beaucoup encouragée tout le long de ce travail. Merci de m'avoir montré beaucoup de patience durant les moments les plus stressants.*

*À mon binome et ma Sœur **SAOUSSEN** qui partagée avec moi tous les moments de joie et de bonheur, je vous remercie pour votre amitié et votre soutien.*

*À toute la famille **DALI.***

*À tous Mes amis et Mes camarades de promotion.*

**MEROUA**

## *LISTE DES FIGURES*

<b>N° DE FIGURE</b>	<b>TITRE</b>	<b>PAGE</b>
<b>I.1</b>	A : <i>Zingiber officinale</i> Roscoe . B : Rhizome du <i>gingembre</i> .	05
<b>I.2</b>	Structure de base de polyphénol.	10
<b>I.3</b>	Principaux types de flavonoïdes .	11
<b>I.4</b>	Exemple d'un tanin hydrolysable (pentagalloylglucose à gauche) et un autre condensé (proanthocyanidine R1, R2 = H,OH à droite).	13
<b>I.5</b>	Les huit groupes structuraux de lignanes.	14
<b>I.6</b>	Effets biologiques des polyphénols.	15
<b>I.7</b>	Structure de la molécule d'isoprène .	15
<b>I.8</b>	Balance radicaux libres /antioxydants.	19
<b>I.9</b>	Formation des différentes espèces oxygénées activées (EOA).	21
<b>I.10</b>	Sources de production des radicaux libres.	22
<b>II.1</b>	Rhizomes de gingembre frais.	29
<b>II.2</b>	Etape photographique de préparation de l'homogénat de gingembre	31
<b>II.3</b>	Etape photographique de préparations de l'extrait méthanolique.	32
<b>II.4</b>	dosage des polyphénols	35
<b>II.5</b>	dosage des flavonoïdes	35
<b>II.6</b>	dosage de DPPH de l'extrait de <i>Zingiber officinale</i>	36
<b>II.7</b>	dosage du pouvoir réducteur de <i>Zingiber officinale</i> .	37
<b>III.1</b>	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique	41
<b>III.2</b>	Courbe d'étalonnage de la quercétine	43
<b>III.3</b>	Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations de quercétine.	44

<b>III.4</b>	Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différent concentrations d'extrait méthanolique.	45
<b>III.5</b>	Pouvoir réducteur de l'extrait méthanolique de <i>Zingiber officinale</i> et de la quercétine.	46

## *LISTE DES TABLEAUX*

<b>N° DE TABLEAU</b>	<b>TITRE</b>	<b>PAGE</b>
<b>I.1</b>	Classification botanique du <i>gingembre</i>	05
<b>I.2</b>	Principaux constituants biologiques actifs du gingembre	06
<b>I.3</b>	Composition nutritionnelle <i>de gingembre</i>	07
<b>I.4</b>	Composés phénoliques et leurs propriétés	11
<b>I.5</b>	Quelques exemples des différents types de terpenoïdes	16
<b>I.6</b>	Classification des alcaloïdes	18
<b>I.7</b>	Principaux radicaux libres et leur structure chimique	20
<b>I.8</b>	Principaux nutriments antioxydants et leur sources alimentaires	25
<b>III.1</b>	Rendement de l'extrait méthanolique de <i>Zingiber officinale</i> .	38
<b>III.2</b>	Résultats du criblage phytochimique	39
<b>III.3</b>	Teneur en phénols totaux dans l'extrait méthanolique .	42
<b>III.4</b>	teneur en flavonoïdes dans l'extrait méthanoliquedes rhizomes de <i>Zingiber officinale</i> .	43
<b>III.5</b>	IC50 de La quercitine et de l'extrait méthanolique.	45



## *LISTE DES ABREVIATIONS*

**%** : pourcentage

**Abs** : Absorbance

**AlCl<sub>3</sub>** : Chlorure d'aluminium

**FeCl<sub>3</sub>**: Chlorure ferrique

**HgCl<sub>2</sub>** : Chlorure de mercure

**KI**: L'iodure de potassium

**Mg<sup>2+</sup>**: Magnésium

**C** : Carbone

**CI<sub>50</sub>** : Concentration inhibitrice à 50%

**DPPH** : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle ( $\alpha,\alpha$ -diphényl- $\beta$ -picrylhydrazyle)

**ERO** : Espèce Réactive de l'Oxygène

**Fe<sup>2+</sup>** : Fer ferreux

**Fe<sup>3+</sup>** : Fer ferrique

**nm** : nanomètre

**cm** : centimètre

**min** : Minutes

**R** : radical

**ROS** : Reactive oxygen species

**SOD** :superoxyde dismutase

**µg** : microgramme

**g** : gramme

**mg:** milligramme

**L :**Litre

**µl :** Microlitre

**UV :** Ultraviolet

**TH<sub>S</sub> :**Les tanins hydrolysables

**TC<sub>S</sub> :**Les tanins condensés

**•OH:** radical hydroxyl

**HOO•:**Radical hydroperoxyde

**ROO•:**Radical peroxyde

**RO•:**Radical alkoxyde

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> :** le peroxyde d'hydrogène

**ONOO•:**peroxynitrite.

**NO•:**Monoxyde d'azote

**O<sub>2</sub>•:** Anion superoxyde

**EOA:** espèces oxygénées activées

**GPX:**Glutathions peroxydases

**Kcal :** kilocalori

**RMN:** Résonance Magnétique Nucléaire

**EAG / GE:** Equivalent d'acide gallique par gramme d'extrait

**FRAP:** Pouvoir réducteur de fer

**H<sub>3</sub>PMo<sub>12</sub>O<sub>40</sub> :** acide phosphomolybdique

**H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub> :** acide phosphotungstique

**R<sup>2</sup> :** Coefficient de corrélation

## LA TABLE DE MATIERE

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	01

### **Chapitre I : Revue bibliographique**

Généralité .....	03
------------------	----

#### **Partiel : GINGEMBRE (*Zingiber officinale*)**

I-1-1-L'histoire du gingembre.....	04
I-2 -Description botanique de <i>gingembre (Zingiber officinale)</i> .....	04
I.2 .1.Partie souterraine.....	04
I .2.2.Partie aérienne.....	04
I .3. Classification.....	05
I .4.Compositions chimiques et molécules bioactives.....	06
I .5.Propriété antioxydante du gingembre.....	08

#### **PARTIE II : Métabolites Secondaire**

II.1.Définition des Métabolites Secondaire .....	09
II.2.Classification des métabolites secondaire.....	09
II.2.1.Les composés phénoliques .....	09
II.2.1.1.Définition des composés phénoliques.....	09
II.2.1.2.Classification des composés phénoliques .....	10
II.2.1.2.1. Les flavonoïde .....	10
a. Définition .....	10
II.2.1.2.2. Les tannins .....	11

a. Définition .....	11
b. Classifications des tanins .....	12
II.2.1.2.3. Les lignanes.....	13
a. Définition .....	13
b. Structure des lignanes .....	13
II.2.2. Les terpènes.....	15
II.2.2.1. Définition des terpènes.....	15
II.2.2.2. Activités biologiques .....	17
II.2.3. Les alcaloïdes .....	17
II.2.3.1. Définition des alcaloïdes .....	17
II. 2.3.2. Classification des alcaloïdes.....	17
a. Les alcaloïdes vrais.....	17
b. Les pseudo-alcaloïdes .....	17
c. Les proto-alcaloïdes.....	17

### **PARTIE III : Le Stress Oxydatif**

III.1. Définition du stress oxydant .....	19
III. Les radicaux libres .....	19
III.1. Définition des radicaux libre .....	19
III.2. Les principaux types des espèces réactives d'oxygène (ERO) .....	20
III.2.1. L'anion superoxyde $O_2^\bullet$ .....	20
III.2.2. Radical hydroxyle $OH^\bullet$ .....	21
III.2.3. Peroxyde d'hydrogène $H_2O_2$ .....	21
III.2.4. Monoxyde d'azote $NO^\bullet$ .....	21
III.3. Sources de production des radicaux libres .....	22

III : Les antioxydants .....	22
III.1. Définition des antioxydants.....	22
III.2.Classification des antioxydants .....	23
III.2.1.Les antioxydants enzymatiques.....	23
A. La catalase.....	23
B. Les superoxydesdismutases.....	23
C. Glutathions peroxydases (GPX) .....	23
III.2.2 : Les antioxydants non enzymatique .....	24
III.2.2.1 Le système antioxydant non enzymatique d'origine endogène.....	24
a. Le glutathion.....	24
b. L'acide urique .....	24
c. La bilirubine.....	24
III. 2.2.2 : Le système antioxydant non enzymatique d'origine alimentaire .....	24
a. La Vitamine E .....	24
b. La vitamine C .....	24
c. Le $\beta$ carotène .....	25
d. Les polyphénols .....	25
III.3.Utilisation des antioxydantes.....	25
III.4. Mode d'actions des antioxydantes.....	26

## **PARTIE IV : LES TRAVEAUX INTERIEURE**

IV – 1- Recherche antérieures sur l'utilisation de <i>gingembre</i> .....	27
---	----

### **Chapitre II : Matériel et méthodes**

II -1-Matériel d'étude .....	29
II -1-1-Matériel végétal .....	29
II -1-2-Les produits chimiques.....	30

II -2- Méthodes .....	30
II -2-1-Préparation de l'homogénat de <i>gingembre</i> .....	30
II -2-2-préparations de l'extrait méthanolique .....	31
II -2-3-Criblage « screening » phytochimique .....	33
II -2-3-1-Test des quinones libres .....	33
II -2-3-2- Test des tanins .....	33
II -2-3-3- Test des tanins vrai .....	33
II -2-3-4- Test des saponines .....	33
II -2-3-5- Test des flavonoïdes .....	33
II -2-3-6-Test des alcaloïdes.....	33
II -2-3-7- Composés réducteurs .....	34
II -2-4-Dosage des polyphénols totaux par colorimétrie (méthode de FolinCiocalteu) .....	34
II -2-5-Dosage des Flavonoïdes .....	35
II -2-6: Les activités biologiques in vitro .....	36
II -2-6 -1- Test de piégeage du radical libre DPPH .....	36
II -2-6 -2--Pouvoir réducteur de fer « FRAP ».....	36

### **Chapitre III : Résultats et discussions**

III -1-Rendement .....	38
III -2- Criblage photochimique .....	38
III -3- Dosage spectrophotométrique.....	41
III -3-1-Teneur en polyphénols totaux.....	41
III -3-2-Teneur en flavonoïdes.....	42
III -4- Activité antioxydant in vitro.....	44

III -4-1-Test de piégeage du radical libre DPPH .....	44
III -4-2- Test du pouvoir réducteur du fer.....	46
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>48</b>
<b>Références Bibliographiques .....</b>	<b>49</b>
<b>Annexes</b>	

## *Introduction GENERALE :*

Les épices sont classées parmi les plantes médicinales, ces dernières sont des parties de plantes aromatiques à la saveur forte ou des préparations, utilisées en petite quantité en cuisine comme conservateur, assaisonnement ou colorant. Elles peuvent provenir de différentes parties de la plante : l'écorce, exemple de la cannelle, de grains comme pour la coriandre et la cardamome, de feuilles, le cas de la mélisse, de rhizome exemple du curcuma et du gingembre ou de fruits comme pour le piment, l'aneth (MANANDHAR, 1995).

Dans la nature et en particulier dans le monde végétal, les plantes renferment de nombreuses substances bioactives qui présentent des propriétés antioxydants (EL-HACI ET AL., 2012).

Les antioxydants sont capables de stopper ou de retarder les réactions en se réduisant avec les radicaux libres et en inhibant ainsi leur action (HALLIWELL, 1999).

Le stress oxydatif se définit comme étant un déséquilibre profond de la balance entre les pro oxydants et les antioxydants en faveur des premiers (PINCEMAIL ET AL., 1999), ce déséquilibre provient soit d'une production exagérée d'agents oxydants, soit d'une altération des mécanismes de défense (MORENA ET AL., 2002).

*Zingiber officinale* est une plante médicinale utilisée traditionnellement dans les régions d'Inde et en Asie. Sa richesse en métabolites secondaires et plus spécifiquement Shagaol et Gingerol lui confèrent plusieurs effets biologiques dont les activités anti-inflammatoires, antimicrobiennes, anticancéreux et antioxydants (GIGON, 2012).

Dans notre travail l'objectif essentiel consiste à estimer in vitro l'activité antioxydant de l'huile totale extrait des rhizomes de *Zingiber officinale*.

Notre manuscrit est scindé en trois chapitres :

- Le premier chapitre consiste en une revue bibliographique dans laquelle sont détaillées les parties suivantes : le *gingembre*, les métabolites secondaires et le stress oxydatif.
- Dans La deuxième chapitre, nous avons intéressé sur le matériel et les méthodes utilisées dans notre travail. Notamment, les méthodes utilisées pour le criblage photochimique, l'extraction, le dosage colorimétrique (des polyphénols et des flavonoïdes), les activités anti-oxydantes (Pouvoir réducteur et DPPH)



- Et dans le dernier chapitre, nous discutons les résultats obtenus dans notre travail.

Pour terminer, une conclusion générale sur l'ensemble de cette étude.

**CHAPITRE I :**  
**REVUE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

## **Généralité**

Ce travail est une contribution à l'étude phytochimique et l'évaluation de l'activité antioxydante de l'extrait des rhizomes du *gingembre* ou *EL Zanjabil* appelé aussi *Zingiber officinale* qu'est représenté l'une des plus anciennes plantes médicinales connues par l'être humain.

Cette plante est parmi les végétaux supérieurs ont la capacité de synthétiser, par des voies métaboliques Complexes des métabolites dits secondaires. Ces composés sont utilisés par les plantes pour diverses fonctions adaptatives notamment en réponse aux stress biotiques et abiotiques qu'ils peuvent subir. (THOMAS, 2011). Ces métabolites sont situés dans l'un des trois classes, des composés phénoliques, des alcaloïdes et des terpénoïdes. De nombreuses études ultérieures ont prouvé la bioactivité de ces molécules, citant les activités antitumorale, antivirale, antimicrobienne, antioxydant, anti-inflammatoire.....etc. Dû l'usage des plantes renfermant ces métabolites dans diverses domaines thérapeutiques, pharmaceutiques, cosmétologiques et alimentaires (THOMAS, 2011 ; RISPAIL ET AL., 2005).

Le stress oxydant est impliqué dans de très nombreuses maladies comme facteur déclenchant ou associé à des complications, la plupart des maladies induites par le stress oxydant apparaissent avec l'âge car le vieillissement diminue les défenses antioxydantes et augmente la multiplication mitochondriale de radicaux (GIRODON ET AL., 2010). Parmi les activités biologiques des plantes médicinales, ces dernières années l'attention s'est portée sur l'activité antioxydante en raison du rôle qu'elle joue dans la prévention des maladies chroniques telles que les pathologies du cœur, le cancer, le diabète, l'hypertension, et la maladie d'alzheimer en combattant le stress oxydant (MEDDOUR ET AL., 2013).

## Partie I : GINGEMBRE

### I.1. L'historique du gingembre

Le gingembre entrerait déjà dans la composition des techniques de momification pratiquées dans l'Égypte antique. Cette plante condimentaire et médicinale depuis plus de 3000 ans est originaire de l'Inde. De là, le gingembre s'est ensuite rapidement répandu grâce à son commerce à partir de toute l'Asie du Sud-Est, jusqu'en Afrique de l'Ouest et aux Caraïbes. Cette épice orientale a probablement traversé la première fois la mer Méditerranée grâce aux Phéniciens pour gagner l'Europe durant l'Empire romain dès le 1er siècle (GIGON, 2012). Le gingembre est une des plus anciennes plantes connues par le peuple, et il est aussi l'une des premières épices orientales (SINGH ET AL., 2008). Plusieurs revues ont été publiées dans la littérature à propos de cette plante, ce qui peut refléter la popularité de son utilisation comme une épice et une plante médicinale (ALI ET AL., 2008).

### I.2 .Description botanique de gingembre (*Zingiber officinale*)

Il existe environ 100 variétés d'espèce que l'on ne rencontre plus que rarement à l'état sauvage, du moins en ce qui concerne le *Zingiber officinale* qui est une plante vivace herbacée, originaire des régions tropicales d'Asie (BRAGA ET AL., 2006). Le *Zingiber officinale* est divisé en deux parties :

#### I.2.1.Partie souterraine

Elle présente des rhizomes horizontaux et ramifiés, peau beige pâle, il devient de plus en plus fibreux avec l'âge (FAIVRE ET AL., 2006) et son odeur est très aromatique avec une saveur chaude et piquante (GIGON, 2012).

#### I.2.2.Partie aérienne

Cette partie est formée des feuilles et d'une tige de 1,50 mètre et peut atteindre 3 mètre de hauteur (BRAGA ET AL., 2006 ; GIGON, 2012). On trouve deux sortes de tiges ; les hautes tiges qui sont stériles, servent à l'assimilation et portent des feuilles alternes, longues et

étroites, alors que les basse tiges servent à la reproduction et ne présentent pas de feuilles (BRAGA ET AL., 2006). Les fleurs de cette plante sont parfumées, blanches et jaunes, avec des traînées rouges sur les lèvres. La floraison a lieu entre les mois d'août et novembre. Ses fruits sont des capsules trivalves contenant des graines noires (FAIVRE ET AL., 2006) (Figure I.1).

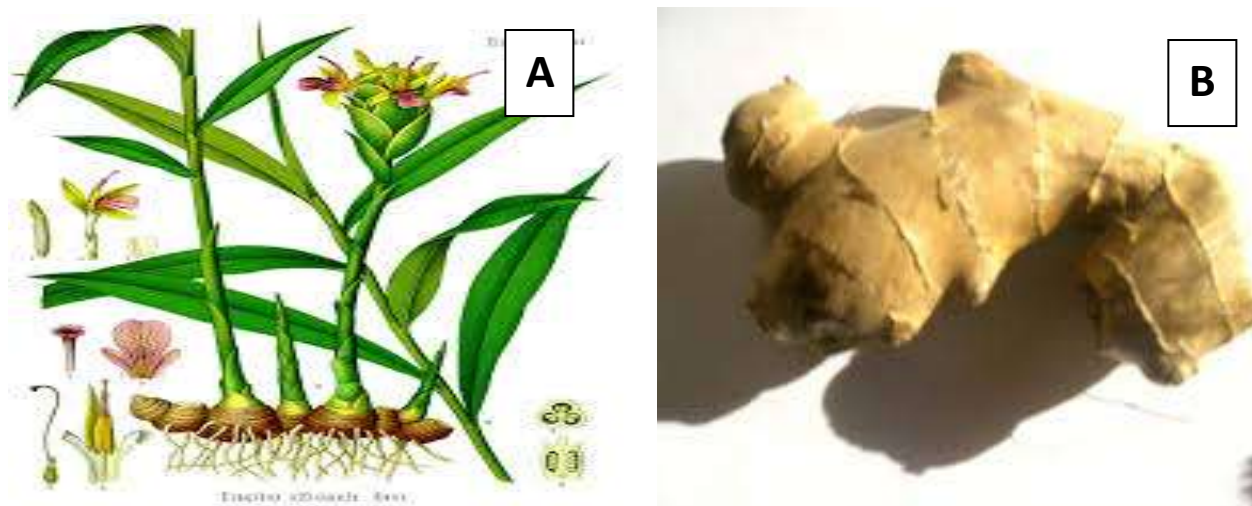


Figure I-1: A : *Zingiber officinale* Roscoe ; B: Rhizome du gingembre (GIGON, 2012).

### I.3. Classification

Tableau I.1 : Classification botanique du *gingembre* (FAIVRE ET AL., 2006 ; GIGON, 2012).

Nom français	<i>Gingembre commun</i>
Nom latin	<i>Zingiber officinale</i> (Roscoe)
Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Trachéobionta</i>
Division	<i>Angiospermes (ou Magnoliophyta)</i>
Classe	<i>Liliopsida (ou Monocotylédones=</i>
Sous-classe	<i>Zingibéridées</i>
Ordre	<i>Zingibérales (ou Scitaminales)</i>
Famille	<i>Zingibéracées</i>
Sous-famille	<i>Zingibéroïdées</i>
Genre	<i>Zingiber</i>
Espèce	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe

#### I.4. Compositions chimiques et molécules bioactives

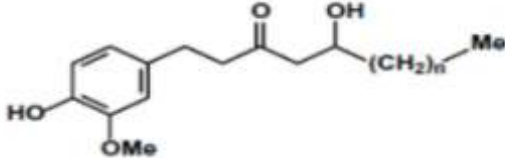
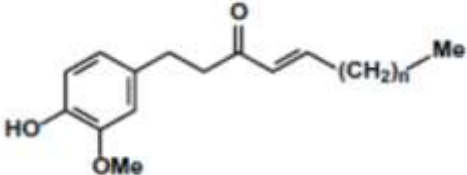
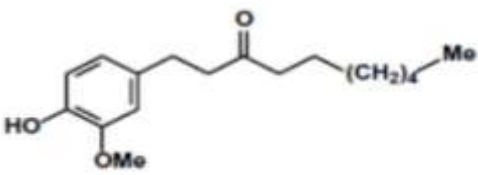
La majorité des composants chimiques sont situés principalement dans le rhizome, ce dernier contient essentiellement :

- L'amidon (60%), des protéines et des lipides (10%) et 10 à 40 mL/kg d'huile essentielle (volatile) qui est constitué de : Mono et sesquiterpènes dont les sesquiterpènes représentant le principale composant (30 à 70 % de l'huile essentielle) (**BRUNETON, 2009 ; ZADEH ET KOR, 2014**). Ces huiles sont variables selon l'origine géographique, les conditions agronomiques, et si les rhizomes sont frais ou sec (**MISHRA ET AL., 2012**).

- L'oléorésine contient des composés phénoliques responsables du goût piquant : *shagoal*, *gingérol*, *paradol*, *zingérone* (**GIGON, 2012**) et des composés responsables de la saveur très marqué de la drogue sèche (*gingérol*) (**BRUNETON, 2009**).

- *Le gingembre* contient également quelques flavonoïdes comme la quercétine, la rutine, fisetine, morine, acide gallique, acide ferulique, acide vanillique (**GHASEMZADEH ET AL., 2010**).

**Tableau I.2** : Principaux constituants biologiques actifs du gingembre (**ALI ET AL., 2008**).

	<p><b>GINGEROL</b></p>
	<p><b>SHOGAOL</b></p>
	<p><b>PARADOL</b></p>

**Tableau I.3** : Composition nutritionnelle *de gingembre* (NEVEU ET AL., 2010 ; KUBRA ET RAO, 2012 ; MAHDI ET AL., 2013 ; RASHIDIAN ET AL., 2014 ; AL-NAHAIN ET AL., 2014).

Nutriment	Quantité par 100 g	% De l'apport journaliers recommandés
<b>Energie</b>	332(Kcal)	17%
<b>Eau</b>	9,94 g	-
<b>Protéines</b>	8,98 g	18%
<b>Lipides</b>	4,24 g	6%
<b>Oil</b>		
<b>Acide Gras saturés</b>	2,6 g	-
<b>Oméga 3</b>	0,223 g	2%
<b>Oméga 9</b>	0,357 g	-
<b>Glucides</b>	57,5 g	21%
<b>Sucre</b>	334 g	4%
<b>Fibres</b>	14,1 g	56%
<b>Minéraux et oligo-éléments</b>		
<b>Calcium</b>	114 mg	14%
<b>Cuivre</b>	0,48 mg	48%
<b>Fer</b>	19,8 mg	141%
<b>Magnésium</b>	214 mg	57%
<b>Manganèse</b>	33,3 mg	-
<b>Phosphore</b>	168 mg	24%
<b>Potassium</b>	1320 mg	66%
<b>Sélénium</b>	0,70 mg	1%
<b>Sodium</b>	27 mg	1%
<b>Zinc</b>	3,64 mg	36%
<b>Vitamines</b>		
<b>Vitamine A</b>	18 µg	2%
<b>Vitamine B1</b>	0,046 mg	4%
<b>Vitamine B2</b>	0,17 mg	12%
<b>Vitamine B3</b>	9,62 mg	60%
<b>Vitamine B5</b>	0,477 mg	8%

### **I -5-Propriété antioxydante du *gingembre***

Le *gingembre* contient jusqu'à 12 composés importants qui lui offrent une activité antioxydant 40 fois plus élevée que la vitamine E. Le *gingembre* a révélé avoir d'excellentes propriétés anti oxydantes (NAIR ET AL., 1998 ; RABABAH ET AL., 2004 ; CHOHAN ET AL., 2008 ; SHIMODA ET AL., 2010 ; SINGH ET KAUR 2012).

Plusieurs travaux ont montré que le *gingembre* est doté d'une forte propriété antioxydant in vitro et in vivo. L'action antioxydant du *gingembre* a été proposée comme l'un des principaux mécanismes possibles pour les actions protectrices de la plante contre la toxicité et les rayonnements (JAGETIA ET AL., 2003 ; HAKSAR ET AL., 2006), un certain nombre d'agents toxiques, tel que le tétrachlorure de carbone et le cisplatine (AMIN ET HAMZA, 2006 ; YEMITAN ET IZEGBU, 2006), et comme un médicament antiulcéreux (SIDDARAJU ET DHARMESH, 2007). Récemment, il a été démontré que le *gingérol* possède une action antioxydant puissante à la fois in vivo et in vitro, en plus des actions anti-inflammatoires et anti-apoptotiques fortes (KIM ET AL., 2007).

Aussi, Il a été découvert que le *shogaol* possède une activité antioxydante et des propriétés anti-inflammatoires plus puissantes que le *gingérol*, aussi, le *gingérol* est le plus puissant parmi tous les *gingérols* (DUGASANI ET AL., 2010). Il est donc un agent très efficace pour la prévention contre les ROS (Reactive oxygen species) induits par l'ultra violet, et aussi un agent thérapeutique possible contre les affections de la peau induites par ces rayonnements (ALI ET AL., 2008).



## **PARTIE II : Métabolites Secondaire**

### **II.1.Définition des Métabolites Secondaire**

Les métabolites secondaires végétaux peuvent être définis comme des molécules indirectement essentielles à la vie des plantes, par opposition aux métabolites primaires (protéines, lipides et glucides). Ces métabolites secondaires interviennent dans la structure des plantes (lignines et tannins) mais également, elles exercent une action déterminante sur l'adaptation des plantes à leur environnement (MANSOUR, 2009). Ils participent ainsi, d'une manière très efficace, dans la tolérance des végétaux à des stress variés : action anti-herbivore (menthe par exemple), inhibition des attaques pathogènes des bactéries et des champignons, prédation d'insectes, défense contre la sécheresse et lumière UV. Mais elles peuvent être antinutritifs. Beaucoup de métabolites secondaires sont toxiques, ils sont alors stockés dans des vésicules spécifiques ou dans la vacuole (SANDRIN, 2004).

D'un point de vue appliqué, ces molécules constituent la base des principes actifs que l'on retrouve chez les plantes médicinales (MANSOUR, 2009).

### **II.2.Classification des métabolites secondaires**

Les métabolites secondaires sont caractéristiques des plantes supérieures. Ces métabolites secondaires sont repartis en trois grandes familles chimiques : les composés phénoliques, les terpénoïdes et les alcaloïdes.

#### **II.2.1.Les composés phénoliques**

##### **II.2.1.1.Définition des composés phénoliques**

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires végétaux.

Ces composés ont tous en commun la présence d'un ou de plusieurs cycles benzéniques portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles. La structure des composés phénoliques naturels varie depuis les molécules simples (acides phénoliques simples) vers les molécules les plus hautement polymérisées (tanins condensés). Avec plus de 8000 structures phénoliques identifiées (URQUIAGA ET LEIGHTON, 2000).

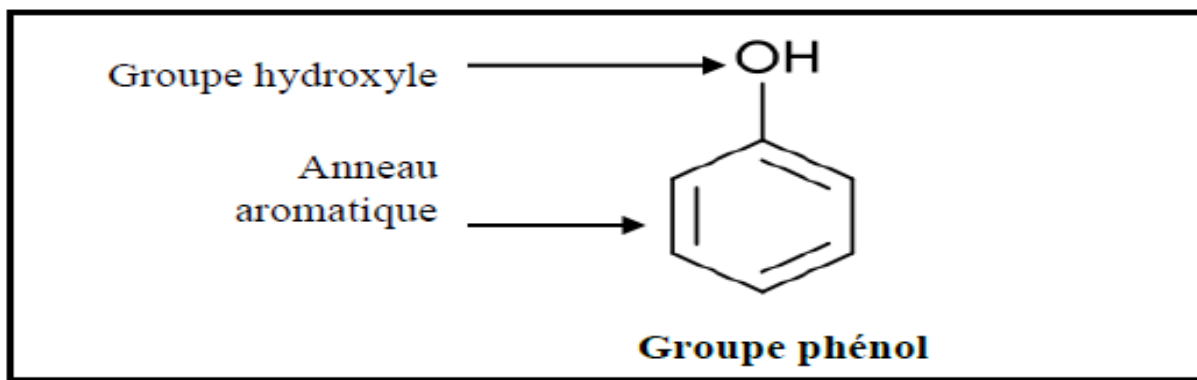


Figure I.2: Structure de base de polyphénol.

## II.2.1.2. Classification des composés phénoliques

### II.2.1.2.1. Les flavonoïdes

#### a. Définition

Le nom flavonoïde proviendrait du terme flavedo, désignant la couche externe des écorces d'orange (PIQUEMAL, 2008), cependant d'autres auteurs supposaient que le terme flavonoïde a été plutôt prêté du flavus ; (flavus = jaune) (MALE-ÉEV ET KUNTI-Ç, 2007). Les flavonoïdes ont été désignés sous le nom de vitamine P, en raison de leur efficacité à normaliser la perméabilité des vaisseaux sanguins, cette dénomination fut abandonnée lorsqu'on se rendit compte que ces substances ne correspondaient pas à la définition officielle des vitamines, il devient clair que ces substances appartiennent aux flavonoïdes (NIJVELDT ET AL., 2001).

Les travaux relatifs aux flavonoïdes sont multiples depuis la découverte du célèbre "french paradox" correspondant à un bas taux de mortalité cardiovasculaire observé chez les habitants des régions méditerranéennes, associant une consommation de vin rouge à une prise importante de graisses saturées, près de 4000 flavonoïdes ont été décrits (GHEDIRA, 2005).

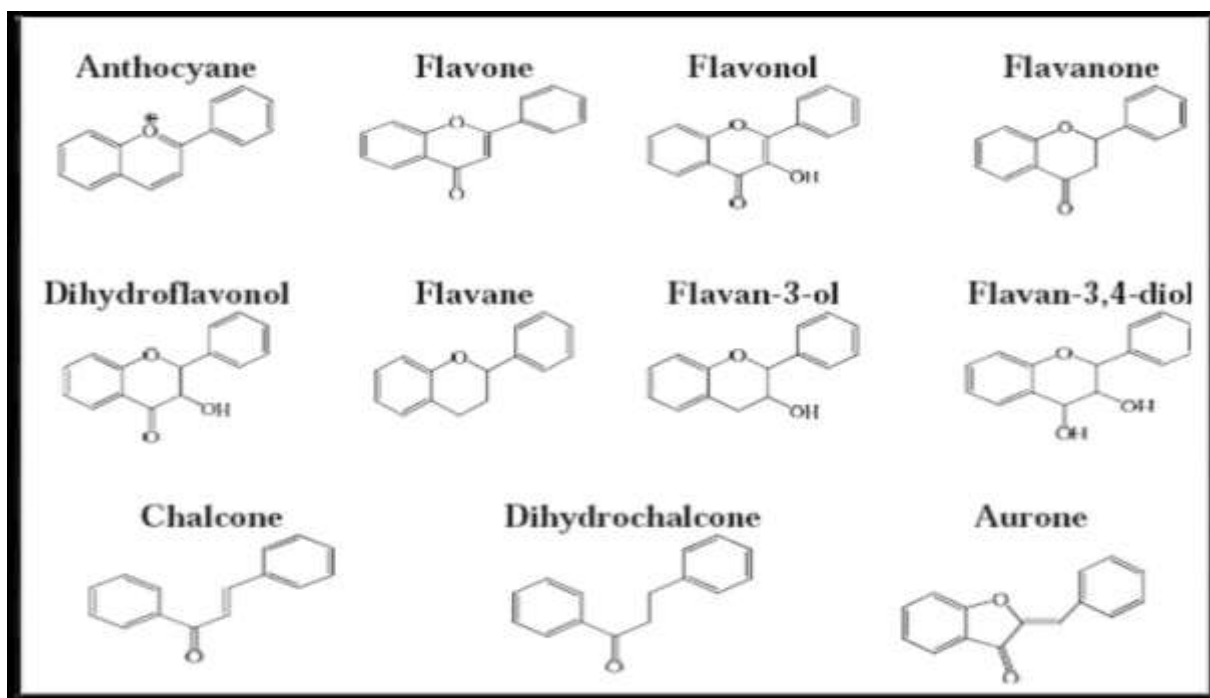


Figure I.3: Principaux types de flavonoïdes (LUTHAR Z, 1992).

Tableau I.4 : Composés phénoliques et leurs propriétés.

Classes de polyphénols	Activités
Acide phénoliques	Anti carcinogènes - Anti mutagènes Anti oxydants
Flavonoïdes	Anti carcinogènes Anti mutagènes. Anti oxydants. Anti microbienne. Anti fongique.
Anthocyanes	Anti oxydants.
Tanins	Anti oxydants - Anti tumoral.

### II.2.1.2.2. Les tannins

#### a. Définition

Ce sont des substances d'origine végétale, non azotées, de structure poly phénolique. Ils sont soluble dans l'eau, l'alcool, l'acétone et sont peu soluble dans l'éther. De saveur astringente, responsables de transformer la peau fraîche en un matériau imputrescible (BRUNET, 2008).

Dans les plantes, les tanins existent à l'état complexe, les tannoïdes; certains sont combinés à des sucres.

Dans tous les cas, les tanins ont des rôles de protection, des végétaux, contre les prédateurs. Ils partagent la caractéristique fonctionnelle de tanner les protéines, c'est-à-dire de former des complexes avec celles-ci.

Les tanins induisent une amélioration des performances animales, croissance du rendement en viande et en lait (**BARRY ET AL., 1986**).

### **b.Classifications des tanins**

Les tannins sont des macromolécules qui se divisent selon leur structure en deux groupes distincts. Les tanins hydrolysables, sont des phénols liés à un résidu sucré par un lien ester et les tanins condensés qui sont des polymères dérivés de résidus flavonols (**MUELLER-HARVEY ET MC ALLAN, 1992;BRUNETON, 1999; HAGERMAN, 2002**).

#### **- Les tanins hydrolysables (THs)**

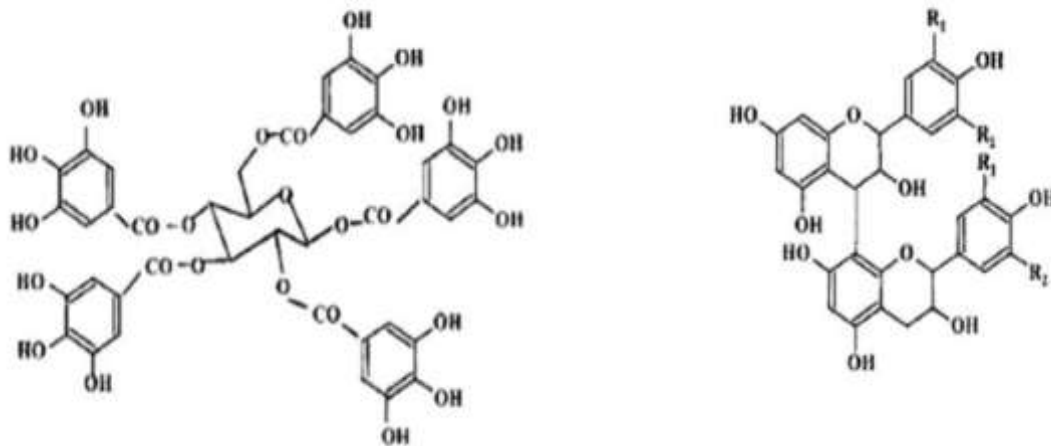
Ce sont des oligo- ou poly-esters d'un sucre, en général le glucose, associés à des molécules d'acide-phénol (**MUELLER-HARVEY,2001; JEAN-BLAIN, 1998; BRUNETON, 1999; MUELLER-HARVEY, 2001**). Ils sont classés selon la nature de l'acide-phénol en :

- **Tanins galliques** possèdent un acide gallique
- **Tanins éllagiques** ont un acide hexahydroxyphénique (**HAGERMAN, 2002**).

Ces substances s'hydrolysent facilement en milieux acide et alcalin ou sous l'action d'enzymes, tannases, pour donner des glucides et des acides phénoliques (**LEINMÜLLER ET AL., 1991**).

#### **- Les tanins condensés (TCs)**

Sont des polyphénols appartenant à la famille des flavonoïdes (**MUELLER-HARVEY ET, 2001;BRUNETON, 1999**).Ce sont des oligomères ou des polymères d'unités de flavonoïdes. L'unité de base (ou monomère) des TCs est un flavan-3-ol (catéchine) liés par des liaisons de type C-C (Type B) ou C-O-C (type A) (**MUELLER-HARVEY, 2001; JEAN-BLAIN, 1998;BRUNETON, 1999; FEUCHT ET TREUTTER, 1999; SCHOFIELD ET AL., 2001**).



**Figure I.4:** Exemple d'un tanin hydrolysable (pentagalloylglucose à gauche) et un autre condensé (proanthocyanidine  $R_1, R_2 = H, OH$  à droite) (IGNATI ET AL., 2011).

### II.2.1.2.3. Les lignanes

#### a. Définition

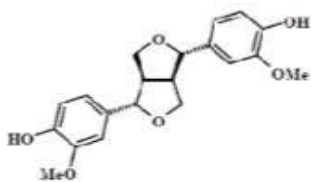
Le terme lignane à l'origine présenté par Haworth en 1936. Ils sont les dimères des unités de phenylpropane ( $C_6 C_4$ ) (BENAROUS, 2009).

Les lignanes constituent une classe importante de métabolites secondaire dans le règne végétal. La distribution botanique est large : plusieurs centaines de composés ont été isolés dans environ soixante-dix familles. Chez les gymnospermes, ils sont surtout rencontrés dans les bois alors que chez les Angiospermes, ils ont été identifiés dans tous les tissus, ils ont été découverts dans toutes les parties des plantes : les racines, les feuilles, les fruits et les graines (MIDOUN, 2011).

#### b. Structure des lignanes

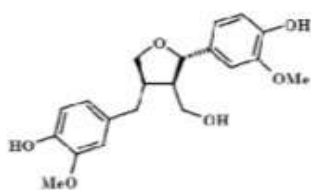
Les lignanes sont répartis en huit groupes structuraux, classés selon le mode d'incorporation du (ou des) atome(s) d'oxygène dans le squelette carboné et selon le type de cyclisation (UMEZAWA, 2003).

- les furanofuranes



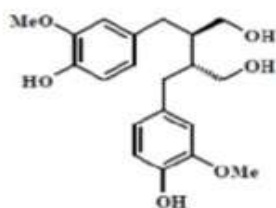
**Pinorésinol**

- les furanes



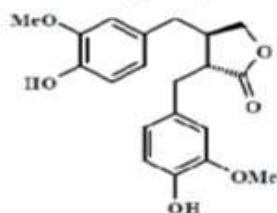
**Laricirésinol**

- les dibenzylbutanes



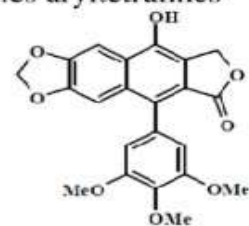
**Sécoisolaricirésinol**

- les dibenzylbutyrolactones



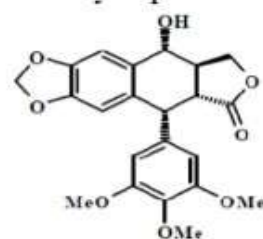
**Matairésinol**

- les aryltétralines



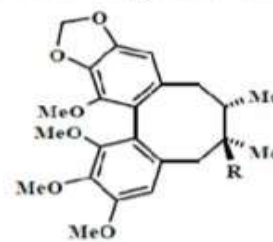
**Podophyllotoxine**

- les arylnaphtalènes



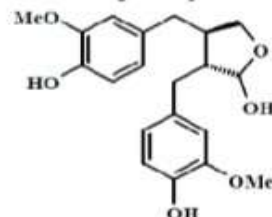
**Déhydropodophyllotoxin**

- les dibenzocyclooctadiènes



**Gimisine**

- les dibenzylbutyrolactols



**Lactol**

**Figure I.5:** Les huit groupes structuraux de lignanes (SULLIVAN, 2011).

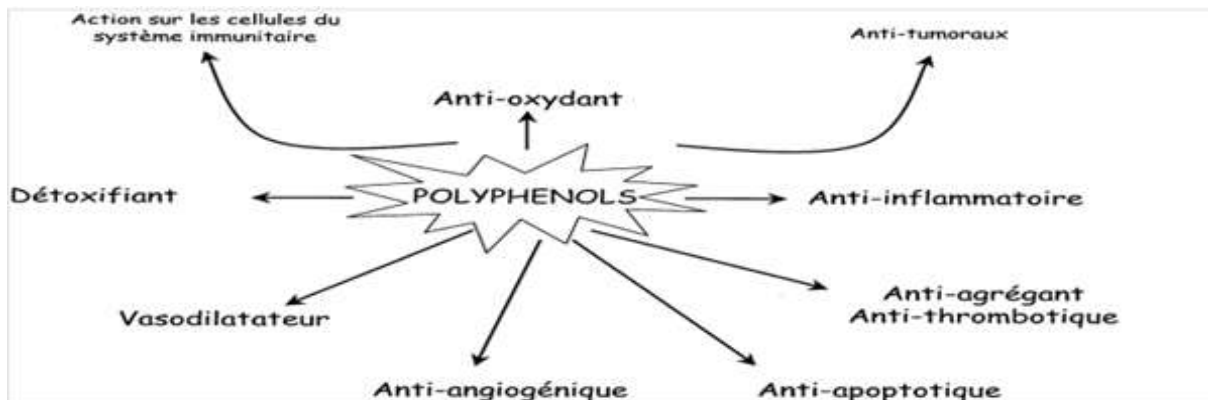


Figure I.6 : Effets biologiques des polyphénols (MARTIN S, ANDRANTSITOHAINA R, 2002).

## II.2.2 Les terpènes

### II.2.2.1. Définition des terpènes

Le terme Terpénoides désigne un ensemble de substances présentant le squelette des Terpènes avec une ou plusieurs fonctions chimiques (alcool, aldéhyde, cétone, acide, lactone, etc.).

Ce sont des substances du métabolisme secondaire qui dérivent des Isoprénoides dont certains interviennent dans la photosynthèse, ainsi que plusieurs hormones végétales sont de structure Terpénique. Ce sont des produits hydrocarbonés naturels, de structure soit cyclique soit à chaînes ouverte formées de l'assemblage d'un nombre entier d'unités penta-carbonées ramifiées dérivées du 2-Méthyle butadiène, appelées unités isopréniques (Hopkins, 2003).

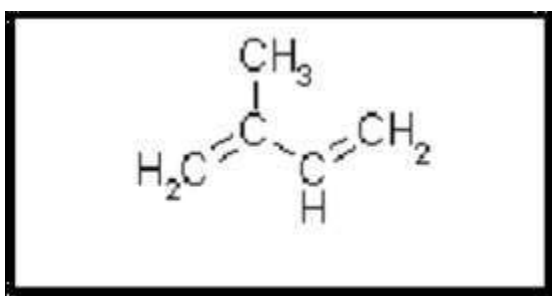
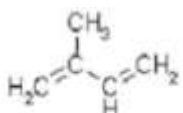
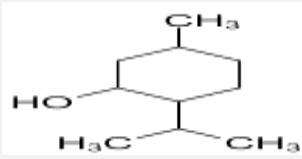
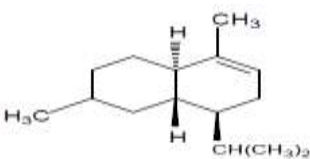
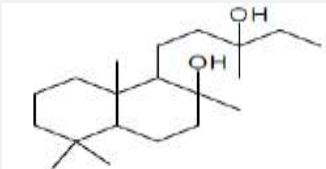
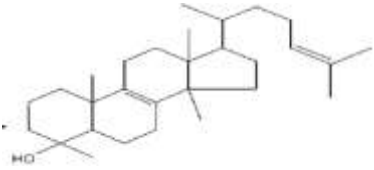
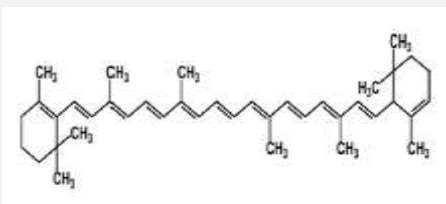


Figure I.7: Structure de la molécule d'isoprène (CALSAMIGLIA ET AL., 2007).

Tableau I.5 : Quelques exemples des différents types de terpénoïdes (BELBACHE, 2003).

Terpènes	Unités isoprénique	Atomes de carbone	Exemple
Hemiterpene	1	C5	Isoprène 
Monoterpènes	2	C10	Menthol : 
Sesquiterpènes	3	C15	$\beta$ -Cadinène : 
Diterpénoïdes	4	C20	Scaréol : 
Triterpène	6	C30	Lanostérol : 
Tetraterpène	8	C40	Caroténoïdes : 
Polyterpène	>8	>40	Caoutchouc



### **II.2.2.2. Activités biologiques**

De nombreux monoterpène ont la particularité de dégager de fortes odeurs, le menthol et le limonène permettent la fabrication d'huiles essentielles. Ils sont utilisés comme antiseptiques et dans certains domaines comme la cosmétique (parfum). Utilisées aussi pour traiter les maladies de la respiration (VALNET., 2003).

### **II.2.3. Les alcaloïdes**

#### **II.2.3.1. Définition des alcaloïdes**

Les alcaloïdes sont des composés organiques azotés (KAMBOUCHE N. ET AL., 2008) molécules d'origine naturelle. On les trouve principalement chez les végétaux (ACHILLE R ET AL., 1980), mais aussi chez les animaux et chez certains micro-organismes Ils ont une nature basique, contenant de l'azote et sont pharmacologiquement actifs (CLAISSE R, 1993), ils sont utilisés aussi comme antalgiques majeurs (morphine), pour combattre l'excès d'acide urique (colchicine), comme substance paralysante/stimulante (curare, caféine), comme anticancéreux (vinblastine, vincristine) (CLAISSE R, 1993 ).il sont aussi de forts agents antimicrobiens (ALLION A, 2004 ).

#### **II. 2.3.2. Classification des alcaloïdes**

On divise les alcaloïdes en trois genres :

##### **a. Les alcaloïdes vrais**

Les alcaloïdes sont toxiques et disposent d'un large spectre d'activités biologiques. Ils dérivent d'acides aminés et comportent un atome d'azote dans un système hétérocyclique. Ils sont présents dans les plantes, soit sous forme libre, soit sous forme de sel, soit comme N<sup>o</sup>oxyde (BADIAGA ,2011).

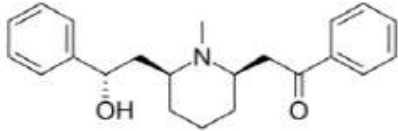
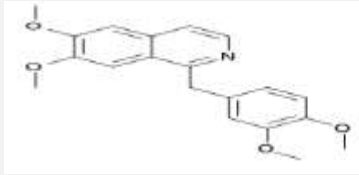
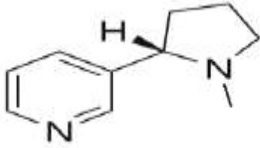
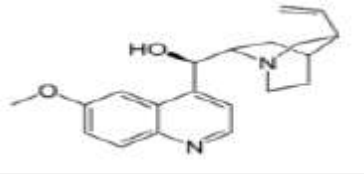
##### **b. Les pseudo-alcaloïdes**

Les pseudo-alcaloïdes présentent le plus souvent toutes les caractéristiques des alcaloïdes vrais, mais ne sont pas des dérivés des acides aminés (BADIAGA ,2011).

##### **c. Les proto-alcaloïdes**

Les proto-alcaloïdes sont des amines simples dont l'azote n'est pas inclus dans un hétérocycle, ils ont un caractère basique et sont élaborés *in vivo* à partir d'acide aminé. Ils sont souvent appelés « amines biologiques » et sont soluble dans l'eau (BADIAGA ,2011).

**Tableau I.6 :** Classification des alcaloïdes (MAURO, 2006 ; WILHELM, 1998).

Les dérivés des alcaloïdes	Exemple
Alcaloïdes dérivés de la lysine.	la lobéline : 
Alcaloïdes dérivés de la tyrosine et de la phénylalanine.	La papavérine : 
Alcaloïdes dérivés de l'acide nicotinique.	La nicotine : 
Alcaloïdes dérivés du Tryptophane	La quinine : 

## PARTIE III : LE STRESS OXYDATIF

### III. stress oxydatif

#### III.1 . Définition du stress oxydant

Dans les systèmes biologiques, le stress oxydant est la conséquence d'un déséquilibre entre la production des radicaux libres et leur destruction par des systèmes de défenses antioxydants (Morel Y, Barouki R. *Influence* 1998 ), est à l'origine d'un état redox altéré de la cellule, en raison d'une surproduction radicalaire (tabac, alcool, pollution) ou d'une diminution des capacités antioxydants ( Lecerf JM, 2009) .

Ce déséquilibre potentiellement conduisant à des dégâts structuraux et fonctionnels (Pincemail J ET AL., 1999.) provoque des mécanismes pathogènes qui sont liés à de nombreuses maladies. (Pincemail J , 2001)

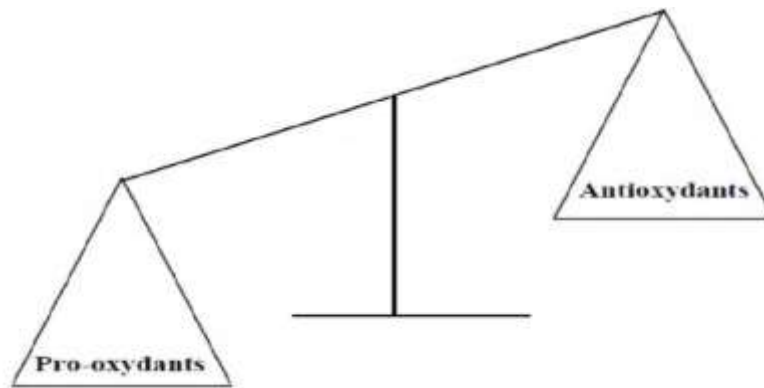


Figure I.8. : Déséquilibre de la balance entre antioxydants et pro-oxydants.

### III. Les radicaux libres

#### III.1. Définition des radicaux libre

En révisant la littérature, on remarque souvent un point symbolique à côté d'une abréviation chimique telle que ( $\bullet$ OH), ce point signifie un radical libre (SCHEIBMEIR ET AL., 2005).

La présence des radicaux libres dans les matières biologiques a été découverte à moins de 50 ans (**DRÖGE, 2002**).

Un radical libre est une molécule ou un atome ayant un ou plusieurs électrons non appariés, ce qui le rend extrêmement réactif. L'ensemble des radicaux libres et de leurs précurseurs est souvent appelé espèces réactives de l'oxygène (ERO) (**FAVIER, 2003**). Les radicaux libres sont électriquement neutres ou chargés (ioniques) (**EBOH, 2014**).

**Tableau I.7.** Principaux radicaux libres et leur structure chimique (**HATON, 2005**).

Radicaux libres (nomenclature)	Structure chimique
Radical hydroxyle	HO <sup>•</sup>
Radical hydroperoxyde	HOO <sup>•</sup>
Radical peroxyde	ROO <sup>•</sup>
Radical alkoxyde	RO <sup>•</sup>
Peroxyde d'hydrogène	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
Peroxynitrite	ONOO <sup>•</sup>
Anion superoxyde	O <sub>2</sub> <sup>•-</sup>

## **III.2. Les principaux types des espèces réactives d'oxygène (ERO)**

### **III.2.1. L'anion superoxyde O<sub>2</sub><sup>•-</sup>**

C'est le radical le moins réactif mais le précurseur des autres espèces réactives d'oxygène, formé par la réduction mono électrique de l'oxygène (addition d'un seul électron) (**HAIOUN ET HAMOUDI, 2015**).

Il n'est donc pas toxique par lui-même, sa toxicité indirecte peut s'expliquer par la formation :

- de radical hydroxyle OH<sup>•</sup>.
- de peroxynitrite ONOO<sup>•</sup>
- et surtout le peroxyde d'hydrogène H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> par dissimutation enzymatique (**MOUSSARD, 2006**).

### III.2.2.Radical hydroxyle OH<sup>•</sup>

Le radical hydroxyle (<sup>•</sup>OH) est le radical libre le plus réactif et peut être formé à partir de l'anion superoxyde et le peroxyde d'hydrogène en présence des ions métalliques comme le cuivre ou le fer (CHAABI, 2008).

### III.2.3.Peroxyde d'hydrogène H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Ce radical provient d'une réaction entre deux anions superoxyde qui met fin au processus radicalaires, il s'agit d'un oxydant beaucoup moins puissant (HALMI, 2015).

### III.2.4. Monoxyde d'azote NO<sup>•</sup>

Le monoxyde d'azote radicalaire (NO<sup>•</sup>) est un composé important, il est notamment synthétisé par les cellules endothéliales via l'action de NO synthétases sur la Larginine. C'est une molécule labile très diffusible, dont les effets régulateurs s'exercent sur la plupart des fonctions physiologiques de l'organisme (maintien du tonus vasculaire, neurotransmission, fonctionnement rénal,...). Toutefois, le NO<sup>•</sup> peut former avec l'anion super oxyde le peroxyde d'azote (ONOO), un oxydant puissant et diffusible, capable d'endommager de nombreuses molécules organiques (HALENG, 2007).

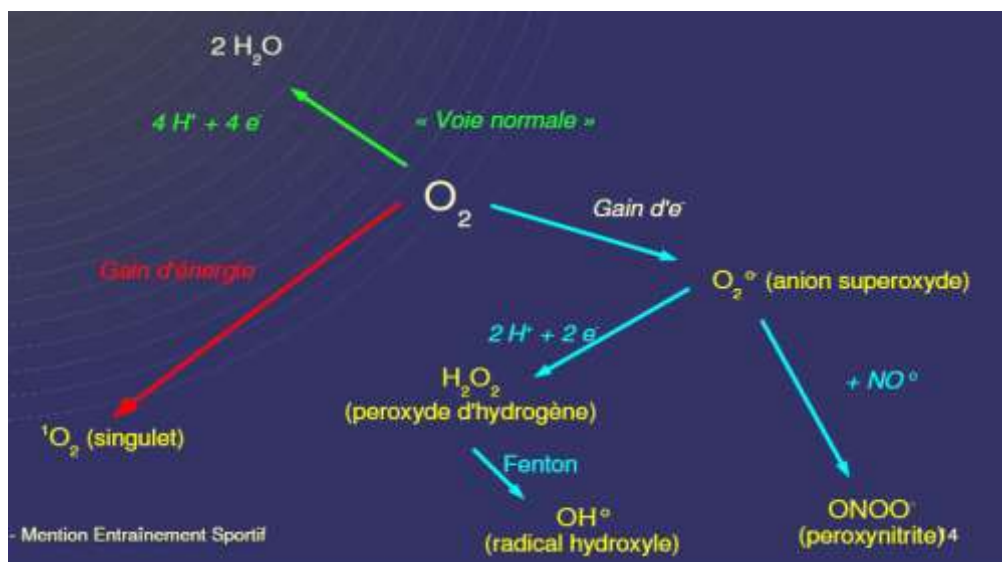


Figure I.9. Formation des différentes espèces oxygénées activées (EOA).

### III.3. Sources de production des radicaux libres

Les êtres humains sont constamment exposés aux radicaux libres. En effet, les sources de radicaux libres sont variées : la pollution atmosphérique, la cigarette, le rayonnement UV, les radiations ionisantes, les radiations cosmiques, le métabolisme cellulaire (activité mitochondriale, réactions enzymatiques), l'inflammation et les métaux toxiques (FAVIER, 2006) (FIGURE I.10).



Figure. I.10. Sources de production des radicaux libres.

## III : Les antioxydants

### III.1. Définition des antioxydants

Les antioxydants sont des composés chimiques capables de minimiser efficacement les rancissements, retarder la peroxydation lipidique, sans effet sur les propriétés sensorielle et nutritionnelle du produit alimentaire. Ils permettent le maintien de la qualité et d'augmenter la durée de conservation du produit.

En outre, l'antioxydant alimentaire idéal, doit être soluble dans les graisses, efficace à faible dose, et non toxique, n'entraîne ni coloration, ni d'odeur, ni saveur indésirable, résistant aux processus technologiques, et stable dans le produit fin (HELLAL, 2011).

Les épices en générale, sont très riches en métabolites antioxydants, une vaste revue scientifique a classé la cannelle moulue au quatrième rang parmi les 50 aliments renfermant le plus d'antioxydants (HALVORSEN ET AL., 2006).

### **III.2. Classification des antioxydants**

#### **III.2.1. Les antioxydants enzymatiques**

Qui est constitué de trois métalloenzymes essentielles : la catalase, les superoxydes dismutases et les glutathions peroxydases.

**A. La catalase :** (EC1.11.1.6) est une enzyme responsable de la détoxification du peroxyde d'hydrogène produit dans les condition physiologiques (NIKI ET AL., 2007).

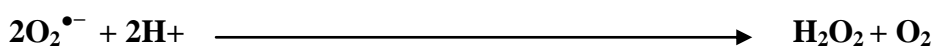
La réaction catalysée par cette enzyme est une dismutation du peroxyde d'hydrogène :

#### **CATALASE**



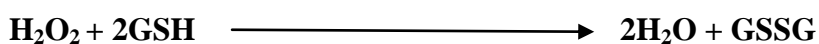
**B. Les superoxydes dismutases:** ou SOD (EC 1.15.1.1) sont des antioxydants enzymatiques ubiquitaires. ils représentent l'une des premières lignes de défense contre le stress oxydant en assurant l'élimination de l' $\text{O}_2^{\bullet-}$  par une réaction de dismutation en le transformant en peroxyde d'hydrogène et en oxygène moléculaire selon la réaction suivante (HALENG ET AL., 2007).

#### **SOD**



#### **C. Glutathions peroxydases (GPX) :**

(EC 1.11.1.19) sont des enzymes tétramérique à sélénium qui peuvent réduire le peroxyde d'hydrogène en eau, en utilisant les capacités réductrices du couple glutathion /glutathion disulfide (GSH/GSSG) (MATES ET AL., 1999 ; LACOLLEY ET AL., 2007)



### **III.2.2 : Les antioxydant non enzymatique**

#### **III.2.2.1 Le système antioxydant non enzymatique d'origine endogène**

Ce groupe de systèmes antioxydants renferme de nombreuses substances parmi lesquelles on peut citer le glutathion, l'acide urique, la bilirubine.

##### **a. Le glutathion**

C'est un tripeptide (Lγglutamy-l-cystéinyl-glycine) appartient au groupe des thiols parmi les plus abondants dans la cellule (RAMAN ET BERRY, 2011).

##### **b. L'acide urique**

A un pH physiologique l'acide urique est majoritairement ionisé sous forme d'urate, un piègeur puissant de radicaux ( $\text{OH}^\bullet$ ,  $\text{ROO}^\bullet$ ,  $\text{NOO}^\bullet$ ) (HALENG ET AL, 2007).

##### **c. La bilirubine**

Ce composé liposoluble est capable de piéger les radicaux peroxyde, l'oxygène singulet et le radical hydroxyle, protégeant ainsi l'albumine et les acides gras liés à l'albumine contre les attaques radicalaires (ALGECIRAS-SCHIMNICH ET AL., 2007).

#### **III.2.2.2 :Le système antioxydant non enzymatique d'origine alimentaire**

L'organisme possède une seconde ligne de défense « les piègeurs de radicaux libres » qui sont des composés pour la plupart apportés par l'alimentation et dont le rôle essentiel est de neutraliser les effets toxiques des ERO, limitant ainsi toute atteinte de l'intégrité cellulaire (KOECHLIN-RAMONATXO, 2006).

##### **a. La Vitamine E**

Cette vitamine fait partie de la famille des tocophérols,  $\alpha$ -tocophérols est la forme la plus active (CUVELIER ET AL, 2003), Il est capable de piéger chimiquement l'oxygène singlet et aussi de réagir avec le radical hydroxyle  $\text{HO}^\bullet$ . Mais son principal rôle biologique est de réagir avec les radicaux peroxydées  $\text{ROO}^\bullet$  pour former un radical tocophéryle. (DELLATRE ET AL, 2005).

##### **b. La vitamine C**



Ou acide L-ascorbique est un antioxydant hydrosoluble souvent considéré comme le principal antioxydant des fluides extracellulaires. En plus de réagir directement avec les ERO, la vitamine C permet la régénération d'autres antioxydants, tel que l' $\alpha$ -tocophéol, le glutathion, l'urate et les  $\alpha$ -carotènes. (CARR ET FREI, 1999).

**c. Le  $\beta$  carotène**

Il appartient à la grande famille des caroténoïdes. Le  $\beta$ -carotène est notamment capable de piéger les radicaux hydroxyles et peroxydes et ainsi d'inhiber les chaînes de peroxydations lipidiques, il neutralise également l'oxygène singulet

**d. Les polyphénols**

Sont des composés ubiquistes que l'on retrouve dans les plantes (thé, raisin, cacao, blé, orge, maïs, fruits et légumes...). Ils sont capables de piéger des radicaux libres et les ions métalliques, car ils ont des propriétés chélatrices.

**Tableau I.8. :** Principaux nutriments antioxydants et leur sources alimentaires (MOHAMMEDI, 2013).

Principaux nutriments antioxydants	Sources alimentaires
Vitamine C	Agrume, melon, brocoli, fraise, kiwi, chou, poivron
Vitamine E	Huile de tournesol, de soja, de maïs, beurre et dans les œufs et les noix
$\beta$ -carotène	Légumes et fruits orangés et vert foncés
Sélénium	Poisson, œufs, viandes, céréales et volaille
Zinc	Viande, pain complet, légumes verts, huîtres et produits laitiers
Flavonoïdes	Fruits, légumes et thé vert
Acides phénoliques	Céréales complètes, baies et cerises
Tanins	Lentilles, thé, raisins et vin
Métabolisme de cystéine, glutathion	Caséine, Lactalbumine (petit-lait), produits laitiers, Brocoli, chou, œufs, poissons et viandes

**III.3.Utilisation des antioxydants**

- Dans l'industrie chimique : pour éviter le durcissement du caoutchouc ou en métallurgie pour protéger les métaux de l'oxydation.

- Dans l'industrie agro-alimentaire : pour éviter le rancissement des corps gras.
- Dans l'industrie teinturerie : pour éviter l'oxydation des colorants au soufre ou des colorants de cuve lors de la teinture (**K. BOUHADJRA 2011**).

### **III.4. Mode d'actions d'action des antioxydantes**

Les mécanismes d'action des antioxydants sont divers, incluant le captage de l'oxygène singulier, la désactivation des radicaux par réaction d'addition covalente, la réduction de radicaux ou de peroxydes, la chélation des métaux de transition (**FAVIER, 2006**).

D'une manière générale, un antioxydant peut empêcher l'oxydation d'un autre substrat en s'oxydant lui-même plus rapidement que celui-ci. Un tel effet résulte d'une structure de donneurs d'atome d'hydrogène ou d'électrons souvent aromatiques cas de dérivés du phénol.

- En plus leurs radicaux intermédiaires sont relativement stables du fait de la délocalisation par résonance et par manque de positions appropriées pour être attaqué par l'oxygène moléculaire. Les antioxydants sont en fait des agents de prévention, ils bloquent l'initiation en complexant les catalyseurs, en réagissant avec l'oxygène, ou des agents de terminaison capables de dévier ou de piéger les radicaux libres, ils agissent en formant des produits finis non radicalaires. D'autres en interrompant la réaction en chaîne de peroxydation, en réagissant rapidement avec un radical d'acide gras avant que celui-ci ne puissent réagir avec un nouvel acide gras. Tandis que d'autres antioxydants absorbent l'énergie excédentaire de l'oxygène singlet pour la transformer en chaleur (**YAACOUB, 2009 ; HELLAL, 2011**).

**Partie IV : V. Recherche antérieures sur l'utilisation de *gingembre***

**IV-1 -Recherche antérieures sur l'utilisation de *gingembre***

Dans cette partie nous présentons une recherche bibliographie sur les travaux réalisés sur les diverses propriétés de *gingembre*

**1-AMANI- 2004**, elle est réaliser des études sur les propriétés physico-chimiques et fonctionnelles ont été menées sur l'amidon extrait des rhizomes de *gingembre*.

Les résultats obtenus montrent que ses teneurs en amylose, cendre, lipide et protéine sont respectivement de 28,3 % ; 0,14%; 0,12% et 0,18%. La taille des grains d'amidon est comprise entre 6,43 et 38,56  $\mu\text{m}$ . L'amidon natif de *gingembre* a montré une très faible sensibilité au suc digestif de l'escargot par contre l'amidon gélatinisé en est très sensible. L'hydrolyse acide a donné deux phases: une phase rapide pendant les 15 premiers jours et une phase lente au-delà. L'étude de la solubilité et du gonflement a révélé un faible pouvoir de gonflement et une faible solubilité dans l'eau. Le thermogramme a indiqué une température de gélatinisation élevée de l'ordre de 83,2 °C et une enthalpie de gélatinisation de 14,65 J/g. L'étude de la rétrogradation révèle que cet amidon rétrograde au bout de 2 jours et qu'à  $J_0$ , la synérèse est de 44% et la clarté de 11,5%

2- L'objet de l'étude présentée a été l'évaluation de l'activité antioxydante de l'extrait de *Zingiber officinale*. Une méthode de préparation de l'extrait a été choisie, ce qui a permis d'isoler principalement des composés phénoliques.

D'après les mesures effectuées avec le réactif Folin-Ciocalteu, l'extrait obtenu comprenait des polyphénols totaux (181,41 mgGAE/g d'extrait) dont les flavonoïdes contribuaient à 7,8% (14,15 mgquercetin/g d'extrait). L'analyse par résonance magnétique nucléaire (RMN) a montré que les cétones phénoliques étaient prédominantes dans les extraits de composés

phénoliques entiers. Selon les résultats de deux méthodes spectrophotométrique (ABTS et DPPH test), l'extrait de gingembre a montré une plus forte capacité à piéger le radical DPPH que le radical cation ABTS (**MOSOVSKA S ET AL.,2015**).

3- L'objectif de cette étude est l'évaluation de l'effet du *gingembre* sur la modulation des effets toxiques induits par le chromate. Cinquante rats mâles de la souche Albinos wistar ont été répartis en cinq groupes comme suit : groupe I (T) a servi de témoin, et a reçu une eau minérale par gavage (per os), groupe II (G) a reçu un régime expérimental avec 2 % de *gingembre*; groupe III (Cr) a reçu une dose orale de dichromate de potassium (15 mg/kg) et un régime alimentaire normal ; groupe IV (CrG) a reçu une dose orale de dichromate de potassium (15 mg/kg) et un régime expérimental contenant 2 % de *gingembre*, et groupe V (Cr+G) a reçu une dose orale de dichromate de potassium (25 mg/kg) et un régime expérimental avec 2 % de *gingembre*.

Les résultats de cette étude indiquent que le chromate a provoqué un effet hématotoxique (anémie), néphrotoxique et hépatotoxique. En outre, le chromate a un effet pro-oxydant, qui a été indiqué par la diminution du taux du glutathion réduit(GSH)danslesdifférentstissus.Cependant,l'administrationdegingembre a révélé une réduction de la toxicité du chromate en améliorant les niveaux desparamètresétudiés.Enconclusion,nousavonsdémontréquelegingembrea unepuissanteactivitéanti-oxydante,quipeutréduireleseffetstoxiquesinduits par le chromate, et par conséquence atténuer l'intensité du stress oxydant qui l'a induit.(**MERIEM KRIM ET AL.,2013**)

4- L'objectif de cette étude montre l'effet de l'extrait de *gingembre* sur le rendement du *gombo*

*Le gombo* est une plante maraîchère alimentaire et médicinale de grande consommation au Gabon. La présente étude a été réalisée pour améliorer les productions de ce légume, et pallier aux déficits observés sur le marché national. Les graines de *gombo* ont pour cela été prétraitées par immersion pendant 24 h dans 3 solutions d'extraits de *gingembre* de concentrations respectives 5 %, 15 % et 25 %, puis cultivées en serre. L'effet inducteur a été mesuré par la germination des graines, les croissances longitudinale et tangentielle des tiges, et les surfaces foliaires des plantes.

Les résultats obtenus ont montré que les extraits de *gingembre* concentré à 5 % stimulaient significativement tous les paramètres morpho métriques étudiés. Les concentrations élevées (15 % et 25 %) de *gingembre* ont en revanche inhibé les indices morphologiques précités. Ces réductions ont été significatives et proportionnelles aux concentrations des extraits utilisés. L'emploi des solutions de *gingembre* à faible concentration peut donc être envisagé dans les programmes d'amélioration des rendements du *gombo* (**ALEXIS NICAISE LEPENGUE ET AL., 2012**).

# CHAPITRE II :

*Matériel et méthodes*

Le but de notre travail pratique est d'extraire et identifier les métabolites secondaires de gingembre officinale et d'évaluer leur potentiel antioxydant in vitro.

## **II -1-Matériel d'étude**

### **II -1-1-Matériel végétal**

Le matériel végétal utilisé dans cette étude correspond à l'espèce de *Zingiber officinale* reconnue sous le nom de gingembre. La partie utilisée est le rhizome, ces rhizomes utilisés dans ce travail sont achetés chez un herboriste de la wilaya de Constantine, sous forme de Rhizome secs.



**Figure II.1:** Rhizomes de gingembre frais.

## II -1-2-Les produits chimiques

Produit	Formule brute	Fournisseur
Méthanol	CH <sub>3</sub> OH	Sigma-Aldrich
Hydroxyde de sodium	NaOH	Sigma-Aldrich
Chlorure de fer	FeCl <sub>3</sub>	Sigma-Aldrich
Magnésium	Mg <sup>2+</sup>	Sigma-Aldrich
L'acide chlorhydrique	HCl	Sigma-Aldrich
L'anhydride acétique	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	Sigma-Aldrich
L'acide acétique	CH <sub>3</sub> COOH	Sigma-Aldrich
L'acide sulfurique	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Sigma-Aldrich
L'iodure de potassium	KI	Sigma-Aldrich
Ether de pétrole	CH <sub>3</sub> -(CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> -CH <sub>3</sub>	Sigma-Aldrich
Chlorure de mercure	HgCl <sub>2</sub>	Sigma-Aldrich
Acide gallique	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>5</sub>	Sigma-Aldrich
Folin-Ciocalteu	/	Sigma-Aldrich
Carbonate de sodium	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Sigma-Aldrich
Quercétine	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>7</sub>	Sigma-Aldrich
Trichlorure d'aluminium	AlCl <sub>3</sub>	Sigma-Aldrich
2,2-diphényle-1-picrylhydrazyle (DPPH)	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub> N <sub>5</sub> O <sub>6</sub>	Sigma-Aldrich
Ferricyanure de potassium	K <sub>3</sub> Fe(CN) <sub>6</sub>	Sigma-Aldrich
l'acide trichloracétique	TCA	Sigma-Aldrich
chlorure ferrique	FeCl <sub>3</sub>	Sigma-Aldrich
Phosphate de sodium dibasique	Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	Sigma-Aldrich
Phosphate monosodique	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O	Sigma-Aldrich

## II -2- Méthodes

### II -2-1-Préparation de l'homogénat de gingembre

- Les racines séchées de *Zingiber officinale* ont été lavées et les épluchés ensuite coupés en petites morceaux à l'aide d'un couteau.
- Les morceaux obtenus ont été met dans le mixeur puis écrasé à l'aide d'un pilon.



- l'homogénéat de gingembre obtenue est conservé dans le réfrigérateur à température de (3 à 4°C) jusqu'à son utilisation



**Figure II. 2 :** Etape photographique de préparation de l'homogénéat de gingembre

### **II -2-2-préparations de l'extrait méthanolique**

- L'extrait méthanolique est préparé par dissolution de 30g de la matière végétale (la poudre fine de *Zingiber officinale* préparé) dans 300 ml de méthanol.

- Après une macération de 24 heures à température ambiante le mélange est filtré.
- L'opération est répétée trois fois avec renouvellement du méthanol toute les 24 heures.
- Les trois fractions filtrées sont regroupées
- Les 3 extraits sont collectés ensuite et ont été soumises à l'évaporation à l'aide d'un évaporateur rotatif sous pression réduite à 40°C.
- L'extrait pur de rhizome de gingembre obtenu est récupéré dans des boîte de pétri.



**Figure II.3 :** Etape photographique de préparations de l'extrait méthanolique.

- Le rendement des extraits a été calculé par la formule suivante :

$$\text{Rendement (\%)} = m_0/m_1 \times 100$$

$m_0$  : Masse en gramme de l'extrait brut évaporé.

$m_1$  : Masse en gramme de la matière végétale initiale sèche.

### **II -2-3-Criblage « screening » phytochimique**

Ce terme screening, correspond à une technique de « criblage » c'est-à-dire la recherche systématique des produits naturels. L'analyse phytochimique est réalisée sur la base des tests de coloration caractéristiques en vue de mettre en évidence les grands groupes chimiques. A cet effet, plusieurs types de réactifs ont été utilisés (HARBORNE ,1973).

#### **II -2-3-1-Test des quinones libres**

La présence de quinones libres est confirmée par l'ajout de quelques gouttes de NaOH (1/10) (voire annexe 01), lorsque la phase aqueuse vire au jaune, rouge ou violet (DAHOU N ET AL., 2003).

#### **II -2-3-2- Test des tanins**

Pour détecter la présence des tanins, on ajoute à chaque extrait quelques gouttes de FeCl<sub>3</sub> (Chlorure ferrique) à 1%(voire annexe 02). La couleur vire au bleu noir en présence de tanins galliques et au bleu verdâtre en présence de tanins catéchiques (tanins condensés) (DIALLO ET AL., 2004).

#### **II -2-3-3- Test des tanins vrai**

Un aliquote d'extrait repris dans 2ml d'eau distillée, ajouter quelques gouttes d' HCl concentré le tout est chauffé au bain marie bouillant, la formation d'un précipité rouge indique un test positif (YVES-ALAIN.A ET AL., 2007).

#### **II -2-3-4- Test des saponines**

Test de la mousse : l'extrait est repris dans 5ml d'eau distillée, puis introduit dans un tube à essai. Le tube est agité vigoureusement, la formation d'une mousse (hauteur supérieur de 1cm) stable et persistante pendant 15min, indique la présence des saponines (VIGOR ET AL., 2011).

#### **II -2-3-5- Test des flavonoïdes**

Un mélange de quelques copeaux de Mg<sup>2+</sup> et de gouttes d'HCl concentré, placé dans un tube, est ajouté à 2ml d'extrait. L'apparition d'une coloration allant de l'orangé au rouge pourpre indique une réaction positive (CIULEL, 1982).

#### **II -2-3-6-Test des alcaloïdes**

Les alcaloïdes sont également mis en évidence par le réactif de Mayer (10 g de KI et 2,70 g de HgCl<sub>2</sub> dissous dans 20 ml d'eau) . L'ajout de quelques gouttes de ce réactif à 2 ml de la solution d'extrait entraîne la formation d'un précipité blanc ou blanc-jaune en

présence d'alcaloïde (DOHOU. N ET AL., 2003).

### **II -2-3-7- Composés réducteurs**

Leur détection consiste à traiter 1ml de l'extrait avec 2 ml d'eau distillée et 20 gouttes de la liqueur de Fehling(voire annexe 05), puis chauffer. Un test positif est révélé par la formation d'un précipité rouge-brique (TREASE ET EVANS, 1978 ; YAMINI K ET AL., 2011).

### **II -2-4-Dosage des polyphénols totaux par colorimétrie (méthode de Folin Ciocalteu)**

Le dosage des composés phénoliques totaux a été effectué selon la méthode de Folin Ciocalteu (N. BOIZOT ET J-P. CHARPENTIER 2006).

Ce réactif est un acide de couleur jaune constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMo_{12}O_{40}$ ). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (RIBEREAU, 1968).

Les polyphénols ont été déterminés par spectrophotométrie, suivant le protocole appliqué en 2007 par Li et al : 200  $\mu$ l de l'extrait dilué est mélangé avec 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu dilué 10 fois dans de l'eau distillée. Après 4 minutes, 800  $\mu$ l de carbonate de sodium à concentration de 7,5% (voire annexe 07) sont ajoutés.

Après une incubation du mélange réactionnel pendant 2 heures à température ambiante et à l'obscurité, l'absorbance est mesurée à 765 nm.

La courbe d'étalonnage est effectuée par l'acide gallique à différentes concentrations (0 - 1 mg/mL), dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage (les résultats sont exprimés en milligrammes équivalents d'acide gallique par grammes du poids d'extrait (mg EAG / gE).



Figure II .4 : dosage des polyphénols.

### II -2-5-Dosage des Flavonoïdes

La détermination des flavonoïdes totaux a été effectuée par la méthode de trichlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ), le dosage consiste à prendre un volume de 1ml d'extrait méthanolique avec 1ml d' $AlCl_3$  (2%) (voire annexe 06), après incubation pendant 10min à l'obscurité à  $37^{\circ}C$ , l'absorbance est mesurée à une longueur d'onde 430 nm.

Les concentrations des flavonoïdes de l'échantillon sont déterminées à partir une gamme d'étalonnage établie avec la quercétine (0-1mg/mL) (MAHMOUDIL ET AL., 2013).

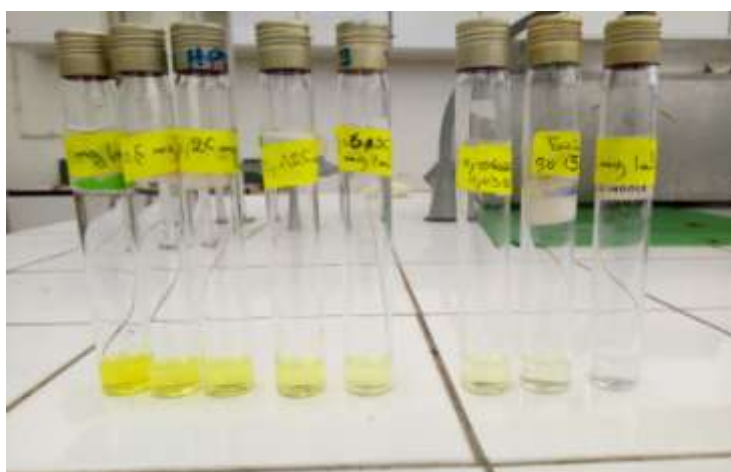


Figure N°II.5: dosage des flavonoïdes

## **II -2-6: Les activités biologiques in vitro**

### **II -2-6 -1- Test de piégeage du radical libre DPPH**

Le radical 2,2-Diphényle-1-picrylhydrazyl (DPPH<sup>•</sup>) est généralement le substrat le plus utilisé pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radical libre et la simplicité de l'analyse (BOZIN ET AL., 2008).

A température ambiante, le radical DPPH<sup>•</sup> présente, en solution alcoolique, une intense coloration violette qui disparaît au contact d'une substance donneuse de protons. Cette décoloration met en évidence le pouvoir antiradicalaire d'un échantillon par sa capacité à piéger le radical libre et se traduit par une diminution de l'absorbance à 517 nm (MASUDA ET AL., 1999).

Un volume de 2 ml de l'extrait (avec dilution convenable) est incubé (30min) avec 2ml d'une solution méthanolique de DPPH. Les absorbances à 517 nm ont été enregistrées (Figure II.6). Les résultats obtenus pour chaque extrait testé sont comparés à ceux obtenus pour le quercétine comme un antioxydant standard. L'activité anti radicalaire est estimée selon l'équation suivante :

$$\% \text{ d'activité anti radicalaire} = [(\text{Abs contrôle}-\text{Abs échantillon})/\text{Abs contrôle}] \times 100.$$



Figure N°II .6 : dosage de DPPH de l'extrait de *Zingiber officinale*.

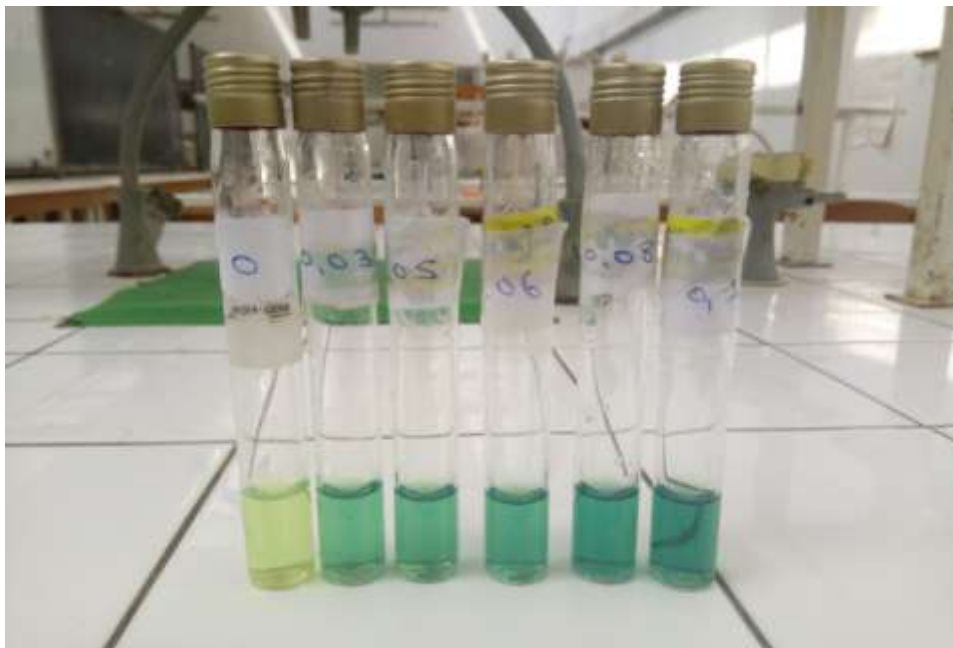
### **II -2-6 -2--Pouvoir réducteur de fer « FRAP »**

Le test de pouvoir réducteur est déterminé par la méthode décrite par Prasad et ses

collaborateurs (2009). Le principe de cette méthode consiste à évaluer l'aptitude de l'échantillon à donner un électron pour convertir le  $\text{Fe}^{3+}$  en  $\text{Fe}^{2+}$ , cette forme est quantifiée par la mesure de la couleur bleu vert du complexe (bleu de Pruss  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  qui absorbe à 700 nm. Une absorbance élevée indique que l'échantillon possède un grand pouvoir réducteur (**BARROS ET AL., 2007**).

Le protocole expérimental utilisé est celui de **YILDIRIM ET AL., 2001** :

1 ml de l'échantillon à différentes concentrations, est mélangé avec 2 ml d'une solution tampon phosphate à 0,2 M (pH= 6,6) (voire annexe 09) et 2 ml d'une solution de ferricyanure de potassium  $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$  à 1%(voire annexe 08). Le tout est incubé à 50°C pendant 20 min, puis refroidi à la température ambiante. 2 ml d'acide trichloracétique (TCA) à 10%(voire annexe 04) sont ajoutés pour stopper la réaction, puis les tubes sont centrifugés à 3000rpm pendant 10 min. 2 ml du surnageant sont ajoutés à 2,5 ml d'eau distillée et 2ml d'une solution de chlorure de fer ( $\text{FeCl}_3, 6\text{H}_2\text{O}$ ) à 0.1% (voire annexe 03) (figure II.7) La lecture des absorbances se fait contre un blanc à 700 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.



**Figure II.7:** dosage du pouvoir réducteur de de *Zingiber officinale*.

# **CHAPITRE III :**

## *Résultats et discussions*



### **III.1.RENDEMENT**

Le rendement de l'extrait brut de l'huile totale à partir des rhizomes de *Zingiber officinale* est de 4,64 g par 30 g de poids des rhizomes (15,46%) (Tableau III.1).

**Tableau III.1** : Rendement de l'extrait méthanolique de *Zingiber officinale*.

<b>Extrait</b>	<b>Rendement</b>
<b>Huile totale</b>	15,46%

Les résultats obtenus montrent que l'extrait méthanolique des rhizomes de *Zingiber officinale* présente un rendement de d'huile totale de 15,46% d'un poids totale égale à 30 g des rhizomes frais.




Le résultat que nous avons obtenu est différent de celui obtenu par **BEGGAS L.** et **BENDOUKHANE M, (2017)** où ils ont trouvé un rendement égal à 13,62% pour 50 g de poudre, et ceux de **AMARI S. (2016)** (5,37% pour 25 g de poudre).

Cette différenciation des résultats est liée aux conditions géographiques ainsi que les méthodes d'extraction.

### **III.2. Criblage phytochimique:**

Les analyses phytochimiques qualitatives ont été réalisées sur l'extrait de rhizomes de *Z. officinale* pour détecter ses métabolites secondaire. Les tests phytochimiques consistent à détecter les différentes familles de composés existantes dans la plante par les réactions qualitatives de caractérisation. Ces réactions, sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques, les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau III.2.

Tableau III.2 : Résultats du criblage phytochimique.

Le composé chimique	Présence/Absence dans l'extrait	Présence/Absence dans l'extrait	Résultat par rapport au témoin
Quinones libres	+++		
Tanins Condensés	-		
catéchiques	+++		
Tanins vrais	+		

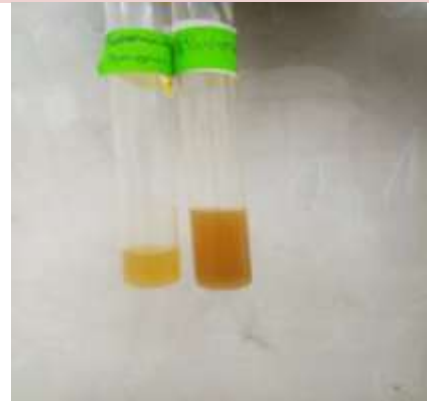
**Saponines**

-



**Flavonoïdes**

++



**Alcaloïdes**

-



**Composés réducteurs**

+++



- (+) : test faiblement positif
- (-) : test négatif
- (++) : test positif
- (+++) : test fortement positif

D'après les résultats obtenus, nous remarquons la présence des flavonoïdes, des tanins catéchiques et vrais, des quinones libres, des composés réducteurs, et l'absence des saponines, des alcaloïdes et les tanins condensés.

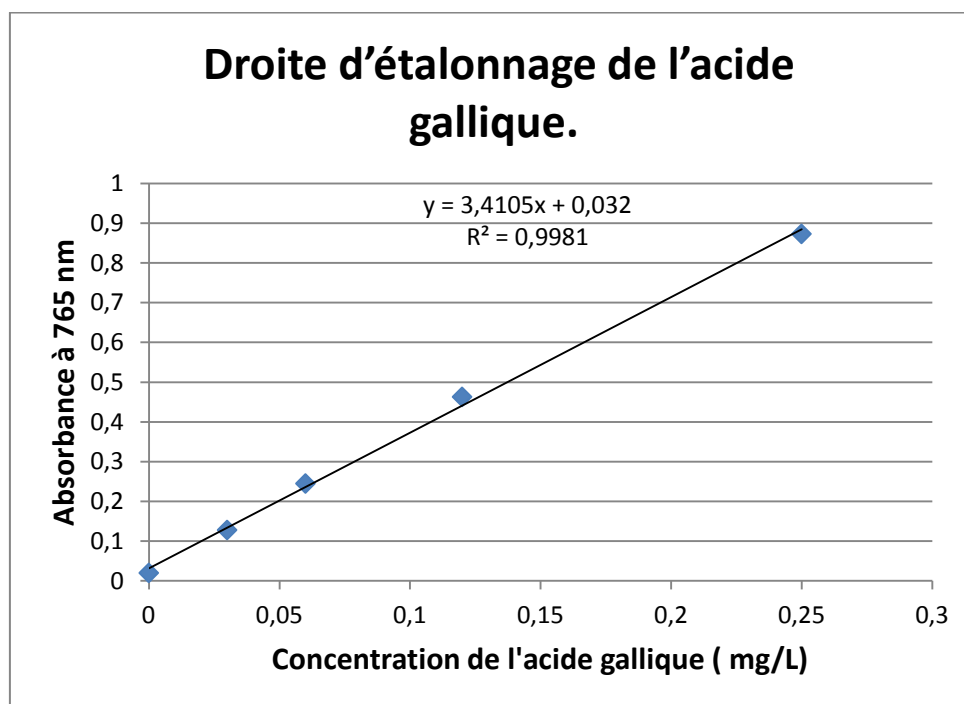
Les résultats obtenus sont analogues a ceux trouvés par **AMARI S. (2016)**, ces dernier ont montré que la *Zingiber officinale* contient des quinones libres, des flavonoïdes, des tanins et des composés réducteurs.

### **III.3. Dosage spectrophotométrique**

#### **III.3.1.Teneur en polyphénols totaux**

On fait le dosage des polyphénols totaux pour déterminer la teneur en polyphénols totaux dans l'huile totale de *Zingiber officinale*, la teneur a été estimée par la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu.

L'acide gallique est le standard le plus souvent employé dans cette méthode. Les résultats obtenus sont représentés dans une courbe d'étalonnage (figure III.1).



**Figure III.1 :** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

À partir de la courbe d'étalonnage, la concentration des composés phénoliques totaux de l'extrait méthanolique de *Zingiber officinale* a été estimée par l'équation de la courbe :

$$y = 3,410x + 0,032 \text{ avec un coefficient } R^2 = 0,998.$$

La teneur en composés phénoliques est exprimée en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait (tableau III.3).

**Tableau III .3:** Teneur en phénols totaux dans l'extrait méthanolique.

Echantillon dosée	Teneurs en phénols totaux (mg d'acide gallique/g extrait)
L'extrait méthanolique de <i>Zingiber officinale</i>	417,888

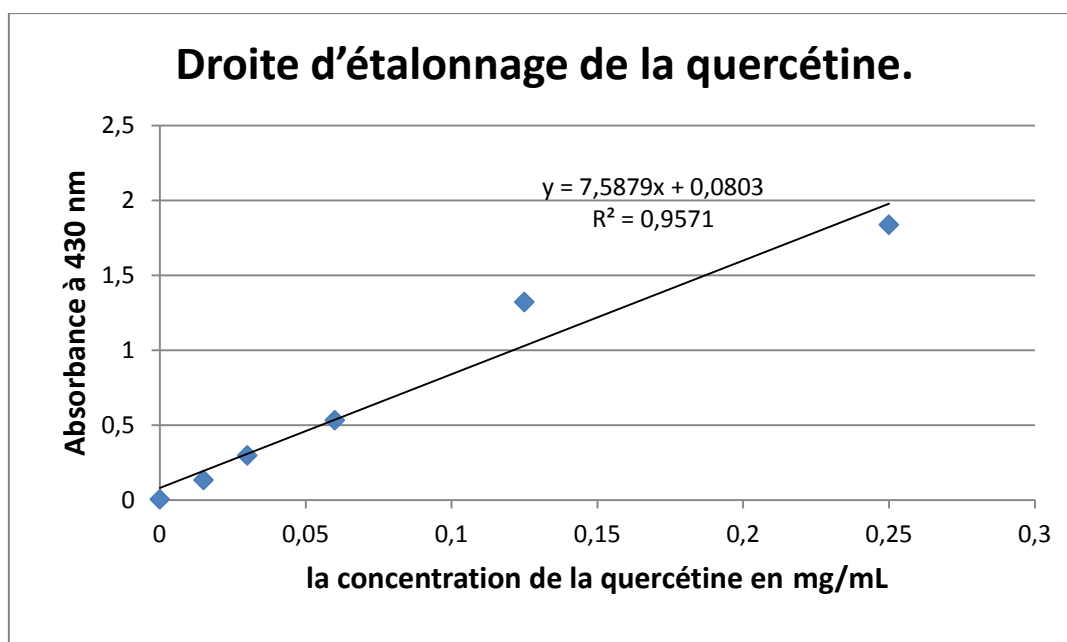
D'après ces résultats la quantité des composés phénoliques est 417,888 mg d'acide gallique/g d'extrait.

Ce résultat est similaire aux résultats des travaux réalisés par **BEGGAS L.** et **BENDOUKHANE M, (2017)** et **AMARI S. (2016)** qui montre que l'extrait de la plante est riche en polyphénols totaux.

### III.3.2.Teneur en flavonoïdes

La méthode de trichlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ) cité par (**DJERIDANE ET AL, 2006**) ; (**BOUDIAF, 2006**) est utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans les extraits.

Le quercétine est le standard le plus souvent employé dans cette méthode. Les résultats obtenus sont représentés dans une courbe d'étalonnage (figure III.2) .



**Figure III.2 :** Courbe d'étalonnage de la quercétine.

À partir de la courbe d'étalonnage, la concentration des flavonoïdes de l'extrait méthanolique de *Zingiber officinale* a été estimée par l'équation de la courbe :

$$y = 7,587x + 0,080 \text{ avec un coefficient } R^2 = 0,957.$$

Le résultat de la teneur en flavonoïdes de l'extrait étudié est présenté dans le Tableau suivants :

**Tableau III.4 :** teneur en flavonoïdes dans l'extrait méthanolique des rhizomes de *Zingiber officinale*.

Echantillon dosé	Teneur en flavonoïdes (mg de Quercétine/g d'extrait)
Extrait méthanolique de rhizome de <i>Zingiber officinale</i>	83,036

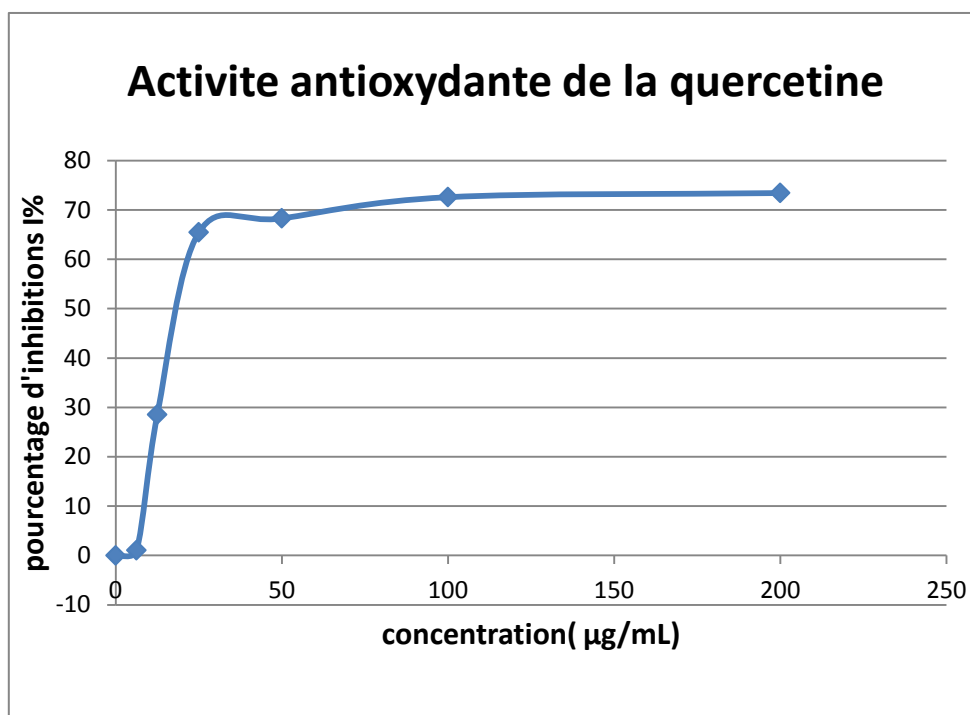
Les résultats obtenus montrent que l'extrait méthanolique des rhizomes de *Zingiber officinale* présente une teneur en flavonoïdes de 83,036 mg/g

Ce résultat est similaire à ceux obtenus par **AMARI S. (2016)** et **BEGGAS L. et BENDOUKHANE M., (2017)** qui montrent que l'extrait de la plante est riche en flavonoïdes.

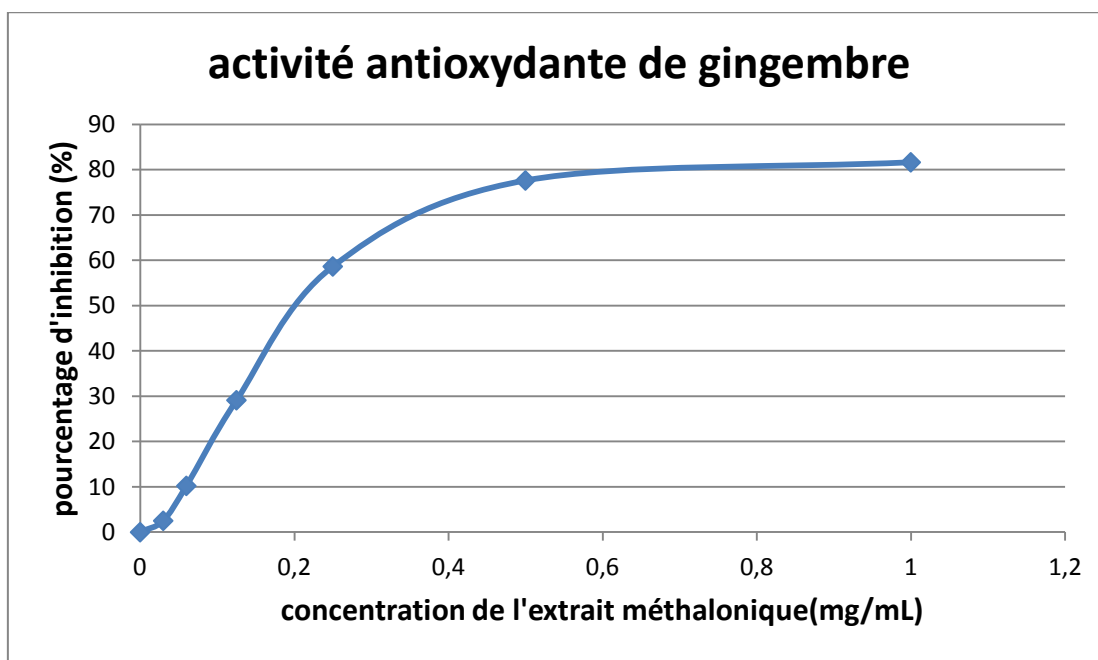
### **III-4- Activité antioxydante in vitro**

#### **III-4-1-Test de piégeage du radical libre DPPH**

L'activité antioxydante de nos extraits a été évaluée par test DPPH ; le DPPH est un radical libre, stable, qui possède une bande d'absorbance à 517 nm, employé pour évaluer l'activité antioxydante des composés polyphénoliques. Dans ce test on utilise le quercétine comme standard, les résultats obtenus (pourcentage d'inhibitions I%) sont représentés dans la courbe d'étalonnage (figure III.3)



**Figure III.3:** Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations d'extrait méthanolique.



**Figure III.4:** Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations d'extrait méthanolique.

**Tableau III.5 :** IC<sub>50</sub> de La quercitine et de l'extrait méthanolique.

	L'extrait méthanolique	La quercitine
IC <sub>50</sub> exprimée en mg/mL	0,22	0,136

-L'évaluation de l'activité antiradicalaire des rhizomes de *Z. officinale* a été réalisée par la technique du piégeage du radical libre DPPH. Les résultats obtenus montrent une augmentation proportionnelle des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations d'extrait méthanolique. Donc l'extrait méthanolique possède une activité antioxydante avec IC<sub>50</sub> de 0,22 mg/mL, donc moins active par rapport à celle du standard (la quercitine) avec une IC<sub>50</sub> de 0,136 mg/ml

- Ce résultat est similaire à celui trouvé par **AMARI S. (2016)** qui a montré que l'extrait des rhizomes de *Z. officinale* possède une activité antioxydante avec une IC<sub>50</sub> de 5,23 mg/ml et par **BEGGAS L. ET BENDOUKHANE M. (2017)** avec une IC<sub>50</sub> de 0,04.

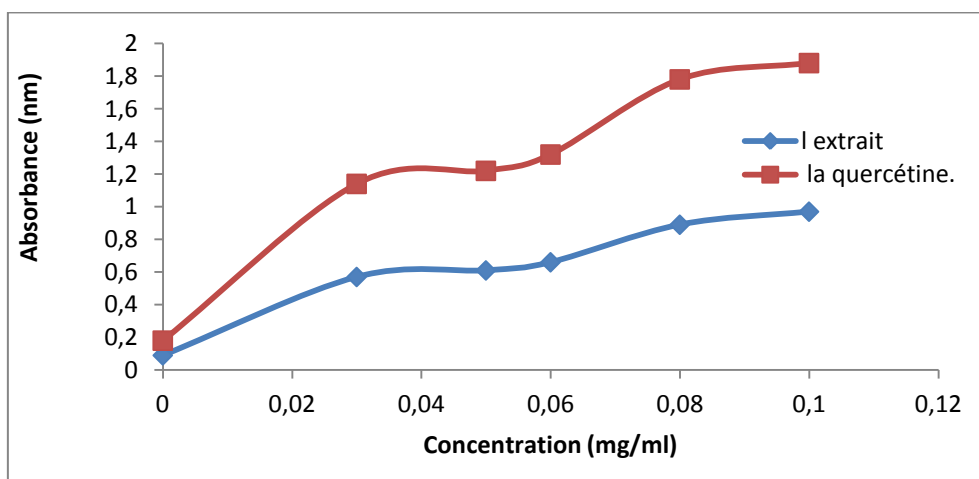


- Cette variabilité d'IC50 est due aux diversités géographiques, les méthodes d'extraction et si les rhizomes sont frais ou sec.

### III-4-2- Test du pouvoir réducteur du fer

Selon **WANG. H ET AL, 2008**, le pouvoir réducteur est un indicateur significatif du potentiel antioxydant d'une substance.

La présence des réducteurs dans les extraits des plantes provoque la réduction de  $Fe^{3+}$ / complexe ferricyanide à la forme ferreux. Par conséquent,  $Fe^{2+}$  peut être évalué en mesurant et en surveillant l'augmentation de la densité de la couleur bleu dans le milieu réactionnel à 700 nm (**BOUGANDOURA & BENDIMERAD, 2012**). Beaucoup de publications actuelles ont indiqué qu'il y a une relation directe entre les activités antioxydantes et la puissance de réduction des composants de quelques plantes (**BENTABET ET AL, 2014**).



**Figure III.5** : Pouvoir réducteur de l'extrait méthanolique de *Zingiber officinale* et de la Quercétine.

Les résultats obtenus dans la courbe montrent que :

- La capacité de réduction de fer est proportionnelle à l'augmentation de la concentration des extraits.
- les valeurs obtenues pour l'extrait sont inférieures à celles de la quercétine.
- L'extrait méthanolique de *Zingiber officinale* a une concentration de 0,1 mg/mL, exerce la meilleure activité réductrice avec une absorbance de 0,97 nm.

L'activité réductrice de l'extrait est inférieure à celle du quercitine, pour ce dernier, la concentration de 0,1 mg/mL présente une meilleure activité réductrice avec une absorbance de 1,88 nm.

- On remarque qu'il y a une relation directe entre la teneur en poly-phénol d'extrait et sa capacité antioxydante, ce qui est confirmé par plusieurs études (**BURDA. S ET OLESZEK. W, 2001**), ce qui explique le potentiel réducteur de l'extrait de *Zingiber officinale* riche en polyphénols.

- Nos résultats sont en accord avec ceux trouvés par **BEGGAS L. ET BENDOUKHANE M. (2017)** sur l'extrait de *Zingiber officinale* qui montre que le *Zingiber officinale* présente une capacité antioxydante.

- Quelques études antérieures ont également montré que le pouvoir réducteur d'un composé peut servir comme un indicateur significatif de son activité antioxydante potentielle (**BOUGANDOURA & BENDIMERAD, 2012**).

## *Conclusion générale*

Le but de notre étude est d'évaluer in vitro l'activité antioxydante de *Zingiber officinale* qu'est une plante médicinale largement utilisée actuellement par les thérapeutes.

La première étape qui consiste à l'extraction des composés phénoliques par le méthanol par la macération, nous a permis de calculer le rendement de l'extrait.

Le criblage phytochimique réalisé, a révélé la richesse de cette plante en métabolites secondaires, où nous avons constaté la présence des flavonoïdes, des tanins catéchiques et vrais, des quinones libres et des composés réducteurs.

L'estimation quantitative des polyphénols totaux et des flavonoïdes a été réalisée par les courbes d'étalonnages des étalons.

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué par la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu, en équivalent d'acide gallique, le résultat obtenu montre que l'extrait méthanolique caractérisés par une richesse en polyphénols.

Tandis que le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode de trichlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ), en équivalent à la quercétine. Les résultats montrent que l'extrait méthanolique est caractérisés par une richesse en flavonoïdes.

L'activité antioxydante in vitro est aussi étudiée avec la méthode de réduction du radical libre 1,1-diphényl-2-picryl-hydrazyl (DPPH) et la méthode de réduction du fer (FRAP). Les deux tests effectués ont montré que le pouvoir antioxydant est proportionnel à l'augmentation de la concentration de l'extrait.

D'après notre travail, on conclut que *le gingembre* a une forte activité antioxydante.

*REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES*

- **ACHILLE R., 1980.** Botanique médicale, 4ème Ed. Paris: l'imprimerie de Rignoux, 321.
- **ALEXIS NICAISE LEPENGUE, ILICH MOMBO, EDDY CLERC NGAGNIA NDJABOUNDA , KEVIN ALAME EMANE, LILIAN MANGAMA KOUMBA ET BERTRAND M'BATCHI ; 2012 .** Effet de Zingiber officinale l. (zingiberaceae) sur la croissance des graines de gombo en serre ; p 88.
- **ALGECIRAS-SCHIMNICH, A, COOK, W. J, MILZ, T. C., SAENGER, A. K., & KARON, B. S. (2007).** Evaluation of hemoglobin interference in capillary heel-Stick samples collected for determination of neonatal bilirubin. Clinical Biochemistry, 40, 1311 – 1316.
- **ALI BH, BLUNDEN G, TANIRA MO, NEMMAR A.** Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger ( Zingiber officinale Roscoe): a review of recent research. Food Chem Toxicol, **2008** ; 46(2) : 409-20.
- **ALLION A., 2004.** Environnement des bactéries et sensibilité aux biocides, thèse de doctorat en sciences alimentaires. Ecole nationale supérieure des industries agricoles et alimentaires, 22-28.
- **AL-NAHAIN A, JAHAN R, RAHMATULLAH M. (2014).** Zingiber officinale: A Potential Plant against Rheumatoid Arthritis. Arthritis, 89-159 p.
- **AMANI .**Propriétés physico-chimiques de l'amidon de gingembre (Zingiber officinale roscoe) de Côte d'Ivoire, TROPICULTURA, **2004**, 22, 2, 77-83
- **AMARI SIHEM (2016).** Étude phytochimique et évaluation de l'activité antibactérienne et antioxydante de deux extraits de la plante Zingiber officinale. Mémoire Master En Sciences Biologiques, 40-43 p.
- **AMIN A, HAMZA A.** Effects of Roselle and Ginger on cisplatin-induced reproductive toxicity in rats. Asian J Androl, **2006** ; 8(5) : 607-12.
- **BADIAGA.M, 2011 :** Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de Nauclea Latifolia Smith une plante médicinale africaine récoltée au Mali, thèse de doctorat, université de Bamako .P10.
- **BARROS L, FERREIRA MJ, QUEIROS B, FERREIRA ICFR AND BAPTISTA (2007).** Total phenols, ascorbic acid, b-carotene and lycopene in Portuguese wild edible mushrooms and their antioxidant activities. Food Chemistry, 103: 413-419 p.

- **BARRY, T.N., MANLEY, T.R. AND DUNCAN, S.J. (1986).** The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep 4. Sites of carbohydrate and protein digestion as influenced by dietary reactive tannin concentration. *British Journal of Nutrition*.
- **BEGGAS LYNDA ET BENDOUKHANE MERYEM (2017)** .Etude de l'activité antioxydante de gingembre « *Zingiber officinale* ». Mémoire Master en Sciences Biologiques Spécialité : Biochimie Moléculaire et Santé
- **BELBACHE.H, 2003** : Investigation phytochimique de l'extrait chloroforme de *Centaurea parvifloradesf*, mémoire de magister en chimie organique, université Mentouri Constantine.p 16-20.
- **BENAROUS, K. (2009).** Effets des extraits de quelques plantes médicinales locales sur les enzymes: a amylase, trypsine et lipase ; université Amar Telidji Laghouat, Mémoire de fin d'étude d'Ingénieur d'état en génie biologique.
- **BENTABET, N., BOUCHERIT-OTMANI, Z., & BOUCHERIT, K. (2014).** Composition chimique et activité antioxydante d'extraits organiques des racines de *Fredolia aretioides* de la région de béchar en algérie. *Phytothérapie*, 12, 364 – 371
- **BOIZOT N., CHARPENTIER J.P (2006)** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Le cahier des techniques de l'Inra* : 79-82.
- **BOUDIAF K., 2006-** Etude des effets anti-xanthine oxydoréductase et anti-radicalaires
- **BOUGANDOURA, N., & BENDIMERAD, N. (2012).** Evaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux et méthanolique de *Satureja calamintha* ssp. *Nepeta* (L.) Briq. *Nature & Technologie*, (9), 14 – 19.
- **BOZIN B., MIMICA-DUKIC N., SAMOJLIK I., GORAN A., IGIC R. (2008).** Phenolics as antioxydants in garlic (*Allium sativum* L., *Alliaceae*). *Food Chemistry*.111(4) : 925-929.
- **BRAGA M.E.M., MORESCHI S.R.M., MEIRELES M.A.A. (2006).** Effects of Supercritical Fluid Extraction on *Curcuma longa* L. and *Zingiber officinale* R. *Starches, Carbohydrate Polymers*, 63: 340-346 p.
- **BRUDA, S., OLESZEK, W. (2001).**Antioxidant and antiradical activities of flavonoids, *Journal of agricultural and food chemistry*. 49 :2774-2779.
- **BRUNETON J. (2009).** Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales 4ème édition .Technique et Documentation .Paris, p 1269 .

- **BRUNETON, J. (1999).** Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales, 3ème Ed. Ed.médicales internationales and Tec & Doc Lavoisier, Paris.
- **CALSAMIGLIA S., BUSQUET M., CARDOZOP W., CASTILLEJOS L., FERRET A., 2007-** Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. Journal of dairy science. Vol. (90): 2580–2595.
- **CARR A., FREI B. (1999).** Does vitamin C act as a pro-oxidant under physiological conditions? The FASEB Journal 13, (9), 1007–1024.
- **CHAABI, M. (2008).** Etude phytochimique et biologique d'espèces végétales africaines, diplôme de doctorat en Pharmacognosie. p168, 169.
- **CHOHAN M, FORSTER-WILKINS G, OPARA EI.** Determination of the antioxidant capacity of culinary herbs subjected to various cooking and storage processes using the ABTS(+) radical cation assay. Plant Foods Hum Nutr, **2008** ; 63(2) : 47-52.
- **CIULEL I. (1982).** Methodology for analysis of vegetable drugs. Ed I.P.A.C.Romania.
- **CLAISSE R., 1993.** Plante à usage dermatologique de la pharmacopée traditionnelle marocaine. Médicaments et aliments : l'approche ethnopharmacologique, 24(27) : 172-173.
- **CUVELIER, C., DOTREPPE, O., & ISTASSE, L. (2003).** Chimie, sources alimentaires et dosage de la vitamine E. Ann.Méd .Véte, 147, 315 – 324
- **DELATTRE, J., BEAUDEUX, J. L., & BONNEFONT-ROUSSELOT. (2005).** Radicaux libres et stress oxydant:aspects biologiques et pathologiques. Edition Lavoisier TEC & DOC éditions Médicales Internationales, Paris, p 14, 93 , 94.
- **DIALLO.A, (2004) :** Etude de la phytochimie et des activites biologiques de *Syzygium guineense* Willd. (MYRTACEAE). Thèse de Doctorat. Mal.
- **DOHOU. N; YAMNI. K; GMIRA. N; ET IDRISSE HASSANI. L.M. (2003).** Screening phytochimique d'une endémique ibéro-marocaine *Thymelaealythroides*, Bull. Soc. Bordeaux , 142: 61-78
- **DJERIDANE A., YOUSFI M., NADJEMI B., BOUTASSOUNA D., STOCKER P., VIDAL N., 2006-** Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. Food Chem., 97: 654-660.
- **DROGE W (2002).** Free radicals in the physiological control of cell function. Physiol Rev, 82(1): 47-95.

- **DUGASANI S, PICHKA MR, NADARAJAH VD, BALIJEPALLI MK, TANDRA S, KORLAKUNTA JN.** Comparative antioxidant and anti-inflammatory effects of [6]-gingerol, [8]-gingerol, [10]-gingerol and [6]-shogaol. *J Ethnopharmacol*, **2010** 3; 127(2) : 515-20.
- **EBOH. A. S. (2014).** Review Article. Biochemistry of free radicals and oxidants scholars. *Academic journal of biosciences (SAJB)*. 2(2) : 110-118.
- **EL-HACI IA, ATIK-BEKKARA F, DIDI A, ET AL. (2012).** Teneurs en polyphénols et pouvoir antioxidant d'une plante médicinale endémique du Sahara algérien. *Phytothérapie*; 10 :280-5.
- **FAIVRE CL., LEJEUNE L., STAUB H., GOETZ P. (2006).** Zingiber officinale Roscoe, *Phytothérapie*, 2 : 99-102 p.
- **FAVIER A., 2003.** Le stress oxydant Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité Chimique*. p108-115.
- **FAVIER A., 2006.** Stress oxydant et pathologies humaines. *Ann. Pharm. Fr . Mémoire des Activités antioxydante et antimicrobienne d'extraits de Rhamnus alaternus L.* p 64: 390-396.
- **GHASEMZADEH A., JAAFAR H.Z.E., RAHMAT A. (2010)** .Elevated Carbon Dioxide Increases Contents of Flavonoids and Phenolic Compounds, and Antioxidant Activities in Malaysian Young Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe.) Varieties, *Molecules*, 15: 7907-7922 p.
- **GHEDIRA K.** Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytother.* **2005**; 3: 162-169.
- **GIGON F. (2012)** Le Gingembre, Une Epice Contre la Nausée. *Phytothérapie*, 10 : 87-91.
- **HAGERMAN, A.E. (2002).** Tannin Chemistry ([www.users.muohio.edu/hagermae](http://www.users.muohio.edu/hagermae)). Institute of Animal Nutrition, University of Hohenheim (Germany) .
- **HAIOUN, A., HAMOUDI, F. Z. (2015).** Activité antioxydante et anti-inflammatoire de la plante médicinale Algérienne *Anethium graveolens* et leur effet cardioprotectrice contre la toxicité, Diplôme de Master en Toxicologie et Santé. p 16.
- **HAKSAR A, SHARMA A, CHAWLA R, KUMAR R, ARORA R, SINGH S, PRASAD J, GUPTA M, TRIPATHI RP, ARORA MP, ISLAM F, SHARMA RK.** *Z i n g i b e r o f f i c i n a l e* exhibits behavioral radioprotection against radiation-

- induced CTA in a gender-specific manner. *Pharmacol Biochem Behav*, 2006 ; 84(2) : 179-88.
- **HALENG, J., PINCEMAIL, J., DEFRAIGNE, J. O., CHARLIER, C., & CHAPELLE, J. P. (2007).** Le stress oxydant. *Revue Médicale de Liège*, 62, 628 – 638.
  - **HALENGE, J. (2007).** Le stress oxydant. p628.
  - **HALLIWELL, B. (1999).** How to characterize a biological antioxidant. *Free Radic Res Commun* ; (9) : 1-32.
  - **Halmi, S. (2015).** Etude botanique et phytochimique approche biologique et pharmacologique d'opuntia ficus, diplôme de doctorat, biotechnologie végétale. p17, 25.
  - **HALVORSEN B L., CARLSEN M H., PHILIP K M., BOHEN S K., HOLTE K, JACOBS D R., JR AND BLOMHOFF R. 2006.** Content of redox-active compounds (antioxidants) in foods consumed in the United States *Am J Clin Nutr*. P 84,95-135.
  - **HARBORNE, J. B. (1973).** *Phytochemical methods: A guide to modern techniques of plant analysis.* Chapman and Hall Ltd, London.; p. 279.
  - **HATON C. (2005).** Effets des rayonnements ionisants sur la structure de la fonction de la cellule épithéliale intestinale. Thèse de doctorat de l'université de Paris VI, France, p : 43.
  - **HELLAL Z., 2011.** Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*). Mémoire de Magister. Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou
  - **HOPKINS, G. W., 2003 :** *Physiologie végétale.* Boeck université. 2ème édition.
  - **IGNAT I., VOLF I., POPA I. V. (2011).** A critical review of methods for characterization of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food chemistry* 126: 1821-1835.
  - **JAGETIA GC, BALIGA MS, VENKATESH P, ULLOOR JN.** Influence of ginger rhizome (*Zingiber officinale* Rosc) on survival, glutathione and lipid peroxidation in mice after whole-body exposure to gamma radiation. *Radiat Res*, 2003 ; 160(5) : 584-92.
  - **JEAN-BLAIN, C. (1998).** Aspects nutritionnels et toxicologiques des tanins. *Rev. Méd. Vét.*



- **K. BOUHADJRA (2011)**, étude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge, thèse pour l'obtention du diplôme de magister, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.
- **KAMBOUCHE N., MERAH B., BELLAHOUEL S., BOUAYED J., DICKO A., DERDOUR A., YOUNOS C., SOULIMANI R., 2008**. Chemical composition and antioxidant potential of RutamontanaL. essential oil from Algeria. *Journal of Medicinal Food*, 11(3) : 593-595
- **KIM JK, KIM Y, NA KM, SURH YJ, KIM TY**. [6]-Gingerol prevents UVB-induced ROS production and COX<sub>2</sub> expression in vitro and in vivo. *Free Radic Res*, 2007 ; 41(5) : 603-14.
- **KOECHLIN-RAMONATXO, C. (2006)**. Oxygène, stress oxydant et supplémentation antioxydantes ou un aspect différent de la nutrition dans la maladie respiratoire. *Nutrition Clinique & Métabolisme*, 20, 165 – 177.
- **KUBRA IR, RAO LJ. (2012)**. An impression on current developments in the technology, chemistry, and biological activities of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Crit Rev Food Sci Nutr*, 52(8): 651-88 p.
- **LACOLLEY, P., BABUTY, D., BOULANGER, C., GHALEH, B., LOIRAND, G., PINET, F., & SAMUEL, J.L. (2007)**. Biologie et pathologie du coeur et des vaisseaux. Edition John Libbey Eurotext, Paris, p 312, 316, 317
- **LECERF JM. ANTI-OXYDANTS : qu'en attendre ? Réalités en Nutrition. 2009**, No 17.
- **LEINMÜLLER, E., STEINGASS, H. AND MENKE, K.H. (1991)**. Tannins in Ruminant feed stuff.
- **LI .H.B ; CHENG.K.W ; WONG.C.C ; FAN.K.W ; CHEN.F ; TIAN.Y, 2007** : Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fraction of selected microalgae. *Food Chimestry*, 102 : 771-776.
- **LUTHAR Z. (1992)**. Polyphenol classification and tannin content of buckwheat seed
- **MAHDI HJ, ANDAYANI R, AZIZ I. (2013)**. Determination of Phylogenetic and Molecular Characteristics of Three Malaysian Ginger Cultivars (*Zingiber officinale* Roscoe) Using Microsatellite DNA. *Trop Life Sci Res. Dec*, 24(2):65-76 p.
- **MAHMOUDI, S., KHALI, M., MAHMOUDI, N. (2013)**. Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). p36.

- **MALE\_ÉEV D. É. AND KUNTI\_Ç V.** Investigation of metal--flavonoid chelates and the determination of flavonoids via metal--flavonoid complexing reactions. *J. Serb. Chem. Soc.* **2007**; 72: 921-939.
- **MANANDHAR N.P., 1995.** Substitute spice in Nepal. *Journal of Herbs. Spices and Medicinal Plants.* 3; 7-77.
- **MANSOUR A., 2009-** Investigation photochimique de l'extrait n- butanol de l'espèce centaurea AFricanai.
- **MARTIN S ET ANDRIANTSITOHAINA R. (2002).** Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. *Annales de cardiologie et d'angiologie* 51, 304-315.
- **MATES, J. M., PEREZ-GOMEZ, C., & CASTRO, N. I. (1999).** Antioxidant enzymes and human diseases. *Clin Biochem*, 32, 595 – 603
- **MAURO.N. M, 2006 :** Synthèse d'alcaloïdes biologiquement actifs : la (+)-anatoxine-a et la camptothécine, thèse doctorat, l'université Joseph Fourier Grenoble, p13, 16-28.
- **MERIEM KRIM ; AMIRA MESSAADIA ; IMEN MAIDI, OUASSILA AOUACHERI ; SAAD SAKA ; 2013.** Protective effect of ginger against toxicity induced by chromate in rats ; P165 .
- **MEYER A., DEIANA J., BERNARD A., 2004.** Cours de microbiologie générale avec problèmes et exercices corrigés. 2èmeEd. Biosciences et techniques, doin, 217-247.
- **MIDOUN, T. (2011).** Extraction Des Composes Phenoliques Et Etude Leurs Activités Antioxydante Par La Voltametrie Cyclique. Mémoire Présenté pour l'obtention du diplôme de Master, Spécialité : *chimie appliquée*. Université Kasdi Merbah Ouargla. P53.
- **MILANE H., 2004.**La quercétine et ses dérivés: molécules à caractère pro-oxydant ou capteurs de radicaux libres; études et applications thérapeutiques, thèse de doctorat en Pharmacochimie. Université de Louis Pasteur Strasbourg, 22.
- **MISHRA R K, KUMAR A, KUMAR A. (2012).** Pharmacological Activity of Zingiber officinale. *ijpcs*, 1(3):1422-1427 p.

- MOHAMMEDI Z., 2013.** Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud Ouest de l'Algérie. Thèse de Doctorat en Biologie. université Abou Bekr Belkaid. Tlemcen Algérie. p 60.
- **MOREL Y, BAROUKI R.** Influence du stress oxydant sur la régulation des gènes. *Med Sci (Paris)*.**1998**; 14 : 713-21
  - **MORENA, M., MARTIN-MATEO, M., CRISTOL, J. P., & CANOUD, B. (2002).** Stress oxydant, hémoincompatibilité et complication de la dialyse au long cours. *Néphrologie*, 23 (5), P 201 – 208.
  - **MOUSSARD. C.(2007)** . Biochimie structural et métabolique 3<sup>ed</sup> bruxelles . P77
  - **MUELLER-HARVEY, I. (2001).** Analysis of hydrolysable tannins. *Anim. Feed Sci. Technol.*
  - **MASUDA T., YONEMORI S., OYAMA Y., TAKEDA Y., TANAKA T. ETANDO T. (1999).** Evaluation of the antioxidant activity of environmental plants: Activity of the leaf extracts from seashore plants. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 47(4): 1749-1754.
  - **NAIR S, NAGAR R, GUPTA R.** Antioxidant phenolics and flavonoids in common Indian foods. *J Assoc Physicians India*, **1998** ; 46(8) : 708-10 .
  - **NEVEU V, PEREZ-JIMENEZ J, VOS F, CRESPIY V, DU CHAFFAUT L, MENNEN L, KNOX C, EISNER R, CRUZ J, WISHART D, SCALBERT A. (2010)** Phenol-Explorer: an online comprehensive database on polyphenol contents in foods. Database, doi: 10.1093/ database/ Full text (free access), P 24 .
  - **NIJVELDT R. J., VAN NOOD E., VAN HOORN D. E., BOELENS P. G., VAN NORREN K. AND VAN LEEUWEN P. A.** Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *American J. Clinic. Nutr.* **2001**; 74: 418-425.
  - **NIKI, L., REYNAERT, S. W., AESIF, T. M., AMY, B., EMIEL, F. M., WOUTERS, C. G., IRVIN., YVONNE, M. W., & JANSSEN-HEININGER . (2007).** Catalase over expression fails to attenuate allergic airways disease in the mouse. *The journal of Immunology*, 178, 3814 – 3821.
  - **PINCEMAIL J, LECOMTE J, COLLART E, CASTIAUX JP, DEFRAIGNE JO.** Stress oxydant, antioxydants et exercice physique. *Vaisseaux, Coeur, Poumons*.**2001**;6(5): 1-3

- **PINCEMAIL J, MEURISSE M, LIMET R, DEFRAIGNE JO.** Méthodes d'évaluation du stress oxydatif chez l'homme: importance en matière de prévention. cancerologie. Medi Sphere 95;1999
- **PIQUEMAL G. 2008.** Les flavonoïdes(en ligne)  
:http://www.detoursante.com/index.php?Option=com\_content&view=article&id=166 &Itemid=215'
- **RABABAH TM, HETTIARACHCHY NS, HORAX R.** Total phenolics and antioxidant activities of fenugreek, green tea, black tea, grape seed, ginger, rosemary, gotu kola, and ginkgo extracts, vitamin E, and tert-butylhydroquinone. J Agric Food Chem, 2004 ; 52(16) : 5183-6.Rahman K. Studies on free radicals, antioxidants, and co-factors. Clin Interv Aging, 2007 ; : P 219–36.
- **RAMAN AV, BERRY MJ.2011** Selenoproteins in Cellular Redox Regulation and Signaling Oxidative Stress in Vertebrates and Invertebrates: Molecular Aspects of Cell Signaling. 195-208
- **RASHIDIAN A, MEHRZADI S, GHANNADI AR, MAHZOONI P, SADR S, MINAIYAN M. (2014).** Protective effect of ginger volatile oil against acetic acid-induced colitis in rats: a light microscopic evaluation. Cité dans le site internet (<https://www.vitaality.fr>).
- **RIBEREAU-GARYON.P, 1968** : Les composés phénoliques des végétaux.Edition Dunod Paris, p 254.
- **RISPAIL. ROBERTN. JODITHK., 2005** - Secondary métabolite profiling p341.348.
- **SANDRINE L., 2004-** Lyon ; Diversité structurale et d'activité biologique des Albumines entomotoxiques de type 1b des graines de Légumineuses. Thèse de doctorat.
- **SCHEIBMEIR HD, CHRISTENSEN K, WHITAKER SH, JEGAETHESAN J, CLANCY R, PIERCE JD (2005).** A review of free radicals and antioxidants for critical care nurses. Intensive Crit Care Nurs; 21(1): 24-8.
- **SHIMIZU H., (2004).** Relationship between plasma glutathione levels and cardiovascular disease in a defined population: the Hisayama study, Stroke, 35 (9); 2072-2077.
- **SHIMODA H, SHAN SJ, TANAKA J, SEKI A, SEO JW, KASAJIMA N, TAMURA S, KE Y, MURAKAMI N.**Anti-inflammatory properties of red ginger (Zingiberofficinale var. Rubra) extract and suppression of nitric oxide production by

- its constituents. *J Med Food*, **2010** ; 13(1) :156-62. Shinde UA, Goyal RK. Effect of chromium picolinate on histopathological alterations STZ and neonatal STZ diabetic rats. *J Cell Mol Med*, 2003 ; 7(3) : 322-9.
- **SIDDARAJU MN, DHARMESH SM.** Inhibition of gastric H<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase and *Helicobacter pylori* growth by phenolic antioxidants of *Zingiber officinale*. *Mol Nutr Food Res*, **2007** ; 51(3) : 324-32.
  - **SILVIA MOSOVSKAA, DOMINIKA NOVAKOVAA, MICHAL KALINAKB ; 2015** , Antioxidant activity of ginger extract and identification of its active components, p 115
  - **SINGH G, KAPOOR IP, SINGH PK, DE HELUANI CS, DE LAMPASONA MP, CATALAN CA.** Chemistry, antioxidant and antimicrobial investigations on essential oil and oleoresins of *Zingiber officinale* . *Food Chem Toxicol*, **2008** ; 46(10) : 3295-302
  - **SINGH PK, KAUR IP.** Synbiotic (probiotic and ginger extract) loaded floating beads: a novel therapeutic option in an experimental paradigm of gastric ulcer. *J Pharm Pharmacol*, **2012** ; 64(2) : 207-17.
  - **SULLIVAN, R. (2011).** Régulation transcriptionnelle de la biosynthèse des lignanes du lin (*Linum usitatissimum* et *Linum flavum*) et amélioration de l'extraction des lignanes. pour obtenir le grade de : Docteur de l'Université d'Orléans. Université D'orléans. P 221.
  - **THOMAS M., 2011-** Nouvelles méthodologies d'extraction, de fractionnement et d'identification: Application aux molécules bioactives de l'argousier (*Hippophaë rhamnoides*) thèse de doctorat. Université Toulouse.
  - **TREASE E.G., EVANS W.C, (1978).** Pharmacognosy. 11th Edition, Balliere Tindall. London
  - **UMEZAWA, T. (2003).** Diversity in lignan biosynthesis. *Phytochem. Rev.* 2(3): 371-390
  - **UPTON A., 2006.** Les produits antimicrobiens à domicile. Le problème de l'antibiorésistance. Énoncé de la SCP, 11(3) : 177-181.
  - **URQUIAGA I. N. E. S. AND LEIGHTON F. E. D. E.** Plant Polyphenol Antioxidants and Oxidative Stress. *Biol. Res.* **2000**; 33: 55-64.
  - **VALNET.J, 2003** : Aromathérapie, 1ere édition, édition Vigot.

- **VIGOR C, VERCAUTEREN J, MONTELS J. (2011).** les substances naturels dans la chaine du medicament..
- **WANG, H., ZHOO, M., YANG, B., JIANG, Y., RAO, G. (2008).** Identification of polyphenols in Labacco leaf and their antioxidant and antimicrobial activities .Food chemistry, 107:1399-1406.
- **WILHELM.N, 1998 :** Botanique générale. 10eme Ed. De boeck. Paris, bruxcelles. P319.
- **YAACOUB R., 2009.** Impact nutritionnel et sanitaire de la torréfaction des fruits et graines oléagineux. Intéret de la fluorescence comme outil de contrôle des composés néoformés. Thèse de doctorat. N° 2009AGPT 0048. Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (agro paris tech).
- **YAMINI K., ANTO SHERING M., PRAVEEN KUMAR REDDY S., LAKSHMI NARASIMHA REDDY N(2011).** Pharmacognostical and Preliminary Phytochemical Screening on Leaves of Trianthema decandra Linn. International Journal of Pharmaceutical& Biological Archives.
- **YEMITAN OK, IZEGBU MC.** Protective effects of Zingiber officinale (Zingiberaceae) against carbon tetrachloride and acetaminophen-induced hepatotoxicity in rats. PhytotherRes, 2006 ; 20(11) : 997-1002.
- **YILDIRIM A ; MAVI A ET KARA A, 2001 :** Determination of antioxidant and antimicrobial activities of Rumex crispus L. extracts. Journal of Agricultural and Food Chemistry.
- **YVES-ALAIN, B., JANAT, A.,MAMYRBEKOVA, B., BOUA, B., FEZAN, H. TRABI, EHOUAN, E.(2007).** Étude ethnobotanique et screening phytochimique de Caesalpinibenthamiana (Baill.) Herend. andZarucchi (Caesalpinaceae), Sciences & Nature Vol. 4 N°2 : 217 – 225.
- **ZADEH J B ET KOR M. (2014).** Physiological and pharmaceutical effects of Ginger (Zingiber officinale Roscoe) as a valuable medicinal plant. European Journal of Experimental Biology, 4(1): 87-90 p.

**Sites de web électroniques**

[www.users.muohio.edu/hagermae](http://www.users.muohio.edu/hagermae)

<http://www.detoursante.com>

[https:// www.vitaality.fr](https://www.vitaality.fr)

## Résumé

*Zingiber officinale* est une plante qui appartient à la famille Zingibéracées, qui recèle de multiples propriétés médicinales.

Notre travail de recherche a été initialement consacré à l'évaluation de l'activité antioxydante de l'huile totale des rhizomes de *gingembre* ; par la détermination de certains composés phytochimiques, ainsi que l'étude de quelques activités biologiques in- vitro de l'extrait.

D'abord l'extrait a été préparé, par un seul solvant : le méthanol, après l'évaporation de l'extrait méthanolique nous avons obtenu l'huile de la plante avec une couleur jaune.

Ensuite les tests de criblage phytochimique ont révélé la présence de quelques groupes chimiques (Flavonoïdes, Alcaloïdes, Tanin...etc) susceptibles d'exprimer les activités recherchées ; en se basant sur des réactions de précipitation et de coloration.

Le dosage des polyphénols et des flavonoïdes de l'extrait indique que le Rhizome est riche en polyphénols et en flavonoïdes.

Finalement nous avons terminé avec l'évaluation de l'activité antioxydante de cette huile à travers deux tests ; le test de DPPH et le test du pouvoir réducteur.

Les résultats obtenus montrent que l'extrait est doté d'un potentiel anti-radicalaire et antioxydant modéré par rapport à l'antioxydant standard employé.

**Mots clés :** *Zingiber officinale* ; Huile Totale ; Flavonoides ; Activité antioxydante ; Polyphenols .

## **Abstract**

*Zingiber officinale* is a plant that belongs to the family of Zingiberaceae, which contains multiple medicinal properties. Our research work was initially devoted to the evaluation of the antioxidant activity of the total oil of ginger rhizomes; by the determination of certain phytochemicals, as well as the study of some in vitro biological activities of the extract.

First the extract was prepared by a single solvent: methanol, after evaporation of the methanolic extract we obtained the oil of the plant with a yellow color.

Then the phytochemical screening revealed the presence of some chemical groups (Flavonoids, Alkaloids, Tannin ... etc.) likely to express the desired activities; based on precipitation, coloring reactions. The dosage of polyphenols and flavonoids extracts indicates that the rhizome rich in polyphenols and flavonoids.

Finally we finished with the evaluation of the antioxidant activity of this oil through two tests; the DPPH test and the test of the reducing power. The results obtained show that the extract has a moderate anti-radical and antioxidant potential compared to the standard antioxidant used.

**Key words:** *Zingiber officinale* ; Total Oil, Flavonoids ; Antioxidant activity ; Polyphenols.



## ملخص

نبات الزنجبيل هو نبات ينتمي إلى عائلة Zingiberaceae ، التي تحتوي على خصائص طبية متعددة .

كان عملنا البحثي مكرسا في البداية لتقييم نشاط مضادات الاكسدة من اجمالي زيت جذور الزنجبيل من خلال تحديد بعض المواد الكيميائية النباتية ، فضلا عن دراسة بعض الفعاليات البيولوجية في المخبر من المستخلص .

تم تحضير المستخلص بواسطة مديب واحد هو الميتانول ، وبعد تبخر المستخلص الميتانولي ، حصلنا على زيت النبات بلون اصفر ، كشف الفحص الكيميائي النباتي عن وجود بعض المجموعات الكيميائية (الفلافونويد ، القلويدات ، التانين....الخ) التي من المرجح ان تعبر عن الانشطة المرغوبة .

تقييم نشاط مضادات الاكسدة لهذا الزيت من خلال اختبار تثبيت الجذور الحرة ، واختبار القدرة الاختزالية.

تظهر النتائج التي تم الحصول عليها ان المستخلص له تاثير معتدل مضاد للراديكالية و مضاد للاكسدة بالمقارنة مع مضادات الاكسدة القياسية المستخدمة.

الكلمات المفتاحية نبات الزنجبيل ، الزيت الكلي ، الفلافونويدات ،البوليفينولات ، الفعالية المضادة للاكسدة .

## *LES ANNEXES*

### **La préparation des solutions :**

**Annexe 01 : Solution NaOH (1/10) :**

Mélanger 1g de NaOH avec 10 mL de l'eau distillée.

**Annexe 02 : Solution de FeCl<sub>3</sub> à 1% :**

Mélanger 1g de FeCl<sub>3</sub> dans 100 mL de l'eau distillée.

**Annexe 03 : Solution de FeCl<sub>3</sub> à 0,1% :**

Mélanger 0,1g de FeCl<sub>3</sub> dans 100 mL de l'eau distillée.

**Annexe 04 : Solution de TCA à 10% :**

Mélanger 10g de TCA dans 100 mL de l'eau distillée.

**Annexe 05 : Préparation de la Liqueur de Fehling :**

#### **Solution A :**

Dans un erlenmeyer de 250 mL : Dissoudre 7g de sulfate de cuivre penta hydraté dans 100 mL d'eau.

#### **Solution B :**

Dans un erlenmeyer de 250 mL : Dissoudre 34,6 g de tartrate double de sodium et de potassium, 10 g d'hydroxyde de sodium dans 100 mL d'eau.

**Annexe 06 : Préparation de d'AlCl<sub>3</sub> (2%) :**

Mélanger 2 g d'ALCL3 dans 100 mL de méthanol

**Annexe 07 : Préparation de carbonate de sodium à concentration de 7,5% :**

Mélanger 7,5 g de carbonate de sodium dans 100 mL de l'eau distillée

**Annexe 08 : Solution de ferricyanure de potassium K<sub>3</sub>Fe à 1 % :**

Mélanger 1g de ferricyanure de potassium avec 100 mL de l'eau distillée

□ **Annexe 09 : préparation de Solution tampon phosphate à 0,2M et pH= 6,6 :**

**a. Solution 1 :**  $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow 28,4\text{g} + \text{H}_2\text{O}$  pour compléter 1L.

Donc :  $28,4\text{g} \rightarrow 1000\text{mL}$

$X = 7,1\text{g} \rightarrow 250\text{mL}$

**b. Solution 2 :**  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 31,21\text{g} + \text{H}_2\text{O}$  pour compléter 1L.

Donc :  $31,21\text{g} \rightarrow 1000\text{mL}$

$X = 7,8\text{g} \rightarrow 250\text{mL}$

En fin, Phosphate buffer à 0,2M et pH= 6,6 est un mélange de solution 1 et solution 2 dont le volume 37,5mL et 62,5mL respectivement.

**THÈME: ETUDE IN VITRO DE L'ACTIVITÉ ANTIOXYDANTE DE *GINGEMBRE* • *ZINGIBER OFFICINALE* »**

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Biochimie de la Nutrition

*Zingiber officinale* est une plante qui appartient à la famille Zingibéracées, qui recèle de multiples propriétés médicinales.

Notre travail de recherche a été initialement consacré à l'évaluation de l'activité antioxydante de l'huile totale des rhizomes de *gingembre* ; par la détermination de certains composés phytochimiques, ainsi que l'étude de quelques activités biologiques in- vitro de l'extrait.

D'abord l'extrait a été préparé, par un seul solvant : le méthanol, après l'évaporation de l'extrait méthanolique nous avons obtenu l'huile de la plante avec une couleur jaune.

Ensuite le criblage phytochimique ont révélé la présence de quelques groupes chimiques (Flavonoïdes, Alcaloïdes, Tanin...etc) susceptibles d'exprimer les activités recherchées ;

en se basant sur des réactions de précipitation, de coloration.

Le dosage des polyphénols et des flavonoïdes de l'extrait indique que le rhizome est riche en polyphénols et en flavonoïdes.

Finalement nous avons terminé avec l'évaluation de l'activité antioxydante de cette huile à travers deux tests ; le test de DPPH et le test du pouvoir réducteur.

Les résultats obtenus montrent que l'extrait est doté d'un potentiel anti-radicalaire et antioxydant modéré par rapport à l'antioxydant standard employé.

**Mots clés :** *Zingiber officinale*, huile totale, polyphénols, flavonoïdes et activité antioxydante.

**Laboratoire de recherche :** laboratoire de biochimie RDC.

Jury d'évaluation :

**Présidente du jury :** Mr. KITOUNI RACHID (M-A-A- UFM CONSTANTINE.)

**Rapporteur :** Mr. BOUANIMBA NOUR (M-C-A – UFM CONSTANTINE.)

**Examinatrice :** Mr. HAROUNI SOUFIANE (M-A-A- UFM CONSTANTINE.)

**Date de soutenance :** 01/07/2018