

République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de
l'enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique.

Université Abou Baker Belkaid –Tlemcen.

Faculté Des Sciences De La Nature et de la Vie.



Laboratoire des Produits naturels

« LAPRONA »

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Nutrition

Spécialité : Nutrition et diététique

Thème

***Etude comparative des activités antioxydantes des
extraits des rhizomes de Zingiber officinale
(Gingembre) et du gingembre instantané
commercialisé***

Présenté par: Hammoudi Insaf et Fekiri Farah

Soutenu le 08/07/2021 devant le jury composé de :

Dr CHAOUCHE Tarik Mohammed	Président	MCA à l'Université de Tlemcen
Dr SOUALEM Zoubida	Examineur	MCA à l'Université de Tlemcen
Dr CHAOUCHE Farah	Encadreur	MCA à l'Université de Tlemcen

Année universitaire 2021/2022

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. **Chaouch Farah**, Maitre de conférences « A » à la Faculté de SNV / STU (Université de Tlemcen). Nous la remercions pour sa confiance, son attention, ses bons conseils.

Nous exprimons notre vive reconnaissance au Dr. **CHAOUCHE Tarik Mohammed**, Maitre de conférences « A » à la Faculté de SNV / STU (Université de Tlemcen), d'avoir bien voulu accepter de nous faire l'honneur de présider le jury de ce travail.

Je remercie Dr **SOUALEM Zoubida**, Maitre de conférences « A » à la Faculté de SNV / STU (Université de Tlemcen), nous vous somme reconnaissantes d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Je remercie également Melle **GUELLAI Imène**, Doctorante à l'université de Tlemcen, pour son aide précieuse au laboratoire des Produits naturels.

Nos remerciements s'adressent aussi à tous les personnels du département de **Des Sciences De La Nature et de la Vie** de L'Université de Abou Baker Ballkaid Tlemcen.

Et a toutes personnes qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

**Merci à vous tous.*

Dédicace

A Dieu le Tout Puissant, Maître du temps et des circonstances, plein d'amour, de tendresse et de bonté Tout d'abord louange à Allah qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long de mes études et m'a inspiré les bons pas.

*À mon père **Hadj** et le bonheur de ma vie ma mère **Nawal** qui m'apporté son appui durant toutes mes années d'études, pour son sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité.*

*A mes très chères **Kenza, Abdou, Farh, et Iman**. Merci pour tous les bons moments.*

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

*A tous mes collègues de la promotion de Master II **Nutrition et Diététique** de faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université **Abou BakerBalkaide** et je leur souhaite beaucoup de réussite.*

Insaf

Dédicace

Je tiens c'est avec grand plaisir que je dédie ce modeste travail :

À mes chers parents, source de vie d'amour et d'affection pour tous leurs sacrifices, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

*À mon adorable sœur **Amel** et frère **Mohamed**, et toutes les membres de ma famille en particulièrement mes oncles et mes tantes.*

*À mon amie **Soumia**, à la chère amie avant d'être binôme **Insaf** pour son soutien moral et sa patience durant toute ce projet.*

À tous mes amis de promotion de 2 ème année Master Nutrition et Diététique

À tous ceux qui m'aiment

À tous ceux que j'aime

À vous chers lecteurs

Je dédie ce travail

Farah

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des photos

Liste des figures

Liste des abréviations

<i>Introduction</i>	1
<i>Synthèse bibliographique</i>	2
1. Zingiber officinale	3
1.1. Historique	3
1.2. Description botanique de gingembre (Zingiber officinale)	3
1.3. Classification botanique du gingembre	4
1.4. Composition chimique du gingembre	4
1.5. Culture et production de gingembre pour l'usage médicinale.....	5
1.6. Les bienfaits du gingembre sur la santé.....	6
1.7. L'importance de l'activité anti oxydant de gingembre.....	6
1.8. Domaine d'utilisation du gingembre	7
2. Métabolisme secondaire	8
2.1. Définition des métabolites secondaire	8
2.2. Les composés phénoliques	8
2.2.1. Définition.....	8
2.2.2. Les flavonoïdes.....	9
2.2.3. Les tanins.....	10
3. Stress Oxydatif	12
3.1. Définition du stress oxydant.....	12
3.2. Les radicaux libres.....	12
3.3. Sources de production des radicaux libres	13
3.4. Les antis oxydants	13
3.4.1. Définition des antioxydants	13
3.4.2. Classification des antioxydants	14
3.5. Les différentes méthodes d'évaluation des activités anti – oxydantes	15
1) Piégeage du radical DPPH ^{o+}	15
2) Capacité antioxydant totale	15
3) Pouvoir réducteur du fer.....	16
4) Piégeage du radical ABTS ^{o+}	16
<i>Matériel et méthodes</i>	17
1) Matériel et méthodes utilisées	18

1.1. Provenance des plantes étudiées.....	18
a) Produits chimiques utilisé.....	19
1.2. Méthodes d'extraction.....	20
1.3. Quantification de quelques classes phénoliques dans les extraits	22
1.3.1 Polyphénols totaux (PT).....	22
1.3.2 Dosage des Flavonoïdes totaux (FT).....	23
1.3.3. Dosage des Tanins condensés (TC).....	23
1.4. Détermination de l'activité antioxydante, <i>in vitro</i>	24
1.4.1. Capacité antioxydante totale (CAT).....	24
1.4.2. Piégeage du radical DPPH°.....	25
1.4.3. Piégeage du radical ABTS ^{o+}	26
1.4.4. Pouvoir réducteur du fer (FRAP)	26
1.5. Analyses statistiques.....	27
<i>Résultat et discussion</i>	28
1. Rendement.....	29
2. Dosages des composés phénoliques	29
2.1. Teneurs en polyphénols totaux, tanins et flavonoïdes.....	29
3. Activité antioxydante, <i>in vitro</i>	33
3.1. Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényle-1-pirylhdrazyl)	33
3.2. Capacité antioxydant totale (CAT).....	35
3.3. Pouvoir Réducteur du fer	37
3.4. Piégeage du radical ABTS ^{o+}	39
<i>Conclusion générale</i>	43
<i>Références bibliographiques</i>	45

Liste des Tableaux

Tableau 1: Classification du gingembre (<i>Zingibre officinale</i>)-----	4
Tableau 2: Les produits utilisés et leurs formules brutes -----	19
Tableau 3: Teneur en phénols totaux, tanins,flavonoïde dans l'extrait de gingembre naturel séché et celui instantané -----	31
Tableau 4: Valeurs de CI_{50} du BHT et du gingembre séché et celui instantané-----	35
Tableau 5: La capacité anti oxydante total de gingembre naturel séché et celui instantané ---	36
Tableau 6: Les valeurs de CE_{50} des extraits et standard par la méthode de réduction du fer --	38
Tableau 7: Valeurs de CI_{50} du trolox, gingembre séché et celui instantané-----	41

Liste des photos

Photo 1: La partie souterraine de gingembre -----	4
Photo 2: Partie aérienne de gingembre -----	4
Photo 3: Gingembre naturel -----	18
Photo 4: Gingembre instantané (KABIR)-----	18
Photo 5: Etapes de la préparation de la poudre de <i>Zingiber officinale</i> -----	20
Photo 6: Préparation de l'extrait aqueux du gingembre sec-----	21

Liste des figures

Figure 1: Constituants biologique actifs de l'oléorésine:-----	5
Figure 2: La culture du Zingibre officinal -----	6
Figure 3: Structure de base de polyphénol -----	8
Figure 4: Structure chimique de base des flavonoides -----	9
Figure 5: Structure de tanins hydrolysable-----	11
Figure 6: Structure des tanins condensé-----	11
Figure 7: Déséquilibre entre les radicaux libre et les anti oxydants -----	12
Figure 8: Sources de production des radicaux libres -----	13
Figure 9: Forme réduit du radical DPPH°-----	25
Figure 10: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux---	30
Figure 11: Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins -----	30
Figure 12: Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoides-----	31
Figure 13: Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH° pour le standard-----	33
Figure 14: Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH° de l'extrait de gingembre séché-	34
Figure 15: Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH° de l'extrait de gingembre instantané -----	34
Figure 16: Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique pour l'évaluation de l'activité anti oxydante par la méthode de la capacité anti oxydante (CAT)-----	36
Figure 17: Pouvoir réducteur du standard BHT-----	37
Figure 18: Pouvoir réducteur du fer de l'extrait de gingembre naturel -----	37
Figure 19: Pouvoir réducteur du fer de l'extrait de gingembre instantané-----	38
Figure 20: Pourcentage d'inhibition du radical ABTS° pour le standard trolox -----	39
Figure 21: Pourcentage d'inhibition du radical ABTS° de l'extrait de gingembre instantané -	40
Figure 22: Pourcentage d'inhibition du radical ABTS° de l'extrait de gingembre séché-----	40

Introduction

Introduction

Les plantes médicinales, ont été découvertes et utilisées dans la pratique de médecine traditionnelle depuis la préhistoire. Elles constituent une source inépuisable de molécules naturelle bioactives. C'est à travers les siècles, que les traditions humaines ont su développer la connaissance et l'utilisation des plante médicinale, elles ont toutes pour objectif de vaincre la souffrance et d'améliorer la santé des hommes (**Gigon, 2012**)

Les métabolites secondaires font l'objet de nombreuses recherche *in vivo* et *in vitro*. Ceci est notamment le cas des polyphénols végétaux qui sont largement utilisés, particulièrement pour la protection contre le stress oxydatif et dans le traitement de plusieurs maladies (**Gurib-Fakim, 2006**).

Le gingembre officinale (*Zingiber officinale*) de la famille des Zingiberaceae, est une plante originaire d'Inde et dont on utilise le rhizome en cuisine et en médecine traditionnelle (**Jean Guillaume, 2010**). Cette plante est riche en composées bioactive comme les, polyphénols et a plusieurs effets biologiques dont les activités anti-inflammatoires, antimicrobiennes, anticancéreux et antioxydants (**Gigon, 2012**).

Notre travail s'intéresse à la phytochimie et aux activités antioxydantes des extraits végétaux de *Zingiber officinale* et du gingembre instantané qui est une poudre soluble.

Notre étude a été divisée en trois chapitres :

- Le premier chapitre : dans lequel sont détaillées les parties suivantes : le gingembre, les métabolites secondaires et les antioxydants.
- Le deuxième chapitre : détaille le matériel et les méthodes utilisés dans notre travail (les dosages des polyphénols totaux, des flavonoïdes et des tanins condensés et les activités anti oxydantes).
- Dans le dernier chapitre, non discutons les résultats obtenus dans notre travail.

Ce travail s'achève par une conclusion générale.

Chapitre I :

Synthèse bibliographique

1. Zingiber officinale

1.1. Historique

Le gingembre (*Zingiber Officinale*), dont le nom prend son origine du sanskrit, est dénommé Ziggiberis en grec et Zingiber en latin. Il devient Gingibre en français et enfin Gingembre pour la première fois, en 1256 (**Bode et al.,2011**).

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**).La naissance du gingembre semble dater de plus de 2000 ans (**Bartley et al., 2000**), dans le sud de l'Inde et de la chine ou il est utilisé comme plante alimentaire et médicinale. Plus tard, il était présent en France et en Allemagne au IXème siècle. Aujourd'hui, le gingembre est produit un peu partout dans toutes les régions chaudes du monde (**Speck et al., 2014**).

1.2. Description botanique de gingembre (*Zingiber officinale*)

Le gingembre est une plante vivace tropicale herbacée. On le trouve généralement dans les pays tropicaux, car il lui faut un temps humide, chaude, et ensoleillé pour croître.

La partie souterraine appelée le rhizome (**Photo 1**) et la partie aérienne est formée de feuilles et d'une tige d'environ 0.90-1 mètre de hauteur. Le rhizome, dont la pulpe est jaune à l'intérieure, sert de réserve à la plante et assure sa survie. Les feuilles sont alternes, lancéolées et odorantes et les fleurs sont parfumées, blanches et jaunes, avec des traînées rouges sur les lèvres (**Photo 2**) (**Braga et al., 2006**). Les fruits renferment des graines noires peu nombreuses (**Faivre et al., 2006**).



Photo 1: La partie souterraine de gingembre
(Gigon, 2012).



Photo 2: Partie aérienne de gingembre
(Braga et al., 2006).

1.3. Classification botanique du gingembre

Tableau 1 : Classification du gingembre (Zingibre officinale)(Faivre et al., 2006 ; Gigon, 2012).

Règne	Plantae
Sous-règne	Trachéobionta
Super division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Sous -classe	Zingibéridae
Ordre	Zingibérales
Famille	Zingibéracées
Sous famille	Zingibéroïdées
Genre	Zingiber
Genre Espèce	Zingiber officinale Roscoe

1.4. Composition chimique du gingembre

Le rhizome est très riche en amidon (60%). Il contient des protéines, des graisses (10%), de l'huile essentielle (1-3%) et une oléorésine (6%) (Brunton, 2009). L'oléorésine contient les composés chimiques à l'origine de la saveur piquant : shagoal, gingérol, paradol(Figure1)(Gigon, 2012).

La composition de l'huile essentielle varie beaucoup suivant l'origine géographique mais on trouve des composés odorants comme le zingibérène, et le curcumène, la camphène, le bisabolène, le citral et le linalol. Ces deux derniers sont destinés à l'aromatisation des aliments, tandis que seule l'huile essentielle est utilisée dans la parfumerie (Gigon, 2012).

Le gingembre contient également quelques flavonoïdes comme la quercétine, la rutine, fisétine, morine, acide gallique.... (Ghasemzadeh et al.,2010).

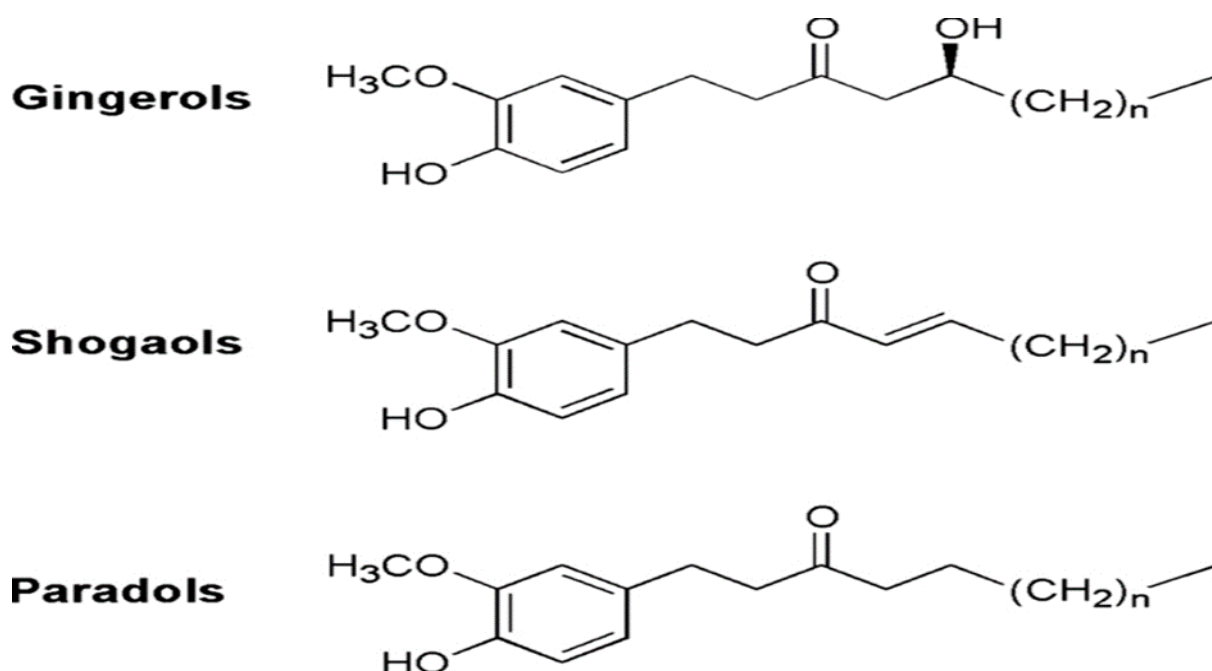


Figure 1 : Constituants biologique actifs de l'oléorésine(Ali et al., 2008).

Il a également une très grande valeur nutritionnelle, car il composé de plusieurs vitamines, dont : Vitamine acide ascorbique (vit C), Acide folique (vit B9), Acide pantothénique (Vit B5). En plus de nombreux minéraux comme Potassium, Magnésium, Calcium (Wilson et al., 2013 ; Rashidian et al., 2014).

1.5. Culture et production de gingembre pour l'usage médicinale

Elle est menée par des petits exploitants pratiquant l'agriculture raisonnée. Au printemps, on met en terre des fragments de rhizomes, conservés de la récolte précédente. En quelques

semaines, de jeunes tiges feuillées vont pousser et faire grossir leur rhizome (**Figure 2**) (**Brown et al., 2009**).



Figure 2 : La culture du Zingiber officinale (**Brown et al., 2009**).

1.6. Les bienfaits du gingembre sur la santé

Parmi les propriétés de gingembre il y a : Propriété anticancéreuse, Propriété anti-inflammatoire, Propriété antiémétique, Propriété antidiabétique et Propriété antioxydante (**Ravindran et al., 2005 ; Bartels et al., 2015 ; Semwal et al., 2015**).

Les vertus du gingembre sont nombreuses. Tout d'abord le gingembre se consomme à travers le monde afin de soulager les nausées, les maux de tête, le rhume ou encore les rhumatismes (**Gigon, 2012**). Outre sa réputation d'aphrodisiaque puissant, le Zingiber officinale est une plante qui améliorerait la digestion. Des recherches ont montré qu'il pourrait aider à entretenir la flore intestinale et à mieux digérer les graisses (**Platel et al., 2004**).

Il est aussi employé comme tonifiant. Grâce à son action antiémétique (**Gigon, 2012**), il réduit les nausées et les vomissements, en cas de mal du transport ou de grossesse (**Chrubasik et al., 2005**). Le gingembre contient des composés anti-inflammatoires tels que le gingérol, le shogaol, le paradol et la zingérone, qui inhiberaient la synthèse des prostaglandines et des leucotriènes (**Bartels et al., 2015**). En plus le gingembre aide à stabiliser le taux de sucre dans le sang en protégeant les cellules β pancréatiques (**Srinivasan, 2017**).

1.7. L'importance de l'activité anti oxydant de gingembre

Plusieurs travaux ont montré que le gingembre est doté d'une forte propriété antioxydante *in vitro* et *in vivo* (**Singh et Kaur, 2012**). Récemment, il a été démontré que le gingérol possède une action antioxydante 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(**Dugasani et al., 2010**). Le shogaol un agent très efficace pour la prévention contre les ROS (Reactive oxygen species) (**ALI et al., 2008**).

1.8. Domaine d'utilisation du gingembre

Le gingembre frais est indispensable à la cuisine asiatique et orientale, il est idéal pour les viandes, les poissons, le poulet, les compotes de fruits et les salades vertes. Il est utilisé dans l'industrie agroalimentaire, la boulangerie, notamment dans le pain d'épices et les biscuits, les confitures et les mélanges d'épices.

Le gingembre est couramment utilisé dans des préparations pharmaceutiques sous différents formes galéniques (capsule, Pommade, Sirop, comprimé, pansement et infusion) (**Schauen berg et Paris, 1977**).

2. Métabolisme secondaire

2.1. Définition des métabolites secondaire

Les métabolites secondaires sont des molécules qui n'appartiennent pas au métabolisme primaire. Ce sont des composés chimiques synthétisés par les plantes, c'est-à-dire des composés phytochimique, qui remplissent des fonctions non essentielles pour l'organisme contrairement aux métabolites primaires. Ces molécules constituent la base des principes actifs que l'on retrouve chez les plantes médicinales (**Mansour, 2009**) et sont stockés dans des vésicules spécifiques ou dans la vacuole (**Sandrin, 2004**).

2.2. Les composés phénoliques

2.2.1. Définition

En chimie organique, les phénols sont des composés chimiques aromatiques portant une fonction hydroxyle -OH (**Figure 3**). Les dérivés portant plusieurs fonctions hydroxyle sont appelés des polyphénols. Dans la nature, ce sont des alcools aromatiques produits par les végétaux. Les phénols simples, déchets du métabolisme végétal, sont assemblés en polyphénols comme la lignine (**Urquiaga et al., 2000**). Ils sont bénéfiques pour la santé, il s'agit de la prévention du cancer, des maladies cardiovasculaires et d'autres troubles pathologiques (**Valko et al., 2006**).

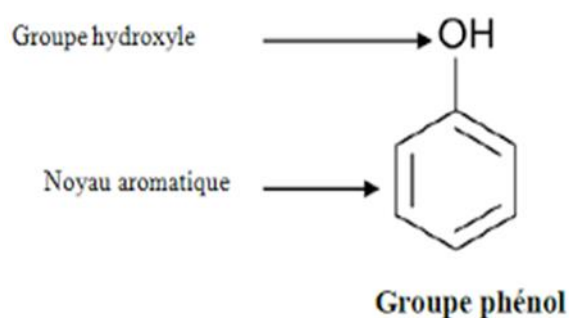


Figure3 : Structure de base de polyphénol

Il existe différentes classes de polyphénols, notamment : Les acides phénoliques, les flavonoïdes, les tanins, les stilbènes et les lignanes(**Amy King et al., 1999**).

2.2.2. Les flavonoïdes

a) Définition

Les flavonoïdes sont des métabolites secondaires des plantes vasculaires, partageant tous une même structure de base formée par deux cycles aromatiques reliés par trois carbones : C₆-C₃-C₆ chaîne souvent fermée en un hétérocycle oxygéné hexa ou pentagonal (**Figure 4**). Ils constituent notamment des pigments impliqués dans la coloration des pétales et des péricarpes, donnant une gamme colorée (flavones et flavonols), de jaune à orange (chalcones et aurones) et de rouge à bleu (anthocyanes) (**Julie et al., 2002**). Ces composés suscitent un grand intérêt de par leurs nombreux effets bénéfiques pour la santé : leurs propriétés anti bactériennes, anti virale, anti agrégeant plaquettaires (**Lusiaet al., 2008**).

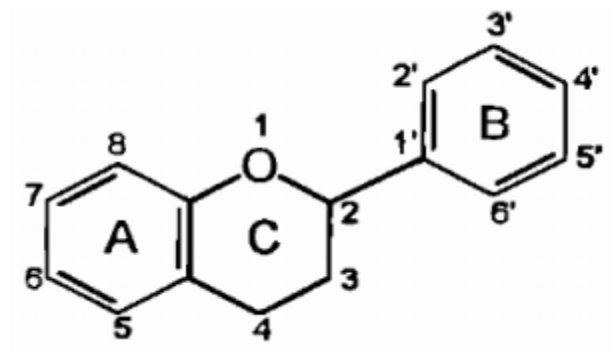


Figure 4 : Structure chimique de base des flavonoïdes

b) Classification des flavonoïdes

✚ Flavones et flavonols

Les flavones sont une sous-famille des flavonoïdes dont la structure est basée sur la flavo(2-phényl-1-benzopyran-4-one ou 2-phénylchormén-4-one) ,ce sont des colorants végétaux jaune.Les flavonols se distinguent des flavones par la structure (**Morreel et al., 2006**).

✚ Flavanones et hydroflavonols

Ils se caractérisent par l'absence de la double liaison et par la présence des centres d'asymétrie. Les dihydroflavonols se distinguent des flavanones par l'hydroxylation de la position C₃ (**Ono et al., 2006**).

✚ Chalcones et aurones

Les aurones sont caractérisées par une structure de 2-benzylidène coumarone (**Bruneton, 1999**). Les chalcones ont leur noyau pyranique central ouvert et sont constituées par deux unités aromatique reliées par une chaîne tricarbonée, cétonique et insaturée (**Ono et al., 2006**).

2.2.3. Les tanins

a) Définition

Les tanins sont des substances de la famille des polyphénols, le plus souvent hydrosoluble, d'origine végétale et qui possèdent la capacité de précipiter les protéines, alcaloïdes et polysaccharides, à partir de leur solution aqueuse. Il en existe une grande diversité, différents par leurs tailles et leurs structures chimiques. Ces métabolites secondaires sont utilisés par les plantes (arbres, plantes à fleur.) comme moyen de défense chimique contre les microbes pathogènes et les herbivores. On les retrouve dans quasiment toute partie végétale exposée à des risques de prolifération microbienne (feuilles, fruits), et dans certaines boissons comme le thé, le café, la bière, le cidre et le vin. Le tanin peut améliorer le comportement des animaux et augmenter la production de la viande et du lait (**Barry et al., 1986**).

b) Classification des tanins

Les tanins se divisent en deux catégories selon leur structure clairement.

✚ Les tanins hydrolysables :

Ce sont des tanins caractérisés par leur faculté d'être hydrolysés. Ce sont des Oligo esters ou polyesters de sucre (généralement du glucose) liés à des molécules acide phénol (**Figure 5**). (**Funatogawa et al., 2004**).

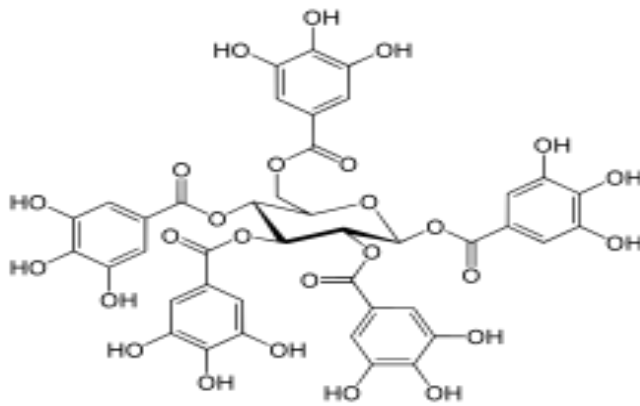


Figure 5 : Structure de tanins hydrolysable

✚ **Les tanins condensés :**

Ce sont des composés non hydrolysables mais qui peuvent être dépolymérisés en anthocyanidols lorsqu'ils sont traités à chaud par un acide. Ce sont des oligomères ou des polymères d'unités de flavonoïdes. Ces tanins sont très abondants dans certains végétaux (les prunes, les fraises, pomme) et le vin (**Sarni-Manchado et al.,2006**).

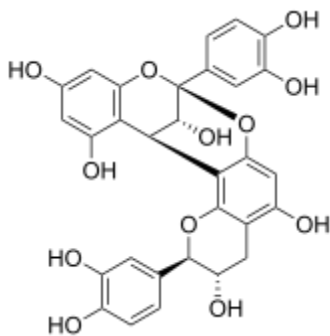


Figure 6 : Structure des tanins condensé

3. Stress Oxydatif

3.1. Définition du stress oxydant

Le stress oxydatif survient lorsqu'il y a un déséquilibre entre la production des espèces réactives de l'oxygène (ERO) et le système de défense antioxydant (**Figure 7**) (**Ceretta et al., 2012 ;Rautet al., 2012**). Ce déséquilibre peut se produire quand le système de défense anti oxydant est surmené par l'augmentation des oxydant ou lorsque les défenses sont affaiblies par une carence d'apport et/ou de production d'anti oxydants (**Krischvink et al., 2008**).



Figure 7 : Déséquilibre entre les radicaux libre et les antioxydants

3.2. Les radicaux libres

Un radical libre est défini comme toute molécule ou atome possédant un ou plusieurs électrons non appariés, capable d'exister sous forme indépendante, contenant au moins un électron libre sur sa couche externe. Cela augmente largement sa réactivité par nécessité de se combiner avec un autre électron pour accéder à la stabilité selon un phénomène d'oxydation (**Finaud et al., 2006**). La principale catégorie des espèces réactives de l'oxygène sont :

Le radical super oxydé (O_2^-), le radical hydroxyle (OH^-), le monoxyde d'azote (NO), mais aussi certains dérivés oxygénés réactifs non radicalaires dont la toxicité est importante telle que le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) (**Roberts et al., 2010**).

3.3. Sources de production des 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 (**Figure 8**).



Figure 8 : Sources de production des radicaux libres

3.4. Les antis oxydants

3.4.1. Définition des antioxydants

Les antis oxydants sont définis comme l'ensemble des molécule susceptibles d'inhiber, de limiter ou de détruire les ERO (**Favier, 2003**). En outre, l'antioxydant alimentaire idéal, doit être soluble dans les graisses, efficace à faible dose, et non toxique, et n'entraîne ni coloration, ni d'odeur, ni saveur indésirable (**Hellal, 2011**).

3.4.2. Classification des antioxydants

a) Les antioxydants enzymatiques

Ce groupe d'antioxydants est constitué de plusieurs composés capables de réagir directement ou indirectement avec les ERO. Le mécanisme indirect implique la chélation des métaux de transition ce qui évite la production du radical hydroxyle, directement toxique (**Cohen et al., 2002**).

Les catalases

Les catalases permettent de transformer le peroxyde d'hydrogène en oxygène moléculaire et en eau (**Souchard et al., 2002**). Ils sont présents dans un grand nombre de tissus mais sont particulièrement abondantes dans la foie et les globules rouges. Parmi les enzymes, c'est une des plus efficaces.

Les superoxydes dismutases (SOD)


C'est une enzyme antioxydante primaire essentielle qui réagit en défense de l'organisme contre les produits toxiques. Son rôle est de transformer dans les mitochondries, les radicaux superoxydes en peroxydes d'hydrogène (**Halenget al., 2007**).

Les peroxydases

Les glutathion peroxydases permettent également de limiter la propagation des réactions radicalaires en chaîne en réduisant les peroxydes instables en acide gras hydroxylés (**Souchard et al., 2002**)

b) Les antioxydants non enzymatiques

Les principaux antioxydants non-enzymatique sont le glutathion, la vitamine E la vitamine C, Les caroténoïdes et l'acide urique.

-  Le glutathion est un tripeptide formé par la condensation d'acide glutamique, de cystéine et de glycine. Il est particulièrement important car c'est le substrat de plusieurs enzymes anti oxydant (**Halliwell et Gutteridge., 1999**).

- ✚ La vitamine E est un antioxydant liposoluble. Elle est capable d'empêcher la propagation de la peroxydation lipidique, Cette vitamine fait partie de la famille des tocophérols (**Cuvelier et al., 2003**).
- ✚ Les caroténoïdes sont des molécules liposolubles produite par les organismes photoautotrophe. Ils luttent contre la peroxydation lipidique (**Monaghan et al., 1932**).
- ✚ La vitamine C ou acide ascorbique est une molécule soluble dans l'eau, synthétisés par les plantes. Elle agit comme un piègeur efficace des espèces oxydantes telles que les radicaux superoxydes, hydroxyles (**Bermond., 1990**).
- ✚ -L'acide urique est issu du métabolisme des purines (**Ames et al.,1981**).

3.5. Les différentes méthodes d'évaluation des activités anti – oxydantes

Parmi les méthodes d'évaluation des activités anti-oxydantes il y a :

1) Piégeage du radical DPPH[°]

Le test DPPH[°] permet de mesurer le pouvoir antiradicalaire de molécules pures ou d'extraits végétaux dans un système modèle (solvant organique, température ambiante). Il mesure la capacité d'un antioxydante par transfert d'un hydrogène (**Blanc et al., 2011**). Le DPPH[°] initialement violet, se transforme en DPHH-H jaune pâle (**Kouamé et al., 2009**). La réduction du DPPH[°] est facilement mesurée par spectrophotométrie à 515 nm (**Gouveia et al., 2012**).

2) Capacité antioxydant totale

La capacité antioxydant totale (CAT) des extraits des plantes est évaluée par la méthode de phosphomolybdène. Cette technique est basée sur la réduction de molybdène Mo (VI) présent sous la forme d'ions molybdate MoO_4^{2-} à molybdène Mo (v) MoO^{2+} en présence de l'extrait pour former un complexe vert de phosphate /Mo (v) à pH acide. L'absorbance de ce complexe est mesurée à 695 nm (**Prieto et al., 1999**).

3) Pouvoir réducteur du fer

Le principe de cette méthode consiste à évaluer l'aptitude de l'échantillon à donner un électron pour convertir le Fe^{3+} en Fe^{2+} quantifiée par la mesure de la couleur bleu vert du complexe qui absorbe à 700 nm. Une absorbance élevée indique que l'échantillon possède un grand pouvoir réducteur (**Barros et al., 2007**).

4) Piégeage du radical $\text{ABTS}^{\circ+}$

Comme le test au DPPH, cette analyse est simple dans son application. Elle apparaît tout fois moins sensible que le test DPPH. En réagissant avec le persulfate de potassium ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$), l'ABTS (acide 2,2-azino-bis 3 éthylbenz- thiazoline-6-sulfonique) forme le radicale $\text{ABTS}^{\circ+}$, de couleur bleu à vert. L'ajout d'antioxydant va réduire ce radical et provoquer la décoloration du mélange mesurée par spectrophotométrie à 734 nm. La méthode est généralement standardisée par rapport au trolox. (**Re et al., 1999**).

Chapitre II :

Matériel et méthodes

1) Matériel et méthodes utilisés

Ce travail a été réalisé dans le laboratoire des recherches des produits naturels, département de Biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers, Abou Beker Belkaid – Tlemcen.

1.1. Provenance des plantes étudiées

Les rhizomes secs du Gingembre Naturel (**Photo 3**) et le Gingembre instantané (marque commerciale Kabir) (**Photo 4**) ont été achetés chez l'herboriste à Tlemcen (Algérie).



Photo 3 : Gingembre naturel



Photo 4 : Gingembre instantané (KABIR)

a) Produits chimiques utilisé

Tableau 1: Les produits utilisés et leurs formules brutes

Nom du Produit	Formule
Acide phosphotungstique	$H_3PW_{12}O_{40}$
Acide phosphomolybdique	$H_3POM_{12}O_{40}$
Acide gallique	$C_7H_6O_5$
Nitrite de sodium	$NaNO_2$
Chlorure d'aluminium	$ALCL_3$
Hydroxyde de sodium	$NaOH$
Acide sulfurique	H_2SO_4
Vanilline (3-méthoxy-4-hydroxybenzaldéhyde)	$C_8H_8O_3$
Phosphate de sodium	Na_2HPO_4
Molybdate d'ammonium	$(NH_4)_6 MO_7O_{24}$
DPPH (2,2 diphényle-1-picrylhydrazyl)	$C_{18}H_{12}N_5O_6$
Méthanol	CH_3OH
Persulfate de potassium	$K_2S_2O_8$
ABTS (3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique)	$C_{18}H_{18}N_4O_6S_4$
BHT (Hydroxytoluène butylé)	$C_{15}H_{24}O$
TROLOX	$C_{14}H_{18}O_4$
Catéchine	$C_{15}H_{14}O_6$
Ferricyanure de potassium	$K_3Fe (CN)_6$
Solution tampon phosphate	/
Acide trichloracétique	$C_2HCl_3O_2$
Chlorure ferrique	$FeCl_3$
Acide Ascorbique	$C_6H_8O_6$
Hydroxy anisole butylé (BHA)	$C_{11}H_{16}O_2$
Hydroxytoluène butylé (BHT)	$C_{15}H_{24}O$
L'acide chlorhydrique	HCL
Ethanol	C_2H_6O

1.2. Méthodes d'extraction

Tout d'abord, nous avons mis le gingembre sec (1) dans un moulin électrique (2) pour le moudre (3) (**Photo 5**).

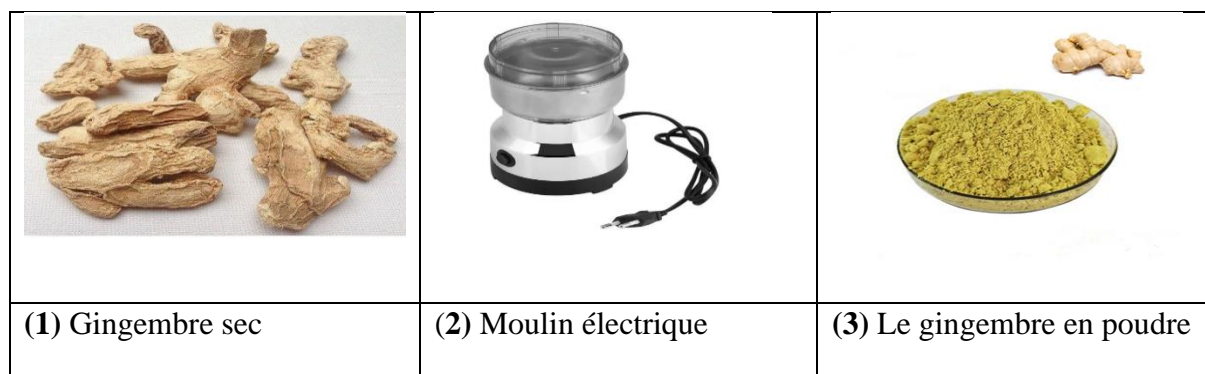


Photo 5 :Etapes de la préparation de la poudre de *Zingiber officinale*

L'extrait est préparé par un mélange de **20 g** de la matière végétale pesée à la balance (1) et de **300 ml** de l'eau distillée chaude(2)., puis on a soumis le mélange (3) à une agitation pendant 2 min à l'aide d'un agitateur (4)et on l'a laissé macérer à température ambiante pendant 24h.

Après **24h** le mélange est filtré par un papier filtre (5).La solution filtrée de gingembre, obtenues est répartie dans des boites des pitres (6) pour le séchage dans l'étuve faute d'absence d'un lyophilisateur dans le laboratoire (**Photo 6**).



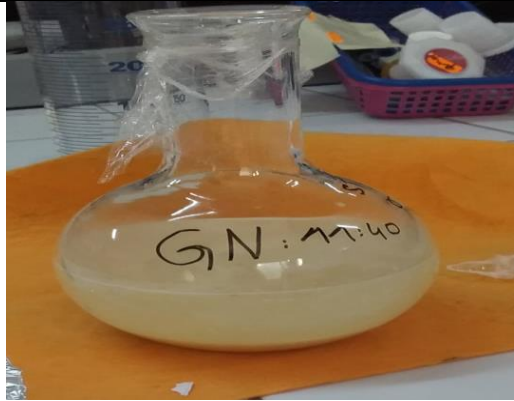



		
<p>(1) Balance servie pour peser 20 g de la matière végétale</p>	<p>(2) 300 ml de l'eau distillée</p>	<p>(3) Le mélange (300 ml d'eau + 20g MV)</p>
		
<p>(4) Agitateur</p>	<p>(5) Filtration</p>	<p>(6) Des boîtes des pitres</p>

Photo 6 : Préparation de l'extrait aqueux du gingembre sec

L'extrait sec est pesé et nous avons déterminé le rendement en extrait sec en calculant le rapport suivant :

$$\text{Rdt \%} = \frac{P1 - P2}{P3} * 100$$

P1 : Poids du ballon après évaporation, **P2** : Poids du ballon avant évaporation (ballon vide), **P3** : Poids de la matière végétale sèche de départ. L'extrait sec est repris dans quelque millilitres l'eau distillée pour les dosages et les évaluations de l'activité antioxydant. Ils ont été conservés à 4°C pour une utilisation ultérieure.

Pour le gingembre instantané, il est déjà vendu sous forme sèche. Nous n'avons qu'à préparer la concentration souhaitée dans l'eau distillée.

1.3. Quantification de quelques classes phénoliques dans les extraits

1.3.1 Polyphénols totaux (PT)

Le dosage des polyphénols est réalisé selon la méthode décrite par **Vermeris et al., 2006** :

a) Principe

Le réactif utilisé, le « Folin-Ciocalteu », est un mélange de complexes d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$) de couleur jaune. Le principe de la méthode est basé sur l'oxydation des composés phénoliques par ce réactif. Cette oxydation entraîne la formation d'un nouveau complexe molybdène-tungstène de couleur bleu qui absorbe à 750 nm.

b) Mode opératoire

Une prise de 100 μ l de l'extrait est mélangée avec 2 ml d'une solution de carbonate de sodium à 2% fraîchement préparée, le tout est agité par un vortex. Après 5 min, 100 μ l du réactif de Folin-Ciocalteu (1N) sont ajoutés au mélange, le tout est laissé pendant 30 min à la température ambiante et la lecture est effectuée contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre à 750 nm. Ce dosage est effectué par la comparaison de la D.O observée à celle obtenue par un étalon d'acide gallique de concentration connue. Pour cela, une gamme étalon à base de l'acide gallique est également préparée à des concentrations allant de 0 à 400 μ g/ml. Les teneurs en Polyphénols totaux des extraits sont alors exprimées en milligramme équivalent acide gallique par gramme de l'extrait sec (mg EAG/g extrait) et/ou en milligramme équivalent acide gallique par gramme de la matière végétale sèche de départ (mg EAG/g MS).

1.3.2 Dosage des Flavonoïdes totaux (FT)

La quantification des flavonoïdes est faite selon une méthode colorimétrique décrite par **Dewanto et al.,2002** :

a) Principe

Le principe de la méthode est basé sur l'oxydation des flavonoïdes par deux réactifs incolores, le nitrite de sodium (NaNO_2) et le chlorure d'aluminium (AlCl_3). Elle entraîne la formation d'un complexe brunâtre qui absorbe à 510 nm.

b) Mode opératoire

Une prise de 250 μl d'extrait diluée est additionnée de 75 μl d'une solution de NaNO_2 à 5%. Après 6 mn d'incubation à température ambiante, 150 μl d'une solution fraîchement préparée de chlorure d'aluminium (AlCl_3 , 10%) sont ajoutés au mélange. Après 5 mn de repos à température ambiante, 500 μl de soude (NaOH , 1M) sont apportés au mélange, et le volume final est porté à 2.5 ml avec de l'eau distillée. L'absorbance de cette préparation est mesurée contre un blanc à 510 nm La comparaison de la D.O observée à celle obtenue par un étalon de catéchine de concentration connue permet d'évaluer la teneur totale en flavonoïdes.

Pour cela, une gamme étalon à base de catéchine est également préparée à des concentrations allant de 0 à 400 $\mu\text{g/ml}$. Les teneurs en flavonoïdes des extraits sont alors exprimées en milligramme équivalent catéchine par gramme de l'extrait sec (mg EC/g extrait) et/ou en milligramme équivalent catéchine par gramme de la matière végétale sèche de départ (mg EC/g MS).

1.3.3. Dosage des Tanins condensés (TC)

Le dosage des tanins condensés est réalisé selon la méthode décrite par **Sun et al., 1998** :

a) Principe

En présence d'acide sulfurique, les tanins condensés se dépolymérisent et, par réaction avec la vanilline, se transforment en anthocyanidols de couleur rouge, mesurables par spectrophotométrie à 500 nm.

b) Mode opératoire

Une prise de 50 µl d'extrait est ajoutée à 3 ml de vanilline à 4% et 1.5 ml d'acide chlorhydrique concentré. Après homogénéisation, le mélange est mis en incubation à température ambiante pendant 15 mn. L'absorbance est mesurée contre un blanc à 500 nm. Les teneurs en tanins condensés, déterminées en se référant à une gamme étalon de catéchine 0 à 400µg/mL, sont exprimées en milligramme équivalent catéchine par gramme de l'extrait sec (mg EC/g extrait) et/ou en milligramme équivalent catéchine par gramme de la matière végétale sèche de départ (mg EC/ gMS).

1.4. Détermination de l'activité antioxydante, *in vitro***1.4.1. Capacité antioxydante totale (CAT)**

Elle est réalisée selon la méthode décrite par **Prieto et al., 1999** :

a) Principe

Ce test est basé sur la réduction du molybdène (VI) en molybdène (V) par l'extrait de plante. Cette réduction induit, à pH acide, la formation du complexe phosphate/Mo (V) de couleur verte.

b) Mode opératoire

Une prise de 100 µl d'extrait est combinée dans un tube avec 1ml de solution composée d'acide sulfurique (0.6 M), de phosphate de sodium (28 mM) et de molybdate d'ammonium (4 mM). Les tubes sont incubés à 95°C pendant 90 mn. Après un repos de 6 mn à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 695 nm contre un blanc contenant du méthanol à la place de l'extrait. Comme pour les polyphénols totaux, l'activité antioxydante totale est exprimée en milligramme équivalent acide gallique par gramme de l'extrait sec (mg EAG/g extrait) et/ou en milligramme équivalent acide gallique par gramme de la matière végétale sèche de départ (mg EAG/g MS).

1.4.2. Piégeage du radical DPPH°

a) Principe

Le DPPH° (2,2 diphényl-1-picrylhydrazyl) 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. Il absorbe dans le visible à la longueur d'onde de 515 à 520 nm. La méthode de DPPH° présente plusieurs avantages du fait qu'elle soit indépendante, simple et rapide. Le test consiste à mettre le radical DPPH° (de couleur violette), en présence des molécules dites « antioxydantes » afin de mesurer leur capacité à réduire ce radical (**figure 9**). La forme réduite (de couleur jaune) n'absorbe plus, ce qui se traduit par une diminution de l'absorbance à cette longueur d'onde.

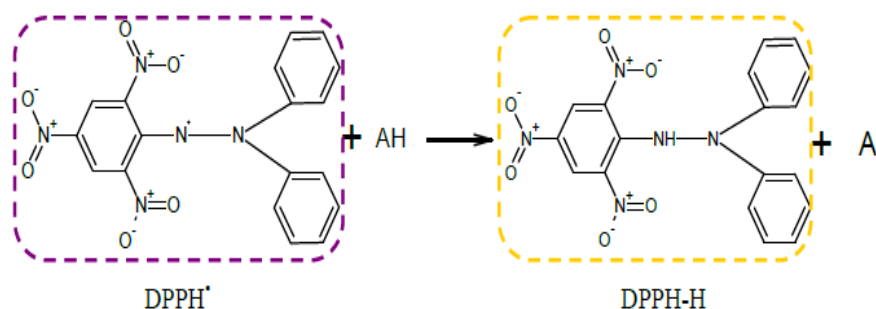


Figure9: Forme réduite du radical DPPH°

b) Mode opératoire

Le protocole expérimental suivi est celui d'**Atoui et al., 2005** : 50 µl de chaque extrait (à différentes concentrations) sont ajoutés à 1950 µl d'une solution méthanolique de DPPH° à 6.34×10^{-5} M (0.0025 g dans 100 ml méthanol). Pour chaque concentration un blanc est préparé. En ce qui concerne le contrôle négatif, ce dernier est préparé, en parallèle, en mélangeant 50 µl du méthanol avec 1950 µl d'une solution méthanolique de DPPH° à la même concentration utilisée.

Après incubation à l'obscurité pendant 30 min et à la température ambiante, la réduction du DPPH° s'accompagne par le passage de la couleur violette à la couleur jaune de la solution. La

lecture des absorbances est effectuée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Le témoin positif utilisé est le butylhydroxytoluène (BHT). Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition, calculés suite à la diminution de l'intensité de la coloration du mélange, selon la formule :

$$PI = (D.O_{\text{témoin}} - D.O_{\text{extrait}} / D.O_{\text{témoin}}) \times 100$$

PI : pourcentage d'inhibition, *D.O témoin* : absorbance du témoin négatif, *D.O extrait* : absorbance de l'extrait.

L'étude de la variation de l'activité antiradicalaire en fonction de la concentration des extraits permet de déterminer la concentration qui correspond à 50% d'inhibition (CI_{50}). Une valeur de CI_{50} faible correspond à une grande efficacité de l'extrait.

1.4.3. Piégeage du radical $ABTS^{\circ+}$

Le radical $ABTS^{\circ+}$ est produit par réaction entre l'ABTS et une solution à 4.9 mM de persulfate de potassium. Ce mélange est agité pendant 16 h à l'obscurité puis dilué par l'éthanol jusqu'à obtenir une absorbance à 734 nm de 0.700 ± 0.02 . Une prise (950 μ l) de cette solution d' $ABTS^{\circ+}$ est ensuite mélangée avec 50 μ l d'extrait à différentes concentrations. Après 6 mn d'incubation à température ambiante, l'absorbance du mélange est mesurée à 734 nm contre un blanc (**Re et al., 1999**). Les résultats permettent de calculer et d'exprimer cette activité antiradicalaire en pourcentage d'inhibition et en CI_{50} comme décrit précédemment pour le DPPH°. Les valeurs de CI_{50} sont comparées avec celles des standards de référence : Trolox (acide 6-hydroxy-2,5,7,8-tetraméthyl-chroman-2-carboxylique).

1.4.4. Pouvoir réducteur du fer (FRAP)

Le pouvoir réducteur est déterminé selon la méthode décrite par **Oyaizu, 1986** :

a) Principe

L'activité réductrice d'un extrait est évaluée par la réaction d'oxydoréduction entre l'extrait et les ions métalliques de transition, notamment le fer. Le ferricyanure de potassium $K_3Fe(CN)_6$

fournit des ions Fe^{3+} qui seront réduits en Fe^{2+} par les antioxydants présents dans l'extrait végétal.

b) Mode opératoire

Cette méthode consiste à mélanger 1 ml de l'extrait à différentes concentrations avec 2.5 ml de tampon phosphate 0.2 M à pH 6.6 et 2.5 ml d'une solution de $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ à 1% (m/v). Le mélange obtenu est incubé pendant 20 mn à 50°C, puis 2.5 ml d'acide trichloracétique à 10% (m/v) sont ajoutés pour arrêter la réaction. Le mélange est centrifugé à 650 g pendant 10 mn à température ambiante et 2.5 ml du surnageant sont additionnés de 2.5 ml d'eau distillée et 0.5 ml de FeCl_3 à 0.1% (m/v). La lecture de l'absorbance se fait à 700 nm contre un blanc. Les résultats permettent de calculer la concentration efficace (CE_{50}), concentration de l'extrait correspondante à une absorbance égale à 0.5, obtenue par l'interprétation de la courbe de régression linéaire ($\text{D.O} = f([\text{ }])$). L'activité de l'extrait est enfin comparée à celle de témoin positif, butylhydroxytoluène (BHT).

1.5. Analyses statistiques

Les valeurs indiquées dans les tableaux sont des moyennes \pm écarts-types des trois mesures parallèles en utilisant EXCEL (2016). Les valeurs des concentrations (Dosage et CAT), de CI_{50} et de CE_{50} ont été calculées à partir des équations linéaires des courbes tracées sur EXCEL.

Chapitre III :

Résultats et discussion

1. Rendement

Le rendement en extrait aqueux de *zingiber officinale*, acheté chez l'herboriste, obtenu par macération en utilisant l'eau distillée est de 8,425%.

Un travail antérieur a révélé un rendement de 5.37% pour le gingembre naturel par macération au méthanol (Amari S., 2016). Un rendement inférieur au notre, à cause des différences dans le séchage de la plante et la méthode et le solvant d'extraction utilisés.

2. Dosages des composés phénoliques

2.1. Teneurs en polyphénols totaux, tanins et flavonoïdes

Nous avons déterminé la teneur en polyphénols totaux, tanins et flavonoïdes de l'extrait de Gingembre naturel séché et celui instantané (KABIRE) en utilisant les équations des régressions linéaires d'étalonnage d'acide gallique pour les polyphénols totaux (Figure 10) et de la catéchine pour les tanins (Figure 11) et les flavonoïdes (Figure 12).

Les teneurs obtenues sont exprimées en mg équivalent acide gallique par gramme d'extrait (mg EAA/ g extrait) ou par g de matière sèche (mg EAA/ g Ms) pour les polyphénols totaux et en mg équivalent catéchine par gramme d'extrait (mg EC/ g extrait) ou par g de matière sèche (mg EC / g Ms) pour les tanins et les flavonoïdes (Tableau 3).

Il est à noter qu'aucun travail dans ce contexte n'a été fait sur le gingembre instantané (KABIR).

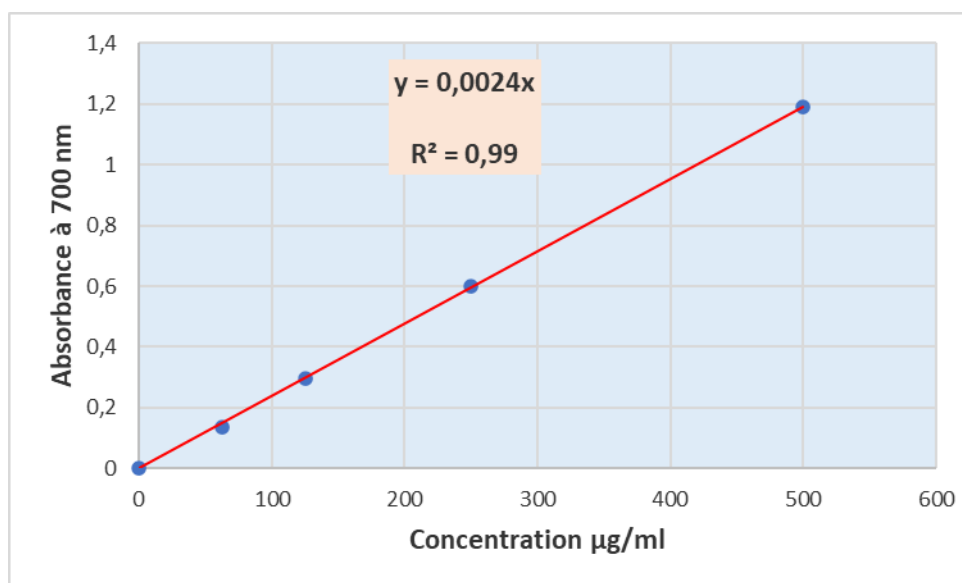


Figure 10 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux

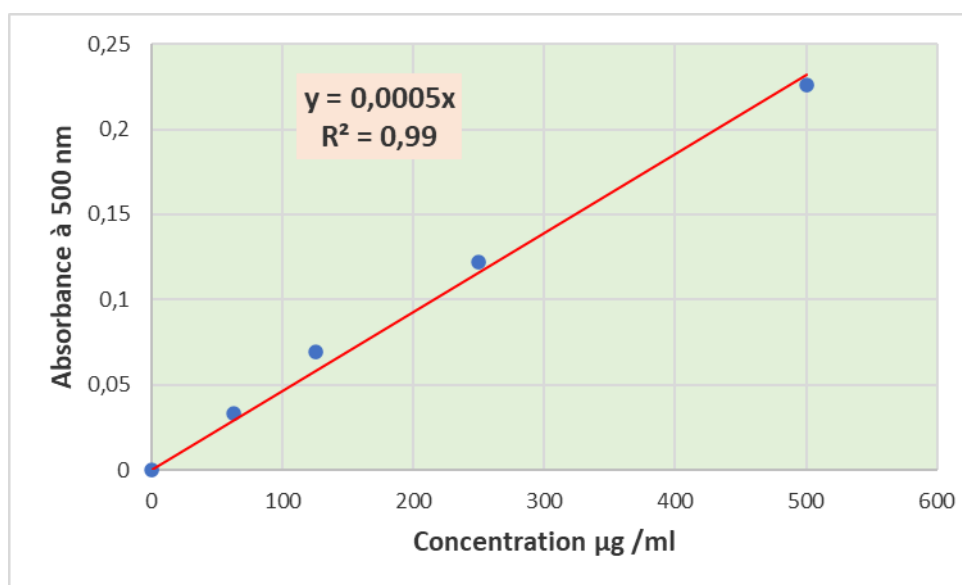


Figure 11 : Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins

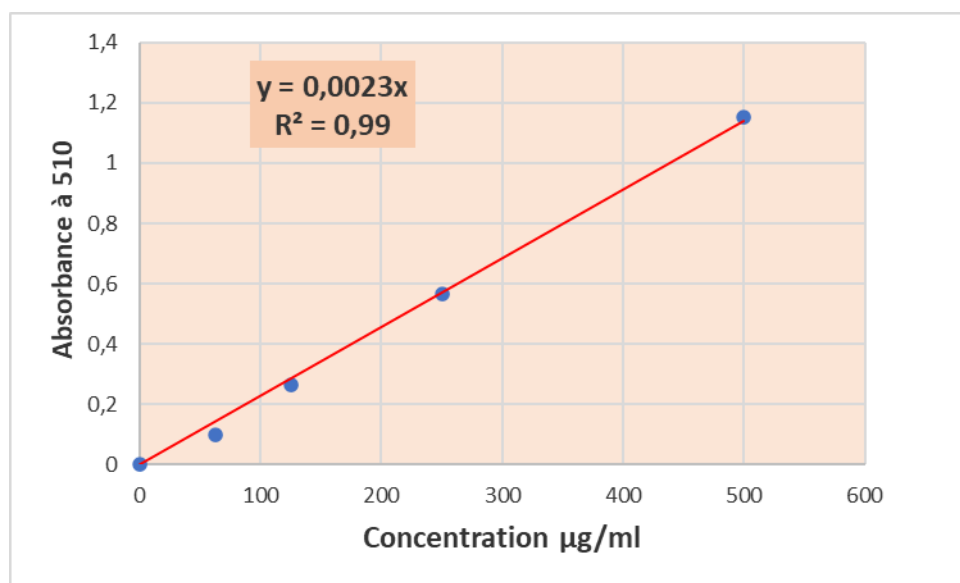


Figure 12 : Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes

Tableau 2: Teneur en phénols totaux, tanins, flavonoïde dans l'extrait de gingembre naturel séché et celui instantané

	Gingembre naturel séché		Gingembre instantané
	mg EAG/g extrait	mg EAG/g Ms	mg EAG/g extrait
Teneur en polyphénols totaux	68.05 ±04.02	5,7 ± 0,2	29.02± 1.93
	mg EC/g extrait	mg EC/g Ms	mg EC/ g extrait
Teneur en tanins	4.56 ± 1.65	0.3 ± 0.1	1.96± 0.83
Teneur en flavonoïdes	12.07 ± 0.1	0.4 ± 0.008	Test négatif

Pour les deux extraites étudiés, nous avons remarqué que le Gingembre séché est plus que doublement plus riche en polyphénols totaux et en flavonoïdes comparé à celui instantané. Cependant, les tanins ne sont présents que dans le gingembre séché vendu chez l'herboriste. Selon **Hinneburg et al.(2006)**, la teneur en composés phénoliques de l'extrait aqueux de gingembre était de 23.5 mg EAG/g d'extrait. Ce résultat est inférieur au notre pour le gingembre séché.

Un autre travail montre que l'extrait éthanolique à 60 % de gingembre a une teneur totale en polyphénols de à 39.9 mg d'équivalent d'acide chlorogénique /g MS (**Rabah et al.,2004**).

Les résultats obtenus pour le dosage des tanins dans gingembre naturel sont : 1.15 ± 0.1 mg EC /g Ms (**Prakash, 2010**) et 6.79 ± 0.1 mg EC /g Ms (**Thiziri et al., 2018**). Des teneurs supérieures à la notre

La teneur en flavonoïdes dans notre extrait de gingembre naturel est inférieure à celle obtenue par **Pilerood et al. (2011)** ($0,685 \pm 0,005$ mg EC/g Ms)et est supérieure à celle obtenue par **Oueslati et al. (2018)** ($0,086 \pm 0,0006$ mg EC /g Ms).

Toutes ces différences peuvent être expliquée par : la méthode et les solvants d'extraction, la saison de la récolte, le séchage de la plante et les méthodes de dosage.

3. Activité antioxydante, *in vitro*

3.1. Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényle-1-piryldrazyl)

Cette activité a été évaluée par l'aptitude des extraits de gingembre naturel et gingembre instantané (KABIR) à neutraliser le radical libre DPPH. Les valeurs des absorbances obtenues ont permis de calculer les pourcentages d'inhibition et de tracer des courbes (DO=f(Concentrations)) ce qui a permis de déterminer la valeur CI_{50} de chaque extrait, celle-ci correspond à valeur de la concentration à 50% d'inhibition.

D'après les résultats représentés dans les **figures 13, 14 et 15**, il semble que les pourcentages d'inhibition du radical libre augmentent avec l'augmentation de la concentration du standard (BHT) et des différents extraits.

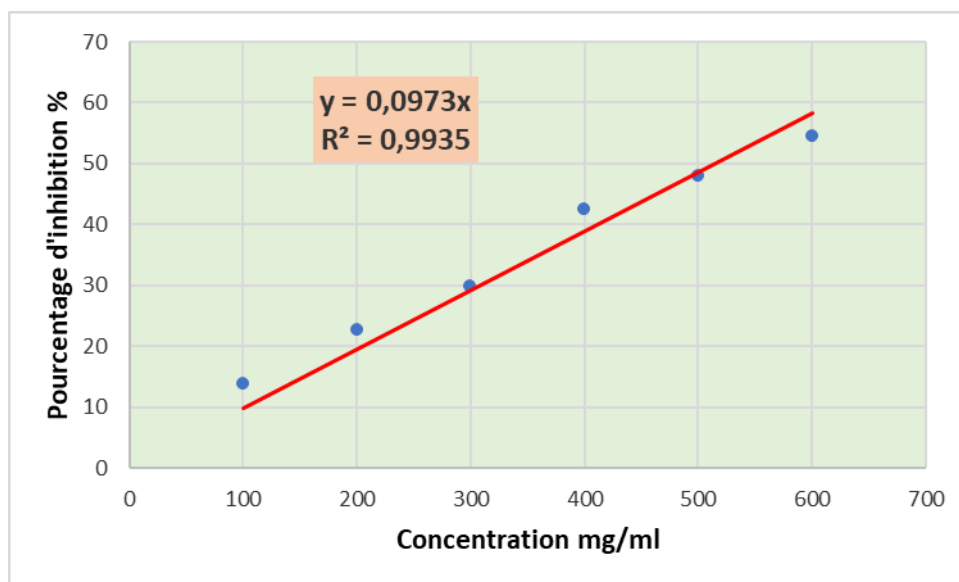


Figure 13 : Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH° pour le standard

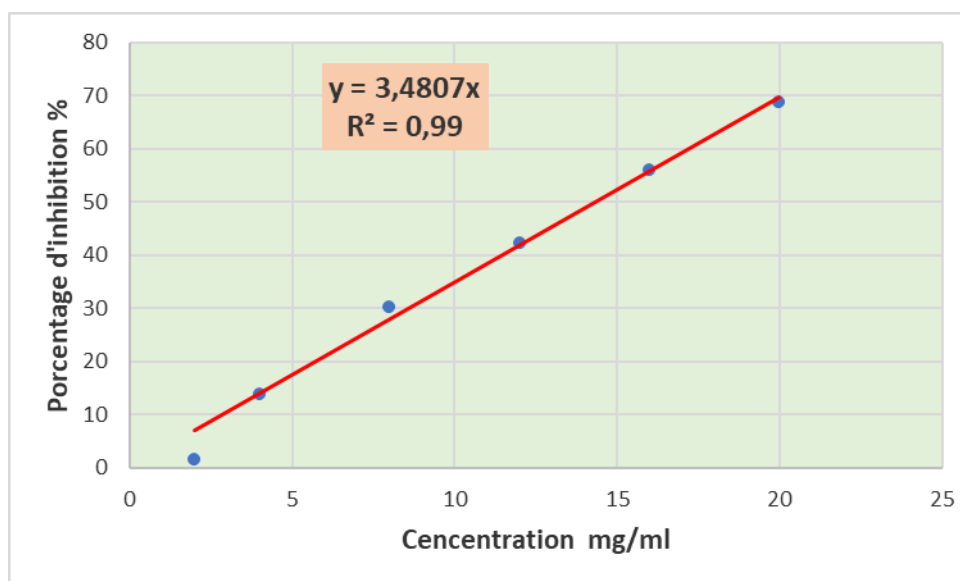


Figure 14 : Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH° de l'extrait de gingembre séché

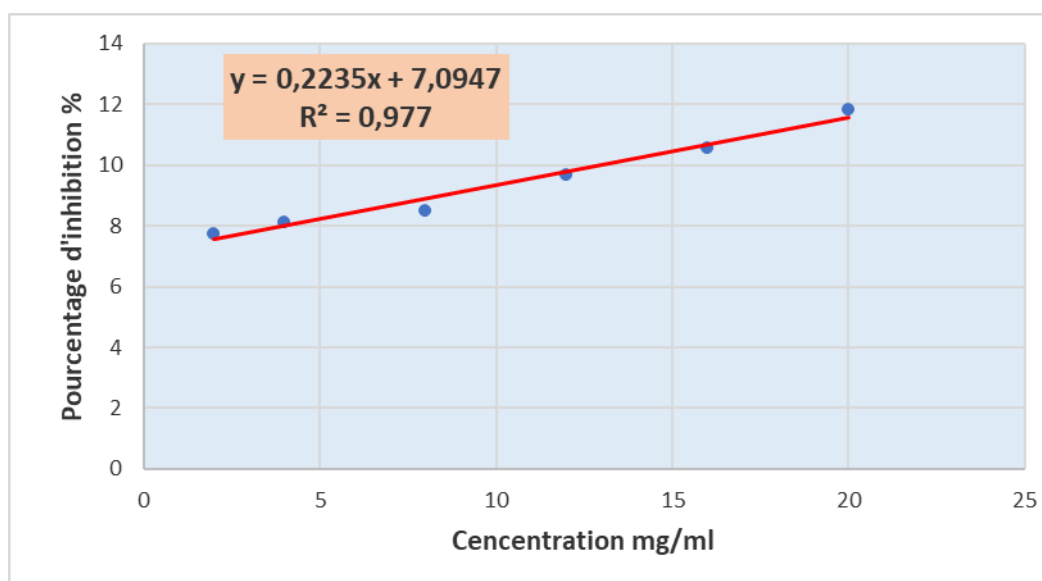


Figure 15 : Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH° de l'extrait de gingembre instantané

Afin de comparer l'activité antioxydante des extraits testés par cette méthode, nous avons calculé la concentration CI_{50} (mg/ml) des extraits de gingembre séché et instantané, à partir de l'équation de régression correspondant à leur courbe (**Tableau 4**)

Tableau 3: Valeurs de CI_{50} du BHT et du gingembre séché et celui instantané

Extrait	$CI_{50}/DPPH$ (mg/ml)
BHT	0,01287
Gingembre séché	0,359
Gingembre instantané	Non atteinte

Pour gingembre instantané, on n'a pas pu calculer le CI_{50} parce que 50% de l'inhibition n'a pas été atteinte. D'après les valeurs de CI_{50} , on remarque que l'extrait de gingembre séché a une valeur de CI_{50} beaucoup supérieure à celle du BHT, ce qui reflète une faible activité par rapport à ce standard.

Selon les valeurs de CI_{50} , le pouvoir de piégeage de notre extrait du gingembre séché est faible par rapport au BHT testé dans les mêmes conditions et même par rapport aux extraits étudiés par **Sellal Abdel Hakim(2009)** (CI_{50} est de 0,023 mg/ml) et par **Stoilova et al. (2007)**($CI_{50}=0.0006$ mg/ml).

3.2. Capacité antioxydant totale (CAT)

Ce test est basé sur la réduction du molybdène (VI) en molybdène (V) par l'extrait de plante. L'acide ascorbique est le standard. L'absorbance a été lue dans une longueur d'onde de 695 nm. Les résultats obtenus sont calculés à partir de la courbe d'étalonnage (**Figure 16**).

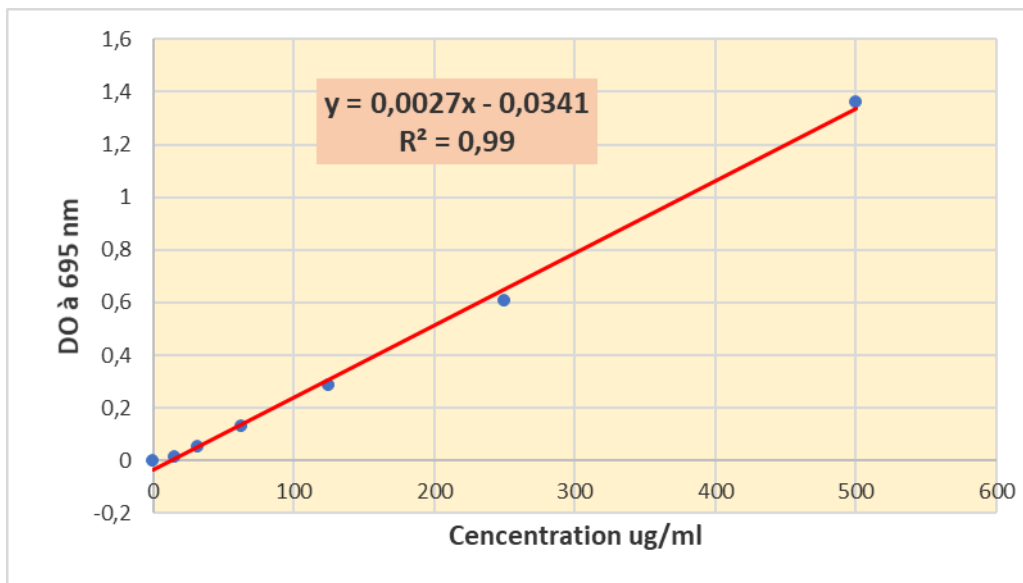


Figure 16 : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique pour l'évaluation de l'activité anti oxydante par la méthode de la capacité anti oxydante (CAT)

La capacité anti oxydant de gingembre naturel et gingembre instantané a été estimée par l'équation de la courbe linéaire, Les teneurs obtenues sont exprimées en mg équivalent acide ascorbique par gramme de la matière végétale sèche (mg EAA/ g Ms) ou par mg équivalent acide ascorbique par gramme d'extrait (mg EAA/g extrait)(Tableau 5).

Tableau 4: La capacité anti oxydante total de gingembre naturel séché et celui instantané

Capacité anti oxydant	Gingembre naturel séché		Gingembre instantané
	mg EAA/g extrait	mg EAA/ g Ms	mg EAA/g extrait
	13.41± 0.19	1.12± 0.02	3.23± 0.07

La capacité antioxydante est beaucoup plus élevée dans extrait de gingembre séché comparé au gingembre instantané et même à l'extrait étudié par **Sellal Abdel Hakim (2009)** (0.226 ± 0.005 mg EAA /g Ms).

3.3. Pouvoir Réducteur du fer

C'est une activité antioxydante rapide, reproductible et facile à exécuter. Cette méthode est établie sur la capacité des polyphénols à réduire le fer ferrique Fe^{3+} en fer ferreux Fe^{2+} . La puissance de réduction est un mécanisme antioxydant.

Dans notre travail, nous avons opté pour tester les différents extraits de gingembre naturel et gingembre instantané. Les valeurs des densités optiques en fonction des différentes concentrations ont permis de tracer des courbes de chaque extrait étudié (figure 17, 18 et 19).

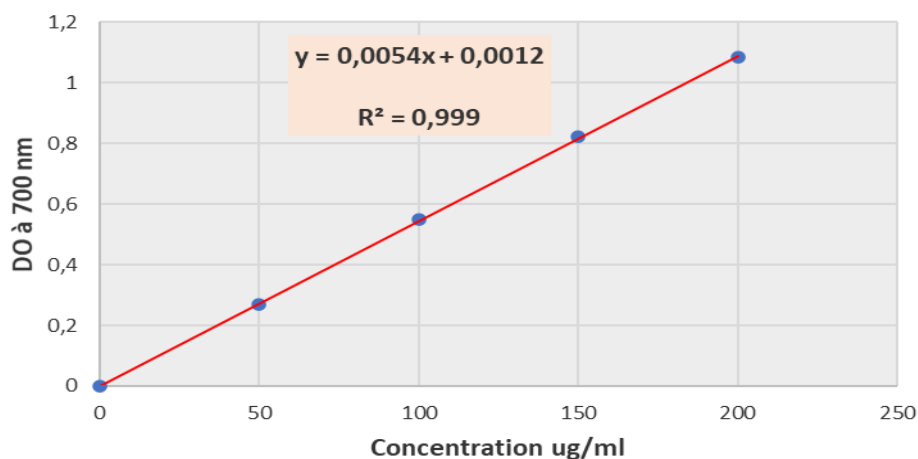


Figure 17 : Pouvoir réducteur du standard BHT

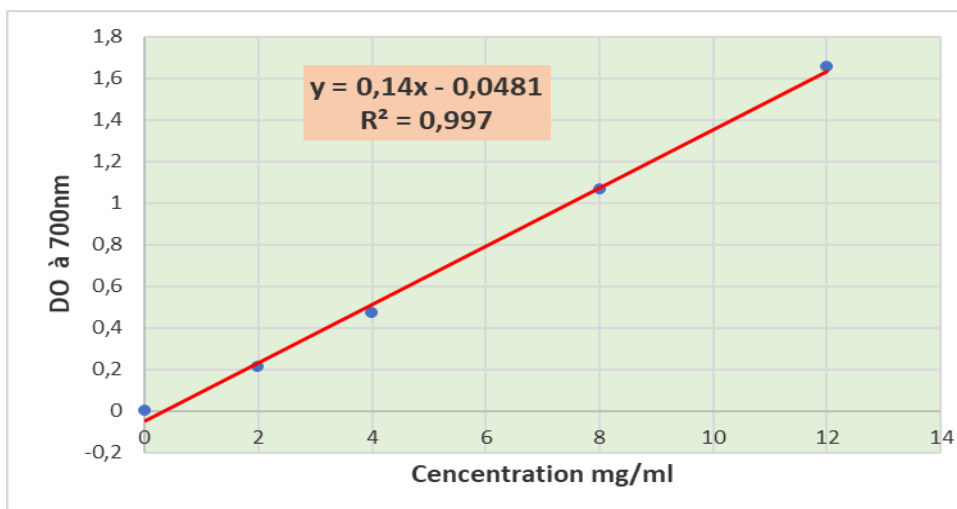


Figure 18 : Pouvoir réducteur du fer de l'extrait de gingembre naturel

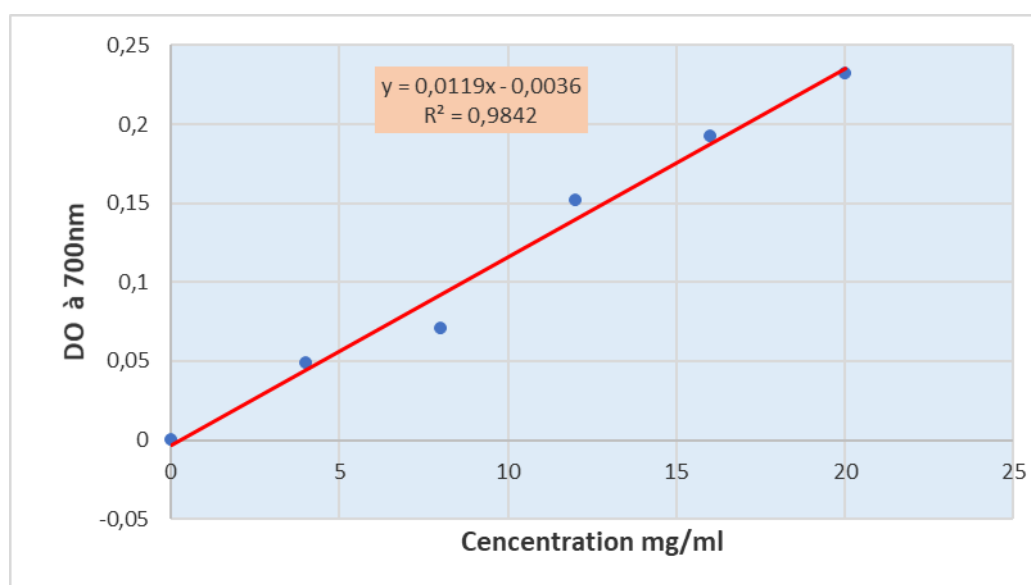


Figure 19 : Pouvoir réducteur du fer de l'extrait de gingembre instantané

Les résultats obtenus montrent que la capacité de réduction est proportionnelle à l'augmentation des concentrations utilisées, soit pour le standard (BHT), ou pour les différents extraits. Afin de comparer l'activité antioxydant des extraits, nous avons calculé la concentration CE_{50} (Tableau 6).

Tableau 5: Les valeurs de CE_{50} des extraits et standard par la méthode de réduction du fer

Extrait	CE_{50} /réduction du fer (mg/ml)
BHT	0,09237
Gingembre séché	3,915
Gingembre instantané	Non atteinte

D'après les valeurs de CE_{50} , on remarque que l'extrait de gingembre séché a une CE_{50} supérieure à celle du standard, donc cet extrait a un pouvoir antioxydant très faible que celui du standard (BHT). Pour le gingembre instantané, on n'a pas pu calculer la CE_{50} parce que la valeur de $DO = 0,5$ n'a pas été atteinte même à une concentration de 20 mg/ml. Notre extrait a un pouvoir réducteur faible comparé au travail d'Aissani N. (2019) qui a révélé une CE_{50} de 0.71 mg/ml pour le gingembre naturel.

3.4. Piégeage du radical ABTS^{o+}

La radical ABTS^{o+} est produit par réaction entre l'ABTS et une solution de persulfate de potassium. Les valeurs des absorbances obtenues ont permis de calculer les pourcentages d'inhibition et de tracer des courbes à partir desquelles on peut déterminer la valeur CI₅₀ de chaque extrait, celle-ci correspond à valeur de la concentration à 50% d'inhibition.

D'après les résultats représentés dans les **figures 20, 21 et 22**, il semble que le pourcentage d'inhibition du radical libre augmente avec l'augmentation de la concentration du standard (trolox) et des différents extraits.

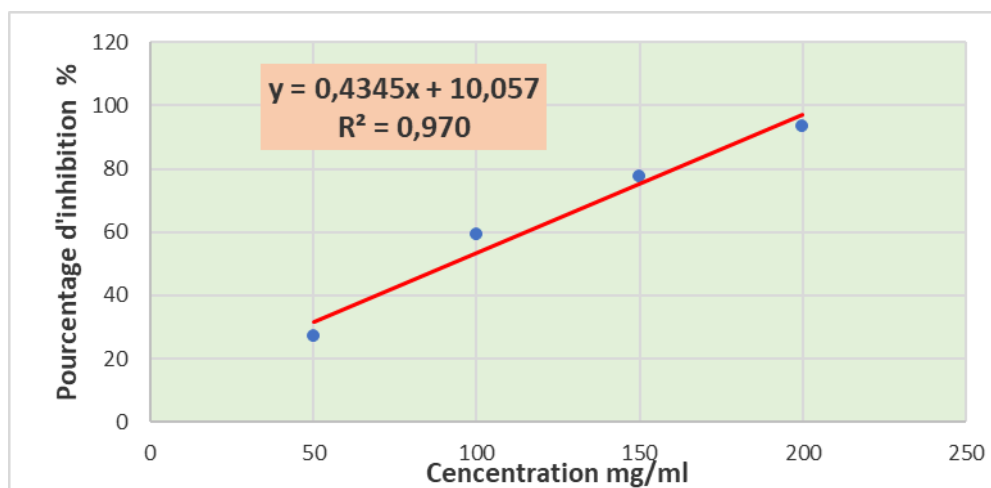


Figure 20 : Pourcentage d'inhibition du radical ABTS^o pour le standard trolox

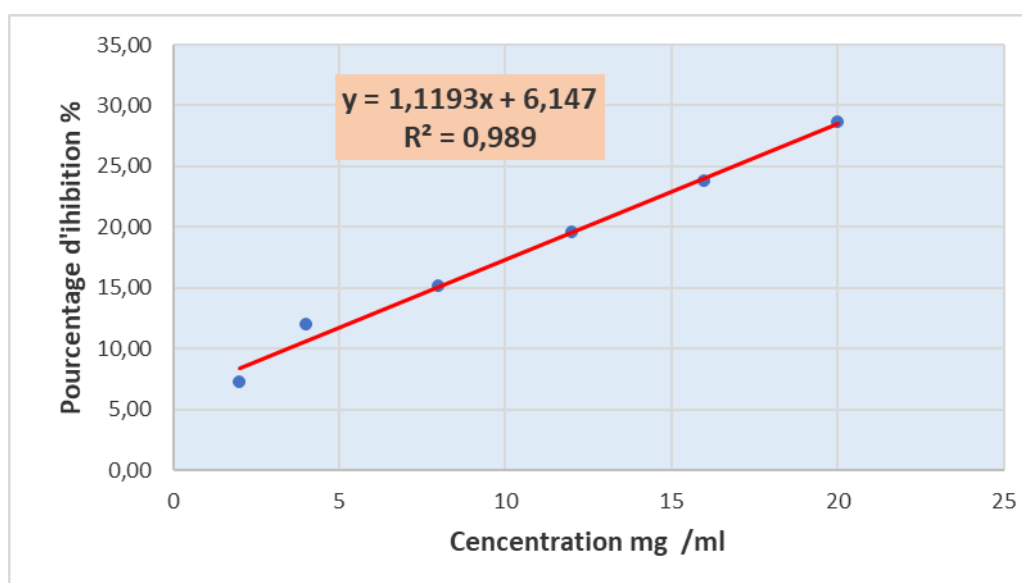


Figure 21 : Pourcentage d'inhibition du radical ABTS° de l'extrait de gingembre instantané

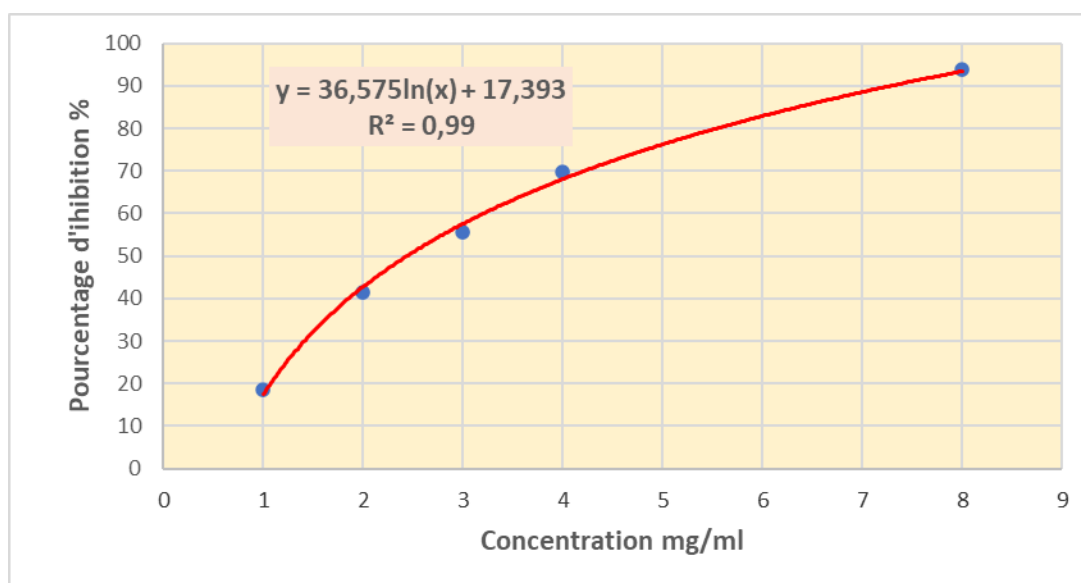


Figure 22 : Pourcentage d'inhibition du radical ABTS° de l'extrait de gingembre séché

Afin de comparer l'activité antioxydante des extraits testés par cette méthode, nous avons calculé la concentration CI₅₀ (mg/ml) des extraits de gingembre naturelle et instantané (KABIR), à partir de l'équation de régression correspondant à leur courbe (Tableau 7).

Tableau 6: Valeurs de CI₅₀ du trolox, gingembre séché et celui instantané

Extrait	CI ₅₀ (mg/ml)
Trolox	0,09192
Gingembre séché	2,43
Gingembre instantané	Non atteinte

Pour gingembre instantané, on n'a pas pu calculer la CI₅₀ parce que 50% de l'inhibition n'a pas été atteinte. Le gingembre séché a une valeur de CI₅₀ supérieure à celle du standard et donc un pouvoir antioxydant très faible. Selon (**Thizir et al.,2018**), la CI₅₀ de gingembre naturel est de l'ordre de $80,03 \pm 0,27$ mg/g ce qui reflète une faible activité par rapport à notre extrait.

Conclusion générale



Conclusion générale

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés par l'étude des composés phénoliques et de l'activité antioxydante des extraits de Rhizome de Gingembre (*Zingiber officinale*), naturel et séché et le Gingembre instantané, commercialisés et vendus chez l'herboriste à Tlemcen.

Le rendement obtenu pour l'extrait aqueux de *Zingiber officinale* est de : 8.425 %.

Les dosages des polyphénols (PPT) totaux par la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu, des Flavonoïdes (Fv) par la méthode de trichlorure d'aluminium et des Tanins (Tn) condensé en utilisant la méthode au Vanilline, ont montrés que l'extrait aqueux de Rhizome de *Zingiber officinale* est plus riche en ces composés que l'extrait de Gingembre instantané. Il contient $5,7 \pm 0,2$ EAG/g Ms en PPT et des teneurs faibles en Fv ($0,4 \pm 0,008$ mg EC/g) et en Tn ($0,3 \pm 0,1$ mg EC/g Ms). Des valeurs qui restent généralement faibles par rapport aux travaux antérieurs.

L'évaluation de l'activité antioxydante de Rhizome de *Zingiber officinale* et de gingembre instantané a été évaluée par 4 méthodes : Piégeage du radical DPPH, Pouvoir réducteur de fer, Piégeage du radical ABTS et la capacité antioxydante totale. Es résultats montre que c'est toujours l'extrait aqueux des Rhizome de *Zingiber officinale* qui a montré un pouvoir antioxydant important par rapport à celui du Gingembre instantané dont les valeurs de CI 50 (Piégeage du radicaux DPPH et ABTS) et de CE 50 n'ont pas été atteinte même à 20mg/ mL. Cependant, l'activité du Gingembre naturel séché reste inférieure à celle des standards utilisés (BHT et Trolox). La meilleure activité de cet extrait était en piégeant le radical DPPH avec une valeur de CI 50 de 0.359 mg/ml. Une activité qui reste faible comparée aux extraits de la même plante étudiée antérieurement.

L'ensemble de résultats obtenus révèle que le Rhizome de *Zingiber officinale* a des teneurs en composés phénoliques et des activités antioxydantes meilleures comparées au Gingembre instantané, mais qui reste nettement faible comparé aux standards.

Références
Bibliographiques

Références Bibliographiques

Ali BH, Blunden G, Tanira MO, Nemmar A. (2008). Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) : a review of recent research. *Food Chem Toxicol*, ; 46(2) : 409-20.

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.

Ames, B.N., Cathcart, R., Schwiers, E., Hochstein, P., 1981. Uric acid provides an antioxidant defense in humans against oxidant- and radical-caused aging and cancer : a hypothesis *Proc Natl Acad Sci USA* 78, 6858-6862.

Amy King et Gloria Young, (characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals), *J. Am. Diet. Assoc.*, vol. 99, n°2, 1999, p. 213-218.

Atoui A, Mansouri A, Boskou G, Kefalas P (2005). Tea and herbal Infusions : their antioxidant activity and phenolic profile. *Food Chem.* 89(1) : 27-36.

Barry, T.N., MANLEY, T.R. et 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.*

Références bibliographiques

Barros L, Ferreira MJ, Queiros B, Ferreira I, Fret B, Baptista (2007). Total phenols, ascorbic acid, beta-carotene and lycopene in Portuguese wild edible mushrooms and their antioxidant activities. *Food Chemistry*, 103 : 413-419 p.

Bartels E.M., Folmer V.N., Bliddal H., R.D. Altman, Juhl C., Tarp S., Zhang W. et Christensen R., 2015. Efficacy and safety of ginger in osteoarthritis patients : a meta-analysis of randomized placebo-controlled trials, *osteoarthritis and cartilage*, 23, 13-21p.

Bartley, J., & Jacobs, A. (2000). Effects of drying on flavour compounds in Australian-grown ginger (*Zingiber officinale*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 209–215.

Barry, T.N., Manley, T.R. et 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*.

Bermond, P. 1990. Biological effects of food antioxidants "Ed. Hudson, B.J.F, *Food Antioxidants* : 193-251.

Blanc, N., Hauchard, D., Audibert, L. and Ar Gall, E., 2011. A radical scavenging capacity of phenol fractions in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* : an electrochemical approach. *Talanta*, 84 : 513-518.

Bode AM et Dong I F F, Wachtel-Galor S. 2011. *Herbal Medicine-Biomolecular and Chemical Aspects*. 2ed Edition CRC Press. Différents le Mémoire Master (2015) : Etude de l'effet d'un régime irrégulier du *Zingiber officinale* sur le réarrangement de la matrice Extracellulaire de différents segments de l'aorte chez les rats Albinos Wistar traité par une Dose cytotoxique de DL-Méthionine, 20 p

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.

Bruneton J. (2009). *Pharmacognosie : phytochimie, plantes médicinales* 4ème édition. Technique et Documentation. Paris, 1269 p.

Références bibliographiques

- Brown A.C., Shah C., Liu J., Pham J.T.H., Zhang J.G., Jadus M.R. 2009. Ginger's (Zingiber officinale Roscoe) Inhibition of Rat Colonic Adenocarcinoma Cells Proliferation and Angiogenesis In Vitro. *Phytotherapy Research*, 23, 640-645p.
- Brunton J. (2009). Les tanins. Ed. Editions médicales internationales, Paris, 1999, 369-404.
- Chrubasik S, Pittler HM, Roufogalis BD. Zingiberis rhizoma : a comprehensive review on the ginger effect and efficacy profiles. *Phytomedicine* . (2005) September ;12(9) :684-701. Boo
- Cuvelier, C., Dotreppe, O., & Istasse, L. (2003). Chimie, sources alimentaires et dosage de la vitamine E. *Ann. Méd. Vété*, 147, 315 – 324.
- Ceretta LB, GZ Reus, Abelaire HM (2012) . Augmentation du stress oxydatif et le déséquilibre des enzymes antioxydant dans le cerveau des rats diabétiques alloxane induites recherche expérimentale sur le diabète. 8 :306-682.
- Cohen R, Nyska A. (2002). Oxidation of biological systems : oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reaction and methods for their quantification. *Toxicologic Pathology*. 30 :620-650.
- Favier A. (2003). Le stress oxydant : Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *Mécanisme Biochimique*. P108-115.
- Dewanto V, Wu X, Liu RH (2002) Processed sweet corn has Higher antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50 :4959–64.
- Faivre CL., Lejeune L., Staub H., Goetz P. (2006). Zingiber officinale Roscoe, *Phytothérapie*, 2 : 99-102 p.
- Dugazani S, Pichika MR, Nadarajah VD, Baliyepalli 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.
- Funatogawa K., Hayashi S., Shimomura H. et al., 2004. Antibacterial activity of hydrolyzable tanins derived from medicinal plants against *Helicobacter pylori*. *Microbiol. Immunol.* 48 (4):251-61.
- Finaud J., Lac G., Filaire E. (2006). Oxidative Stress : Relations with exercise and Training. *Sport Medicine*. 36(4) :327-358.6.

Références bibliographiques

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.

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

Gouveia S. et Castilho P.C. (2011), Antioxidant potential of *Artemisia argentea* L'Hér alcoholic extract and its relation with the phenolic composition *Food Research International*, vol.44, n°6, pp1620-1631.

Gurib-Fakim, A. (2006) Medicinal plante : tradition of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular Aspects of Medicine*, 27 : 1-93.

Haksar A, Sharma A, Chawla R, Kumar R, Arora R, Singh S, Prasad J, Gupta M, Tripathi RP, Arora MP, Islam F, Sharma RK. *Zingiber officinale* 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.

Halliwell, B., Gutteridge, J., 1999. *Free Radical in biology and Medicine*, 3rd ed. Oxford University Press.

Hellal Z., 2011. Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Application sur la sardine (*Sardinapilchardus*). Mémoire de Magister. Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou.

Hinneburg I, Damien Dorman H, Hiltunen R (2006). Antioxidant activity Of extracts from selected culinary herbs and spices. *Food Chem.*, 97 : 122-129.

Julie A Ross I, Christine M Kasum, (Dietary flavonoids : bioavailability, metabolic effects and safety), *Ann Review Nut.*, vol. 22, n°1, 2002, p. 19-34.

Jean Guillaume, il ont domestiqué plantes et animaux : Prélude à la civilisation, Versailles, Editions Quae, 2010, 456 p.

Références bibliographiques

Krischvink N, Moffarts B, Lekeux P (2008). The oxidant / antioxydants quelibrium in horses. *The Veterinary Journal*. 177 :178-191.

Kouamé, J., Gnoula, C., Palé, E., Bassolé, H., Guissou, I.P., Simporé, J. and Nikiéma, J.B. 2009. Etude des propriétés cytotoxiques et antiradicalaires d'extraits de feuilles et de galles de guiera senegalensis J.F. Gmel (Combretaceae). *Science et technique, Science de la santé*, 32 :1-2.

Luisa Helena Cazarolli, Leila Zanatta, Elga Heloisa Alberton, Maria Santos Reis Bonorion Figueirido, Polaine Folador, Rosangela Guollo Damazio, Moacir Geraldo Pizzolatti, Fatima Regina Mena Barreto Silva, (Flavonoids : prospective drug candidates), *Mini rev. med. Chem.*, vol. 8, n°13, 2008, p.1429-1440.

Mansour A., 2009- Investigation photochimique de l'extrait n- butanol de l'espèce centaurea Africaini.

Monaghan, B.R Schmitt, F.O., 1932. The effects of carotene and vitamine A on the oxidation of linoleic acid. *J Bio Chem* 96,387-395.

Morreel K, Goemine G, Storme V, Sterck L, Ralph J, Coppieters W, Beryne P, Steenackers M, Georges M, Messens E, Boerjan W. Genetical metabolomics of flavonoid biosynthesis in *Populus* : a case study. *Plante J*. 2006, 47 :224-37.

Ono E, Hatayama M, Isono Y, Sato T, Watanabe R, Yonekura-Sakakibara K, Fukuchi-Mizutani M, Tanaka Y, Kusumi T, Nishino T, Nakayama T. Localization of a flavonoid biosynthetic polyphenoloxidase in vacuols. *Plante J*. 2006, 45 :133-43.

Oueslati, S., Gharsalli, W., AbdelKarim, M., Benaissa-Fennira, F., Kssouri, R., (2018) / *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology, Biochemical evaluation and exploration of the antioxidant, Antibacterial and anticancer potential of Zingiber officinale*, 54 (1), 3561-3568. Oyaizu M. 1986. Studies on product of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn. J. Nutr.* 44 :307-315.

Platel K, Srinivasan K. Digestive stimulant action of spices : a myth or reality ? *Indian J Med Res* 2004 May ;119(5) :167-79.

Prakash, J., 2010. Chemical composition and antioxidant properties of ginger root (*Zingiber Officinale*). *Journal of Medicinal Plants Research* 4, 2674-2679.

Références bibliographiques

Prieto P, Pineda M, Aguilar M. 1999. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex : Specific application to the determination of vitamin E. *Analytical Biochemistry*, 269(2), 337-341.

Rababah T, Navam S, Hettiarachchy, Ronny H (2004). Total Phenolic And Antioxidant Activity of Fenugreek, Green Tea, Black tea, Grape Seed, Ginger, Rosemary, Gotu Kola, and Ginkgo Extract, Vitamin E, And tert-Butylhydroquinone. *J. Agri. Food Chem.*, 52 : 5183-5186.

Raut AM, Suryakar AN, Mhaisekar D (2012). Etude du stress oxydatif en relation avec le statut antioxydant dans la bronchite chronique. *Journal International de Médecine et des Sciences Médicales*. 4(2) : 75-77.

Rashidian A, Mehrzadi S, Ghannadi AR, Mahzouni 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](https://www.vitaality.fr)).

Ravindran, P.N., Nirmal Babu, K. Ginger. 2005. *The Genus Zingiber*. Edition internationale de Softcover. USA : CRC Press, 576p (Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles) (ISBN : 9780415324687).

Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10), 1231-1237.

Roberts RA., Smith RA., Safe S., Szabo C., Tjalkens RB., Robertson FM. (2010). Toxicological and pathophysiological roles of reactive oxygen and nitrogen species. *Toxicology*. 276(2) : 285-94.

SA, Shields KM. Treating pregnancy-related nausea and vomiting with ginger. *Ann Pharmacother* 2005 October ; 39(10) : 1710-3.

Sandrine L., 2004- Lyon ; Diversité structurale et d'activité biologique des Albumines entomotoxiques de type 1b des graines de Légumineuses. Thèse de doctorat.

Références bibliographiques

Sarni -Buelga, C.& Scalbert, A., (Proanthocanidins and tannin-like compounds-nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health), *J.Sci.FoodAgric.*, vol.80, 2006, p.1094-1117.

Schauenberg. P et Paris. F. 1977. Guide des plantes médicinales. Ed : Delachaux et Niestlé. ISBN 10 : 2603000012.

Sellal, A. (2009). Activités antioxydante et anti-inflammatoire des extraits Aqueux et éthanolique du gingembre. Mémoire présenté en vue de l'obtention de diplôme de Magister. Université Ferhat Abbas-Setif.

Semwal R.B., Semwal D.K., Combrinck S. et Viljoen A.M., 2015, Gingerols and shogaols : Important nutraceutical principles from ginger. *Phytochemistry*, 117, 554–568 p.

Singh PK, Kaur IP. (2012) Synbiotic (probiotic and ginger extract) loaded floating beads : a novel therapeutic option in an experimental paradigm of gastric ulcer. *J Pharm Pharmacol*, ;64(2) : 207-17.

Speck B. Fotsch U. Fotsch C. 2014. Connaissance des herbes, Gingembre *Zingiber officinale*. E GK-caisse de santé. Siège principale Brislachstrasse 2 /4242 Laufon, 4 p.

Disponible sur :

<https://www.sofiadis.com/sites/sofiadis/files/rte/Tilman%20Ginger%20FR.pdf>.

Srinivasan.K. 2017. Ginger rhizomes (*Zingiber officinale*) : A spice with multiple health beneficial potentials. *Pharma Nutrition*, 5 :18-28.

Sun, B., Ricardo-Da-Silva, J.M., Spranger, I., 1998. Critical factors of vanillin assay

Stoilova.I , Krastanov.A.I, Denev.P, (2007). *Food Chemistry*. Antioxidant activity of a ginger extract (*Zingiber officinale*). 102 (2007) 764–770

Thiziri, Ch. et Dyhia, R. (2018). Essai de formulation d'un produit Laitier (yaourt étuvé) au gingembre (*Zingiber officinale*). Mémoire de Fin de Cycle En vue de l'obtention du diplôme Master. Université Abderrahmane MIR-Bejaia.

Urquiaga I. N. E. S. et Leighton F. E. D. E. Plant Polyphenol Antioxidants and Oxidative Stress. *Biol. Res.* 2000; 33: 55-64.

تلخيص

الزنجبيل هو نبات ينتمي إلى عائلة الذي تستخدم جذوره كتوابل وكنبات طبي.

يتم تنفيذ العمل الحالي بهدف مقارنة محتويات المركبات الفينولية والأنشطة المضادة للأكسدة لمستخلصات جذور الزنجبيل الطبيعي والمجفف مع تلك الموجودة في الزنجبيل الفوري المسوق.

يتم الاستخلاص عن طريق النقع باستخدام الماء المقطر كمذيب تشير محتويات البوليفينول، والفلافونويد والتانين في المستخلصين إلى أن المستخلص المائي لجذور الزنجبيل أكثر ثراءً بهذه المركبات. الزنجبيل الفوري خالي من مركبات الفلافونويد.

حددنا النشاط المضاد للأكسدة لكلا المستخلصين بأربع طرق مختلفة (محاصرة جذرية، قوة تقليل الحديد، محاصرة جذرية والقدرة الكلية للأكسدة). أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن جذور له أنشطة أفضل كمضاد للأكسدة مقارنة بالزنجبيل الفوري، ولكنه يظل منخفضاً بشكل ملحوظ مقارنة بالمعايير. كان أفضل نشاط لهذا المستخلص هو محاصرة جذور بقيمة 0.359 (مليغرام / ميليلتر).

الكلمات المفتاحية: الزنجبيل، الزنجبيل الفوري، مركبات فينولية، الأنشطة المضادة للأكسدة،

Résumé

Le gingembre (*Zingiber officinale*) est une plante qui fait partie de famille de Zingiberaceae, dont on utilise le rhizome comme épice et plante médicinale. Le présent travail est réalisé dans le but de comparer les teneurs en composés phénoliques et les activités antioxydantes des extraits de rhizome du Gingembre naturel et séché avec celles du gingembre instantané commercialisé.

L'extraction est effectuée par macération, en utilisant l'eau distillée comme solvant. Les dosages en polyphénols, en flavonoïdes et en tanins de deux extraits indiquent que l'extrait aqueux des rhizomes de *Zingiber officinale* est plus riche en ces composés. Le gingembre instantané est dépourvu en flavonoïdes.

Nous avons déterminé l'activité antioxydante des deux extraits par 4 méthodes différentes (Piégeage du radical DPPH, Pouvoir réducteur de fer, Piégeage du radical ABTS et la capacité antioxydante totale). Les résultats obtenus montrent que le Rhizome de *Zingiber officinale* a des activités antioxydantes meilleures comparées au Gingembre instantané, mais qui reste nettement faible comparé aux standards. La meilleure activité de cet extrait était en piégeant le radical DPPH avec une valeur de CI 50 de 0.359 mg/ml.

Mots clés : *Zingiber officinale*, Gingembre instantané, composés phénoliques, activités antioxydantes, CI 50 , CE50

Abstract

Ginger (*Zingiber officinale*) is a plant belonging to the Zingiberaceae family, whose rhizome is used as a spice and medicinal plant. The present work is carried out with the aim of comparing the contents of phenolic compounds and the antioxidant activities of the extracts of rhizome of natural and dried Ginger with those of the commercialized instant ginger.

The extraction is performed by maceration, using distilled water as solvent. The polyphenol, flavonoid and tannin contents of the two extracts indicate that the aqueous extract of *Zingiber officinale* rhizomes is richer in these compounds. Instant ginger is devoid of flavonoids.

We determined the antioxidant activity of both extracts by 4 different methods (DPPH radical scavenging, Iron-reducing power, ABTS radical scavenging and total antioxidant capacity). The results obtained show that the Rhizome of *Zingiber officinale* has better antioxidant activities compared to the Instant Ginger, but still relatively low compared to the standards. The best activity of this extract was in scavenging the DPPH radical with an IC50 value of 0.359 mg/ml.

Key words : *Zingiber officinale*, Instant Ginger, phenolic compounds, antioxidant activities, IC50, EC