

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun –Tiaret-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Nutrition et Technologie Agro-alimentaire



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie (D04)

Filière: Sciences Alimentaires

Spécialité: Agro-alimentaire et contrôle de qualité

Présenté par :

- Mr Khelifa Mohammed

- Mr Tayebi Aboubakr

*Evaluation des activités biologiques des extraits
phénoliques de la cannelle (*Cinnamomum
zeylanicum*) et du gingembre (*Zingiber officinale*)*

Soutenu publiquement le : 29 /09/2020

Jury:

Grade

Président : M^{me} BENGUIAR R.

MAA Faculté des SNV

Encadreur: M^{me} BENARABA R.

MCA Faculté des SNV

Co-encadreur: M^{elle} AYAD N.

Doctorante Faculté des SNV

Examineur: Mr HOCINE L.

MCA Faculté des SNV

Année universitaire: 2019–2020

Dédicaces

Je dédie ce modeste mémoire

A mes chers parents qui m'ont éclairé le chemin de la vie par leur grand soutien et leurs Encouragements, par leur énorme sacrifice, qu'ils m'ont consentis durant mes études et qui ont toujours aimé me voire réussir.

*A celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse
Ma mère*

A mon père, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

Que ALLAH les gardes et les protèges.

*A mes adorables frères Abdessamed et Youcef
A ma sœur Hafidha et ma nièce la petite Arij que Dieu l'entoure de Sa miséricorde A mon chère binôme Mohamed*

*A tous mes amis : Nasser Abdelkader Essadik, Naceur Hamid Bilal Abdelmalik Ahmed
Hichem Ibrahim Mohamed Abed*

*A toute la promotion de 2^{ème} année Master
Agroalimentaire et contrôle de qualité 2020*

A tous ceux qui me sont chers(es).

A tous ceux qui m'aiment

A tous ceux que j'aime.

*A Tous ceux qui m'ont connus, aimés appréciés,
encouragés, aidés de près ou de loin pendant tout
mon cursus.*

Aboubakr

Dédicaces

Je dédie ce travail

Mon père, qui a travaillé pour mon succès avec son soutien et ses précieux conseils, trouve ici le résultat de longues années de sacrifices et de persévérance pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour ceux qui ont fait les fosses de la science et de la connaissance dans mon cœur.

Ma mère, peut être fière de mon succès à la suite de son aide et sa présence dans ma vie est reçue de pendant cet acte modeste, je lui exprime mes sentiments envers elle, merci pour l'éthique, le noble, l'éducation et le soutien qui sont venus d'elle.

A mes chers sœurs Khaldia et Sara.

A mes chers frères Hamid, Faysal, Toufik,

A toute la famille Khelifa.

A mon binôme Aboubakr

A tous mes amis surtout Abdelkader, Nasser, Hamid, Sedik, Naceur, Bilal et Khalil

A tous mes collègues de la promotion Agro-alimentaire et contrôle de qualité.

A toutes les promotions de 2020.

A mes enseignants qui ont attribué à ma formation. Veuillez trouver ici l'expression d'âmes profonds sentiments de respect pour le soutien que vous n'avez cessé de me porter.

Mohamed

Remerciements

*Avant tout, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la persistance et nous a permis d'exploiter les moyens disponibles fin d'accomplir ce modeste travail.
Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.*

Nos vifs remerciements et notre profonde gratitude particulièrement à Mmes BENARABA RACHIDA et AYAD NOURA, qui nous ont éclairés et encadrés depuis les premiers instants.

Leurs pédagogies, leurs dévouements, leurs précieux conseils, encouragements, patience, disponibilité et leurs gentillesse qui ont été importants pour nous et largement contribuées à l'évolution de cette étude.

Nos remerciements aux membres du laboratoire de Technologie Alimentaire, Biochimie, Microbiologie et physiologie végétale de la faculté des Sciences de la Nature et de Vie : ABDELHAMID, BENHLIMA, BACHIR, HOUARI, et Laboratoire d'Amélioration et de Valorisation des Productions Animales Locales : FATIHA.

Nous tenons à remercier profondément Mme BINGAIAR RACHIDA M.A.A (Maitre assistant classe -A-), pour l'honneur qu'elle nous fait en acceptant de présider le jury de notre soutenance.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à HOUCINE LAAREDJ MCA (Maitre de conférences classe -A-), d'avoir accepté d'examiner ce mémoire.

Nous tenons à remercier aussi tous les professeurs qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences, nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

Enfin, nous remercions également tous ceux qui nous ont soutenus, encouragés et rendus service au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.

LISTE DES ABREVIATIONS

AG : Acide gallique

AlCl₃ : Chlorure d'aluminium

CE₅₀ : Concentration effectrice 50

EEG : Extrait Ethanolique du Gingembre.

EEC : Extrait Ethanolique de la Cannelle

EAG : Equivalent en acide gallique

EQ : Equivalent en Quercitine

FeCl₃ : Chlorure de fer

Fe⁺³ : Fer ferrique

FRAP : Ferric Reducing Antioxidant Power

H₃PW₁₂O₄₀ : Acide phosphotungestique

H₃PMO₁₂O₄₀ : Acide phosphomolybdique

K₃Fe(CN)₆ : Ferricyanure de potassium

K₂HPO₄ : Phosphate de potassium dibasique

KH₂PO₄ : Phosphate de potassium monobasique

Ms : Matière sèche

Na₂CO₃ : Carbonate de sodium

RFC : Réactif de Folin Ciocalteu

TCA : Acide trichloracétique.

LISTE DES FIGURES

Figure N°01: Diagramme récapitulatif de la démarche expérimentale	08
Figure N°02: Structure de l'acide gallique	11
Figure N° 03: Structure de la quercétine	13
Figure N°04: Rendement d'extraction des composés phénoliques de <i>Cinnamomum zeylanicum</i> (Cannelle) et <i>Zingiber officinale</i> Roscoe (Gingembre).....	17
Figure N°05: Teneur en composés phénoliques totaux exprimée en mg EAG / g de matière sèche de <i>Cinnamomum zeylanicum</i> et <i>Zingiber officinale</i>	19
Figure N°06: Teneur en flavonoïdes totaux exprimée en mg EQ /g de matière sèche de <i>Cinnamomum zeylanicum</i> et <i>Zingiber officinale</i>	19
Figure N°07: Pouvoir réducteur des standards exprimés en CE ₅₀	21
Figure N°08: Pouvoir réducteur des extraits de <i>Cinnamomum zeylanicum</i> et <i>Zingiber officinale</i> exprimé en CE ₅₀	21
Figure N°09: Courbe de corrélation entre la concentration de l'EEC et la capacité de réduire le fer.....	22
Figure N°10: Courbe de corrélation entre la concentration de l'EEG et la capacité de réduire le fer.....	22

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N° 01: Matériel et produits chimiques utilisés.....	06
--	-----------

LISTE DES ANNEXES

Annexe I : Choix des plantes et Description botanique

Annexe II : Préparation des tampons et des réactifs

Annexe III : Courbes d'étalonnage de l'Acide gallique et de la quercétine

Annexe IV : Courbes de régression linéaire utilisées dans l'évaluation de la CE₅₀ par la méthode FRAP

Sommaire

LISTE DES ABREVIATIONS	i
LISTE DES FIGURES	ii
LISTE DES TABLEAUX	iii
LISTE DES ANNEXES	iiii
INTRODUCTION	1

Chapitre I: matériels et méthodes

I.1. Objectifs	3
I.2. Lieu et durée de travail	3
I.3. Matériel et produits chimiques	3
I.4. Matériel végétal.....	5
I.5. Procédure expérimentale.....	5
I.5.1. Préparation du matériel végétal	7
I.5.2. Préparation des différents extraits.....	7
I.5.2.1. Extraction à froid ou Macération	7
I.5.2.2. Détermination du rendement	7
I.6. Analyses phytochimiques	8
I.6.1. Préparation des solutions des extraits	8
I.6.2. Dosage des composés phénoliques totaux	8
I.6.3. Dosage des flavonoïdes.....	10
I.7. Evaluation de l'activité antioxydante	11
I.8. Analyse statistique	12

Chapitre II: Résultats et discussion

II.1. Rendements d'extraction	14
II.2. Quantification des composés phénoliques	15
III.3. Evaluation des activités antioxydante.....	18
CONCLUSION	22
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	25

INTRODUCTION

Introduction

Actuellement, le développement des pathologies à stress oxydatif, l'antibiorésistance et l'effet indésirable de certaines molécules pharmaceutiques de synthèse, mènent les chercheurs à puiser dans le monde végétal en quête d'une solution alternative. En effet, près de la moitié des médicaments que nous utilisons ont une composition d'origine naturelle, et le quart renferme des extraits ou des molécules actives provenant directement des plantes médicinales. Ainsi, par l'intermédiaire des médicaments de synthèse ou d'hémi-synthèse autant que par le biais de la phytothérapie, les plantes constituent le mode de traitement le plus répandu dans le monde, y compris dans les pays occidentaux (**Ladoh *et al.*, 2014**). Les propriétés thérapeutiques de ces matrices naturelles sont le plus souvent attribuées à la présence de composés bioactifs appelés métabolites secondaires (**Abeysekera *et al.*, 2019**). Ces biomolécules, à vertus thérapeutiques complémentaires ou synergiques, font l'objet aujourd'hui d'un regain d'intérêt de la part des scientifiques, du fait qu'elles sont étudiées et reproduites chimiquement pour être incorporées dans certaines préparations médicamenteuses. Parmi l'ensemble des métabolites secondaires, les polyphénols représentés majoritairement par les flavonoïdes, suscitent de plus en plus d'intérêt, car ils sont considérés comme de très puissants antioxydants, (**Morand, 2014**). Dans l'arsenal des plantes médicinales formant une source naturelle de ces molécules bioactives on trouve la cannelle et le gingembre. Tous deux des éléments essentiels de la médecine ayurvédique, très utilisés en pharmacopée traditionnelle depuis la nuit des temps (**Han *et al.*, 2013** et **Beejmohun *et al.*, 2014**). Bien que la principale application de la cannelle et du gingembre soit une application culinaire, ces derniers sont caractérisés par plusieurs vertus thérapeutiques telles que les propriétés antiradicalaires, antimicrobiennes, antiparasitaires anti-inflammatoires. Il a été aussi indiqué qu'ils semblent réduire la glycémie, le cholestérol sérique et la pression artérielle, et donc caractérisés par des effets cardiovasculaires bénéfiques (**Ranasinghe *et al.*, 2013**). Cependant, il a été établi que l'efficacité phytothérapeutique et/ou pharmaceutique d'une plante médicinale, repose essentiellement sur l'aspect qualitatif et quantitatif de l'extrait issu de cette plante (**Gülçin *et al.*, 2011**). C'est dans ce cadre que s'inscrit l'objectif de ce présent travail. Il s'intéresse dans un premier temps, à extraire les composés phénoliques de *Cinnamomum zeylanicum* et *Zingiber officinale* Roscoe, en utilisant un solvant organique et dans un deuxième temps, cribler l'extrait le plus riche en polyphénols et en flavonoïdes ayant l'activité antioxydante la plus importante et ce dans l'optique de l'exploiter dans les stratégies de lutte et de prévention vis-à-vis des pathologies à stress oxydatif.

***Chapitre I : MATERIEL ET
METHODES***

I.1. Objectifs

L'objectif de cette présente étude consiste à :

- ✓ Extraire les composés phénoliques de deux matrices végétales *Cinnamomum zeylanicum* (la cannelle) et *Zingiber officinale Roscoe.* (le gingembre) via la technique de macération et par l'utilisation du solvant organique l'éthanol absolu.
- ✓ Quantification de la teneur totale en composés phénoliques et en flavonoïdes.
- ✓ Evaluer l'activité antioxydant des deux matrices végétales par le biais de la technique FRAP (pouvoir réducteur de fer).
- ✓ Criblage de l'extrait phénolique ayant l'activité antioxydante la plus importante.

I.2. Lieu et durée de travail

La démarche expérimentale relative à cette présente étude a été réalisée sur une période qui s'étale du 17 Décembre 2019 au 14 Mars 2020, elle a été effectuée au sein de laboratoire d'Amélioration et de Valorisation des Productions Animales Locales *Université Ibn Khaldoun- Tiaret-*

I.3. Matériel et produits chimiques

Le matériel et les produits chimiques nécessaires à l'accomplissement de ce present travail sont cités dans le tableau ci-dessous :

Tableau N° 01: Matériel et produits chimiques utilisés

Matériel et Appareillages	Produits Chimiques et réactifs
Agitateur magnétique (ROTMAG) Balance analytique (OHAUS) Etuve (Heraeus) Spectrophotomètre (OPTIZEN) Micropipettes (ACUMAX) Vortex (Techno Kartell)	Acide gallique (C ₇ H ₆ O ₅ ; PM=170,12g/mol) Acide trichloracétique (163,38g/mol) Carbonate de sodium (Na ₂ CO ₃ ;PM=106 g/mol) Chlorure de fer III (FeCl ₃ ; PM=162,2g/mol) Ethanol absolu Ferricyanure de potassium, K ₃ [Fe ⁺³ (CN) ₆] ; PM=329,26 g/mol Phosphate de potassium dibasique (K ₂ HPO ₄ ; PM= 228,23 g/mol). Phosphate de potassium monobasique (KH ₂ PO ₄ ; PM= 136,09 g/mol). Quercitine (C ₁₅ H ₁₀ O ₇ ; PM=302,236 g/mol) Réactif de Folin-ciocalteau (PM=188,14g/mol, 2N) Trichlorure d'aluminium (AlCl ₃ ; PM=133,34g/mol) Vitamine C (C ₆ H ₈ O ₆ ; PM =176,128 g/mol)

I.4. Matériel végétal

Les deux plantes médicinales utilisées au cours de cette étude, a savoir l'écorce de *Cinnamomum zeylanicum* de la famille Lauraceae et le rhizome de *Zingiber officinale Roscoe* de la famille Zingibéracée. Ont été achetées le 10 Décembre 2019, chez un herboriste de la wilaya de Tiaret, sous forme d'écorce sèche et un Rhizome frais. Ces derniers ont été identifiés au sein de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'université Ibn Khaldoun de Tiaret.

I.5. Procédure expérimentale

La démarche expérimentale globale concernant cette étude est illustrée par l'organigramme suivant :

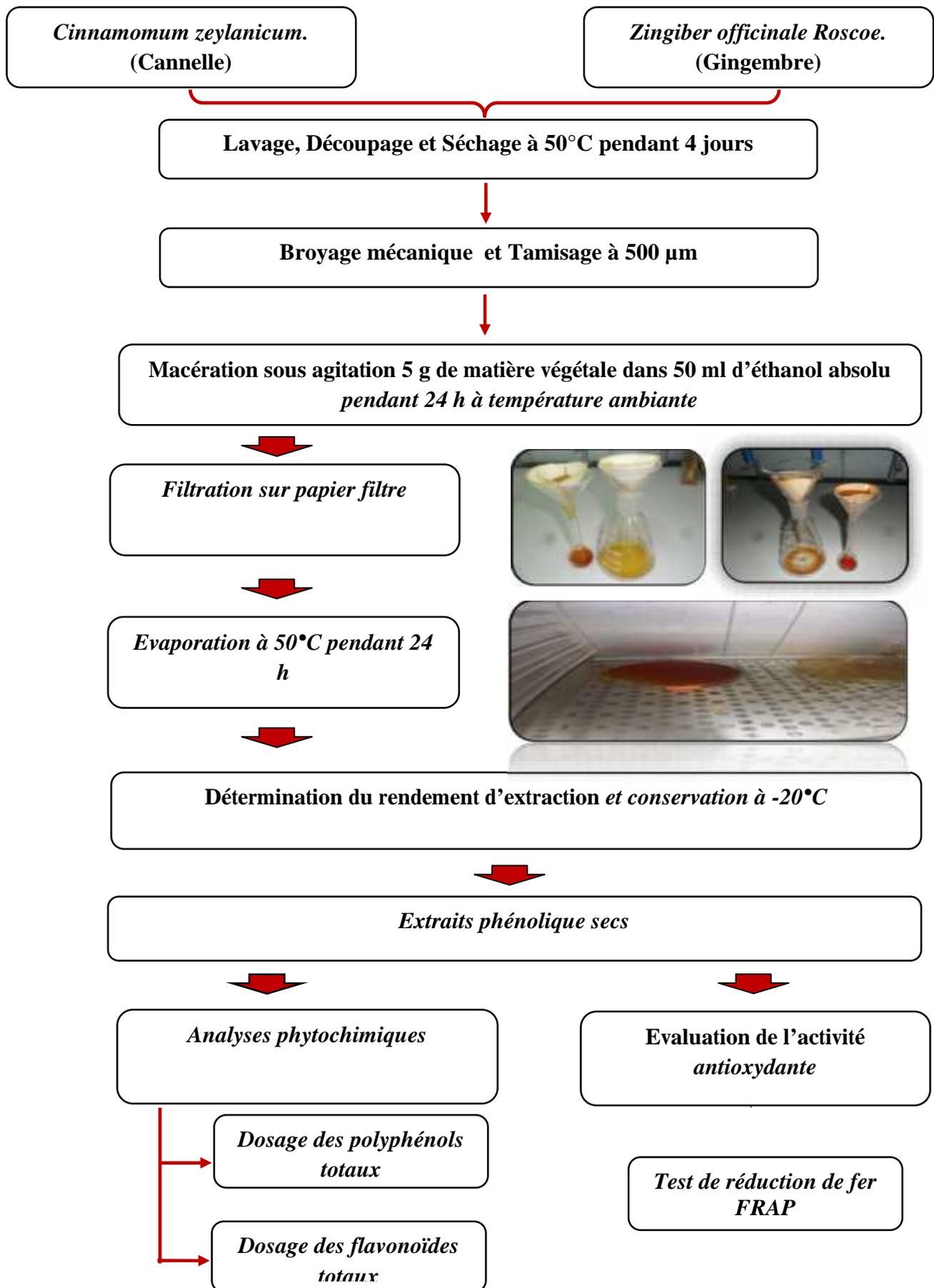


Figure N°01: Diagramme récapitulatif de la démarche expérimentale.

I.5.1. Préparation du matériel végétal

L'écorce de *Cinnamomum zeylanicum* et le rhizome de *Zingiber officinale Roscoe*, ont été soigneusement nettoyés et découpés en petits morceaux, ces derniers ont été séchés à l'étuve, à une température de 50 °C pendant 4 jours. Les morceaux séchés ont été ensuite broyés dans un broyeur et tamisés dans un tamis ayant un diamètre de 500 µm de manière à obtenir une poudre à partir de laquelle les extraits ont été réalisés.

I.5.2. Préparation des différents extraits

I.5.2.1. Extraction à froid ou Macération

La macération (extraction solide-liquide) est une opération qui consiste à laisser la poudre du matériel végétal (broyat) en contact prolongé avec un solvant (éthanol) pour en extraire les principes actifs (composés phénoliques et flavonoïdes). C'est une extraction qui se fait à température ambiante et qui a l'avantage de préserver les substances thermosensibles. Cette méthode d'extraction a été effectuée selon le protocole décrit par **Hadrich et al., 2014**, avec quelques modifications.

➤ Principe

Le principe de cette méthode consiste à laisser séjourner un solide dans un liquide afin d'en extraire les principes actifs. Pour ce faire, le solvant doit franchir la barrière de l'interface solide/liquide, ensuite dissoudre le composé actif présent à l'intérieur et l'entraîner vers l'extérieur. Plusieurs auteurs suggèrent que l'entrée du solvant se fait par un mécanisme osmotique et la sortie du soluté se fait par dialyse ou par diffusion (**Mompon et al., 1998**).

➤ Technique

En effet, 5 g des échantillons sous forme de poudre de *Cinnamomum zeylanicum*, du rhizome de *Zingiber officinale Roscoe*, ont été macérés dans 50 ml de solvants éthanol absolu sous agitation magnétique pendant 24h à une température ambiante et à l'obscurité. Après filtration sur papier filtre, le filtrat obtenu a été débarrassé de son solvant par évaporation à 50°C et ce afin d'obtenir des extraits secs. Ces derniers, ont été conservés à -20 °C pour des éventuelles expérimentations (**Mompon et al., 1998**).

I.5.2.2. Détermination du rendement

Le poids de l'extrait sec a été calculé par la différence entre le poids de la boîte de Pétri en verre contenant l'extrait (après élimination du solvant) et le poids de la boîte de Pétri vide. Le rendement de l'extraction est exprimé en pourcentage (**Mahmoudi et al., 2013 et Falleh et al., 2008**). Il est calculé par la formule suivante:

$$R\% = (PF/PI) \times 100$$

Avec :

R : le rendement en pourcentage (%)

PF : le poids de l'extrait sec en g

PI : le poids de la poudre mise à l'extraction en g

I.6. Analyses phytochimiques

I.6.1. Préparation des solutions des extraits

L'extrait éthanolique de la cannelle (EEC) et du gingembre (EEG), ont été reconstitués dans le solvant d'extraction avec la même concentration (150 mg/ml). Ces derniers ont été préparés fraîchement pour réaliser les analyses ultérieures.

I.6.2. Dosage des composés phénoliques totaux

Le dosage des polyphénols totaux dans les différents extraits a été effectué spectrophotométriquement selon la méthode au Folin-ciocalteau décrite par **Singleton et ses collaborateurs., (1999)** et **Ribéreau-Gayon, (1968)**.

➤ Principe

Le réactif de Folin-ciocalteau de couleur jaune est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$). Le principe de la méthode est basé sur l'oxydation des composés phénoliques en milieu alcalin par ce réactif, cette réaction entraîne la formation d'un nouveau complexe molybdène-tungstène de couleur bleu présentant un maximum d'absorption à une longueur d'onde $\lambda=760nm$ et dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de composés phénoliques présents dans l'échantillon, le dosage des composés phénoliques a été effectués par la comparaison de la densité optique observée à celle obtenue par un étalon d'acide gallique de concentration connue.

La quantification des polyphénols totaux a été faite à l'aide d'une courbe d'étalonnage linéaire, réalisée dans les mêmes conditions que celle de l'échantillon (voir annexe III), en utilisant l'acide gallique comme standard (figure N° 02). Cette courbe a été établie avec des concentrations précises (allant de 1 - 0,0039 mg/ml). Les résultats sont exprimés en

milligramme d'équivalents de l'acide gallique par gramme de matière végétale sèche (mg EAG/g MS).

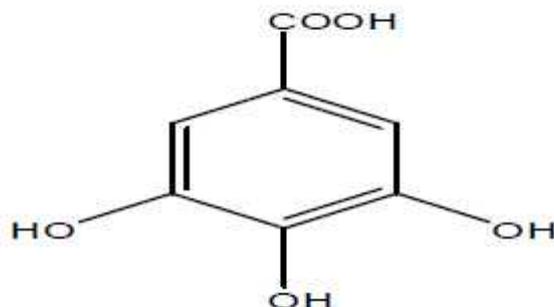


Figure N° 02: Structure de l'acide gallique.

➤ Techniques

250 μ l de différents extraits préparés préalablement avec des dilutions convenables. Ont été ajoutés à 250 μ l de réactif de Folin Ciocalteu (RFC) ayant une concentration de 0,2 N, après une incubation de 2 minutes à l'obscurité, 500 μ l de Na_2CO_3 à 7,5 % a été additionné. Le mélange ainsi obtenu a été incubé de nouveau pendant 20 min à une température ambiante et à l'abri de la lumière. L'absorbance est ensuite mesurée via le spectrophotomètre à 760 nm contre un blanc sans extrait. Notons qu'une courbe d'étalonnage a été parallèlement réalisée (voir annexe III) afin de quantifier le taux de polyphénols totaux dans nos extraits. L'acide gallique a été utilisé comme standard de référence, ce dernier a subi les mêmes conditions expérimentales que l'échantillon. Les teneurs en composés phénoliques ont été exprimées en mg EAG/ g de matière sèche selon la formule suivante :

$$C = (c \times D \times V) / m$$

Avec :

C : Teneur en polyphénols totaux (mg EAG/ g MS)

c : Concentration de l'échantillon lue.

D : Facteur de dilution.

V : Volume de l'échantillon en ml utilisé pour l'extraction

m : Masse de l'échantillon en g utilisée pour l'extraction

I.6.3. Dosage des flavonoïdes

L'estimation de la teneur en flavonoïdes totaux contenus dans les extraits de *Cinnamomum zeylanicum* et *Zingiber officinale Roscoe* a été réalisée par la méthode de **Bahorun et al, 1996**.

➤ Principe

Le dosage des flavonoïdes est basé sur un test colorimétrique utilisant le trichlorure d'aluminium $AlCl_3$ avec lequel ils forment des complexes acides stables soit avec le carbonyle (C=O) en position C-4, soit avec le groupe hydroxyle en C-3 ou C-5 des flavones et des flavonols. Par ailleurs, le trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$) peut également former des complexes acides labiles de couleur jaune avec les groupements orthodihydroxyles éventuellement présents sur le noyau A et/ou B des flavonoïdes (**Chang et al., 2002**). Ceci traduit le fait que le métal perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons. La couleur jaune présente une absorption maximale à 430 nm.

➤ Technique

La méthode décrite selon **Bahorun et al, 1996**, est adoptée pour déterminer la teneur en flavonoïdes totaux dans les différents extraits de deux plantes *Cinnamomum zeylanicum* et *Zingiber officinale Roscoe*.

Un volume de 1ml de chaque extrait convenablement dilué dans le solvant d'extraction éthanol, a été ajouté à 1ml de solution chlorure d'aluminium $AlCl_3$ à 2 %. Ensuite, après 10 min d'incubation l'absorbance a été lue à 430 nm. La quantification des flavonoïdes a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire réalisée par la quercétine à différentes concentrations (allant de 80 à 0,625 $\mu\text{g/ml}$) traitée par les mêmes conditions que l'échantillon. (Figure N°03). Les résultats sont exprimés en milligrammes d'équivalent de quercétine par

gramme de matière sèche (mg EQ/g MS). La teneur en flavonoïdes totaux des échantillons analysés est calculée par la formule suivante :

$$C = (c \times D \times V) / m$$

Avec :

C: Teneur en flavonoïdes exprimée en mg Equivalent Quercétine par g de matière sèche.

c: Concentration de l'échantillon lue.

D: Facteur de dilution.

V: Volume utilisé pour l'extraction en ml

m: Masse de l'échantillon en g utilisé dans l'extraction

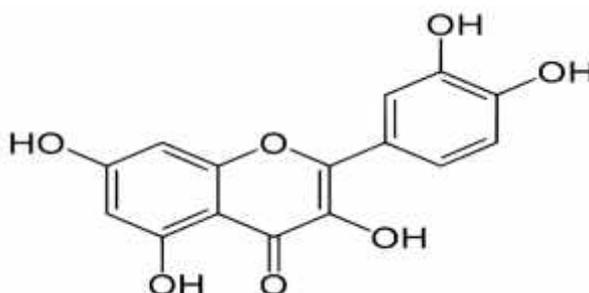


Figure N° 03: Structure de la quercétine.

I.7. Evaluation de l'activité antioxydante

Dans cette étude, la mise en évidence de l'activité antioxydante *in vitro* de nos extraits issus de *Cinnamomum zeylanicum* et *Zingiber officinale Roscoe.*, a été réalisée par une technique chimique à savoir la technique FRAP, *Ferric Reducing Antioxydant Power Assay*, basée sur la réduction du fer par les antioxydants présents dans les plantes.

I.7.1. Pouvoir réducteur du fer : *Ferric Reducing Antioxydant Power ; FRAP*

➤ Principe

Le pouvoir réducteur d'un extrait est associé à son pouvoir antioxydant. L'activité des extraits est déterminée selon la méthode d'**Oyaizu, 1986**. Les substances ayant un potentiel de réduction, réagissent avec le fer ferrique (Fe^{3+}) présent dans le ferricyanure de potassium $K_3Fe(CN)_6$ pour former le ferrocyanure de potassium Fer (II), qui réagit à son tour avec le

chlorure ferrique (FeCl_3) pour donner lieu à un complexe ferrique ferreux de couleur bleu foncé et qui a une absorption maximale à 700 nm (**Jayanthi et Lalitha, 2011**).

➤ **Technique**

0.5 ml de chaque extrait solubilisé dans le solvant d'extraction ou de l'antioxydant standard est mélangé avec 0.5 ml de tampon phosphate (0.2 M, pH 6.6) et 0.5 ml de ferricyanure de potassium [$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$] à 1%. Le mélange réactionnel est incubé à 50°C pendant 20 min. Ensuite, 0.5 ml de TCA (acide trichloroacétique) à 10% sont ajoutés. Un aliquote de 1 ml est mélangé avec 1 ml d'eau distillée et 0.5 ml de chlorure de fer FeCl_3 (0.1 %). L'absorbance du mélange réactionnel est lue à 700 nm contre un blanc préparé de la même manière, en remplaçant l'extrait par de l'eau distillée. Le contrôle positif est représenté par trois solutions d'antioxydant standard : l'acide gallique, la quercétine et l'acide ascorbique dont les absorbances ont été mesurées dans les mêmes conditions que les échantillons. Une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés. Le potentiel réducteur des extraits et des standards est exprimé par les valeurs de concentrations effectives à 50% (CE_{50}) (**Chang et al., 2007**).

La CE_{50} a été rapportée comme étant la quantité d'antioxydant requise pour réduire 50% la concentration initiale de ferricyanure de potassium. Tous les essais ont été effectués au moins six fois et les graphiques ont été tracés en utilisant la moyenne de six déterminations (voir annexe IV).

I.8. Analyse statistique

Les résultats ont été exprimés sous forme de moyenne \pm erreur standard à la moyenne. L'analyse des données a été réalisée à l'aide du logiciel Statistica StatSoft, (version 6.1, Statsoft, Tulsa. OK.). L'ANOVA à un facteur a été utilisée pour effectuer la comparaison des moyennes. Cette analyse a été suivie par le test post-hoc Ducun afin de déterminer les différences significatives et comparer les moyennes deux à deux. Les différences ont été considérées comme statistiquement significatives pour un *p value inférieur 0,05* dans l'ensemble des analyses statistiques. Les constatations suivantes ont été retenues :

- *Pour un $P < 0,05$ la différence est significative (*)*
- *Pour un $p < 0,01$ la différence est très significative (**)*
- *Pour un $p < 0,001$ la différence est hautement significative (***)*

Chapitre II

RESULTATS ET DISCUSSION

II.1. Rendements d'extraction

La figure N °04 illustre les rendements obtenus après l'extraction des composés phénoliques de *Cinnamomum zeylanicum* (cannelle) et de *Zingiber officinale Roscoe* (gingembre), en utilisant de l'éthanol pur comme solvant d'extraction et via la méthode de macération. Ces rendements sont exprimés en pourcentage massique.

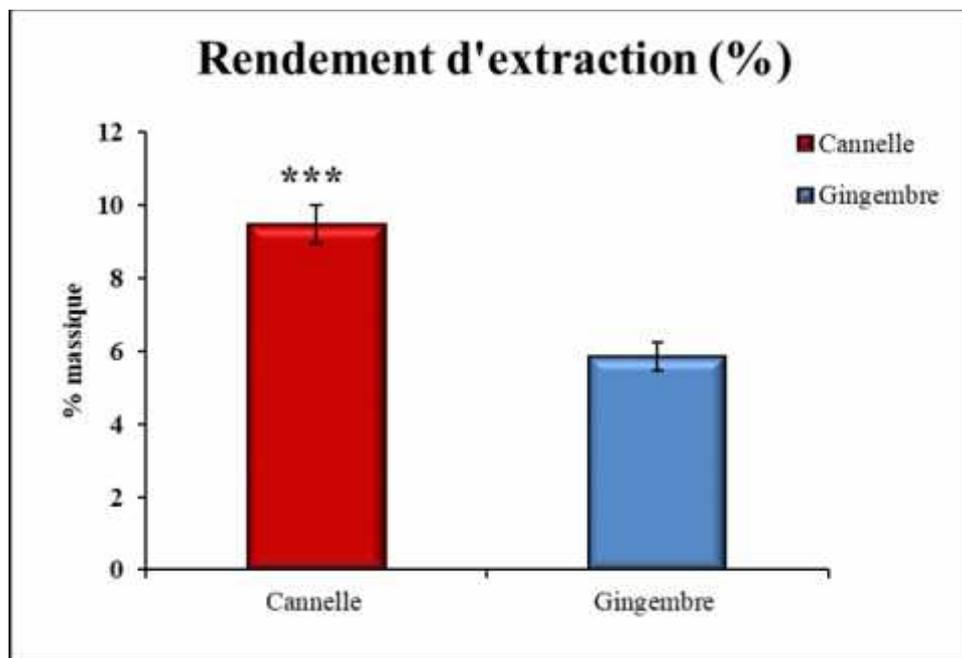


Figure N° 04 : Rendement d'extraction des composés phénoliques de *Cinnamomum zeylanicum* (Cannelle) et *Zingiber officinale Roscoe* (Gingembre)

(Les valeurs représentées correspondent à la moyenne \pm erreur standard avec $n=6$;

(*) différence significative : EEC vs EEG)

Le calcul des rendements par rapport au poids sec de la poudre (5g de matière végétale utilisée pour l'extraction), indique que l'extrait éthanolique issu de la cannelle (EEC) présente le rendement le plus élevé évalué à 9.47 ± 0.52 % en comparaison avec l'extrait éthanolique issu du gingembre, on note une valeur de 5.86 ± 0.37 %. Cette différence est hautement significative avec un p de 0.0003.

Le résultat du rendement en polyphénol d'extrait éthanolique de la cannelle au cours de cette présente étude diffère de celui obtenu par **Kamath et al., 2003**. Ces auteurs indiquent un rendement de 15.30 % et ce après avoir réalisé une extraction des composés phénoliques de la cannelle en utilisant l'éthanol comme solvant et la macération comme technique d'extraction, cependant la durée d'extraction utilisée par ces auteurs est de 72 h au lieu de 24 h.

Ervin et ses collaborateurs., 2016 indiquent que l'extraction des composés phénoliques de *Cinnamomum zeylanicum* par infusion à 90°C pendant 20 min sans agitation, donne un rendement de 18.83%. **Santiago-Adame et al., 2015** signalent un rendement en polyphénols d'environ 4.75%. Ces auteurs ont utilisés la même technique que **Ervin et son équipe**, soit une infusion de *Cinnamomum* à 80 °C et sous agitation continue pendant 10 minute. Dans une autre investigation menée sur les activités antioxydantes et anti-mutagéniques de l'écorce de *Cinnamomum zeylanicum*, l'extraction des composés phénoliques de cette écorce, en utilisant le méthanol comme solvant d'extraction, révèle un rendement nettement supérieur, évalué à $4.99 \pm 1.31\%$, en comparaison avec les rendements obtenus en utilisant l'éthyle acétate et l'acétone comme solvant d'extraction, on note $1.87 \pm 0.18 \%$ et $1.74 \pm 0.78\%$ respectivement. Ces rendements sont très inférieurs à ceux obtenus au cours de notre étude, cette différence pourrait s'expliquer par le fait que la technique d'extraction utilisée par ces auteurs est la technique de Soxhlet et non pas la macération (**Jayaprakasha et al., 2007**).

L'extrait éthanolique du gingembre quant à lui présente un rendement d'extraction nettement supérieur, à celui obtenu par **Oluwamayowa Okea et al., 2019**. Ces auteurs rapportent un rendement d'extraction de 2%, malgré qu'ils aient utilisé la même technique et le même solvant que ceux utilisés durant cette présente étude. Toutefois le rhizome de gingembre utilisé par **Oluwamayowa Okea** était pelé et frais. Ce résultat est confirmé par une autre étude, où le rendement d'extraction de *Zingiber officinale Roscoe* est de 2.96 ± 0.32 (**Kejing et al., 2015**). Un rendement de 25.26 % d'un extrait hydroalcoolique du rhizome de gingembre est indiqué par **Thiraphatthanavong et ses collaborateurs., 2014**. Néanmoins, il est difficile de comparer nos résultats avec ceux de la littérature, le rendement n'est que relatif et dépend de la méthode et des conditions expérimentales dans lesquelles l'extraction a été effectuée, essentiellement la méthode, les solvants utilisés, la température et le temps d'extraction. Aussi il est largement admis que les variations des rendements d'extraction pourraient être attribuées non seulement à la différence de la polarité du solvant utilisé, qui joue un rôle clé dans l'augmentation de la solubilité des composés phénoliques, mais aussi la polarité des composés phénoliques qui constituent l'extrait (**Ryan et al., 1999 ; Naczka et Shaidi, 2004; Conde et al., 2009; Felhi et al., 2017**).

II.2. Quantification des composés phénoliques

II.2.1. Quantification des polyphénols totaux (PT) et des flavonoïdes totaux (FT)

Le contenu en polyphénols totaux et en flavonoïdes est déterminé à partir de l'équation de régression linéaire de la courbe d'étalonnage réalisée avec un extrait de référence, à savoir

l'acide gallique et la quercétine à différentes concentrations. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique (EAG) et en mg équivalent de quercétine (EQ) par g de matière sèche. Les résultats sont présentés dans les figures N°05 et n°06.

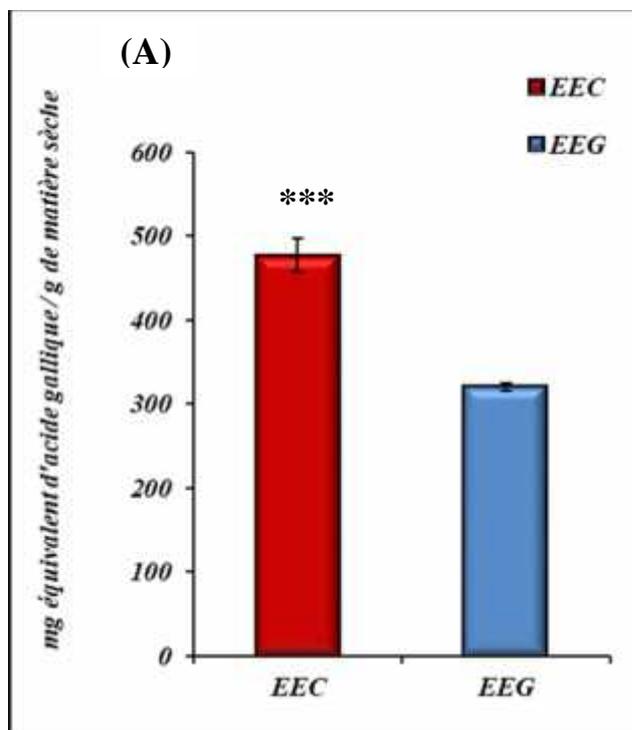


Figure N° 05 : Teneur en composés phénoliques totaux exprimée en mg EAG / g de matière sèche de *Cinnamomum zeylanicum* et *Zingiber officinale*

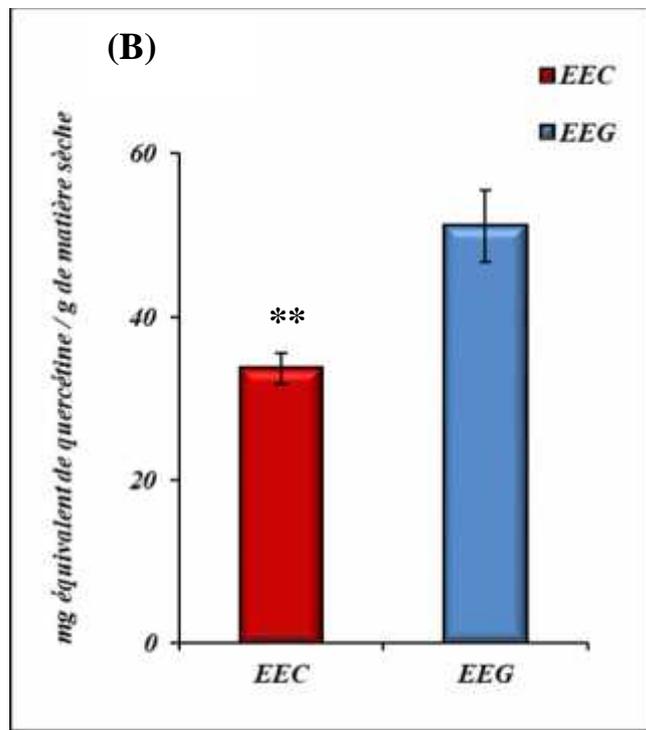


Figure N° 06 : Teneur en flavonoïdes totaux exprimée en mg EQ /g de matière sèche de *Cinnamomum zeylanicum* et *Zingiber officinale*

(Les valeurs représentées correspondent à la moyenne \pm erreur standard avec $n=6$; (*) différence significative : EEC vs EEG)

D'après nos résultats, il ressort que l'extraction par la technique de macération en utilisant l'éthanol absolu, aboutit à des teneurs en composés phénoliques et en flavonoïdes très différentes. Ces teneurs varient considérablement entre les deux plantes. On constate que l'extrait éthanolique de la cannelle (EEC) représente le taux le plus élevé en polyphénols en comparaison avec l'extrait éthanolique du gingembre (EEG). Les valeurs obtenues sont de l'ordre de 477.14 ± 20.06 mg EAG /g de MS et 320.75 ± 4.68 mg EAG/g de MS respectivement. Cette divergence est hautement significative avec un $p = 0.0001$. Il apparaît clairement que la teneur en flavonoïdes la plus élevée est obtenue avec l'extrait éthanolique du gingembre soit une teneur de 51.11 ± 4.32 mg EQ/ g de MS, l'extrait éthanolique de la cannelle quant à lui présente une teneur de 33.67 ± 1.83 mg EQ/g de MS (voir figure n°10). Cette différence est très significative avec un p évalué à 0.004.

Les résultats de la quantification des polyphénols obtenus au cours de cette étude corroborent ceux présentés par **Przygodzka et al., 2013**, ces derniers rapportent que l'extrait éthanolique de la cannelle est parmi les extraits les plus riches en composés phénoliques en comparaison avec les extraits issus d'autres épices essentiellement l'extrait éthanolique du gingembre (140,8 à 170,4 mg EAG/g de MS. *Versus* 2,2 à 10,8 mg EAG/g de MS). Aussi **Lu et al., 2011**, rapportent la même constatation dans leur étude. Les teneurs en polyphénols de l'extrait éthanolique de la cannelle et du gingembre obtenus par cette équipe est de 45.24 ± 2.41 *versus* 9.20 ± 0.50 , cependant ces teneurs restent inférieures aux teneurs obtenues au cours de cette présente étude. Cette divergence est liée aux conditions d'extraction utilisées par **Lu et ses collaborateurs**, ces derniers ont réalisés une extraction par macération dans de l'éthanol à 60°, pendant 24 heures et à une température de 35 C°. Par ailleurs dans une étude comparative des propriétés antioxydantes et du contenu phénolique total réalisée sur 30 extraits issus de plantes ayant un intérêt industriel, les quantités en polyphénols de l'extrait aqueux de la cannelle et du gingembre sont de 309.23 ± 0.05 et 26.18 ± 0.23 mg EAG/g de MS respectivement (**Dudonne et al., 2009**).

Les résultats concernant les teneurs en composés phénoliques de l'extrait éthanolique de la cannelle obtenue au cours de notre étude sont largement supérieurs à ceux signalés par **Mathew et Abraham, 2006**, on note 477.14 ± 20.06 *versus* 289.0 ± 2.2 mg EAG/g de MS. Cependant ces investigateurs ont utilisé le méthanol comme solvant d'extraction. la polarité du solvant peut influencer considérablement la teneur en composés phénoliques de l'extrait. Ceci est confirmé par **Hatice et al., 2017**. Ces derniers indiquent que l'extrait éthanolique du gingembre est l'extrait le plus riche en composés phénoliques et flavonoïdes avec une teneur de $137.5 \mu\text{g} / \text{mg}$ d'EAG pour les polyphénols et de $25.1 \mu\text{g} / \text{mg}$ d'EQ pour les flavonoïdes, par rapport à l'extrait aqueux, celui-ci présente des valeurs de l'ordre $52.8 \mu\text{g} / \text{mg}$ d'EAG pour les teneurs en polyphénols et de $3.9 \mu\text{g} / \text{mg}$ d'EQ pour les flavonoïdes. La variation quantitative du contenu en polyphénols et en flavonoïdes entre la cannelle et le gingembre peut être attribuée à plusieurs facteurs tels que les conditions climatiques, la localisation géographique, la période de récolte, les conditions de stockage et les facteurs génétiques. Mais aussi le degré de maturation de la plante a une forte influence ceux sur la teneur en polyphénols (**El Hazzat et al., 2015**). Aussi en opposant nos résultats à celle de la littérature, Il est clair qu'il existe des divergences entre les teneurs en polyphénols et flavonoïdes obtenues et celles évoquées par les littératures. Ceci peut trouver son explication dans le fait que les méthodes, les types de solvants, le pourcentage des solvants, la température, et la

durée de l'extraction, peuvent influencer de manière significative l'estimation de la teneur et le type des composés phénoliques totaux et des flavonoïdes dans les différents extraits (**Hayouni et al., 2007 ; Grujic et al., 2012**). En outre, **Moure et al., 2001** ont démontré que la polarité la plus élevée du solvant a tendance à donner de plus grandes quantités de polyphénols. Le processus de séchage peut influencer considérablement les teneurs en polyphénols et en flavonoïdes. On a souvent constaté que la teneur en composés phénoliques dans diverses plantes et des épices change de manière irrégulière selon les différents processus de séchage (**Kejing et al., 2015 ; Wijayanti et al., 2018, Iswaibah et al., 2019**). Aussi la méthode de quantification des polyphénols peut être un facteur de divergence fondamentale. En effet la technique au Folin-Ciocalteu est une technique à faible spécificité. Ceci est dû à la sensibilité extrême de ce réactif à réduire tous les groupes d'hydroxyles ce qui est l'inconvénient principal de cette technique (**Gomez-Caravaca et al., 2006**).

II.3. Evaluation de l'activité antioxydante

II.3.1. Evaluation du pouvoir réducteur des extraits de *Cinnamomum zeylanicum* (cannelle) et *Zingiber officinale Roscoe* (gingembre)

Les résultats concernant l'activité réductrice des extraits éthanoliques de *Cinnamomum zeylanicum* (EEC), *Zingiber officinale Roscoe* (EEG), l'acide gallique (AG), la quercétine et l'acide ascorbique (Vit C) (utilisés comme antioxydants standards), sont illustrés dans les **figures N° 07 et N° 08**. Ils sont exprimés en concentration effectrice à 50% (CE₅₀).

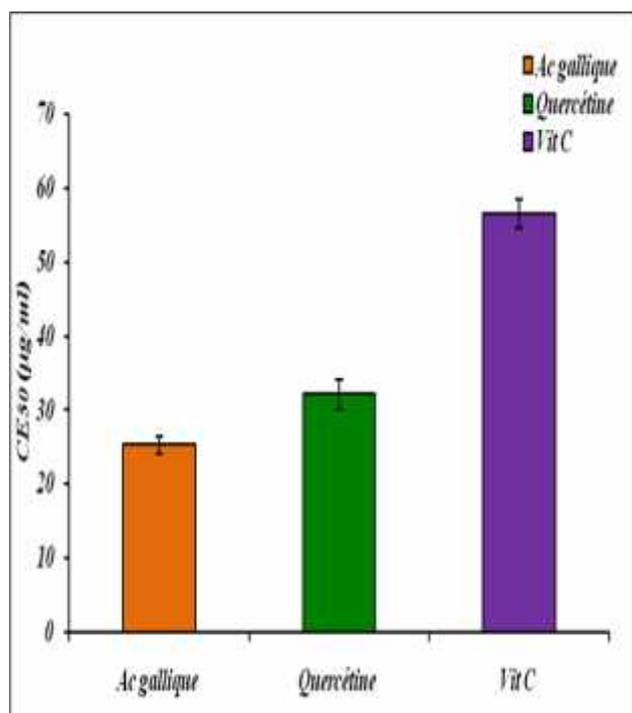


Figure N°07 : Pouvoir réducteur des standards exprimés en CE₅₀

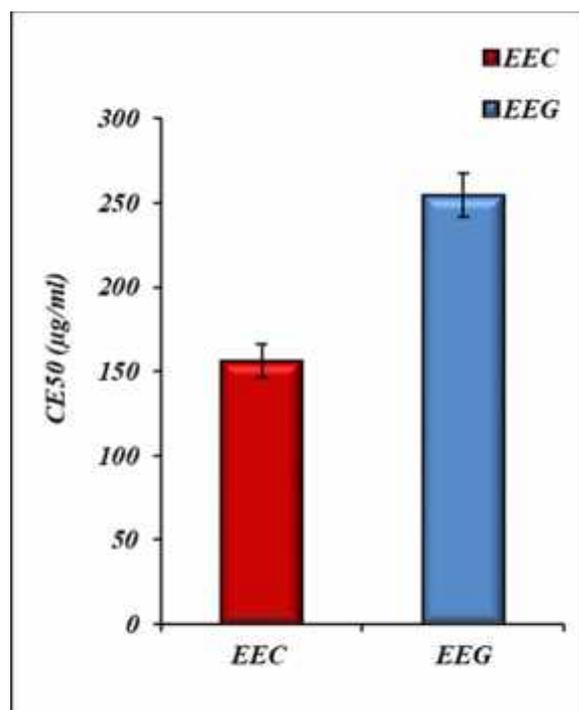


Figure N°08 : Pouvoir réducteur des extraits de *Cinnamomum zeylanicum* et *Zingiber officinale* exprimé en CE₅₀

(Les valeurs représentées correspondent à la moyenne ± erreur standard avec n=6).

(*) : EEC vs EEG

L'ensemble des résultats mentionnés dans la **figure N°08**, indique que l'EEC présente une activité antioxydante, reflétée par la capacité réductrice du fer, plus élevée et hautement significative ($p = 0.0003$) en l'opposant au l'EEG et ce avec des concentrations effectrices 50 de l'ordre de $156.05 \pm 9.95 \mu\text{g/ml}$ et de $254.51 \pm 13.28 \mu\text{g/ml}$ respectivement. Néanmoins, ce pouvoir de réduction du fer est largement faible par rapport au pouvoir réducteur des substances antioxydantes standards (figure N°07). Ceci est enregistré par le biais des CE₅₀ classées comme suit : Acide gallique : $25.24 \pm 1.19 \mu\text{g/ml}$, quercitine : $32.12 \pm 2.01 \mu\text{g/ml}$ et l'acide ascorbique : $56.55 \pm 1.91 \mu\text{g/ml}$. Il en ressort que l'acide gallique présente un fort pouvoir réducteur comparativement à nos extraits et les antioxydants de référence compte tenu de sa faible CE₅₀. Par conséquent, il semble que le pouvoir réducteur soit sensiblement modulé par la concentration des extraits en composés phénoliques. En effet, d'après les résultats obtenus avec la technique FRAP une augmentation proportionnelle de la réduction du fer avec l'augmentation des concentrations des extraits de la plante étudiée a été constatée. Le coefficient de corrélation établi entre la teneur en polyphénols de l'extrait éthanolique de

la cannelle et du gingembre et l'activité antioxydante, reflétée par le pouvoir réducteur du fer, est fortement significatif, on note un r de $0,9991 \pm 0,0002$ pour l'EEC et de $0,9961 \pm 0,002$ pour l'EEG (voir figures N°09 et N° 10), ceci indique que 99% de la capacité antioxydante des extraits, sont dus à la contribution des composés phénoliques qui sont les antioxydants dominants dans ces extraits (Bellik *et al.*, 2013). Ces résultats concordent ceux rapportés par d'autres auteurs qui ont démontré une corrélation positive entre la teneur totale des composés phénoliques et l'activité antioxydante (Wong *et al.*, 2006; Wojdylo *et al.*, 2007; Abdul Qadir *et al.*, 2017).

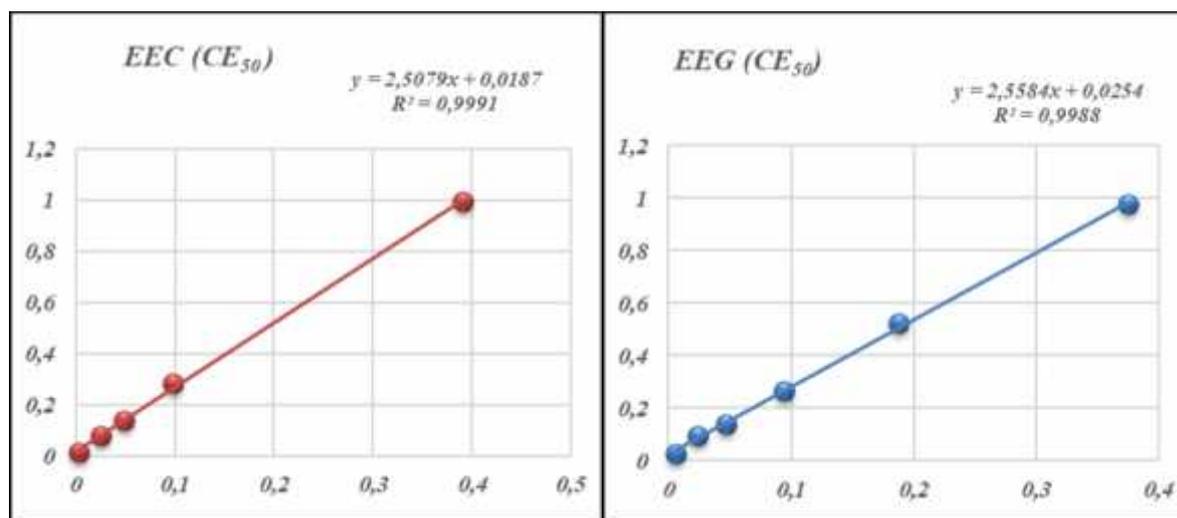


Figure N°09 : Courbe de corrélation entre la concentration de l'EEC et la capacité de réduire le fer

Figure N°10 : Courbe de corrélation entre la concentration de l'EEG et la capacité de réduire le fer

D'après les résultats obtenus, l'extrait éthanolique de la cannelle représente l'extrait le plus actif en comparaison avec l'extrait éthanolique du gingembre, cette capacité est probablement due à l'abondance des groupements hydroxyles dans les composés phénoliques de la cannelle qui peuvent servir comme donneurs d'électrons. Les antioxydants sont considérés comme des réducteurs et inactivateurs des oxydants (Al-Farsi *et al.*, 2005). Ces résultats corroborent ceux indiqués par l'équipe de Mathew et Abraham, celle-ci décrit une augmentation du pouvoir réducteur avec une augmentation des concentrations d'acide ascorbique et de l'extrait méthanolique d'écorce de cannelle, ce qui montre que l'extrait de la cannelle peut agir comme donneur d'électrons et peut réagir avec les radicaux libres pour les convertir en produits plus stables et ainsi inhiber les réactions radicalaires en chaîne (Mathew et Abraham, 2006). Plusieurs études ont démontré que le gingembre a également une forte activité antioxydante. Le gingembre est une bonne source d'antioxydants et présente une forte

activité antioxydante après extraction en utilisant l'alcool comme solvant d'extraction. Il a été démontré que les extraits préparés avec les solvants que sont le méthanol et l'éthanol présentent une activité de piégeage des radicaux libres et de pouvoir réducteur plus élevée que les extraits préparés avec de l'eau (**Adel et Prakash, 2010**). Une étude menée par **Maizura et al., 2011**, sur le contenu phénolique total et activité antioxydante des extraits de quelques plantes utilisées frais, indique que l'activité réductrice du gingembre, évaluée par le test du FRAP est plus élevée que celle de l'extrait de curcuma. Par contre, une étude récente ayant pour but de comparer la capacité antioxydante du gingembre frais et le gingembre séché *in vitro* (**Mao et al., 2019**), révèle que le gingembre séché présente le plus fort pouvoir antioxydant car le nombre de composés phénoliques est 2.4 à 5.2 fois plus élevé que celui du gingembre frais. Ceci était principalement associé à leur teneur en polyphénols (**Li et al., 2016 et Mao et al., 2019**). Ces propriétés antioxydantes sont indiquées par la présence de groupes hydroxyles dans le composé actif (**Si et al., 2018 et Mohd Sahardi et Makpol, 2019**). En outre, d'autres auteurs affirment que le type de solvant d'extraction pouvait avoir un effet sur l'activité antioxydante du gingembre. L'effet antioxydant des extraits éthanoliques du gingembre est plus efficace que celui des extraits aqueux de ce rhizome, cette capacité est évaluée pour le pouvoir réducteur exprime en équivalent torolox, les valeurs des extraits éthanoliques sont 8 fois plus élevés que celles obtenues avec les extraits aqueux de rhizome de gingembre. En revanche, les extraits aqueux de gingembre sont plus efficaces en termes d'activités de piégeage des radicaux libres et de chélation (**Yeh et al., 2014**).

CONCLUSION

Conclusion

La recherche de nouvelles substances antioxydantes purement naturelles est la préoccupation capitale de la plupart des scientifiques. Ces dernières années de nombreux travaux se sont intéressés à la composition chimique et aux effets biologiques des extraits des plantes médicinales très connues en pharmacopée traditionnelle, à l'instar de *Cinnamomum zeylanicum* (cannelle) et du *Zingiber officinale* (gingembre). L'activité biologique d'une plante médicinale est souvent corrélée aux propriétés antioxydantes, elles-mêmes liées aux composés phénoliques constituant la plante. Ces composés considérés comme une classe importante d'antioxydants en raison de leur activité de piégeage des radicaux par la donation d'atomes d'hydrogène. Les résultats obtenus indiquent que l'extrait éthanolique de *Cinnamomum zeylanicum* (EEC) possède le rendement le plus élevé estimé à 9,47 % en comparaison avec l'extrait éthanolique de *Zingiber officinale* Roscoe. (EEG) avec un rendement de 5.86 %. Les résultats de la teneur en polyphénols totaux dévoilent que l'extrait éthanolique de la cannelle(EEC) est le plus riche en polyphénols avec un taux de 477,14 mg EAG/g de MS par rapport à l'extrait éthanolique du gingembre(EEG) qui présente une teneur de 320,75 mg EAG/g de MS. Cependant la quantification des flavonoïdes montre une forte teneur révélée par l'extrait éthanolique du gingembre(EEG) avec un taux de 51,11 mg EQ/ g de MS. *En outre*, l'EEC a une capacité de réduction de fer estimée par une concentration effectrice 50 (CE₅₀) de l'ordre de 156,05 µg/ml, cette capacité est supérieure à celle de l'extrait éthanolique issu du gingembre. Ces résultats montrent une activité antioxydante puissante de la cannelle qui pourrait être due essentiellement à la richesse en composés phénoliques, ces derniers jouent un rôle d'un donneur d'électron et peut réagir avec les radicaux libres pour les convertir en produits plus stables. Néanmoins, le potentiel de réduction du fer des substances antioxydantes standards (acide gallique , quercétine et acide ascorbique) reste le plus puissant par rapport au pouvoir réducteur de ces deux matrices végétales, avec des CE₅₀ de l'ordre de 25,24 µg/ml, 32,12 µg/ml et 56,55 µg/ml respectivement. Au vue des résultats obtenus dans ce travail les extraits issus de *Cinnamomum zeylanicum* et de *Zingiber officinale*,devrait trouver une application comme de nouvelles formules pharmaceutiques ou nutraceutiques, et peuvent être envisagés dans les stratégies préventives des pathologies causées par le stress oxydatif. Toutefois, et dans le but d'une éventuelle application chez l'homme, il serait donc intéressant d'étayer ce travail par :

Conclusion

- ✓ Une optimisation de la méthode d'extraction en envisageant d'autres types de solvants pour la macération.
- ✓ Une adoption d'autres méthodes d'extraction comme par exemple la méthode de soxhlet, extraction par sonication
- ✓ Une identification et isolation des composés bioactifs de *Cinnamomum zeylanicum* et *Zingiber officinale* en utilisant des techniques plus fines (CCM, HPLC, RMN...)
- ✓ Une évaluation des propriétés antimicrobiennes des extraits issus de *Cinnamomum zeylanicum* et *Zingiber officinale* vis-à-vis des souches pathogènes.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

A

W P K M. Abeysekera, 1 S P G. Arachchige, 2 W K S M Abeysekera , 3 W D. Ratnasooriya,4 and H M U I. Medawatta1. (2019). Antioxidant and Glycemic Regulatory Properties Potential of Different Maturity Stages of Leaf of Ceylon Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) In Vitro. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine , Article ID 2693795, 10 pages

Adel, P,R,S and Prakash, J.(2010). Chemical composition and antioxidant properties of gingerroot (*Zingiber officinale*), Journal of Medicinal Plants Research, 4(24):2674–2679.

Andrés, M., Jose, M,C., Daniel, F., J. Manuel, J,D., Jorge, S., Herminia, D., Maria,J, N and Carlos, J,P.(2001). Natural antioxidants from residual sources. Food Chemistry 72:145-171.

Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Morris, A., Baron, M and Shahidi, F. (2005). Comparison of Antioxidant Activity, Anthocyanins, Carotenoids, and Phenolics of Three Native Fresh and Sun-Dried Date (*Phoenix dactylifera* L.) Varieties Grown in Oman. Journal of Agricultural and Food Chemistry .

B

Bahorun, T., Grinier, B., Trotin, F., Brunet, G., Pin, T., Luncky, M., Vasseur, J .,Cazin , M., Cazin, C and Pinkas, M. (1996). Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneimittel-Forschung*, 46:1086-1089.

Baillon, H.(1884).*Traité de Botanique médicale*, Paris, 1(2), 680-687.

V. Beejmohun, M. Peytavy-Izard, C. Mignon et al. (2014). “Acute effect of Ceylon cinnamon extract on postprandial glycemia: alpha-amylase inhibition, starch tolerance test in rats, and randomized crossover clinical trial in healthy volunteers,”*BMC Complementary and Alternative Medicine*, vol. 14, article 351

Bellik, Y., Benabdesselam, F., Ayad, A., Dahmani, Z., Boukraa, L., Nemmar, A and Iguer-Ouada, M.(2013). Antioxidant Activity of the Essential Oil and Oleoresin of *Zingiber*

Références bibliographiques

Officinale Roscoe as Affected by Chemical Environment, International Journal of Food Properties, 16(6): 1304-1313.

C

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

Chang, H.C., Huang, G.J., Agrawal, D.C., Kuo, C.L., Wu, C.R., Tsay, H.S.(2007). Antioxidant activities and polyphenol contents of six folk medicinal ferns used as “Gusuibu”. *Botanical Studies*. 48:397-406.

Conde, E., Cara, C., Moure, A., Ruiz, E., Castro, E and Dominguez, H.(2009). Antioxidant activity of the phenolic compounds released by hydrothermal treatments of olive tree pruning. *Food Chemistry*, 114: 806-812.

D

Dechambre, A.(1876). *La cannelle, dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, 12, 164-177.

Dudonne, S.X., Vitrac, P., Couti'ere, M., Woillez and M'erillon, J-M.(2009). Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD andORAC assays, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (5) : 1768–1774.

E

EL HAZZAT, N., IRAQI, R et BOUSETA, A.(2015). Identification par GC-MS et GC-FID-O des composés volatils des olives vertes de la variété « Picholine marocaine » : effet de l'origine géographique. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(4): 2219-2233

Ervina, M., Nawu, Y-E and Esar, S-Y.(2016). Comparison of *in vitro* antioxidant activity of infusion, extract and fractions of Indonesian Cinnamon (*Cinnamomum burmannii*) bark. *International Food Research Journal* 23(3): 1346-1350.

F

Références bibliographiques

Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bouraoui, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M and Abdely, C.(2008). Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *Compt. Rend. Biol.* 331: 372-379.

Faivre, Cl., Lejeune, R., Staub, H., Goetz P.(2006). *Zingiber officinale* Roscoe *Phytotherapie*, 4(2) : 99-102.

Felhi, S., Daoud, A., Hajlaoui, H., Mnafgui, K., Gharsallah, N and Kadri, A.(2017). Solvent extraction effects on phytochemical constituents profiles, antioxidant and antimicrobial activities and functional group analysis of *Ecballium elaterium* seeds and peels fruits. *Food Science and Technology*,

G

Gigon, F.(2012). Le gingembre, une épice contre la nausée. *Phytotherapie*, 10(2) :87-91.

Goetz, P.(2012). *Phytothérapie anti-infectieuse*, ©Springer-Verlag France, Paris

Gómez-Caravaca, M,A., Gómez-Romero, D., Arráez-Román ,A., Segura-Carretero, A.,Gutiérrez, F.(2006). Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. *J. Pharmaceutical and Biomedical Analysis.* 41:1220-1234.

I. Gülçin, F. Topal, R. Çakmakçı, M. Bilsel, A.C. Gören, U. Erdogan, (2011) . *J. Food Sci.* 76, C585–C593

Grujic, N., Lepojevic, Z., Srdjenovic, B., Vladic, J and Sudji, J.(2012). Effects of Different Extraction Methods and Conditions on the Phenolic Composition of Mate Tea Extracts. *Molecules*, 17: 2518-2528.

H

Hadrich , F ., Cherif, S ., Gargouri, T,Y and Sayari, A.(2014). Antioxydant and Lipase inhibitory Activities and Essential Oil Composition of Pome granatepeel Extract. *Journal of Oleon science.* 63,(5)515-525.

Références bibliographiques

Halvorsen, B.L., Carlsen, M.H., Phillips, K.M., Bohn, S.K., Holte, K., Jacobs, D.R. Jr. and Blomhoff, R.(2006). Content of redox-active compounds (ie, antioxidants) in foods consumed in the United States. *Am J Clin Nutr* 84 : 95-135.

Han YA, Song CW, Koh WS, Yon GH, Kim YS, Ryu SY, Kwon HJ, Lee KH. (2013). Anti-inflammatory effects of the *Zingiber officinale roscoe* constituent 12-dehydrogingerdione in lipo-polysaccharide -stimulated Raw 264.7 cells. *Phytother Res.* 2013 Aug; 27(8):1200-5.

Hatice, T., Ihami, G., Ercan, B., Ahmet, C.G., Alwasel, S.H and Ekrem, K. (2017). Antioxidant activity and phenolic compounds of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) determined by HPLC-MS/MS. *Food Measure*, 11:556–566.

Hayouni, EL,A., Abedrabba, M., Bouix, M and Hamdi, M.(2007). The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruit extracts. *Food Chemistry* 105:1126–1134.

I

Iswaibah, M., Nyuk, L.C., Sharida, F and Arulselvan P.(2019). Comparison of Phytochemicals, Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties of Sun-, Oven- and Freeze-Dried Ginger Extracts. *Foods*, 8:456.

J

Jayanthi, P et Lalitha, P.(2011). Reducing Power Of The Solvent Extracts Of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences.* 3(3) : 126-12

Jayaprakasha, G.K., Negi, P.S., Jena, B.S and Jagan, M,R,L.(2007). Antioxidant and antimutagenic activities of *Cinnamomum zeylanicum* fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis* 20:330–336.

K

Références bibliographiques

Kamath, V.J., Rana ,A,C and Anirban ,R,C.(2003). Pro-healing Effect of *Cinnamomum zeylanicum* Bark. PHYTOTHERAPY RESEARCH *Phytother. Res.* **17**: 970–972.

Kejing, A., Dandan, Z., Zhengfu, W., Jijun, W., Yujuan, X., Gengsheng, X.(2015). Comparison of different drying methods on Chinese ginger (*Zingiber officinal Roscoe*): Changes in volatiles, chemical profile, antioxidant properties, and microstructure. *Food Chemistry* xxx.

L

Ladoh Yemeda, C. F., Dibon, S. D., Nyegue, M. A., Djembissi Talla, R. P., Lenta Ndjakou, B., Mpondo, E., Yinyang, J., Wansi, J. D. (2014). Activité antioxydante des extraits méthanoliques de *Phragmanthera capitata* (Loranthaceae) récoltée sur *Citrus sinensis*. *Journal of applied Bioscience* 84 : 7636-7643.

Li, Y., Hong, Y., Han, Y., Wang, Y and Xia, L.(2016). Chemical characterization and antioxidant activities comparison in fresh, dried, stir-frying and carbonized ginger. *J. Chromatogr. B*, 1011, 223–232.

Lu, M.,Yuan, B., Zeng, M and Chen, J . (2011). Antioxidant capacity and major phenolic compounds of spices commonly consumed in China. *Food Research International* 44 : 530–536

M

Mahmoudi, S., Khali, M et Mahmoudi, N. (2013). Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*cynarascolymus l.*). *Nature & technologie. b- sciences agronomiques et biologiques*, **09** : 35-40.

Maizura, M., Aminah, A and Wan Aida, W,M.(2011). Total phenolic content and antioxidant activity of kesum (*Polygonum minus*), ginger (*Zingiber officinale*) and turmeric (*Curcuma longa*) extract, *International Food Research Journal*, 18(2):529–534.

Références bibliographiques

Mathew, S and Abraham, E,T.(2006).In vitro antioxidant activity and scavenging effects of Cinnamomum verum leaf extract assayed by different methodologies. Food and Chemical Toxicology 44:198–206.

Mathew, S and Abraham, E,T.(2006). Studies on the antioxidant activities of cinnamon (Cinnamomum verum) bark extracts, through various in vitro models. Food Chemistry 94 :520–528.

Mascre, M., Deysson, G. (1951).*Classification des plantes vasculaires*, tome II, Sedes edition, Paris : 221.

Mei, Lu., Yuan, B., Maomao, Z and Jie, C.(2011). Antioxidant capacity and major phenolic compounds of spices commonly consumed in China. Food Research International 44:530–536.

Morand C. M. D. (2014). Polyphénols et santé vasculaire: mise en évidence du rôle direct des polyphénols dans les effets bénéfiques des agrumes dans la protection vasculaire, *Innovations Agronomiques*, 41(5), p7187

Mohd Sahardi, N,F,N., Jaafar, F., Mad Nordin, M,F and Makpol, S.(2019).Ginger (Zingiber officinale Roscoe) in the Prevention of Ageing and Degenerative Diseases: Review of Current Evidence. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine ,5054395:13.

Mompon, B., Lemaire, B., Mengal, P and Surbled, M.(1998). Polyphénols 96 (extraction des polyphénols : du laboratoire à la production industrielle). INRA Édition, Paris, (les colloques n°87), ISBN ; 2-7380-0796-1 :34.

N

Naczk, M and Shaidi, F.(2004). Extraction and analysis of phenolics in food. Journal of Chromatography, 1054:095-111.

O

Références bibliographiques

Olywanayowa okea, G., Adegboyeg, A.A., Eseigbe, I.C., Barinem, F.M.(2019). *Zingiber officinale* (Roscoe) mitigates CCl₄-induced liver histopathology and biochemical derangements through antioxidant, membrane-stabilizing and tissue-regenerating potentials. *Toxicology Reports* 6: 416–425.

Oyaizu, M.(1986). Studies on products of browning reaction prepared from glucosamine. *Japanese Journal of Nutrition.* 44 : 307–315.

P

Przygodzka, M., Danuta, Z.N., Zuzana, C., Kristina, K and HenrykZiel, N. (2013). Comparison of methods for evaluation of the antioxidant capacity and phenolic compounds in common spices. *LWT - Food Science and Technology* xxx (2013) : 1-6

Q

Qadir, M,A., Shahzadi, S,K.,Bashir, A., Munir, A and Shahzad, S.(2017). Evaluation of Phenolic Compounds and Antioxidant and Antimicrobial Activities of Some Common Herbs. *International Journal of Analytical Chemistry*, 3475738:6.

R

Ranasinghe P, Pigera S, Premakumara GA, Galappaththy P, Constantine GR, Katulanda P. (2013). Medicinal properties of ‘true’ cinnamon (*Cinnamomum Zeylanicum*): a systematic review. *BMC Complement Altern Med.*;13:275.

Ribéreau-Gayon, P.(1968). Les composés phénoliques des végétaux. Editions Dunod, Paris : 254 .

Ryan, M,T., Muller, H and Pfanner, N.(1999). Functionalstaging of ADP/ATP carrier translocation across the outer mitochondrial membrane. *Journal of Biological Chemistry*, 274 (29): 20619-20627.

S

Santiago-Adame, R., Medina-Torres, L., Gallegos-Infante, J,A., Calderas, F., Gonzalez-Laredo, R,F., Rocha-Guzman, N,E., Ochoa-Martínez ,L,A and Bernad- Bernad, M,J.(2015). Spray drying-microencapsulation of cinnamon infusions (*Cinnamomum zeylanicum*) with maltodextrin. *LWT - Food Science and Technology* 64: 571-577.

Singleton, V., Orthofer, R and Lamuela- Raventos, R.(1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteau reagent. *Method of enzymologie*, 299 : 152-178.

Si, W., Chen, Y,P., Zhang, J., Chen, Z-Y and Chung, H,Y. (2018). Antioxidant activities of ginger extract and its constituents toward lipids,” *Food Chemistry*, 239:1117–1125.

T

Thiraphatthanavong, P., Jintanaporn, W., Supaporn, M., Wipawee, T,M., Kamol, L and Bhalang, S.(2014). The Combined Extract of Purple Waxy Corn and Ginger Prevents Cataractogenesis and Retinopathy in Streptozotocin-Diabetic Rats. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 789406:11.

Y

Yeh, H., Chuang, C., Chen, H., Wan, C., Chen, T and Lin, L.(2014). Bioactive components analysis of two various gingers (*Zingiber officinale* Roscoe) and antioxidant effect of ginger extracts. *LWT-Food Sci. Technol*, 55:329–334.

W

Wijayanti, I., Agung, B., Artini, P., Fea, P and Anif, N,A.(2018). Total phenolic content and antioxidant activity of ginger extract and snedds with eel fish bone oil (*anguillaspp.*). *nusantarabioscience*, 10(3):164-169 , 2087-3948.

Wojdyłoa, A., Oszmian´ski, J., Czemerys, R.(2007).Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry* 105 :940–949

Références bibliographiques

Wong, C-C., Li, H-B., Cheng, K-W., Chen, F.(2006). A systematic survey of antioxidant activity of 30 Chinese medicinal plants using the ferric reducing antioxidant power assay. *Food Chemistry* 97, 705–711

Wuu-Kuang, S.(2011). Taxonomic revision of *Cinnamomum* (*Lauraceae*) in Borneo. *Blumea* 56, 241–264.

ANNEXES

Annexe I : Choix des plantes et Description botanique

1. Choix des plantes

Les deux plantes ayant fait l'objet de notre étude ont été choisies sur la base d'une recherche bibliographique méticuleuse qui a montré que ces espèces végétales sont très riches en molécules bioactives et qui possèdent une activité antioxydante et antibactérienne puissante, Donc, ces dernières ont été choisies parmi tant d'autres pour leur caractère médicinal, leurs grande utilisation par la population et leurs multiples vertus thérapeutiques intéressantes.

2. Description botanique

a. *Cinnamomum zeylanicum* (cannelle)

La cannelle étudiée appartient à la famille des *Lauraceae*. Elle provient de l'île de Ceylan, ancien nom du Sri Lanka. Cette île est située au Sud-est de l'Inde dans l'océan indien. Elle est cultivée essentiellement en Asie du sud : Inde, Sri Lanka (Ceylan), Chine, ainsi qu'aux Seychelles et à Madagascar. Très appréciée pour sa saveur parfumée, elle est également riche en antioxydants (Halvorsen *et al.*, 2006). Le nom de cannelle provient du latin «*canula* » signifiant une forme de cylindre, dérive du latin classique «*canna* » signifiant roseau ou tuyau, en référence à l'écorce qui en séchant forme de petits cylindres. L'ancien français canele ou kanele est très proche du mot actuel. Son nom binomial est *Cinnamomum zeylanicum*. La famille des *Lauraceae* est importante et comprend un grand nombre d'espèces de plantes tropicales odoriférantes fournissant de l'essence. C'est une des familles les plus anciennement apparues (Mascre M. et Deysson G., 1951).

La cannelle est une substance végétale aromatique provenant de l'écorce interne du cannelier qui est un arbre de grande taille, à l'état sauvage, peut atteindre 6 à 18 mètres de haut et de 20 à 30 cm de diamètre. En culture on le maintient à l'état de sous-arbrisseau buissonneux de moins de 2 mètres. L'écorce du tronc, rugueuse et épaisse, est d'abord verdâtre puis devient grisâtre à l'extérieur et brun rougeâtre à l'intérieur (Wuu-Kuang, 2011).

Le feuillage du cannelier (figure N° 11) est persistant, aromatique et vert brillant. Les feuilles sont opposées, à limbe entier, coriaces et de forme lancéolée. Elles sont parcourues par trois nervures principales longitudinales (une médiane et deux latérales situées près des bords) (Dechambre, 1876). Les feuilles sont longues de 15 cm et larges de 7 cm, glabres, lisses, luisantes au dessus avec un revers plus clair et glauque. Elles sont concaves au dessus et

proéminentes au dessous. Les feuilles ont un gout aromatique épicé et agréable. Une fois broyées, les feuilles dégagent une odeur forte de clou de girofle (Baillon, 1884).

L'écorce (figure N° 12) forme des tuyaux isolés ou emboîtés et mats. La face externe de couleur brun-jaune, est lisse et marquée de fines stries longitudinales blanchâtres. Chaque ruban cylindrique d'écorce de *Cinnamomum zeylanicum* a une épaisseur de 0,2 à 0,7 mm. L'écorce est enroulée sur elle-même et forme des tuyaux emboités les uns aux autres d'une longueur de 30 cm à 1 mètre sur 1 cm de diamètre (Goetz et al., 2012).



Figure N° 11 : Feuilles et inflorescence de *Cinnamomum zeylanicum* (Baillon, 1884).



Figure N° 12: Bâtons de *Cinnamomum zeylanicum*

Tableau N° 02 : Classification botanique de *Cinnamomum zeylanicum* (Goetz et al., 2012)

Nom français	Cannelle ou Cannelle de Ceylan
Nom latin	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>
Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Embranchement	Magnoliophyta
Sous-embranchement	Magnoliophytina
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Magnoliidae
Ordre	Laurales

Famille	Lauraceae
Genre	Cinnamomum
Espèce	Cinnamomum zeylanicum

b. *Zingiber officinale* Roscoe (gingembre)

Le gingembre (*Zingiber officinale*) est une épice à base de racine ou de rhizome dérivée du gingembre, un membre de la famille des Zingibéracées. Il est originaire de l'Inde et où il est largement utilisé comme un additif culinaire ainsi que dans la médecine populaire.

Le gingembre est une plante vivace tropicale herbacée, à port de roseau, qui mesure jusqu'à 3 m de haut (Faivre *et al.*, 2006) (figure N°13). La partie souterraine utilisée est le rhizome, celui-ci se divise dans un seul plan et il est constitué de tubercules globuleux ramifiés (Gigon, 2012) (figure N°14). Le rhizome est noueux et parfumé, peau beige pâle, chair jaune pâle juteuse et parfumée. Il devient de plus en plus fibreux avec l'âge, couvert de feuilles écailleuses et pourvu à sa partie inférieure de racines cylindriques. Ses feuilles sont persistantes bisériées, longues, étroites, lancéolées, pointues et longues de 20 cm. Elles possèdent deux sortes de tiges : tiges hautes stériles servant à l'assimilation chlorophyllienne et des tiges plus courtes (20 cm environ) portant des fleurs irrégulières en épi. À tige couverte d'écailles, entourée de spadice dense : grosses bractées vert jaune cireuses, superposées. Elle a des fleurs parfumées blanc jaune, 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). Le tableau 3 indique la classification botanique du gingembre :



**Figure N° 13 : *Zingiber officinale*
(Roscoe)(Gigon, 2012)**



**Figure N° 14 : Rhizome du gingembre
(Gigon, 2012)**

Tableau N° 03 : Classification botanique du gingembre (Faivre *et al.*, 2006 ; Gigon, 2012)

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

Annexe II : Préparation des tampons et des réactifs

I. Préparation des tampons phosphate à 1M

2,72g de KH_2PO_4 100 ml eau distillée

4,56g de K_2HO_4 100ml eau distillée

Mélanger 100 ml de KH_2PO_4 et 100 ml de K_2HO_4 , la solution est ajustée à pH 6,6.

Conserver les deux solutions à 4 °C pendant 03 mois.

II. Préparation des réactifs

II.1. Préparation de solution AlCl_3

AlCl_3 02g

Eau distillée..... 100 ml

Conservation à 4°C pendant 01 mois.

II.2. Préparation de solution Na_2Co_3

Na_2Co_3 7,5g

Eau distillée 100 ml

Conservation à 4°C pendant 01 mois.

II.3. Préparation de FeCl_3

FeCl_3 0.1g

Eau distillée 100ml

Conservation à 4°C pendant 01 mois.

Annexe III : Courbes d'étannolage de l'acide gallique et quercétine

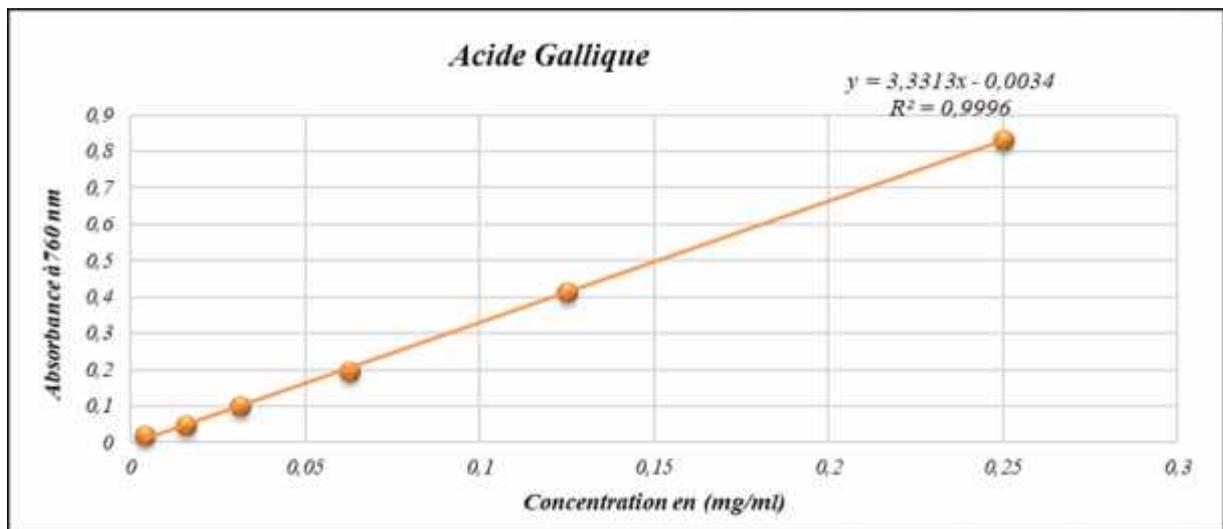


Figure : Courbe d'étannolage de l'acide gallique

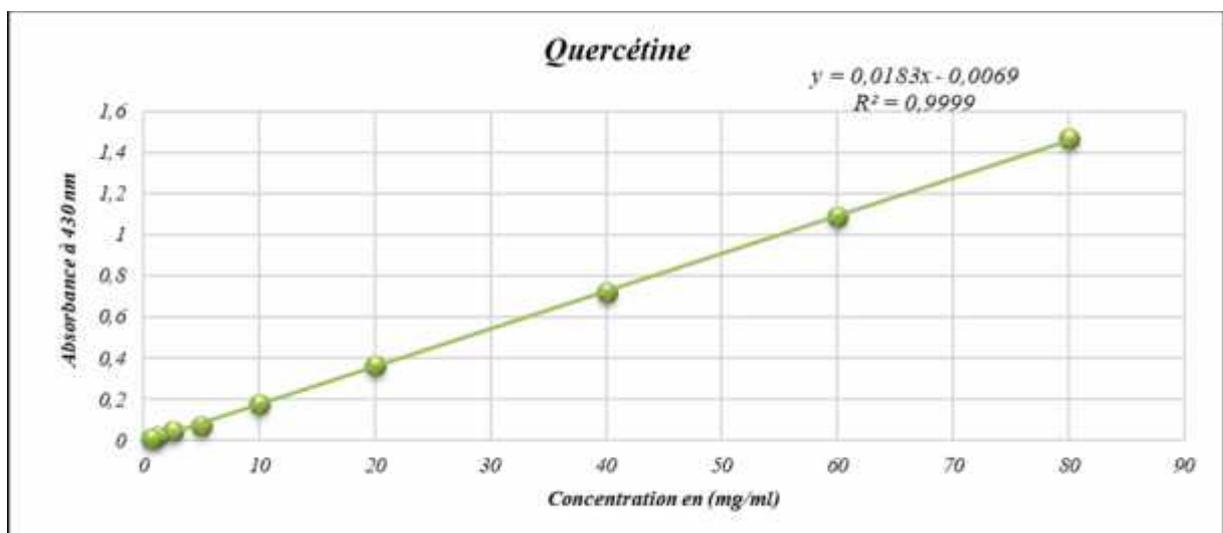


Figure: Courbe d'étannolage de la quercétine

Annexe IV : Courbes de régression linéaire utilisées dans l'évaluation de la CE_{50} par la méthode FRAP

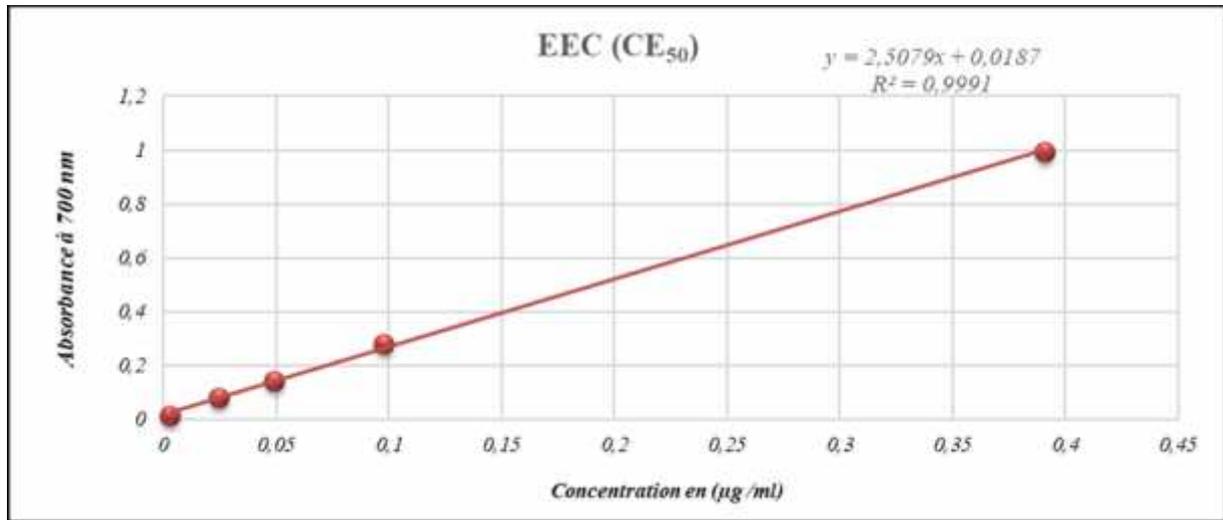


Figure : Courbe de régression linéaire utilisée pour l'évaluation de la CE_{50} de cannelle (EEC)

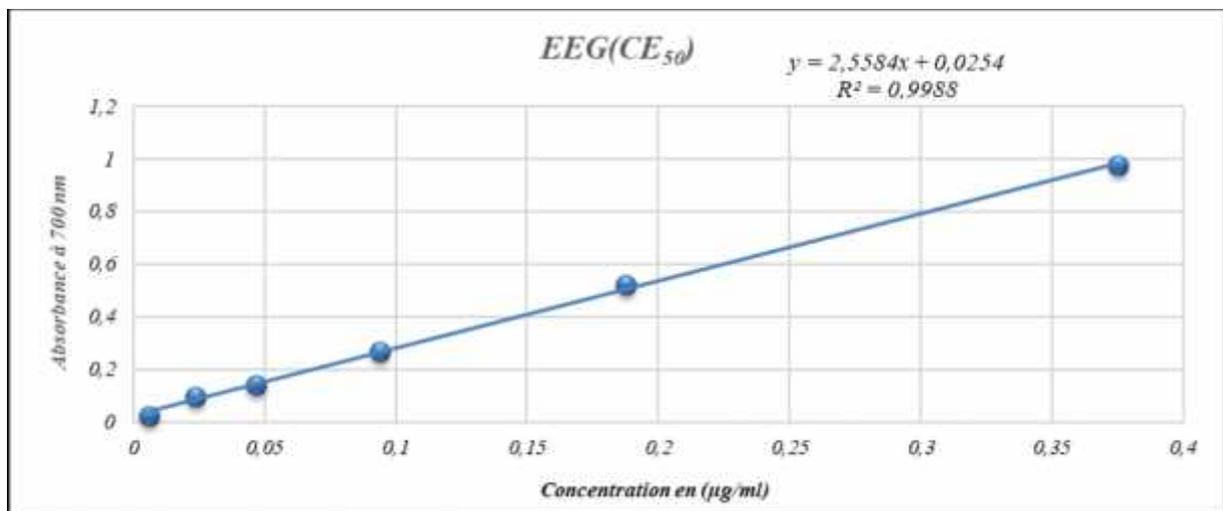


Figure: Courbe de régression linéaire utilisée pour l'évaluation de la CE_{50} de gingembre (EEG)

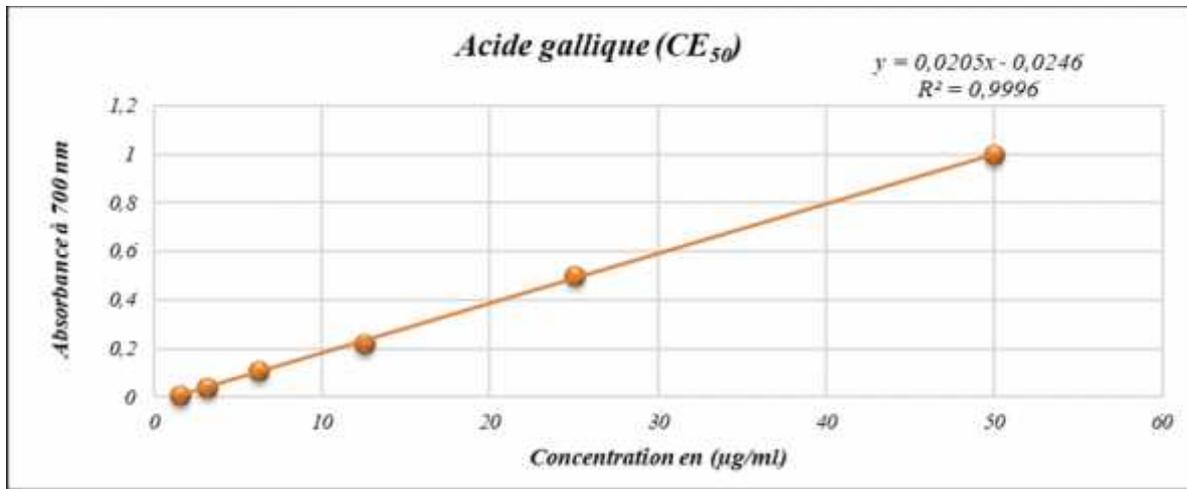


Figure: Courbe de régression linéaire utilisée pour l'évaluation de la CE₅₀ de l'acide gallique

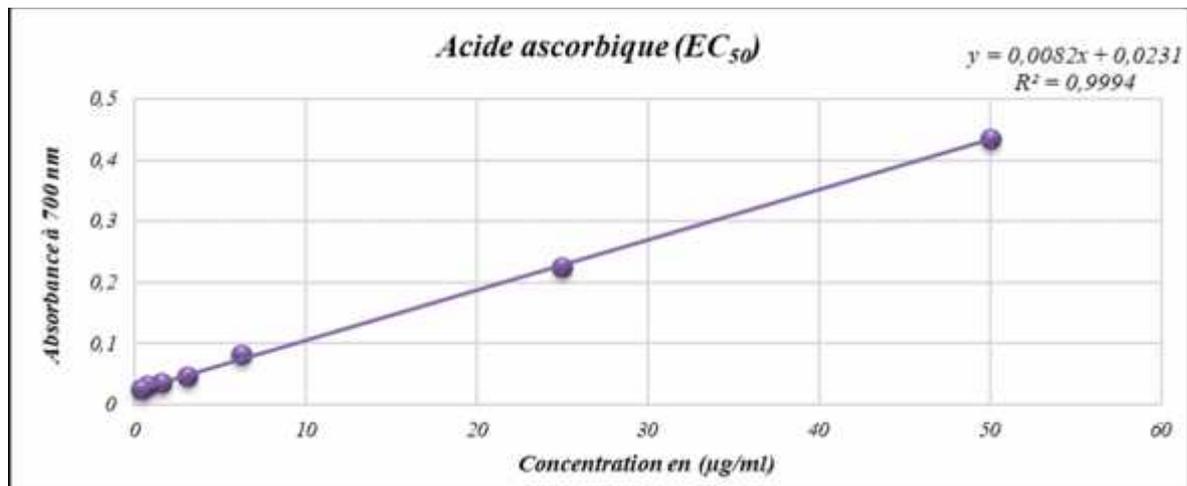


Figure : Courbe de régression linéaire utilisée pour l'évaluation de la CE₅₀ de l'acide ascorbique (Vit C).

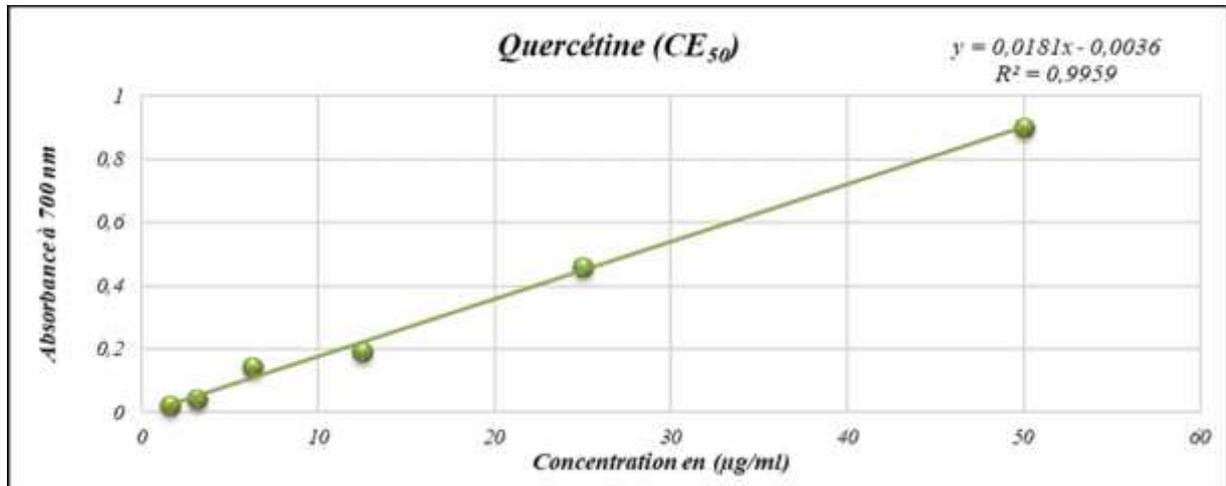


Figure: Courbe de régression linéaire utilisée pour l'évaluation de la CE₅₀ de la quercétine.

Résumé

A l'heure actuelle, plus de 25% des médicaments prescrits dans les pays industrialisés tirent directement ou indirectement leur structure des molécules d'origine naturelle. Parmi ces molécules, les polyphénols. Ces derniers, de part leurs moultes vertus occupent une place d'excellence. Cette présente étude s'intéresse à extraire et quantifier les composés phénoliques de deux plantes médicinales : la cannelle et le gingembre, afin de les soumettre, *in vitro*, à un criblage basé sur leur richesse en polyphénols, particulièrement en flavonoïdes, et leur potentiel antioxydant. Au cours de cette étude l'extraction des composés phénoliques a été réalisée par macération dans de l'éthanol absolu. La quantification des polyphénols et des flavonoïdes issus des deux extraits a été effectuée spectrophotométriquement selon la méthode au réactif de Folin Ciocalteu pour les composés phénoliques et la technique du trichlorure d'aluminium pour le dosage des flavonoïdes. L'évaluation de l'activité antioxydante des différents extraits phénoliques, a été réalisée via la technique FRAP. L'ensemble des résultats obtenus dévoilent que l'extrait éthanolique de la cannelle (EEC) est l'extrait le plus riche en composés phénoliques avec une quantité de $477,14 \pm 20,06$ mg EAG/g de matière sèche en comparaison avec l'extrait éthanolique du gingembre (EEG), ce dernier présente une teneur de $320,75 \pm 4,68$ mg EAG par g de matière sèche. Cependant la teneur en flavonoïdes de l'extrait éthanolique du gingembre (EEG) est largement supérieure à celle obtenue avec l'extrait éthanolique de la cannelle (EEC), on note respectivement $51,11 \pm 4,33$ mg *versus* $33,67 \pm 1,83$ mg équivalent quercétine par g de matière sèche. Aussi l'EEC manifeste un pouvoir réducteur du fer plus puissant que celui de l'EEG avec des CE_{50} de $156,05 \pm 9,95$ µg/ml et de $254,51 \pm 13,28$ µg/ml, respectivement. Néanmoins, ce pouvoir de réduction est largement faible par rapport au pouvoir réducteur des substances antioxydantes standards acide gallique, quercétine et acide ascorbique.

Mots clés : *Cinnamomum zeylanicum*, *Zingiber officinale*, composés phénoliques, Flavonoïdes, activité antioxydante.

حالياً 25٪ من الأدوية الموصوفة في البلدان الصناعية تستمد بنيتها بشكل مباشر أو غير مباشر من جزيئات ذات طبيعة طبيعية. من بين هذه الجزيئات، البوليفينولات. هذه الأخيرة، بسبب فوائدها العديدة، تحتل مكانة متميزة. تهتم هذه الدراسة باستخراج وقياس المركبات الفينولية لنبتتين طبيئتين: القرفة والزنجبيل، من أجل إخضاعهما، في المختبر، على ثرائهما بمادة البوليفينول، لا سيما مركبات الفلافونويد وإمكاناتهما الم. خلال هذه الدراسة، تم استخلاص المركبات الفينولية عن طريق النقع في الإيثانول. تم إجراء القياس الكمي لمركبات البوليفينول والفلافونويد التي تم الحصول عليها من المستخلصين بطريقة قياس الطيف الضوئي وفقاً لطريقة الكاشف لـ فولين سيوكالتو للمركبات الفينولية وتقنية ثلاثي كلوريد الألومنيوم لتقدير مركبات الفلافونويد. تم إجراء تقييم النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات الفينولية المختلفة باستخدام تقنية FRAP. تشير جميع النتائج التي تم الحصول عليها إلى أن المستخلص الميثانولي (EEC) هو المستخلص الأكثر ثراءً في المركبات الفينولية بكمية 477.14 ± 20.06 EAG / الميثانولي للزنجبيل (EEG)، هذا الأخير له 320.75 ± 4.68 EAG. فإن محتوى الفلافونويد في المستخلص الميثانولي للزنجبيل (EEG) أعلى بكثير من المحتوى الذي تم الحصول عليه باستخدام المستخلص الميثانولي (EEC) 51.11 ± 4.33 4.33 ± 33.67 1.83 ± 33.67 مكافئ كيرسيتين لكل غرام من المادة الجافة. أيضاً، يُظهر CEE أقوى للحديد من تلك الخاصة بـ EEG EC_{50} 156.05 ± 9.95 ميكروغرام / 254.51 ± 13.28 ميكروغرام / ك، فإن قوة الاختزال هذه منخفضة إلى حد كبير مقارنة بالقدرة المختزلة للمواد المضادة للأكسدة القياسية حمض الغاليك وكيرسيتين وحمض الأسكوربيك.

الكلمات المفتاحية: سيناموم زيلانيكوم، زنجبيل أوفيسينال، الفينولية، الفلافونويد،