

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**Université Djilali Bounaâma de Khemis
Miliana Faculté des Sciences et de la
Technologie Département des Sciences de
la Matière**



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention d'un diplôme de

Master

En Chimie

Spécialité: Chimie Pharmaceutique

Thème :

**Etude comparative de l'activité antioxydant de Quatre
plantes médicinales**

Présenté par :

- **Achour meriem**
- **Hannache Rihab**

Devant le jury composé de :

- **Mme Boukhatem : Présidente**
- **Mme fizir : Examinatrice**
- **Mr Hammoudi : Encadreur**

Année universitaire : 2020/2021

REMERCIEMENT

Tous d'abord nous tenons à remercier le bon Dieu tout puissant et miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Nous exprimons nos profondes gratitude et respectueuses reconnaissances à notre encadrant Monsieur Hamoudi pour son encadrement, conseils et sacrifices afin de donner le meilleur et pour son suivi durant la période de préparation de notre mémoire d'afin d'étude.

Nos remerciements vont aux membres du jury Dr. BOUKHTEM et Dr. Fizir qui m'ont fait l'honneur d'accepter de jurer notre travail.

Nous adressons nos remerciements aux personnes qui nous ont aidés dans la réalisation de ce mémoire

J'offre mes sincères remerciements à Dr. Nsira qui m'a donné des informations dans mon domaine de recherche.

Nous remercier tous les personnes de la clinique sidi abdelkader à khemis meliana : Wafia ,alya,zola.

Non remerciement s'adresse à Mr .Arbaoui amine pour son aide .

J'aimerais remercier toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation et à l'aboutissement de ce travail.





Dédicace



Je dédie ce modeste travail à mes plus chers êtres au monde :

*À mes chères parents : ma mère **Aicha** et mon père **Ben yahia** pour leur amour, leur tendresse, et pour leur soutien durant toutes les étapes de ma vie. J'espère qu'un jour, je pourrai leur rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi, que Dieu leur prête tout le bonheur.*

*Et mes sœurs, **Naima, Ghania, Fatima, samira** . Pour leurs encouragements et pour leur soutien moral et physique.*

*À mon chère frère **Amar** et sa femme **Nour El houda** .*

*Et tous les enfant ; **Dhiaa, zahra, hanan, Aya, Inas .abd elraouf** .*

*À mes yeux : **Hafsa** , **Fatima elzohra** que Dieu leur prête tout le bonheur.*

*À ma belle chère **Amina bousba** et **berki iman** .*

*À mon chère et belle binôme : **Rihab**.*

À tous ce qui ont enseigné moi au long de ma vie scolaire . Pour tout leur amour, leur soutien, leur encouragement, leur assistance et leur présence dans ma vie.

*À toute mes chères ami (e)s : **Nesrine , Naima**.*

Merci de votre présence, soutien et de m'avoir encouragée à aller plus loin.

À tous les autres que je n'ai pas cités mais à qui je pense aussi.

Meriem



Dédicace



En témoignage d'amour et d'affection, je dédie ce modeste travail avec une grande fierté à tous ceux qui me sont chers :

*Ma très chère mère **Aida** qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie.*

*Mon très cher père **Tohami**, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie.*

Que Dieu vous protège et que la réussite soit toujours à ma portée pour que je suis puisse vous combler de bonheur.

*A mes chère frère **abo bakr** et **sid ahmed** et mon oncle **misoum** et mes grande – parents **Ahmed** et **mahdi**.*

*A mes yeux : **Hafsa** , **Fatima el zahra** que Dieu leur prête tout le bonheur.*

*A mon chère et belle binome : **meriem**.*

A tous ce qui ont enseigné moi au long de ma vie scolaire .Pour tout leur amour, leur soutien, leur encouragement, leur assistance et leur présence dans ma vie.

*A toute mes chères ami (e)s : **Nesrin** et **naima**.*

Merci de votre présence, soutien et de m'avoir encouragée à aller plus loin.

A tous les autres que je n'ai pas cités mais à qui je pense aussi.

Rihab

Résumé

Résumé

Français :

La consommation des plantes médicinales sous la forme de ‘tisane’ est généralement considérée comme usuel quotidien pour de nombreuses personnes, dans le but d'exploiter leurs propriétés médicales à domicile. Dans ce contexte, nous avons fait cette étude qui visait à comparer l'activité antioxydant et l'activité antibactérienne des extraits aqueux de quatre plantes médicinales (curcuma, thym, gingembre, cannelle) avec le procédé de macération a froide et chaude. Par la suite nous avons étudié l'effet synergique de différent mélange d'extraits obtenus. L'activité antioxydant la plus élevée a été trouvée parmi tous les échantillons de mélange 7 (cur+can+gin), ces résultats obtenus ont montré une efficacité très faible par rapport aux extraits huileuses. Pour l'activité antibactérienne le diamètre d'inhibition le plus élevé allant jusqu'à 17 mm dans le cas de l'extrait de la cannelle pour la macération à froide , tandis que pour le reste des mélanges, les résultats étaient mitigés.

Mots clés : curcuma, thym, gingembre, cannelle, macération, activité antioxydant, mélange.

Anglais :

The consumption of medicinal plants in the form of “tisan ” Is generally considered a common daily occurrence for many people, with the aim of exploiting their medical properties at home. In this context, we made this study which aimed to compare the antioxidant activity, the antibacterial activity of the aqueous extracts of four medicinal plants (turmeric, thyme, ginger, and cinnamon) with the process Maceration a cold and hot. These extracts are then mixed as a mixture of extractors and their activity studies. The highest antioxidant activity was found among all mixing samples7 (cur+can+gin) The results showed very low efficacy. For the antibacterial activity results, the highest diameter of inhibition zones of up to 17 mm was found in the hydrolysis of cinnamon, while for the synthesizers the results were mixed.

Key word: turmeric, thyme, ginger, cinnamon, macération, antioxidant activity, mixture.

Arabe

يعتبر إستهلاك النباتات الطبية في شكل tisan عادة دارجة عند العديد من الناس و ذلك بهدف الاستفادة من خصائصها الطبية منزليا. و في هذا السياق قمنا بهذه الدراسة التي كان الهدف منها مقارنة النشاط المضاد للأكسدة،النشاط

Résumé

المضاد للبكتيريا لمستخلصات مائية لأربع نباتات طبية (كركم، زعتر، زنجبيل، قرفة) وذلك بإستعمال عملية Maceration a froide et chaude ثم مزج هذه المستخلصات في شكل خليط لمستخلصين فما فوق و دراسة نشاطها . تم العثور على أعلى نشاط مضاد للأكسدة بين جميع العينات في المزيج 7 والنتائج المتحصل عليها أظهرت فعالية ضعيفة جدا . اما بالنسبة لنتائج النشاط المضاد للبكتيريا وجدنا أعلى قطر لمناطق التثبيط يصل الى 17 مم في المستخلص المائي للقرفة أما بالنسبة للمستخلصات المزج فكانت النتائج متفاوتة.

الكلمات المفتاحية كركم، زعتر، زنجبيل، قرفة، ، نقع، مضاد للاكسدة ، مزيج.

Sommaire

Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
Introduction générale	01
Chapitre I : Identification des plantes médicinales	03
I.1 Définition des plantes médicinales	03
I. 2 Définition de la phytothérapie	03
I.2.1 Phytothérapie	03
I.3 Curcuma	03
I.3.1 Historique de curcuma	03
I.3.2 Classification botanique de curcuma	04
I.3.3 Description de la plante	04
I.3.4. Composition chimique de curcuma	05
I.3.5 Utilisation de curcuma	06
I.3.5.1 utilisation Alimentaire	06
I.3.5.2 Utilisation médicinale	07
I.3.5.3 Médecine traditionnelle	07
I.3.5.4 Médecine moderne	07
a) Effet antioxydant	07
b) Effet anti-inflammatoire	07
c) Effet antibactérien, antifongique et antiviral	08
I.3.5.5 Utilisation cosmétique	08
I.4 Gingembre	08
I.4.1 Historique de gingembre	08
I.4.2 Classification botanique de gingembre	09
I.4.3 Description botanique de gingembre (<i>Zingiber officinale</i>)	09
I.4.4 Compositions chimiques et molécules bioactives de gingembre	10
I.4.5 Utilisation de gingembre	11
I.4.5.1 Utilisation Alimentaire	11
I.4.5.2 Utilisation médicinale	11
a. Médecine traditionnelle	11
b. Médecine moderne	12

Sommaire

a. Effet antioxydant	12
b. Effet anti-inflammatoire	12
c. Effet anti- bactérienne et antivirale	12
I.5 Cannelle	13
I.5.1 Historique de cannelle	13
I.5.2 Classification botanique de cannelle	13
I.5.3 Description botanique de la cannelle	14
I.5.4 Composition chimique de cannelle	15
a. Des fibres	15
b. L'aldéhyde cinnamique	15
c. Proanthocyanidines	15
Le2-Alkoxydihydrocinnamate	15
a. Manganèse	15
b. Fer	16
I.5.5 Les valeurs nutritionnelles de cannelle	16
I.5.6 Utilisation de cannelle	16
I.5.6.1 Utilisation médicinale	16
I.5.6.2 <i>Utilisation en cosmétique</i>	16
I.6 Thym	17
I.6.1 Historique de thym « <i>thymusvulgaris</i> »	17
I.6.2 Classification botanique de thym (<i>thymus vulgaris</i>)	17
I.6.3 Description morphologique de thym « <i>thymus vulgaris</i> »	17
I.6.4 Composition chimique de thym « <i>thymus vulgaris</i> »	18
I.6.5 Les valeurs nutritionnelles de thym	18
I.6.6 Utilisation de Thym (<i>Thymusvulgaris</i>)	19
Chapitre II : Les composés phénoliques	21
II. Généralités sur les Polyphénols	21
II.1. Définition	21
II.2. Classification des polyphénols	21
II.2.1. Acides phénoliques	21
II.2.1.1. Acides hydroxybenzoïques	21
II.2.1.2. Acides hydroxycinnamiques	21

Sommaire

<i>II.2.2.Flavonoïdes</i>	22
<i>II.2.2.1.Classification des flavonoïdes</i>	23
<i>Flavonols</i>	23
<i>Flavanones</i>	23
<i>Flavones</i>	24
<i>Anthocyanines</i>	24
<i>II.2.3.Tanins</i>	24
<i>II.2.3.1.Classification des tannins</i>	25
<i>Tannins condensés</i>	25
<i>Tannins hydrolysables</i>	25
<i>II.3.Propriétés des composés phénoliques</i>	25
<i>II.3.1.Propriétés physico-chimiques</i>	25
<i>II.3.2.Propriétés biologiques des polyphénols</i>	26
<i>II.3.3.Propriétés anti-cancérigènes</i>	26
<i>II.3.4.Propriétés antioxydantes</i>	26
<i>II.4.Généralités sur l'activité antioxydante</i>	26
<i>II.4.1.activité antioxydante</i>	26
<i>II.4.2.Classification des antioxydants</i>	27
<i>Les antioxydants enzymatiques</i>	27
<i>Les antioxydants non enzymatiques</i>	27
<i>II.5.L'interaction médicamenteuse</i>	27
<i>II.5.1.Interactions par synergie d'action</i>	28
<i>II.5.2.Interactions par potentialisation des effets</i>	28
<i>II.5.3Interaction par antagonisme</i>	28
<i>Chapitre III Matériel et méthode</i>	29
<i>Introduction</i>	29
<i>Partie 1: Extraction par macération froide et chaude</i>	29
<i>Matériels</i>	29
<i>Réactifs</i>	30
<i>III.1.Mode opératoire</i>	30
<i>Macération à chaude</i>	30

Sommaire

<i>Macération à froide</i>	31
<i>III.1.2.Détermination des rendements des extraits aqueux(Rd)</i>	31
<i>III.1.3.Préparation des mélanges</i>	31
<i>III.1.4.Mesure de pH :</i>	32
<i>Partie 2 : Evaluation, in vitro des activités antibactérienne.</i>	33
<i>III.2.1.Préparation des échantillons</i>	33
<i>Pour la macération à froide</i>	33
<i>Pour la macération à chaude</i>	33
<i>III.2.2.Matériel microbiologique</i>	34
<i>III.2.2.1.Bactérie Gram (-) (Escherichia coli)</i>	34
<i>III.2.2.2.Bactérie Gram (+)Staphylococcus aureus</i>	34
<i>III.2.3.Mode opératoire</i>	35
<i>Préparation de milieu de culture</i>	35
<i>Ensemencement</i>	35
<i>Préparation des disques</i>	35
<i>Partie 3 : Evaluation, in vitro des activités antioxydants</i>	36
<i>III.3.1.Test du piégeage du radical libre (test DPPH)</i>	36
<i>III.3.2.Principe de la méthode</i>	36
<i>III.3.3.Préparation des Echantillon (macération à froide)</i>	37
<i>Filtration des échantillons</i>	38
<i>III.3.4.Mode opératoire</i>	38
<i>III.3.5.Calcul des concentrations efficaces " IC50"</i>	39
<i>Chapitre IV Résultats et discussions</i>	40
<i>Introduction</i>	40
<i>Partie 1 : Extraction et caractérisation (curcuma, gingembre, cannelle, Thym).</i>	40
<i>IV.1.1.Rendement</i>	40
<i>IV.1.2.Les propriétés organoleptiques</i>	42
<i>IV.1.3.Le résultat de pH</i>	44
<i>La macération à froide</i>	45
<i>La macération à chaude</i>	45
<i>Partie 2 : Evaluation, in vitro des activités antibactérienne</i>	46
<i>IV.2.1.Etude de l'activité antibactérienne</i>	46
<i>IV.2.2. la macération à froide</i>	48

Sommaire

<i>IV.2.3. la macération à chaude</i>	49
<i>Les zones d'inhibitions des extraits aqueux de plantes sur Le</i>	50
<i>Les zones d'inhibitions des extraits aqueux des plantes sur Escherichia coli</i>	50
<i>IV.2.4. Discussions des résultats</i>	51
<i>IV.2.4.1. Les mélanges</i>	53
<i>IV.2.4.1.1. La macération à froide</i>	53
<i>Partie 3 : Evaluation des activités antioxydantes</i>	70
<i>IV.3.1. Test de DDPH</i>	70
<i>IV.3.2. Discussions des résultats</i>	72
<i>IV.3.3. Les mélanges d'extrait</i>	74
<i>Conclusion</i>	80
<i>Conclusion générale</i>	81
<i>Annexes</i>	
<i>Références</i>	

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau I.1 Classification botanique du curcuma.	4
Tableau I.2 Valeurs nutritionnelles et énergétique du <i>Curcuma Longa</i> L	5
Tableau I.3 classification botanique du gingembre.	9
Tableau I.4 Composition nutritionnelle de gingembre.	10
Tableau I.5 La systématique des canneliers.	14
Tableau I.6 Les nutriments d'une portion de cannelle.	16
Tableau I.7 Classification taxonomique de <i>Thymus vulgaris</i> .	17
Tableau I.8 Les valeurs nutritionnel dans le <i>Thymus Vulgaris</i> .	19
Tableau III.1 préparation des mélanges.	32
Tableau III.2 préparation des échantillons (macération à froide)	33
Tableau III.3. préparation des échantillons (macération à froide).	37
Tableau IV.1 le rendement des extraits de la macération à froide.	40
Tableau IV.2 le rendement de macération à chaude.	41
Tableau IV.3 Propriétés organoleptiques des extraits et les mélanges à macération à froide.	42
Tableau IV.4 Propriétés organoleptiques des extraits et les mélanges d'extrait des plantes par la macération à froide.	44
Tableau IV.5 le pH d'extrait et les mélange d'extrait des plants par la macération à froide et la macération à chaude.	45
Tableau IV.6 les diamètres de la zone d'inhibitions d'extrait aqueux sur le <i>Staphylococcus aureus</i> .	47
Tableau IV.7 les diamètres de la zone d'inhibitions d'extrait aqueux sur l' <i>Escherichia coli</i> en (mm) de la macération froide et chaude.	48
Tableau IV.8 les valeurs Ic 50 d'extrait des plantes.	74
Tableau IV.9 les valeurs d'IC 50 des Mélanges d'extrait des plantes.	74

Liste des figures

Liste des figures

Figure I.1 (A) Rhizome frais de <i>Curcuma longa</i> , (B) aspect de la partie aérienne.	04
Figure I.2 Structure chimique des principaux constituants de l'huile essentielle de curcuma.	06
Figure I.3 Structure chimique de la curcumine	06
Figure I.4 <i>Zingiber officinale</i> . A. La plante entière. B. Le rhizome.	09
Figure I.5 structure chimique des gingérols et des shogaols.	10
Figure I.6 Partie aérienne de la Cannelle de chine (<i>Cinnamomum cassia</i>).	15
Figure I-7 Aspect morphologiques de <i>Thymus</i> .	18
Figure II.1 : exemple d'acide hydroxybenzoïques (a) et d'acides hydroxycinnamiques	22
Figure II.2: structure de base des flavonoïdes [48]	23
Figure II.3: structures de base des principales classes des flavonoïdes [42]	24
Figure III.1. Broyage des plantes	30
Figure III.2 le PH-Mètre.	33
Figure III.3. la souche bactérienne <i>Escherichia coli</i>	34
Figure III.4 : la souche bactérienne <i>Staphylococcus aureus</i> .	35
Figure III.5. Réaction de test DPPH (2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl)	36
Figure III.6 Filtration par sous vide.	38
Figure III.7 solution DDPH.	39
Figure III.8 la lecture de l'absorbance par UV-VISIBLE.	39
Figure IV.1 Rendement d'extrait des plantes par la macération à froide	42
Figure IV.2 Rendement d'extrait des plants par la macération à chaude.	41
Figure IV.3 les extraite et les mélange d'extrait des plants par la macération à froide.	43
Figure IV.4 les extraits aqueux et les mélange d'extrait des plants par macération à chaude.	44
Figure IV.5 les zone d'inhibition <i>Staphylococcus</i> froide.	47
Figure IV.6 Les résultats de l'activité antibactérienne <i>Staphylococcus aureus</i> à chaude.	47
Figure IV.7 les zones d'inhibition d'extrait aqueux sur l' <i>Escherichia coli</i> d'extrait froide.	48
Figure IV.8 les zones d'inhibition d'extrait aqueux sur l' <i>Escherichia coli</i> d'extrait chaude.	48
Figure IV.9 activité antibactérienne des extraits des plantes sur (<i>staphylococcus aureus</i>).	51
Figure IV.10 activité antibactérienne des extraits des plantes sur (<i>Escherichia coli</i>) en (mm).	51
Figure IV.11 les zones d'inhibitions de M1 sur le <i>S.aureus</i> et l' <i>E.coli</i> .	54

Liste des figures

Figure IV.12 les zones d'inhibitions de M2 sur le S.aureus et L'E.coli.	55
Figure IV.13 les zones d'inhibitions de M3 sur le S.aureus et l'E.coli.	55
Figure IV.14 les zones d'inhibitions de M4 sur le S.aureus et l'E. coli .	56
Figure IV.15 les zones d'inhibitions de M5 sur le S.aureus et l'E.coli .	56
Figure IV.16 les zones d'inhibitions de M6 sur le S.aureus et l'E.coli .	57
Figure IV. 17 les zones d'inhibitions de M7 sur le S.aureus et l'E.coli .	58
Figure IV.18 les zones d'inhibitions de M8 sur l'E.coli (3 possibilité).	58
Figure IV.19 les zones d'inhibitions de M8 sur le S.aureus (2 possibilité).	59
Figure IV.20 les zones d'inhibitions de M9 sur l'E.coli (2possibilité).	60
Figure IV.21 les zones d'inhibitions de M9 sur le S.aureus (3 possibilité).	60
Figure IV.22 les zones d'inhibitions de M10 sur l'E.coli (3 possibilité).	61
Figure IV.23 les zones d'inhibitions de M10 sur le S.aureus (3 possibilité).	62
Figure IV.24 les zones d'inhibitions de M11 sur le S.aureus et l'E.coli.	62
Figure IV.25 les zones d'inhibitions de M1 sur le S.aureus et l'E.coli.	63
Figure IV.26 les zones d'inhibitions de M2 sur le S.aureus et l'E.coli.	64
Figure IV. 27 les zones d'inhibitions de M3 sur le S.aureus et l'E.coli.	64
Figure IV.28 les zones d'inhibitions de M4 sur le S.aureus et l'E.coli.	65
Figure IV.29 les zones d'inhibitions de M5 sur le S.aureus et l'E.coli.	66
Figure IV.30 les zones d'inhibitions de M6 sur le S.aureus et l'E.coli.	66
Figure IV.31 les zones d'inhibitions de M7 sur le S.aureus (3 possibilité).	67
Figure IV.32 les zones d'inhibitions de M7 sur l'E.coli (3 possibilité)	67
Figure IV.33 les zones d'inhibitions de M8 sur le S.aureus (2 possibilité)	68
Figure IV.34 les zones d'inhibitions de M8 sur l'E.coli (3 possibilité)	68
Figure IV.35 les zones d'inhibitions de M9 sur le S.aureus (3 possibilité).	69
Figure IV.36 les zones d'inhibitions de M9 sur l'E.coli (3 possibilité)	70
Figure IV.37 les zones d'inhibitions de M10 sur l'E.coli (3 possibilité)	70
Figure IV.38 les zones d'inhibitions de M10 sur le S.aureus (3 possibilité)	71
Figure IV.39 les zones d'inhibitions de M11 sur le S.aureus (possibilité 2 et 3)	72
Figure IV.40 les zones d'inhibitions de M11 sur l'E.coli (possibilité n° :3)	72
Figure IV.41 l'activité antioxydant par DDPH.	73
Figure IV.42 les valeurs d'Ic 50 de l'extrait aqueux des plantes.	72
Figure IV.43 l'activité antioxydant de gingembre et les mélanges 1, 3.	77
Figure IV.44 l'activité antioxydant de curcuma et les mélange 4,5	78

Liste des figures

Figure IV.45 L'activité antioxydant de cannelle et les mélanges 2,6	78
Figure IV.46 l'activité antioxydant de gingembre, curcuma, cannelle et M7.	79
Figure IV.47 les activités antioxydants de thym et les mélanges 8, 9,10.	80
Figure IV.48 les activités antioxydants de gingembre, curcuma, cannelle, M11.	81

Liste des abréviations

Liste des abréviations

Cur : curcuma

Gin : gingembre

Can : cannelle

Thy : thym

M : mélange d'extrait aqueux.

DPPH• : 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyle.

S. aureus: Staphylococcus aureus.

E. coli : Escherichia coli.

IC50 : concentration d'extrait inhibant 50% de radicaux.

PH : Potentiel d'hydrogène.

% : pourcentage.

°C : Degré Celsius.

ATCC : American type culture collection.

HE : huile essentielle.

min : minutes.

ml : millilitre.

Red : Rendement.

UV : Ultra-Violet.

Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

De nos jours, le monde traverse une grave crise sanitaire qui touche à sa deuxième année d'existence, connue sous le nom de Covid-19. Elle s'est propagée dans le monde entier, en faisant des millions de morts et des centaines de millions de cas infectés c'est ce qui a fait L'Organisation Mondiale de la Santé OMS a sonné l'alarme suite à cette pandémie. Dans ces conditions, chacun a le devoir de se protéger contre cette pandémie de diverses manières. Et, comme nous l'avons vu et nous l'avons entendu dire, il s'agit de l'utilisation très répandue des extraits d'eau de certaines plantes médicinales qui sont très utiles.

Les plantes médicinales sont importantes pour la recherche pharmacologique et le développement de médicaments, non seulement lorsque les composants végétaux sont utilisés directement à des fins thérapeutiques, mais aussi comme matières premières pour la synthèse de médicaments ou comme modèles pour des composés pharmacologiquement actifs. [1].

Le thym, le curcuma, la cannelle et le gingembre constituent Quatre plantes largement consommées sous forme boissons froide et chaude, comme elles sont utilisées en médecine traditionnelle pour le traitement de certaines affections. Nous avons choisi les extraits aqueux de ces Quatre plantes pour mettre en évidence leurs propriétés antioxydants et antimicrobiennes ; pour en déduire leur capacité de réduire l'ampleur du stress oxydant et l'inhibition de la croissance bactérienne chez les consommateurs des boissons de ces plantes en particulier le thym, curcuma, la cannelle et la nouvelle boisson du gingembre qui commence à être largement consommée.

Comme nous l'avons remarqué que certains gens mélangent quelques extraits dans le but d'augmenter leur efficacité et leur impact.

Aujourd'hui, les gens sont plus conscients par rapport aux années précédentes et il n'est plus sur sa pratique aquatique. Il s'appuie sur des études et des recherches scientifiques dans tous les domaines qu'il voit comme une source fiable pour prendre des informations et se poser la question aujourd'hui : Est-ce que ces extraits ont vraiment une influence et un rôle important dans la lutte contre les maladies ? Est-ce que le fait de mélanger des extraits de plantes ensemble donne toujours un effet multiplicateur positif ? Est-ce que cela permet réellement d'extraire tous les composants à l'intérieur de la plante ?

Nous avons donc choisi le thème suivant « Etude comparative de l'activité antioxydant de quatre plantes médicinales « **Curcuma, gingembre, cannelle et thym** » Nous travaillons

Introduction générale

sur l'extraction d'un extrait d'eau au format '*tisane*' La méthode traditionnelle, qui s'appelle la Macération, est préparée à la maison de manière froide et chaude. Ensuite, nous avons comparé son efficacité avec celle des études antérieures dans ce domaine. Pour répondre à ce second problème, nous avons combiné les extractions aquatiques en nous avons choisi onze 11 mélanges comme exemple d'étude. Au début nous avons étudié chaque extrait individuellement (curcuma ,gingembre ,cannelle ,thym) , ensuite nous avons fusionné deux extraits (gin+cur) ;(gin+can) ;(gin+thy) ;(can +cur) ;(thy+cur) ;(can+thy), puis 3 extraits (gin+cur+can) ; (gin+can+thy) ; (cur+can+thy) ;(gin+cur+thy), et à la fin nous avons mélangé tous les extraits.

Ce travail est divisé en quatre chapitres :

- Le premier chapitre : nous avons réalisé une étude bibliographique sur les plantes médicinales, les plantes que nous avons choisi son (curcuma, gingembre, cannelle, thym).
- Le deuxième chapitre : étude bibliographique sur les composé phénolique et l'activité antioxydant puis l'interaction médicamenteuse.
- Le troisième chapitre : représente la partie expérimentale qui est divisé en trois partie ; La méthode d'extraction et Caractérisations physico-chimique de l'extraits aqueux des plants utilisé (curcuma, gingembre, cannelle, thym) et les mélange de ce dernier, l'activité antibactérienne et l'activité Antioxydant).
- Le Quatrième chapitre : présentation les résultats et les discussions

A la fin de ce mémoire on termine par une conclusion générale

Chapitre I

Identification des plantes médicinales

I.1 Définition des plantes médicinales

La définition des plantes médicinales est très simple. En fait, c'est une plante utilisée pour prévenir, guérir ou soulager diverses maladies. Les plantes médicinales sont des herbes, dont au moins certaines ont des propriétés médicinales[2]. Dans le monde, il existe environ 35 000 espèces de plantes utilisées à des fins médicinales, constituant la plus vaste biodiversité utilisée par les humains. Malgré l'influence croissante du système de santé moderne, les plantes médicinales continuent de répondre à des besoins importants[3].

I. 2 Définition de la phytothérapie

I.2.1 Phytothérapie

La phytothérapie (en grec Phytos : végétal et Therapein : guérir) est l'art de soigner par les plantes [4].

Pendant longtemps, les médecines naturelles, et surtout les plantes médicinales, ont été la principale médecine de nos grands-parents, malgré le développement important de l'industrie pharmaceutique, qui a permis à la médecine moderne de guérir de nombreuses maladies, souvent mortelles. Environ 80% de la population mondiale bénéficie de l'apport de la phytothérapie traditionnelle, reconnaissant ainsi les connaissances empiriques de nos ancêtres[5].

I.3 Curcuma

I.3.1 Historique de curcuma

Pendant 4000 ans, *Curcuma longa* L était important dans la culture védique, on en trouve des traces dans les écritures sanskrites ; et en médecine ayurvédique (une médecine holistique qui étudie empiriquement les effets de l'alimentation sur la santé)[6].

En Europe, les moines mentionnent la plante introduite par les navigateurs dans leurs écrits dès le VIe siècle. Il est connu en Chine depuis le VIIe siècle, en Afrique de l'Est depuis le VIIIe siècle et en Afrique de l'Ouest depuis le XIIIe siècle. C'est une plante apportée en Europe en 1298 par Marco Polo, qui la découvrit en Chine, et par les Arabes au XIIIe siècle [6].

I.3.2 Classification botanique de curcuma

Tableau I.1 Classification botanique du curcuma [7].

Nom français	Curcuma
Règne	Plantae
Sous embranchement	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Ordre	Zingiberales
Famille	Zingiberaceae
Genre	Curcuma
Espèces	Curcuma longa

I.3.3. Description du plant

Curcuma longa est une plante vivace atteignant un mètre, pérenne par son rhizome, Les rhizomes représentent la partie consommée comme épice. Une odeur aromatique se dégage après section du rhizome, Ses feuilles, très longues, oblongues à elliptiques, engainantes, possèdent une puissante nervure axiale et des nervures secondaires parallèles. À l'aisselle des quelles, naissent les fleurs de couleur blanche ou jaunâtre[7]

Les fleurs ont:

- un calice tubulaire court avec 3 dents irrégulières.
- La base a une couronne tubulaire et est divisée en 3 pétales jaunes inégaux.
- Étamines, anthères fertiles uniques doublées, un style large recourbé à la base.

Ovaire inférieur, trinoculaire, recouvert d'un simple motif de fin de stigmatisation au crochet. Le fruit, rarement produit, est une capsule à trois loges. Contenant de nombreuses graines arillées [7].

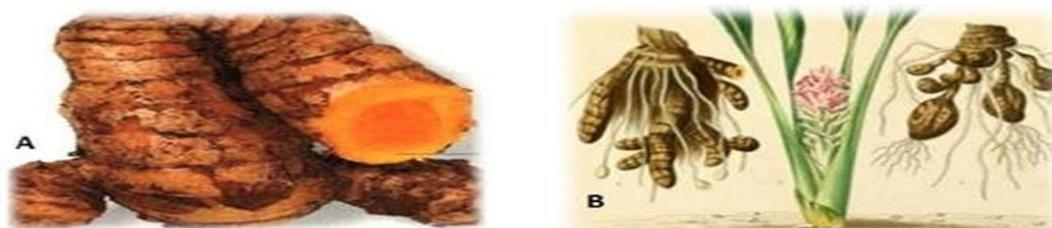


Figure I.1 (A) Rhizome frais de *Curcuma longa*, (B) aspect de la partie aérienne[7],

I.3.4. Composition chimique de curcuma

Le tableau suivant résume la valeur nutritionnelle et énergétique calculée pour 100 g de poudre de rhizome de *Curcuma longa L.*

Tableau I.2 Valeurs nutritionnelles et énergétique du *Curcuma Longa*L [6].

Energie	354kcal	Minéraux		Vitamines	
L'eau	11,4 g	Calcium	183 mg	Vit B1	0,15mg
Protéine	7,8 g	Magnésium	193 mg	Vit B2	0,23 mg
Lipide	9,9 g	Phosphore	268 mg	Vit B3	5,14 mg
Glucide	64,9 g	Fer	41,4 mg	Vit B6	1,80 mg
Fibre	21,1 g	Zinc	44 mg	Vit B9	39 mg
Omega 9	3,12 g	Potassium	2525 mg	Vit C	26 mg
Omega 3	0,48 g	Manganèse	7,8 mg	Vit E	3,1 mg
Omega 6	1,69 g	Cuivre	603 mg	Vit K	13 ,4mg

Pour 100 grammes de partie comestible, la poudre de curcuma contient environ :

Par distillation à la vapeur, le rhizome produit 2-7% d'huile essentielle, qui est rouge orangé et légèrement fluorescente. Ses principaux composants sont le sesquiterpène, le gingembre (25 %) et leurs dérivés cétoniques : le curcuma (35 %) et le curcuma (déhydrocurcumone) (12 %) (**Figure I.3**).

L'huile essentielle de curcuma contient également une petite quantité Oxygène monoterpénique, accompagné de petites quantités de sesquiterpènes hydrocarbonés et de monoterpènes hydrocarbonés. On sait peu de choses sur la contribution relative de chaque ingrédient à l'arôme et à la saveur. L'arôme des huiles essentielles distillées à la vapeur est différent de l'arôme des épices et est considéré comme un artefact formé au cours du processus de distillation [7].

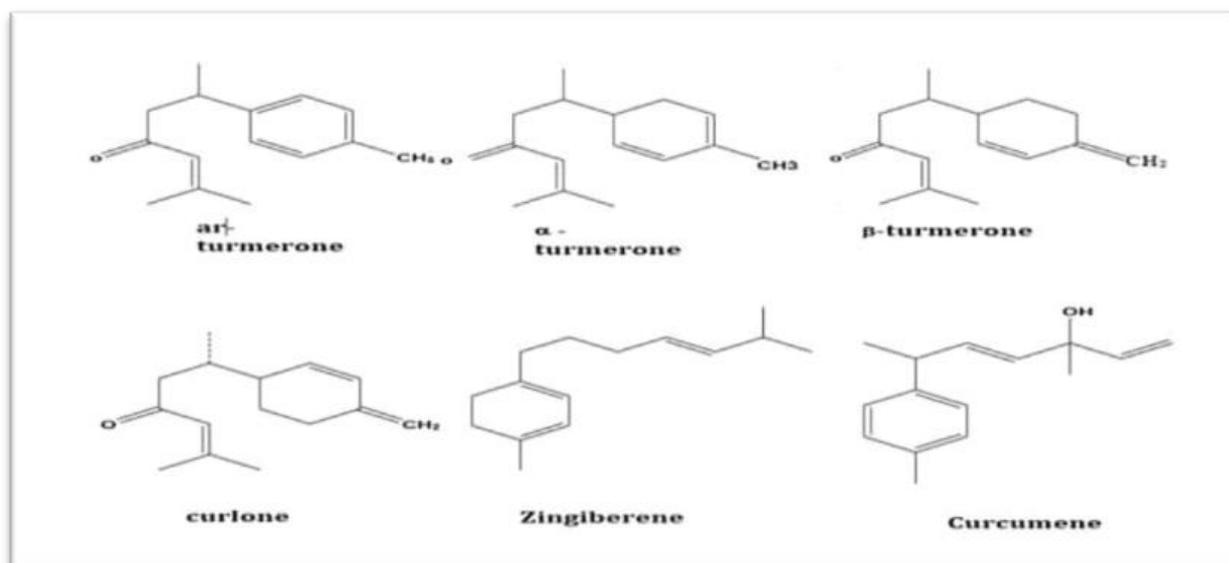


Figure (I.2) Structure chimique des principaux constituants de l'huile essentielle de curcuma [7].

L'extraction du rhizome à l'alcool éthylique, à l'acétone ou au chlorure de méthylène donne 6 à 10% d'oléorésine, qui contient 35 à 45% de curcumine et de ses dérivés, la déméthoxycurcumine et la bisdéméthoxycurcumine, connues sous le nom collectif de curcuminoïdes. Ces composés donnent au curcuma sa couleur jaune orangé, alors que l'huile essentielle lui confère son arôme et sa saveur typiques [7].

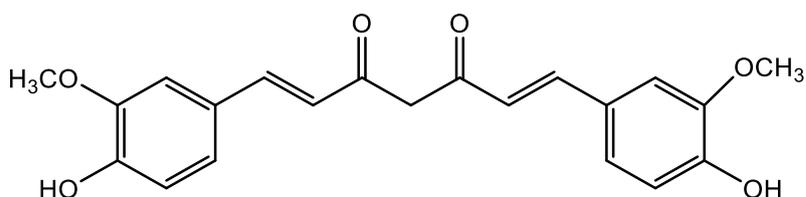


Figure (I.3) Structure chimique de la curcumine [7].

I.3.5. Utilisation de curcuma

I.3.5.1. utilisation Alimentaire

Le rhizome est la partie utilisée de la plante. Les rhizomes en poudre sont utilisés comme épices comestibles pour rehausser la saveur des aliments et conserver les aliments. Les épices sont utilisées comme aromates, principalement les légumes, pour aromatiser, colorer et conserver les aliments ou les boissons. Certaines épices sont également utilisées comme compléments alimentaires, le curcuma. L'exemple de Le "safran indien" est riche en

curcumine, qui est un colorant non toxique autorisé (E100), stable thermiquement et moins sensible aux variations de pH. Par conséquent, ils sont largement utilisés comme colorants alimentaires autorisés (E100)[6].

I.3.5.2 Utilisation médicinale

Le *Curcuma longa*. La fait l'objet de préparations thérapeutiques en vertu de ces Propriétés antioxydants, antimicrobiennes et anti-inflammatoires rapportées à travers les siècles dans différentes parties du monde.

I.3.5.3 Médecine traditionnelle

La curcumine peut traiter efficacement diverses maladies respiratoires, telles que l'asthme, les allergies et les maladies du foie, l'anorexie, les rhumatismes, le rhume et la sinusite .Par exemple, dans les tribus jaïns du nord-est de l'Inde, des pilules à base de rhizomes broyés étaient prises avant les repas pour lutter contre l'indigestion[6].

En médecine chinoise, le curcuma possède des propriétés anti-vent et anti-infectieuses et est utilisé pour traiter les maladies liées aux douleurs abdominales. Dans la médecine indienne ancienne, il était utilisé pour traiter les entorses et les gonflements, et comme médicament anti-inflammatoire dans tout l'Orient[6].

I.3.5.4 Médecine moderne

a) Effet antioxydant

Les extraits hydrosolubles de curcuma L et de curcumine présentent une forte activité antioxydante comparable à celle des vitamines C et E.

Les curcuminoïdes sont des antioxydants, des capteurs de radicaux libres, des inhibiteurs de la peroxydation lipidique et jouent un rôle important dans l'inflammation, les maladies cardiovasculaires et le cancer .La fonction principale de la curcumine est d'inhiber la formation d'espèces réactives de l'oxygène telles que les radicaux hydroxyles et les anions superoxydes[6].

b) Effet anti-inflammatoire

La curcumine a été caractérisée chimiquement pour la première fois en 1910 et il a été déterminé qu'elle était la cause de l'activité anti-inflammatoire de l'extrait de curcuma, mais un mélange de trois curcuminoïdes a montré une meilleure activité, ce qui a été confirmé par inhibant la cyclo synthèse de type II, responsable de la synthèse des prostaglandines

inflammatoires dans le corps [6].

c) Effet antibactérien, antifongique et antiviral

Le curcuma inhibe la croissance de nombreuses bactéries (gram positif et négatif) et de plusieurs champignons pathogènes. Au cours de l'infection, il inhibe également la production de certaines toxines bactériennes, ce qui peut causer de graves dommages à l'organisme.

En effet, le curcuma exerce une activité anti-protéase, inhibe l'activité VIH et anticancéreuse[6].

I.3.5.5 Utilisation cosmétique

Le *Curcuma* a été utilisé comme un produit de beauté depuis des siècles. Il est un moyen peu coûteux et naturel de traiter plusieurs problèmes de peau, et de cheveux, il est aussi bien utilisé dans les recettes de grands-mères que dans le commerce sous forme de crèmes, masques, savons, huiles et shampooings.

Par exemple, la teinte jaune orangée du curcuma est utilisée pour teindre peut l'employer aussi comme colorant naturel pour les cheveux. La poudre de curcuma peut être combinée avec un infusé préparée avec d'autres épices et fleurs de couleur jaune comme le safran, le calendula ou la camomille ou même avec de le henné[6].

I.4 Gingembre

I.4.1 Historique de gingembre

Le gingembre faisait déjà partie des techniques de momification pratiquées dans l'Egypte ancienne. Cette épice et plante médicinale est originaire d'Inde depuis plus de 3000 ans. De là, le gingembre s'est rapidement répandu en tant que commerce de toute l'Asie du Sud-Est vers l'Afrique de l'Ouest et les Caraïbes. Cette épice orientale a probablement traversé la mer Méditerranée pour la première fois grâce aux Phéniciens et a atteint l'Europe sous l'Empire romain au 1er siècle. Le gingembre est l'une des plantes les plus anciennes connues de l'homme, et aussi l'une des premières épices orientales. Plusieurs revues de cette plante ont été publiées dans la littérature, ce qui peut refléter la popularité de son utilisation comme épice et plante médicinale[6].

I.4.2 Classification botanique de gingembre

La classification botanique du gingembre est comme suit (**Tableau(I.3)** [8]).

Tableau (I.3) classification botanique du gingembre [7].

Règne	<i>Plantae</i>
Classe	<i>Liliopsida</i> (Monocotylédones)
Sous-classe	<i>Zingibéridéés</i>
Ordre	<i>Scitaminalesouzingibérales</i>
Famille	<i>Zingibéraceae</i>
Genre	<i>Zingiber</i>

I.4.3 Description botanique de gingembre (*Zingiber officinale*)

Le gingembre, *Zingiber officinale* est une grande plante vivace tropicale herbacée de la famille des Zingiberaceae, cette plante port de roseau qui mesure jusqu'à 3m de haut (**tableau I.3**)

C'est une plante qui a des feuilles lancéolées, une inflorescence dense avec des bractées latérales et des fleurs parfumées vertes pâles à labelle pourpre avec des traînées rouges sur les lèvres (figure I.4). La floraison a lieu entre les mois d'août et novembre. Ses fruits sont des capsules trivalves contenant des graines noires [8]. Son rhizome est noueux et parfumé, avec une peau beige pâle, et une 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[8].

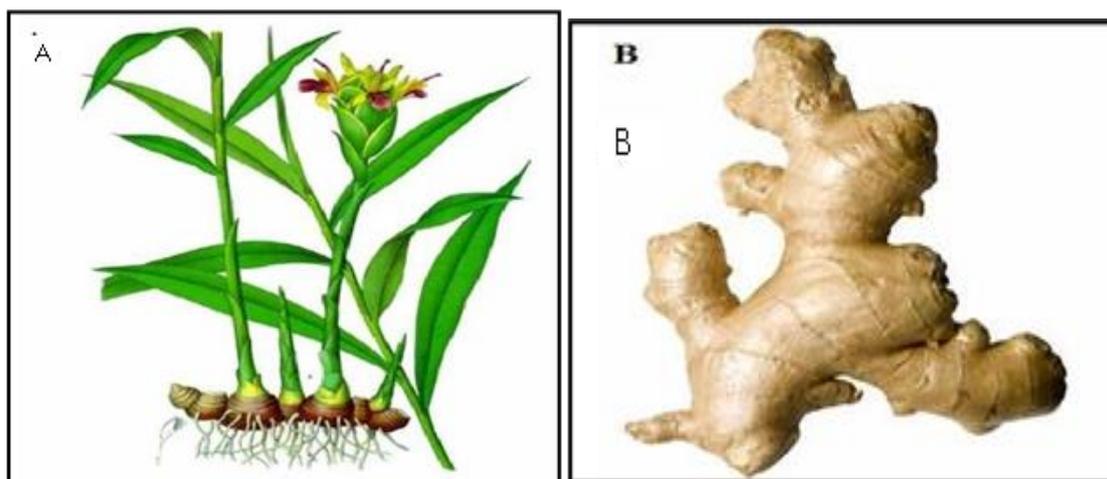


Figure (I.4) *Zingiber officinale*. A. La plante entière. B. Le rhizome.[8]

I.4.4 Compositions chimiques et molécules bioactives de gingembre

Les rhizomes de gingembre sont très riches en amidon qui représente près de 60%, mais ils renferment également des protéines, des graisses, des huiles essentielles. Les rhizomes frais du gingembre contiennent aussi de l'anthocyanine qui constitue 0,67-2,38 mg/100g du rhizome. Leur composition en huiles essentielles varie beaucoup selon l'origine géographique, mais les éléments principaux sont des carbures sesquiterpéniques qui représentent 30 à 70 % des huiles essentielles de la plante. Les constituants responsables de la saveur très marquée de la plante sont connus sous les noms de gingérol[9].et aussi L'oléorésine contient des composés phénoliques responsables du goût piquant : shogaol, 6-gingérol, paradol, zingérone[10](Figure I.5)

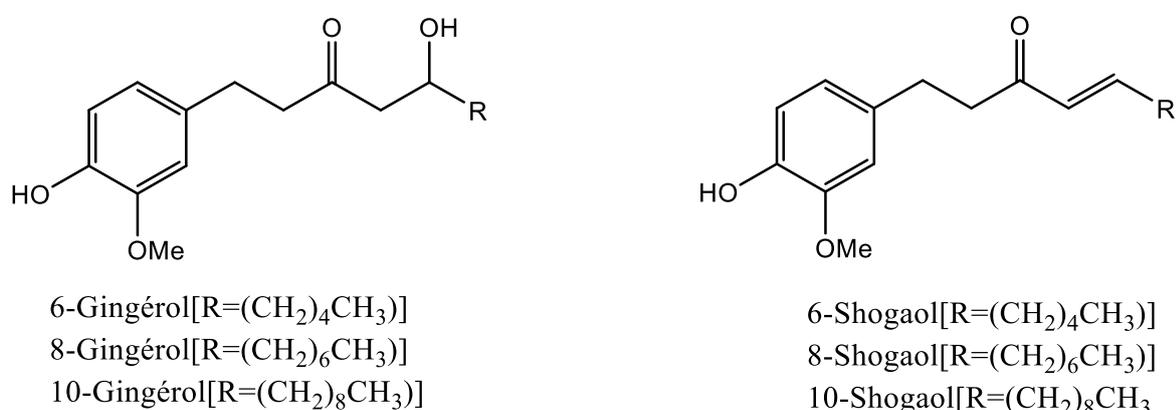


Figure (I.5) structure chimique des gingérols et des shogaols [10].

Tableau (I.4) Composition nutritionnelle de gingembre [6].

Nutriment		Minéraux et oligo-éléments		Vitamine	
Énergie	332kcal	Calcium	114 mg	Vit A	18µg
Eau	9.94g	Cuivre	0.48mg	VitB1	0.046mg
Protéines	8.98g	Fer	19.8mg	Vit B2	0.17mg
Fibre	14.1 g	Magnésium	214mg	Vit B3	9.62mg
Sucre	3.34 g	Manganèse	33.3mg	Vit B5	0.477mg
Lipides	4.24g	Phosphore	168mg	Vit B6	0.626mg
Oil		Potassium	1320mg	Vit B9	34µg

Acide Gras Saturés	2.6g	Sélénium	0.70mg	VitC	5mg
Omega 3	0.223g	Sodium	27mg	Vitamine E	0.26mg
Omega 9	0.357g	Zinc	3.64mg		
Glucides	57.5g				

I.4.5 Utilisation de gingembre

I.4.5.1 Utilisation Alimentaire :

Elle est largement utilisée comme épice, notamment en Asie, pour ajouter de la saveur aux plats tels que la viande, le poisson et les fruits de mer sous forme moulue ou hachée. Vous pouvez également le plonger dans l'eau pendant plusieurs heures, puis l'ajouter aux plats et l'utiliser juste avant de le déguster. Il est utilisé comme ingrédient dans le curry. Les Thaïlandais l'ajoutent au lait de coco au curry sous forme râpée.

Il est également utilisé dans les desserts, les puddings, les soupes et les sauces. En Indonésie, il est utilisé comme pâte à tartiner sur les viandes grillées. Dans la cuisine créole, le gingembre est lié à l'ail. Au Maghreb, il est principalement utilisé dans les plats sous forme de poudre. Il peut également se présenter sous forme de confiture ou de bonbons. Il est principalement utilisé pour aromatiser le pain d'épices sec [6].

I.4.5.2 Utilisation médicinale

a. Médecine traditionnelle

Le gingembre est également utilisé comme stomacal et tonique, et est utilisé pour traiter la gastrite, l'indigestion et la perte d'appétit. Il augmente le flux de salive et la tension musculaire intestinale [11].

En médecine asiatique, la littérature indienne datant de 1000 avant JC stipule que cette plante est utilisée pour traiter diverses maladies allant de l'asthme aux hémorroïdes (v).

Le gingembre est utilisé comme anti-migraineux et n'a pas d'effets négatifs. En médecine chinoise, les marins chinois le mâchent pour soulager le mal des transports ou « mal des transports ». Les femmes chinoises consomment traditionnellement de la racine de gingembre pendant la grossesse pour lutter contre les nausées matinales [6].

B .médecine moderne

Au cours des dernières années le gingembre est utilisé pour traiter certaines anomalies en raison de ses activités biologiques[6].

b.Effet antioxydant

La consommation de gingembre aide à lutter contre l'action des radicaux libres et de prévenir les maladies neuro-dégénératives et certains cancers comme le cancer de la prostate. Aussi bien il améliore l'efficacité d'un traitement du cancer cervical[6].

b.Effet anti-inflammatoire

Grâce à ces composés shagoal, 6-gingérol et paradol, le gingembre aide à soulager certaine douleurs :

- ❖ Douleurs musculaires et articulaires (arthrite, arthrose et rhumatismes).
- ❖ Blessures et fractures.
- ❖ Dème et douleurs intestinales [12].

De plus, le gingembre peut réguler certaines voies biochimiques activées lors de l'inflammation [12] .parmi lesquelles le 6-gingérol est un inhibiteur efficace de la synthèse du monoxyde d'azote et de la prostaglandine E2, et peut inhiber la COX-1 et la COX-2 [13].

b. Effet anti- bactérienne et antivirale

Les études récentes réalisées sur l'huile, l'oléorésine, les extraits et les molécules actives du gingembre dévoilent diverses propriétés, soit activité antivirale respiratoire, anti-VIH1; soit activité antibactérienne. Il réduit les symptômes de la fièvre, les états grippaux, la toux, les angines, l'asthme et les allergies [6].

Un grand nombre des épices et leurs constituants sont utilisés dans l'élaboration des parfums, produit de beauté et produit de toilette. Ces essences servent à préserver ces produits cosmétiques grâce à leur activité antiseptique tout en leur assurant leur odeur agréable[6].Le gingembre entre dans la formulation de produits cosmétiques comme les poudres de massage.

Il est très intéressant sur le plan cosmétique puisqu'il contient plusieurs composés antioxydants. Ces derniers protégeant les cellules contre les dommages causés par les radicaux libres (un des facteurs responsables du vieillissement cutané). Il contient également du cuivre, nécessaire à la formation du collagène (protéine servant à la structure et la

réparation des tissus cutanés). Des études ont montré son effet sur les rides et l'élasticité de la peau [6].

I.5 Cannelle :

I.5.1 Historique de cannelle :

Le terme « cannelle » est apparu au XIIe siècle, vient du latin *canna*, qui signifie « roseau », probablement par allusion à la forme de tuyau que prennent les bâtons d'écorce de cannelle en séchant[14].La cannelle fait partie des épices exportées par l'Orient depuis 4000 ans. Réputée pour ses vertus tant fortifiantes que purifiantes, sa présence est mentionnée pour la première fois dans un traité attribué à l'empereur Sheng-Nung qui régnait en 2700 ans avant Jésus Christ [15].Originaires des régions montagneuses de l'Annam, du Sri Lanka (anciennement appelé Ceylan) et des régions de l'Est de l'Himalaya, du Nord de l'Inde et du Vietnam, le cannellier est aujourd'hui cultivé dans tous les pays bordant l'océan Indien de même que dans les Antilles, au Brésil et en Guyane [15].

I.5.2 Classification botanique de cannelle

La cannelle est connue depuis l'Antiquité. Ses petits tubes, qui proviennent de l'écorce d'un arbre appelé cannellier. Des propriétés médicinales préventives et curatives lui sont attribuées. Elle entre dans la préparation de nombreux plats familiaux [16]

Il existe deux variétés différentes de cannelle :

- ❖ La cannelle du Sri Lanka, la « vraie », est de couleur ocre et un goût doux et chaud. Ses bâtonnets sont facilement friables. Cette cannelle est fortement parfumée.
- ❖ La cannelle de Chine, la « casse » est d'un brun rougeâtre plus foncé, ses bâtonnets sont plus épais, moins sucrés et légèrement plus amères que ceux du Cannelier de Ceylan. D'un point de vue étymologique, le nom générique du Cannelier de la Chine vient du grec « *kinnamômou* » ou « *kinnamomon* » qui désigne cette Lauracée aromatique, « *Kinein* » signifiant enroulé, et « *Cinnamomum cassia* » désignant son origine de Chine [17]

Tableau (I.5) La systématique des canneliers [18].

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Magnoliidae
Ordre	Laurales
Famille	Lauraceae
Genre	Cinnamomum
Especie	<i>Cinnamomum cassia</i>

I.5.3 Description botanique de lacannelle

Le Cannelier de Chine (*Cinnamomum aromaticum*) est une espèce d'arbre de la famille des Lauraceae (**figure 7**) ; communément appelée «Cannelle de Ceylan », «fausse cannelle », « cannelle bâtarde », « cannelle de Padang », « cannelle de Saïgon » ou encore « cannelle de Cochinchine ».

Cet arbre est toujours vert, de 5-7 mètre de haut, aux grandes feuilles persistantes entières, insérées en hélice, coriaces, possède une écorce épaisse et rugueuse.

Les inflorescences sont des grappes très ramifiées de fleurs jaunes, régulières et à 6 pétales.

Le fruit est une baie ressemblant à celle du laurier noble, de la taille d'une petite olive. Se cultivant à partir de semis ou de boutures, le cannelier peut atteindre 15 m de haut. En fonction de son espèce, il devient arbre ou reste arbrisseau. Ne supportant pas les températures inférieures à 15 °C, il ne vit que dans les régions tropicales ou subtropicales. [19].



Figure(I.6) Partie aérienne de la Cannelle de chine (*Cinnamomum cassia*) [19].

I.5.4 Composition chimique de cannelle

L'écorce du cannellier de chine contient principalement :

✓ **Des fibres**

Les épices ne sont pas les premiers aliments auxquels on pense quand on parle de fibres alimentaires ; pourtant les fibres constituent plus de la moitié du poids de la cannelle moulue : une portion aussi petite que 2 g de cannelle (1 cuillère à thé) renferme en effet 1,3 g de fibres [19].

✓ **L'aldéhyde cinnamique**

La cannelle est très riche en ce composé phénolique volatil, au pouvoir antioxydant. Une étude *in vitro* sur des échantillons de sang humain a démontré que la cinnamaldéhyde avait la capacité de diminuer l'activité de la 5-lipoxygénase, un enzyme associé à l'apparition de réactions inflammatoires ou allergiques (comme l'asthme, la rhinite allergique, le psoriasis). La cinnamaldéhyde ferait également partie des composés procurant à la cannelle des propriétés antimicrobiennes [19].

✓ **Proanthocyanidines**

La cannelle est l'aliment qui contient le plus de proanthocyanidines par 100 g, après la fève de cacao. En effet, les proanthocyanidines ont démontré certaines propriétés antioxydantes chez l'humain, en protégeant par exemple les globules et les lipides sanguins contre le stress oxydatif [19].

✓ **Le2-Alkoxydihydrocinnamate:**

Fonctionne comme un agoniste du PPAR (Peroxisome proliferatoractivatedreceptor). Chez des rats (ZDF) génétiquement diabétiques, ce composé entraîne une réduction des concentrations sanguines en glucose ainsi triglycérides[20].

✓ Manganèse

La cannelle moulue est une bonne source de manganèse. Le manganèse agit comme cofacteur de plusieurs enzymes qui facilitent une douzaine de différents processus métaboliques. Il participe également à la prévention des dommages causés par les radicaux libres.[19]

✓ Fer

La cannelle moulue est une source de fer pour l'homme. Ce minéral est essentiel au transport de l'oxygène et à la formation des globules rouges dans le sang. Il joue aussi un rôle dans la fabrication de nouvelles cellules, d'hormones et de neurotransmetteurs (messagers dans l'influx nerveux).[19]

I.5.5 Les valeurs nutritionnelles de cannelle :**Tableau: (I.6) Les nutriments d'une portion de cannelle[21]**

Poids/volume	Cannelle moulue, 2 g (5 ml)
Calories	6
Protéines	001g
Glucides	1.9g
Lipides	0.1g
Fibres alimentaires	1.3g

I.5.6.Utilisation de cannelle**I.5.6.1.Utilisation médicinale**

La cannelle a une riche histoire d'utilisations traditionnelles en raison de ses effets culinaires et de sa capacité à prévenir et à traiter les maladies chroniques. En médecine chinoise, la cannelle est l'une des principales « simples » ; on la trouve apparentée à d'autres plantes et épices, et peut être utilisée comme immunostimulant pour traiter diverses pathologies et combattre la douleur, la fièvre et les palpitations [22] .Ils présentent un intérêt particulier en raison de leurs effets régulateurs sur le cancer, le diabète, l'obésité, l'inflammation, l'arthrite, l'immunodéficience, les radicaux libres, les microbes, le vieillissement et la santé mentale[23].

I.5.6.2 Utilisation en cosmétique

Les ingrédients de la cannelle sont utilisés dans la préparation de parfums, de produits de beauté et de produits de toilette. Ces parfums sont utilisés pour préserver ces cosmétiques, grâce à leur activité antiseptique, tout en leur assurant une odeur agréable. L'huile essentielle de cannelle est largement utilisée dans la fabrication de dentifrice [24].

I.6 Thym

I.6.1 Historique de thym « *thymus vulgaris* »

Le genre *Thymus* est l'un des 220 genres les plus diversifiés de la famille des *Waracea* avec une grande diversité en Méditerranée occidentale.[25].Le nom « *Thymus* » dérive du mot grec « *thymos* » qui signifie « parfumer » en raison de l'odeur agréable que dégage la plante[26].en raisonde son odeur agréable L'espèce *Thymus vulgaris* est un élément caractéristique de la flore méditerranéenne, connue principalement pour ses qualités aromatiques, elle possède également de nombreuses propriétés médicinales. qui est sécrétée par la plante.[27]

I.6.2 Classification botanique de thym (*thymus vulgaris*)

Tableau (I.7) Classification taxonomique de *Thymus vulgaris*[28, 29].

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Embranchement	Magnoliophyta
Sous-embranchement	Magnoliophytina
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Thymus</i>
Espèce	<i>Thymus vulgaris</i> L.

I.6.3Description morphologique de thym « *thymus vulgaris* » :

Le thym est un sous-arbrisseau aromatique vivace dense qui peut atteindre 20 à 30 cm de hauteur (**Figure 06**). Sa tige est dressée, ligneuse, multi-ramifiée, recourbée à la base, racines fortes, fines et denses, ramifiées, blanches et à poils courts, feuilles persistantes gris-

vert, presque sessiles, opposées, oblongues-lancéolées à linéaires, Longueur 3 à 12 mm, largeur 0,5 à 3 mm. Les bords de leurs feuilles sont enroulés sur la face ventrale, ce qui rend les feuilles grossièrement en forme d'aiguille. Les fleurs sont petites (4 à 6 mm de long), blanches à roses, à lèvres doubles, symétriques à gauche et à droite, en groupe de 2 ou 3 à l'aisselle des feuilles, et regroupées en glomérules ovoïdes. Le calice est poilu, hérissé, vert, souvent tacheté de pourpre, et la base est tubulaire, longue de 3 à 4 mm (**Figure 06**). Il est formé de 5 sépales soudés en 2 lèvres inégales, celle du haut étant tridentée et celle du bas bilobée, ciliée et arquée. La corolle est bilabée, blanchâtre à violet pâle et de taille variable. Le fruit est un tétramère brun clair à brun foncé qui renferme à maturité 4 minuscules graines (1 mm). La période de floraison de de l'espèce a lieu, mai à août.[29]

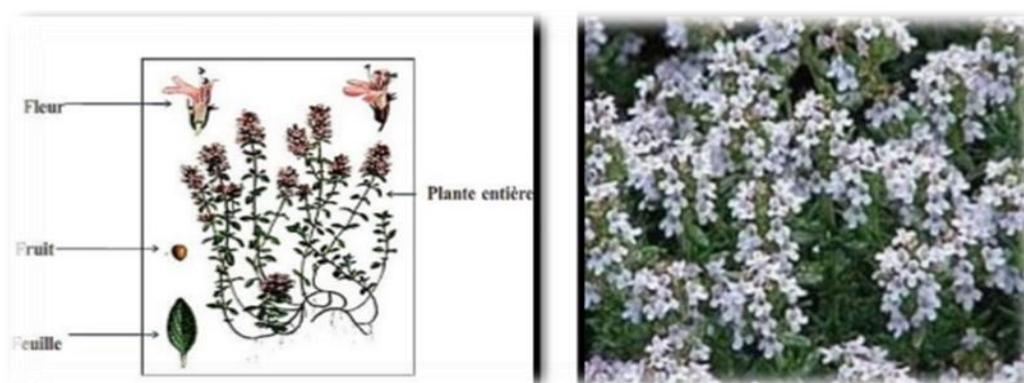


Figure (I.7) Aspect morphologiques de Thymus[27].

I.6.4 Composition chimique de thyme « *thymus vulgaris* »:

De nombreuses études ont montré que la partie aérienne du thym est riche en ingrédients variés, et sa teneur varie selon la géographie, le climat, le séchage, les conditions de stockage et les méthodes de recherche (extraction et détection). Variabilité intraspécifique élevée, qui affecte l'uniformité du rendement de l'extrait et de la composition chimique [30]. La teneur en huile essentielle de la plante varie de 5 à 25 ml/Kg et sa composition fluctue selon le chémotype considéré[31]; L'huile volatile de thym a été analysée par chromatographie en phase gazeuse (GPC) combinée à la spectrométrie de masse (CM), et 30 composés ont été identifiés et caractérisés, parmi lesquels les plus abondants sont : le thymol (44,4-58,1%) le p-benzyl (9,1-18,5 %)), terpènes (6,9 -18,0 %), carvacrol (2,4-4,2 %), linalol (4,0-6,2 %). L'huile essentielle de thym se caractérise par une teneur élevée en thymol [32].

I.6.5 Les valeurs nutritionnelles de thym

Les avantages (allocations) de Thym étonnants peuvent être attribués à sa valeur nutritionnelle riche. Les substances nutritives dans le Thym ont des propriétés empêchant et de promotion de la santé .Cette herbe aromatique est chargée de phytonutrients, des minéraux et les vitamines qui sont essentielles (vitales) pour la bonne santé [33] (tableau I.8).

Tableau (I.8) Les valeurs nutritionnel dans le *Thymus Vulgaris*[33].

<i>Principe</i>	<i>Substance nutritive</i>	<i>Pourcentage de RDA</i>
d'acidenicotiniqueacides	1.824 mg	11 %
Pantothenic Pyridoxine	0.409 mg	8 %
de riboflavine Thiamine	0.348 mg	27 %
Vitamine-A Vitamine-c	0.471 mg	36 %
Electrolytes Sodium	0.48 mg 4751IU	4 %
Potassium Minéraux calcium	160.1mg	158 % IU
repassezmagnésiummanganès	/	266
e zinc	9 mg	/ 0.5%
carotène -B	609 mg	13 %
Phyto-substances nutritives	/	/
	405 mg	40.5 % 218% 40 % 75 %
	17.45 mg 160 mg	16.5 %
	1 .719 mg	/
	1.81 mg 2851 µg	/

I.6.6 Utilisation de Thym (*Thymus vulgaris*) :

Le thym est l'une des plantes aromatiques les plus appréciées au monde, et son application est très large, affectant les domaines de l'alimentation et de la médecine[34]. Le thym se consomme en tisane, en condiment ou en épice [35] .En raison de ses nombreuses propriétés médicinales ethniques, il est utilisé comme stimulant, antiseptique, tranquillisant,

agent stomacal, antitussif, antispasmodique, antibactérien, antioxydant, anti-inflammatoire, antiviral, répulsif et anti-inflammatoire. agent et diurétique [36]. En interne, les parties aériennes sont utilisées en décoction ou en infusion pour traiter l'indigestion et d'autres maladies gastro-intestinales, la toux, les irritations respiratoires et les rhumes, et les infections des voies urinaires [37]. Lorsqu'ils sont utilisés à l'extérieur, ils peuvent traiter des affections liées à l'inflammation telles que les rhumatismes, l'enflure des muscles, les piqûres d'insectes et la douleur [37]. Ils peuvent être utilisés en bain de bouche, en inhalation, en bain de bouche et comme additif de bain pour stimuler la circulation sanguine et soulager la neurasthénie [37].

Chapitre II

Les composés phénoliques

II. Généralités sur les Polyphénoles

II.1.Définition

Les composés phénoliques sont des produits du métabolisme secondaire des plantes, commençant par les racines jusqu'aux fruits. Ils se caractérisent par la présence d'un noyau benzénique portant un groupement hydroxyle libre ou engagé dans une fonction tel que: éther, ester, hétéroside .Les polyphénols sont classés en différents groupes en fonctions du nombre de noyaux aromatiques qui les composent et des substituants qui les relie [38].

II.2.Classification des polyphénoles

Les composés phénoliques sont classés selon l'existence et la saturation de différents substituants sur le cycle [39, 40].

Ils sont composés de trois grandes catégories : les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tanins [41].

II.2.1.Acides phénoliques

Les acides phénoliques sont composés de deux sous-groupes, l'acide hydroxybenzoïque et l'acide hydroxycinnamique [42].

II.2.1.1.Acides hydroxybenzoïques

Ils sont dérivés de l'acide benzoïque et ont une structure basique en C6-C1, généralement sous forme d'esters ou de glycosides, et peuvent également être incorporés dans des structures complexes comme certains tanins (**Figure II.1**) [43]

II.2.1.2.Acides hydroxycinnamiques

Ils sont dérivés de l'acide cinnamique et ont une structure basique en C6-C3. Les molécules de base sont l'acide coumarique, l'acide caféique, l'acide férulique et l'acide érucique.

Ces acides existent rarement à l'état libre, mais existent généralement sous forme d'esters ou de glycosides (**Figure II.1**) [6].

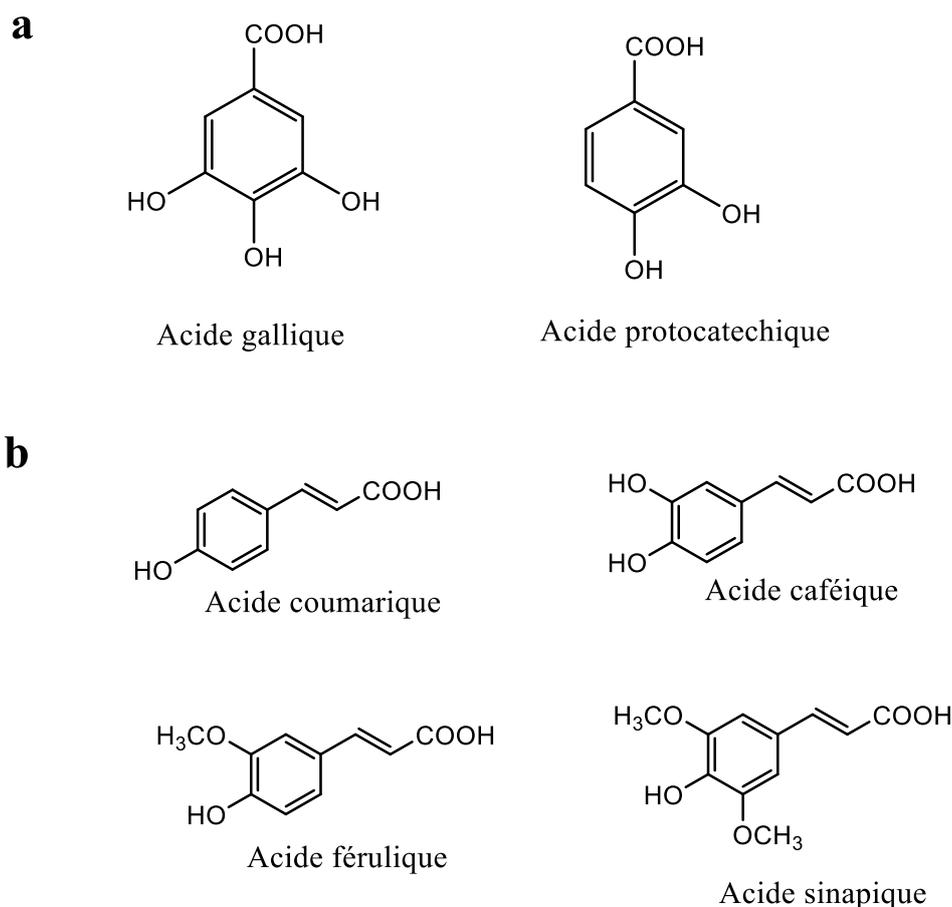


Figure II.1 : exemple d'acide hydroxybenzoïques (a) et d'acides hydroxycinnamiques (b)[42].

II.2.2.Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des ingrédients importants dans les fruits, les légumes et de nombreuses préparations à base de plantes[44]. Ce sont des pigments polyphénoliques qui aident à colorer les fleurs et les fruits en jaune ou en blanc [45]. Leurs indications thérapeutiques concernent principalement les protecteurs pro-vasculaires, pro-veineux et capillaires (phlébologie, gynécologie, ophtalmologie, etc.)[22].

Les flavonoïdes ont la capacité d'empêcher la peroxydation des lipides et d'affaiblir d'autres processus impliquant des espèces réactives de l'oxygène[46].

Certains flavonoïdes ont également des propriétés anti-inflammatoires et antivirales, ainsi que des effets protecteurs sur le foie[45].

Les flavonoïdes sont composés de deux cycles benzéniques (A) et (B), qui sont reliés par un cycle oxygène (C) (Figure II.2)[47]. Ils ont une structure générale en C15 (C6-C3-C6) [43].

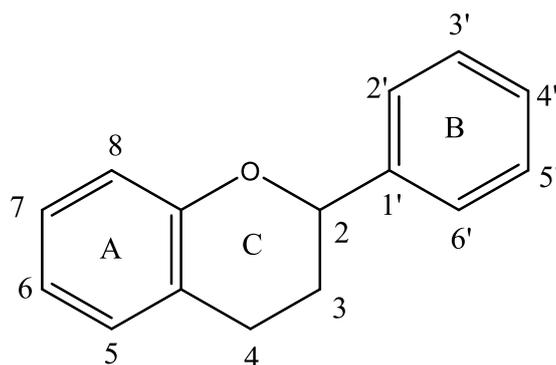


Figure II.2: structure de base des flavonoïdes [48]

II.2.2.1. Classification des flavonoïdes

Les flavonoïdes contenant un groupe hydroxyle en position C3 sont classés en 3-hydroxyflavonoïdes (flavonols, anthocyanes, leucoanthocyanes et catéchines) et ceux dépourvus de 3-désoxyflavonoïdes (flavonones et flavonoïdes) (**Figure II.3**).[47]

La classification de ces deux familles est basée sur le mode d'hydroxylation ou de méthylation et le type de sucre substitué sur le noyau (C), le degré d'insaturation, La présence ou l'absence de la double liaison C2-C3 et la position du cycle (B)[49, 50]

➤ **Flavonols**

Les fruits, les légumes et les boissons (comme le thé et le vin rouge) sont les sources les plus riches en flavonols[51].

Les flavonols sont le groupe le plus abondant de composés phénoliques et sont impliqués dans une variété de fonctions physiologiques d'une variété de plantes [52].

Ces composés ont deux cycles benzéniques [53].

➤ **Flavanones**

Les flavanones sont le premier produit de la voie de synthèse des flavonoïdes. Leur caractéristique est qu'il n'y a pas de double liaison entre C2 et C3 et qu'il existe un centre chiral C2. Le cycle B de la plupart des flavanones trouvés dans la nature est lié au cycle C de C2 [54].

➤ Flavones

Il s'agit d'une classe de flavonoïdes caractérisés par la présence de doubles liaisons entre C2 et C3 dans l'hétérocycle du squelette flavane. Le cycle B est connecté à C2, et généralement aucun substituant n'est connecté à C3[55].

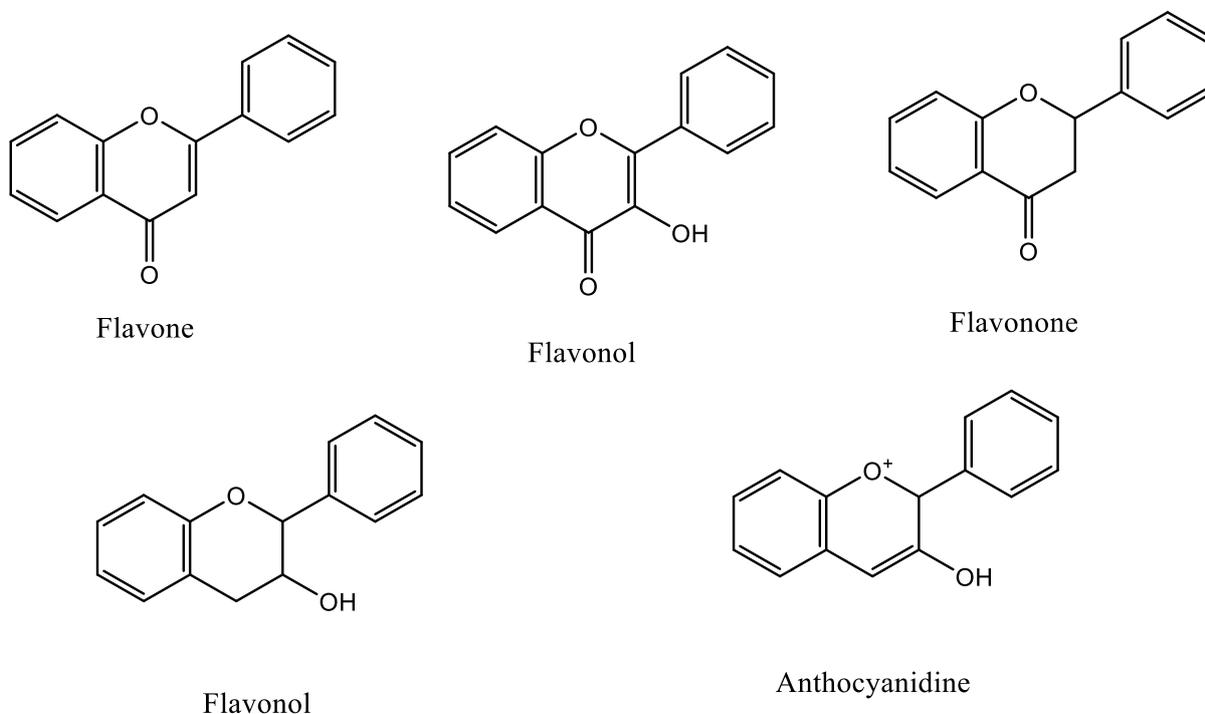


Figure II.3: structures de base des principales classes des flavonoïdes [42]

➤ Anthocyanines

Les anthocyanes (grec Anthos : fleur, kyanose : bleu), utilisées à l'origine pour décrire le pigment bleu des bleuets, sont une classe importante de pigments végétaux hydrosolubles [56] Ces pigments présentent une couleur rouge typique dans les solutions acides. Selon le degré d'hydroxylation et de méthylation, la teinte principale des anthocyanes varie de l'orange au violet [57].

II.2.3. Tanins

Les tanins contribuent à l'astringence de nombreux fruits et légumes et de leurs produits [43].

Les tanins sont un groupe de composés phénoliques hétérogènes de haut poids moléculaire qui peuvent former des complexes avec des protéines (principalement), des polysaccharides (cellulose, hémicellulose, pectine, etc.), des alcaloïdes, des acides nucléiques

et des minéraux [58].

La production de complexes protéine-tanin dépend des propriétés biochimiques et physiques de la protéine et des tanins, telles que la structure chimique, la charge électrique de la protéine et son point isoélectrique, ainsi que le pH de la solution [59].

II.2.3.1. Classification des tannins

c. Tannins condensés

Ce sont des dimères, des oligomères et des polymères de flavan-3-ols, qui produisent des anthocyanes lors de l'hydrolyse acide, on les appelle donc proanthocyanidines [60].

d. Tannins hydrolysables

Ce sont des esters d'acide gallique ou de ses dérivés, avec un poids moléculaire moyen allant de 500 à 3000 Da [61].

Les molécules de tanin hydrolysable contiennent des glucides (généralement du d-glucose) comme noyau central. Les groupements hydroxyles de ces glucides sont estérifiés par des groupements phénoliques comme le gallique [62].

II.3. Propriétés des composés phénoliques

Certaines plantes font partie des pharmacopées traditionnelles asiatiques depuis des siècles, mais jusqu'à récemment, la recherche scientifique a confirmé que les polyphénols ont ces propriétés médicinales [63].

II.3.1. Propriétés physico-chimiques

Les polyphénols moins polaires, tels que les isoflavones, les flavonoïdes, les flavonoïdes et les flavonols, sont plus solubles dans d'autres solvants, tels que l'éther et le chloroforme [64].

Ces métabolites secondaires sont connus pour leur capacité à former des complexes avec certaines molécules organiques et certaines macromolécules. Par exemple, les tanins se lient aux protéines pour former des complexes insolubles [43].

II.3.2. Propriétés biologiques des polyphénols

Les composés phénoliques présentent une série de propriétés physiologiques [65] principalement dues à leur capacité antioxydante et à l'effet inhibiteur de certaines enzymes productrices de radicaux libres [66].

II.3.3. Propriétés anti-cancérigènes

Les flavonoïdes et autres composés phénoliques peuvent jouer un rôle préventif dans le développement du cancer en inhibant l'oxydation, en bloquant les radicaux libres et en empêchant la formation d'ADN anormal [67].

Les composés phénoliques jouent un rôle dans différents niveaux de réactions radicalaires et participent à ces activités par le biais de divers mécanismes. En chélatant les métaux ou en inhibant les enzymes produisant des radicaux libres [67].

II.3.4. Propriétés antioxydantes

L'activité antioxydante des composés phénoliques est bien connue et provient de leur grande réactivité. Ils agissent comme donneurs de protons ou d'électrons et piègent les radicaux libres [63].

La structure des composés phénoliques est le déterminant de leur activité. Pour les acides phénoliques, l'activité antioxydante est directement proportionnelle au degré d'hydroxylation [42].

II.4. Généralités sur l'activité antioxydante :

L'activité antioxydante des composés phénoliques dépend de leur structure, en particulier du nombre et de la position des groupes hydroxyles et de la nature des substituants sur le cycle aromatique [42].

L'activité antioxydant des composés phénoliques est due à leur capacité à piéger les radicaux libres et à donner des atomes d'hydrogène ou des électrons [65].

II.4.1. activité antioxydante

Les antioxydants sont des substance capable de retarder et d'empêcher l'oxydation des lipides, protéines et ADN, elles protègent les tissus des dommages causés par l'oxygène ou les radicaux libre [68]. Pour piéger ces ERO, la cellule dispose d'un arsenal de défenses antioxydantes, à la fois endogène par le biais de systèmes enzymatiques (superoxyde dismutase , catalase ,glutathion peroxydase...etc) et exogènes en utilisant des composés alimentaires (vitamine C, vitamine E, flavonoïdes, caroténoïdes ...etc) [68].

II.4.2. Classification des antioxydants

➤ Les antioxydants enzymatiques

Les antioxydants enzymatiques ou systèmes de défenses endogènes font intervenir différentes enzymes telles que catalase, la glutathion peroxydase et la superoxyde dismutase [68]

➤ Les antioxydants non enzymatiques

L'organisme possède une seconde ligne de défense « les piègeurs de radicaux libres » qui sont des composés pour la plupart apportés par l'alimentation et dont le rôle essentiel est de neutraliser les effets toxiques des ERO, limitant ainsi toute atteinte de l'intégrité cellulaire. Parmi ceux-ci, on retrouve certaines vitamines : la vitamine E (α -tocophérol), la vitamine C (ascorbate), les caroténoïdes et les flavonoïdes [68].

II.5. L'interaction médicamenteuse

II.5.1. Interactions par synergie d'action

La synergie peut avoir lieu entre deux médicaments ayant la même activité pharmacologique et agissant sur le même récepteur, elle concerne les effets communs aux différents médicaments de l'association et conduit, le plus souvent, à un effet supérieur, en intensité, que celui obtenu par l'utilisation de chacun des médicaments séparément. La synergie correspond à l'addition des effets des médicaments co-administrés qui peut, aussi bien, concerner les effets thérapeutiques recherchés que les effets indésirables ; parfois elle peut être observée uniquement au niveau des effets toxiques (néphrotoxicité par effet additionné des aminosides et de la vancomycine). Par ailleurs, la synergie est dite additive, partielle ou renforçatrice selon que l'effet escompté de l'association des différents médicaments soit égal, inférieur ou supérieur aux effets de l'un ou l'autre des médicaments administrés séparément. Il est à noter que l'augmentation des effets indésirables résulte, dans certains cas, d'une action sur des récepteurs différents. Cela est possible quand les médicaments, prescrits généralement pour des indications différentes, interfèrent avec plusieurs récepteurs différents aboutissant au même profil d'effets indésirables (addition des effets sédatifs par action adrénolytique α_1 et antihistaminique H1). Il est cependant clair que la définition de la synergie, donnée plus haut, exclut cette dernière situation malgré l'existence d'une addition des effets ; cela nous remet devant la difficulté relative d'établir une classification catégorique des IAM pharmacodynamiques. Plusieurs exemples d'associations synergiques peuvent être cités telle que l'association du sumatriptan et du méthysergide dans

le traitement de la migraine qui est accompagnée d'un risque de survenue de vasospasmes coronaires suite à l'action de ces deux médicaments sur les récepteurs sérotoninergiques 5HT1D (le sumatriptant étant agoniste de ces récepteurs et le méthysergide agoniste partiel) Les prises de ces médicaments doivent être espacées d'au moins 24 heures .Les effets analgésiques de la morphine et de l'oxycodone sont également synergiques .Aussi, l'utilisation de certains antipsychotiques (à composante anticholinergique : phénothiazines) avec les antiparkinsoniens antimuscariniques entraîne une addition des effets anticholinergiques[69].

II.5.2.Interactions par potentialisation des effets :

On parle de potentialisation lorsque l'intensité de l'effet de l'un des médicaments est augmentée par un autre médicament utilisé dans l'association thérapeutique; elle est supérieure à ce qu'elle aurait pu être si ce médicament avait été administré seul. C'est une interaction entre deux médicaments à activités pharmacologiques différentes[69].

II.5.3Interaction par antagonisme :

L'antagonisme correspond à une interaction entre deux médicaments à activités pharmacologiques identiques ou différentes aboutissant à l'inhibition complète ou partielle de l'effet de l'un des deux médicaments .L'effet de l'association est, dans ce cas, inférieur à celui du médicament le plus actif (s'il avait été administré seul) .L'antagonisme partiel portant sur une partie des effets, peut constituer une interaction favorable recherchée dans le but de corriger certains effets indésirables. L'insuline corrige, ainsi, l'hyperglycémie d'origine adrénérique sans s'opposer à tous les effets de l'adrénaline .Quand il est total, par contre, il est à éviter à moins qu'il ne s'agisse de traitement d'une intoxication médicamenteuse la naloxone, par exemple neutralise tous les effets d la morphine (notion d'antidote)[69].

Chapitre III

Matériel et méthode

III. Introduction

Le but de notre projet est d'identifier l'activité antioxydant et l'activité microbienne des extrait des plantes suivant : [curcuma, gingembre, cannelle de Maroc et aussi le thym (thymus vulgarise) de région OUDE CHOURFA de Wilaya ain defla et après on fait des mélange des extrais.

Le thym a été récolté en mai 2021, le séchage de thymus a été effectué dans un endroit ombragé.

Le temps entre le séchage et la macération c'est 20 jours.

En effectuant une étude comparative de l'activité antioxydant et l'activité antibactérienne « entre les plantes et les mélange des plantes »

Notre étude est basée sur l'utilisation des Extrait aqueux (tisane)

Notre plante connue à leurs caractères médicinaux, grande utilisation par la population, vertus thérapeutiques intéressantes.

Notre projet de fin d'études a été réalisé au :

- Laboratoire de génie des procédés de l'université de Khemis Miliana
- Laboratoire de **OBSERVATOIR NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DEVELOPPMENT DURABLE « O N E D D » Ain defla**
- laboratoire d'analyse microbiologique **ZIBOUCHE** à Ain defla

Partie 1: Extraction par macération froide et chaude

Cette partie est consacrée à l'extraction des extraits aqueux (tisane) des plantes médicinales par la méthode la plus simple et traditionnel, c'est extraction par (macération).

Et après on fait les mélange des extrait.

- **Matériels**
 - ✓ Balance
 - ✓ Flacon avec des bouchons
 - ✓ Casserole

- ✓ Source de feu
- ✓ Papier filtre
- ✓ Appareille de filtration a sous vide
- ✓ Tube à essai
- ✓ Bicher
- ✓ Pipette
- ✓ Le filtre de cuisine

- **Réactifs**

- ✓ L'eau distillée.
- ✓ Les plantes sèche

III.1.Mode opératoire

Pour le curcuma, gingembre, cannelle on a fait 1^{ere} : un broyage pendant Quelques minute pour faciliter de la méthode de macération.



Figure III.1.Broyage des plantes

Et pour le thym :

- L'activité antioxydant on à utiliser les feuilles seulement.
- L'activité antibactérienne on à utiliser les tiges et les feuilles.

On à prélever une Quantité de thym, curcuma, cannelle et gingembre dans des casseroles différent pour faire une macération individuelle de chaque plantes.

➤ **Macération à chaude**

- Verser l'eau distillée dans chaque casserole.
- On poser les casseroles sur la source de feu.
- Mesurer la température jusqu'à **70C°**.
- Met Les plantes sur l'eau chaude.

- Couvrir tous les casseroles par des places de cuivre qui contiennent des glaçons.
- Laisser le mélange reposer 15 minutes (**annex 1**).
- Filtration par sous vide.
-

- **Remarque**

Le but d'utilisation des glaces : pour éviter la vaporisation d'huile volatile des plantes

➤ **Macération à froide**

Dans chaque cuve de verre verser des quantités de plantes séchées.

- Ajouter l'eau distillée sur les plants
- Couvrir les cuves avec du papier aluminium.
- Laisser les préparations reposer pendant 24 heures (**annex 2**).

- **Remarque**

Utilisation de papier aluminium pour éviter la lumière.

III.1.2. Détermination des rendements des extraits aqueux (Rd)

Le rendement des extraits des plantes par la méthode d'extraction (macération à froide, chaude), a été déterminé par la relation suivante :

$$\text{III.1} \quad \text{Rd} = \frac{(M_i - M_f)}{M_i} \cdot 100$$

Rd = Rendement des extraits.

M_i = La masse initiale des plantes.

M_f = la masse des plantes séchées après la macération.

III.1.3. Préparation des mélanges

Pour chaque échantillon on a mélangé 2 ml de l'extrait (**annex 3**):

Tableau III.1: préparation des mélanges.

	<i>Gingembre</i>	<i>Curcuma</i>	<i>Cannelle</i>	<i>thym</i>
	×	×	×	×
<i>Mélange 1</i>	×	×		
<i>Mélange 2</i>	×		×	
<i>Mélange 3</i>	×			×
<i>Mélange 4</i>		×	×	
<i>Mélange 5</i>		×		×
<i>Mélange 6</i>			×	×
<i>Mélange 7</i>	×	×	×	
<i>Mélange 8</i>	×		×	×
<i>Mélange 9</i>		×	×	×
<i>Mélange 10</i>	×	×		×
<i>Mélange 11</i>	×	×	×	×

III.1.4.Mesure de pH :

La valeur du pH est le logarithme décimal négatif de la concentration en ions $[H^+]$. Le principe repose sur la détermination, à l'aide d'un pH-mètre, pour l'analyse en unités de la différence de potentiel entre les deux électrodes immergées dans le produit [70].

Selon la norme NA36/1990, la mesure se fait de la manière suivante :

- ✓ Etalonner le pH-mètre avec deux solutions tampon, la première à PH=4 et la seconde à PH=7.
- ✓ Une fois l'appareil étalonné, on rince les électrodes à l'eau distillée.
- ✓ Verser une quantité suffisante de l'échantillon dans les récipients de mesure.
- ✓ Introduire l'électrode dans le récipient.
- ✓ Lire la valeur du pH sur l'écran de l'appareil.

Ou bien on peut utiliser le papier pH pour déterminer la valeur de PH.



Figure III.2 le PH-Mètre.

Partie 2 : Evaluation, in vitro des activités antibactérienne.

On a fait une étude antimicrobienne au niveau de Laboratoire d'Analyses Médicales (**Zibouche**), selon la méthode de diffusion des disques. Le principe de l'activité antimicrobienne des extraits de plantes consiste à réaliser une culture microbienne sur un milieu de culture, en présence de disques imbibés d'extrait de plante. Si ces derniers ont une activité antimicrobienne, on observera une zone d'inhibition autour du disque due à la diffusion des échantillons.

III.2.1.Préparation des échantillons

✓ la macération à froide

Tableau III.2 : préparation des échantillons (macération à froide)

Echantillon	Quantité (g)	L'eau distillée (ml)	T0 (min)	TF (min)
Thym	50	475	18 :55	06 :20
Gingembre	50	130	17 :57	06 :17
Cannelle	50	140	18 :10	06 :15
Curcuma	50	120	18 :12	06 :12

✓ la macération à chaude

On a utilisé même quantité de plant et l'eau distillée mais la durée de la préparation ça prend 15 min.

III.2.2. Matériel microbiologique

Les souches des bactéries lors des expériences de la détermination du pouvoir antibactérien au laboratoire de microbiologie Zibouche.

III.2.2.1. Bactérie Gram (-) (*Escherichia coli*)

Escherichia coli est une gastro-entérite causée par des souches entéro-pathogènes d'*Escherichia coli* (*E. coli*). *Escherichia coli* est un hôte normal dans le tube digestif, mais il peut devenir pathogène dans certaines conditions. Ces bactéries peuvent provoquer des maladies graves (diarrhée sévère, nausées, vomissements) chez les jeunes 12 heures après avoir mangé un repas, et peuvent en mourir. Chez l'adulte, des maux de tête sont également observés. Les aliments dangereux comprennent les produits laitiers et la viande. La colibacillose est principalement causée par une mauvaise hygiène des mains [71].



Figure III.3. la souche bactérienne *Escherichia coli*

III.2.2.2. Bactérie Gram (+) *Staphylococcus aureus*

Les staphylocoques sont des Cocci à Gram positif et ont tendance à se rassembler en grappes irrégulières comme une grappe de raisin. *Staphylococcus aureus* est un anaérobie aérobie facultatif. Son nom d'espèce est dû à l'aspect coloré de sa colonie. Il occupe une place

très importante dans les infections communautaires et hospitalières, et possède une coagulase qui le distingue de la plupart des autres staphylocoques[71].



Figure III.4 : la souche bactérienne *Staphylococcus aureus*.

III.2.3.Mode opératoire :

➤ Préparation de milieu de culture

La gélose *Muller Hinton Agar No.2* a été coulée dans des boîtes de pétrie stériles, ensuite laisser séchées 30 min à une température ambiante avant leur emploi (**anex 4**).

➤ Ensemencement :

Les boîtes de pétrie préalablement coulées, sont ensemencées par étalage à l'aide d'un écouvillon stérile, l'ensemencement s'effectue de telle sorte à assurer une distribution homogène des bactéries. (On met les bactéries dans l'eau physiologie)

➤ Préparation des disques

Des disques stériles de **6mm** de diamètre sont immergés dans chaque extrait et mélange des extraits, et sont ensuite déposés stérilement à la surface de la gélose, préalablement ensemencés par les souches microbiennes.

L'activité antibactérienne est déterminée en termes de diamètre de la zone d'inhibition produite autour des disques après **24 h** d'incubation à **37°** mesurée à l'aide d'une règle (**annex 5**).

• Remarque

Le temps de préparation des échantillons à macérations chaude est 06 :00 heure matin.

Le temps de dépose des disques à la surface de la gélose préalablement ensemencés par les souches microbiennes est 13 :00 heure.

Partie 3 : Evaluation, in vitro des activités antioxydants

Cette étude vise, principalement, l'évaluation du potentiel antioxydant des extraits aqueux des plantes médicinales (curcuma, gingembre, cannelle, thym) et les mélange des extrait de ces dernier.

En mai 2021, le thym a été récolté dans la région Oude chourfa à wilaya ain defla , et il a recueilli les quantités nécessaires de plantes et a subi le traitement nécessaire et on a fait les mélange des extrait.

III.3.1. Test du piégeage du radical libre (test DPPH)

Il existe de nombreuses méthodes pour évaluer l'activité antioxydant de composés ou d'extraits phénoliques purs. La plupart de ces méthodes sont basées sur la coloration ou la décoloration de réactifs dans le milieu réactionnel.

III.3.2. Principe de la méthode

Le radical 2,2-Diphényle-1-picrylhydrazyl (DPPH[•]) est généralement le substrat le plus utilisé pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radicale libre et la simplicité de l'analyse [72]. A température ambiante, le radical DPPH[•] présente, en solution alcoolique, une intense coloration violette qui disparaît au contact d'une substance donneuse de protons (figure). Cette décoloration met en évidence le pouvoir antiradicalaire d'un échantillon par sa capacité à piéger le radical libre et se traduit par une diminution de l'absorbance à 517 nm [73].

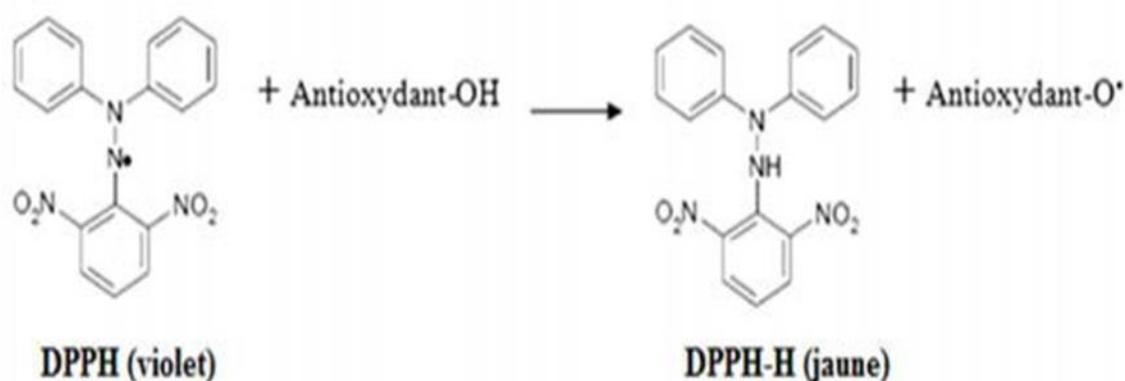


Figure III.5. Réaction de test DPPH (2,2-Diphényle-1-picrylhydrazyl) [6].

- **Matériel**

- Les tubes ont essayés + un supporte.
- Les fioles.
- Une balance.
- Micropipette.
- Une pipette.
- Agitateur.
- Appareille spectrophotomètre UV.

- **Réactif**

- Ethanol.
- DPPH.
- L'eau distillée.
- 40 g de chaque plant.

III.3.3.Préparation des Echantillon (macération à froid)

Tableau III.3.préparation des échantillons (macération à froide).

<i>Échantillon</i>	Quantité (g)	L'eau distillée (ml)	T₀ (min)	T_F (min)
Thym	40	275	21 :15	06 :13
Gingembre	40	100	21 :16	06 :14
Cannelle	40	100	21 :17	06 :15
Curcuma	40	100	21 :18	06 :16

✓ **Filtration des échantillon :**

On utilise la méthode de Filtration par sous vide pour purifier nos extraits aqueux des plantes et les mélanges d'extraits, lorsque l'échantillon est filtré les insolubles (impuretés).



Figure III.6 filtration par sous vide.

III.3.4. Mode opératoire

Le DPPH est préparé de 4 mg qui sont pesés à l'aide d'une balance de précision et solubilisés ensuite dans 100 ml de Ethanol.

- Couvre la solution DDPH + Ethanol par le papier aluminium.
- Agiter la solution DDPH + Ethanol sur l'Agitateur magnétique pendant 20 minutes.
- Mélanger 2,5ml de solution DDPH préparé avec 1,5ml des extraits dans tube à essai **(annex 6)**.
- Couvre les tubes à essai par le papier aluminium.
- Laisser l'échantillon reposé pendant 30 min.

Les dilutions des échantillons ont été préparées de différentes concentrations (100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%),

Après 30min d'incubation à une température ambiante et à l'obscurité, l'absorbance a été mesurée à **517nm**.



Figure III.7 solution DDPH.

La lecture de l'absorbance est faite contre un blanc préparé pour chaque concentration après 30 min d'incubation à l'obscurité et à la température ambiante, à l'aide d'un spectrophotomètre UV sera à une longueur d'onde maximale $\lambda = 517 \text{ nm}$.



Figure III.8 la lecture de l'absorbance par UV-VISIBLE.

III.3.5. Calcul des concentrations efficaces " IC50 "

La valeur IC50 est la concentration qui assure la réduction de 50 % du DPPH, déterminée graphiquement pour chaque extrait à partir de la courbe du pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de la concentration d'extrait[6] .

Chapitre IV

Résultats et discussions

Introduction :

Dans ce chapitre, on va découvrir les résultats pratiques de l'Extraction par macération froide et chaude des plantes, ensuite les activités biologique in vitro (antibactérienne et antioxydant) des extraits aqueux des plantes ; curcuma, gingembre, cannelle, thym, et le mélange d'extrait des plantes, enfin, on discutera les résultats obtenus.

Partie 1 : Extraction et caractérisation (curcuma, gingembre, cannelle, Thym).

Dans cette partie, on va voir la méthode d'extraction des plantes suivant : (curcuma, gingembre, cannelle, thym). Qui s'appelle l'extraction par macération froide et chaude.

Après avoir calculé le rendement de nos extraits, on détermine les propriétés organoleptique et physique de ces derniers (**pH**).

IV.1.1.Rendement :

Ces valeurs de rendement sont portées sur l'histogramme ci-dessous, pour faire une comparaison entre les différentes méthodes d'extraction.

Tableau IV.1: le rendement des extraits de la macération à froide.

Les plantes	Le rendement de la macération à froide (%)
Curcuma	14
Gingembre	6
Cannelle	8
Thym	24

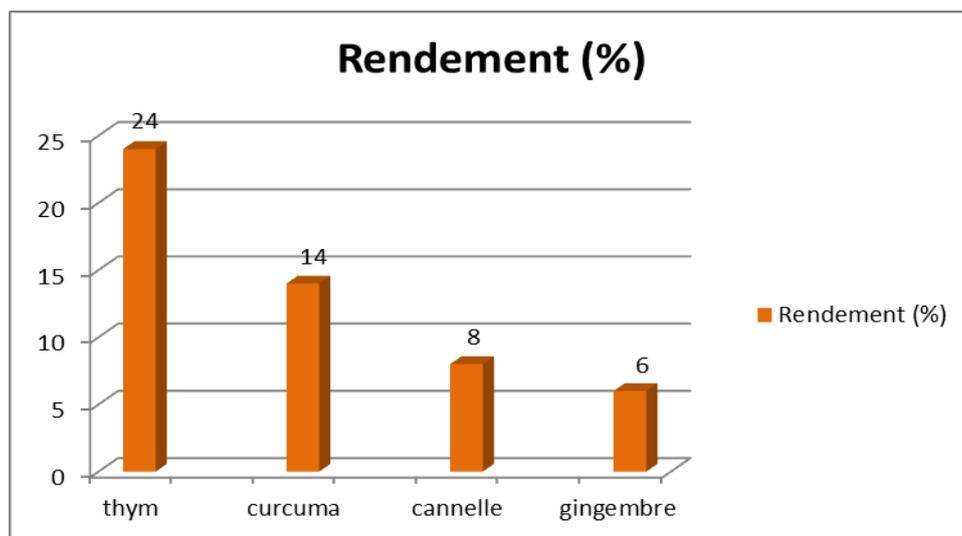


Figure IV.1 Rendement d'extrait des plantes par la macération à froide

A partir de cet histogramme, on note que :

- le rendement d'extrait de thym est plus élevé Par rapport les autres plantes.
- Le temps entre la récolte et l'utilisation de thym très court pour cela cette plantes

Contient une quantité excès d'eau par rapport les autres plantes séchées.

Tableau IV.2 le rendement de macération à chaude.

Les plantes	Le rendement d'extrait de la macération à chaude (%)
Curcuma	5
Gingembre	3
Cannelle	4
Thym	10

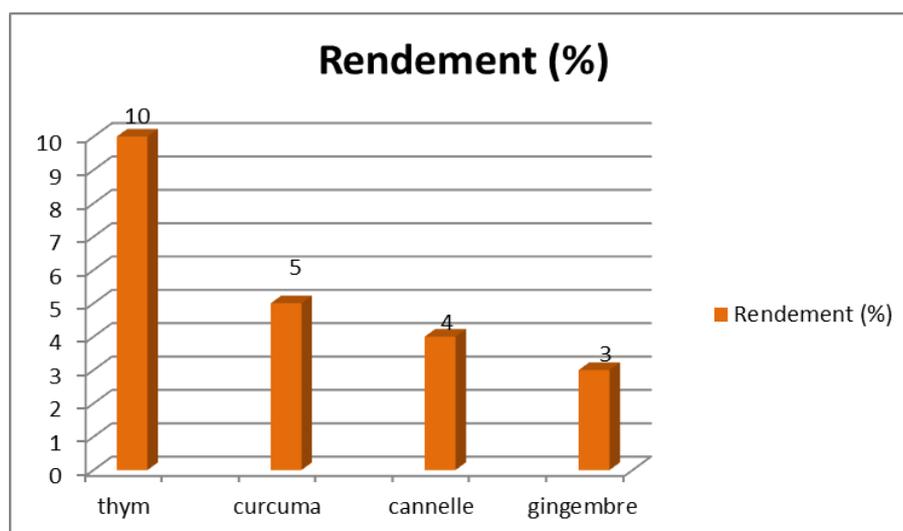


Figure IV.2 Rendement d'extrait des plants par la macération à chaude.

A partir de cet histogramme on note que :

- le rendement d'extrait de thym est plus élevé par rapport les autres plantes.
- La macération à froide donne un rendement élevé par rapport la macération à chaude, C'est parce que le temps de préparation de la macération à chaude très court (15min) par rapport le temps de macération à froide (24 heure).

IV.1.2. Les propriétés organoleptiques

Le tableau regroupe les différentes propriétés organoleptiques, déterminées visuellement, (Odeur, Goût et couleur) de notre extrait à froide voir le tableau IV.3.

Tableau IV.3 Propriétés organoleptiques des extraits et les mélanges à macération à froide.

<i>Les propriétés</i>	<i>Odeur</i>	<i>Goût</i>	<i>Couleur</i>
<i>Extrait de curcuma</i>	<i>Odeur de curcuma</i>	<i>Goût de curcuma</i>	<i>Marron orange</i>
<i>Extrait de gingembre</i>	<i>Odeur de gingembre</i>	<i>Goût de gingembre</i>	<i>Orange claire</i>
<i>Extrait de cannelle</i>	<i>Odeur de cannelle</i>	<i>Goût de cannelle</i>	<i>Marron claire</i>
<i>Extrait de thym</i>	<i>Odeur de thym</i>	<i>Goût de thym</i>	<i>Marron foncé</i>
<i>Mélange 1</i>	<i>Odeur de curcuma</i>	<i>Goût de curcuma</i>	<i>Orange foncé</i>

<i>Mélange 2</i>	<i>Odeur de cannelle</i>	Goût de cannelle	<i>Orange claire</i>
<i>Mélange 3</i>	<i>Odeur de thym</i>	Goût de thym	<i>Marron claire</i>
<i>Mélange 4</i>	<i>Odeur de curcuma</i>	Goût de curcuma	<i>Marron claire</i>
<i>Mélange 5</i>	<i>Odeur de thym</i>	Goût de curcuma	<i>Marron</i>
<i>Mélange 6</i>	<i>Odeur de thym</i>	Goût de thym	<i>Marron</i>
<i>Mélange 7</i>	<i>Odeur de curcuma</i>	Goût de gingembre	<i>Marron</i>
<i>Mélange 8</i>	<i>Odeur de thym</i>	Goût de thym	<i>Marron</i>
<i>Mélange 9</i>	<i>Odeur de curcuma</i>	Goût de thym	<i>Marron</i>
<i>Mélange 10</i>	<i>Odeur de thym</i>	Goût de thym	<i>Marron foncé</i>
<i>Mélange 11</i>	<i>Odeur de thym</i>	Goût de thym	<i>Marron</i>

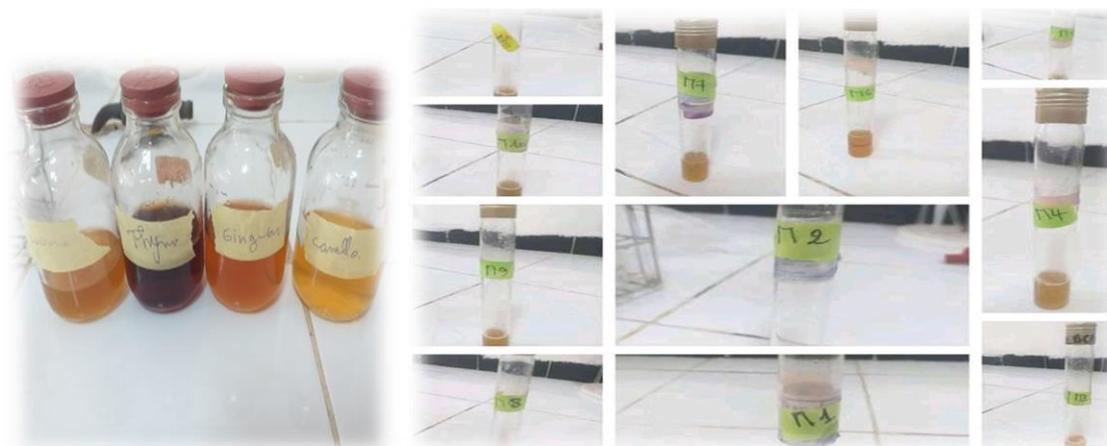


Figure IV.3 les extraite et les mélange d'extrait des plants par la macération à froide.

Le tableau regroupe les différentes propriétés organoleptiques, déterminées visuellement, (Odeur, Goût et couleur) de notre extrait à froide voir le **Tableau IV.4**

Tableau IV.4 Propriétés organoleptiques des extraits et les mélanges d'extrait des plantes par la macération à froide.

<i>Les propriétés</i>	<i>Odeur</i>	<i>Goût</i>	<i>Couleur</i>
Extrait de curcuma	Odeur de curcuma	Goût de curcuma	<i>Marron orange</i>
Extrait de gingembre	Odeur de gingembre	Goût de gingembre	<i>Orange claire</i>
Extrait de cannelle	Odeur de cannelle	Goût de cannelle	Marron
Extrait de thym	Odeur de thym	Goût de thym	Marron
Mélange 1	Odeur de curcuma	Goût de curcuma	Orange claire
Mélange 2	Odeur de cannelle	Goût de cannelle	Orange claire
Mélange 3	Odeur de thym	Goût de thym	Marron claire
Mélange 4	Odeur de curcuma	Goût de curcuma	Marron claire
Mélange 5	Odeur de thym	Goût de thym	Marron foncé
Mélange 6	Odeur de thym	Goût de thym	Marron claire
Mélange 7	Odeur de curcuma	Goût de curcuma	Marron claire
Mélange 8	Odeur de thym	Goût de thym	Marron foncé
Mélange 9	Odeur de curcuma	Goût de curcuma	Marron claire
Mélange 10	Odeur de thym	Goût de thym	Marron foncé
Mélange 11	Odeur de thym	Goût de thym	Marron foncé

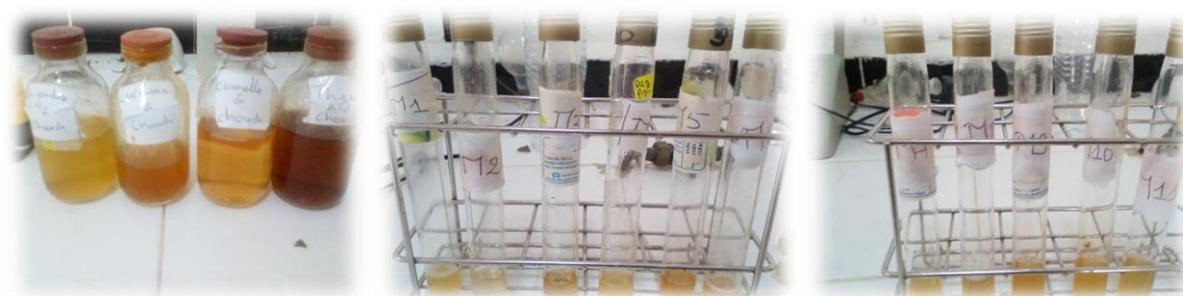


Figure IV.4 les extraits aqueux et les mélange d'extrait des plants par macération à chaude.

IV.1.3. Le résultat de pH

Le tableau suivant qui représente les résultats de pH d'extraits et les mélanges d'extrait :

Tableau IV.5 le pH d'extrait et les mélange d'extrait des plants par la macération à froide et la macération à chaude.

Echantillon	pH	
	Macération à froide	Macération à chaude
Curcuma	6,79	7,26
Gingembre	4,13	4,53
Cannelle	4,54	6,18
Thym	5,93	5,97
Mélange1	5,12	6,44
Mélange2	4,32	5,66
Mélange3	4,82	5 ,67
Mélange4	6,32	6,41
Mélange5	6,38	6,49
Mélange6	5,67	6,31
Mélange7	6,62	6,09
Mélange8	4,84	6,63
Mélange9	6,24	5,28
Mélange10	5,50	6,64
Mélange11	5,40	5,97

- **La macération à froide :**

A partir de ce tableau on note que :

- Le pH d'extrait à froide : curcuma, thym, Mélange 4, 5, 6,7et 9 est un extraits presque neutre.
- le pH de cannelle, gingembre, Mélange 2,3et 8 est un extrait de nature acide moyennement faible.
- le pH d'extrait de mélange 1et 11 est un extrait de nature acide faible.

- **La macération à chaude :**

A partir de ce tableau on note que :

- pH d'extrait à chaude de cannelle et mélange 1 :4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 9 ; 10 C'est un extrait presque neutre.
- pH l'extrait de thym et mélange 2 ; 3 ; 8 ; 11 c'est un extrait de nature acide faible, et l'extrait de gingembre est un acide moyennement faible.

La température aura un effet mesurable mais très simple sur l'acidité de l'eau. En fait, l'eau pure ne contient que 7 degrés d'acidité à exactement 25 degrés Celsius, ou 77 degrés Fahrenheit. A mesure que l'eau se réchauffe, le nombre d'hydrogène diminue vice versa ,parce que l'eau froide a une valeur d'acidité plus élevée .à 60C°(140F°),l'eau propre a une valeur d'hydrogène de 6,96.en d'autres termes, le changement est très léger et ne peut pas être enregistré avec des techniques de mesure primitives telle que les bandelettes d'essai d'acidité.la raison pour laquelle la température affecte l'acidité de l'eau est que les molécules d'eau ont tendance à s'effondrer dans leurs composants, l'hydrogène et l'oxygène ,à mesure que la température augmente, une plus grande proportion de molécules d'eau sont décomposées ,ce qui entraîne une augmentation de l'hydrogène et l'acidification de l'eau, Tout ça s'applique sur nos études (l'acidité pH affectée par la chaleur). i

Partie 2 : Evaluation, in vitro des activités antibactérienne

IV.2.1.Etude de l'activité antibactérienne

Cette partie est consacrée à l'étude de l'activité antibactérienne d'extrait aqueux de plantes suivantes : curcuma, gingembre, cannelle, thym et les mélange d'extrait des plantes.

Dans notre travail, l'activité antibactérienne a été évaluée vis-à-vis deux types de bactéries, en utilisant la méthode de diffusion sur disque sur milieu de Mueller-Hinton gélosé.

Les résultats de test de sensibilité bactérienne des extraits et les mélanges sont regroupés dans les tableaux suivant :

Tableau IV.6 les diamètres de la zone d'inhibitions d'extrait aqueux sur le *Staphylococcus aureus*.

<i>Diamètres de la zone d'inhibition (mm)</i>		
<i>Staphylococcus aureus</i>		
	<i>Macération à froide</i>	<i>Macération à chaude</i>
<i>Curcuma</i>	11	12
<i>Gingembre</i>	0	0
<i>Cannelle</i>	17	14
<i>Thym</i>	13	10
<i>Mélange 1</i>	0	10
<i>Mélange 2</i>	0	0
<i>Mélange 3</i>	11	11
<i>Mélange 4</i>	12	11
<i>Mélange 5</i>	12	13
<i>Mélange 6</i>	12	0
<i>Mélange 7</i>	11	10
<i>Mélange 8</i>	0	0
<i>Mélange 9</i>	0	0
<i>Mélange 10</i>	0	0
<i>Mélange 11</i>	0	11

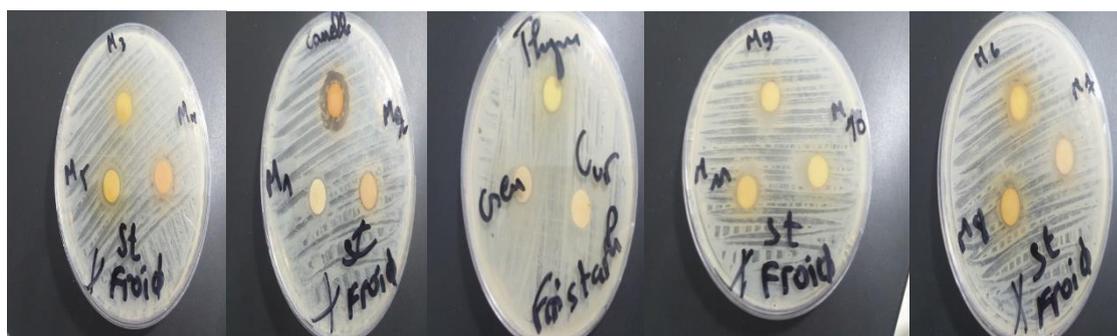


Figure IV.5 les zone d'inhibition Staphylococcus froide.



Figure IV.6 Les résultats de l'activité antibactérienne *Staphylococcus aureus* à chaude.

Tableau IV.7 les diamètres de la zone d'inhibitions d'extrait aqueux sur l'*Escherichia coli* en (mm) de la macération froide et chaude.

<i>Diamètres de la zone d'inhibition (mm)</i>		
<i>Escherichia coli</i>		
	<i>Macération à froide</i>	<i>Macération à chaude</i>
<i>Curcuma</i>	0	11
<i>Gingembre</i>	0	12
<i>Cannelle</i>	0	0
<i>Thym</i>	11	11
<i>Mélange 1</i>	0	10
<i>Mélange 2</i>	11	0
<i>Mélange 3</i>	10	10
<i>Mélange 4</i>	0	0
<i>Mélange 5</i>	0	11
<i>Mélange 6</i>	10	0
<i>Mélange 7</i>	0	0
<i>Mélange 8</i>	0	0
<i>Mélange 9</i>	10	0
<i>Mélange 10</i>	10	0
<i>Mélange 11</i>	12	0

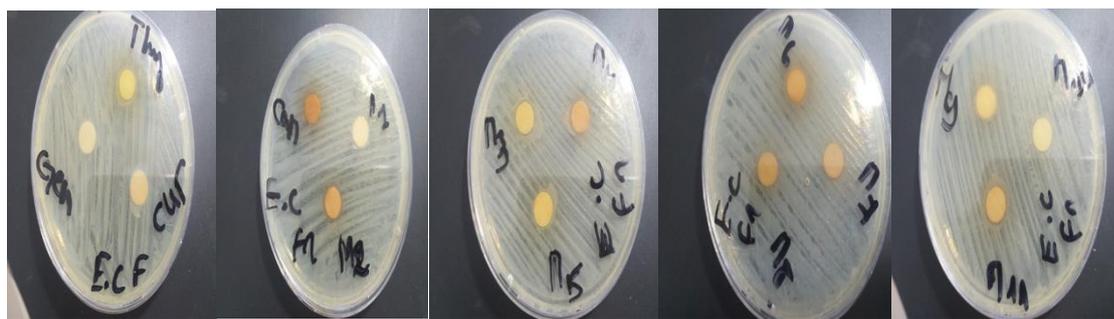


Figure IV.7 les zones d'inhibition d'extrait aqueux sur l'Escherichia coli d'extrait froide.



Figure IV.8 les zones d'inhibition d'extrait aqueux sur l'Escherichia coli d'extrait chaude.

L'échelle de l'estimation de l'activité antimicrobienne est donné par [7]; ils ont classé les diamètres de zones d'inhibition (D) de la croissance bactérienne en 5 classes ;

- Très fortement inhibitrice : $D \geq 30\text{mm}$
- Fortement inhibitrice : $21\text{mm} \leq D \leq 29\text{mm}$
- Modérément inhibitrice ; $16\text{mm} \leq D \leq 20\text{mm}$
- Légèrement inhibitrice : $11\text{mm} \leq D \leq 16\text{mm}$
- Non inhibitrice : $D < 10$

IV.2.2. la macération à froide :

A partir des résultats du test, on a constaté que l'extrait de curcuma, gingembre, cannelle ne présente aucune activité inhibitrice pour Escherichia coli sauf l'extrait de thym.

A partir de l'échelle :

Le thym est Légèrement inhibiteur : $11\text{mm} \leq D \leq 16\text{mm}$

Les micro-organismes les plus sensibles à notre extrait (curcuma, cannelle, thym) étaient *Staphylococcus aureus*, sauf le gingembre.

A partir de l'échelle :

- Curcuma et thym est Légèrement inhibitrice : $11\text{mm} \leq D \leq 16\text{ mm}$
- Cannelle est Modérément inhibitrice ; $16\text{mm} \leq D \leq 20\text{mm}$.

L'extrait de cannelle présente une activité antibactérienne plus élevée que les autres sur le *S.aureus*.

IV.2.3. la macération à chaude :

A partir des résultats du test, on a constaté que l'extrait de curcuma, cannelle présente une activité Légèrement inhibitrice : $11\text{mm} \leq D \leq 16\text{ mm}$ pour le *S. aureus*. Mais le gingembre et le thym ne présente pas une activité inhibitrice.

Pour l'*E. Coli* :

- Curcuma, gingembre et le thym présentent une activité Légèrement inhibitrice :
 $11\text{mm} \leq D \leq 16\text{ mm}$.
- La cannelle ne présente aucune activité inhibitrice.

A partir de la comparaison entre la macération froide et à chaude on constate que la cannelle toujours présente une activité inhibitrice très élevée que les autres extraits pour le *S.aureus*. Le gingembre présente une activité inhibitrice élevée dans la macération à chaude. Le thym présente une activité inhibitrice élevée dans la macération à froide.

- **Les zones d'inhibitions des extraits aqueux de plantes sur Le *staphylococcus aureus* :**

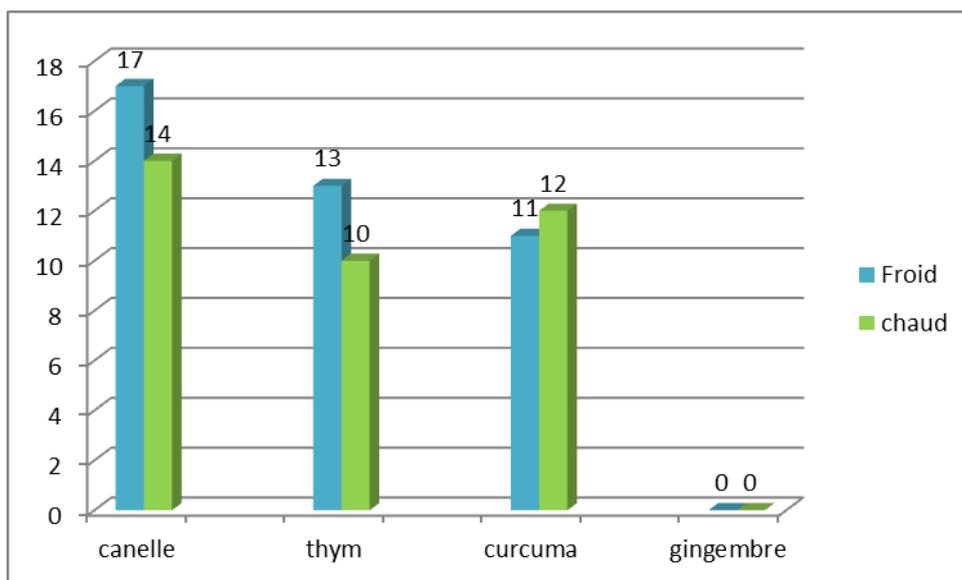


Figure IV.9 activité antibactérienne des extraits des plantes sur (*staphylococcus aureus*).

La macération à froide présente une activité inhibitrice plus élevée par rapport la macération à chaude.

➤ Les zones d'inhibitions des extraits aqueux des plantes sur *Escherichia coli* :

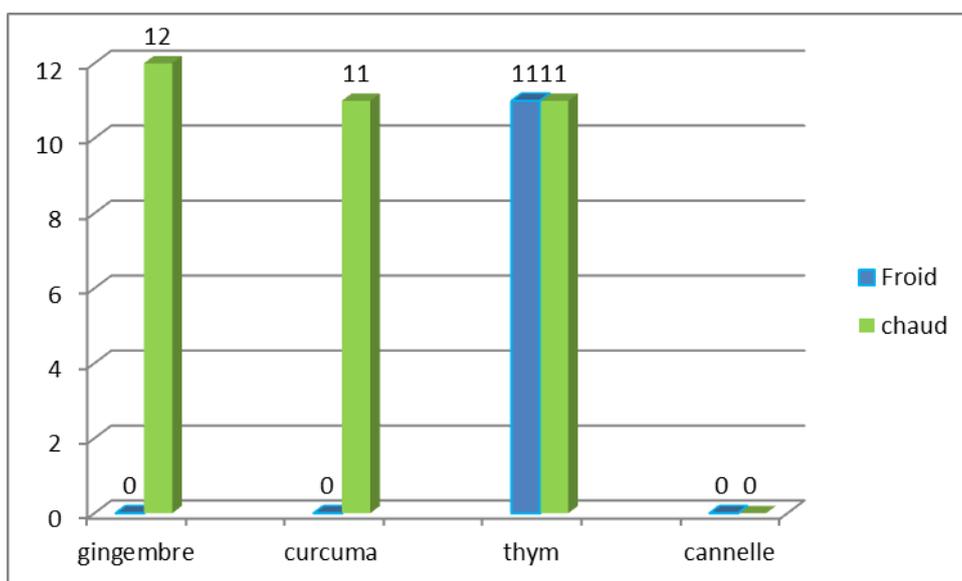


Figure IV.10 activité antibactérienne des extraits des plantes sur (*Escherichia coli*) en (mm).

La macération à chaude présente une activité inhibitrice plus élevée par rapport la macération à froide.

IV.2.4.Discussions des résultats

Plusieurs études ont eu pour objet la détermination du pouvoir antimicrobien de certains extraits des plantes sur deux souches bactériennes notamment *S. aureus* et *E. coli*, ils ont obtenu les résultats suivants :

Nous avons comparé nos résultats obtenus avec l'extrait aqueux de thym vulgariis , avec ceux (**H.Thafsouth et S.simod ; 2018**)[74]. Qui ont étudié le pouvoir antimicrobien d'extrait aqueux de thymus vulgariis sur deux souches bactéries notamment, *E. coli*, et *S. aureus*, ils ont obtenu les résultats suivants : 0mm, 0mm respectivement, nos résultats sont plus élevés par rapport à ces derniers.

Selon (**Norjit et al ; 2007**)[75], qui ont étudié l'effet antimicrobien d'un extrait aqueux de curcuma sur deux souches de bactériennes, en particulier *E. coli* et *S. aureus*, ils ont obtenu les résultats suivants : 0mm, 9mm respectivement, nos résultats sont supérieurs par rapport à ce dernier.

Selon (**kaabour faiza ; 2009** [9], qui a étudié l'effet antimicrobien de l'extrait aqueux de gingembre sur deux souches bactériennes, en particulier *E.coli* et *S. aureus*, ils ont obtenu les résultats suivants : 6mm, 6mm, respectivement, nos résultats :

Avec *S. aureus*, nos résultats étaient très faibles et avec *E. coli* ils étaient plus élevés.

D'après (**Dj.Taibi et A.Ben Hadj Taher; 2018**)[76] , qui ont étudiée le pouvoir antimicrobien d'extrait aqueux de cannelle sur deux souches bactérienne notamment, *E.coli* et *S.aureus*, ils ont obtenu les résultats suivants : 21mm, 0mm respectivement ,nos résultats :

Pour le *S.aureus* nos résultats sont plus élevés, l'*E.coli* ils sont très faibles.

Cela est dû à plusieurs raisons, premièrement, leurs souches sont peut-être plus résistantes que les nôtres ; deuxièmement, au fait que les échantillons de plante (*Thymus vulgariis*) utilisés sont d'origine géographiquement différentes, ce qui fait intervenir le phénomène de polymorphisme chimique.

Plusieurs études ont eu pour objet la détermination du pouvoir antimicrobien de certaines huiles essentielles des plantes sur deux souches bactériennes notamment *S. aureus* et *E. coli*, ils ont obtenu les résultats suivants :

On a comparé nos résultats obtenus d'extrait aqueux de thym vulgarise avec huile essentielle de ceux (**L.Sid ali et Dj.Aoumeur ; 2012**)[77] ,qui ont étudié le pouvoir antimicrobien de huile essentielle de thymus vulgarise sur deux souche bactérienne notamment, *E. coli*, et *S. aureus*, ils ont obtenu les résultats suivants : 45mm, 35mm respectivement, nos résultats sont très faible par rapport à ces derniers.

Selon **Melle N. Beghdad Melle L.Beghdad 2018**) [7], qui a étudié les effets antimicrobiens de l'huile essentielle de curcuma sur deux souches bactériennes, en particulier *E. coli* et *S. aureus*, ont obtenu les résultats suivants : 0 mm, 20 mm, respectivement. Pour *E.coli* notre résultat est élevé et pour *S. aureus* notre résultat est faible par rapport à leurs résultats.

D'après (**Dj.Taibi et A. ben hadj taher ; 2018**)[76] ,qui ont étudié le pouvoir antimicrobien de huile essentielle de cannelle sur deux souches bactérienne notamment, *E. coli*, et *S. aureus*, ils ont obtenu les résultats suivants : 26mm, 40mm respectivement, Nos résultats très faibles par rapport à ces derniers.

Selon (**N.Mecca et I.berki ; 2018**)[78] ,qui ont testé le pouvoir antibactérien de l'huile de gingembre sur deux souches de bactéries, en particulier *E. coli* et *S. aureus*, ont obtenu les résultats suivants : 0 mm, 23 mm, respectivement, pour *E. coli* nos résultats sont élevés et *S. aureus* nos résultats sont faible par rapport à ce dernier.

A partir de ces résultats, on constate que l'huile essentielle de curcuma, gingembre, cannelle et thym présente une activité inhibitrice plus élevée par rapport des extraits aqueux.

La comparaison précédente montré que les études représente une activité antibactérienne est différente par rapport notre résultat car :

- la différence de méthode d'extraction : l'étude précédente utilise la méthode d'infusion, et décoction.

L'action antimicrobienne des extraits aqueux pourrait être attribuée aux composants anioniques tels que le thiocyanate, le nitrate, les chlorures et les sulfates, ainsi qu'à d'autres composants hydrosolubles présents naturellement dans le matériel végétal. L'eau s'est révélée

moins efficace pour extraire les composants antimicrobiens actifs présents dans les épices de la présente étude. Les différences de sensibilité des microorganismes associés aux aliments peuvent être dues aux différences de concentrations, aux méthodes d'extraction utilisées dans chaque étude et les faibles propriétés de diffusion de ces extraits dans l'agar et la composition du sol et la disponibilité en eau [79].

IV.2.4.1. Les mélanges

IV.2.4.1.1. La macération à froide

D'après ces résultats, on observe que les extraits des mélanges présentent une activité inhibitrice différente.

- Le **M1 [gin+Cur]** ne présente aucune activité inhibitrice pour les deux bactéries,

Donc :

- Le gingembre annule l'activité de curcuma (antagonisme total).

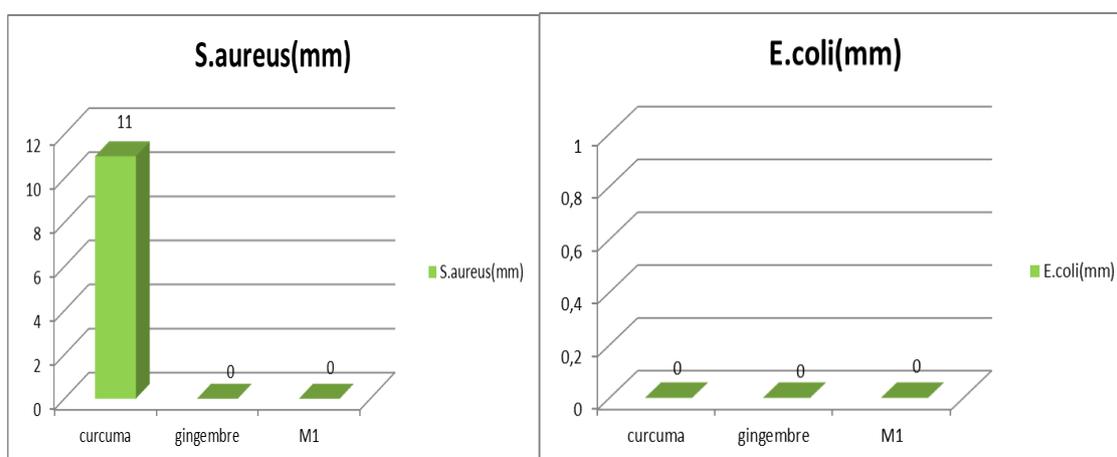


Figure IV.11 les zones d'inhibitions de M1 sur le *S.aureus* et l'*E.coli*.

- **Le M2 [Gin+Can] :**

- ne présente aucune activité inhibitrice pour le *S.aureus*, Le gingembre annule

L'activité inhibitrice de cannelle (antagonisme totale).

- L'interaction gingembre ; cannelle provoque une activité légèrement inhibitrice et très

Élevée sur l'*E.coli*, c'est un phénomène de potentialisation.

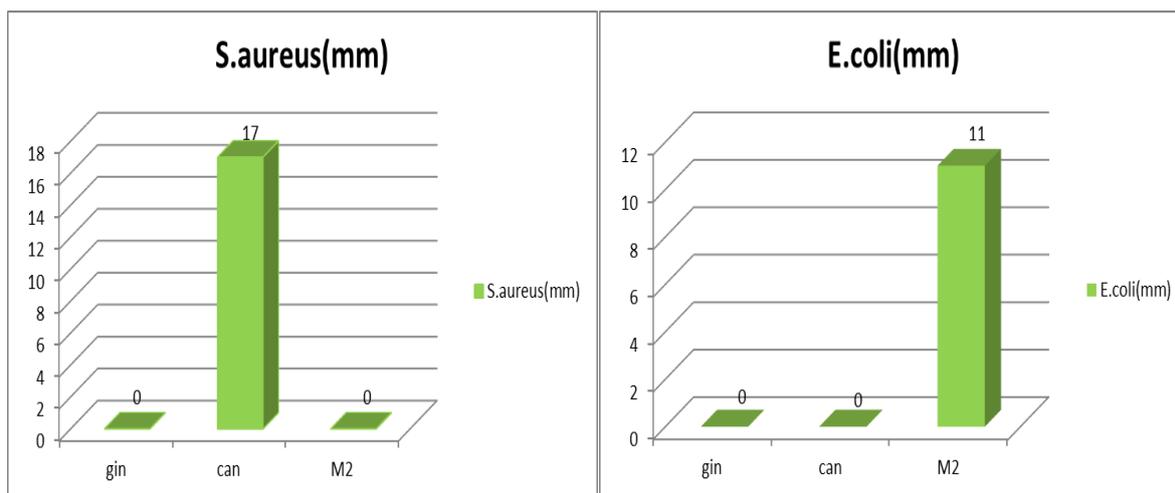


Figure IV.12 les zones d'inhibitions de M2 sur le *S.aureus* et *L'E.coli*.

- Le M3 [gin+thy] présente une activité inhibitrice moins de l'activité inhibitrice de Thym sur les deux bactéries.

Présente une activité légèrement inhibitrice pour le *S.aureus*.

-le gingembre diminue l'activité inhibitrice de thym (antagonisme partielle) pour *E.coli* et *Saureus*.

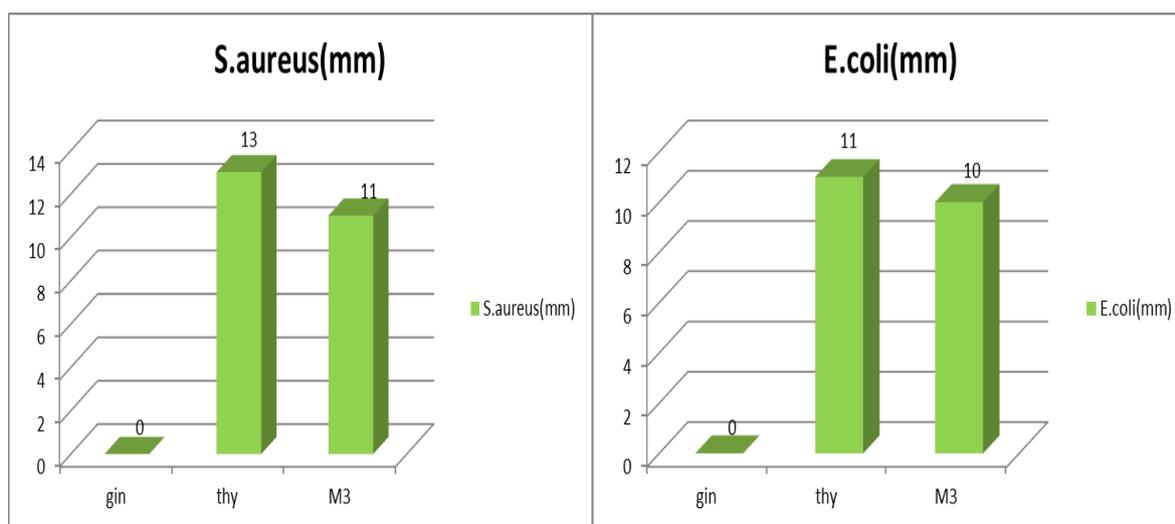


Figure IV.13 les zones d'inhibitions de M3 sur le *S.aureus* et *l'E.coli*.

- Le M4 [cur+can] présente une activité inhibitrice faible par rapport l'activité Inhibitrice de cannelle sur le *S.aureus*.

Présente une activité légèrement inhibitrice sur le *S.aureus*.

- Ne présente aucune activité inhibitrice sur l'*E.Coli*.
- le curcuma diminue l'activité de cannelle sur le *S.aureus* (antagonisme partielle).

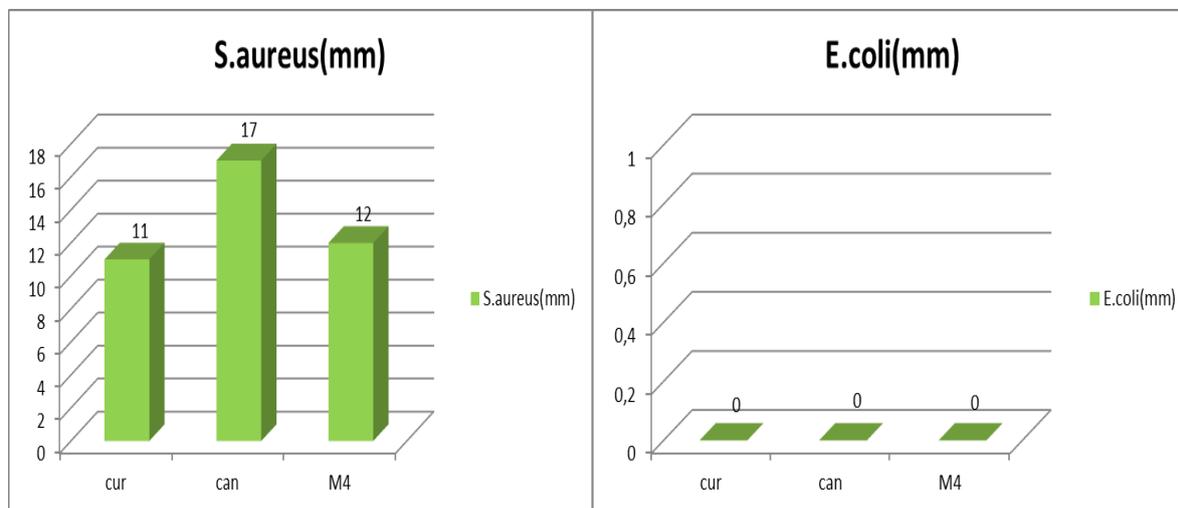


Figure IV.14 les zones d'inhibitions de M4 sur le *S.aureus* et l'*E. coli* .

▪ Le M5 (cur+thy) Présente une activité légèrement inhibitrice et moins de l'activité Inhibitrice de thym sur le *S.aureus*, et ne présente aucune activité inhibitrice sur l'*E.coli*.

- le curcuma diminue l'activité inhibitrice de thym sur le *S.aureus* (antagonisme Partiel).
- le curcuma annule l'activité inhibitrice de thym sur l'*E. coli* (antagonisme Total).

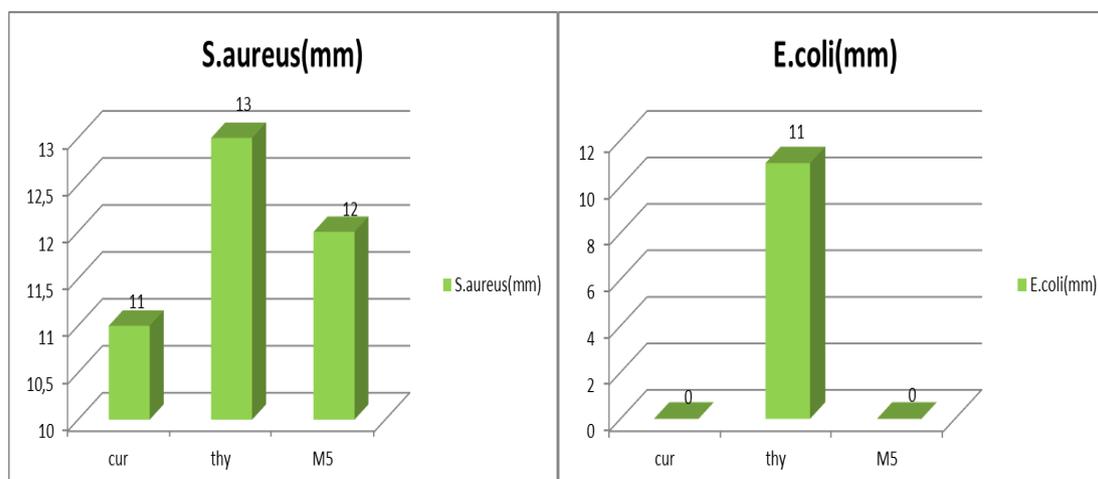


Figure IV.15 les zones d'inhibitions de M5 sur le *S.aureus* et l'*E.coli* .

- Le M 6[can+thy] :

Présente une activité inhibitrice faible sur l'*E. Coli*.

Présente une activité légèrement inhibitrice par rapport la cannelle sur le *S.aureus*.

- Le thym diminue l'activité inhibitrice de cannelle sur le *S.aureus* (antagonisme Partiel).
- la cannelle diminue l'activité inhibitrice de thym sur l'*E. coli* (antagonisme partiel).

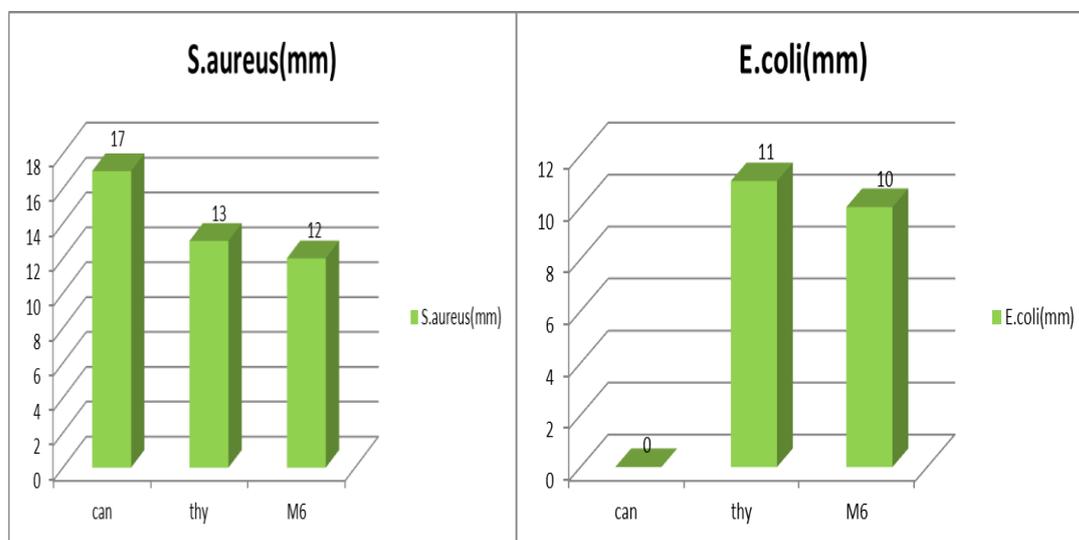


Figure IV.16 les zones d'inhibitions de M6 sur le *S.aureus* et l'*E.coli* .

- Le M7 [gin+cur+can] présente une activité légèrement inhibitrice sur le *S.aureus* et Aucune activité inhibitrice sur l'*E.coli*.
- le gingembre diminue l'activité inhibitrice de M4 (cur+can) sur *S.aureus* (Antagonisme partiel).

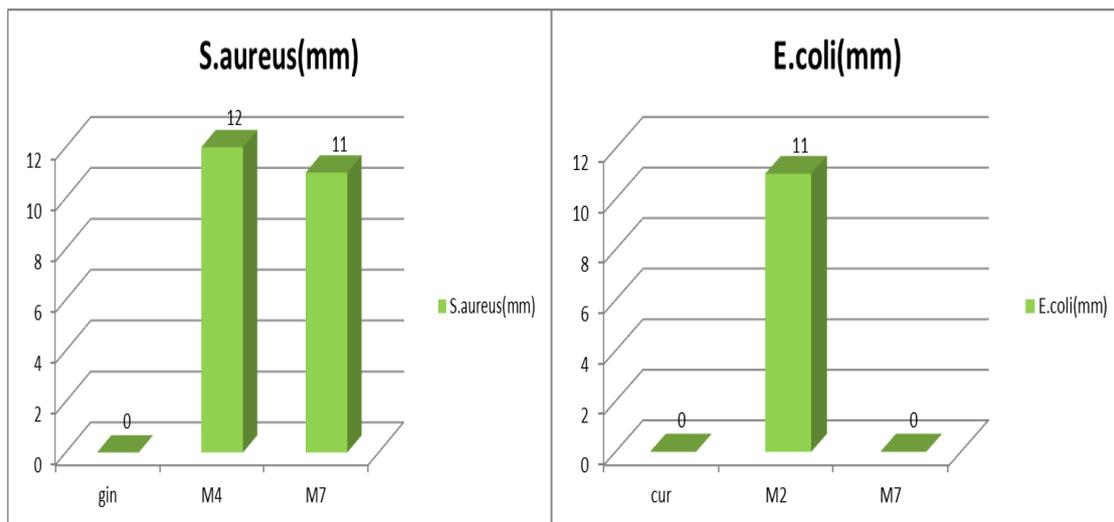


Figure IV. 17 les zones d’inhibitions de M7 sur le *S.aureus* et l’*E.coli* .

- Le M8 [gin/can/thy] ne présente aucune activité inhibitrice sur les deux bactéries.
- L’E. Coli :

L’absence d’activité inhibitrice à cause de l’interaction de l’extrait

- Le thym annule l’activité inhibitrice de M2 (gin+can) antagonisme totale
- La cannelle annule l’activité inhibitrice de M3 (gin+thy) antagonisme totale
- Le gingembre annule l’activité inhibitrice de M6 (can+thy) antagonisme totale

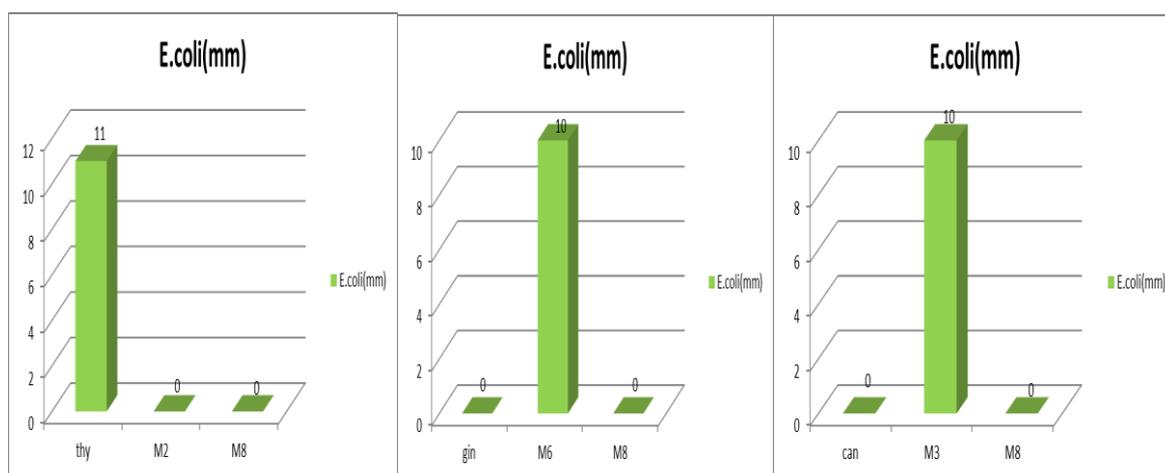


Figure IV.18 les zones d’inhibitions de M8 sur l’*E.coli* (3 possibilité).

- **S.aureus :**
 - Le gingembre annule l'activité inhibitrice de M6 (can+thy) (antagonisme total)
 - Le M3 (gin+thy) annule l'activité inhibitrice de cannelle (antagonisme totale).

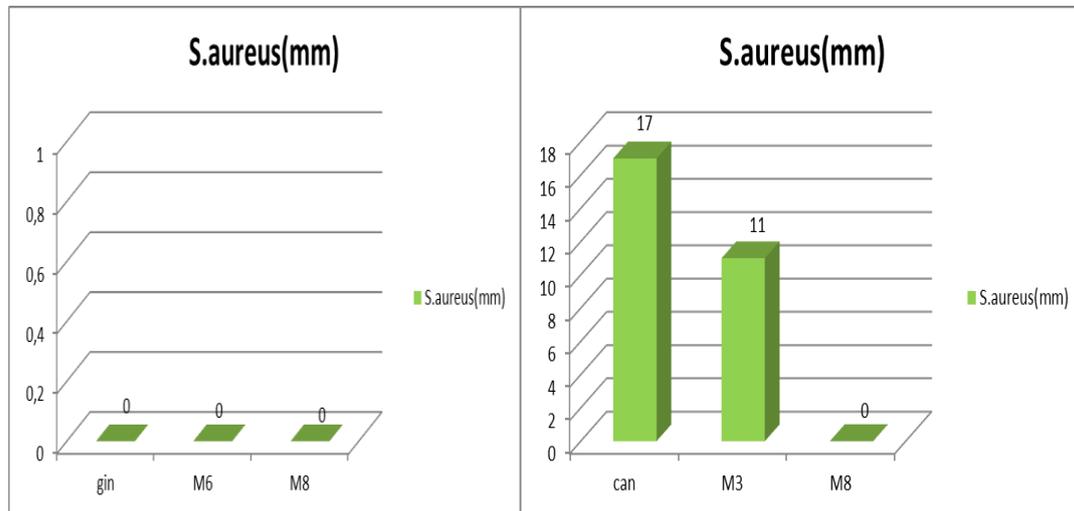


Figure IV.19 les zones d'inhibitions de M8 sur le *S.aureus* (2 possibilité).

- Le **mélange 9[cur+can+thy]** présente une activité inhibitrice faible pour *l'E. coli*.

Et ne présentent aucune activité inhibitrice pour le *S.aureus*.

- **l'E.coli :**
 - Le curcuma ne présente aucun effet sur le M6 (can+thy).
 - Le M4 (cur+can) diminue l'activité inhibitrice de thym (antagonisme partielle).

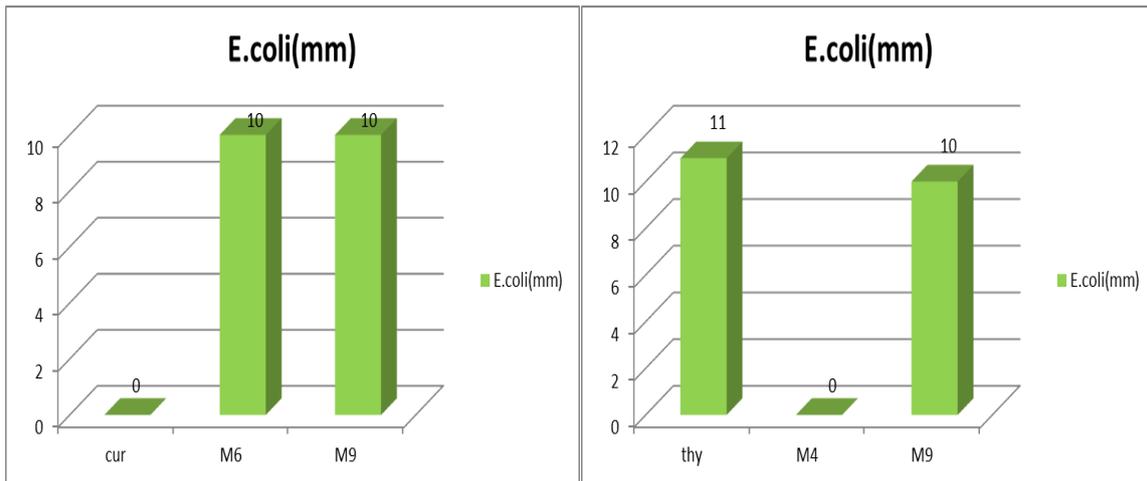


Figure IV.20 les zones d’inhibitions de M9 sur l’*E.coli* (2possibilité).

- **le S.aureus** : l’absence d’activité inhibitrice à cause de l’interaction des extraits
 - Le M4 (cur+can) annule l’activité inhibitrice de thym antagonisme totale.
 - Le M5 (cur+can) annule l’activité inhibitrice de cannelle antagonisme totale.
 - Le curcuma annule l’activité inhibitrice de M6 (can+thy) antagonisme totale.

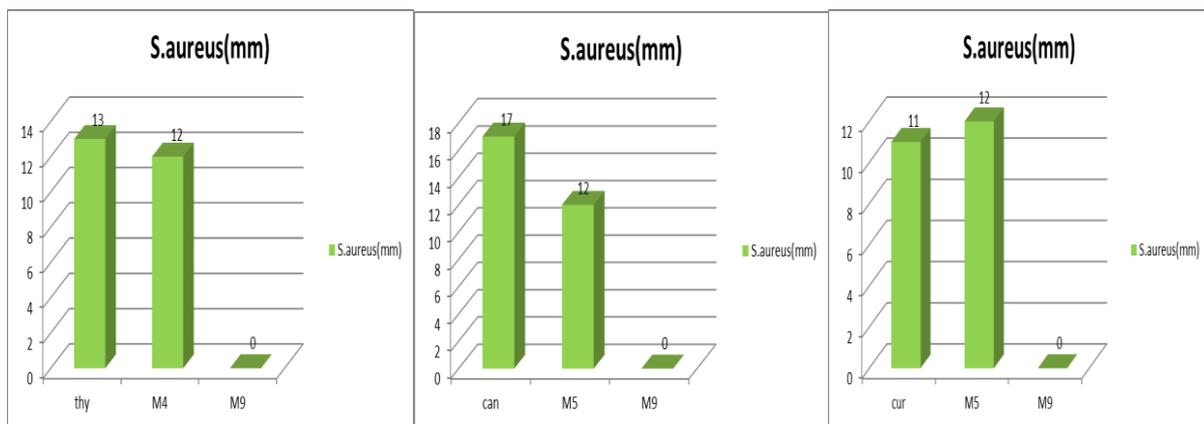


Figure IV.21 les zones d’inhibitions de M9 sur le *S.aureus* (3 possibilité).

Le **M10 [gin/cur/thy]** présente une activité inhibitrice faible sur l’*E.coli* et ne présente aucune activité inhibitrice sur le *S.aureus*.

- **l’E.coli** :
 - Le curcuma ne présente aucun effet sur le M3 (gin+thy).
 - Le M1 (gin+cur) diminue l’activité inhibitrice de thym (antagonisme partielle).
 - l’interaction gingembre et M5 (cur+thy) augmente l’activité inhibitrice de M10.

(Phénomène de potentialisatrice).

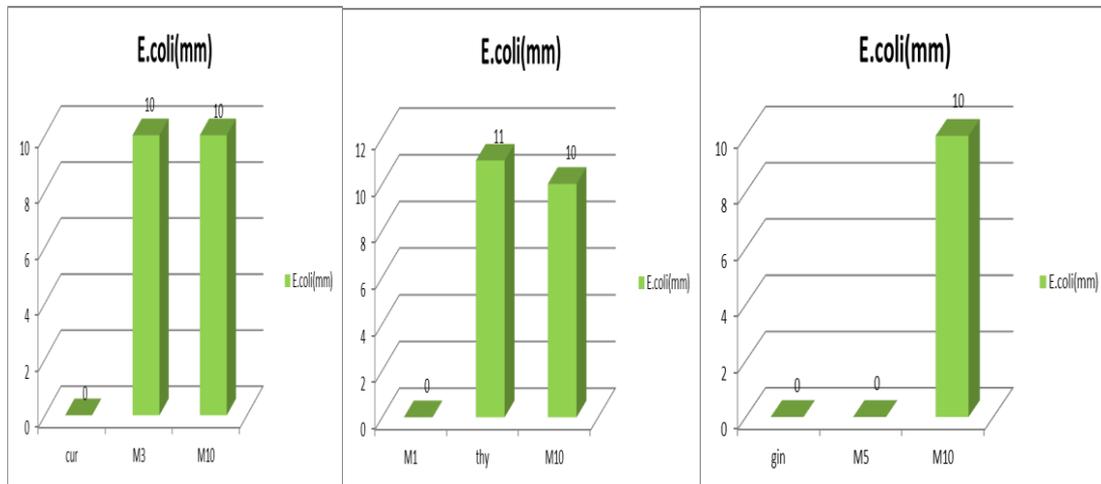


Figure IV.22 les zones d'inhibitions de M10 sur *E.coli* (3 possibilité).

- **le S.aureus :**

- L'interaction de curcuma, M3 (gin+thy) annule l'activité inhibitrice de M10

(Antagonisme totale)

- Gingembre annule l'activité inhibitrice de M5 (cur+thy) (antagonisme totale)
- Le M1 (gin+cur) annule l'activité inhibitrice de thym (antagonisme totale)

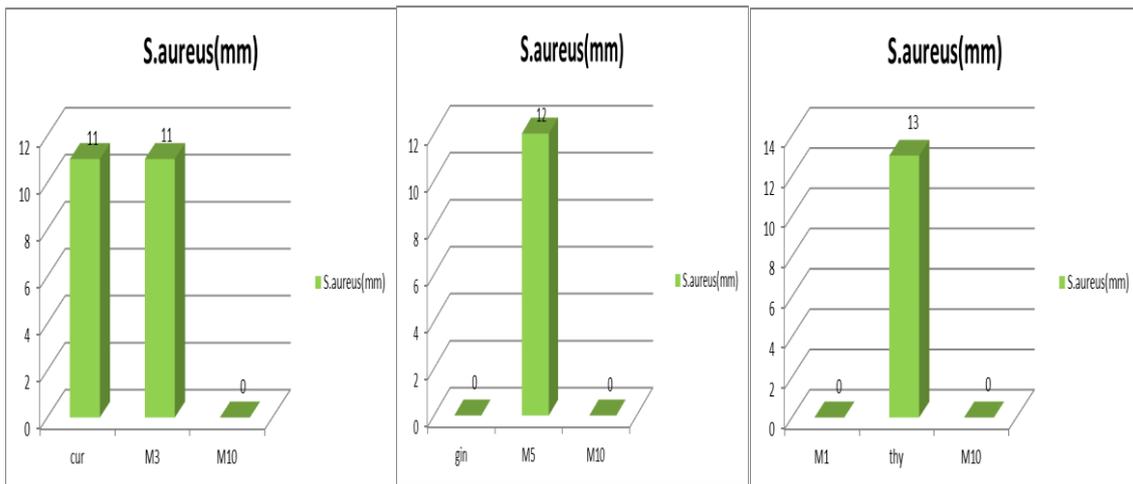


Figure IV.23 les zones d'inhibitions de M10 sur le *S.aureus* (3 possibilité).

- Le M11 [gin/cur/can/thy] présente une activité légèrement inhibitrice sur *l'E. coli* et ne présente aucune activité inhibitrice sur le *S.aureus*.

- pour *l'E. Coli* l'interaction gingembre, cannelle, curcuma et thym provoque une Potentialisation.

- pour le *S .aureus* l'interaction de gingembre, cannelle, curcuma et thym annule L'activité inhibitrice de cannelle (antagonisme total).

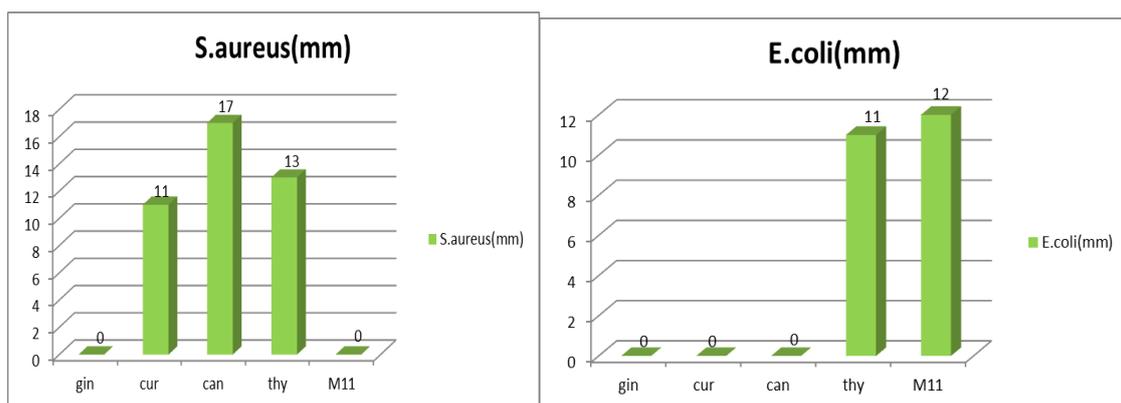


Figure IV.24 les zones d'inhibitions de M11 sur le *S.aureus* et *l'E.coli*.

A partir de ces résultats, on observe que l'interaction des mélanges 11 et 2 donne une synergie additive potentialisatrice sur *l'E. Coli*.

-l'interaction des autres mélanges provoque des effets indésirables, soit par :

Antagonisme total ou antagonisme partiel.

Les mélanges présentent une activité inhibitrice (les mélanges de deux extraits) mais les mélanges de trois extraits ne présentent aucune activité inhibitrice sauf le mélange 7(gin+cur+can) sur le *S.aureus*.

IV.2.4.1.2.La macération à chaude

D'après ces résultats, on observe que les extraits des mélanges présentent une activité inhibitrice différente.

- Le M1 [gin+cur] présente une activité inhibitrice faible pour les deux bactéries.
 - le gingembre diminue l'activité de curcuma pour le *S.aureus*, (antagonisme partiel).
 - le curcuma diminue l'activité de gingembre pour l'*E.Coli*. (Antagonisme partielle)

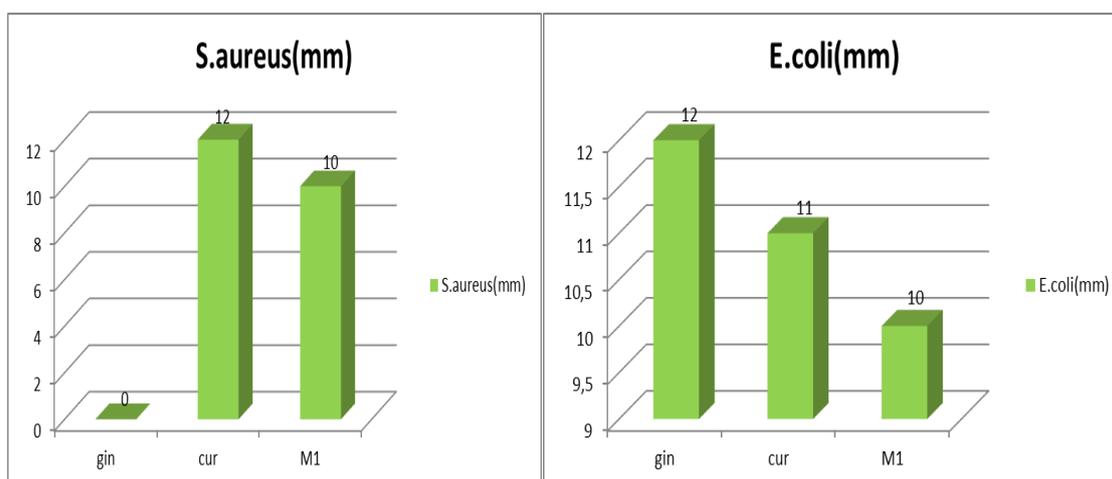


Figure IV.25 les zones d'inhibitions de M1 sur le *S.aureus* et l'*E.coli*.

- Le M2 [Gin+Can] ne présente aucune activité inhibitrice pour le *S.aureus* et l'*E.coli*
 - La cannelle annule l'activité inhibitrice de gingembre pour l'*E.coli* (antagonisme

Total)

- Le gingembre annule l'activité inhibitrice de cannelle pour le *S.aureus*, (antagonisme

Total).

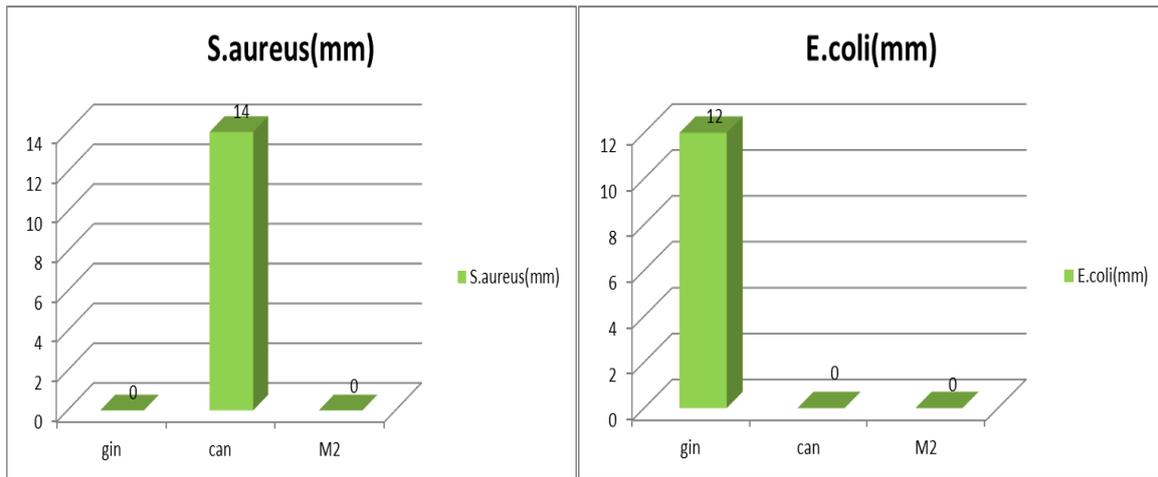


Figure IV.26 les zones d'inhibitions de M2 sur le *S.aureus* et l'*E.coli*.

▪ Le M 3[gin/thym] :

- Pour le *S.aureus* l'interaction de (gin +thym) provoque une activité légèrement

Inhibitrice et élevé par rapport l'activité inhibitrice de thym c'est un phénomène de potentialisation.

- Pour l'*E.coli* Le thym diminue l'activité inhibitrice de gingembre (antagonisme

Partiel).

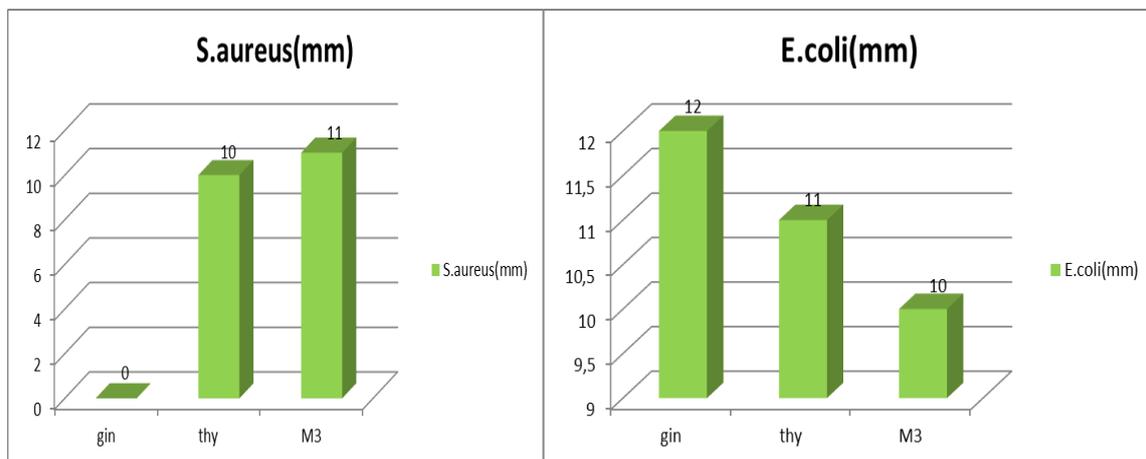


Figure IV. 27 les zones d'inhibitions de M3 sur le *S.aureus* et l'*E.coli*.

▪ Le M4 [cur/can] :

- Ne présente aucune activité inhibitrice pour l'*E.coli* , Le cannelle annule l'activité

Inhibitrice de curcuma (antagonisme totale).

- Présente une activité légèrement inhibitrice pour le *S.aureus*, le curcuma diminue

L'activité inhibitrice de cannelle (antagonisme partielle).

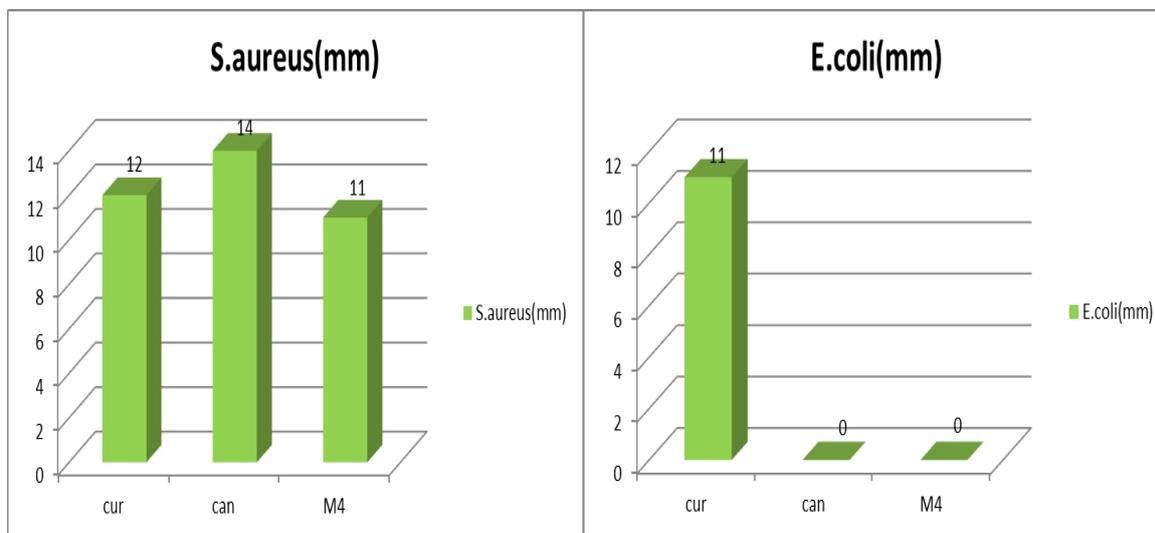


Figure IV.28 les zones d'inhibitions de M4 sur le *S.aureus* et l'*E.coli*.

- Le **mélange 5[cur/thy]** : présente une activité légèrement inhibitrice pour les deux bactéries.
- **l'E.coli** :
 - Le curcuma ne présente aucun effet sur le thym,
 - L'interaction curcuma et thym donne une synergie additive partielle.
- **le s.aureus** :

L'interaction de [cur /thym] provoque une activité inhibitrice élevée par rapport l'activité inhibitrice de curcuma c'est un phénomène de potentialisation.

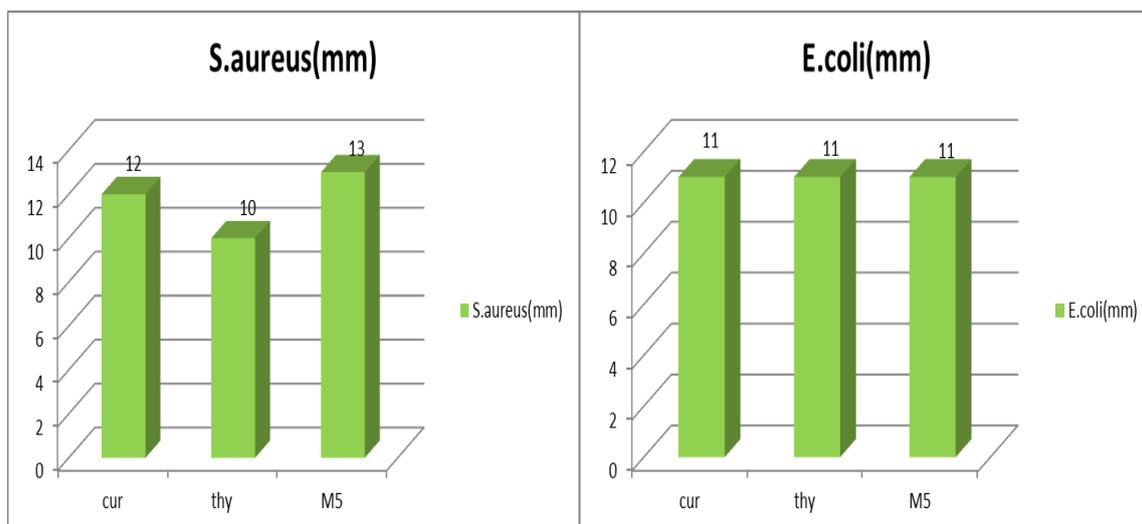


Figure IV.29 les zones d'inhibitions de M5 sur le *S.aureus* et l'*E.coli*.

- Le M 6[can+thy] ne présente aucune activité inhibitrice pour les deux bactéries.
- La cannelle annule l'activité inhibitrice de thym pour l'*E. Coli* (antagonisme totale).
- Le thym annule l'activité inhibitrice de cannelle pour le *S.aureus* (antagonisme totale).

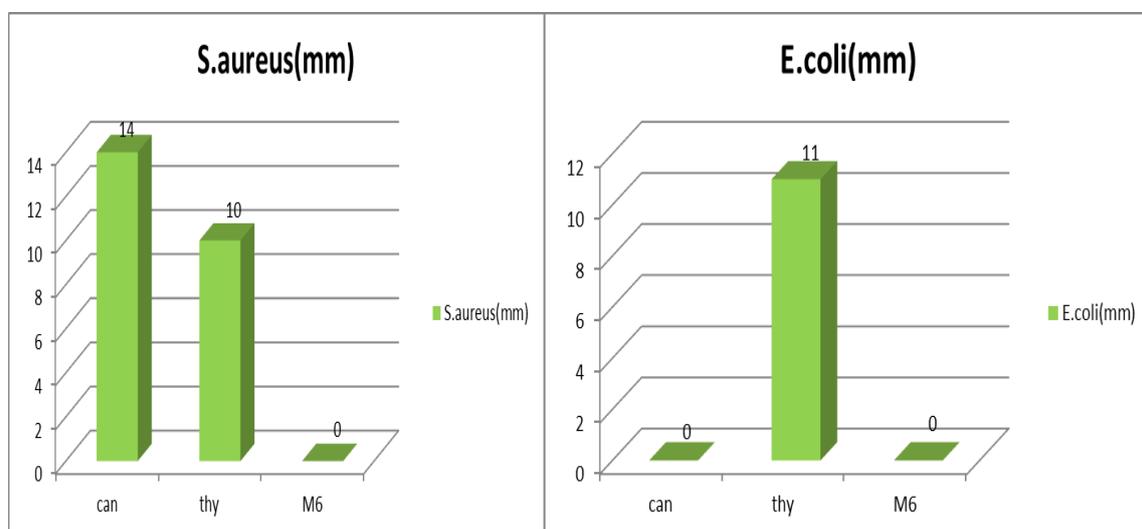


Figure IV.30 les zones d'inhibitions de M6 sur le *S.aureus* et l'*E.coli*.

- Le M7 [gin+cur+can] :
- le *s.aureus* :
 - le gingembre diminue l'activité inhibitrice de M4 (cur+can) (antagonisme partielle).
 - la cannelle ne présente aucun effet sur le M1 (gin+cur).
 - Le M2 diminue l'activité inhibitrice de curcuma (antagonisme partielle)

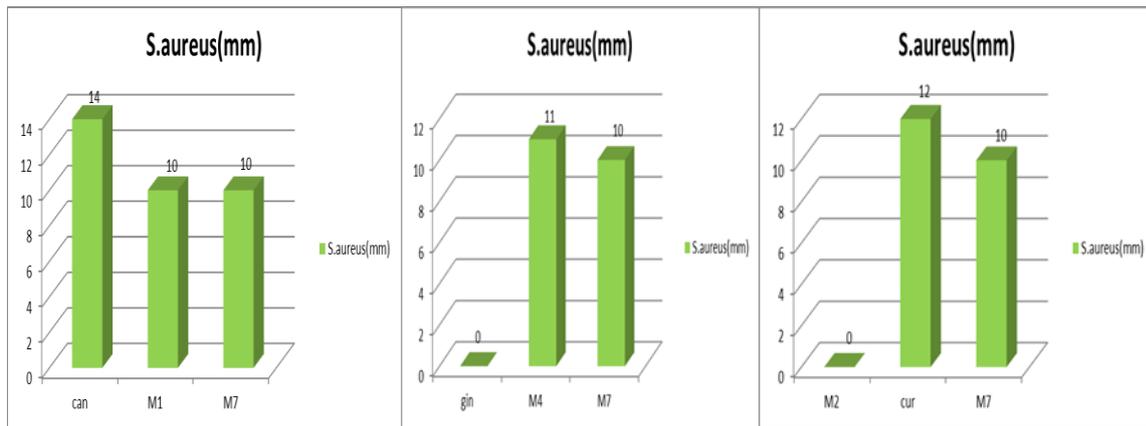


Figure IV.31 les zones d'inhibitions de M7 sur le *S.aureus* (3 possibilité).

- **l'E. Coli** : ne présente aucune activité inhibitrice,
 - La cannelle annule l'activité inhibitrice de M1 (gin+cur) (antagonisme totale).
 - Le M2 (gin+can) annule l'activité inhibitrice de curcuma (antagonisme total).
 - Le M4 (cur+can) annule l'activité inhibitrice de gingembre (antagonisme total).

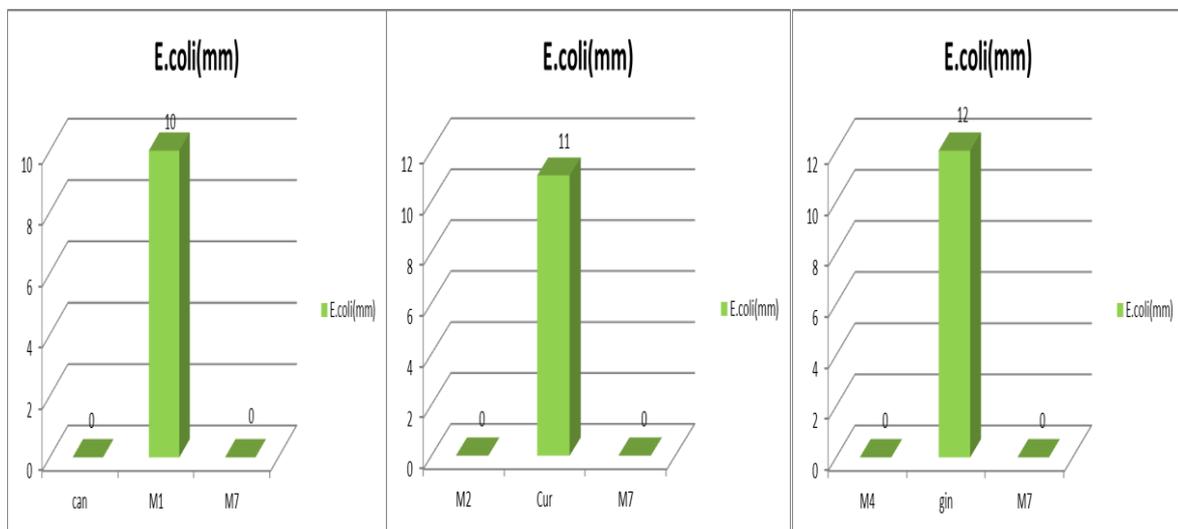


Figure IV.32 les zones d'inhibitions de M7 sur l'*E.coli* (3 possibilité)

- **Le M8 (gin+can+thy)** ne présente aucune activité inhibitrice pour les deux bactéries.

Pour le *S.aureus* :

- le M3(thy+gin) annule l'activité inhibitrice de cannelle(antagonisme totale).
- Le M2(gin+can) annule l'activité de thym (antagonisme total).

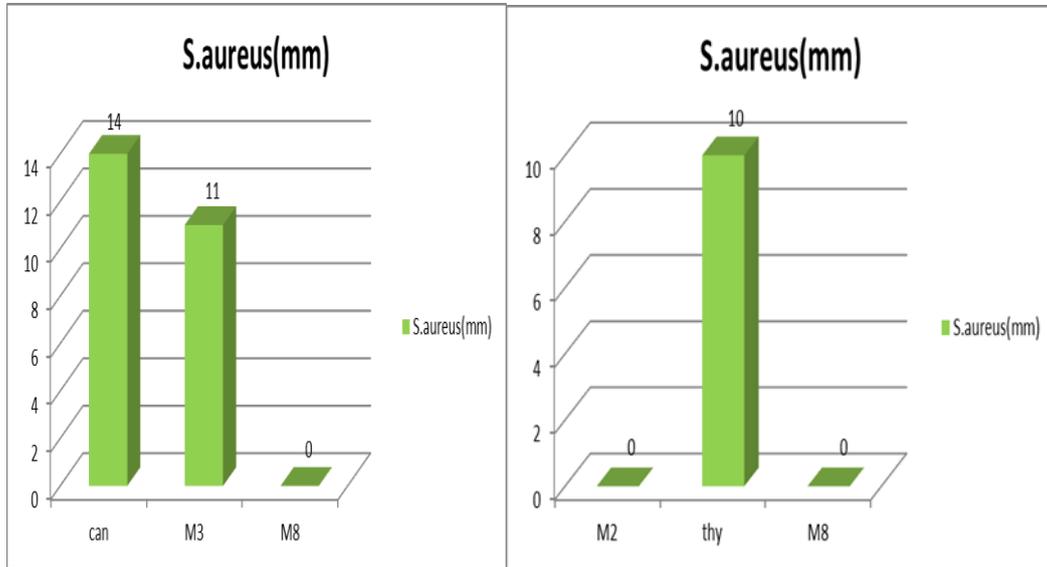


Figure IV.33 les zones d'inhibitions de M8 sur le *S.aureus* (2 possibilité)

• l'*E.coli*

- la cannelle annule l'activité de inhibitrice de M3(gin+ thym) (antagonisme total).
- Le M6(can+thy) annule l'activité inhibitrice de gingembre (antagonisme total).
- Le M2(gin+can) annule l'activité inhibitrice de thym (antagonisme total).

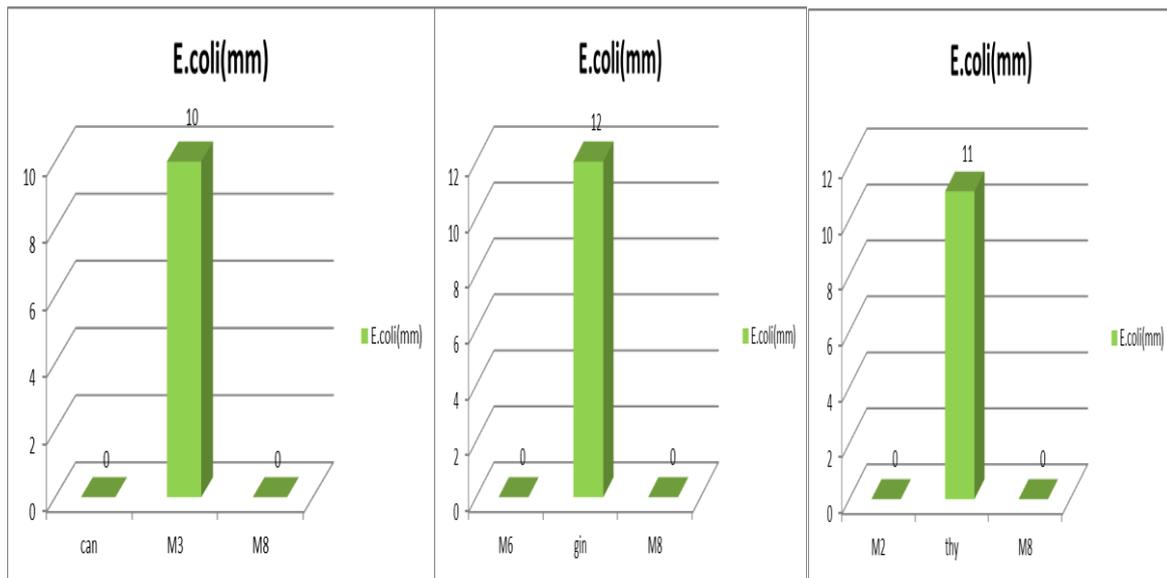


Figure IV.34 les zones d'inhibitions de M8 sur l'*E.coli* (3 possibilité)

▪ le mélange 9[*cur/can/thy*] ne présente aucune activité inhibitrice pour les deux bactérie .

• le *S.aureus* :

-le M5[*cur+thym*] annule l'activité inhibitrice de cannelle ,(antagonisme totale) .

-Le thym annule l'activité de M4(*cur+can*),(Antagonisme totale).

Le M6 (*can+thy*)annule l'activité de curcuma ,(antagonisme total)

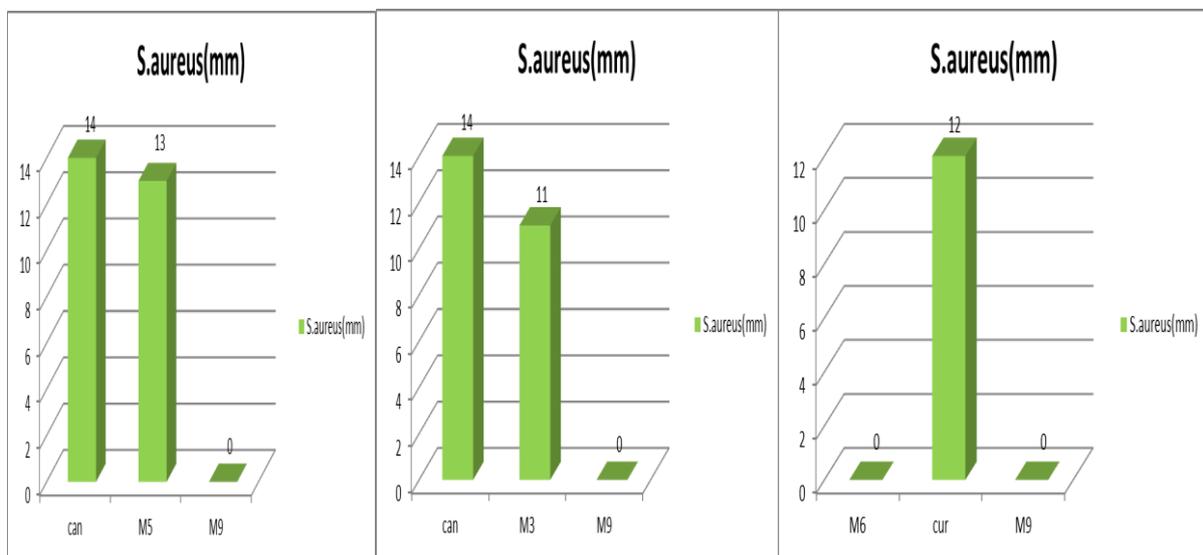


Figure IV.35 les zones d'inhibitions de M9 sur le *S.aureus* (3 possibilité).

• l'*E.coli* :

- le cannelle annule l'activité inhibitrice de M5[*cur+thym*].(antagonisme totale) .
- le M6(*can+thy*) annule l'activité inhibitrice de curcuma (antagonisme total).
- Le M4(*cur+can*)annulé l'activité inhibitrice de thym (antagonisme total).

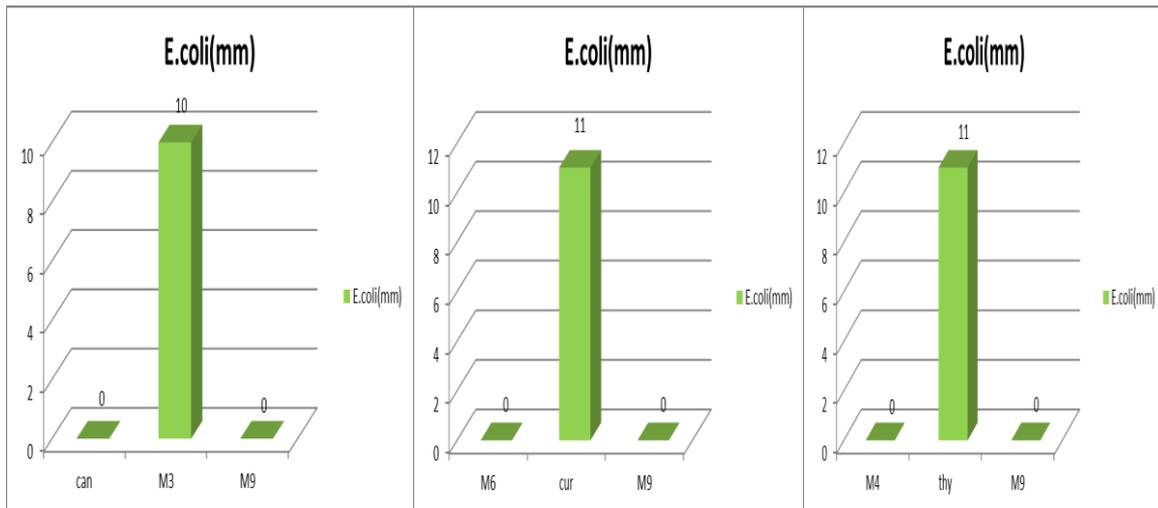


Figure IV.36 les zones d'inhibitions de M9 sur *l'E.coli* (3 possibilité)

- **Le M10(gin/cur/thy)**
- **l'E. coli :**
 - le M5(cur+thy) annule l'activité inhibitrice de gingembre (antagonisme totale).
 - M 3(gin+thy) annule l'activité inhibitrice de curcuma (antagonisme total).
 - Le M1(gin+cur) annule l'activité inhibitrice de thym (antagonisme total).

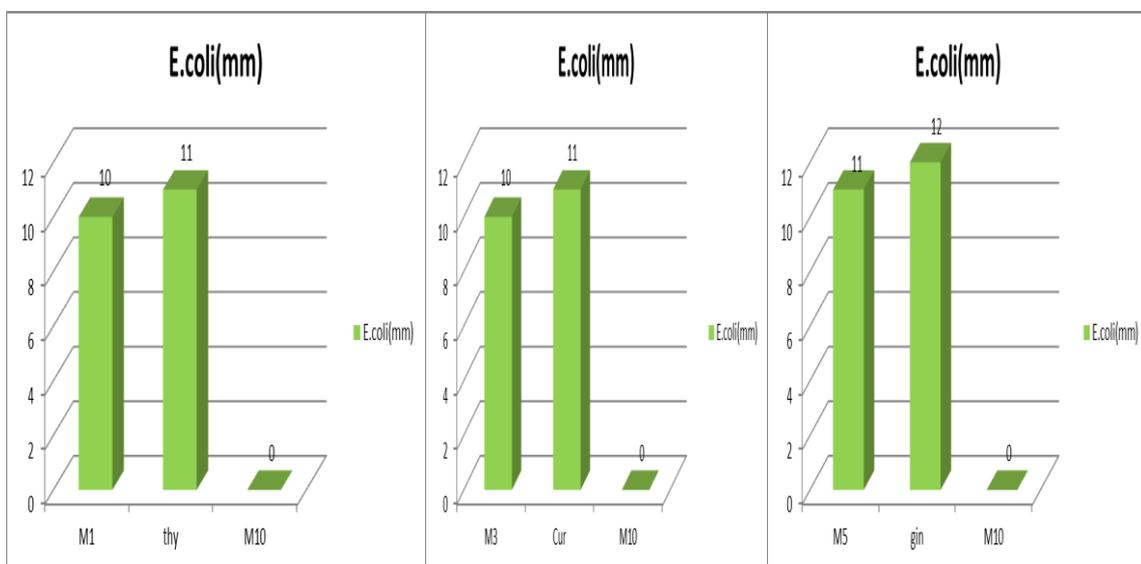


Figure IV.37 les zones d'inhibitions de M10 sur *l'E.coli* (3 possibilité)

- **le S.aureus :**
 - L'interaction thym + M1(gin+cur) annule l'activité inhibitrice de deux extrait (antagonisme total).

- Le M3(gin+thy) annule l'activité inhibitrice de curcuma ,(antagonisme total).
- Le gingembre annule l'activité inhibitrice de M5(cur+thy),(antagonisme total).

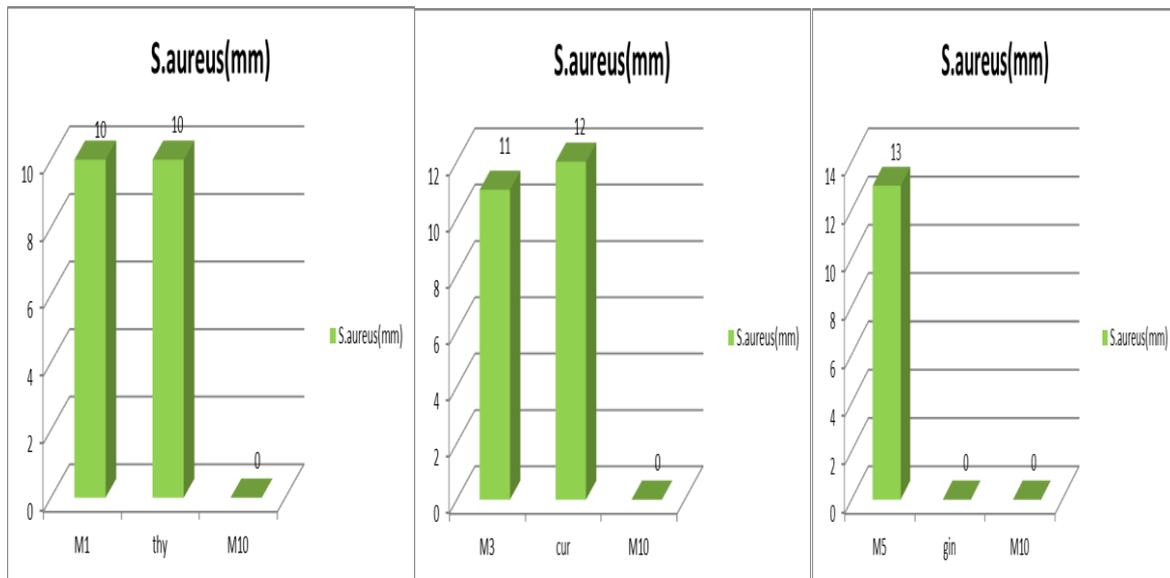


Figure IV.38 les zones d'inhibitions de M10 sur le *S.aureus* (3 possibilité)

- le M 11(gin+cur+can+thy) ne présente aucune activité inhibitrice pour l'*E.coli* et

Présenté une activité légèrement inhibitrice pour le *S.aureus*.

Pour le S.aureus : Présenté une activité légèrement inhibitrice ,Il ya plusieurs possibilités pour le M11(gin+thy+can+cur) ,phénomène de potentialisatrice .

- le thym augmente l'activité inhibitrice de M7 (gin+cur+can).
- Le curcuma augmente l'activité inhibitrice de M8(gin+can+thy).
- Le gingembre augmente l'activité inhibitrice de M9(cur+can+thy).
- Le cannelle augmente l'activité inhibitrice de M10(gin+cur+thy).

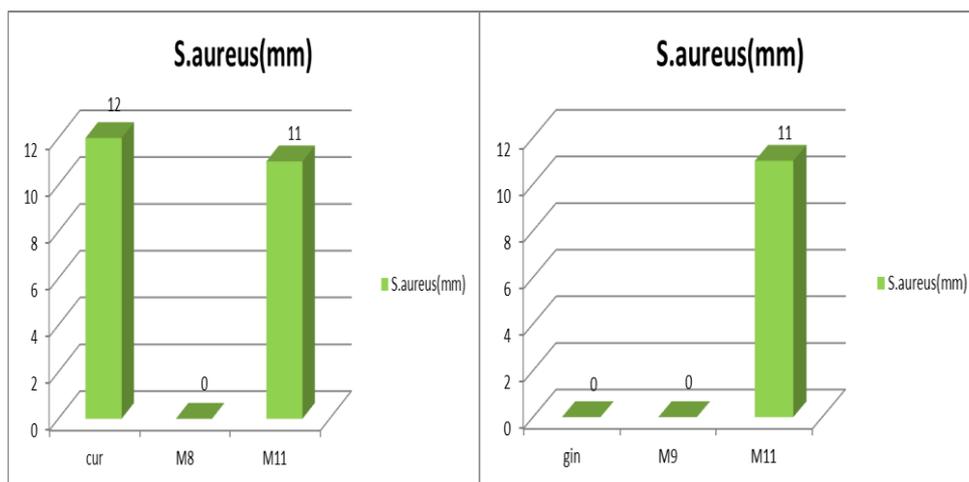


Figure IV.39 les zones d'inhibitions de M11 sur le *S.aureus* (possibilité 2 et 3)

• l'E.coli :

- le M7(gin+cur+can) annule l'activité inhibitrice de thym (antagonisme totale).
- le M8(gin+can+thy) annule l'activité inhibitrice de curcuma (antagonisme totale).
- le M10(gin+cur+thy)annule l'activité inhibitrice de cannelle (antagonisme totale).

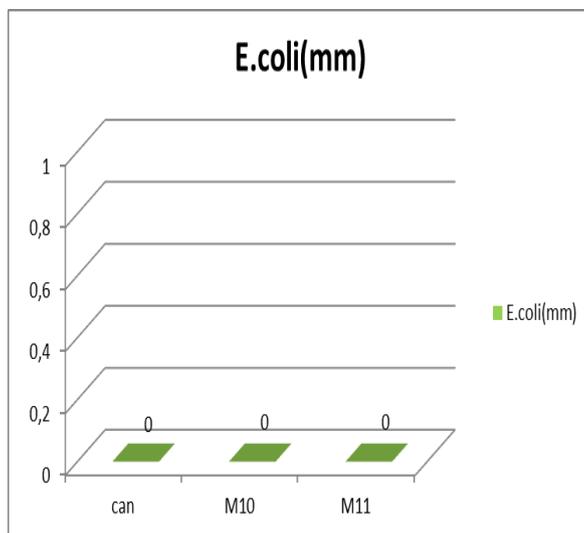


Figure IV.40 les zones d'inhibitions de M11 sur l'E.coli (possibilité n° :3)

Généralement les mélanges de trois extraits présente une activité inhibitrice faible par rapport les mélanges de deux extraits.

Pour l'E.coli la macération à froide donne une activité inhibitrice plus élevée (5 mélange) par rapport la macération à chaude (deux mélange).

Pour le *S.aureus* la macération à froide et chaude présentent même activité inhibitrice (froide 3 mélange ; chaude 3 mélange).

L'activité inhibitrice de mélange qui contient trois extrait faible par rapport l'activité inhibitrice de mélange qui contient deux extrait.

L'activité inhibitrice des extrait est faible par rapport les huile essentielle à cause de la méthode d'extraction , salvant.

Partie 3 : Evaluation des activités antioxydant :

IV.3.1.Test de DDPH

Pour estimer l'activité antioxydante d'extrait des plants (curcuma, gingembre, cannelle, thym) et les mélanges d'extraites, in vitro, l'effet scavenger du radical DPPH a été évalué spectrophotométriquement suivant la réduction de ce radical qui s'accompagne par son passage de la couleur mesurée à 517 nm.

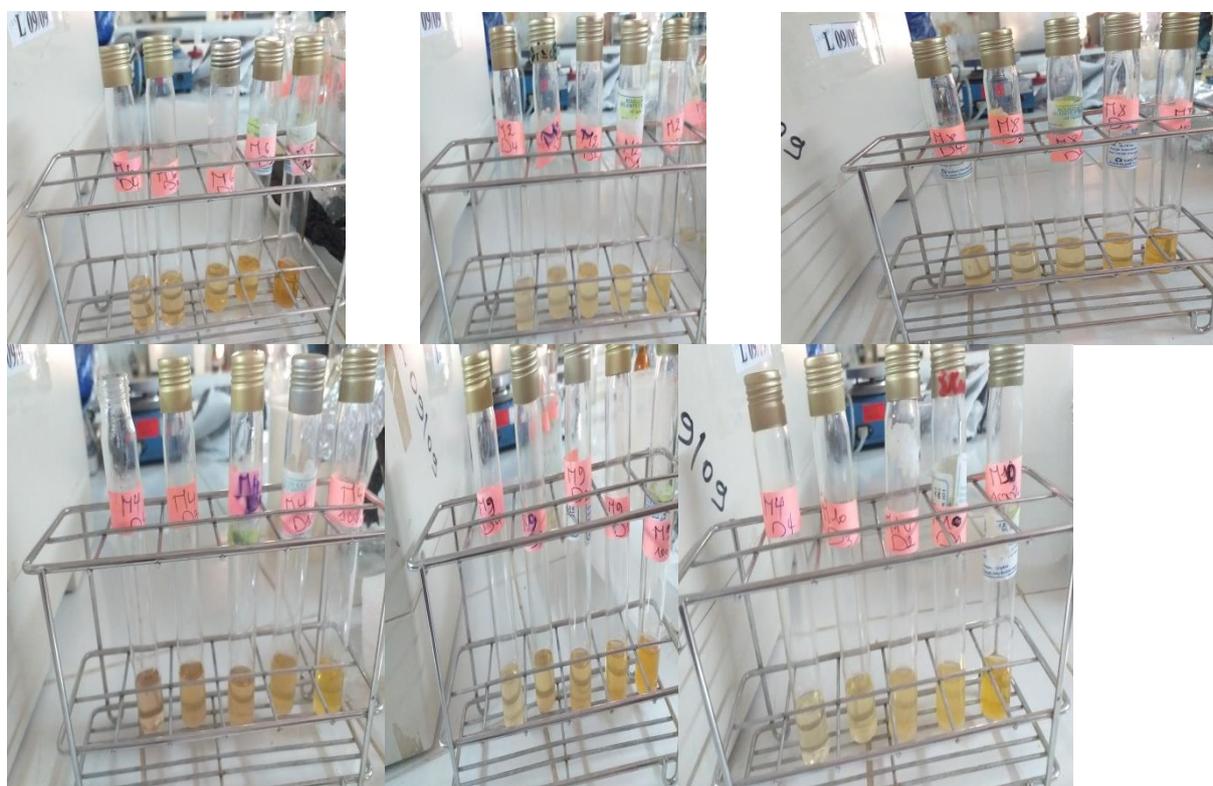


Figure IV.41 l'activité antioxydant par DDPH.

Le tableau suivant représente les valeurs d'IC50 obtenus par cette étude de l'activité antioxydant des extraits aqueux des plantes.

Tableau IV.8 les valeurs Ic 50 d'extrait des plantes.

Les extraits aqueux	Gingembre	Curcuma	Cannelle	Thym
IC (50) µg/ml	138120	158680	158680	16650

Le tableau suivant représente les valeurs d'IC50 obtenus par cette étude de l'activité antioxydant des mélanges d'extrait aqueux des plantes.

Tableau IV.9 les valeurs d'IC 50 des Mélange d'extrait des plantes.

Les mélanges d'extrait aqueux	IC (50) µg/ml
M1	1807,19
M2	59582,6
M3	1581,33
M4	61843,84
M5	12028,99
M6	30299,32
M7	5703,05
M8	53220
M9	33265,8
M10	31884,91
M11	16842,04

IV.3.2. Discussions des résultats :

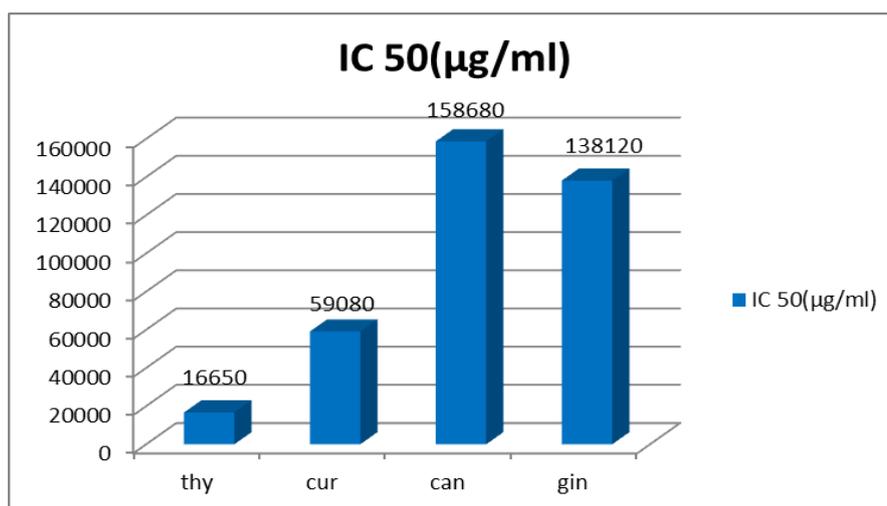


Figure IV.42 les valeurs d'Ic 50 de l'extrait aqueux des plantes.

Le thym présente un pouvoir antioxydant élevé par rapport les autres plantes ensuite le curcuma, puis le gingembre, finalement la cannelle qui représente un faible pouvoir antioxydant.

Plusieurs études ont eu pour objet la détermination du pouvoir antioxydant de certains extraits des plants (curcuma, gingembre, cannelle, thym).

On a comparé notre résultat obtenu de l'extrait aqueux de curcuma avec ceux (**Indis et Kurniawan ,2016**)[80]. Qui ont étudié le pouvoir antioxydant d'extrait aqueux de curcuma, ils ont obtenu le résultat suivant : $Ic\ 50 = 212,70\ (\mu\text{g/ml})$, notre résultats ($Ic\ 50 = 59080\ (\mu\text{g/ml})$) est très faibles par rapport à ces derniers.

D'après (**Brodowska et al ; 2016**)[81] qui ont étudié le pouvoir antioxydant de l'extrait de cannelle, ils ont obtenu le résultats suivants : $Ic\ 50 = (42,03 \pm 0,06)\ \mu\text{g/l}$, notre résultat ($Ic\ 50 = 158680\ \mu\text{g/ml}$) est très faibles par rapport à ces dernières.

Selon (**G.yakhlef**)[82] qui a étudié le pouvoir antioxydant d'extrait de thym, ils ont obtenu $Ic\ 50 = (13,97 \pm 0,584)\ (\mu\text{g/ml})$, notre résultat $Ic50 = 16650\ (\mu\text{g/ml})$, est négligeables par rapport cette étude.

Selon (**n .Aissani ; 2019**) [6] qui a étudié le pouvoir antioxydant d'extrait méthanoïque de gingembre, il a obtenu $Ic50 = 4,04\ \text{mg/ml}$, notre résultats $Ic50 = 138,12\ \text{mg/ml}$ est négligeables par rapport cette étude.

D'après la comparaison précédente on a montré que les études représente un effet scavenger très élevé par rapport notre résultat car :

-la différence de méthode d'extraction : l'étude précédente utilise la méthode d'infusion, et décoction.

-la différence des solvants (les études de cannelle et gingembre utilisent les solvants méthanoïques).

Les IC₅₀ des extraits aqueux sont faibles par rapport aux extraits éthanoïques et méthanoïques cette différence est due généralement à la solubilisation des polyphénols qui a un nombre élevé de groupements hydroxyles et donc présentent l'activité antioxydante la plus élevée, indiquant l'influence du solvant sur la mesure de propriétés antioxydants (**Tanvir et al ., 2017**)[6].

Plusieurs études ont eu pour objet la détermination du pouvoir antioxydant de certaines huiles essentielles des plantes (curcuma, gingembre, cannelle, thym).

On a comparé nos résultats obtenus d'extrait aqueux de curcuma avec huile essentielle de ceux (**N. Beghdad ,L.Beghdad 2018**)[7] , qui ont étudié l'activité antioxydant de l'huile essentielle de curcuma , ils ont obtenu le résultat suivant IC 50 =0,2175769 (µg/ml),notre résultats (Ic 50=59080µg/ml) est négligeables par rapport cette étude .

D'après (**Dj.Taibi et A.Ben Hadj Taher; 2018**)[76] qui ont étudiée le pouvoir antioxydant de l'huile essentielle de cannelle, ils ont obtenu le résultat suivant IC 50 =10,23%, notre résultats (Ic 50=39,67% est très faible par rapport cette étude.

D'après (**F.Amarti et al;2010**) [83]qui ont étudiée le pouvoir antioxydant de l'huile essentielle de thym, ils ont obtenu IC 50=745(µg/ml), notre résultat IC 50=16650(µg/ml) est très faible par rapport cette étude.

Selon (**N.Mecca et I.berki ; 2018**)[78], qui ont étudiée le pouvoir antioxydant de l'huile essentielle de gingembre, ils ont obtenu le résultat suivant Ic 50=0,04 mg/ml, notre résultat Ic 50 =138,12 mg/ml est négligeables par rapport cette étude.

Plusieurs études confirment que les groupes phénoliques présents dans les huiles essentielles jouent un rôle scavenger très important envers le radical DPPH [78].

D'après la comparaison précédent ont a montré que les huiles essentielles représente un effet scavenger très élevé et efficace par rapport les extraits aqueux et méthanoïques.

Remarque :

Pour les mélanges, lorsque le pouvoir antioxydant des extraits est proche, donnent des valeurs élevées, et lorsque le pouvoir antioxydant est loin, donnent des valeurs faibles, Sauf le mélange 7 (gin/cur/can) c'est un cas particulier.

IV.3.3. Les mélanges d'extrait:

- **Le M1 (gin+cur) :** l'interaction gingembre et curcuma diminue l'effet scavenger de Curcuma donc le gingembre est un (**antagonisme partiel**).
- **Le M3 (gin+thy) :** présente un pouvoir antioxydant élevé par rapport le gingembre et Le gingembre diminue l'effet scavenger de thym (le gingembre est Un antagonisme partiel).

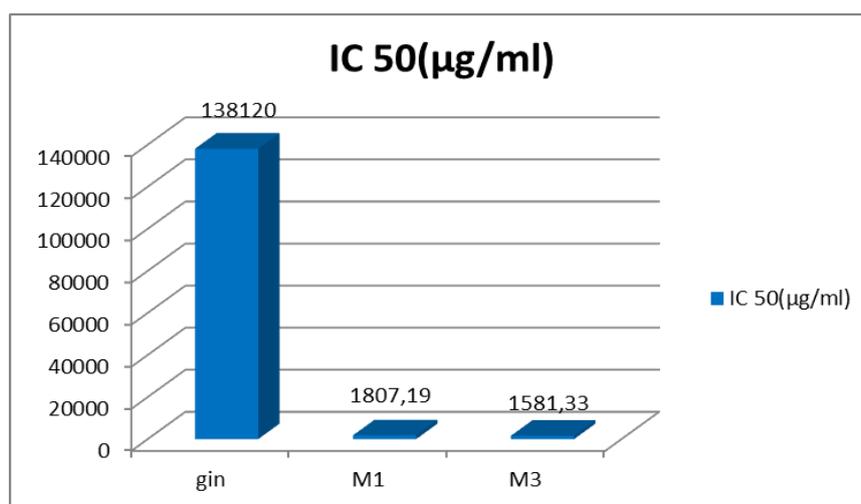


Figure IV.43 l'activité antioxydante de gingembre et les mélanges 1, 3.

- **Le M4 (cur+can) :** présente un pouvoir antioxydant faible par rapport le curcuma et M5 (thy+cur), la cannelle diminue l'effet scavenger de curcuma donc la cannelle est un **Antagonisme partiel**.

- **Le M5 (cur+thy)** : présente un pouvoir antioxydant plus élevé par rapport le Mélange 4(cur/can) et le curcuma, l'interaction curcuma et thym augmente l'effet scavenger (Phénomène de potentialisation).

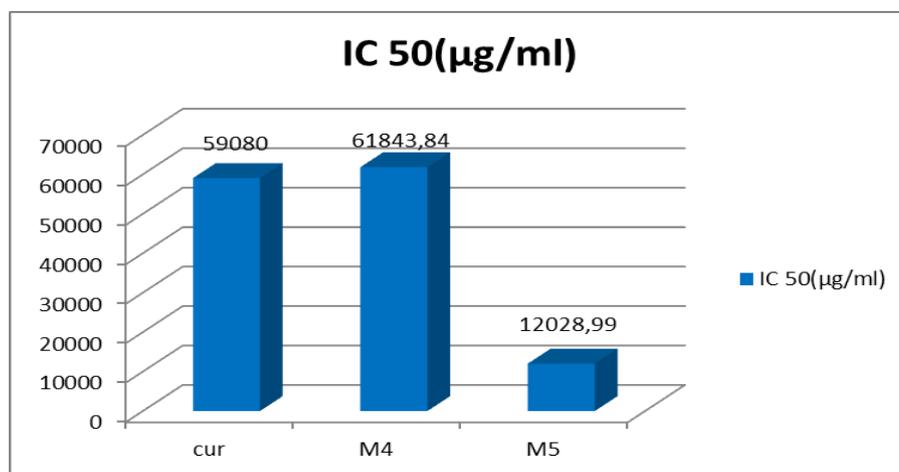


Figure IV.44 L'activité antioxydant de curcuma et les mélange 4,5

- **Le M2 (gin+can)** : l'interaction gingembre et cannelle augmente l'effet scavenger (Phénomène potentialisation).
 - **Le M6 (can+thy)** : présente une activité antioxydant élevée par rapport le M2 (gin+can) et la cannelle, la cannelle diminue l'effet scavenger de thym [cannelle est Antagonisme partiel].
- La cannelle présente un pouvoir antioxydant faible par rapport le M6 (can+thy) et M2 (gin+can).

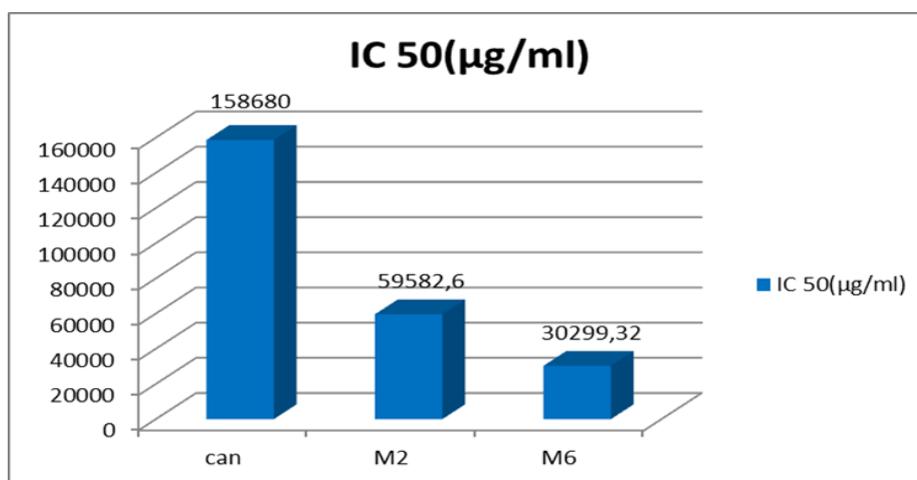


Figure IV.45 L'activité antioxydante de cannelle et les mélanges 2,6

- **Le M7 (gin+can+cur)** présente une activité antioxydant plus élevée par rapport le Gingembre et curcuma et la cannelle.
 - l'interaction curcuma et M2 (gin+can) augmente l'effet scavenger (phénomène de Potentialisation).
 - L'interaction gingembre et M4 (cur+can) augmente l'effet scavenger (phénomène de Potentialisation).
 - L'interaction cannelle et M1 (gin+cur) augmente l'effet scavenger (phénomène de Potentialisation).
 - Le cannelle présente une activité antioxydant plus faible par rapport M7 (gin+cur+can) et gingembre et le curcuma.

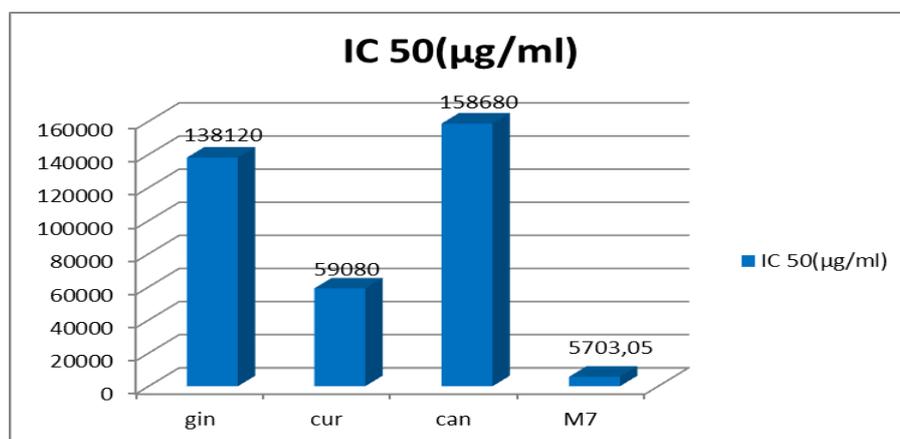


Figure IV.46 l'activité antioxydant de gingembre, curcuma, cannelle et M7.

- **Le M8 (gin+can+thy) :**
 - l'interaction de thym et M2 (gin+can) diminue l'effet scavenger de thym, donc le M2 (gin+can) est un antagonisme partiel.
 - le gingembre diminue l'effet scavenger de M6 (can+thy) donc gingembre est un Antagonisme partiel.
 - la cannelle diminue l'effet scavenger de M3 (gin+thy) donc la cannelle est un Antagonisme partiel.
- **Le M9 (cur+can+thy) :**
 - Le curcuma diminue l'effet scavenger de M6 (can+thy) donc le curcuma est un Antagonisme partiel.

- Le M4 (cur+can) diminue l'effet scavenger de thym donc M4 (cur+can) est un Antagonisme partiel.
- La cannelle diminue l'effet scavenger de M5 (cur+thy) donc la cannelle est un Antagonisme partiel.
- **Le M10 (gin+cur+thy) :**
 - Le M1 (gin+cur) diminue l'effet scavenger de thym donc le M1 (gin+cur) est un Antagonisme partiel.
 - Le gingembre diminue l'effet scavenger de M5 (cur+thy), donc le gingembre est un Antagonisme partiel
 - L'interaction curcuma et M3 (gin+thy) augmente l'effet scavenger [phénomène de Potentialisation].
- Le thym présente une activité plus élevée par rapport le M8 (gin/can/thy), M9 (Cur/can/thy), M10 (gin/cur/thy).qui présentent un pouvoir antioxydant très faible.

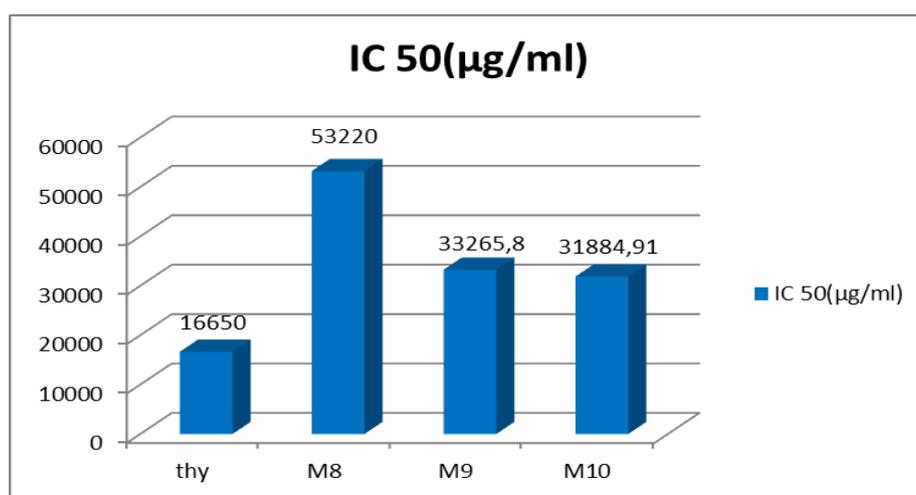


Figure IV.47 les activités antioxydantes de thym et les mélanges 8, 9,10.

Le thym présente une activité antioxydant très proche de M11 (gin+cur+can+thy).

- Le M11 (cur+gin+can+thy) : présente une activité antioxydant élevé par rapport le Gingembre, cannelle et curcuma.
- L'interaction gingembre, curcuma, cannelle et thym donne un effet scavenger proche L'effet scavenger de thym.

- Le thym diminue l'activité antioxydant de M7 (gin+cur+can) donc le thym est un Antagonisme partiel.
- L'interaction curcuma et M8 (gin+can+thy) augmente l'effet scavenger phénomène de Potentialisation.
- L'interaction gingembre et M9 (cur+can+thy) augmente l'effet scavenger phénomène De potentialisation].
- L'interaction cannelle et M10 (gin+cur+thy) augmente l'effet scavenger [phénomène De potentialisation].
- Le M7 (gin+cur+can) présente un effet très élevé par rapport l'extrait des plantes et L'extrait des mélanges,

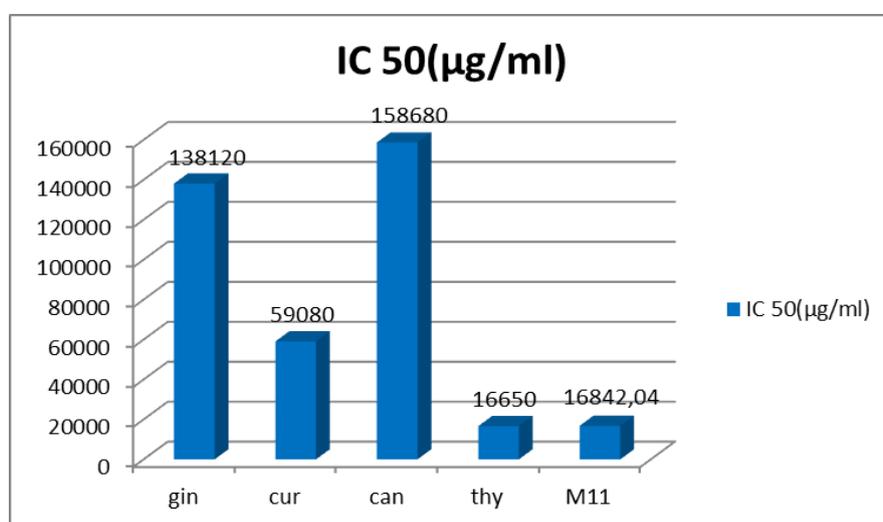


Figure IV.48 les activités antioxydants de gingembre, curcuma, cannelle, M11.

- Le mélange qui donne un effet scavenger très faible : M4 (cur+can) par rapport L'extrait des mélanges.
- les mélange d'extrait M3, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M11, présentent un effet scavenger très élevé par rapport les extraits des plantes sauf l'extrait de thym.
- les mélange d'extrait M1, M2, M4 présentent un effet scavenger élevé par rapport L'extrait de cannelle et de gingembre.
- les mélanges de trois extraits donnent un effet scavenger élevé par rapport les Mélanges de deux extraits, sauf le M8 et M5.
- le M7 (gin+cur+can) présente un effet très élevé par rapport l'extrait des plantes et L'extrait des mélanges.

En comparant notre étude avec les autres études, on a confirmé que la méthode de macération donne une activité antioxydant très faible par rapport les autres méthodes d'extraction de l'huile essentielle, l'infusion et décoction et la méthode de micro-onde.

Le pouvoir réducteur de l'extrait obtenu par micro-onde est légèrement plus élevé en comparaison avec celui de l'extrait obtenu par macération. Donc les antioxydants extraits par la méthode de micro-onde exercent une activité antioxydant légèrement plus élevée que celle de l'extrait obtenu par macération (**k.brahimi ;s.Guedjali 2012**)[67].

Les capacités de piégeage du radical sont classées dans l'ordre :

M7 > M5> thym > M11> M6> M10> M9> M3> M8> Curcuma > M2> M1> M4> Gingembre > cannelle .

A partir de ce résultat, on a vu que les extraits aqueux obtenus par la macération contiennent un pouvoir antioxydant très faible.

Quand la concentration des polyphénols augmente dans le milieu réactionnel, le pourcentage d'inhibition augmente proportionnellement jusqu'à arriver à un plateau, qui correspond à l'inhibition presque totale du DPPH' présent dans le milieu réactionnel. L'effet scavenger des extraits vis-à-vis du radical DPPH' est exprimé par la concentration inhibitrice à 50% (IC50) qui correspond à la concentration des polyphénols nécessaire pour inhiber ou réduire IC50 50% de la concentration initiale du DPPH'. Une IC50 faible représente l'activité anti-radicalaire la plus élevée (**Labbanl ,2014**) [76].

L'effet scavenger Ic 50 de notre extrait est très élevé, ça veut dire que la concentration des polyphénols est faible, donc la méthode de macération donne un pouvoir antioxydant très faible.

Conclusion :

D'après nos résultats, en conclure que l'impact de l'activité antibactérienne et l'activité antioxydant de l'extrait aqueux par la méthode de macération, est très faible par rapport les autres méthodes d'extraction.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

Les plantes médicinales sont connues pour leurs larges propriétés thérapeutiques, ou les gens essaient d'en bénéficier de diverses manières, y compris la méthode de macération.

D'abord le rendement le plus élevée a été enregistré avec l'extrait de thym presque (24% macération froide ; 10% Macération à chaude) pour une masse de matière végétale égal à 50g).

L'évaluation de l'activité antibactérienne vis-à-vis les deux bactérie (S.aureus ;E.coli) a montré que :

Pour le S.aureus , la macération à chaud a donné une activité inhibitrice élevée (9 mélanges), par rapport à la macération à froid (8 mélanges). L'extrait qui a enregistrée le meilleur diamètre est la cannelle d=17mm dans la macération à froid.

Ensuite pour l'E.coli , la macération à froid a donné une activité inhibitrice élevée (7 mélanges) par rapport la macération à chaud (6 mélanges). La meilleur zone inhibitrice a été enregistré pour (gin = 12 mm, M11=12 mm) dans le cas de macération chaude et froide respectivement.

D'autre part les mélanges des trois extraits M8, M9, M10 n'ont enregistrés aucune activité inhibitrice d=0mm dans les deux méthodes d'extractions.

On a trouvé aussi qu'ils y a des extraits qui donnent une activité inhibitrice dans la macération à froid et ne donnent pas une activité inhibitrice de la macération à chaud et le contraire (comme le cas l'E.coli de gingembre dans la macération à chaud leur diamètre 12 mm, et a la macération à froid 0 mm), dans d'autre cas on a trouvé le même résultat dans les deux méthodes comme pour l'E.coli le cas de thym et M3.....) Et pour le S.aureus M3, M9.M10.....).

Généralement on a trouvé les résultats différents pendant les deux méthodes.

Ce qui nous a fait dire qu'on ne pouvait pas être plus efficace, qu'il s'agissait d'une méthode froide ou chaude, nous avons donc pensé qu'il était préférable de mettre thym et cannelle de façon plutôt froide et curcuma, gingembre de façon plutôt chaude.

D'autre part les résultats d'activité antioxydante de macération à froide ont montré que l'extrait aqueux est un faible inhibiteur des radicale DDPH, on a enregistré la meilleur IC

Conclusion générale

50 dans le mélange 7 qui est égale à 5,7030564 mg/ml et le résultat le plus faible est celui de la cannelle avec Ic50 égale à 158,68 mg/ml.

Généralement les mélange de trois extrait ((M7, M9, M10)) ont donnés un meilleurs résultat par rapport au mélange des deux extraits ((M1, M2, M4), aussi le thym a au enregistré une IC 50 élevée par rapport autres plantes qui est égale à 16,65 mg/ml.

Etant donné la situation sanitaire de notre pays à la suite de crise de corona, il nous a été difficile d'utiliser l'activité antioxydant de macération à chaude.

Afin de déterminer si ces composants sont présents dans ces extraits et d'achever la comparaison entre les deux méthodes froide et chaude.

Dans d'autre coté on a fait la comparaison avec d'autre études et on à montrer que la méthode de macération donne des résultats faibles selon l'activité antioxydant et l'activité antibactérienne par rapport aux autres méthodes comme l'extraction des huiles essentielles, décoction et l'infusion et l'extraction par solvant organique.

Répondant aux questions que nous avons posées au début de l'étude, nous avons découvert que certains "tisane" utilisant une seule plante avaient une efficacité différente dans la lutte contre les maladies bactériennes .par contre si en mélange ces plantes les unes avec les autres on n'obtenait pas toujours un effet multiplicateur en fait, au contraire, on pouvait les rendre complètement inefficaces comme M8, M9, M10. La méthode de macération ne garantit pas que tous les composants actifs soient extraits à l'intérieur de la plante, parce que nous avons trouvé activité antioxydant faible, ce qui indique une rareté des composés phénolique dans cette méthode.

Enfin, on déduit que les extrait aqueux de ces quatre plantes (curcuma, gingembre, cannelle, thym) ont des résultats différents en activité antibactérienne et peu en activité antioxydant, et qu'il existe des études qui démontrent que ces sous- extraction aquatiques de ces quatre plantes sont efficaces dans l'activité antivirale.

Annexes

Annexes



Annexe 1 : macération à chaude

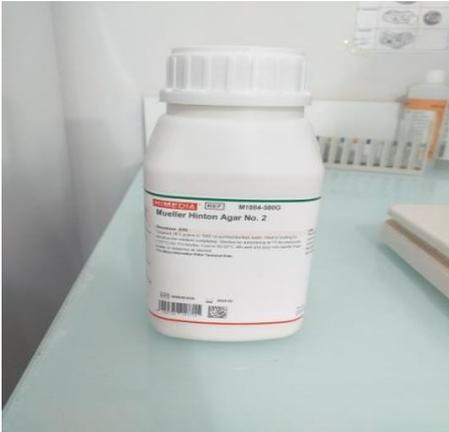


Annexe 2 : la macération à froide.



Annexe 3 : préparation des échantillons.

Annexes



Annexe 4 : préparation de milieu de culture ” *Muller Hinton Agar No.2* ”.



Annexe 5 : préparation des disques.



Annexe 6 : préparation des DDPH.

Les références

Les références

Les références

1. Gurib-Fakim, A., Medicinal plants: traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular aspects of Medicine*, 2006. 27(1): p. 1-93.
2. Akerele, O., et al., Place des plantes médicinales dans la thérapeutique/Norman R. Farnsworth...[et al.], in *Place des plantes médicinales dans la thérapeutique/Norman R. Farnsworth...[et al.]*. 1986.
3. Elqaj, M., A. Ahami, and D. Belghyti, La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. *Journée scientifique" ressources naturelles et antibiotiques"*. Maroc, 2007.
4. Morel, J.-M., *Traité pratique de phytothérapie: remèdes d'hier pour médecine de demain*. 2008: Grancher.
5. El Rhaffari, L. and A. Zaid, *Pratique de la phytothérapie dans le sud-est du Maroc (Tafilalet): Un savoir empirique pour une pharmacopée rénovée*. 2002.
6. Nesrine, A., *Etude de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits méthanoliques de Curcuma longa L. et Zingiber officinale (Rosco.) commercialisés dans la région de M'sila*. 2019, Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila.
7. Beghdad, N. and L. Beghdad, *Extraction de la curcumine du Curcuma, étude de ses propriétés par DFT et évaluation de ses activités antibactérienne, antioxydante et anti inflammatoire. Mémoire de Master, Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana,(Alger, Algérie)*, 2018. 80.
8. Sellal, A.H., *Activités antioxydante et anti-inflammatoire des extraits aqueux et éthanolique du gingembre* Sous. 2018.
9. Kaabour, F., *Activités antioxydantes et antibactériennes des extraits aqueux du thé de l'origan et du gingembre: étude in vitro*. 2018.
10. Gigon, F., *Le gingembre, une épice contre la nausée*. *Phytothérapie*, 2012. 10(2): p. 87-91.
11. Wichtl, M. and R. Anton, *Plantes thérapeutiques*. Tec. & Doc., Paris, 1999: p. 291-293.
12. Grzanna, R., L. Lindmark, and C.G. Frondoza, *Ginger—an herbal medicinal product with broad anti-inflammatory actions*. *Journal of medicinal food*, 2005. 8(2): p. 125-132.

Les références

13. Efthimiou, P. and M. Kukar, Complementary and alternative medicine use in rheumatoid arthritis: proposed mechanism of action and efficacy of commonly used modalities. *Rheumatology international*, 2010. 30(5): p. 571-586.
14. Senhaji, O., M. Faid, and I. Kalalou, Étude du pouvoir antifongique de l'huile essentielle de cannelle. *Phytothérapie*, 2006. 4(1): p. 24-30.
15. Benaraba, R., Insulinorésistance et stress oxydant dans le syndrome métabolique: étude expérimentale des effets protecteurs de microconstituants nutritionnels (Polyphénols du thé, de la cannelle et chrome III). 2007, Université Joseph-Fourier-Grenoble I.
16. Wilson, M., *Huiles essentielles: pour la cuisine et le bien-être*. 2010: Fides.
17. Barbier, C., *L'huile essentielle de cannelle de Ceylan (Cinnamomum zeylanicum)*. 2014, Éditeur inconnu.
18. Vangalapati, M., et al., A review on pharmacological activities and clinical effects of cinnamon species. *Research Journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences*, 2012. 3(1): p. 653-663.
19. Amini, C. and S. Hamdidouche, Extraction et étude des activités antioxydantes et antibactériennes des polyphénols de la canelle de chine. 2016, UMMTO.
20. Lee, J.-S., et al., Lipid-lowering and antioxidative activities of 3, 4-di (OH)-cinnamate and 3, 4-di (OH)-hydrocinnamate in cholesterol-fed rats. *Clinica chimica acta*, 2001. 314(1-2): p. 221-229.
21. Meryem, B., *Essais bio-guidés du percolât de Cinnamomum zeylanicum*. 2017.
22. Wichtl, M. and R. Anton, *Plantes thérapeutiques: tradition, pratique officinale, science et thérapeutique*. 2e éd, Édition Tec & Doc. Lavoisier, Paris, 2003.
23. S Panickar, K., Beneficial effects of herbs, spices and medicinal plants on the metabolic syndrome, brain and cognitive function. *Central Nervous System Agents in Medicinal Chemistry (Formerly Current Medicinal Chemistry-Central Nervous System Agents)*, 2013. 13(1): p. 13-29.
24. Polese, J.-M., *La culture des plantes aromatiques*. 2006: Editions Artemis.

Les références

25. Morales, R., The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*, in *Thyme*. 2002, CRC Press. p. 15-57.
26. LATRECHE, B., A.A. KACI, and A. BAYA, Etude de l'activité antioxydante des extraits des feuilles de *Thymus vulgaris*. 2021, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA.
27. Iserin, P. and P. Vican, *Encyclopédie des plantes médicinales: [identification, préparations, soins]*. 1997: Larousse.
28. Goetz, P. and K. Ghedira, *Phytothérapie anti-infectieuse*. 2012: Springer Science & Business Media.
29. Prasanth Reddy, V., et al., Review on *Thymus vulgaris* traditional uses and pharmacological properties. *Med Aromat Plants*, 2014. 3(164): p. 2167-0412.1000164.
30. Amiot, J., *Thymus vulgaris*, un cas de polymorphisme chimique pour comprendre l'écologie évolutive des composés secondaires. 2005, Montpellier, ENSA.
31. Daira, N., M.C. Maazi, and A. Chefrou, Contribution à l'étude phytochimique d'une plante médicinale (*Ammoides verticillata* Desf. Briq.) de l'Est Algérien. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 2016. 85(1): p. 276-290.
32. Bouhdid, S., et al., *Thymus* essential oils: chemical composition and in vitro antioxidant and antibacterial activities. *Congrès international de biochimie*, 2006. 324: p. 327.
33. Dauqan, E.M. and A. Abdullah, Medicinal and functional values of thyme (*Thymus vulgaris* L.) herb. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 2017. 5(02): p. 017-022.
34. ADWAN, G.M., et al., Antibacterial effects of nutraceutical plants growing in Palestine on *Pseudomonas aeruginosa*. *Turkish Journal of Biology*, 2007. 30(4): p. 239-242.
35. اثر ضددردی و ضدالتهابی عصاره الکلی بخش‌های هوایی گیاه آویشن دنايي, et al., اصفهان, ز. (*Thymus daenensis* Celak) 6)30. 2015. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران, p. 977-984.
36. Timothy Johnson, C., *Ethnobotany desk reference* CRC Press LLC. Boca Raton, 1998. 81.
37. D MCA, E.M.A.S. and U. Mostaganem, Effet des extraits de *Thymus vulgaris* chez *Escherichia coli* Responsable des infections uro-génitales.

Les références

38. TOUHAMI, A., Etude chimique et microbiologique des composants des huiles essentielles de différents genres *Thymus* récoltées dans les régions de l'Est Algérien pendant les deux périodes de développement. Université de Badji Mokhtar Annaba, 2017.
39. Guignard, J.-L., Biochimie végétale: Jean-Louis Guignard. 1996: Masson.
40. Richter, G., Les composés phénoliques métabolisme des végétaux (physiologie et biochimie). Editions Dunod, 1993: p. 331-9.
41. Ba, K., et al., Étude comparative des composés phénoliques, du pouvoir antioxydant de différentes variétés de sorgho sénégalais et des enzymes amylolytiques de leur malt. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement, 2010. 14(1): p. 131-139.
42. Balasundram, N., K. Sundram, and S. Samman, Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. Food chemistry, 2006. 99(1): p. 191-203.
43. Aïboud, L. and W. Amara, Évaluation de quelques activités biologiques d'extraits de cladodes d'*Opuntia ficus indica* jeunes et matures issus de deux régions. 2019, Université Mouloud Mammeri.
44. McNulty, J., et al., Isolation of flavonoids from the heartwood and resin of *Prunus avium* and some preliminary biological investigations. Phytochemistry, 2009. 70(17-18): p. 2040-2046.
45. Iserin, P., et al., Larousse des plantes médicinales: identification. préparation, soins. 2ième édition Larousse, VUEF, pp13-16, 2001: p. 291-296.
46. Mellou, F., et al., Biocatalytic preparation of acylated derivatives of flavonoid glycosides enhances their antioxidant and antimicrobial activity. Journal of Biotechnology, 2005. 116(3): p. 295-304.
47. Erlund, I., Review of the flavonoids quercetin, hesperetin, and naringenin. Dietary sources, bioactivities, bioavailability, and epidemiology. Nutrition research, 2004. 24(10): p. 851-874.
48. Castañeda-Ovando, A., et al., Chemical studies of anthocyanins: A review. Food chemistry, 2009. 113(4): p. 859-871.

Les références

49. Markham, K.R., Techniques of flavonoid identification. 1982: Academic press.
50. Tiwari, A.K., Imbalance in antioxidant defence and human diseases: Multiple approach of natural antioxidants therapy. *Current science*, 2001: p. 1179-1187.
51. Aherne, S.A. and N.M. O'Brien, Dietary flavonols: chemistry, food content, and metabolism. *Nutrition*, 2002. 18(1): p. 75-81.
52. Merzlyak, M.N., et al., Apple flavonols during fruit adaptation to solar radiation: spectral features and technique for non-destructive assessment. *Journal of plant physiology*, 2005. 162(2): p. 151-160.
53. Kim, J.-D., et al., Chemical structure of flavonols in relation to modulation of angiogenesis and immune-endothelial cell adhesion. *The Journal of nutritional biochemistry*, 2006. 17(3): p. 165-176.
54. Chira, K., et al., Les polyphénols du raisin. *Phytothérapie*, 2008. 6(2): p. 75-82.
55. Martens, S. and A. Mithöfer, Flavones and flavone synthases. *Phytochemistry*, 2005. 66(20): p. 2399-2407.
56. Zhang, W. and S. Furusaki, Production of anthocyanins by plant cell cultures. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 1999. 4(4): p. 231-252.
57. Malien-Aubert, C. and M. Amiot-Carlin, Pigments phenoliques; Structures, stabilité, marche des colorants naturels et effets sur la santé. *Les polyphénols en agroalimentaire*, 2006: p. 295-339.
58. Frutos, P., et al., Tannins and ruminant nutrition, Review. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2004. 2(2): p. 191-202.
59. Adamczyk, B., et al., Tannic acid and Norway spruce condensed tannins can precipitate various organic nitrogen compounds. *Soil Biology and Biochemistry*, 2011. 43(3): p. 628-637.
60. Lampart-Szczapa, E., et al., Antioxidant properties of lupin seed products. *Food chemistry*, 2003. 83(2): p. 279-285.

Les références

61. Makkar, H., Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small ruminant research*, 2003. 49(3): p. 241-256.
62. Min, B., et al., The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. *Animal feed science and technology*, 2003. 106(1-4): p. 3-19.
63. Ghedira, K., Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*, 2005. 3(4): p. 162-169.
64. Verykokidou-Vitsaropoulou, E. and C. Vajias, Methylated flavones from *Teucrium polium*. *Planta medica*, 1986. 52(05): p. 401-402.
65. Aberoumand, A. and S. Deokule, Comparison of phenolic compounds of some edible plants of Iran and India. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2008. 7(4): p. 582-585.
66. Nakayama, T., Suppression of hydroperoxide-induced cytotoxicity by polyphenols. *Cancer Research*, 1994. 54(7 Supplement): p. 1991s-1993s.
67. Guedjali, S., N.E. Guendouze-Boucheffa, and K. Brahmi, Étude comparative de la composition phénolique et de l'activité antioxydante de deux extraits de sommités fleuries de *Erica multiflora* L. 2012.
68. Moussaoui, B.E. and R. Ait Arab, Etude comparative de l'activité antioxydante de quelques plantes médicinales de Bejaia. 2012.
69. Hocine, G. and A. Amel, Les interactions médicamenteuses d'ordre pharmacodynamique. *Batna Journal of Medical Sciences*, 2014. 1(2): p. 96-99.
70. Afnor, Huiles essentielles, Échantillonnage et méthodes d'analyse (tome 1)–Monographies relatives aux huiles essentielles (tome 2. volumes 1 et 2). 2000.
71. Nesrine, B., Extraction de la curcumine du Curcuma, étude de ses propriétés par DFT et évaluation de ses activités antibactérienne, antioxydante et anti inflammatoire. 2018.
72. Bozin, B., et al., Phenolics as antioxidants in garlic (*Allium sativum* L., Alliaceae). *Food chemistry*, 2008. 111(4): p. 925-929.

Les références

- [73]. Masuda, T., et al., Evaluation of the antioxidant activity of environmental plants: activity of the leaf extracts from seashore plants. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 1999. 47(4): p. 1749-1754.
- [74] HESSAS, T. and S. SIMOUD, Contribution à l'étude de la composition chimique et à l'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Thymus* sp. 2018.
- [75] bouaicha, N. and H. timechbache, *évaluation de l'activité antibactérienne du Curcuma longa commercialisé dans la wilaya de biskra*, 2020.
- [76] Taibi, Dj. and A. ben hadj tahar, Etude des caractérisation physico-chimique et microbiologiques de cannelle. Cannelle et effet hypoglycémique. 2018
- [77] Sid ali, L. and Dj. aouameur, caractérisation et effets microbienne d'huile essentielle de la plante médicinale, 2012, université djilali bounaama.
- [78] Mekki, N. and I. berki, préparation pharmaceutique d'un crème (activité inflammatoire et cicatrisante) à base de zingibre officinale, ,2018, université djilali bounaama.
- [79] Pundir, R.K. and P. Jain, Comparative studies on the antimicrobial activity of black pepper (*Piper nigrum*) and turmeric (*Curcuma longa*) extracts. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, 2010. 1(2): p. 492-500.
- [80] Lamia BENAÏSSA, A.T., Evaluation de l'activité antioxydant des extraits aqueux de *Curcuma longa* L. commercialisé dans la wilaya de Biskra.
- [81] Brodowska, K.M., et al., Antioxidant profile of essential oils and extracts of cinnamon bark (*Cinnamomum cassia*). *European Journal of Biological Research*, 2016. 6(4): p. 310-316.
- [82] Yakhlef, G., Etude de l'activité biologique des extraits de feuilles de *Thymus vulgaris* L. et *Laurus nobilis* L. 2010, Université de Batna 2.
- [83] Amarti, F., et al., *Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de Thymus algeriensis Boiss. & Reut. et Thymus ciliatus (Desf.) Benth. du Maroc*. BASE, 2010.

Site web:

i: <https://ar.aclevante.com/los-efectos-de-la-temperatura-en-el-ph-del-agua>