/REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES



Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En Chimie

Spécialité : Chimie Macromoléculaire

Par :

BENALLEL Khouloud

AMEUR Nour El Houda

Thème:

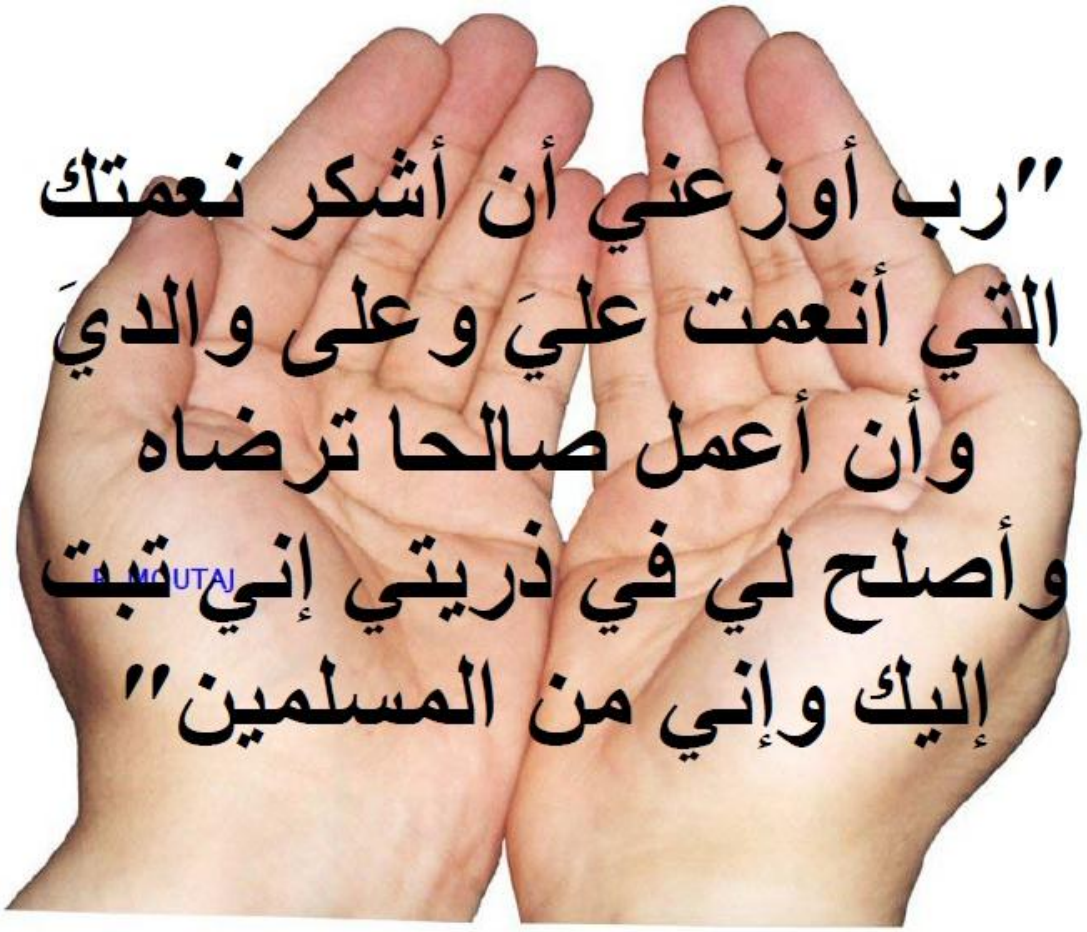
ANALYSE CHIMIQUE DE QUELQUES EXTRAITS DE PLANTES

Soutenue publiquement le : 22/ 06 /2022 devant le jury composé de :

M^{me} MAACHOU H	MCA	Univ de Médéa	Présidente
M^{me} BOUCHERIT N	MCA	Univ de Médéa	Examinatrice
M^{me} AOUAT T	MCB	Univ de Médéa	Coencadreur
M^{me} MIMI N	MCB	Univ de Médéa	Encadreur

Année universitaire: 2021/2022


بسم الله الرحمن الرحيم


"رب أوزعني أن أشكر نعمتك
التي أنعمت عليَ وعلى والديَ
وأن أعمل صالحا ترضاه
وأصلح لي في ذريتي إني تبت
إليك وإني من المسلمين"

M. MOUTAJ

ملخص

نباتات القراص والزنجبيل وإيفيدرا ألاتا وأجوجا إيفا وغرافيولا هي نباتات طبية تستخدم منذ العصور القديمة في الطب التقليدي. لديها تأثيرات علاجية متعددة ومجموعة متنوعة من الأنشطة البيولوجية ؛ على هذا الأساس نحن مهتمون بتقييم نشاطها المضاد للأكسدة .تم الحصول على المستخلصات العضوية عن طريق النقع باستخدام الإيثانول ، وبطريقة أخرى باستخدام الماء. ركز عملنا على دراسة المستخلصات النباتية من خلال تقييم محتوى المركبات الفينولية والنشاط المضاد للأكسدة.، تم تحديد المحتوى الكلي للمركبات الفينولية باستخدام كاشف Folin-Ciocalteu مع حمض الغال تستخدم كمعايير للفينول بينما تم تحديد كمية مركبات الفلافونويد عن طريق التحديد المباشر بواسطة ثلاثي كلوريد الألومنيوم مع رتين و كرستين اللذان يستخدمان كمعيار للفلافونويد. تم استكمال هده الدراسة بتحليل IR للمستخلصات المختلفة التي تم الحصول عليها من عمليتي الاستخلاص.

Résumé

Ortie, Gingembre, Ephédra Alata, Ajuga Iva et Graviola sont des plantes médicinales utilisées depuis l'antiquité en médecine traditionnelle. Elles possèdent de multiples effets thérapeutiques et une variété d'activités biologiques. Sur cette base nous nous sommes intéressés à l'évaluation de leurs propriétés antioxydantes.

Les extraits ont été obtenus par maceration à l'éthanol, et par décoction. Notre travail a porté sur l'étude des extraits des plantes en évaluant la teneur en polyphénols totaux et flavonoides. En effet la teneur totale en composés phénoliques a été déterminée en utilisant le réactif Folin-Ciocalteu à l'aide de l'acide gallique utilisé comme phénol standards tandis que les flavonoïdes ont été quantifiés par le dosage direct par le chlorure d'aluminium dont la rutine et la quercetine sont utilisées comme standard. L'étude est completée par une analyse IR des différents extraits obtenus par les deux procédés d'extraction.

Abstrat

Nettle, Ginger, Ephedra Alata, Ajuga Iva and Graviola are medicinal plants used since antiquity in traditional medicine. They have multiple therapeutic effects and a variety of biological activities. On this basis we were interested in the evaluation of their antioxidant activity. The extracts were obtained by maceration, using ethanol, and by decoction. Our work focused on the study of plant extracts by evaluating the content of total polyphenols and flavonoids. Indeed, the total phenolic content was determined using the Folin-Ciocalteu reagent with gallic acid used as standard phenol while flavonoids were quantified by direct determination with aluminum tri-chloride which rutin and quercetin are used as standard. The study is completed by an IR analysis of the different extracts obtained by the two extraction processes.

Remerciements

Ce travail de mémoire a été réalisé au laboratoire de chimie de l'université YAHIA Farés de MEDEA,

Tous d'abord nous remercions énormément Dieu tout puissant et Miséricordieux, qui nous a tout donné pour vivre sur terre et chercher à apprendre pour accomplir la mission pour laquelle il nous a crée.

En premier lieu nous tenons à adresser nos plus vifs remerciements à notre encadreur M^{me} MIMI et notre co-encadreur Mme AOUAT, maitres de conférence à la faculté des Sciences de l'université YAHIA Farés de MEDEA, pour avoir encadré et dirigé ce travail de recherche et d'avoir porté une attention constante à notre travail.

Nos vifs remerciements vont à mesdames les membres du jury M^{me}MAACHOU et M^{me} BOUCHERIT d'avoir accepté de consacrer de leur temps pour juger ce travail, de l'intérêt qu'elles ont bien voulu prodiguer à nos activités de recherche, en acceptant d'être examinatrices en participant au Jury de soutenance de ce mémoire.

Nos remerciements s'adressent aussi à tous les ingénieurs de laboratoires de chimie et de biologie de l'université de Médéa pour leur aide et leur patience avec les étudiants.

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail de recherche.

Dédicaces

Je dédie Ce mémoire A:

- *mes trés chers parents ; ce travail est le fruit de vos efforts ,vous avez été pour moi au long de mes études le plus grand symbole d'amour*
- *mes trés chers soeur: kenza _amel_aya*

Je vous souhaite une bonne santé , de réussite dans votre vie

- *mon frère ahmed que dieu le protège et lui offre la chance et le bonheur*
- *mon trés cher ami Hamza merci pour ta présence ton soutien qui m'ont permis d'avancer , tes conseils et tes encouragements m'ont été considérablement précieux*
- *mes chers copines : Hind et Marwa je vous aimes*
- *tous les membres de la famille , merci pour votre présence ,vous retrouvez ici l'éxpréssion de mes sentiments les plus sincères*
- *mes chers amies , au souvenir de ces années pendant lesquelles nous avons partagé joies et difficultés , je vous souhaite pleine de bonheur , de santé et de réussite*
- *tous les personnes malades et qui souffrent , que dieu nous aide à apaiser vos souffrances , que dieu vous garde et vous accorde des jours meilleurs*
- *Sans oublier mon binome* ***khouloud*** *pour son soutien moral , sa patience et sa compréhension tout au long de ce projet*

Nour El houda

Dédicaces

A l'aide d'Allah, le tout puissant, j'ai pu réaliser ceTravail que je dédie :

- *À ma sœur Fatima Zohra, que j'ai souhaité parmi nous en ce jour dont la présence me manque, mais je suis persuadé qu'elle est très heureuse dans sa tombe de ce qu'elle a accompli.*
- *A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, monsoutien moral et source de joie et de bonheur, celuiqui s'est toujours sacrifié pour me voir réussirToi mon père.*
- *A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, laflamme de mon coeur, ma vie et mon bonheurMaman que j'adore*
- *A mes soeurs : Aicha ; Hizia ; Nadia et Dilia*
- *A Mon frére : Salah Eddine*
- *A ma chère et belle fille waad, je t'aime, ma petite princesse.*
- *A monplus grand soutien dans la vie. Les mots de remerciement ne te satisfont pas, A Mon mari Imad*
- *A ma deuxième famille, ma belle-mère, mon beau pére et mes sœurs: Hanan; Feriel et Khadidja*
- *À mon oncle et mon deuxième père, Mustafa, qui a joué un grand rôle dans mon success*
- *A mes amies Lamia ; Aicha et collègues en témoignage de mes sentiments*
- *A tout le groupe de ma promotion Chimie macromoluculaire 2022 Tous ceux que j'aime,*
- *Mon binôme **Nour El houda** et A toute sA fAMille*

Khouloud

Sommaire

Liste des Abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
I.1:La phytothérapie	03
a) Définition	03
b) Les avantages de la phytothérapie	03
c) Inconvénients	04
d) Médecine traditionnelle	04
I.2. les Plantes médicinales	05
a) Historique	05
b) Définition	06
c) Origine des plantes médicinales	06
d) Plantes spontanées	06
e) Les Plantes cultivées	07
I.3 description des plantes	07
I.3.1 Ajuga Iva	07
a) Nomenclature de la plante	07
b) Description botanique	08
c) Composition chimique	
d) Utilisation	08
I.3.2.Ortie	9
a) Classification	09
b) Description botanique	10
c) Composition chimique	10
d) Utilisation	11
I.3.3.gingembre	11
a) Classification	12
b) Description botanique	**12**
c) Composition chimique	13
d) Utilisation	13
I.3.4.Ephédra	13
a) Classification systématique	**15**

b) Description botanique	**15**
c) Composition chimique	15
d) Utilisation	16
I.3.5.Graviola	16
a) Description botanique de Graviola	17
b) Classification systématique	17
c) Composition chimique	18
d) Utilisation	18
I.4 Méthodes d'extractions	18
I.4.1. Méthode d'extraction Alternative	18
a) Extraction conventionnelle par solvant (ECS)	18
b) Extraction assistée par ultrasons (EAU)	18
c) Extraction assistée par micro-ondes (EAM)	19
d) Extraction par fluide pressurisé (EFP)	19
e) Extraction par CO2 supercritique (SC-CO2)	19
f) L'extraction par eau sous-critique (EESC)	20
g) Extraction par Soxhlet	20
I.4.2.Méthode d'extraction traditionnel	22
a) L'infusion	22
b) Décoction	22
c) Macération	23
d) Digestion	23
I.5.Caractérisation des plantes médicinales	23
I.5.1.Les polyphénole	23
a) Classification	24
b) Propriétés biologiques des composés phénoliques	24
c) Effet anti-cancereux	24
d) Autres effets biologiques	26
I.5.2.Les flavonoïdes	26
I.5.3. Spectroscopie Infrarouge	27
I.5.4.UV-Visible	27
Chapitre II:Matériel et méthodes	29
II-1.But de l'étude	30
II-2.Le matériel vegetal	30
II-3.Matériel et produits utilizes	30
II-4. Procédés d'extraction	31
a) Extraction par macération à l'éthanolol	31
b) Extraction par decoction	32
II-5. Caractérisation	32
I-5-1. Détermination du rendement d'extraction	32

II-5-2. Analyse infrarouge à transformée de Fourier FTIR	32
II-5-3.Dosage des polyphénols totaux	33
➢ *Principe*	33
➢ Mode opératoire	34
➢ Acide gallique	35
II-5-4.Dosage des flavonoides	35
➢ Rutine	*36*
➢ Quercitine	*36*
Chapitre III: Résultats et interpretations	37
III-1. Rendement de l'extraction	38
III-2.Dosage des polyphénols totaux	40
III-3. Dosage des flavonoides	43
III-4. Analyse infrarouge	47
Conclusion	51
Perspectives	51
Références Bibliographiques	54

LISTE DES ABREVIATIONS

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ECS: Extraction conventionnelle par solvant

EAU: Extraction assistée par ultrasons

EAM: Extraction assistée par micro-ondes

EFP: Extraction par fluide pressurisé

EESC: L'extraction par eau sous-critique

HIV: Virus de l'immunodéficience humaine

FTIR : Analyse infrarouge à transformée de Fourier

E.alata : Ephédra alata

PPT : Polyphénols tataux

IR: Infrarouge

R%: Rendement

Me : Masse de l'extrait

Mv : Masse de la matière végétale

EAG : Equivalent Acide Gallique

MS : Matière sèche

T : Température

HM : Hydromodul

LISTE DES FIGURES

FigureI-1: Ajuga Iva……7
Figure I-2: Ortie:Urtica dioica ……..…....9
Figure I-3: Ortie…….…10
Figure I-4: Rhizome de Zingiber officinale…….…….…12
Figure I-5 : Ephedra alata……..…….14
Figure I-6 : Répartition géographique de l'Ephedra dans le monde……..…….....15
Figure I-7 : Graviola……...…….17
Figure I-8: Schéma de l'extracteur Soxhlet…….21
Figure I.9 : Rotavapeur ……...……...22
FigureI-10 : Structure de base des composés phénoliques……...……23
Figure I-11: Structure de base des flavonoïdes…….....25
Figure II.1 : Filtration des solutions et évaporation du solvant sur rotavapeur…….....31
Figure II.2 : Séchage des extraits……32
Figure II-3. Spectromètre FTIR utilisé pour nos analyses……..33
Figure II. 4: Dosage des phénols totaux par la méthode de Folin-Ciocalteu……...34
Figure II.5: Spectromètre UV-Visible utilisé pour nos expériences…….…….....34
Figure II-6. Structure chimique de l'acide gallique.....35
Figure II-7 : Dosage des flavonoides totaux……36
Figure II-8 Structure chimique de la rutine.....37
Figure II-9 Structure chimique de la quercetine 37
Figure III.1 : Valeurs des rendements par macération pour le même hydromodule .....…….40
Figure III.2 : Valeurs des rendements d'extraction par macération en fonction de l'hydromodule 41
FigureIII.3: Influence de l'hydromodule sur les rendements d'extraction par décoction..……...41

Figure III.4 : Comparaison des valeurs des rendement dans 2 méthodes d'extraction pour le même hydromodule……...42
Figure III.5 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique dans l'éthanol……...……43
Figure III.6 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique dans l'eau……43
Figure III.7 : Teneurs en polyphénols totaux pour un HM=0.1…… ..44
Figure III.8 : Teneurs en polyphénols totaux pour un HM=0.067 …… 45
Figure III.9 : Teneurs en flavonoïdes pour HM=0.1……. 46
Figure III.10 : Teneurs en flavonoïdes pour HM=0.067…… ……...47
Figure III.11 : Courbe d'étalonnage de la rutine dans l'eau……..47
Figure III.12 : Spectre IR de l'ortie ……...49
Figure III.13 : Spectre IR du graviola ……..50
Figure III.14 : Ajuga Iva……51
Figure III.15 : Gingambre…….....51
Figure III.16 : Ephédra……...52

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I-1: Importance de L'utilisation de la médecine traditionnelle……..……5

Tableau I-2: Classification des polyphénols…….....……..…24

Tableau I-3: Les Principaux classes des flavonoïdes …….…….26

Tableau II.1: Matériel et produits utilisés…….....…..30

Tableau II.1.a : Réactifs utilisés … …….....……...31

Tableau II.1.b: Materiels utilisé ……..…….....31

Tableau III-1 : Résultats des rendements d'extraction…….....……39

Tableau III-1-a : Décoction……..…39

Tableau III-1-b : Décoction (V=300 ml)……....……....39

Tableau III-1-c: Macération 2 fois (V T =200 ml (100+100))…....……..……..39

Tableau III-1-d : Macération 3 fois (V T = 300 ml (100+100+100)...……..……..39

Tableau III-1-e : Macération 2 fois (V T = 300ml (150+150)……....……..……..39

Tableau III.2 : Teneurs en polyphénols totaux……...……..……..44

Tableau III.3 : Teneurs en flavonoide.....46

Tableau III.3. Teneurs en flavonoïdes en mg E de quercetine par g d'extrait sec 48

Tableau III.4. Teneurs en flavonoïde en mg équivalent de rutine par gramme d'extrait sec.. .48

Tableau III.5. Teneurs en flavonoïde en mg équivalent de rutine par gramme de plante utilisée pour l'extraction …….....48

Introduction

Introduction

Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilisé diverses ressources trouvées dans son environnement afin de traiter et soigner toutes sortes de maladies. Les connaissances empiriques accumulées ont permis aux différentes civilisations de prendre les plantes comme source essentielle de médicaments. Jusqu'au début du XXème siècle, presque tous les médicaments étaient d'origine végétale.

De nos jours, les plantes restent une source d'inspiration pour des nouveaux composés médicamenteux, selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) en 2008, plus de 80% de la population mondiale repose sur la médecine traditionnelle pour leurs besoins de soins de santé primaires.

La plante, organisme vivant, marque son identité par des spécificités morphologiques, à l'origine de la classification botanique, mais aussi biochimiques, liées à des voies de biosynthèses inédites, représentant l'‟intérêt de l'usage des plantes médicinales **[1]**.

L'étude de la chimie des plantes est toujours d'une brûlante actualité malgré son ancienneté. Cela tient principalement au fait que le règne végétal représente une source importante d'une immense variété de molécules bioactives.

Les substances contenues dans la plante sont de nature chimique différente. Certaines sont solubles dans l'eau, d'autres dans l'alcool éthylique et d'autres encore dans l'huile. On utilise donc les plantes médicinales en fonction de leurs propriétés chimiques et des différentes préparations possibles **[2]**.

Parmi ces substances on retrouve, les coumarines, les alcaloïdes, les acides phénoliques, les tanins, les terpènes et les flavonoïdes **[3]**.

Cette matière végétale contient un grand nombre de molécules qui ont des intérêts multiples mis à profit dans l'industrie alimentaire, en cosmétologie et en pharmacie.

L'objectif de ce travail de recherche est d'effectuer une étude comparative entre des extraits de quelques plantes médicinales, **(*Gingembre, Graviola, Ephédra alata, Ajuga Iva et Ortie*)** obtenus par macération et décoction, pour évaluer leurs effets .

Notre travail est organisé en trois chapitres :

Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique regroupant les différentes définitions, les méthodes d'extractions ainsi qu'une présentation des différentes plantes utilisées dans ce travail, **(*Gingembre, Graviola, Ephédra alata, Ajuga Iva et Ortie*)** leur description et leurs propriétés pharmacologiques correspondantes.

Le deuxième chapitre regroupe les différents modes opératoires et matériels utilisés pour nos expériences.

Le troisième chapitre présente les résultats obtenus et leurs interprétations.

Enfin, nous terminons avec une conclusion présentant les différents résultats obtenus ainsi que les perspectives envisagées.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

I-La phytothérapie:

a) Définition:

Le mot "phytothérapie" se compose étymologiquement de deux racines grecques: phuton et therapeia qui signifient respectivement "plante" et "traitement". Elle peut donc être définie comme une discipline allopathique destinée à la prévention et au traitement de certains problèmes fonctionnels et/ou pathologiques au moyen de plantes ou de ses parties ou même de préparations à base des plantes **[4].**

La phytothérapie désigne la médecine basée sur les extraits de plantes et les principes actifs naturels.

On peut la distinguer en trois (3) types de pratiques:

- Une pratique traditionnelle, parfois très ancienne basée sur l'utilisation des plantes selon les vertus découvertes empiriquement.
- Une pratique de prophylaxie, déjà utilisée dans l'antiquité. Nous sommes tous phytothérapeutes sans le savoir : c'est notamment le cas dans la cuisine, avec l'usage d'Ail, du Thym, du Gingembre ou simplement du Thé vert ...
- Une alimentation équilibrée etcontenant certains éléments actifs étant une phytothérapie prophylactique.

b) Les avantages de la phytothérapie :

En général, le corps humain est bien mieux adapté à un traitement à base de plantes qu'à une thérapeutique exclusivement chimique.

Toutefois, malgré les énormes progrès réalisés par la médecine moderne, la phytothérapie offre de multiples avantages. N'oublions pas que de tout temps, à l'exception de ces cent dernières années, les Hommes n'ont eu que les plantes pour se soigner, qu'il s'agisse de maladies bénignes, rhume ou toux, ou plus sérieuses, telles que la tuberculose ou la malaria.

Aujourd'hui, les traitements à base de plantes reviennent au premier plan, car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques (considérés comme la solution quasi universelle aux infections graves) décroît. Les bactéries et les virus se sont peu à peu adaptés aux médicaments et leur résistent de plus en plus.

La phytothérapie, qui propose des remèdes naturels et bien acceptés par l'organisme, est souvent associée aux traitements classiques. Elle connaît de nos jours un renouveau exceptionnel en occident, spécialement dans le traitement des maladies chroniques, comme l'asthme ou l'arthrite. De plus, les effets secondaires induits par les médicaments inquiètent les

utilisateurs, qui se tournent vers des soins moins agressifs pour l'organisme. On estime que 10 à 20% des hospitalisations sont dues aux effets secondaires des médicaments chimiques.

La plupart des espèces végétales qui poussent dans le monde entier possèdent des vertus thérapeutiques, car elles contiennent des principes actifs qui agissent directement sur l'organisme. Elles présentent en effet des avantages dont les médicaments sont souvent dépourvus **[5]**

c) Inconvénients :

Le manque de preuves scientifiques n'est pas en faveur de l'efficacité de phytothérapie. La plupart des déclarations concernant les effets thérapeutiques sont faits par des praticiens eux-mêmes. Beaucoup d'entre eux n'ont pas été vérifiés scientifiquement. Le diagnostic souvent imprécis, le moyen de diagnostic connu est l'odorat, apparition des symptômes, testes d'efficacité non connus, interrogation des esprits et ancêtres chez certaines religions. Ainsi que, le dosage des produits est arbitraire et imprécis. De même les méthodes de preparation sont non hygiéniques **[6].**

d) Médecine traditionnelle :

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définie la médecine traditionnelle comme pratiques, méthodes, savoirs et croyances en matière de santé qui impliquent l'usage à des fins médicales de plantes, de parties d'animaux et de minéraux, de thérapies spirituelles, de techniques et d'exercices manuels séparément ou en association pour soigner, diagnostiquer et prévenir les maladies ou préserver la santé » **[7].**

En réalité, la médecine traditionnelle est un concept qui déborde largement le champ de la santé pour se placer au plus vaste niveau socioculturel, religieux, politique et économique [8].

Dans les pays développés où la médecine traditionnelle n'a pas été incorporée au système de santé national, la médecine traditionnelle est souvent appelée médecine « complémentaire », « alternative » ou « non conventionnelle » **[9].**

Actuellement, selon les estimations de l'OMS, plus de 80 % de la population mondiale, surtout dans les pays sous-développés, ont recours aux traitements traditionnels pour satisfaire leurs besoins en matière de santé et de soins primaires (**Tableau I**) **[10].**

Tableau I-1: Importance de L'utilisation de la médecine traditionnelle**[11].**

Pays	Importance de l'utilisation de la médecine traditionnelle
Afrique	Utilisée par 80 % de la population locale pour les soins primaires.
Australie	Utilisée par 49 % des adultes.
Chine	Complètement intégrée dans les systèmes de santé. 95 % des hôpitaux ont des unités de médecine traditionnelle.
Inde	Largement utilisée. 2860 hôpitaux ont des unités de médecine traditionnelle.
Japon	72 % des médecins reconnaissent la médecine traditionnelle.
Viêtnam	Complètement intégrée dans les systèmes de santé. 30 % de la population se soignent par la médecine traditionnelle.
Pays occidentaux	La médecine traditionnelle n'est pas intégrée dans les systèmes de soin moderne. * France : 75 % de la population ont recours à la médecine traditionnelle. * Etats-Unis : de 29 à 42 % de la population utilisent la médecine complémentaire.

I.2.Plante médicinale:

I.2.1.Historique :

Les plantes médicinales font partie du savoir de base de toutes les sociétés humaines. La médecine par les plantes est née en Inde près de 5000 ans avant JC. et s'est propagée en même temps que le bouddhisme dans toute l'Asie. Le premier texte connu sur les vertus médicinales des plantes n'a été gravé que 2000 ans plus tard, sur des tablettes d'argile par les Sumériens, en basse Mésopotamie. Depuis, l'homme cherche inlassablement à percer leurs mystères et à en découvrir l'ensemble des qualités thérapeutiques.

En Chine, dès le premier siècle, 250 plantes médicinales étaient cataloguées suivant leurs lieux de production, leur mode de préparation et leur action sur un organe précis comme le ricin (Ridnus communis) **[12].**

A cette époque en Occident, le médecin grec Hippocrate avait déjà posé (au premier siècle avant JC.) les grands principes curatifs de plus de 200 variétés de plantes actives sur la beauté et la santé des femmes tel que la sauge (Slavia officinalis). Les premières boutiques d' apothicaires apparaissent en Europe au 13ème siècle et les plantes locales s'utilisent massivement. L'ouverture de nouvelles routes maritimes vers l'Orient a permis d'enrichir la

pharmacopée végétale occidentale de nouvelles plantes et épices qui ont apporté leur lot de vertus comme le ginseng (Panax ginseng) **[13].**

Le sixième siècle marque l'éveil de l'activité intellectuelle voir scientifique chez les Arabes. La phytopharmacologie arabe à cette époque trouve son origine dans le Coran, le hadith, chez les médecins non Musulmans: Juifs, Chrétiens et Sasanides, et aussi la participation de divers peuples qui adhèrent à l'Islam: Iranien, Indien, Turc, Kurde, Berbère et Africain. , qui ont tous contribué à cette phytopharmacologie arabo-musulmane **[14].**

Le travail des chimistes du XIXème siècle permis par la suite une identification plus précise des agents actifs des plantes et une meilleure définition de leurs vertus. Les progrès de la science dans les années 30, ont permis également un rapprochement significatif entre la pharmacopée végétale et la médecine basée sur la chimiothérapie. Depuis quelques décennies, la phytothérapie, a proposé des remèdes à base de plantes adaptés au mal à traiter et pouvant être prescrits sous forme de tisane, de sirop ou encore d'inhalation. Ainsi, les recherches actuelles ont confirmé la pertinence des méthodes empiriques du passé appliquées aux plantes **[12]**

I.2.2.Définition

Une plante médicinale est définie par la pharmacopée française comme une « drogue végétale au sens de la pharmacopée européenne dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses ». Une « drogue végétale » est une plante ou une partie de plante, utilisées en l'état, soit le plus souvent sous la forme desséchée, soit à l'état frais.L'expression drogue végétale ou, plus couramment, drogue, désigne donc une matière première naturelle servant à la fabrication des médicaments.

I.2.3.Origine des plantes médicinales

Elle porte sur deux origines à la fois. En premier lieu les plantes spontanées dites "sauvages" ou "de cueillette", puis en second les plantes cultivées **[15].**

I.2.3.1.Plantes spontanées

Elles furent les seules utilisées autrefois et représentent encore aujourd'hui un pourcentage notable du marché. Leur répartition dépend du sol et surtout du climat. Nous pouvons répertorier les principaux facteurs influençant leur développement ci-après. Les plantules se développent efficacement et naturellement dans le sol qui leur est le plus favorable. Aussi les conditions climatiques exercent une part importante sur la répartition des plantes médicinales. C'est en fait un ensemble de plusieurs facteurs qui constituent le climat et ceux-ci vont donc permettre un développement plus ou moins poussé de la plante jeune **[16]**

I.2.3.2. Les Plantes cultivées

Les plantes médicinales sont cultivées pour plusieurs avantages en effet évidents:

- Disponibilité des plantes sans besoin d'aller dans la forêt pour détruire les espèces.
- Apports substantiels de revenus pour les paysans qui les cultivent.
- Disponibilité prévisible des plantes médicinales au moment voulu et en quantité
- Disponibilité et protection des plantes actuellement rares ou en voie de disparition dans la nature.

I.3 description des plantes

I.3.1 Ajuga Iva

Le genre Ajuga appartient à la famille des lamiacées avec plus de 300 espèces différentes. Cette plante est largement distribuée dans les régions arides d'Europe, d'Asie, d'Afrique et d'Australie. En médecine traditionnelle, Ajuga iva est utilisé pour traiter le diabète et l'hypertension **[17]** ainsi que les troubles gastro-intestinales et l'ulcère de l'estomac **[18]**.Ajuga iva L (L'ivette) est efficace contre la fièvre, la diarrhée, les gaz, les maux de tête et les maux de dents. En usage externe, elle est souvent employée en applications locales contre les rhumatismes, comme antiseptique et cicatrisante sur les plaies **[19]**

La richesse de l'ivette lui donne plusieurs propriétés prouvées scientifiquement. C'est un agent antioxidant **[20]** antidiabétique et hypolipidémique, antiarthritique L'étude de toxicité de la plante a été confirmé par Diafat et al **[21]** .que la plante n'est pas toxique



FigureI-1: Ajuga Iva

a. Nomenclature de la plante

Règne: Plantae

Division: Spermatophyta (Angiospermae)

Classe: Dicotyledones

Ordre: Tubiflorae

Famille: Lamiaceae / Labiatae

Genre: *Ajuga*

Espèce: *iva*

Nom commun (Arabe): Chendgoura, (Berber): Taftelba, (Français): Ivette, Petit if, Bugle, (Anglais): Herb ivy, Musky bugle. La dérivation du nom: *Ajuga*, du latin "*Jugum*": joug. Avec le suffixe "a": sans joug, du fait que la corolle est dépourvue de lèvre supérieure. *Iva*, est un ancien nom féminin latin qui est utilisé pour la première fois pour cette plante

b.Description botanique

Ajuga iva est une petite plante vivace de 5 à 20 cm de long, à tiges vertes rampanteset velues, à feuilles vertes de 14 à 25 mm de longueur, linéaires, denses et couvertes de duvets. Les fleurs sont violettes, roses, ou jaunes, de 20 mm de longueur ; la lèvre supérieure de lacorolle est réduite ou absente et la lèvre inférieure est divisée en trois lobes velus. Les lobeslatéraux sont petits, alors que le lobe central est relativement plus large décoré dans sa base parun axe central jaunâtre

c. Composition chimique

La plante est riche en composés polyphénoliques, qui sont les meilleurs antioxydants, flavonoïdes et tanins . Elle contient aussi des anthocyanes, des acides phénoliques et d'autres substances en particulier l'ajugarine .Les études photochimiques ont montrés que l'ivette contient aussi des ecdystéroides, des diterpénoides, des iridoïdes et des saponosides acides .

d.Utilisation

Elle est considérée parmi les espèces les plus utilisées en médecine traditionnelle. C'est uneplante astringente, qui assèche les écoulements et qui facilite la cicatrisation. Elle est recommandée aussi pour guérir les ulcères, les plaies et les blessures, car elle détruit les microbes Et empêche leur prolifération. Elle se comporte comme un antiseptique. Enfin, elle agit contre lesrhumatismes en calmant les douleurs **[22]** Cette plante est indiquée dans letraitement de la goutte et des rhumatismes ; c'est un antispasmodique et diurétique ; on emploieses tiges feuillées sèches sous forme d'infusions en cas de maux de tête, des reins et de la vessie.On l'utilise avantageusement, aussi, contre les affections fébriles, comme la grippe ; car c'est unexcellent stimulant général de l'organisme. Elle est fébrifuge et tonique. Elle peut être prise pourles troubles mineurs **[23]**

I.3.2.*Ortie*

L'*ortie* ressemble à un homme un peu rude, mais qui a du cœur et qui, au besoin, sait sacrifier sa vie pour sauver celle de son voisin

L'ortie a donné son nom à toute une famille, les Urticacées qui comprend une cinquantaine de genres et de 700 espèces. La grande ortie est une plante herbacée, vivace, de 0,6 à 1,2 m de hauteur et une longue durée de vie **[24].** Le nom Urtica est un nom d'origine latin qui signifie « je brûle », allusion à ses poils urticants. Le terme dioica vient de dioïque, ce qui signifie que les fleurs mâles et femelles se trouvent sur des pieds séparés **[25].***L'Ortie* est inscrite sur la liste des plantes médicinales retenues comme telles par la pharmacopée Française (10ème édition, 1993, liste A) qui appartient au monopole pharmaceutique**.** *L'Ortie* est en réalité une plante riche en vitamines et minéraux et pourvue de nombreuses vertus médicinales. Elle possède aussi d'autres usages dans différents domaines à savoir l'agriculture, l'art culinaire ou encore le textile **[26]**.



FigureI-2: *Ortie: Urtica dioica*

a.Classification

Règne : Plantae

Sous règne : Tracheobionta (plantes vasculaires)

Embranchement : Magnoliophyta (phanérogames).

Sous-embranchement : Magnoliophytina (angiospermes)

Classe : Eudicots

S/classe : Rosidées

Super ordre : Eurosidées I

Ordre : Rosales

Famille : Urticaceae

Genre : Urtica

Espèce: Urtica dioica

b. Description botanique de l'*ortie:*

L'ortie est une plante herbacée, vivace mesurant de 0,6 à 1,2 m de haut **[27],** vigoureuse et à longue durée de vie par un rhizome jaune rampant, nitrophile, couverte de poils crochus irritant.

La tige :*L'urtica dioïca* à une tige dressée, robuste, non ramifiée, à section quadrangulaire et à une hauteur 1.5 m **[28]**

La feuille : Les feuilles d'Urtica dioica sont simples charnues, en forme de cœur, etrecouverte par de poils urticants dentées sur les bords ; Elles donnent unefaible odeur herbacée; leur saveur est aigrelette et astringent **[29]**

Les fleurs: Les fleurs sont petites, unisexuées portées par des pieds différentes **[30],** elles portent des fleurs femelles et mâles sur des plantes.

Les racines: Les racines de la grande *Ortie* sont des rhizomes-tigessouterraines-jaunâtres traçants et abondamment ramifiés **(Figure I-3).** Elles fixent l'azote de l'air grâce à l'action des micro-organismes **[31].**



FigureI-3:*Ortie*

c.Composition chimique

Les constituants de l'Ortie dioïque sont d'un intérêt, car les extraits des racines et des feuilles sont largement utilisés en médecine traditionnelle dans de nombreuses régions du monde. La partie chimique active de l'Ortie dioïque comprend près de cinquante composés de la fraction lipophile et dont la structure chimique est connue. On trouve des stérols, des acides triterpéniques, des coumarines, des phénols, des lignanes, des céramides, des acides gras, etc., tous ces constituants trouvent leur répartition dans les divers organes de la plante.

d.Utilisation

Dans les Cahiers de l'Agence, les indications thérapeutiques retenues sont les suivantes: par voies orale et locale, *l'ortie* est « traditionnellement utilisée dans les états séborrhéiques de la peau et dans le traitement symptomatique des manifestations articulaires douloureuses mineures» [32]. Elles sont utilisées principalement sous forme de tisane, d'extrait, de teinture ou de jus frais. Par exemple: ARTHROFLORINE® , mélange de plantes pour tisane, composé de feuilles d'*ortie* dioïque à 20 %. Il est traditionnellement utilisé dans le traitement symptomatique des manifestations articulaires douloureuses mineures. FITACNOL®: composé de parties aériennes d'Ortie dioïque, Elles sont traditionnellement utilisées dans les états séborrhéiques de la peau.

Par voie interne, elle stimule l'hématopoïèse, est prescrite comme diurétique dans l'arthrite, les rhumatismes articulaires, pour «stimuler la production enzymatique» du pancréas, pour favoriser la cicatrisation, mais aussi dans les maladies des voies biliaires. Par voie externe, elle est utilisée dans les soins capillaires comme antipelliculaires et contre les cheveux gras[33].*L'ortie*esttraditionnellement utilisé pour favoriser l'élimination rénale d'eau et comme adjuvant dans les troubles de la miction d'origine prostatique **[32].**

Les racines sont utilisées sous forme de tisanes ou d'extraits. Par exemple: ARKOGELULES® d'*ortie* racine ou ELUSANES® *ortie* racme. Elles sont employées dans les troubles mictionnels dus à une hyperplasie bénigne de la prostate, bien que, jusqu'à présent, l'efficacité ne soit pas totalement démontrée. En Allemagne, en particulier, où la phytothérapie est largement reconnue et utilisée, la racine est considérablement employée comme médicament de l'adénome prostatique bénin, sous forme d'extraits fluids. En médecine populaire, la drogue est employée comme diurétique et occasionnellement comme astringent et en gargarisme **[34].**

I.3.3.*Gingembre*

Zingiber officinale est une plante tropicale herbacée vivace atteignant jusqu'à 90 cmde hauteur en culture, poussant dans les régions ensoleillées et humides, appartenant à lafamille *zingiberaceae* **[35].**

Son épais rhizome, partie utilisée en thérapeutique, est horizontal, mesure en moyenne10 cm de longueur, mesure jusque 2 cm de largeur et 1,5 cm d'épaisseur, il est constitué detubercules globuleux ramifiés, qui ressemblent aux doigts de la main, à la chair jaune pale juteuse, d'odeur aromatique avec une saveur chaude et piquante **[36]**.



Figure I-4: Rhizome de *Zingiber* officinale

a.Classification

Le *gingembre*, dont le binôme latin est *Zingiber* officinale, appartient à :

Règne : Végétal

Embranchement : Spermatophyte

Sous-embranchement : Angiospermes (Magnoliophyta)

Classe : Monocotylédones (Liliopsida)

Sous-classe : Zingiberidae

Ordre : Zingibérales

Famille : Zingiberaceae

Genre :*Zingiber*

Espèce :*Zingiber* officinale Roscoe.

b. Description botanique

Le *gingembre* est une plante vivace tropicale herbacée d'environ 0,90 m de haut issue d'un rhizome.

Les feuilles persistantes sont lancéolées, bisériées, longues et odorantes. Les fleurs sontblanches et jaunes ponctuées de rouge sur les lèvres, les bractées sont vertes et jaunes.

Après la floraison, un court épi axillaire renfermant les graines noires enfermées dansdes capsules trivalves apparaît au bout d'une tige couverte d'écailles.

Il apprécie une exposition ensoleillée et une atmosphère humide. La croissance est rapide et la multiplication se fait par division des rhizomes. **[37]**

c. Composition chimique

Le gingembre est riche en glucides, lipides et protéines. Il contient en outre une quantité importante de minéraux comme le fer, le calcium, le magnésium, le manganèse, le sodium et du phosphore. Sur le plan des vitamines, le gingembre contient celles de la famille B et aussi de la vitamine C qui disparait une fois le gingembre séché.

d.Utilisation

En phytothérapie, on utilise son rhizome (tige souterraine) qui est épluché, lavé, cuit et séché avant d'être réduit en poudre. Le gingembre est proposé pour prévenir les nausées et les vomissements dans une grande variété de situations : mal des transports, mal de mer, réveil post-chirurgical, chimiothérapie anticancéreuse, grossesse, etc. Le gingembre est également proposé pour stimuler la production et la sécrétion de bile, en cas de digestion difficile. Son huile essentielle est parfois utilisée en application locale contre les douleurs de l'arthrose (rhumatismes).

Le *gingembre* est également proposé en cas de douleurs dentaires, de migraines, d'insomnies, d'hémorroïdes ou de flatulences. En médecine traditionnelle asiatique, il est considéré comme un tonique général et s'emploie aussi contre les rhumes et les maladies respiratoires.

I.3.4.*Ephedra*

La famille des Ephedraceae comprend entre 50 et 65 espèces [38]. Elle est largement distribuée dans les régions tempérées d'Eurasie, Nord d'Afrique, et Sud oustdu Nord Amérique. Elle est souvent abondante dans les zones sèches et des milieux ouverts tellsque les déserts, les pentes rocheuses, les prairies et les zones maritimes au climat méditerranéen.Le genre *Ephedra* est réputé pour sa longue histoire d'utilisation médicale, notamment en raisonde la présence de nombreux alcaloïdes, tels que l'éphédrine..Il ya plusieurs espèces du genre *Ephedra,*tels que *E. alata, E.distachya, E. majeur, E. sinica, E. foliata E. fragilis E. Californica E. Nevadensis E. aphylla ,E.viridis, E. altissimaet E, foemina.*.....etc).La famille des **Ephedraceae** comprend entre 50 et 65 espèces **[38]** Elle est largement distribuée dans les régions tempérées d'Eurasie, Nord d'Afrique, et Sud-ouestdu Nord Amérique. Elle est souvent abondante dans les zones sèches et des milieux ouverts tellsque les déserts, les pentes rocheuses, les prairies et les zones maritimes au climat méditerranéen.Le genre Ephedra est réputé pour sa longue histoire d'utilisation médicale, notamment en raisonde la présence de

nombreux alcaloïdes, tels que l'éphédrine. L'usage médical de *l'Ephedra* remonte à lorsque les chinois l'utilisaient pour traiter l'asthme, la toux et la bronchite **[39].**



Figure I-5. *Ephedra alata* (El Oued, Algérie).

L'origine de l'*Ephedra* est parfois considérée comme ancienne. .Les espèces de ce genre peuvent pousser dans des conditions semi arides et désertiques, ce qui rend les six continents appropriés pour la croissance de ce genre de plante. *L'éphedra* est un groupe primitif évolutif d'arbustes qui poussent sur terrain sec, rocheux ou sableux dans le désert ou les zones arides.Cette plante est fortement aromatique, avec un goût amer, dont la tige séchée est la partie utilisée de l'arbuste **[40, 41]**.

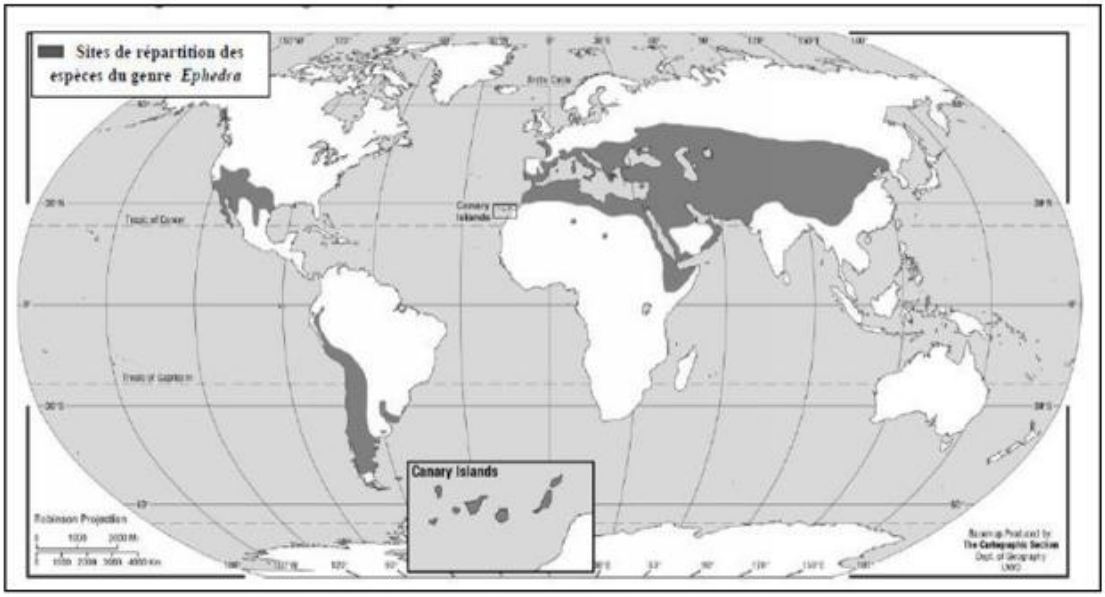


Figure I-6 Répartition géographique de *l'Ephedra*dans le monde.

a.Classification systématique d'*Ephedra alata*

Classe: Gnetopsida

Famille: Ephedraceae

Genre: *Ephedra*

Espèce: *Ephedra alata*

Sous espèce: *Ephedra alata alenda*

b. Description botanique de *Ephédra*

C'est un arbuste court persistant et presque sans feuille. Elle est un environ de 60 à 90cm de haut, à rameaux articulés et très ramifiés d'une couleur vert-jaunâtre, portant au niveau desnœuds de petites feuilles opposées, alternant d'un nœudà l'autre. Les fleurs sont en petits conesblanchâtres, dioïques (fleurs mâles et femelles sur des pieds différents) et les fruits entourés debractées largement membraneuses. Elle présente un système de racines latérales extrêmementpuissant. Elle est réputée pour sa tolérance élevée à la carence en eau dans les regions saharienne **[42].**

c.Composition chimique

L'apparition d'éphédra dans plusieurs zones de monde induit la diversité des ingrédients chimique comprend les cycles cyclopropyle, les dérivés de tryptophane et l'éphédrine .

d.Utilisation

Ephedra a été utilisée en médecine traditionnelle chinoise pour traiter les allergies, l'asthmeles frissons, le rhume, le rhume des foins, la toux, l'œdème, la fièvre, la grippe, les maux detête et la congestion nasale **[43].** En Japon, l'é*phedra* est utilisée comme antitussif, expectorant, analgésique, antipyrétique et agent bronchodilatateur **[44]**.

La plante était également traditionnellement utilisée en Russie pour les troublesrespiratoires et les rhumatismes pendant de nombreux siècles.

De nombreuses espèces *d'Ephedra* eurasiennes contenant de l'éphédrine et de la pseudoéphédrine sont utilisées pour traiter la toux, l'asthme et la bronchite **[45].**

Les Amérindiens et les Espagnols du sud-ouest des États-Unis utilisaient l'*Ephedra* àdiverses fins médicinales, en particulier dans le traitement des maladies vénériennes **[42].**

Ephedra alata pousse largement en Palestine. Elle est utilisée en médecine traditionnellelocale pour les mêmes fins qu'en médecine traditionnelle chinoise. Cette plante montreégalement des activités antimicrobiennes et anticancéreuses **[43]**.

Le feuillage *d'Ephedra alata* a un arome acceptable. Il est utilisé comme pâturage pendantle pâturage des animaux en Arabie Saoudite **[46].**

En Algérie, la macération ou l'inhalation des feuilles ou des rameaux *d'Ephedra alata alanda* s'utilisent pour soulager ou traiter le rhume, la grippe et les troubles respiratoires **[48]**

I.3.5.*Graviola*

Le *Graviola* est un fruit, et plus précisément, qui provient d'un arbre fruitier. Il appartient à la famille des anonacées. L'arbre pousse dans les sols calcaires et secs, voire caillouteux. Il apprécie les climats chauds et les zones abritées du vent. Il se plante au printemps et il fleuriten été, pour atteindre une taille maximale de dix mètres. Le fruit peut mesurer jusqu'à 25 centimètres de long et peser entre un et trois kilogrammes. Le Graviola estoriginaire des Antilles et de l'Amérique tropicale



Figure I-7:*Graviola*

a. Description botanique du *graviola*

Graviola est un arbre aussi haut que large, d'une stature de 4 à 7 m. il développe untronc à l'écorce lisse gris-brun, se fissurant avec l'âge. Sa couronne s'étale en cône inversé.Ses racines sont superficielles, et s'étendent au-delà de sa couronne. La racine pivotante des corossoliers juvéniles se perd lorsqu'ils grandissent.

- Les feuilles sont persistantes, alternes avec un beau limbe brillant, ovales à elliptique,long de 7 à 15 cm et large de 3 à 8 cm. Elles sont aromatiques et ont un parfum un peupiquant.
- Les fleurs sont solitaires ou groupées par 3 sur un pédicelle robuste. Elles sontverdâtres, de moins de 2 cm de large, à 6 pétales en 2 longueurs différentes.
- Les fruits sont des syncarpes (carpes réunis comme chez la fraise) capables de devenirtrès gros, ovoïdes ou en forme de cœur. Les plus imposants peuvent mesurer jusqu'à 40 cm delongueur pour un poids extraordinaire de 7 kg. Ce fruit qui est un ensemble d'ovaires soudés est hérissé de petites pointes souples. Lorsqu'il y a une fécondation incomplète, il prend une forme dissymétrique.

b. Classification systématique

Nom Arabe:جرافيولا

Nom scientifique: Annona muricata L.

Famille: Annonacées

Drogue: Fruit, graine et feuille **[49]**

b. Composition chimique

Deux cent douze composés bioactifs ont été signalés à A. muricata .les composés prédominants sont les acétogénines suivis des alcaloïdes, des phénols et d'autres composés .

.

d.Utilisation

La préparation la plus largement utilisée dans la médecine est la décoction de;écorce,de la racine, de la graine ou de la feuille mais les applications sont varies Toutes les parties sont utilisées pour traiter le paludisme, les maux; estomac, les Infections parasitaires, le diabète et le cancer; les affections cutanées et les parasitoses La décoction des feuilles est utilisée comme antalgique En plus; être utilisé comme aliment, le jus de fruit est utilisé pour traiter la diarrhée et quelques maladies du foie L'usage des feuilles en décoction ou sous forme de gélules est indiqué pour ; hypertension, le diabète et le cancer **[49]**.

I.4 Méthodes d'extractions

I.4.1. Méthode d'extraction Alternative

I.4.1.1Extraction conventionnelle par solvant (ECS)

L'extraction conventionnelle par solvant est la méthode la plus utilisée pour l'extraction des composés phénoliques. De nombreux paramètres d'extraction doivent être pris en compte pour l'optimisation de cette méthode: le type et la concentration du solvant organique, la température, le temps d'extraction et le nombre de cycles d'extraction.

I.4.1.2 Extraction assistée par ultrasons (EAU)

L'extraction assistée par ultrasons est une technologie émergente utilisée pour l'extraction des composés naturels. Ces composés sont souvent extraits par la méthode conventionnelle qui dure de nombreuses heures. L'utilisation des ultrasons permet d'effectuer des extractions en quelques minutes avec une reproductibilité élevée, ce qui simplifie l'opération et donne une plus grande pureté au produit final **[50],** Les ultrasons interagissent avec le matériel végétal et modifient ses propriétés physiques et chimiques. Un effet de cavitation est créé, ce qui facilite la libération des composés extractibles et améliore le transfert de matière en perturbant les parois cellulaires des plantes **[50].** Le choix approprié du solvant et de la température permet une meilleure extractibilité des composés phénoliques. De plus, l'optimisation des paramètres d'extraction assistée par ultrasons tels que la fréquence, la puissance des ultrasons, le temps d'extraction ainsi que la distribution d'ondes ultrasonores permet aussi d'augmenter le

rendement d'extraction **[51],**

I.4.1.3 Extraction assistée par micro-ondes (EAM)

L'extraction assistée par micro-ondes est un processus par lequel l'énergie micro-onde accélère l'extraction. Ce traitement accélère la rupture des cellules en provoquant une augmentation rapide de la température et de la pression interne dans les parois des cellules végétales Au cours du traitement par micro-ondes, le chauffage provoque la rupture des liaisons hydrogène faibles par la rotation dipolaire des molécules.

Une quantité considérable de pression s'accumule à l'intérieur du biomatériau, qui modifie les propriétés physiques des tissus biologiques et améliore la porosité de la matricebiologique. Ceci permet une meilleure pénétration du solvant d'extraction à travers la matrice [52] et facilite l'extraction des composes phénoliques **[54]**. Les principaux paramètres de l'extraction assistée par micro-ondes sont: le type de solvant, la puissance micro-ondes et le temps d'extraction.

. I.4.1.4.Extraction par fluide pressurisé (EFP)

L'extraction par fluide pressurisé (EFP) a été largement appliquée pour l'extraction des flavonoïdes. En général, l'application de hautes températures et pressions entraîne une augmentation de la vitesse d'extraction et de la diffusivité du solvant dans la matrice biologique **[55].** Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que lors del'extraction EFP, les poches d'air présentes dans les tissus des fruits sont partiellement remplies de liquide. Lorsque la pression est évacuée, l'air occlus dans les pores sort, ce qui provoque des dommages de la membrane cellulaire des plantes **[56].** EFP peut également provoquer une déprotonation des groupes chargés et la rupture des ponts salins et des liaisons hydrophobes, ce qui entraîne des changements de conformation et la dénaturation des protéines. Cela rend les membranes cellulaires de moins en moins sélectives, ce qui rend les composés plus accessibles à une extraction jusqu'à l'équilibre **[57]**.

L'extraction par fluide pressurisé implique une moindre utilisation du solvant par rapport à l'extraction conventionnelle par solvant et il en résulte une faible dégradation oxydative des flavonoïdes car le processus se déroule en absence d'oxygène et à l'abri de la lumière **[51].** Par contre, l'utilisation de temperatures d'extraction élevées peut entraîner la dégradation des composés thermolabiles **[50].**

I.4.1.5.Extraction par CO_2 supercritique (SC-CO_2)

L'utilisation de l'extraction par CO_2 supercritique permet d'éviter la dégradation thermique et la décomposition des composés labiles du fait que l'opération est effectuée à une basse

température, tandis que l'absence de la lumière et de l'oxygène empêche les reactions d'oxydation **[58].** L'efficacité de la technique d'extraction SC-CO_2 estassociée à plusieurs paramètres, notamment la température, la pression, le flux de CO_2 supercritique, la présence de co-solvant et le temps d'extraction **[58]**

I.4.1.6.L'extraction par eau sous-critique (EESC)

L'extraction par eau sous-critique est une technique réalisée en utilisant de l'eau chaude à une température comprise entre 100 et 374°C sous haute pression pour maintenir l'état liquide (point critique de l'eau : 22,4 MPa et 374°C). A de telles températures, l'eau perd sa polarité, ce qui lui permet d'agir comme solvant pour les composés à la fois polaires et non polaires **[59].** L'eau sous-critique pourrait être une excellente alternative pour extraire tous les flavonoïdes,

I.4.1.7.Extraction par Soxhlet

L'extraction par Soxhlet est une méthode simple et convenable permettant de répéter infiniment le cycle d'extraction avec du solvant frais jusqu'à l'épuisement complet du soluté dans la matière première.

Le schéma d'un appareil Soxhlet est représenté sur la **Figure I-7** est composé d'un corps en verre, dans lequel est placée une cart ouche en papier-filtre épais (une matière Pénétrable pour le solvant), d'un tube siphon et d'un tube de distillation. Dans le montage, l'extracteur est placé sur un ballon contenant le solvant d'extraction. Le ballon est chauffé afin de pouvoir faire bouillir son contenu. La cartouche contenant le solide à extraire est insérée dans l'extracteur, au dessus duquel est placé un réfrigérant servant à liquéfier les vapeurs du solvant.

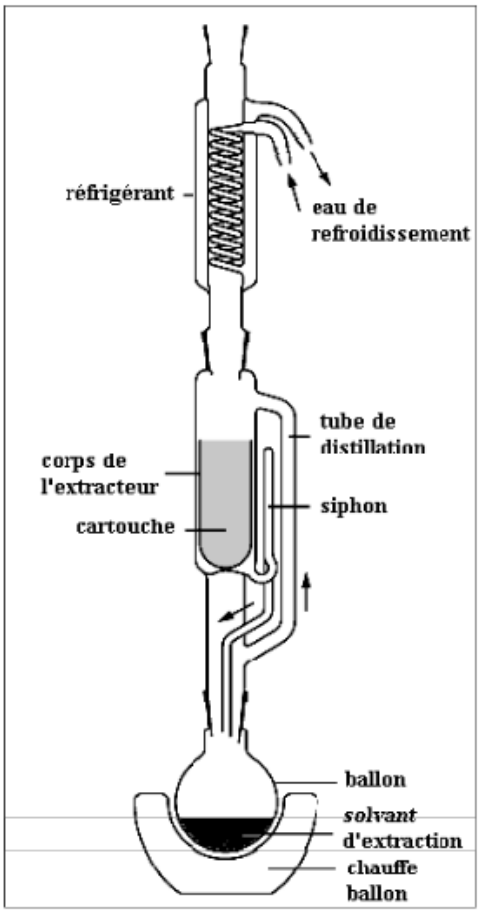


Figure I-8: Schéma de l'extracteur Soxhlet

Le ballon étant chauffé, le liquide est amené à l'ébullition, les vapeurs du solvant passent par le tube de distillation et rentrent dans le réfrigérant pour être liquéfiées. Ensuite, le condensat retombe dans le corps de l'extracteur sur la cartouche, faisant ainsi macérer le solide dans le solvant. Le solvant condensé s'accumule dans l'extracteur jusqu'au niveau du sommet du tube-siphon, suivi par le retour dans le ballon du liquide de l'extracteur accompagné de substances extraites. Ainsi le solvant dans le ballon s'enrichit progressivement en composants solubles. L'extraction continue jusqu'à l'épuisement de la matière solide chargée dans la cartouche.

La séparation du solvant de l'extrait est faite à l'aide d'un rotavapeur **(Figure I.8).** Dans cet appareil on réalise une évaporation sous vide en utilisant une pompe à vide avec une vanne de contrôle. Pendant l'éva poration le ballon est mis enrotation et plongé dans un bain liquide chauffé. L'appareil est muni d'un réfrigérant avec un ballon-collecteur de condensat. La rotation du ballon crée une surface d'échange plus grandeet renouvellée permettant donc d'effectuer une évaporation rapide L'abaissement de la pression permet d'évaporer le solvant

à température réduite, évitant ainsi la dégradation thermique éventuelle des composés. C'est une méthode d'évaporation simple, utile, douce et rapide



Figure I.9 : Rotavapeur

I.4.2.Méthode d'extraction traditionnel

Les tisanes constituent le mode d'extraction le plus simple et complet des principes actifs hydrosolubles des plantes tels les vitamines, flavonoïdes... **[62]** Selon le mode utilisé on distingue:

I.4.2.1. L'infusion

C'est la méthode la plus utilisée principalement pour les parties molles de la plante (feuille, fleurs, sommités ...).

L'infusion consiste à verser sur la drogue de l'eau potable bouillante et à laisser refroidir. L'infusion convient aux drogues fragiles et aux drogues riches en huiles essentielles. Elle consiste donc à recouvrir d'eau bouillante la drogue fragmentée. Le temps d'infusion doit être de 5 à 10 minutes dans un récipient couvert ce qui augmente le rendement d'extraction

I.4.2.2. Décoction

C'est une méthode utilisée pour les parties dures de la plantes (tige, écorce et racines, rameaux...). Il est préférable d'utiliser des ustensiles et des récipients en verre« La décoction consiste à maintenir la drogue avec de l'eau potable à ébullition pendant une durée de 15 à 30 minutes »

L'infusion se prépare et se consomme le jour même, tandis que la décoction peut être consomme 48h après et qui peut être consommée chaude ou froide.

I.4.2.3. Macération

La macération se fait en plongeant directement les substances solides dans un liquide. Ces dernières sont en général laissées en suspension pendant un certain temps qui peut aller de quelques heures à quelques jours. La macération est en effet une extraction "à froid", ce qui ne signifie pas qu'elle s'accompagne d'un refroidissement mais tout simplement qu'elle se fait à température ambiante sans bénéficier d'une hausse de température qui accélère la plupart des phénomènes chimiques.

I.4.2.4. Digestion

C'est une méthode rarement utilisée. « Consiste à maintenir en contact la drogue avec de l'eau potable à une temperature inférieure à celle de l'ébullition mais supérieure à la température ambiante pendent une durée de 1h à 3 heures »

I.5.Caractérisation des plantes médicinales

I.5.I. Les polyphénole

Les composés phénoliques ou les polyphénols (PP) sont des produits du métabolisme secondaire des plantes, largement distribués possédant plusieurs groupements phénoliques, avec ou non d'autres fonctions et comportant au moins 9000 structures connues différentes **[63],** allant de molécules phénoliques simples de bas poids moléculaire tels que, les acides phénoliques à des composés hautement polymérisés comme les tannins **[64]**.

L'activité antioxydante des polyphénols est reconnue et pourrait expliquer leur rôle potentiel dans la prévention de plusieurs maladies associées au stress oxydatif, telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires et neuro-dégénératives.

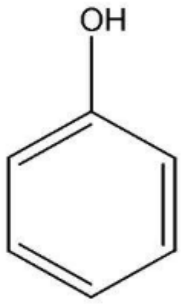
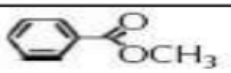
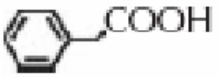
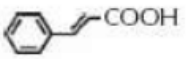
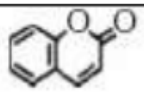
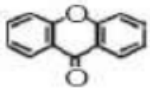
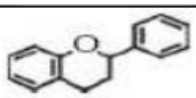


Figure I-10: Structure de base des composés phénoliques

I.5-2.Classification

Les polyphénols couvrent une immense famille de produits chimiques. Ces derniers peuvent être classifiés selon la fonction de leurs atomes de carbones dans les molecules **[65]**et peuvent être regroupés en plusieurs catégories qui se différencient en premier lieu par la complexité du squelette, puis par le degré de modification de ce squelette, et enfin par les liaisons possibles de ces molécules de bases avec d'autres molécules (glucides généralement) **[66]**

Tableau I-2: Classification des polyphénols **[67]**

Squelette carboné	Structure de base	Classification
C6-C1		Acides phénols
C6-C2		Acétophénones
C6-C2		Acide phénylacétique
C6-C3		Acides hydroxycinamiques
C6-C3		Coumarines
C6-C1-C6		Xanthones
C6-C3-C6		Flavonoïdes

I.5-3. Propriétés biologiques des composés phénoliques

Les propriétés biologiques des composés phénoliques sont largement étudiées dans le domaine médical.En effet, de nombreux travaux ont démontré que les flavonoïdes possèdent différents effets de défense contre plusieurs pathologies **[68].** Parmi ces effets, on y trouve:

- **Effet anti-cancereux**

Les flavonoïdes jouent un rôle dans l'inhibition et l'inactivation de l'action de P-glycoprotéine qui est impliquée dans la résistance phénotypique des cellules cancéreuses

[69]. Certains, ont montré des effets protecteurs contre les cancers de laprostate, du côlon et du poumon**[70]**

- **Autres effets biologiques**

Les flavonoïdes possèdent des activités antivirales, selon certaines études. En effet, ils peuvent agir contre le virus du HIV grâce à leurs effets sur les enzymes responsables de la réplication du virus **[71]** Ils sont aussi connus comme inhibiteurs de la prolifération des lymphocytes B et T **[72].**

I.5.4.Les flavonoïdes

Les flavonoïdes (de flavus, « jaune » en latin) constituent des pigments responsables des différentes colorations des constituants de plantes (fleurs, fruits, graines) qui peuvent participer dans les processus photosynthétiques. Le terme générique désigne des composés à base d'un squelette de quinze atomes de carbone. D'après Hernández, les flavonoïdes représentent le principal groupe de polyphenols **[73]**. Plus de 4000 flavonoïdes distincts ont été identifiés. Ils ont généralement une structure **(Figure I-10)** composée de deux cycles aromatiques (anneaux A et B) liés avec un cycle hétérocycle oxygéné, ou cycle C **[74]**

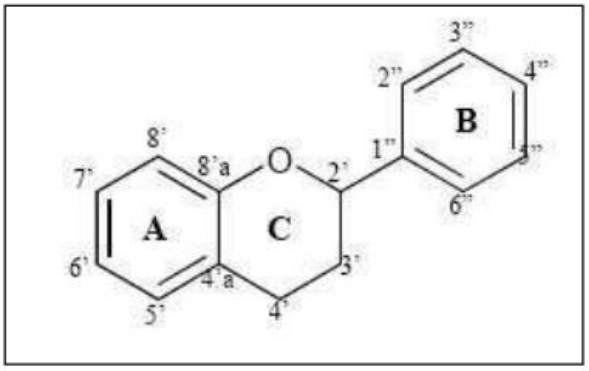
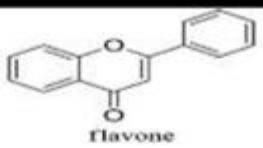
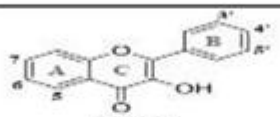
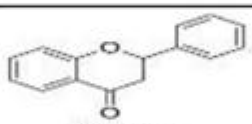
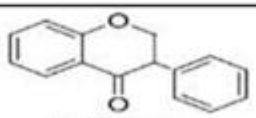
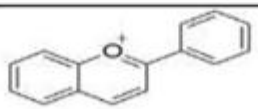


Figure I-11: Structure de base des flavonoids **[74]**

Tableau I-3: Les Principaux classes des flavonoids**[75]**

Classes	Structures chimiques	Propriétés
Flavones	 flavone	Neutralisation des radicaux libres
Flavonols	 flavonol	Antihistaminique Anti-inflammatoire Antioxydants
Flavanones	 flavanone	
Isoflavones	 isoflavone	Source de phyto_ œstrogène
Anthocyanes	 anthocyane	Antiseptique urinaire

- **Activité antioxydante:**

Durant les dernières années, une grande attention a été accordée aux composés naturels issus de plantes possédant des propriétés antioxydantes, grâce à leurs proprieties thérapeutiques, cosmétiques, énergétiques… etc. **[76]** Ces antioxydants naturels suscitent un intérêt croissant de la part des nutritionnistes, des industriels de l'agro-alimentaire et des consommateurs en vue de leur utilisation dans la conservation des aliments ou comme médicaments, à la place des antioxydants synthétiques qui présentent des effets secondaires indésirables **[77]**.

Les antioxydants naturels les plus importants sont le β-carotène (provitamine A), l'acide ascorbique (vitamine C), le tocophérol (vitamine E) ainsi que les composés phénoliques. En effet, la plupart de ces composés naturels possèdent des groupes hydroxy phénoliques dans leurs structures et les propriétés antioxydantes sont attribuées en partie à leur capacité à piéger les radicaux libres **[78]**.

Par ailleurs, pour évaluer l'activité antioxydante, il existe plusieurs méthodes dont la majorité est basée sur la mesure de la capacité relative des antioxydants à piéger les radicaux libres par rapport à un antioxydant standard **[79]**.

I-5-3.La spectroscopie Infrarouge (IR)

La spectroscopie IR est utilisée en général pour identifier les groupements fonctionnels d'une molécule, cette méthode est très employée dans les laboratoires de chimie. Le spectre électromagnétique se divise en différentes régions selon les longueurs d'onde des radiations. Les radiations infrarouges se situent entre la région visible et celle des micro-ondes. Les radiations de fréquence comprises entre 10000 et 100 cm-1 sont absorbées par les molécules en tant qu'énergie de vibration moléculaire. Cette absorption est quantifiée et le spectre de vibration apparaît sous forme de bandes.

La région infrarouge plus utile pour le type d'études que nous réalisons est comprise entre 4000 et 400 cm-1. Chaque bande est caractérisée par sa fréquence, sa largeur et sa forme générale. La fréquence, ou la longueur d'onde d'absorption dépend des masses relatives des atomes, de la constante de force des liaisons et de la géométrie des atomes. La largeur de la bande est proportionnelle entre autres à la vitesse de mouvement de la molécule. Les spectres obtenus sont par conséquent uniques à l'échantillon étudié et sont constitués de bandes d'absorption caractéristiques des composants présents dans l'échantillon. Ils nous fournissent de l'information sur la structure chimique et sur la conformation et la dynamique de l'échantillon étudié.

I-5-4. La spectroscopie UV-visible:

C'est la plus ancienne des spectroscopies d'absorption utilisées par le chimiste. Le domaine des UV s'étend en principe de λ= 200 nm à λ= 400 nm et le domaine de la lumière visible de λ = 400 nm à λ = 800 nm. Pour enregistrer le spectre UV visible d'une substance, on prépare une solution diluée de concentration définie que l'on introduit dans une cuve en verre (ou en quartz pour les longueurs d'ondes inférieures à 350 nm). Le solvant doit être transparent dans la zone de longueurs d'onde choisie. Sa nature doit être relevée, car elle peut avoir une influence sur les caractéristiques du spectre. Dans le spectrophotomètre, l'échantillon est traversé par un faisceau lumineux et un détecteur mesure, pour chaque longueur d'onde, l'intensité avant et après absorption (I0 et I). Le spectre UV visible est constitué par le courbe log(I/ I0) = f(λ), λ étant exprimé en nm. Il se présente sous la forme de larges bandes que l'on caractérise par leurs longueurs d'onde au maximum d'absorption (λmax) et leurs coefficients d'absorbance (ε). C'est une spectroscopie quantitative, qui est régie par la loi de Beer-Lambert si la solution est

suffisamment diluée:

A: absorbance

ε : coefficient d'absorbance (mol-1 .L.cm-1)

Log I/I0= A = ε l c (ou coefficient d'extinction molaire)

I : longueurs de la cuve en cm

C: concentration de la solution en mol. L-1

On considère en général que cette loi est vérifiée lorsque l'absorbance est inférieure à 2. Pour les composés organiques, l'absorption des radiations UV visible correspond à une transition électronique entre une orbitale de basse énergie et une de plus haute énergie pour des électrons (π -π*) ou les paires non liantes des hétéro atomes (transitions n-σ* ou n-π*). Les bandes d'absorption observées sont en général très larges en raison de la présence de nombreux niveaux vibrationnels et rotationnels tant aux niveaux fondamental qu'à l'état excité

Chapitre II

Matériel et méthodes

II- Matériel et méthodes

II-1.But de l'étude

Ce travail de recherche a été réalisé au laboratoire de chimie de l'université de Médéa. Son objectif est l'étude de quelques propriétés chimiques d'extraits de plantes *(Gingembre, Graviola, Ephédra alata, Ajuga Iva et Ortie)* et d'effectuer une comparaison entre leurs effets antioxydants

Notre travail a consisté, dans un premier temps, à l'extraction des constituants des plantes: par macération et décoction; ensuite à effectuer leurs analyses par différentes méthodes de caractérisation.

II-2.Le matériel végétal

Les différentes plantes ont été achetées à Alger ; nous utilisons pour *Ajuga Iva ; Graviola ; Ephédra et Ortie* les feuilles sauf pour le *Gingembre* utilisons Le rhizome

L'éphédra et le Graviola sont choisis dans cette étude essentiellement pour leurs effets anticancer,

Ajuga Iva, Gingembre et l'ortie sont également utilisées pour leurs effets thérapeutiques essentiellement antidiabète vu leus caractéristiques antioxydantes.

II-3. Matériel et produits utilisés: Le matériel et produits utilisés pour nos experiences sont presentés sur les tableaux suivants :

Tableau II.1 Réactifs utilisés

Réactifs	**Formule brute**	**Fournisseur**
Carbonate de sodium	Na_2CO_3	Sigma-Aldrich
Réactif de Folin Ciocalteux	Mélange de $H_3PW_{12}O_{40}$ et $H_3PMo_{12}O_{40}$	Scharlau
Chlorure d'Aluminium	$AlCl_3$	Feralco
Ethanol	C_2H_5OH	Eden Labo
Acide gallique	$C_7H_6O_5$	Biochem
Rutine	$C_{27}H_{30}O_{16}$	

Tableau II.2 Matériel utilisés

Matériel	**Marque**
Balance électrique	SARTORIUS
Rotavapeur	STUART
Etuve	MEMMERT
Agitateur mécanique	HEIDOLPH
Spectrophotomètre infrarouge à transformée deFourier (FTIR)	SHIMADZU
Spectrophotomètre UV-Visible	JENWAY

II-4. Procédés d'extraction

L'extraction par solvant est réalisée selon le travail d'Aswan et al **[80]** par macération à l'éthanol et décoction, avec quelques modifications, comme suit:

a- Extraction par macération à l'éthanol

On fait broyer 20 g de plante (*Gingembre, Graviola, Ephédra alata, Ajuga Iva et l'Ortie*). On Introduit la poudre obtenue dans 100 ml d'éthanol, à température ambiante pendant 24h sous agitation magnétique. Après filtration, on garde le filtrat et on ajoute 100ml d'éthanol au résidu sous agitation magnétique pendant 24 h.

Ensuite, On rassemble les deux filtrats et on fait concentrer le mélange en évaporant le solvant à l'aide du rotavapeur à température comprise entre 40 à 45 °C (**Figure II.1).**



Figure II.1 Filtration des solutions etévaporation du solvant sur rotavapeur

Enfin, on fait sécher l'extrait obtenu à l'étuve à 40°C et on pèse l'extrait sec **(Figure II.2)** pour déterminer le rendement.



Figure II.2. Séchage des extraits

b- Extraction par décoction :

On prend 20g de la poudre végétale on leur ajoute 200 ml d'eau bouillante, on laisse le mélange 45 min sous agitation magnétique à 60 °C. La température de chauffage utilisée (60°C) est inferieure à la température d'ébullition pour éviter la perte les huiles essentielles de la plante qui sont volatiles, Puis on fait filtrer et après filtration on fait concentrer le filtrat avec le rotavapeur (Tp 65°C à 68 °C), puis on fait sécher l'extrait aqueux obtenu à l'étuve à 40°C. La température de séchage utilisée est 45 °C pour éviter la dégradation des constituants de la plante.

II-5. Caractérisation

II-5-1. Détermination du rendement d'extraction

Le rendement, est défini comme étant le rapport entre la masse de l'extrait sec obtenue par macération ou décoction (Me) et la masse de la matière végétale utilisée (Mv). Il est donné par la formule suivante:

$$R\% = (Me / Mv) * 100$$

R%: Rendement en %.

Me : Masse l'extrait sec

Mv : Masse de la matière végétale utilisée pour l'extraction.

II-5-2. Analyse infrarouge à transformée de Fourier FTIR

Les spectres infrarouges ont été obtenus grâce à un spectrophotomètre FTIR- 8400 de marque SHIMADZU , à partir de pastilles de KBr anhydre renfermant environ 1 % en masse de poudres d'échantillons constituées de poudre de *Gingembre, Graviola, Ephédra alata, Ajuga Iva et l'Ortie.*

Dans un premier temps on effectue la préparation de l'échantillon en pastille. L'échantillon en poudre est incorporé à un support qui n'absorbe pas dans l'IR moyen, C'est le bromure de potassium KBr.

Un mélange homogène à l'état 1% de poudre / poudre KBr est préparé puis déposé dans un moule qui est soumis à une très forte pression dans une presse hydraulique. Il est ensuite extrait du moule sous forme d'une pastille.

La pastille est placée dans le compartiment de mesure du spectre. Le signal enregistré par le détecteur donne le spectre IR de l'échantillon.



Figure II-3. Spectromètre FTIR utilisé pour nos analyses

II- 5-3.Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux dans les différents extraits est réalisé par la méthode de Folin-Ciocalteu **[81].**

- ***Principe***

Le réactif de Folin-Ciocalteu est un acide de couleur jaune, constitué de polyheterocycles acides contenant un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$), il est réduit par les phénols en un mélange d'oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}). Cette coloration bleue dont l'intensité est proportionnelle aux taux de composés phénoliques présents dans le milieu donne un maximum d'absorption à 750 nm.

- **Mode opératoire :**

On dissout 1g d'extrait sec dans 100ml d'eau ou d'éthanol. On prend 0.3ml de cette solution mère à laquelle on ajoute 1.5ml de réactif de Folin-Ciocalteu à 10% (V/V) et 0.2 ml de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 7.5%. (m/V) (Figure II. 4)

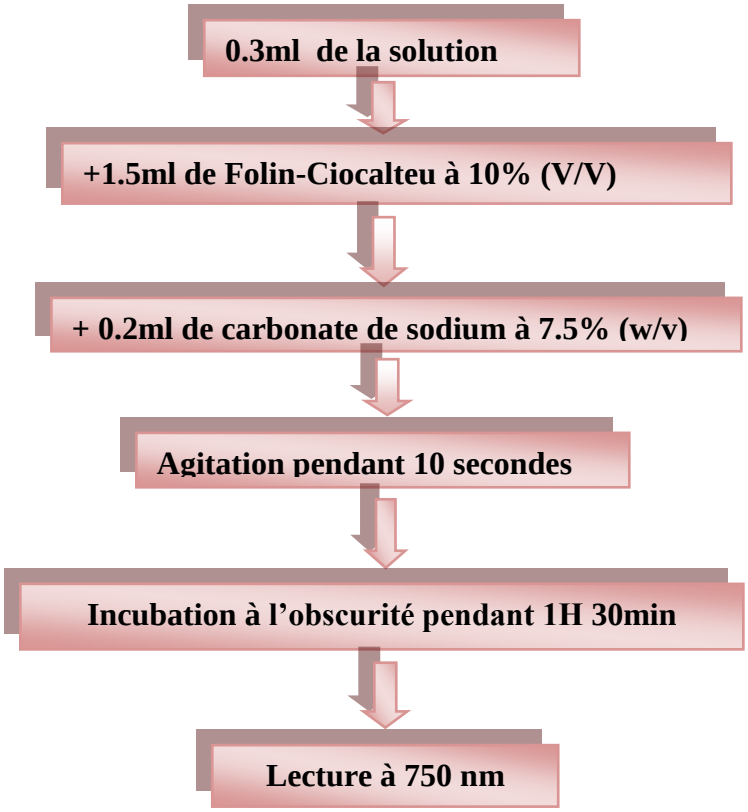


Figure II. 4: Dosage des phénols totaux par la méthode de Folin-Ciocalteu

Les concentrations des polyphénols totaux contenus dans les extraits sont calculées en se référant à la droite d'étalonnage (y= ax+b) obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard à différentes concentrations dans les mêmes conditions que les échantillons. La lecture des absorbances est effectuée en utilisant un spectromètre UV-Visible (Figure II. 5)



Figure II. 5. Spectromètre UV-Visible utilisé pour nos expériences

Les résultats sont exprimés en mg équivalent en acide gallique/ g d'extrait sec en appliquant la formule suivante :

(C= (c x F xV) / m) [81]

C : La teneur en phénols totaux (mg d'acide gallique/ g d'extrait sec).

c : La concentration de l'acide gallique établie à partir de la droite d'étalonnage (mg/ml).

F : Facteur de dilution (nous avons prelevé 0.3 ml de la solution mère auquels nous avons rajouté les réactif jusqu'à un volume total de 2 ml, donc F = 2/0.3 = 6.67. nous avons dilué 6.67 fois)

V : Volume de l'extrait méthanolique ou aqueux (en ml)

m : Le poids de l'extrait sec (en g).

Pour nos expériences 0.1 g d'extrait sec est dissout dans 100ml d'eau pour les extraits obtenus par décoction et d'éthanol pour les extraits obtenus par macération. Donc V =100ml et m = 0.1 g d'extrait sec.

(Le blanc est représenté par l'éthanol ou eau additionné du Folin-Ciocalteu et de carbonate de sodium).

- **L'acide gallique**

Voici la structure chmique de l'acide gallique, qui est un acide phénolique antioxydant, utilisé dans nos expériences comme standard pour la détermination de la teneur en PPT.

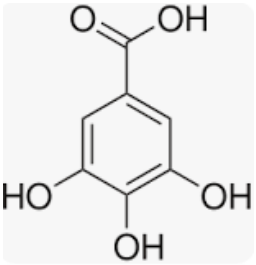


Figure II-6. Structure chimique de l'acide gallique [79]

II-5-4. .Dosage des flavonoides

Les teneurs en flavonoïdes des extraits ont été mesurées à l'aide d'une méthode colorimétrique en utilisant le chlorure d'aluminium [81]**.** Un volume de 1 ml de chaque extrait à différentes concentrations est mélangé avec 1 ml de chlorure d'aluminium (2%). Après incubation à température ambiante pendant 10 minutes, l'absorbance est mesurée à 430 nm (Figure II. 6).

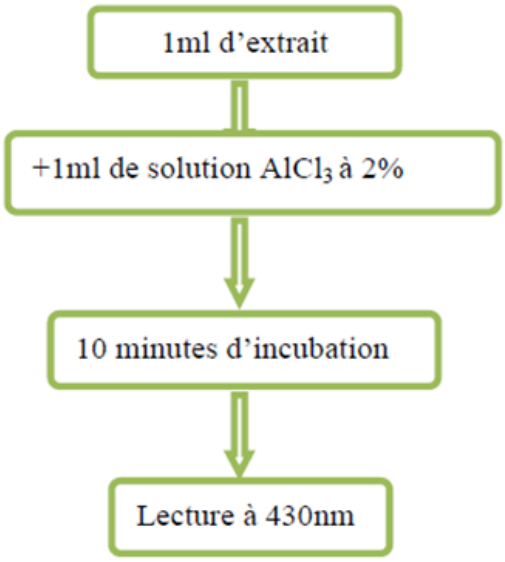


Figure II-7. Dosage des flavonoides totaux

Les résultats sont exprimésen mg équivalent quercetine et de rutine par gramme d'extrait sec et de matière sèche en se référant à la courbe d'étalonnagede la quercetine et de la rutine en appliqant la formule suivante :

(C= (c x F xV) / m) [81]

C : La teneur en flavonoides

c : La concentration de la quercetine ou de la rutine établie à partir de la droite d'étalonnage (mg/ml).

F : Facteur de dilution (nous avons prelevé 1 ml de la solution mère et nous avons ajouté 1ml de $AlCl_3$, volume total = 2 ml, donc F = 2/1 = 2. nous avons dilué 2 fois)

V : Volume de l'extrait méthanolique ou aqueux (en ml)

m : Le poids de l'extrait sec (en g).

Pour nos expériences 0.1 g d'extrait sec est dissout dans 100ml d'eau pour les extraits obtenus par décoction et d'éthanol pour les extraits obtenus par macération. Donc V =100ml et m = 0.1 g d'extrait sec.

(Le blanc est représenté par l'éthanol ou eau additionné du Clorure d'Aluminium).

- **La rutine**

La rutine est un diglycoside de la quercetine. C'est un flavonoide naturel de type flavonol qui possède des propriétés pharmacologiques intéressantes. Il est hydrolysé en quercétol dans le tractus gastro-intestinal [82]. Pour cela nous l'avons choisi, ainsi que la quercetine, comme standards pour évaluer la teneur des cinq plantes en flavonoides,

La formule chimique de la rutine est la suivante:

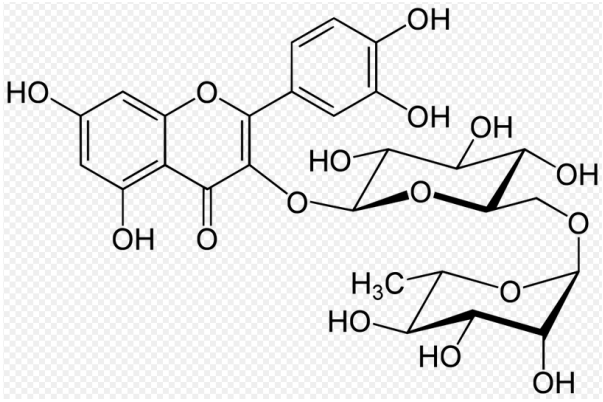


Figure II-8 Structure chimique de la rutine [79]

- **Quercétine**

La quercétine est un flavonoïde de la sous-classe des flavonols, auxquels il confère de fortes propriétés antioxydantes.

La formule chimique de la quercétine est la suivante

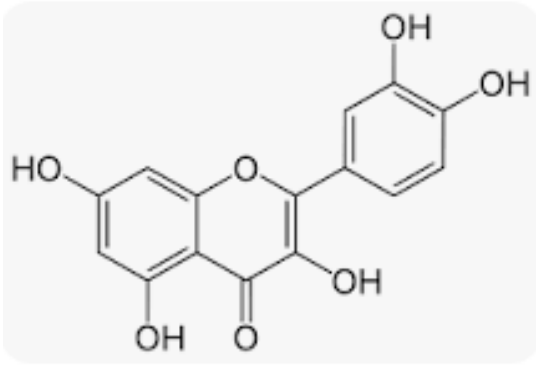


Figure II-9 Structure chimique de la quercetine [79]

CHAPITRE III :

Résultats et interprétations

CHAPITRE III : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

III-1. Rendement de l'extraction

Les valeurs des rendements d'extraction, avec les cinq plantes, par les deux méthodes sont représentées sur les tableaux suivants

Tableau III-1.Résultats des rendements d'extraction

III-1-a : Décoction (V=200 ml)

Plantes	Ortie	Ajuga iva	Graviola	Gigembre	Ephédra
La masse (g) extrait sec	1.441	3.054	2.997	5.028	3.054
Rendement	7.205	15.27	14.985	25.14	15.27

Tableau III-1-b : Décoction (V=300 ml)

Plantes	Ortie	Ajuga iva	Graviola	Gigembre	Ephédra
La masse (g) extrait sec	2.361	4.199	2.404	5.061	3.291
rendement%	11.805	20.995	12.02	25.305	16.455

Tableau III-1-c: Macération 2 fois (V_T=200 ml (100+100))

Plantes	Ortie	Ajuga iva	Graviola	Gigembre	Ephédra
La masse (g) extrait sec	2.53	1.313	0.724	4.759	3.644
rendement%	12.65	6.565	3.62	23.795	18.22

Tableau III-1-d : Macération 3 fois (V_T= 300 ml (100+100+100)

Plantes	Ortie	Ajuga iva	Graviola	Gigembre	Ephédra
La masse (g) extrait sec	1.353	1.751	0.612	5.493	4.214
rendement%	6.765	8.755	3.06	27.465	21.07

Tableau III-1-e : Macération 2 fois (V_T= 300ml (150+150)

Plantes	Ortie	Ajuga iva	Graviola	Gigembre	Ephédra
La masse (g) extrait sec	1.584	1.92	1.322	3.278	5.264

rendement%	7.92	9.6	6.61	16.39	26.32

Le taux le plus élevé a été détecté dans l'extrait ethanolique de *gingembre* obtenue par macération 3 fois avec un pourcentage de 27.465 %, suivi de l'extrait éthanolique (macération 3fois) de *l'ephédra* avec un pourcentage de 26,32%. Le taux le plus faible a été enregistré dans l'extrait éthanolique du *graviola* avec un pourcentage de 3.06% pour le même hydromodule (matière/solvant = 0.067). La macération 2 fois a donné des valeurs plus élevées que la macération 3 fois sauf pour le *gingembre* (Figure III.1).

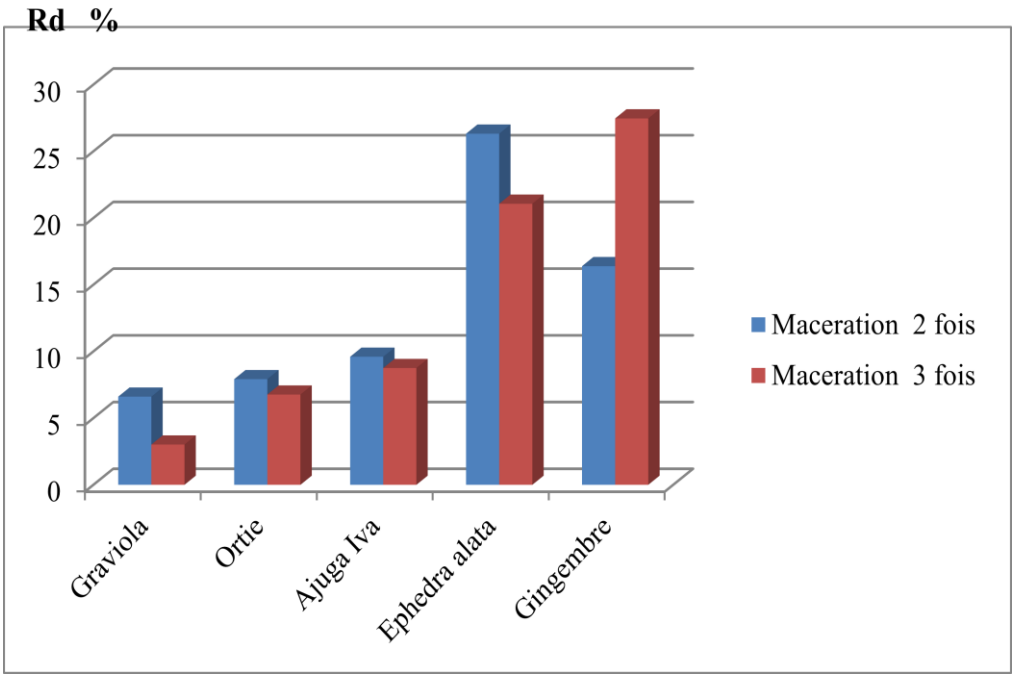


Figure III.1. Valeurs des rendements par macération pour le même hydromodule HM =0.067

Les valeurs des rendements d'extraction sont inversement proportionnelles à hydromodule pour les plantes *ephedra alata, ajuga iva et le graviola* cela est bien illustré sur l'histogramme de la figure III.2.

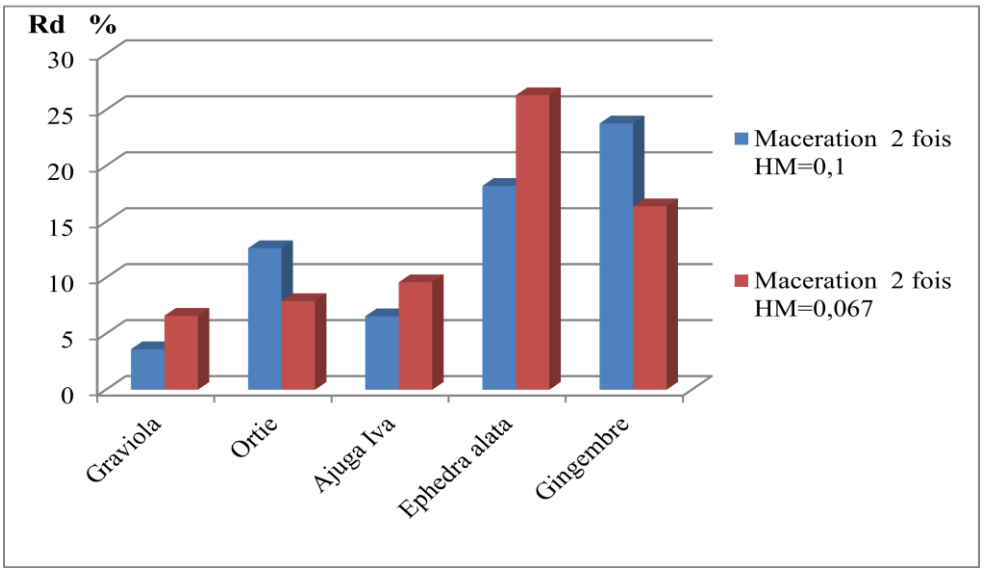


Figure III.2 : Valeurs des rendements d'extraction par macération en fonction de l'hydromodule

Il est de même pour l'extraction par décoction, les rendements obtenus pour un rapport masse /volume de 0.067 sont plus élevés sauf pour le *graviola* (Figure III.3)

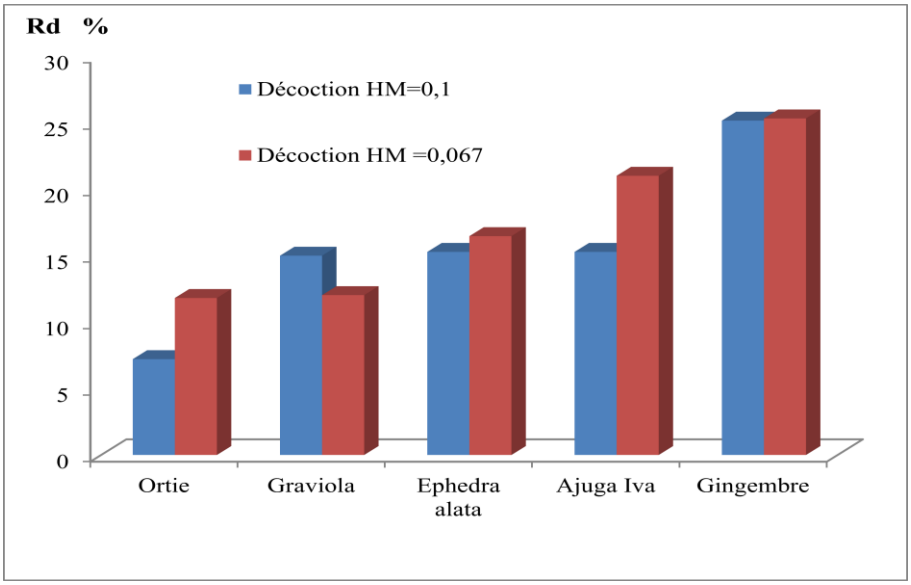


Figure III.3 : Influence de l'hydromodule sur les rendements d'extraction par décoction

La mode d'extraction influe sur le rendement ; la décoction a donné des valeurs plus élevés de rendement que la macération, sauf pour *l'ephedra alata*, et cela pour le même rapport masse / solvant (Figure III.4). Ce résultat est lié aussi à la polarité du solvant, l'eau est plus polaire que l'éthanol.

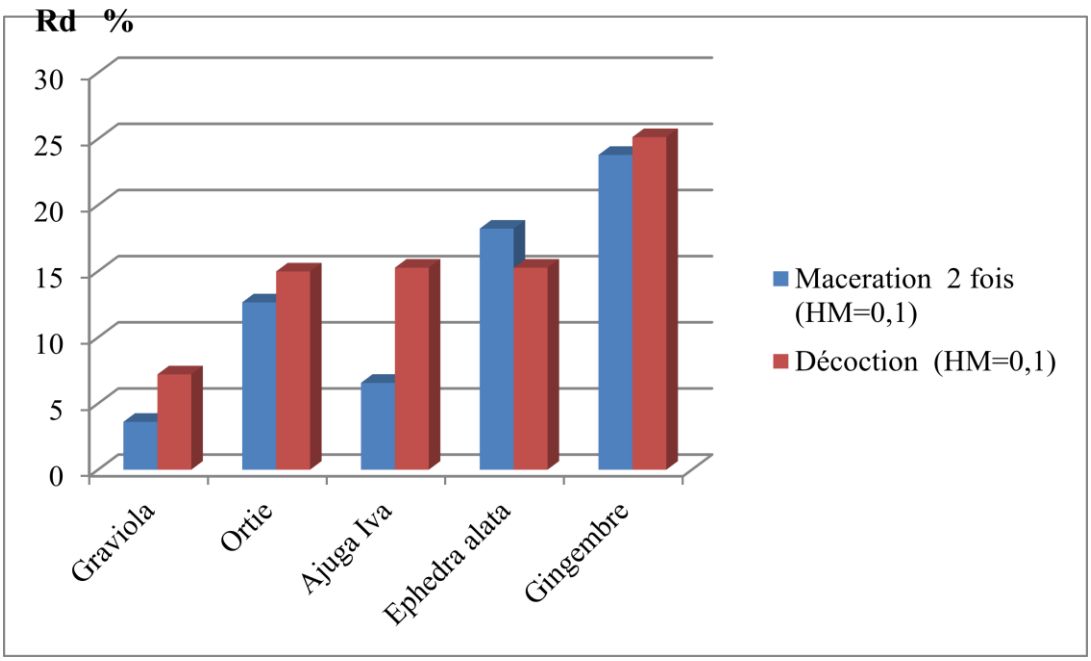


Figure III.4 : Comparaison des valeurs des rendements des 2 méthodes d'extraction pour le même hydromodule

La température de l'extraction utilisée pour la décoction est de 60 °C tandis que la macération est réalisée à température ambiante. La température influe donc sur le rendement d'extraction ce qui explique plus le résultat de la figure III.4.

III-2.Dosage des polyphénols totaux

Les concentrations des polyphénols totaux contenus dans les extraits sont calculées en se référant à la droite d'étalonnage (y= ax+b) obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard à différentes concentrations.

Courbe d'étalonnage de l'acide gallique

On a fait dissoudre 10 mg d'acide gallique dans 10ml d'éthanol (solution mère d'acide gallique 1g/l). A partir de cette solution on a préparé les étalons (Le blanc est représenté par l'éthanol)

La détermination de la teneur en polyphénols totaux des différents extraits a été réalisée selon la méthode utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. La droite montre une linéarité de l'absorbance en fonction des concentrations. Les quantités des polyphénols correspondantes de chaque extrait sont déterminé par l'équation de type: **A = 0.132 C**sachant que **R^2 = 0.997 (Figure III. 5)**

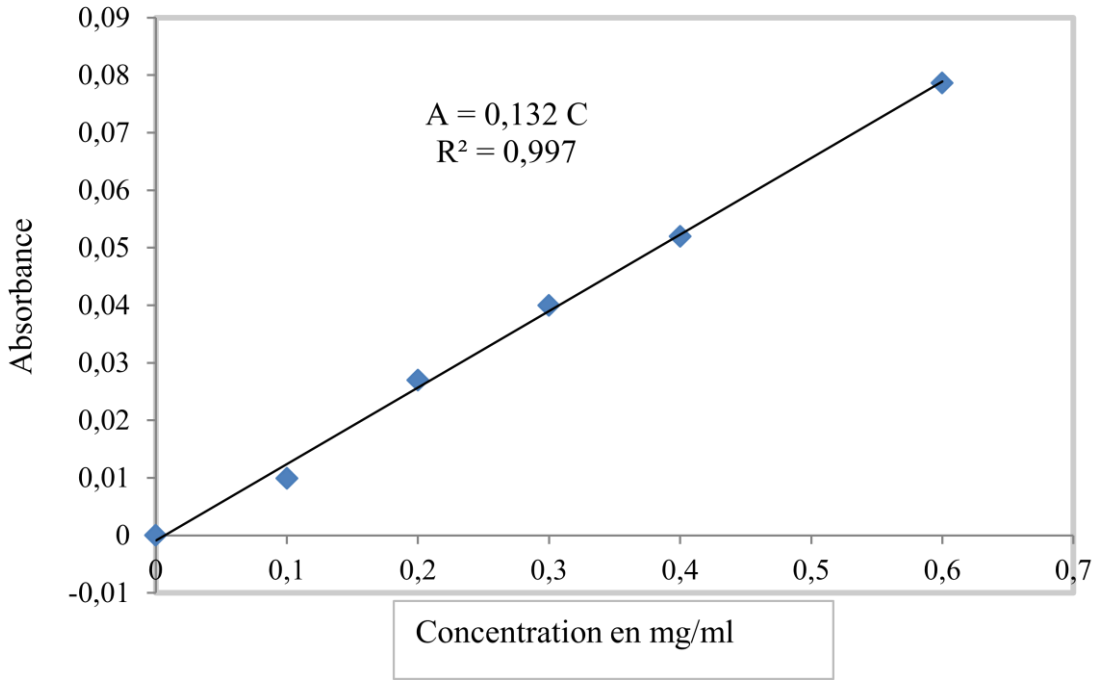


Figure III.5: Courbe d'étallonage de l'acide gallique dans l'éthanol

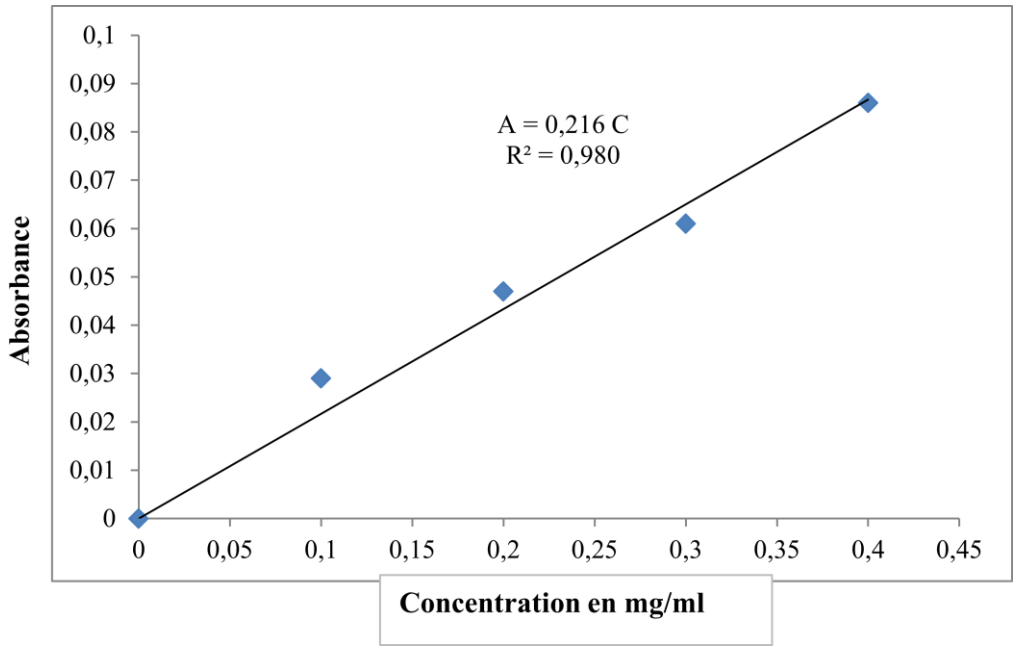


Figure III.6: Courbe d'étallonage de l'acide gallique dans l'eau

Les valeurs obtenues sont exprimées en mg EAG/g ES (Tableau III.2).

Tableau III.2. Teneurs en polyphénols totaux dans les extraits secs

Extrait	Concentration en polyphenols (mg EAG/g ES) Extrait aqueux		Concentration en polyphenols (mg EAG/g ES) Extrait éthanolique		
	V_T = 200 ml	**V_T = 300 ml**	**2 fois V_T= 200ml**	**2 fois V_T= 300ml**	**3 fois VT = 300 ml**
Gingembre	14,73	31,33	41.10	101,6	103,92
Ajuga iva	39.92	36.14	57.94	87.15	88.61
Graviola	54.76	51.18	56.48	82,21	124,0
Ephédra	237.33	134.95	308.68	137.28	356,76
Ortie	50,41	41,10	101,6	133,4	126,41

(EAG/g ES : mg équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait sec)

Daprès les résultats du tableau III.2, il apparait clairement que les extraits éthanoliques contiennent plus de polyphénols que les extraits aqueux. *L'éphedra* en contient plus que les autres plantes. Cela explique son utilisation par les individues pour le traitement du cancer. Une plante riche en antioxydants (polyphenols, flavonoides) possède un effet plus efficace sur les maladies dangereuses **[83,84].**

Les teneurs en polyphénols totaux sont bien illustrés, en fonction des deux hydromodules, sur les figures III.7 et III.8.

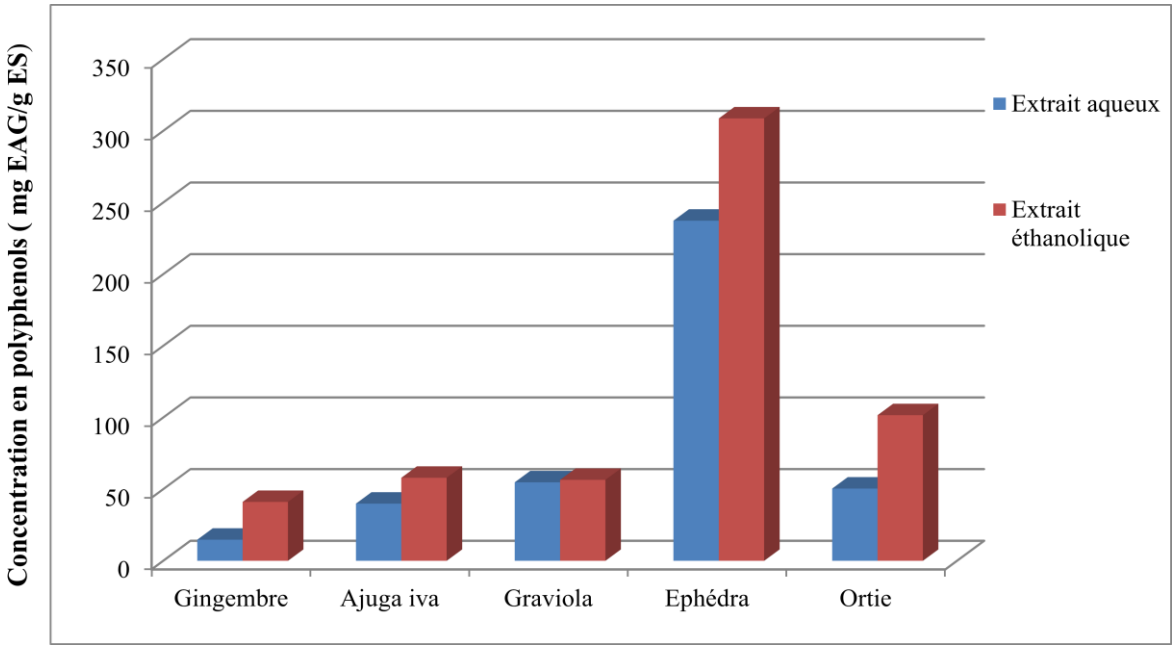


Figure III.7. Teneurs en polyphénols totaux pour un HM = 0.1

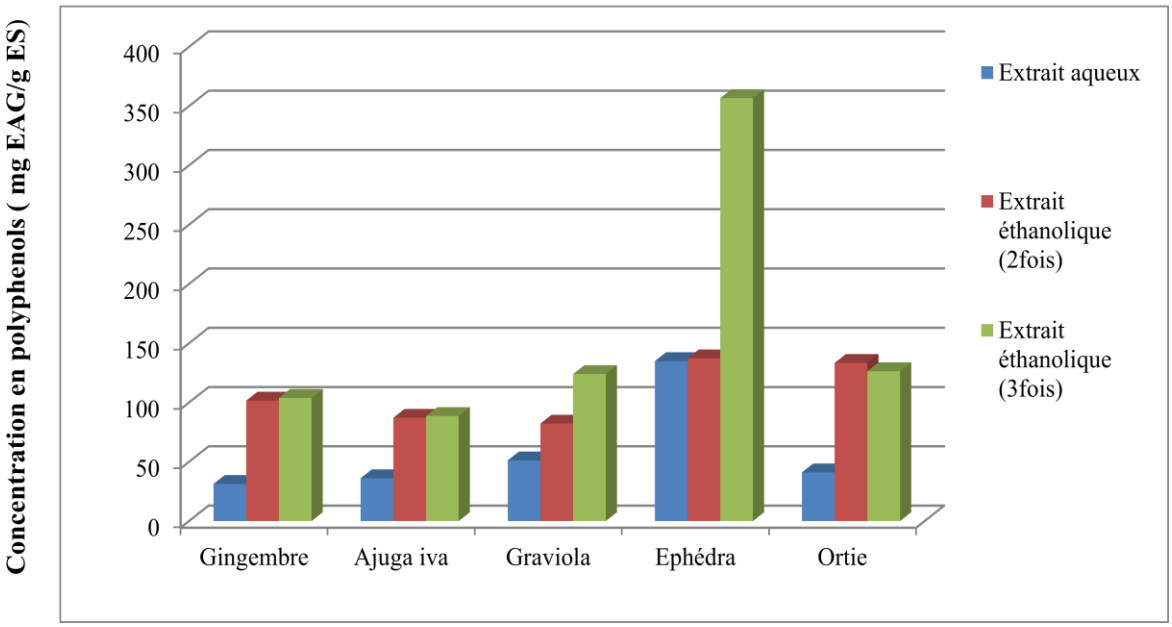


Figure III.8. Teneurs en polyphénols totaux pour un HM=0.067

Globalement les résultats obtenus montrent que les cinq plantes sont riches en composés phénoliques. Les extraits éthanoliques sont plus riches en PPT que les extraits aqueux. Ce résultat est en accord avec le travail de François Muanda [85] sur les plantes : *Daniella oliveri et Ficus capensis* qui trouve que les extraits aqueux sont les soins riches en PPT.

Il a utilisé un mélange hydroalcolique methanol /eau à 30 et à 70 % (v/v) auquels Il a obtenu un taux plus élevé en comparaison à l'extrait aqueux . Son meilleur résultat c'est avec 70% en methanol..

III-3.Dosage des flavonoides totaux

Les flavonoides représentent une partie des composés phénoliques. Leur quantification a été effectuée par une méthode basée sur la formation d'un complexe très stable, entre le chlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présent sur les carbones des flavonoïdes [82].

Les résultats sont exprimés en mg équivalent quercetine/ g d'extrait sec en se référant à la courbe d'étalonnage de la quercetine. A = 0.0281 C avec C en µg/ml et R^2= 0.998.

Tableau III.3. Teneurs en flavonoides en mg équivalent de quercetine par gramme d'extrait sec

Extrait	Concentration en flavonoides (mg EQ/g ES) Extrait aqueux		Concentration en flavonoides (mg EQ/g ES) Extrait éthanolique		
	V_T = 200 ml	**V_T = 300 ml**	**2 fois V_T= 200ml**	**2 fois V_T= 300ml**	**3 fois VT = 300 ml**
Gingembre	2.62	9.16	9.74	18.99	17.64
Ajuga iva	24.26	25.33	37.64	63.18	56.36
Graviola	26.25	30.73	55.07	48.67	63.68
Ephédra	26.04	15.074	32.58	58.70	37.42
Ortie	24.96	10.86	57.35	51.59	44.75

Les extraits éthanoliques sont plus riches en flavonoides que les extraits aqueux (Figure III.9). L'éthanol possède un double éffet puisque il represente une partie polaire (groupement hydroxyle) et une partie apolaire (chaine carbonée) ; ce qui permet d'extraire plus de composés polaires et peu polaires et apolaires, en comparaison à l'eau qui peut extraire plus de composés polaires que de composés peu polaires ou apolaires.

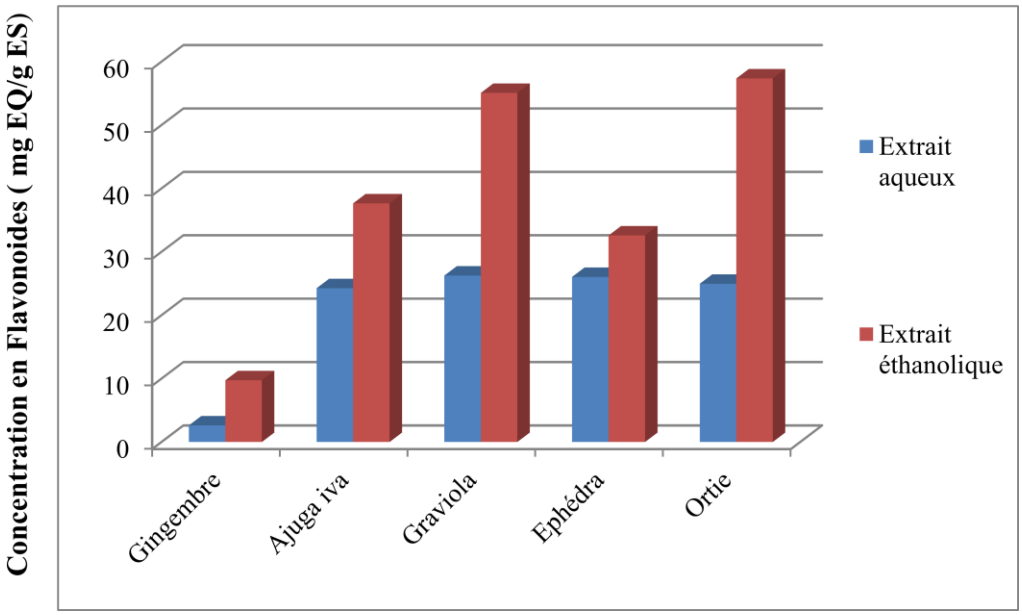


Figure III.9. Teneurs en flavonoides pour HM = 0,1

Ajuga iva et graviola contiènnent plus de flavonoides que les autres plantes, ce résultat est bien illustré sur la figure III.10.

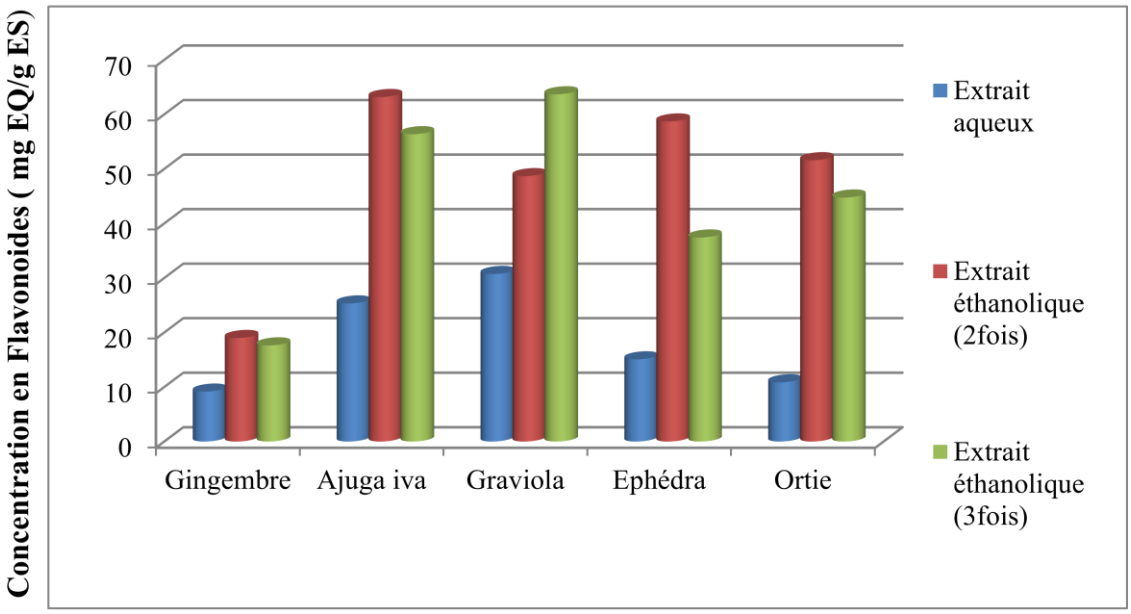


Figure III.10. Teneurs en flavonoides pour HM = 0.067

La figure III-11 représente la courbe d'étalonnage de la rutine dans l'eau. L'équation de la droite est A= 0.487C avec R^2=0.992.

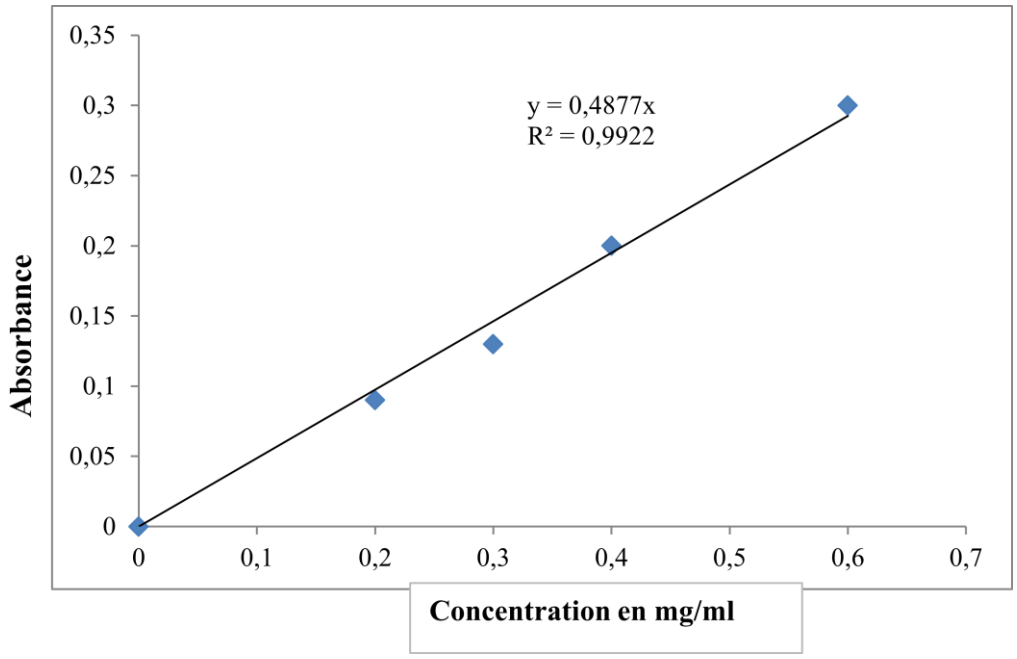


Figure III.11. Courbe d'étalonage de la rutine dans l'eau

Le tableau suivant regroupe les teneurs en flavonoides en mg équivalent de rutine par gramme d'extrait sec.

Tableau III.4. Teneurs en flavonoides en mg équivalent de rutine par gramme d'extrait sec.

Extrait	Concentration en flavonoides (mg EQ/g ES) Extrait aqueux		Concentration en flavonoides (mg EQ/g ES) Extrait éthanolique		
	V_T = 200 ml	**V_T = 300 ml**	**2 fois V_T= 200ml**	**2 fois V_T= 300ml**	**3 fois VT = 300 ml**
Gingembre	5.4	23.8	25.4	51.4	47.6
Ajuga iva	66.2	69.2	103.8	175.6	156.4
Graviola	71.8	48.4	152.8	134.8	177
Ephédra	71.2	40.4	89.6	163	103.2
Ortie	68.2	28.6	159.2	143	123.8

Sur le tableau suivant sont regroupés les teneurs en flavonoides par rapport à un gramme de matière sèche utilisée initialement pour l'extraction. Les résultats sont obtenus en multipliant les valeurs du tableau III-2 par le rendement de l'extraction (masse de l'extrait sec/ masse de la plante (20g)

Tableau III.5. Teneurs en flavonoides en mg équivalent de rutine par gramme de plante utilisée pour l'extraction.

Extrait	Concentration en flavonoides (mg ER/g MS) MS		Concentration en flavonoides (mg ER/g MS) Extrait éthanolique		
	V_T = 200 ml	**V_T = 300 ml**	**2 fois V_T= 200ml**	**2 fois V_T= 300ml**	**3 fois V_T = 300 ml**
Gingembre	1.357	6.022	6.043	8.702	13.073
Ajuga iva	10.108	14.528	6.814	16.857	13.692
Graviola	10.759	5.817	5.531	8.910	5.416
Ephédra	10.872	6.647	10.949	42.901	21.744
Ortie	4.808	3.376	2.138	11.325	8.375

mg ER/g MS : mg équivalent de rutine par gramme de matière sèche (la masse de plante utilisée pour l'extraction).

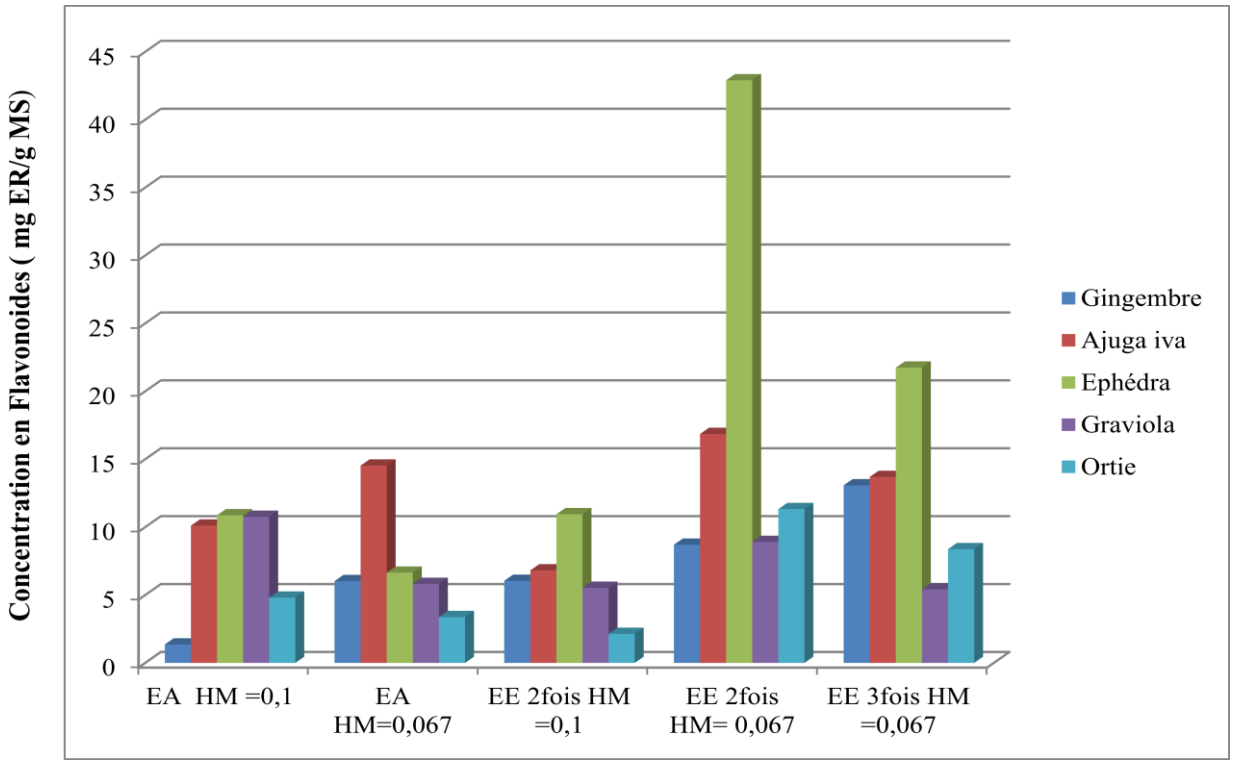


Figure III.12. Teneurs en flavonoides en mg de rutine/ g de MS

(EA : Extrait aqeux, EE : Extrait éthanolique)

D'aprèsa figure III.12, il apparait clairement que la plante *ephedra* contient plus de flavonoides de type flavonols suivi de *l'ajuga iva*. Les flavonoides sont connus par leur fort effet antioxydant.

II-4. Analyse infrarouge

Les spectres infrarouges ont été obtenus grâce à un spectrophotomètre FTIR de marque Shimadzu 8400, sur des pastilles de KBr anhydre renfermant environ 1 % en masse de poudre de différentes plantes.

L'objectif de la spectrométrie infrarouge est l'identification des fonctions chimiques présentes dans un produit. Le principe de cette méthode se base sur les liaisons, entre les atomes composant une molécule et qui possèdent des fréquences de vibration propre. Ces liaisons absorbent les rayons électromagnétiques d'énergie correspondante. Ainsi, la molécule absorbe les rayonnements infrarouges différemment à diverses fréquences, chacune est caractéristique d'une fonction chimique.

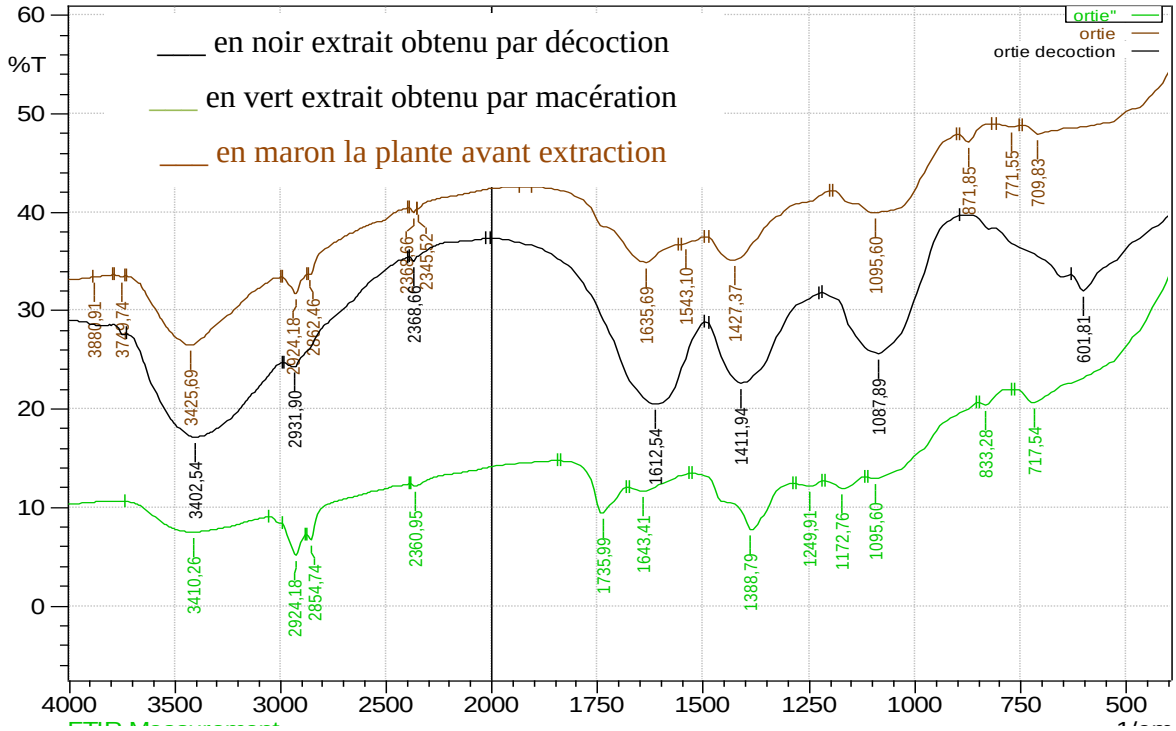


Figure III.12 : Spectres IR de l'ortie

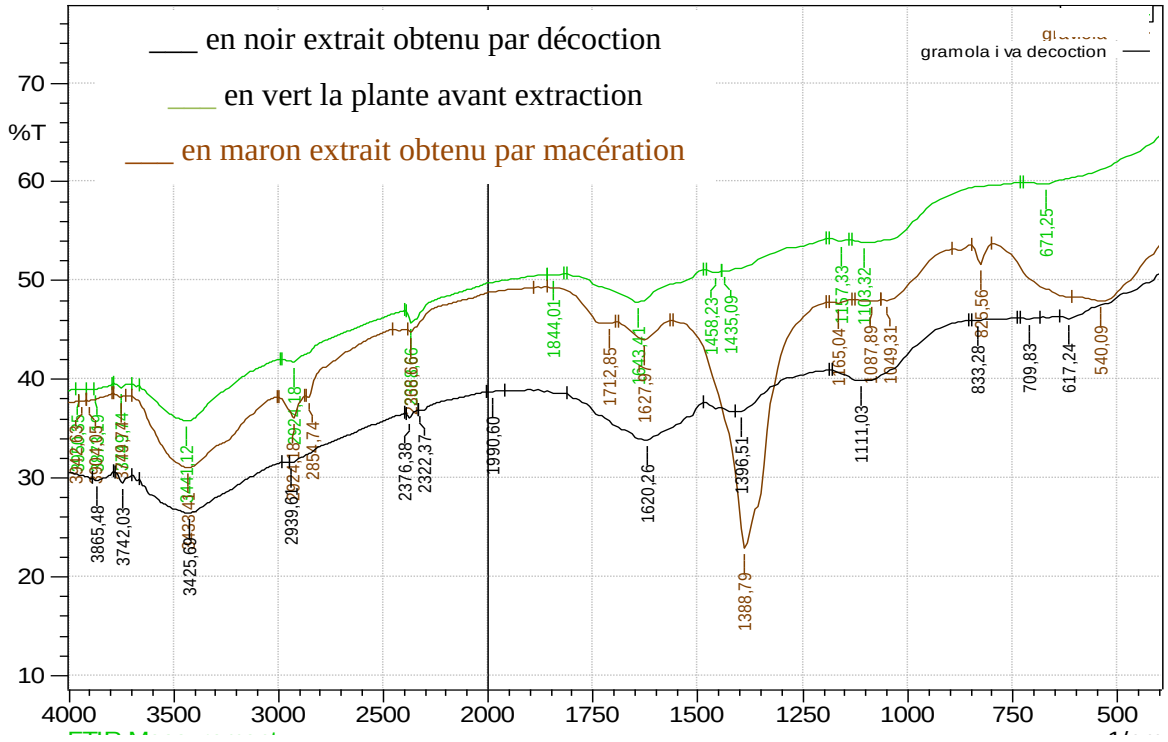


Figure III.13 : Spectre IR du *graviola*

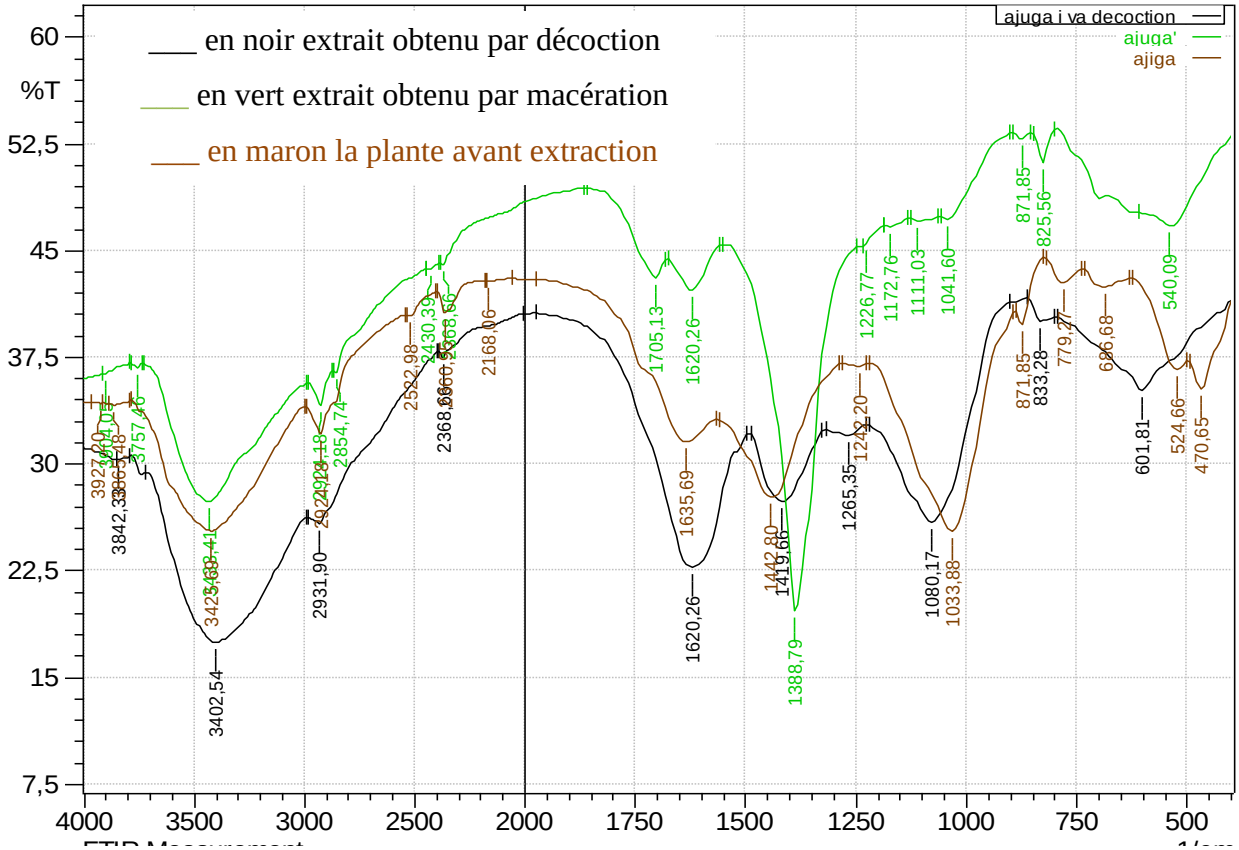


Figure III.14: *Ajuga iva*

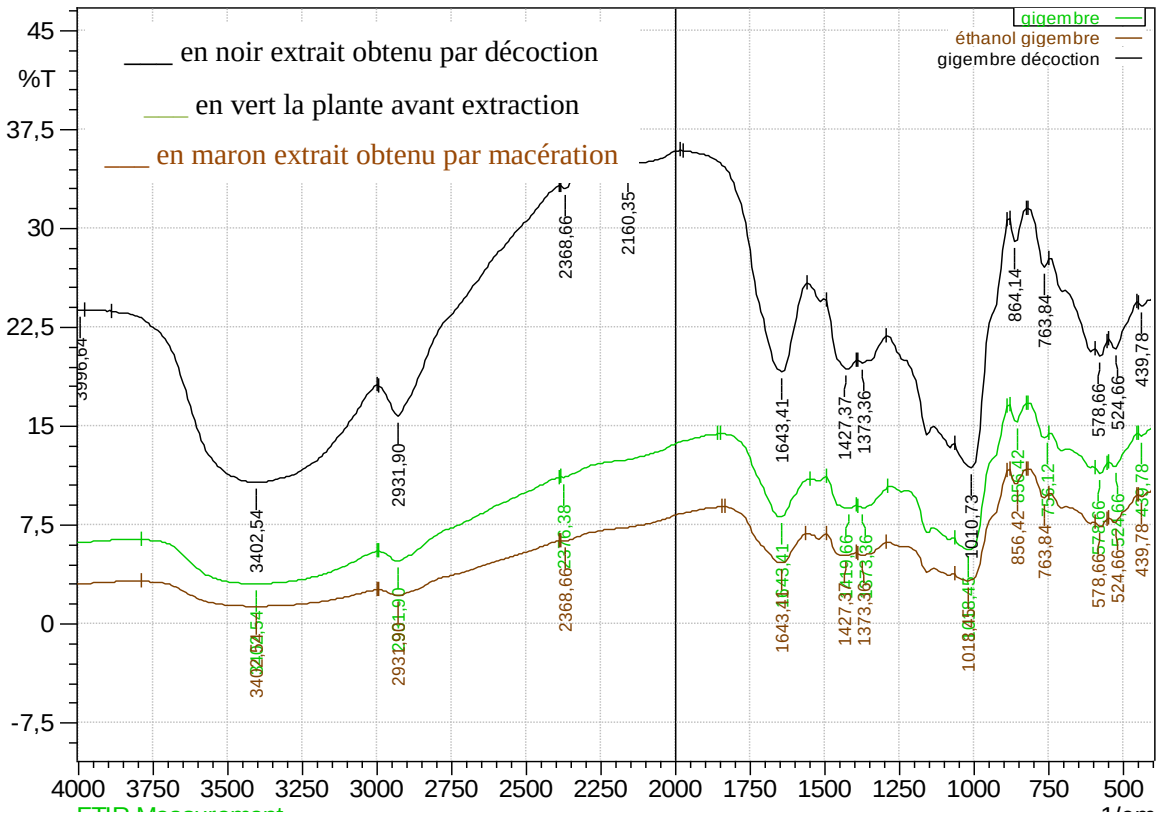


Figure III.15: *Gingembre*

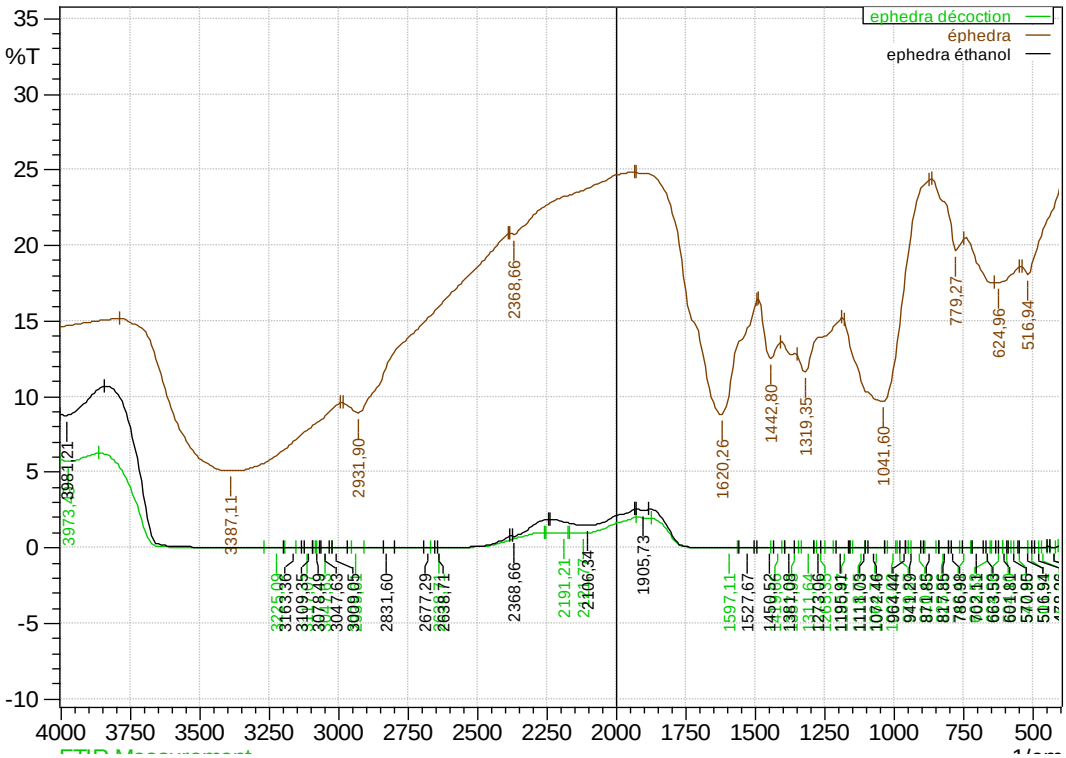


Figure III.16: *Ephédra*

A partir des résultats d'analyse par infra-rouge des différentes fractions des extraits, il ressort que les cinq plantes se caractérisent par plusieurs liaisons à fonctions variables. En effet, les bandes larges autour de 3400 cm-1 sont associées à la vibration d'élongation de la liaison OH (fonction phénol). Les bandes étroites autour de 2924 à 2926 cm-1 correspondent à la vibration de déformation de la liaison CH (fonction alcène). Les bandes fortes autour de 1630 à 1640 cm-1 correspondent à la vibration d'élongation de la liaison C=O (fonction aldéhyde). Enfin, les bandes autour de 1095 cm-1 sont attribuées à la vibration d'élongation de la liaison C-H (fonction éther) [86].

Les extraits obtenues par macération représente un pic supplementaire aux alentour de 1388 cm-1 qui correspond à la déformation dans le plan de la liaison OH des alcools [86]. Ici il s'agit de l'éthanol qui peut se trouver en traces dans nos extraits.

Conclusion

CONCLUSION

Les plantes médicinales représentent une source essentielle de substances naturelles bioactives d'intérêt thérapeutique .Ces molécules suscitent actuellement l'intérêt de plusieurs chercheurs en raison des bénéfices sur la santé humaine.

Le principal objectif de ce travail de recherché est d'éffectuer une etude comparative entre cinq plantes utilisées en medecine traditionnelle pour le traitement de diabète et cancer :: Gingembre, *Ajuga Iva, Graviola, Ephedra et Ortie.*

.

Deux procédés d'extraction sont utilisés: la macération à l'éthanol et la décoction, les principaux résultats obtenus sont les suivants:

- L'extraction par décoction a donné des rendements plus élevés que la macération à l'éthanol pour le même hydromodule. Le rendement d'extraction dépend du mode d'extraction, de la nature de la plante étudiée, de la polarité du solvant d'extraction ainsi que de l'hydromodule.
- La détermination de la teneur en polyphénols totaux des différents extraits a été réalisée selon la méthode utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Les quantités des polyphénols correspondantes de chaque extrait ont été rapportées en équivalent gramme d'acide gallique par gramme de matière sèche. Les résultats montrent des taux en PPT plus élevés dans les extraits éthanoliques.
- Les cinq plantes sont riches en polyphénols et flavonoides, le taux le plus élevé est obtenu avec l'*ephedra alata*.
- Les spectres IR obtenus sont caractéristiques des composés présents dans l'échantillon. Ils nous fournissent de l'information sur la structure chimique, la conformation et la dynamique de l'échantillon étudié. La spectroscopie IR a montré la présence des bandes caractéristiques de quelques fonctions qui existent au sein des cinq plantes et de leurs principes actifs

PERSPECTIVES

En perspectives, dans le but de compléter cette étude, on propose :

- d'utiliser les méthodes d'extraction nouvelles de la chimie verte
- d'effectuer le dosage des alcaloides qui possèdent un effet très efficace dans le traitement du cancer.
- d'évaluer l'activité antioxydante de tous les extraits

- de tester et exploiter d'autres systèmes de solvants pour améliorer l'extraction de certains constituants de ces plantes par exempleles mélange hydroalcoliques.
- d'étudier l'activité antioxydante des huiles essentielles de ces plantes.
- d'identifier les principes actifs de ces espèces avec les méthodes chromatographiques.
- d'évaluer l'activité anticancéreuse in vitro.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

[1] Bruneton J. Éléments de phytochimie et de pharmacognosie, Ed. Tec Doc Lavoisier, (1987)

[2] MOUBOURGUET P. mémo Larousse; encyclopédie générale, visuelle et Thérapeutique, ED; Larousse, paris, (1999).

[3] Hopkings, W.G. Physiologie végétale.2eme édition. De Boeck. Espagne (2003).

[4] Wichtl et Anton, Plantes thérapeutiques: tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. 2ème édition, TEC & DOC (2003).

[5] ISERIN P.. Encyclopédie des plantes médicinales. Ed. Larousse-Bordas, Paris (2001)

[6] SOFOWORA A.,. Plantes médicinales et médicine traditionnelle d'Afrique. Ed. Karthala, France, 378 p.substances végétales d'Afrique d'orient et d'occident. Ed Edas Alger (2010)

[7] C. Palayer, Médecines non conventionnelles: législation et pratiques professionnelles, (2004)

[8] SHS/EGC/IBC, Rapport du CIB sur les systèmes de la médecine traditionnelle et leurs implications éthiques, Paris, (février 2013),

[9] OMS, Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2014-2023, (2013),

[10] Farnsworth Norman R, Akerele Olayiwola, Bingel Audrey S, Soejarto Djaja D, Guo Zhengang, Medicinal plants in therapy, Bulletin of the world health organization, 63 (1985)

[11] WHO, World Health Organization, Geneva, (2002)

[12] Rubin M., Guide pratique de phytothérapie et d'aromathérapie. Ed. ellipses, Paris, (2004)

[13] Keller-Didier C, Les plantes médicinales. Ed. ALS, France (2004)

[14] Quieda F, Médecine arabe et ethnopharmacologie, les plantes du Coran, faculté de pharmacie. Ed. CNRSL Beyrouth, Liban (2006)

[15] Bézanger-Beauquesne L., Pinkas M., Torck M. Les plantes dans la thérapeutique moderne, 2 ème édition révisée, Ed. Maloine éditeur,(1986).

[16] **Chabrier, J.Y.**. Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie (2010)

[17] .Ziyyat A., Legssyer A., Mekhfi H., Dassouli A., Serhrouchni M. and Benjelloun W. Phytotherapy of hypertension and diabetes in oriental Moroccan. J Ethnopharmacol, (1997)

[18] Bellakhdar J., Claisse R., Fleurentin J. and Younos C. Repertory of standard herbal drugs in the Moroccan pharmacopoeia. J Ethnopharmacol, (1991)

[19] Baba Aissa F. Encyclopédie des plantes utiles. Flore d'Algerie et du Maghreb. Edition librairie modern-Rouiba. Alger (1999)

[20] Taleb-Senoucia D., Ghomaria H., Kroufa D., Bouderbalaa S., Prost J., LacailleDuboisc M.A. and Bouchenaka M. (2009). Antioxidant effect of Ajuga Iva aqueous extract in streptozotocin-induced diabetic rats. Phytomedicine, (2009)

[21] Diafat. A., Arrar. L., Derradji. Y., Bouaziz.F. Acute and chronic toxicity of the methanolic extract of Ajuga iva in rodents. International Journal of Applied Research in Natural Products.Vol (9). Issue (2016)

[22] Miara M., Bendif H., Rebbas K., Bounar R., Ait Hammou M and Maggi F. Medicinal plants and their traditional uses in the highlands region of Bordj Bou Arreridj(Northeast Algeria). Journal of Ethnopharmacology (In the process of submitting). (2017)

[23] Allali H., Benmehdi H., Dib M., Tabti B., Ghalem S and Benabadji N.. Phototherapyof diabetes in west Algeria. Asian Journal of Chemistry. 20 (2008)

[24] Draghi, F. L'Ortie dioique (Urtica dioica L.) : étude bibliographique. Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université Henri Poincare, Nancy, (2005)

[25] Camille, D., Christine, O. L'ortie dioïque Urtica dioica. Guide de production sous régie biologique. Filière des plantes médicinales biologiques du Québec (2009)

[26] Draghi, F. L'Ortie dioique (Urtica dioica L.): étude bibliographique. Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université Henri Poincare, Nancy, (2005)

[27] DRAGHI F, L'Ortie dioïque (Urtica dioica L.): Etude bibliographique. Thèsede Doctorat en Pharmacie, Université Henri Poincaré Nancy (2005)

[28] WICHTL M. et ANTON R., Plantes thérapeutiques: Tradition, pratiqueofficinale, science et thérapeutique. 2ème édition française, Paris: éd. Tee & Doc;Cachan. Médicale Internationales (2003)

[29] DRAGHI F., L'Ortie dioïque (Urtica dioica L.) : Etude bibliographique. Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université Henri Poincaré Nancy (2005)

[30] CANADAIS C, Le retour à la nature avec la cueillette de plantes sauvagesalimentaires: bienfaits ou dangers. Thèse de Doctorat en Pharmacie, université de
Nantes (2019)

[31] DELAHAYE J., Utilisations de l'ortie- Urtica dioïca L. Thèse de Doctorat enPharmacie, Université de Rouen UFR de médecine et de pharmacie.(2015).

[32] AFSSAPS (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé) Médicaments à base de plantes. Les Cahiers 3 de l'Agence, (1998).

[33] Traité pratique et raisonné des plantes médicinales indigènes. - 3 ème Edition Paris: . Del'Envol, (1997)

[34] Plantes thérapeutiques: tradition, pratique officinale, science et thérapeutique.- i me édition française par R. Anton Paris: éd. Tee & Doc; Cachan: éd. Médicales Internationales, (2003.)

[35] Braga M.E.M., Moreschi S.R.M., Meireles M.A.A. Effects of Supercritical FluidExtraction on Curcuma longa L. and Zingiber officinale R. Starches, Carbohydrate Polymers, (2006)

[36]. Faivre Cl., Lejeune L., Staub H., Goetz P. Zingiber officinale Roscoe. Phytothérapie, (2006)

[37] Gérard, Caractéristique botanique (2011)

[38] SHARMA P .,UNIYAL P.,TRIPITHL SH., NEGL S.- aflp based analysis of geneticdiversity within section pseudobaccatae and alatae of the genus ephedra in western himalaya.,vol. 2, issue 4 (2015)

[39] CHEBOUAT E, GHERRAF N, DADAMOUSSA B, ALLAOUI M, CHIRITE A ANDZELLAGUI A. Chemical composition of the dichloromethane extract of ephedra alataleaves and flowers. derPharmacialetter (2016)

[40] HUANG J. ET PRICE R.A., Estimation of the age of extant *ephedra* using chloroplastrbcl sequence data. mol. biol. evol, vol. 20, n°3 (2003)

[41] LIMBERGER R.P., JACQUES ALB, SCHMITT GC. ET ARBO MD., - Pharmacological effects of ephedrine. natural products (2013)

[42] AL-SNAFI AE., 2017- phytochemical constituents and medicinal properties of digitalis lanataand digitalis purpurea - a review. indo am j p sci (2017)

[**43] AL-RIMAWI, F., S. ABU-LAFI, J. ABBADI, A. A. ALAMARNEH, et al.** Analysis ofphenolic and flavonoids of wild Ephedra alata plant extracts by LC/PDA and LC/MS and their antioxidant activity. African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicine(2017).

[44] AMAKURA, Y., M. YOSHIMURA, S. YAMAKAMI, T. YOSHIDA, et al. Characterization of phenolic constituents from Ephedra herb extract. Molecules, (2013)

[45] CAVENEY, S., D. A. CHARLET, H. FREITAG, M. MAIER-STOLTE, et al.New observations on the secondary chemistry of world Ephedra (Ephedraceae).American journal of botany, (2001)

[46].NAWWAR, M. A., H. I. EL-SISSI AND H. H. BARAKAT, Flavonoid constituents of Ephedra alata. Phytochemistry, (1984)

[47] ABDEL-KADER, M. S., F. F. KASSEM AND R. M. ABDALLAH Two alkaloids from Ephedra aphylla growing in Egypt. Natural Product Sciences, 2003,

[48] OULD EL HADJ M., M. HADJ-MAHAMMED AND H. ZABEIROU Place des plantes spontanées dans la médicine traditionnelle de la région de Ouargla (Sahara septentrional EST). Courrier du savoir vol3,(2003)

[49] Yahaya Gavamukulya, F.W., Hany A. El-Shemy, Annona muricata: is the Natural therapy to most disease conditions including cancer growing in our Backyard? . Asian Pacific Journal of Tropical Medicine, (2017)

[50]. Chemat, F, Huma, Z., Khan, M.K., 2011. Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. Ultrasonincs Sonochemistry. (2011)

[51] Wang, L., Weller, C.L., Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants. Trends in Food Science and Technology. (2006)

[52] Kratchanova, M., Pavlova, E., Panchev, I., The effect of microwave heating of fresh orange peels on the fruit tissue and quality of extracted pectin.Carbohydrates Polymers. 56, 181-185. (2004)

[53] Yeoh, S., Shi J., Langrish, T.A.G., Comparisons between different techniques for waterbased extraction of pectin from orange peels.Desalination. (2008)

[54] Mandal, V., Mohan, Y., Hemalatha, S., Microwave assisted extraction-An innovative and promising extraction tool for medicinal plant research. Pharmacognosy Reviews. (2007)

[55] Routray, W., Orsat, V, Microwave-assisted extraction of flavonoids: A review. Food Bioprocess Technology. (2012**)**

[56] Ignat I., Volf I., Popa V.,. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. Food Chemistry. (2011)

[57]. Corrales, M., Toepfl, S., Butz, P., Knorr, D., Tauscher, B., Extraction of anthocyanins from grape by-products assisted by ultrasonic, high hydrostatic pressure or **(2008)**

[58] Diaaz-Reinoso, B., Moure, S., Domianguez, H., Parajoa, J.C., Supercritical CO2 extraction and purification of compounds with antioxidant activity.Journal of Agricultural and Food Chemistry. (2006)

[59] Prasad, dK.N., Hao, J., Shi, J., Liu, T., Li, J., Wei, X.Y., Antioxidant and anticancer activities of high pressure-assisted extract of longan (Dimocarpus longan Lour.) fruit pericarp. Innovative Food Science & Emerging Technologies. (2010)

[60] Dr Claire Laurent-Berthoud. Tisanes : Guide pratique pour toute la famille Prévenir, soulager et se soigner au naturel. édition Jouvence (2013)

[61] Bahorun, Substances Naturelles actives. La flore Mauricienne .une source (1997)

[62]The *American Journal of Epidemiology*, **154** : anticoagulant activity from Viola yedoensis Makino. *Fitoterapia*,

[63] Hennebelle, T.. Investigation chimique, chimiotaxonomique et pharmacologique de la lamiles productrices d'antioxydants : Marrubium peregrinum, Ballota larendana, Ballota pseudodictamnus (Lamiacées) et Lippia alba (Verbénacées). Thèse de doctorat-France, (2006)

[64] Macheix, J.J., Fleuriet, A., Jay-allemand, C., Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique, 1er Edition, Presses polytechniques et universitaires romandes (Italie) (2005).

[65]Crozier, A., Clifford, M.N., Ashihara, H. Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet. Edt Blackwell Publishing Ltd (2006).

[66]Nkhili, E-Z. Polyphénols de l'Alimentation : Extraction, Interactions avec les ions du Fer et du Cuivre. Oxydation et Pouvoir antioxydant. Diplôme de Doctorat. Université Cadi Ayyad - Faculté des Sciences Semlalia – Marrakech (2009).

[67]Jodoin, J., Demeule, M., Béliveau, R..Journal of Biochemistry and. Biophysical. Acta, (2002).

[68]Duthie, G. G., Duthie, S. J., Kyle, J. A. M.. Nutrition Research Reviews, 13 (2000).

[69]Tapas, A. R., Sakarkar, D. M. et Kakde, R. B. Flavonoids as nutraceuticals.Topical journal of pharmaceutical research, 7 (3) (2008).

[70] Namgoong, S. Y., Son, K. H., Chang, H. W., Kang, S. S., Kim, H. P. Effects of naturally occurring flavonoids on mitogen-induced lymphocyte proliferation and mixed lymphocyte culture.Life sciences, 54 (5) (1994).

[71] Hernåndez-Navarro, M. D.et Osorio-Esquivel, O., Ortiz-Moreno, A., GarduñoSiciliano, L.,Âlvarez, V. B, Antihyperlipidemic effect of methanolic extract from Opuntia ficus joconostle seeds in mice fed a hyperchloresterolemic diet. Plant foods hum nutr. 67 (2012).

[72] Liu, R.H. (2004). Potential synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. Journal of nutrition (2004)

[73] Narayana, K.R., Reddy, M.S., Chaluvadi, M.R. et Krishna, D.R. Bioflavonoids, classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. Indian Journal of. Pharmacologie, 33 (2001).

[74] Di Stefano, V., et al.,*Applications of liquid chromatography–mass spectrometry for food analysis.* Journal of Chromatography A, (2012)

[75] Velioglu, Y., et al.,*Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables, and Grain Products.* Journal of Agricultural and Food Chemistry, (1998).

[76] Amorati, R., M.C. Foti, and L. Valgimigli, *Antioxidant Activity of Essential Oils.* Journal of Agricultural and Food Chemistry, (2013)

[77] Zaporozhets, O.A., et al.,*A New Test Method for the Evaluation of Total Antioxidant Activity of Herbal Products.*Journal of Agricultural and Food Chemistry, (2004)

[78] Kim, J.W., Nagaoka, T., Ishida, Y., Hasegawa, T., Kitagawa, K., Lee, S.C., Subcritical water extraction of nutraceutical compounds from Citrus pomaces. Separation Science and Technology. (2009)

[79] **Marion MAUGEIN,** La Rutine et ses dérivés, Perspectives thérapeutiques et applications à l'officine, Thèse de doctorat de l'université de Limoge, 2015.

[80] LAIB I , KARIT H , BOUZERDOUNA R, KETTOUCHE F , BARKAT M , « Effet de digestion gastro-intestinale in vitro sur les composés phénoliques et l'activité antioxydante d'ail triquètre Allium triquetrum L », **J. Appl. Biosci. Vol: 171, (2022)**

[81] اسوان حمد الله عبود البيار **"تاثير طريقة الاستخلاص لجذور الزنجبيل في الفعالية المضادة للاكسدة" مجلة العلوم الزراعية العراقية -40 (1) :101-109 (2009)**.

[82] Emmanuel N Dri Koffi1, Yeboue Koffi François Kouakou, Bleouh Yves Nyamien, Roland Kouadoueu Deli, Louise Atchibri Anin, "Optimization of the Extraction of Total Flavonoids and Antioxidant Activity from *Lippia multiflora* Moldenke (Verbenaceae) Leaves using Experimental Design » **Journal of Advances in Medical and Pharmaceutical Sciences**, **23(8): 1-11, (2021)**

[83] Mbaïhougadobé S, Ngakegni-Limbili A.C, Gouollaly T, Koane J.N, Ngaissona P.1, Nkounkou Loumpangou C, Mahmout Y, Ouamba J-M, « Evaluation de l'activité anti-oxydante de trois espèces de plantes utilisées dans le traitement de la goutte au Tchad », **Revue CAMES – Série Pharm. Méd. Trad. Afr ; 18(2) : 28-35, (2017)**

[84] Ali-RACHEDI F, MERAGHNI S, TOUAIBIA N, Sabrina M, « Analyse quantitative des composés phénoliques d'une endémique algérienne Scabiosa Atropurpurea sub. Maritima L », ***Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 87, p. 13 -21, (2018).***

[85] François Nsemi MUANDA, « IDENTIFICATION DE POLYPHENOLS, EVALUATION DE LEUR ACTIVITE ANTIOXYDANTE ET ETUDE DE LEURS PROPRIETES BIOLOGIQUES », Thèse de doctorat de l'université Paul Verlaine-Metz, (2010).

[86] ***N. BELBOUKHARI, Z. MERZOUG, A. CHERITI, K. SEKKOUM , M. YAKOUBI,*** Etude de la caractérisation et la composition qualitative des huiles essentielles de six plantes médicinales par spectroscopie IR, *PhytoChem & BioSub Journal Vol. 7(1) ISSN 2170-1768. (2013).*