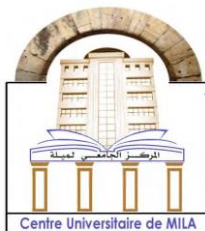


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N°Réf :....

Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF-Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

**Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de
Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

Thème :

**Etude comparative du contenu en composés phénoliques chez quelques plantes
médicinales**

Présenté par :

- Djannat Loucif
- Asma Kouloughli

Devant le jury :

- | | |
|---|---------------------------|
| ▪ Président : KHENNAOUI Badis (MCA). | Centre universitaire Mila |
| ▪ Examineur : ZOUAGHI Mohammed | Centre universitaire Mila |
| ▪ Promoteur : M ^{eur} BOUTELLAA Saber (MCB). | Centre universitaire Mila |

Année Universitaire : 2021/2022



REMERCIEMENT

*AVANT TOUT NOUS REMERCIONS **ALLAH** QUI NOUS A DONNÉ LA SANTÉ, LA VOLONTÉ ET LA PASSION DE RÉALISER CE TRAVAIL.*

NOUS TENONS À EXPRIMER NOS PROFONDS REMERCIEMENTS ET NOTRE VIVE RECONNAISSANCE À

MR. BOUTELLA SABER

POUR AVOIR ENCADRÉ ET DIRIGÉ CE TRAVAIL AVEC UNE GRANDE RIGUEUR SCIENTIFIQUE, ET POUR SA DISPONIBILITÉ, SES PRÉCIEUX CONSEILS, LA CONFIANCE QU'IL NOUS A ACCORDÉ ET POUR SON SUIVI RÉGULIER À L'ÉLABORATION DE CE MÉMOIRE.

NOUS REMERCIONS LES MEMBRES DE JURY QUE NOUS AVONS L'HONNEUR D'AVOIR ACCEPTÉ D'ÉVALUER CE TRAVAIL : KHENNAOUI BADIS ET ZOUAGHI MOHAMMED.

NOUS SINCÈRES REMERCIEMENTS AUX TOUS LES ENSEIGNANTS DU DÉPARTEMENT DE SCIENCE DE LA NATURE ET DE VIE POUR TOUTE L'AIDE QU'ELLE NOUS A APPORTÉ AU COURS DE LA RÉALISATION LA PARTIE EXPÉRIMENTALE LES PERSONNES DU LABORATOIRE PÉDAGOGIQUE ET TOUT LE PERSONNEL PÉDAGOGIQUE ET ADMINISTRATIF DU DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE DE L'UNIVERSITÉ DE MILA.

TOUTE PERSONNE QUI A PARTICIPÉ DE PRÈS OU DE LOIN, DIRECTEMENT OU INDIRECTEMENT À LA RÉALISATION DE CE TRAVAIL.

Merci

Dédicace

*Avec un énorme bonheur et une extrême joie
Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui j'aime et que j'apprécie énormément
De Leur aide et de leur soutien durant ma vie*

À

Mes parents

Mes sœurs : fati et zizou et leurs maris

Mon frère : Farid et sa femme

*Les enfants de la famille : Islam, Anas, Loulou, Bibicha, Nona, Mimou,
Maram, Abrar et bien sur Hadil*

*Mes amis : Phéri, Sousou, Hasna, Inina, Ikram, Hour, Maryouma,
Hindo et bien sûr Mr Rachdi*

Asma et sa famille

Mon Encadreur Dr Boutellaa Saber.

Madame Benmakhlouf. E

Toutes les personnes qui me respectent et qui m'aiment

Et surtout à moi-même.

Djannat loucif

Dédicace

*Avec un énorme bonheur et une extrême joie
Je dédie ce modeste travail à tous ceux que j'aime et que j'apprécie énormément
De leur aide et de leur soutien durant ma vie*

À

Mon papa : Abd elhak

Ma chère mère : Sahmoune Fasmina

Mon chère frère : Ahmed

Ma chère sœur : Meryem

Ma grande mère

Mes chères tantes : Sir el houda, Amel

*Mes amis : Mouaadh, Aroua, Loudjeine, Badra, Marou, Safa, Louzou,
Saliha, Djana et sa famille*

Mon Encadreur : Dr Boutellaa Saber.

Mes profs : Madame Benmakhlouf. Z

Monsieur Kellab. R

Et toutes les personnes qui me respectent et qui m'aiment

Et surtout à moi-même.

Zouloughli Asma

TABLE DES MATIERES

Table des matières	I
Liste des abréviations	V
Liste des figures	VI
Liste des tableaux.....	VIII
Introduction.....	1
Première partie : Synthèse bibliographique	
Chapitre I : Description et composition chimique des plantes médicinales utilisées	
I. Généralités sur les plantes médicinales.....	3
II. Domaines d'applications des plantes médicinaux.....	3
II.1. Fabrication des produits médicinales	3
II.2. Fabrication des produits alimentaires.....	4
II.3. Fabrication des produits cosmétiques.....	4
III. Description des plantes étudiées.....	4
III.1. <i>Myrtus communis</i> L.....	4
III.1.1. Etude botanique de <i>Myrtus communis</i> L.....	4
III.1.2. Position systématique.....	5
III.1.3. Composition chimique	5
A. Les Myrtucommulones	5
B. Les composés volatils.....	5
C. Les composés phénoliques.....	5
III.1.4. Utilisation et propriétés biologiques et pharmacologiques	6
III.2. <i>Laurus nobilis</i> L.....	6
III.2.1. Présentation Origine et distribution de <i>Laurus nobilis</i> L.....	6
III.2.2. Place dans la systématique	7
III.2.3. Description botanique de la plante	7
III.2.4. Composition chimique	7
III.2.5. Utilisation des feuilles de <i>Laurus nobilis</i> L.....	8
III.3. <i>Rosmarinus officinalis</i>.....	8
III.3.1. Description botanique de la plante.....	8
III. 3.2. Nom systématique de <i>Rosmarinus officinalis</i>	9
III.3.3. Origine	9

III.3.4. Composition chimique.....	9
A. Constituants actifs	9
B. Les polyphénols de <i>Rosmarinus</i>	9
III.3.5. Intérêt de <i>Rosmarinus officinalis</i>	10
A. Intérêt médicinal	10
B. Utilisation interne.....	10
C. Utilisation externe.....	10
III.4. <i>Thymus Numidicus L.</i>	10
III.4.1. Origine et répartition géographique.....	10
III.4.2. Description botanique.....	11
III.4.3. Place dans la systématique.....	11
III.4.4. Substances bioactives	12
III.4.5. Etude de quelques activités biologiques du genre <i>Thymus</i>	12
A. Activités anti-inflammatoires.....	12
B. Activités antimicrobiennes.....	12
C. Activités antioxydantes	12
D. Activités antibactériennes.....	12

Chapitre II : Les composées phénoliques

I. Généralités	13
II. Biosynthèse des composés phénoliques	13
II.1. Voie shikimate	14
II.2. Voie de l'acétate	14
III. Classification des composés phénoliques	15
III.1. Coumarines	15
III.1.1. Propriétés physico-chimiques... ..	15
III.2. Acide phénol	16
III.2.1. Propriétés physico-chimiques	16
III.3. Lignanes, néolignanes et composés apparentés	16
III.3.1. Biosynthèse.....	16
III.3.2. Intérêt biologique	17
III.4. Anthocyanes	17
III.4.1. Propriétés physico-chimiques.....	17
III.5. Tanins	18
III.5.1. Intérêt biologique.....	18

III.6. Flavonoïdes.....	18
III.6.1. Biosynthèse.....	19
III.6.2. Rôles des flavonoïdes	21
III.7. Quinones.....	21
III.7.1. Propriété et caractérisation.....	22

Deuxième partie : Partie expérimentales

Chapitre I : Matériel et méthodes

I. Matériel.....	22
I.1. Produits chimiques	22
I.2. Instruments utilisés.....	22
II. Matériel végétal	22
III. Préparation des extraits.....	23
III.1. Extraction par macération.....	23
III.2. Extraction par macération après délipidation	24
III.3. Rendement	25
IV. Test de la solubilité	26
V. Dosage des composés phénoliques.....	26
V.1. Dosage des polyphénols totaux.....	26
V.2. Dosage des flavonoïdes.....	27
VI. Détermination de l'activité antioxydante.....	28

Chapitre II : Résultats et discussion

I. Rendement des quatre plantes étudiées	31
I.1. <i>Myrtus communis</i> L.....	31
I.2. <i>Laurus Nobilis</i> L.....	32
I.3. <i>Rosmarinus officinalis</i>	32
I.4. <i>Thymus numidicus</i>	33
I.5. Comparaison entre les rendements des quatre plantes étudiées.....	35
II. Solubilité	36
III. Quantification des composées phénoliques	37
III.1. <i>Myrtus Communis</i> L.....	38
III.2. <i>Laurus nobilis</i> L.....	40
III.3. <i>Rosmarinus officinalis</i>	41
III.4. <i>Thymus numidicus</i>	43
III.5. Comparaison globale de CPT et flavonoïde entre les quatre plantes étudiées	44

III.5.1. Teneur en CPT	44
III.5.2. Teneur en flavonoïde	45
IV. Activités biologiques : Activité antioxydante	47
IV.1. <i>Myrtus Communis L.</i>	47
IV.2. <i>Laurus nobilis L.</i>	48
IV.3. <i>Rosmarinus officinalis</i>	50
IV.4. <i>Thymus numidicus</i>	52
Conclusion	56
Références bibliographiques.....	58
Annexe	
Résumé	

LISTE DES ABREVIATIONS

AS : aurone synthase.
BHA : Butyle hydroxyanisole.
CAD : cinnamyl alcool déshydrogénase.
CCR : cinnamate CoA réductase.
CHI: chalcone flavanone isomérase.
CHI : chalcone isomérase.
CHS : chalcone synthase.
CHS : chalcone synthase.
CPT : Composés phénoliques totaux.
DFR : dihydroflavonol 4-réductase.
DPPH : 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl.
EAG : Equivalent d'acide gallique.
EC : Equivalent catechin.
EQ :Equivalent quercetine.
FHT : Flavonone 3-hydroxylase.
FLS : Flavonol synthase.
FNSI/FNSII : Flavone synthase.
IC₅₀ : Concentration d'inhiber 50 % du radical DPPH.
IFS : Isoflavone synthase.
Lacc : Laccases.
LCR : Leucoanthocyanidin réductase.
LDOX : Leucoanthocyanidin dioxygenase,
PAL : Phénylalanine ammonialyase.
PE : Pyrocatechol équivalents.
PPO : Polyphénoloxydases.
RT : Rutine.
TAL : Tyrosine ammonialyase.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 <i>Myrtus communis</i> L.....	4
Figure 2 Structure des myrtucommulones	5
Figure 3 Aspect morphologique de <i>Laurus nobilis</i> L.....	7
Figure 4 Feuille et racine de <i>Rosmarinus officinalis</i>	8
Figure 5 <i>Thymus numidicus</i> en floraison	11
Figure 6 Les grandes lignes de la biosynthèse des principaux groupes des composés phénoliques.....	14
Figure 7 Lactonisation de l'acide ortho-hydroxy- cis cinnamique à la coumarine	15
Figure 8 Structure de base des flavonoïdes	19
Figure 9 Voies de biosynthèse des flavonoïdes	20
Figure 10 Protocoles d'obtention d'extrait par macération	23
Figure 11 Opération de filtration.....	23
Figure 12 Protocoles d'obtention d'extrait par macération après délipidation	24
Figure 13 Solubilité des extraits	26
Figure 14 Réaction du Chlorure d'aluminium avec les Flavonoïdes	28
Figure 15 Réduction du radical DPPH	29
Figure 16 Rendement des extraits aqueux et hydroéthanolique sans et avec délipidation de <i>Myrtus communis</i> L.....	31
Figure 17 Rendement des extraits aqueux et hydroéthanolique sans et avec délipidation de <i>Laurus nobilis</i> L.....	32
Figure 18 Rendement des extraits aqueux et hydroéthanolique sans et avec délipidation de <i>Rosmarinus officinalis</i>	33
Figure 19 Rendement des extraits aqueux et hydroéthanolique sans et après délipidation de <i>Thymus numidicus</i>	34
Figure 20 Rendements des extraits aqueux et hydroéthanolique des quatre plantes étudiées.....	35
Figure 21 Courbe d'étalonnage des CPT.....	38
Figure 22 Courbe d'étalonnage des Flavonoïdes.....	38
Figure 23 Histogramme comparatif de teneurs des CPT de l'extrait hydroéthanolique et aqueux des quatre plantes étudiées (les 16 extraits).....	44
Figure 24 Histogramme comparatif de teneurs des flavonoïdes de l'extrait hydroéthanolique et aqueux des quatre plantes étudiées (les 16 extraits).....	45

LISTE DES FIGURES

Figure 25 Activité antioxydante des extraits de <i>Myrtus Communis</i> L.....	47
Figure 26 Activité antioxydante des extraits de <i>Laurus nobilis</i> L.....	49
Figure 27 Activité antioxydante des extraits de <i>Rosmarinus officinalis</i>	51
Figure 28 Activité antioxydante des extraits de <i>Thymus numidicus</i>	53

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Tableau représente les dilutions des cinq tubes à différentes Concentrations.....	29
Tableau 2	Résultats de la solubilité des extraits dans deux solvants l'eau distillée et hydroéthanolique.....	36
Tableau 3	Teneur en CPT et flavonoïdes d'extrait hydroéthanolique et aqueux sans et après délipidation de la plante <i>Myrtus communis</i> L.....	39
Tableau 4	Teneur en CPT et flavonoïdes d'extrait hydroéthanolique et aqueux sans et après délipidation de la plante <i>Laurus nobilis</i> L.....	40
Tableau 5	Teneur en CPT et flavonoïdes d'extrait hydroéthanolique et aqueux sans et après délipidation de la plante <i>Rosmarinus officinalis</i>	41
Tableau 6	Teneur en CPT et flavonoïdes d'extrait hydroéthanolique et aqueux sans et après délipidation de la plante <i>Thymus numidicus</i>	43
Tableau 7	Valeurs d'IC ₅₀ du <i>Myrtus communis</i> L.....	48
Tableau 8	Valeurs d'IC ₅₀ du <i>Laurus nobilis</i> L.....	50
Tableau 9	Valeurs d'IC ₅₀ du <i>Rosmarinus officinalis</i>	51
Tableau 10	Valeurs d'IC ₅₀ du <i>Thymus numidicus</i>	54

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Depuis la nuit des temps, l'homme utilisait les plantes pour se nourrir et même pour se soigner, pour la bonne raison que la plante possède souvent des vertus sinon thérapeutiques du moins aromatiques et médicinales, ces substances se trouvent dans un état physico-chimique particulier, elles se libèrent progressivement dans l'organisme, de sorte que l'effet thérapeutique se prolonge dans le temps (**Andreta, 1969**).

La médecine traditionnelle semble être l'alternative la plus appropriée pour combler les lacunes en matière de santé. Surtout depuis les médicaments à base de plantes médicinales ont connu une nette reprise ces dernières années (**Mpondo et al., 2012**). Les plantes médicinales ont une grande importance pour la santé des individus et des communautés. Elles sont considérées comme une source première essentielle pour la découverte de nouvelles molécules nécessaires à la mise au point de futurs médicaments (**Maurice, 1997**).

Les plantes ont une large gamme de produits chimiques de différentes structures. Parmi eux, les métabolites primaires et les métabolites secondaires (**Hopkins, 2003**). Les métabolites primaires : sucres simples, acides aminés, protéines, acides nucléiques et produits organiques, interviennent dans la structure de la cellule végétale ainsi que dans ses fonctions physiologiques principales (**Hopkins, 2003**). Les métabolites secondaires sont parfois des structures chimiques complexes (**Pathak et al., 1962**). Ils peuvent être classés de différentes manières en fonction de leurs propriétés chimiques, de leur origine végétale ou biologique et il est souvent difficile de les extraire en raison de leurs faibles concentrations (**Kinghorn et Balandrin, 1993**). Les principaux composants biologiquement actifs des plantes sont les alcaloïdes, les tanins, les flavonoïdes et les composés phénoliques (**Hill, 1952**).

Les composés phénoliques représentent un ensemble complexe de métabolites secondaires appartenant à de nombreuses familles. Ils ont suscité ces dernières années un vif intérêt due à la reconnaissance de leurs propriétés antioxydantes et ainsi leurs implications probables dans la prévention des diverses pathologies associées au stress oxydant (**Regnault-Roger et al., 2008**).

Dans le cadre de la valorisation de la flore végétale Algérienne, nous nous sommes intéressées dans la présente étude à certaines espèces appartenant aux familles des : Lamiaceae, Myrtaceae et Lauracea. Le choix des plantes étudiées est venu du fait de leur large propagation et de leur grande utilisation par l'humanité en médecine traditionnelle en raison de ses diverses propriétés thérapeutiques.

INTRODUCTION

Nous avons choisi deux plantes de la famille Lamiaceae (*Rosmarinus officinalis* et *thymus numidicus*), une plante de la famille Myrtaceae (*Myrtus communis*) et une autre de la famille Lauracea (*Laurus nobilis*).

Ces espèces sont connues par leur synthèse de composés phénoliques et des huiles essentielles ce qui leur confère des propriétés thérapeutiques, et activités biologiques très importants, exploitées dans des champs très diversifiés : pharmaceutique, cosmétique, agroalimentaire et de la pharmacologie grâce à ses divers effets antimicrobiens et antioxydants etc.

Cette étude ayant fait l'objet d'une comparaison entre les différentes plantes médicinales choisies a été divisé en deux parties : nous aborderons dans la première partie une étude bibliographique qui regroupe deux chapitres dont le premier concerne la description et la composition chimique des plantes médicinales utilisées, le deuxième chapitre vise l'étude des composés phénoliques, leurs biosynthèses, leurs rôles et propriétés biologiques.

La deuxième partie (partie expérimentale) comporte deux chapitres : Dans le premier, nous présentons le matériel utilisé et la méthodologie suivie en partant de la récolte du matériel végétal et la réalisation des différents extraits, arrivant aux techniques de dosage des polyphénols et des flavonoïdes et en terminant avec les tests antioxydant de DPPH.

Le second chapitre sera réservé aux résultats obtenus et leur interprétation tout en comparant les effets des différentes plantes médicinales entre elles.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I

Description et composition chimique des plantes médicinales utilisées

I. Généralités sur les plantes médicinales

Durant des siècles et même des millénaires, l'homme utilisait les plantes trouvées dans la nature pour soulager leurs douleurs, guérir leurs maux et panser leurs blessures. De génération en génération, ils ont transmis leur savoir et leurs expériences simples en s'efforçant quand ils le pouvaient de les consigner par écrit. Actuellement, malgré le progrès de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales présent dans certains pays du monde et surtout les pays en voie de développement, en l'absence d'un système médical moderne (**Tabuti et al., 2003**). En effet, il existe environ 500.000 espèces de plantes sur terre, dont 80.000 possèdent des propriétés médicinales (**Quyou, 2003**).

Les plantes médicinales regroupent toutes les plantes dont au moins l'un de leurs organes (racine, feuille, fleur, ...) contient une ou des substances chimiques ayant une activité pharmacologique. Elles représentent la forme la plus ancienne et la plus répandue de médication (**Halberstein, 2005**). Et sont utilisées de différentes manières, décoction, macération et infusion. Généralement, la partie qui contient le plus de principes actifs est la plus employée (**Guribet Akim, 2006**).

II. Domaines d'applications des plantes médicinales**II.1. Fabrication des produits médicaux**

Les plantes médicinales sont utilisées dans toutes les formes et situations pathologiques pour soigner les maladies (**Hamitouch, 2007**). Les antibiotiques, les diurétiques, les laxatifs (**Iserin, 2001**). Les plantes médicinales possèdent aussi des activités anti-inflammatoires, antifongiques, antibactériennes et antimicrobiennes (**Iserin, 2001**).

II.2. Fabrication des produits alimentaires

Certaines plantes médicinales sont utiles aux soins et à l'alimentation, ce sont les plantes alimentaires médicinales, comme le céleri (*Apium graveolens*) qui est utilisée comme condiment et légume, mais en phytothérapie, c'est un diurétique, dépuratif, tonique et aphrodisiaque (**Hamitouch, 2007**).

II.3. Fabrication des produits cosmétiques

Les produits cosmétiques, comme le savon, crème, aérosols et lotion désodorisante sont issues du savoir traditionnel de la phytothérapie avec des connaissances nouvelles, ils sont généralement appliqués sur la partie externe du corps (**Borris,1996 et Hamitouch,2007**). L'activité des huiles sur la microflore de la peau, d'où son utilisation en cosmétique (**Beylier-Maurel, 1976**). Aussi l'utilisation des pommades et des gels à base de végétaux permet de préserver ces cosmétiques grâce à leur activité antiseptique et antioxydante, tout en leur assurant leur odeur agréable (**Vargas et al., 1999**).

III. Description des plantes étudiées

III.1. *Myrtus communis* L.

III.1.1. Etude botanique de *Myrtus communis* L.

Myrtus communis L. est l'une des principales espèces aromatiques et médicinales appartenant à la famille des Myrtaceae, sont des plantes dicotylédones qui comprennent plus de 5650 espèces réparties en 48 à 134 genres environ. Ce sont des arbres et des arbustes, souvent producteurs d'huiles aromatiques (**Govaerts et al, 2008**).

La famille des myrtacées pousse spontanément et en abondance dans les régions méditerranéennes, commune dans le Tell et sur le littoral du centre (**Mimica-Dukic, 2010 ; Baba Aissa, 1999**).



Figure1 : *Myrtus communis*L.

(<http://www.scientificlib.com/en/Biology/Plants/Magnoliophyta>).

III.1.2. Position systématique

Selon **Quezel et Santa (1963)**, *Myrtus communis* L. est classée comme suit :

Règne : Plantae

Embranchement : Spermaphytea

Sous-embranchement : Angiospermea

Classe : Dicotylédonea

Ordre : Myrtales

Famille : Myrtaceae

Genre : Myrtus

Espèce : *Myrtus communis* L.

Nom vernaculaire : Rayhan, Mersin

III.1.3. Composition chimique

A. Les Myrtucommulones

Sont des Phloroglucinols, une classe importante de métabolites secondaires très fréquemment retrouvés dans la famille des Myrtacées (**Carroll, Lamb et al., 2008**).

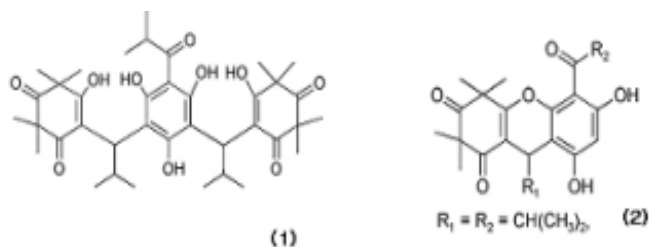


Figure 2 : Structure des myrtucommulones (**Carroll, Lamb et al., 2008**).

B. Les composés volatils

La composition en volatils de *Myrtus communis* L. a fait l'objet de nombreuses études, la grande majorité de celles-ci concernent l'analyse des huiles essentielles obtenues par hydrodistillation des feuilles.

La quasi-totalité des huiles essentielles présente une abondance élevée en 1,8 -cinéole (19-45%) ; cependant, deux principaux chimiotypes ont été distingués sur la base de la présence ou non d'acétate de myrtényle :

- le premier groupe, caractérisé par des teneurs importantes en α -pinène (8-36%) et en acétate de myrtényle (9-36%) (**Garry et Chalchat, 1992**).
- le second groupe, marqué par de fortes abondances en 1,8 -cinéole (20-40%) et en α -pinène (20-45%) (**Garry et Chalchat, 1992**).

C. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques de *Myrtus communis* L., concernent surtout les feuilles ; cependant, quelques-uns d'entre eux concernent aussi les baies.

Romani et al., (2004) indique dix composés : l'acide gallique, l'acide caféique, l'acide ellagique, la (-) catéchine, la (-) épicatechine, la (-) épigallocatechine, la myricétine-3-O-galactoside, la myricétine-3-O-rhamnoside, la quercétine-3-O-galactoside et la quercétine-3-O-rhamnoside.

Montoro et al., (2006) représente trois constituants majoritaires : la delphinidine-3-O-glucoside, la pétunidine-3-O-glucoside et la cyanidine-3-O-glucoside. **Tuberoso et al., (2010)** trois familles de composés sont répertoriées : les acides phénoliques, les anthocyanes et les flavonoïdes.

III.1.4. Utilisation et propriétés biologiques et pharmacologiques

Le Myrte est utilisé pour lutter contre les bronchites et les dilatations bronchiques, les catarrhes muco-purulentes des voies respiratoires et urinaires, la tuberculose pulmonaire, la rhinorrhées, la sinusite, les otites, les diarrhées, les prostatites, et les hémorroïdes. Elle est connue également par ses propriétés anti-inflammatoires et hypoglycémiantes (**Baba Aissa, 1999 ; Mimica-Dukic et al., 2010**).

III.2. *Laurus nobilis* L.

III.2.1. Présentation Origine et distribution de *Laurus nobilis* L.

Laurus nobilis L. est le nom scientifique du laurier. Est un arbuste de la famille des lauracées. Cette plante est connue depuis l'antiquité où elle couronnait la tête des vainqueurs aussi elle entre dans la composition du bouquet garni dans l'art culinaire (**Iserin, 2001**). Originaire du bassin méditerranéen, *Laurus nobilis* L. pousse dans les lieux humides et ombragés, mais également dans les jardins, où elle est cultivée comme condiment (**Iserin, 2001**).

III.2.2. Place dans la systématique

Ce classement se réfère à la classification botanique antérieure (**Quezel et santa, 1962**).

Règne : Plantae

Sous règne : Plantes vasculaires

Embranchement : Spermaphytea

Sous embranchement : Angiospermea

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Dialypétales

Ordre : Laurales

Famille : Lauracea

Genre : Laurus

Espèce : *Laurus nobilis* L.

Nom vernaculaire : Ghar, Rend

III.2.3. Description botanique de la plante

Laurus nobilis L. est un arbuste ou arbre aromatique de 2 à 10m de haut à tige droite grise dans sa partie basse et verte en haut. Ses feuilles sont alternées, coriaces, légèrement ondulées sur les bords, longues de 16 cm sur 8 cm de large, persistantes vert foncé et glacées sur leur face supérieure et plus pales en dessous. Les fleurs sont dioïques, jaunes, groupées par 4 à 5 en petites ombelles. Le fruit est une petite baie ovoïde de 2cm de longueur sur 1cm de largeur, noir vernissé à maturité (**Iserin, 2001 ; Demir et al., 2004 ; Beloued 2005**).



Figure 3 : Aspect morphologique de *Laurus nobilis* L. (**Beloued, 2005**).

III.2.4. Composition chimique

Par hydrodistillation les feuilles fournissent environ 10-30 ml/Kg (1-3%) d'huile essentielle (**Bruneton 1999, Demir et al., 2004**) dont les constituants majoritaires incluent : cinéol, α et β pinène, sabinène, linalol, eugénol, terpinéol, plus d'autres esters et terpenoides, mais dont les proportions varient selon l'origine géographique (**Iserin 2001 ; Demir et al., 2004**). Contiennent aussi des flavonoïdes polaires et apolaires (**Fiorini et al., 1998 ; Kivçak et Mert, 2002**), des sesquiterpènes lactones, des alcaloïdes et d'isoquinoline (**Kivçak et Mert, 2002 ; Simić et al., 2003**). En plus **Demo et al., (1998)** et **Gómez-Coronado et al., (2004)** ont montré la richesse de ses feuilles en vitamine E.

III.2.5. Utilisation des feuilles de *Laurus nobilis* L.

Les feuilles de *Laurus nobilis* L. sont parmi les assaisonnements les plus connus dans tous les pays, elles sont généralement utilisées comme épice valable en culinaire et aromatisant en industrie alimentaire, ainsi que dans le traitement symptomatique des troubles de l'appareil digestif supérieur tels que le ballonnement épigastrique, lenteur de la digestion, éructations et flatulence (**Iserin, 2001**). Dans la médecine traditionnelle iranienne, les feuilles de cette plante ont été employées pour traiter l'épilepsie et le parkinsonisme (**Aqili Khorasani, 1992**). L'huile essentielle obtenue a été employée pour le soulagement d'hémorroïdes et des douleurs rhumatismales (**Sayyah et al., 2002**).

III.3. *Rosmarinus officinalis*

III.3.1. Description botanique de la plante

Racine : la racine du *Rosmarinus* est profonde et pivotante. Tige : arbuste ou sous arbrisseau, rameau de 0.5 à 2 mètre, cette tige est tortueuse, anguleuse et fragile. L'écorce est linéaire à cyme plus ou moins simulant des épis. Feuille : linéaire, gaufrée, feuilles coriaces, sessiles, opposées, rigides brillantes à bords repliés verdâtre en dessus plus ou moins hispides blanchâtre en-dessous de 18 à 50 x 1.5 à 3 mm (**Sanon, 1992**).



Figure 4 : Feuille et racine de *Rosmarinus officinalis* (Source : Academic, 2000-2014).

III.2.2. Place dans la systématique de *Rosmarinus officinalis*

Ce classement se réfère à la classification botanique antérieure (**Quezel et Santa, 1963**) :

Règne : Plantae

Sous règne : Cormophytea

Embranchement : Spermatophyta

Sous Embranchement : Angiospermae

Classe : Eudicotyledones

Sous Classe : Gamopétales

Ordre : Lamiales

Famille : Lamiaceae

Genre espèce : *Rosmarinus officinalis*

Nom en français : Romarin

Nom local en arabe : Azir, Iklil Aljabal, lhalhal

III.3.3. Origine

Rosmarinus officinalis est une espèce qui appartient à la famille des lamiacées qui sont des gamopétales super ovaires tétra cyclique appartenant à l'ordre des lamiales (**Messaili, 1995**). Cette plante est présente sur le littoral dans tout le bassin méditerranéen surtout en région calcaire. Elle y fleurit toute l'année, ses fleurs sont mellifères. Elle peut être sous forme d'arbuste, sous-arbrisseau ou plante herbacée. Les fleurs sont des pentamères, en général hermaphrodites (**Madadori, 1982**).

III.3.4. Composition chimique**A. Constituants actifs**

* Huile essentielle : 1,8 cinéole, α - pinène, camphre de romarin.

* Diterpènes : acide carnosolique, rosmadial.

* Triterpènes et stéroïdes : acide aléanolique, acide ursotique.

* Lipides : n- alkanes, isolalkanes, alkènes.

B. Les polyphénols de *Rosmarinus*

* Acide phénolique : principalement l'acide carnosique, carnosol, acide rosmarinique. Ils ont une grande action antimicrobienne (**Moreno, 2006**).

* Flavonoïdes : dont 07 sont principaux : lutéoline (03 structures connues : 3'-O- béta -D- glucuronide, 3'-O- (4''-O- acyl) - béta- D-glucuronide, 3'-O- (3 '' - O - acyl) -béta-D-glucuronide), ériocitrine, hespiridine, diosmine , isoscutellarin7-O- glucoside, hispidulin7-O-glucoside, genkwanine (Del Bano et al., 2004 ; Okamura, 1994).

III.3.5. Intérêt de *Rosmarinus officinalis*

A. Intérêt médicinal

Le romarin ayant des qualités et propriétés stimulantes, antiseptiques et insecticides, a des usages multiples. Si l'on souffre d'hypotension, de dépression, de fatigue chronique, il est conseillé de mâcher des feuilles de romarin. Il est efficace aussi en cas de faibles de la mémoire (Sedjelmassi, 1993).

B. Utilisation interne

Favorise la digestion, régule les lipides, améliore la circulation sanguine : cholagogue (aide à l'évacuation de la bile), antispasmodique. Diurétique : il réduit les risques de calculs rénaux ou de goutte et prévient les rhumatismes. Antistress, antifatigue : il prévient l'insomnie et permet de lutter contre le surmenage intellectuel. Effet antioxydant : contre le vieillissement cellulaire (Djerroumi et Nacef, 2004).

C. Utilisation externe

Contre les affections de la peau : infections, plaies, nettoyage de la peau et des zones génitales. Accélère la pousse des cheveux. Permet de lutter contre certains agents pathogènes : antimycosique et antibactérien (Djerroumi et Nacef, 2004).

III.4. *Thymus Numidicus L.*

III.4.1. Origine et répartition géographique

Le thym est la plante médicinale, est l'un des 250 genres les plus diversifiés de la famille des lamiacées. Il existe près de 350 espèces de thym réparties entre l'Europe, l'Asie de l'ouest et la méditerranée, très répandue dans le Nord-Ouest Africain (Dob et al., 2006).

Environ 110 espèces différentes du genre *Thymus* se concentrent dans le bassin méditerranéen (Nickavar et al., 2005). En Algérie il existe de nombreuses espèces de thymus.

Le thym se présente toujours dans un état sauvage en plaines et collines. Cette plante spontanée pousse abondamment dans les lieux arides, caillouteux et ensoleillés des bords de la mer à la montagne (Kaloustian et al., 2003).

III.4.2. Description botanique

Le genre *Thymus* comporte des plantes basses sous ligneuses, pouvant atteindre 40 cm de hauteur (Soto-Mendivil et al., 2006). Le thyme est donc un sous-arbuste vivace à tiges ascendantes carrées, très ramifiées. Les feuilles sont de couleur verte à grise et généralement, avec une face inférieure de la feuille est recouverte de poils et de glandes (appelés trichomes) (Panda, 2006).

Les fleurs, regroupées par 2 ou 3 à l'aisselle de feuilles, sont rassemblées en glomérules ovoïdes ; elles sont de petite taille et zygomorphes ; le calice est velhérissé de poils durs, en forme de tube ventru à la base et de 3 à 4 mm de long (Goetz et Ghedira, 2012).

Caractéristiques de l'espèce *Thymus numidicus* : Tiges érigées, plante buissonnante, feuilles en général lancéolées, 2-5 fois plus longues que larges. Feuilles florales nettement plus larges. Fleurs roses sessiles ou presque. (Quezel et Santa, 1963).



Figure 5 : *Thymus numidicus* en floraison (<http://www.tela-botanica.org>).

III.4.3. Place dans la systématique

Selon (Kabouche, 2005) :

Règne : Plantae

Sous Règne : Plantes vasculaires

Embranchement : Spermatophytes

Sous Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous Classe : Dialypétales

Ordre : Labiales

Famille : Lamiaceae

Sous-famille : Nepetoideae

Genre : Thymus

Espèce : *Thymus numidicus*

Nom vernaculaire : Zaitra

III.4.4. Substances bioactives

Le thym contient des huiles essentielles dont les principales composantes sont le thymol et le carvacrol, des tanins, des principes amers, des saponines et des antiseptiques végétaux. (Beloued, 2009).

Elles sont représentées par : les acides phénoliques : acide caféique (Cowan, 1999), acide coumarinique (Takeuchi et al., 2004).

Les flavonoïdes : hespéridine, eriotrécine, narirutine (Takeuchi et al., 2004), lutéoline, les polyphénols : tanins (Bazylo et Strzelecka, 2007).

III.4.5. Etude de quelques activités biologiques du genre Thymus

A. Activités anti-inflammatoires

L'extrait de thym pourrait inhiber efficacement la réponse induite par le collagène type II, il pourrait inhiber la réponse inflammatoire aiguë induite par la colle de carraghénane et le blanc d'œuf avec la réduction du degré de gonflement des orteils (Li et al., 2019).

B. Activités anti-microbiennes

La caractéristique antibactérienne de Thymus, est due à la présence de thymol dans ce genre. Cette substance peut être utilisée comme désinfectant (Ghasemi et al., 2015).

C. Activités antioxydantes

Un antioxydant est une molécule qui inhibe l'oxydation de différentes molécules par élimination des radicaux libres intermédiaires. Les parties feuillues du thym sont utilisées dans les aliments pour la saveur, l'arôme et la conservation (Prasanth Reddy et al., 2014).

D. Activités antibactériennes

Plusieurs scientifiques attribuent l'activité antimicrobienne des espèces du genre Thymus à la forte concentration de carvacrol dans son huile essentielle (Hussein et al., 2018).

Chapitre II

Les composés phénoliques

I. Généralités

Les composés phénoliques ou polyphénols sont des métabolites secondaires, largement répandues dans le règne végétal (d'une manière générale, dans toutes les plantes Vasculaires). Ils correspondent à une très large gamme de structures chimiques et sont caractérisés par une répartition qualitative et quantitative très inégale selon les espèces considérées mais aussi les organes, les tissus et les stades physiologiques (**Bruneton, 1993**). Existe plus de 8000 structures phénoliques présentes dans tous les organes de la plante (**Lugasi et al., 2003**).

Les composés phénoliques sont des molécules hydrosolubles, se caractérisant par une action antibactérienne et antifongique. Ils participent à la pigmentation des fleurs, des légumes et de quelques fruits (raisins, agrumes, etc...). Certains d'entre eux sont responsables d'amertume et d'astringence (**Adrian et al., 1991 ; Milane, 2004**). Une fonction de protection contre les pathogènes et les herbivores ainsi que la limitation des dommages dus aux radiations UV. Dans ce cas, ils agissent par effet d'écran et par effet antioxydant (**Lebham, 2005**).

Les composés phénoliques sont également à l'origine d'activités humaines traditionnelles comme le tannage des peaux ou la recherche de molécules à activité pharmacologique (**Macheix et al., 1990**).

Les dix dernières années ont cependant vu se renouveler l'intérêt porté à ces molécules en raison d'une part des approches de la biologie moléculaire qui permettent maintenant d'envisager de modifier et d'orienter l'expression du métabolisme phénolique et d'autre part de la mise en évidence de l'intervention de certains de ces composés dans la mise en place d'interactions entre les végétaux supérieurs et certains micro-organismes (**Bruneton, 1993**).

Les composés phénoliques sont des éléments se caractérisent par la présence d'un noyau benzénique auquel sont directement liés un ou plusieurs groupes hydroxyles, libres ou engagés dans une autre fonction chimique (Éther, méthylique, ester, sucre...) (**Bruneton, 1993**). Le ou les noyaux aromatiques peuvent être synthétisés par deux voies principales : shikimate et acétate (**Lugasi et al., 2003**).

II. Biosynthèse des composées phénoliques

Les composées phénoliques des végétaux sont issues de deux grandes voies d'aromagenèse.

II.1. Voie shikimate

Cette voie se fait à partir l'acide shikimique, c'est la plus courante, conduit des oses aux aminoacides aromatiques (phénylalanine et tyrosine) puis par désamination de ces derniers, aux acides cinnamiques et à leurs très nombreux dérivés : acide benzoïques, acétophénones, lignanes, lignines, phénols simples et coumarines...etc. Cela se passe avec plusieurs étapes réactionnelles (Bruneton, 1999).

II.2. Voie de l'acétate

L'acide acétique (ou malonyl) sous la forme activée d'acétyl-S-coenzyme A, occupe une position centrale dans la biosynthèse des molécules complexes. Plusieurs unités acétates se condensent pour conduire à des dérivés β cétonique qui se cyclisent ensuite (Bruneton, 1999). De plus, la diversité structurale des composés polyphénoliques, due à cette double origine biosynthétique, est encore accrue par la possibilité d'une participation simultanée de deux voies dans l'élaboration de nombreux composés d'origine mixte, « les flavonoïdes » (Martin, Andrantsitohaina, 2002).

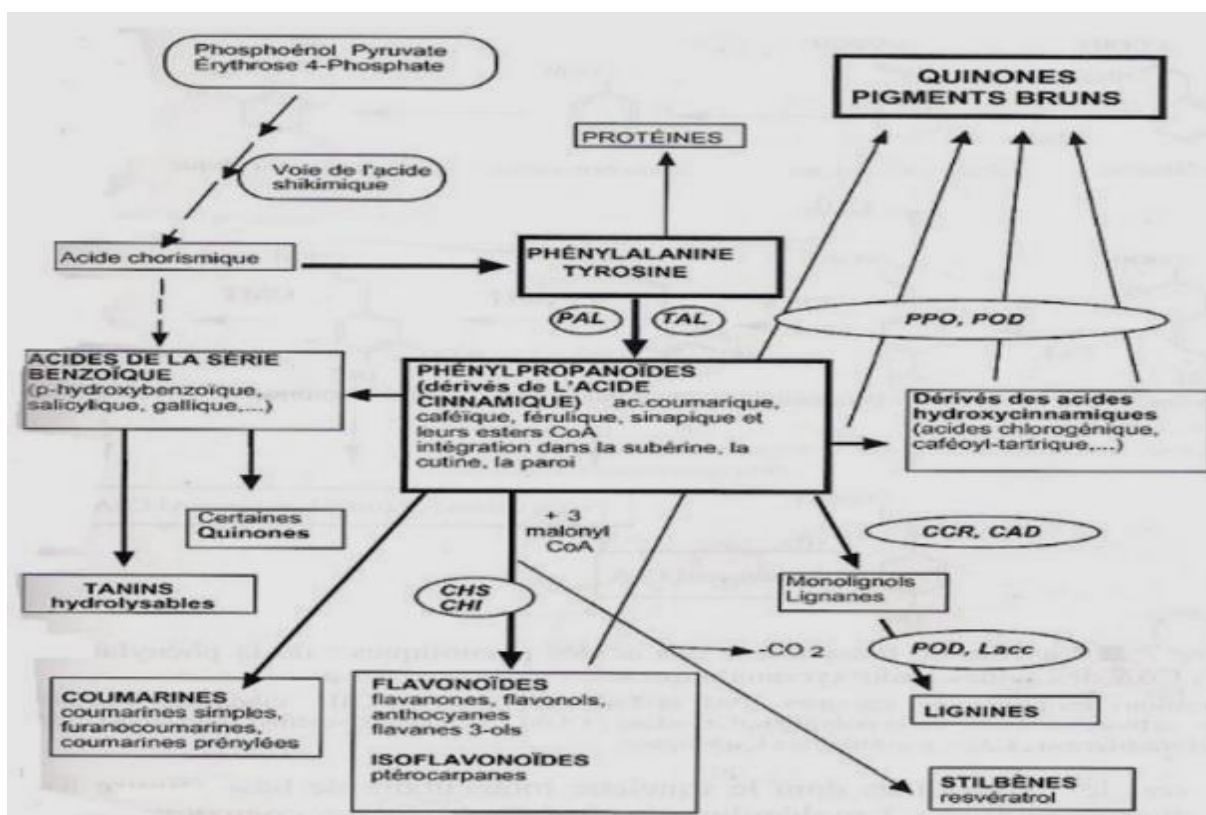


Figure 06 : Grandes lignes de la biosynthèse des principaux groupes de composés phénoliques (Macheix et al., 2006).

Abréviation des principaux enzymes :

PAL : phénylalanine ammonialyase ; TAL : tyrosine ammonialyase.

CCR : cinnamate CoA réductase ; CAD : cinnamyl alcool déshydrogénase.

CHS : chalcone synthase ; CHI : chalcone flavanone isomérase.

PPO : polyphénoloxydases ; Lacc : laccases.

I. Classification des composés phénoliques

III.1. Coumarines

Les coumarines sont des substances naturelles dont la structure comporte le noyau benzopyranone résultant de la lactonisation de l'acide ortho-hydroxy-cis cinnamique. Sont formées dans les feuilles et s'accumulent surtout dans les racines et les écorces, ainsi que dans les tissus âgés ou lésés (**Jain et Joshi, 2012**).

Les coumarines, de différents types, se trouvent dans de nombreuses espèces végétales et possèdent des propriétés très diverses. Elles sont capables de prévenir la peroxydation des lipides membranaires et de capter les radicaux hydroxyles, superoxydes et peroxydes (**Igor, 2002**).

Les coumarines sont connues par leurs activités cytotoxiques, antivirales, immunostimulantes, tranquillisantes, vasodilatatrices, anticoagulantes (au niveau du cœur), hypotensives, elles sont également bénéfiques en cas d'affections cutanées (**Gonzalez et Estevez-Braun, 1997**).

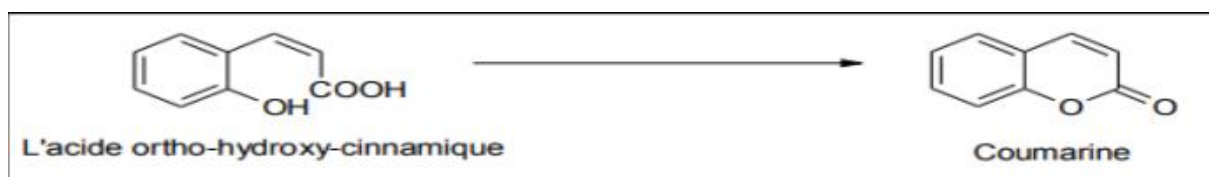


Figure7 : Lactonisation de l'acide ortho-hydroxy- cis cinnamique à la coumarine (**Jain et Joshi, 2012**).

III.1.1. Propriétés physico-chimiques

- Les coumarines sont des solides cristallisés blancs ou jaunâtres, généralement avec une saveur amère.
- Les coumarines libres sont solubles dans l'alcool et les solvants organiques (éther, solvants chlorés).

- Certaines coumarines sont sublimables et entraînables à la vapeur d'eau.
- Les propriétés chimiques sont principalement dues à la fonction lactone insaturée, notamment l'ouverture de l'anneau lactonique en milieu alcalin (**Bruneton, 1999**).

III.2. Acide phénol

Le terme d'acide-phénol peut s'appliquer à tous les composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. La pratique courante en phytochimie conduit à réserver l'emploi de cette dénomination aux seuls dérivés des acides benzoïque et cinnamique, On distingue 3 types : Phénols simples, Acides phénols dérivés de l'acide benzoïque et Acides phénols dérivés de l'acide cinnamique (**Bruneton, 1999**).

III.2.1. Propriétés physicochimiques

✓ **Stabilité des acides phénols :**

Tous ces composés sont instables.

Tous les phénols sont facilement oxydables surtout en milieu alcalin.

Isomérisation en milieu acide ou alcalin ou sous l'influence des rayons UV (**Bruneton, 1993**).

✓ **Solubilité des acides phénols :**

Les phénols sont solubles dans les solutions des bases fortes (NaOH) et de carbonate de Na sous forme de phénates, Ils sont solubles dans les solvants organiques polaires (méthanol, acétate, solution hydro-alcoolique).

Les acides-phénols sont solubilisés par les hydrogénocarbonates (**Bruneton, 1993**).

III.3. Lignanes, néolignanes et composés apparentés

A partir la formation implique la condensation d'unités phénylpropaniques, il est possible de distinguer quatre groupes : Lignanes, néolignanes, oligomères et norlignanes (**Bruneton, 1993**).

III.3.1. Biosynthèse

Lignanes résultent d'un couplage stéréospécifique enzymocatalysé, ils sont optiquement actifs. En théorie, il est possible de concevoir que l'oxydation d'un précurseur, par exemple l'alcool coniférylique conduit à un radical qui peut exister sous quatre formes mésomères ce qui en théorie, implique un grand nombre de couplages possibles parmi lesquels cinq sont fréquents (8-8 , 8-1' , 8-3' , 8-O-4' , 3-3') (**Bruneton, 1993**).

Néolignanes : les radicaux impliqués dans le couplage dérivent des allyl- et propénylphénols. La condensation de deux radicaux doit conduire à une méthide-quinone qui peut subir ensuite un retour à l'aromaticité induisant, le plus souvent, une cyclisation (ex : furanofuranes, dihydrobenzofuranes). L'intermédiaire peut être hydroxylé dans plusieurs cas (**Bruneton, 1993**).

III.3.2. Intérêt biologique

- Activité antiagrégant plaquettaire du syringarésinol.
- Activité antagoniste calcique de la trachélogénine.
- Activité antivirale, antiallergique, anti-inflammatoire et Antitumoraux.
- Activité antifongiques et antiprotozoaire.
- Antiovulatoires (ménopause).
- Inhibiteurs spécifiques du PAF (Platelet Activating Factor (**Bruneton, 1993**)).

III.4. Anthocyanes

Les anthocyanes (du grec anthos, fleur et Kuanos, bleu violet) terme général qui regroupe les anthocyanidols et leurs dérivés glucosylé. Les pigments anthocyaniques sont des composés hydrosolubles, déteinte rouge, violette ou bleue. Ils sont responsable généralement à la coloration des fleurs, des fruits. Les anthocyanes sont présents dans la nature uniquement sous forme d'hétérosides appelés anthocyanosides ou anthocyanines (**Bassas et al., 2007**).

III.4.1. Propriétés physico-chimiques

- Les hétérosides sont solubles dans l'eau et les alcools, insolubles dans les solvants organiques apolaires.
- Leur extraction classiquement réalisée par un alcool (méthanol, éthanol)
- Les anthocyanes ont une coloration qui varie en fonction du pH :
 - ✓ Rouge en milieu acide fort (<4),
 - ✓ Bleu en milieu acide faible ($4 < \text{pH} < 6$).
- Relativement stables à pH acide.
- Dénaturés irréversiblement à pH très alcalin.

Les anthocyanosides sont instables à l'oxygène, à la température et à la lumière ainsi que leur instabilité aux attaques nucléophiles (**Bruneton, 1993**).

III.5. Tanins

Les tanins sont très répandus dans le règne végétal, sont particulièrement abondants chez les conifères, Cupulifères, Polygonaceae, Rosaceae, Fabaceae, Myrtaceae, Rubiaceae. Ils sont localisés dans les vacuoles ; ils sont quelquefois combinés aux protéines et aux alcaloïdes (**Bruneton, 1993**).

Ils peuvent exister dans divers organes : Racines ou rhizomes (Ratanhia, Rhubarbe), Ecorces (Chêne, Quinquina), Bois (Acacia à cachou), Feuilles (Hamamélis), Fleurs (Rose rouge), Graines (noix d'Arec, Kola) (**Bruneton, 1993**).

III.5. 1. Propriétés physico-chimiques

D'après **Bruneton, (1993)**, les tanins sont des corps généralement amorphes, se dissolvent dans l'eau sous forme de solutions colloïdales. Solubles dans l'eau, dans l'alcool et l'acétone, insolubles dans les solvants organiques apolaires.

Les tanins sont précipités par de nombreux réactifs, ils précipitent avec les sels de métaux lourds et par gélatine.

Tanins hydrolysables et tanins condensés peuvent être distingués sur la base de leur comportement en milieu acide à chaud.

III.6. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des métabolites secondaires, très répandus chez les plantes, sont formés d'un squelette de base à 15 atomes de carbones organisés dans une structure générale de type C6-C3-C6. plus de 4000 flavonoïdes naturels sont été décrits (**Agrawal et Markham, 1989**), sont distribués dans les feuilles, les graines, l'écorce et les fleurs (**Medic et al., 2003**). Généralement, ils se concentrent dans l'épiderme des feuilles, et dans les fleurs, ils le sont aussi dans les cellules épidermiques (**Bruneton, 1999**).

Les flavonoïdes ont un squelette de base formé par deux cycles en C6 (A et B) reliés entre eux par une chaîne en C3 qui peut évoluer en un hétérocycle (cycle C). Ils se divisent selon leurs structuraux en 6 groupes : flavones, flavonols, flavonones, isoflavones, chalcones, aurone... etc. Ces composés existent sous forme libre dite aglycone ou sous forme d'hétérosides, c'est-à-dire liée à des oses et autres substances (**Heller et Forkmann, 1993**).

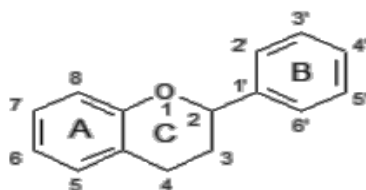


Figure 8 : Structure de base des flavonoïdes (Bruneton, 1999).

III.6.1. Biosynthèse

Les flavonoïdes possèdent tous le même élément structural de base. Le cycle A est formé à partir de trois molécules de malonyl-coenzyme A, venu du métabolisme du glucose. Les cycles B et C proviennent eux aussi du métabolisme du glucose mais par la voie du shikimate via la phénylalanine qui est convertie en p-coumarate puis en p-coumaroyl-CoA.

Le p-coumaroyl-CoA et les 3 malonyls-CoA se condensent en une seule étape enzymatique pour former une chalcone, la 4,2',4',6'-tétrahydroxychalcone (réaction catalysée par la chalcone synthétase). Le cycle C se forme par cyclisation de la chalcone, réaction catalysée par la chalcone isomérase qui induit une fermeture stéréospécifique du cycle conduisant à une seule 2(S)-flavanone : la naringénine. Ce cycle s'hydrate ensuite pour former les différentes classes de flavonoïdes (**Heller et Forkmann, 1993**).

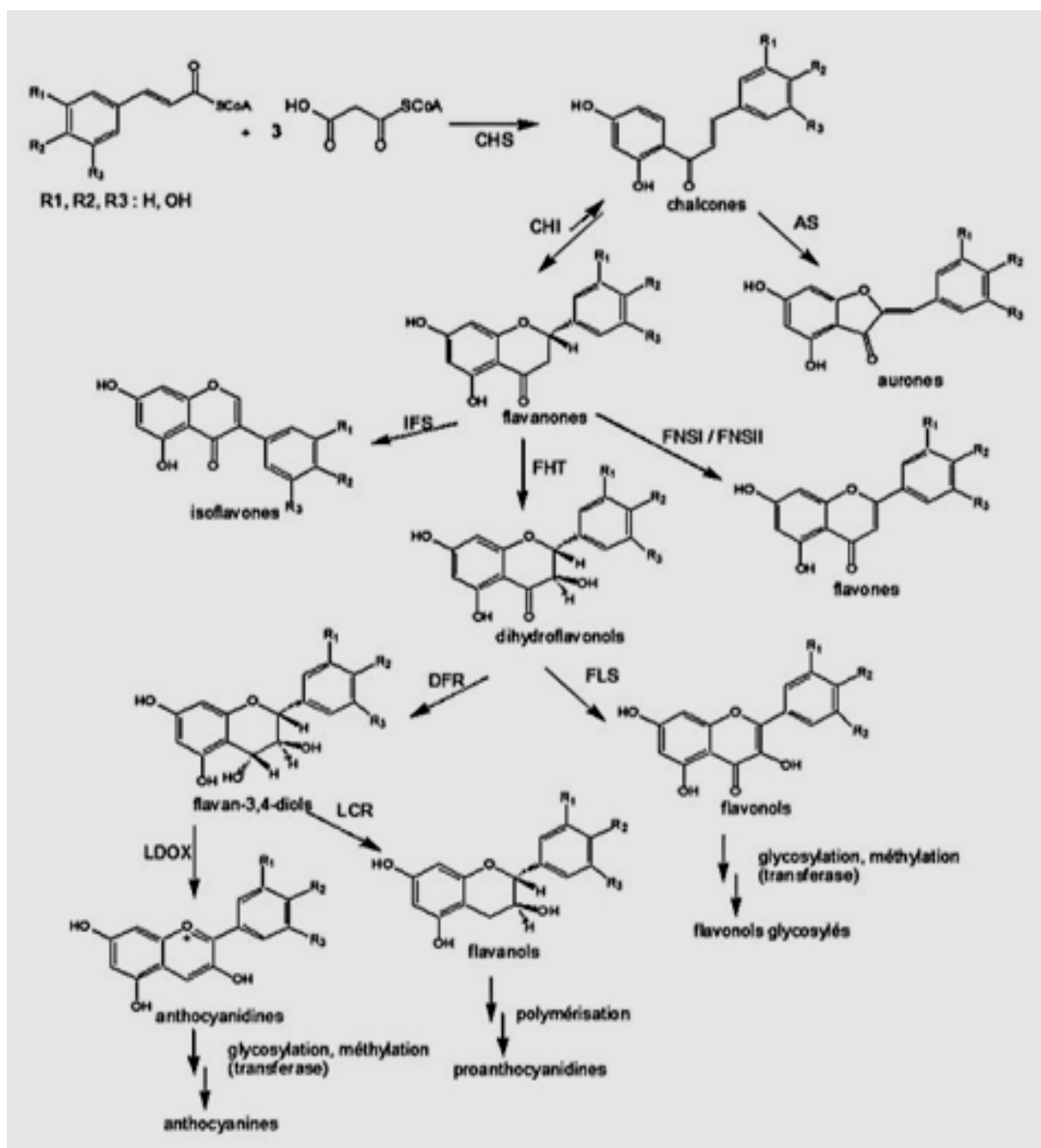


Figure 9 : Voies de biosynthèse des flavonoïdes adaptées de **Winkel-Shirley B. (2002)**.

AS : aurone synthase, **CHI :** chalcone isomérase, **CHS :** chalcone synthase.

FR : dihydroflavonol 4-réductase, **FHT :** flavonone 3-hydroxylase, **FLS :** flavonol synthase, **FNSI/FNSII :** flavone synthase, **IFS :** isoflavone synthase, **LDOX :** leucoanthocyanidin dioxygénase, **LCR :** leucoanthocyanidin réductase.

III.6.2. Rôles des flavonoïdes

- Les flavonoïdes agissent dans les systèmes de défense des cellules végétales.
- Ils sont impliqués dans les interactions plantes-microorganismes.
- Fonction inhibitrice : d'enzymes, des agents chélatants des métaux nocifs aux plantes.
- Ils sont impliqués dans la photosensibilisation et les transferts d'énergie, la morphogenèse et la détermination sexuelle, la photosynthèse et la régulation des hormones de croissance des plantes (**Di Carlo et al., 1999**)
- Domaine médical : activités antivirales, anti tumorales, anti-inflammatoires, antiallergiques et anticancéreuses.
- activités antivirales, anti tumorales, anti-inflammatoires, antiallergiques et anticancéreuses.
- La diminution de la perméabilité des capillaires sanguines et de renforcer leurs résistances (**Bruneton, 1999**).

Domaine de l'écologie : la coloration donnée aux fleurs et fruits, la combinaison avec les caroténoïdes, protection des plantes contre les rayonnements UV

III.7. Quinones

Les quinones sont des composés largement répandus dans la nature, aussi bien dans le règne végétal, qu'animal ou microbien. On distingue deux classes des quinones : Les benzoquinones et les naphthoquinones (**Bruneton, 1999**).

Les quinones naturelles ont leur Dione conjuguée aux doubles liaisons d'un noyau benzénique (benzoquinones) ou à celles d'un système aromatique polycyclique condensé : naphthalène (naphthoquinones), anthracène (anthraquinones), 1,2-benzanthracène (anthracyclinones), naphtodianthrène (naphtho-dianthrènes), pérylène, phénanthrène (**Bruneton, 1999**).

III.7.2. Propriétés et caractérisation

- Ce sont des agents d'oxydation doux.
- Les quinones libres : insolubles dans l'eau.
- L'extraction par les solvants organiques usuels et leur séparation passe par la chromatographique habituelles.
- Les benzoquinones et naphtoquinones sont entraînables par la vapeur d'eau, leur stabilité est assez bonne.
- Les benzoquinones naturelles ne donnent lieu à aucune application thérapeutique.
- Les naphtoquinones sont antibactériennes et fongicides : leur présence dans des bois tropicaux comme le teck permet de comprendre leur résistance aux organismes xylophages (champignons, insectes) (**Bruneton, 1999**).

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre I

Matériel et méthodes

L'intérêt de ce travail est la comparaison du contenu en composés phénoliques de siège extrait obtenus à partir de quatre plantes médicinales aromatiques utilisé à savoir *Myrtus communis* L., *Laurus nobilis* L., *Rosmarinus officinalis* et *Thymus numidicus*.

Cette comparaison comprend l'analyse quantitative et un test de l'effet biologique de ces extraits. Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire pédagogique et celui des sciences naturelles et des matériaux du Centre universitaire Abdlhafid Boussouf – Mila.

I. Matériel

I.1. Produits chimiques

Les solvants utilisés dans les différentes étapes d'extraction sont : l'eau distillée, éther de pétrole, éthanol 50% (EtOH 50%), méthanol 50%(MeOH 50%) et méthanol 100%.

Les réactifs utilisés dans le dosage spectrophotométrique sont : le Folin-Ciocalteu (FC), le Carbonate de Sodium (Na_2CO_3) et le Chlorure d'Aluminium (AlCl_3), et pour le test antioxydant on utilise le DPPH.

I.2. Instruments utilisés

- Balance de précision.
- Etuve.
- Plaque chauffante agitatrice.
- Agitateur magnétique continue.
- Agitateur Vortex.
- Spectrophotomètre à UV-Visible.

II. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué des parties aériennes des plantes : *Myrtus communis* L. récolté en Janvier 2022 à Beni Haroun (36°29'36``N 6°20'13``E) Grarem Gouga Wilaya de Mila ; *Laurus nobilis* L. récolté en Mars 2021 à Djebel Msid Aicha Grarem Gouga Mila (36°35'43``N 6°21'15``E) ; *Rosmarinus officinalis* récolté en Janvier 2022 au Centre universitaire Mila et *Thymus numidicus* acheté chez un herboriste.

Les plantes sont séchées à l'ombre dans un endroit sec, aéré et à température ambiante pendant quelques jours. Elles ont été ensuite broyées, et stockées dans des sacs propres.

III. Préparation des extraits

III.1. Extraction par macération

Une prise d'essai de 10g de la poudre végétale de chaque plante subit une macération dans 50ml d'eau distillée pour l'extraction aqueux et 50mL de l'éthanol 50% pour l'extraction hydro-alcoolique **figure 10**.

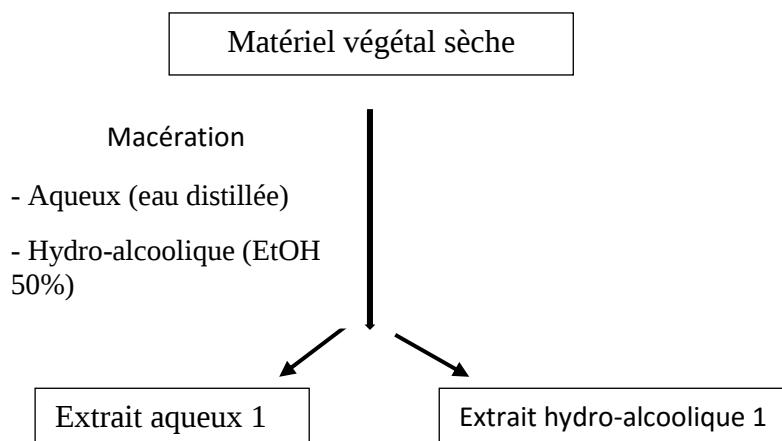


Figure 10 : Protocole d'obtention d'extraits par macération.

Une agitation manuelle simple a été effectuée au début pour assurer que toutes les particules de la poudre sont imprégnées par le solvant. Après, le mélange a été maintenu sous l'agitation magnétique continue pendant 24 heures à une température ambiante. Le mélange est bien recouvert d'aluminium.

Après 24h, le mélange hétérogène est filtré par le papier filtre.



Figure 11 : Opération de filtration.

Pour les 4 plantes étudiées, nous avons obtenu 8 extraits nommés comme suivant :

- EAM1= extrait aqueux de *Myrtus communis* L. sans délipidation.
- EHM1= extrait hydroéthanolique de *Myrtus communis* L. sans délipidation.
- EAL1= extrait aqueux de *Laurus nobilis* L. sans délipidation.
- EHL1= extrait hydroéthanolique de *Laurus nobilis* L. sans délipidation.
- EAR1= extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* sans délipidation.
- EHR1= extrait hydroéthanolique de *Rosmarinus officinalis* sans délipidation.
- EAT1= extrait aqueux de *Thymus numidicus* sans délipidation.
- EHT1= extrait hydroéthanolique de *Thymus numidicus* sans délipidation.

On met les 8 extraits dans les boîtes de pétri et on les pèse (boîte+extrait).

Les extraits ont été ensuite mis à l'étuve à 40°C jusqu'au séchage total, puis on les pèse de nouveau.

III.2. Extraction par macération après délipidation

Une prise d'essai de 10g de la poudre végétale de chaque plante subit une macération dans 50ml de l'éther de pétrole puis on fait une agitation manuelle simple, après le mélange a été maintenu sous agitation magnétique pendant 24h à la température ambiante. Après les 24h, le mélange hétérogène est filtré par papier filtre.

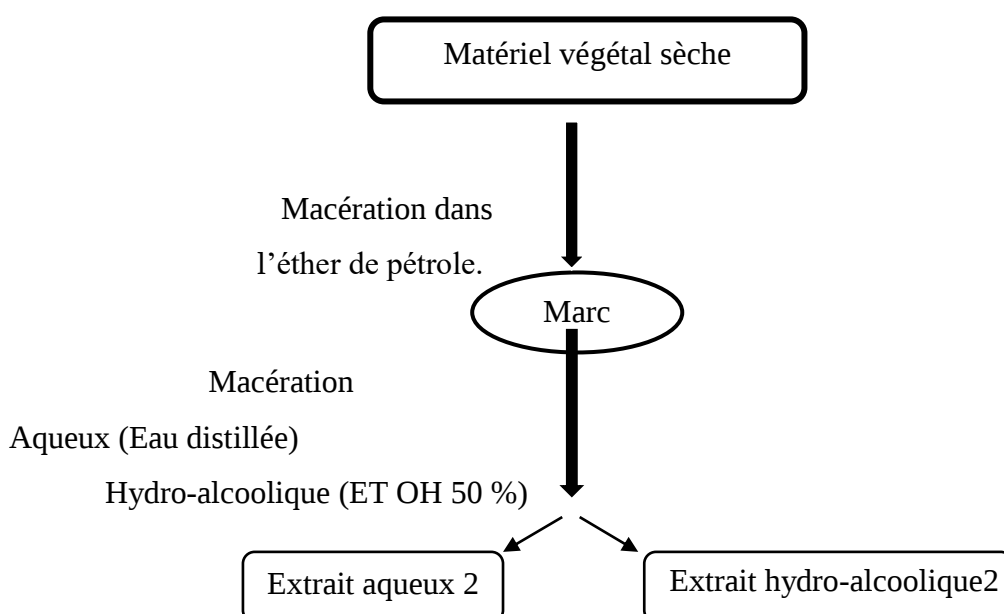


Figure 12 : Protocole d'obtention d'extrait par macération après délipidation.

Après la filtration, le marc est séché à l'étuve (40°C), puis on récupéré la poudre dans un erlenmeyer pour reprendre la macération dans 50ml d'eau distillée pour l'extraction aqueux et 50ml de l'éthanol 50% pour l'extraction hydro-alcoolique pour chaque plante.

Le mélange a été maintenu sous l'agitation magnétique pendant 24h à une température ambiante. Après le mélange est filtré par le papier filtre.

Pour les 4 plantes étudiées, on obtient 8 extraits :

- EAM2= extrait aqueux de *Myrtus communis*L. avec délipidation.
- EHM2= extrait hydroéthanolique de *Myrtus communis*L. avec délipidation.
- EAL2= extrait aqueux de *Laurus nobilis* L. avec délipidation.
- EHL2= extrait hydroéthanolique de *Laurus nobilis* L. avec délipidation.
- EAR2= extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* avec délipidation.
- EHR2= extrait hydroéthanolique de *Rosmarinus officinalis* avec délipidation.
- EAT2= extrait aqueux de *Thymus numidicus* avec délipidation.
- EHT2= extrait hydroéthanolique de *Thymus numidicus* avec délipidation.

On met les 8 extraits dans les boites de pétri et on les pesé (boite+extrait).

Les extraits ont été ensuite mis à l'étuve à 40°C jusqu'au séchage total, puis on les pesé au nouveau.

Ainsi pour chaque plante on obtient 4 extraits, totalement on a 16 extraits (EAM1, EHM1, EAM2, EHM2, EAL1, EHL1, EAL2, EHL2, EAR1, EHR1, EAR2, EHR2, EAT1, EHT1, EAT2, EHT2).

III.3. Rendement

Le rendement d'extraction a été calculé par le rapport entre le poids initial de la prise d'essai de la poudre végétale en mg et le poids final d'extrait après l'évaporation du solvant en mg, il est exprimé en pourcentage selon la formule suivante :

$$\text{Rendement d'extraction (\%)} = (\text{Pf}/\text{P0}) \times 100$$

Où : **Pf** : poids d'extrait final (mg).

P0 : poids de la prise d'essai (mg).

III. Test de la solubilité

La préparation des solutions pour le test de solubilité se fait à partir de deux extraits secs obtenus par séchage de la solution hétérogène, pour chacun on prépare 2 tubes :

Le premier tube contient 20mg de la matière sèche à dissoudre dans 2ml de l'eau distillée.

Le deuxième tube contient 20mg de la matière sèche à dissoudre dans 2ml d'EtOH 50% (1ml de l'eau distillée et 1ml d'éthanol).

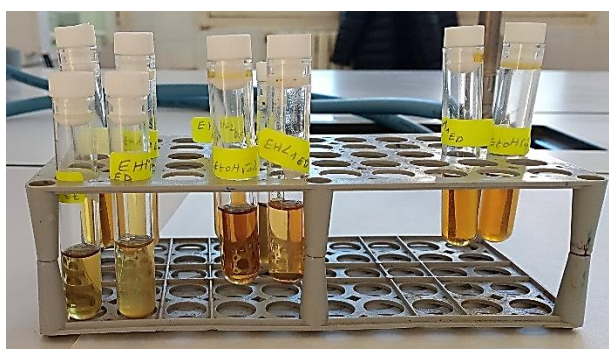


Figure 13 : Solubilité des extraits.

V. Dosage des composés phénoliques

V.1. Dosage des polyphénols totaux

La teneur en phénols totaux des extraits a été déterminée par la méthode de Folin-Ciocalteu décrite par **Singleton et Rossi (1965)** et **Dewanto et al., (2002)**.

▪ Principe

La méthode de Folin-Ciocalteu est une méthode simple utilisée pour doser les polyphénols totaux d'un échantillon. Folin-Ciocalteu est un réactif constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$) qui se réduit en milieu basique en tungstène et en molybdène par l'oxydation des composés phénoliques. Le Folin-Ciocalteu de couleur jaune réagit avec les résidus phénoliques formant un complexe coloré en bleu présentant une absorption spécifique maximale à 765 nm l'intensité de la coloration est proportionnelle avec la concentration des polyphénols dans l'extrait.

La quantité des polyphénols totaux présente dans un extrait est déterminée par l'utilisation d'une gamme étalon réalisée avec un acide phénolique de référence comme l'acide gallique par exemple.

▪ Mode opératoire

Un volume de 1ml de chaque extrait éthanolique est mélangé avec 2,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu dilué à 1/10. Après 1min d'agitation manuelle, 2ml de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 7,5 % sont additionnés et 0,5ml blanc (MeOH). L'absorbance est lue à 760nm contre un blanc sans l'extrait à l'aide d'un spectrophotomètre (UV Visible) après incubation à température ambiante pendant 60-90min. On fait deux répétitions pour chaque extrait.

La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage, établie avec le standard étalon l'acide gallique (5-80 $\mu\text{g/ml}$) et exprimée en μg d'équivalents d'acide gallique par mg de matière sèche (μg EAG/mg à extrait).

V.2. Dosage des flavonoïdes

La quantification des flavonoïdes 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 4 et 5 des flavonoïdes.

Le dosage est réalisé selon la méthode décrite par **(Dewanto et al., 2002)**.

▪ Principe

Le contenu flavonoïdique total des extraits est mesuré par une méthode colorimétrique en utilisant le réactif de chlorure d'aluminium (AlCl_3). Ce réactif forme un complexe flavonoïdes-aluminium, ceci est traduit par le fait que le métal (Al) a perdu deux électrons pour s'unir à deux oxygènes de la molécule phénolique agissant comme donneurs d'électrons.

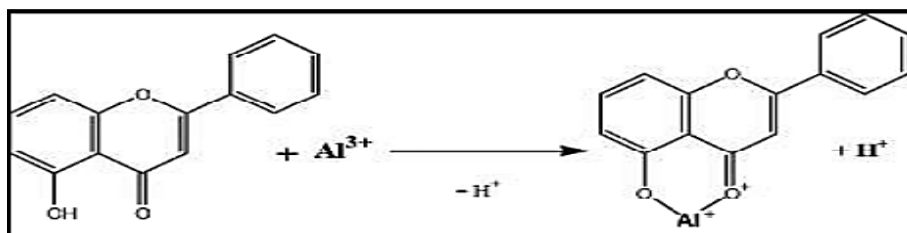


Figure 14 : Réaction du Chlorure d'aluminium avec les Flavonoïdes (**Ribéreau-Gayon, 1968**).

▪ Mode opératoire

On prend 1ml de chaque extrait éthanolique est mélangé avec 1ml d'une solution méthanoïque de chlorure d'aluminium 2% (2g/100ml) et 1ml de blanc (MeOH). Après 15 min d'incubation et agitation, l'absorbance est mesurée à 430nm par un spectrophotomètre. On fait deux répétitions pour chaque extrait.

Une courbe d'étalonnage ($y=ax+b$) est établie en préparant une gamme de concentration croissantes de quercetine (5-80 $\mu\text{g/ml}$). Celle-ci est réalisée dans les mêmes conditions opératoires que les échantillons.

La teneur en flavonoïdes est exprimée en μg équivalent de quercetine par mg de matière sèche ($\mu\text{g EqQ/mg}$ à extrait).

VI. Détermination de l'activité antioxydante : Test de DPPH

L'effet anti-radicalaire des extraits est mesuré par la méthode du DPPH (**Blois, 1958**), le BHA est utilisé comme standards antioxydants. Le système est très utilisé car il est rapide, facile et non coûteux.

- Principe

Ce test permet de mettre en évidence le pouvoir anti radicalaire d'un antioxydant pur ou d'un extrait antioxydant, la solution d'alcool de DPPH (1,1 DiPhenyl-2-Picryl Hydrazil) est de couleur violette, est réduit en composé jaune en présence de composés anti-radicaux libres, caractérisé par son spectre UV avec un maximum d'absorbance à 517nm.

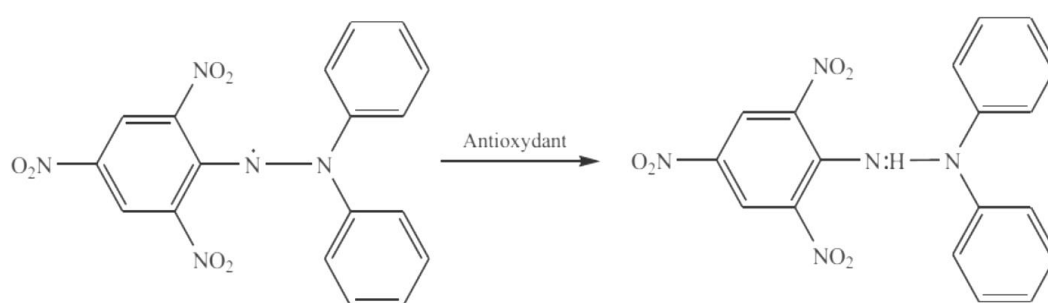


Figure 15 : Réduction du radical DPPH (Hadbaoui, 2007).

- Mode opératoire

On a préparé la solution méthanolique au DPPH 10^{-4} M puis mélangée au vortex pendant 10 min. Ensuite, une solution mère pour chaque extrait a été préparée à 1mg/ml dans le méthanol, ainsi une gamme de concentrations suivantes : (12,5 ; 25 ; 50 ; 100 ; 200 $\mu\text{g}/\text{ml}$).

Tableau 1: Préparation des dilutions pour l'obtention des solutions à différents concentration.

$C_2 \mu\text{g}/\text{ml}$ (concentration finale)	12.5	25	50	100	200
$V_1 \mu\text{l}$ (solution mère)	50	100	200	400	800
V (Me OH)	3950	3900	3800	3600	3200
$V_2 \mu\text{l}$ (volume final)	4000	4000	4000	4000	4000

Pour préparer le premier tube de dilution, on prend un volume (V_1) de la solution mère déjà préparé et on l'ajoute dans un tube à essai puis on complète par le MeOH jusqu'à 4000 μl (V_2).

Dans un autre tube, on prend 400 μl de la solution diluée, Puis 1600 μl de la solution méthanolique de DPPH ont été introduits.

Les tubes sont incubés dans l'obscurité à température ambiante pendant 30 minutes pour que la réaction accomplisse. La mesure de l'absorbance a été effectuée à l'aide d'un spectrophotomètre UV à une longueur d'onde de 517nm.

Un tube contient le MeOH a été utilisé comme blanc et un autre tube qui contient le MeOH + DPPH est considéré comme contrôle. Toutes les opérations sont répétées deux fois.

BHA est utilisé comme témoin pour la comparaison de l'effet scavengeur de nos extraits avec les mêmes concentrations.

Les résultats sont exprimés en pourcentage d'inhibition qui est donné par la formule suivante :

$$\text{Pourcentage d'inhibition} = [(Abs_{\text{blanc}} - Abs_{\text{éch}})/Abs_{\text{blanc}}]*100$$

Où **Abs_{blanc}** : absorbance de DPPH au temps zéro avant l'addition de l'échantillon.

Abs_{éch} : absorbance de l'échantillon testé après 30 mn d'incubation.

L'activité antioxydant est exprimée ensuite par des valeurs d'IC₅₀, des concentrations d'extrait nécessaires pour déterminer l'inhibition de 50% de la forme réduite du radical DPPH.

Chapitre II

Résultats et discussions

I. Rendement des quatre plantes étudiées

Les extraits récupérés après macération aqueux et hydroéthanolique sans et après délipidation sont pesés pour déterminer le poids résultant. Le rendement est déterminé par rapport à 10g du matériel végétal sec. Les résultats sont exprimés en pourcentage massique. Les rendements d'extraction des quatre plantes sont présentés comme suit :

I.1. *Myrtus communis* L.

Les taux d'extraction pour cette espèce sont présentés dans l'histogramme en **figure 16**.

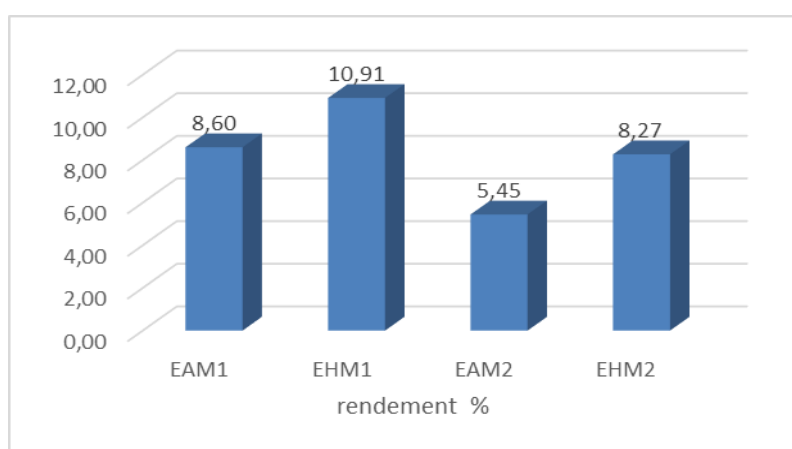


Figure 16 : Rendement des extraits aqueux et hydroéthanolique sans et avec délipidation de *Myrtus communis* L.

D'après cet histogramme, les rendements sont considérables et varient entre 5,45% et 10,91%. L'extrait hydroéthanolique obtenu sans délipidation (EHM1) était le plus rentable par rapport à celui de l'extrait aqueux (8,60%). D'autre part, les extraits obtenus avec délipidation ont donnés des rendements moins importants, particulièrement l'extrait aqueux (EAM2) qui était le moins rentable (5,45%).

En comparant nos résultats avec ceux de **Gardeli et al., (2008)**, qui travaillaient sur l'extrait méthanolique de *Myrtus communis* L. poussant spontanément en Grèce, leurs rendements sont compris entre 43,4 et 59,5%, ils atteignent leur maximum lorsque la plante est récoltée en pleine floraison, elles sont très loin de nos résultats.

Aussi nos résultats sont bas par rapport aux résultats de **Touaibia et al., (2014)**, les extraits méthanoliques issus de la plante est de l'ordre de 35,56%.

I.2. *Laurus Nobilis L.*

Les taux d'extraction pour cette espèce sont présentés dans l'histogramme en **figure 17**.

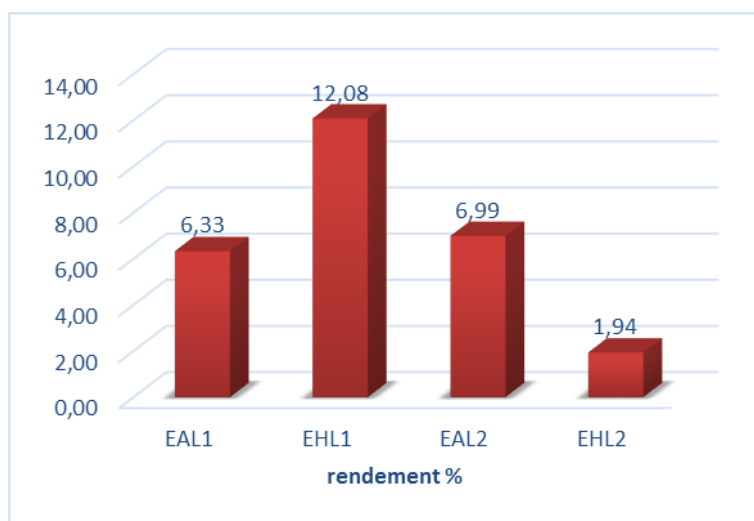


Figure 17 : Rendement des extraits aqueux et hydroéthanolique sans et avec délipidation de *Laurus nobilis L.*

Selon l'histogramme de la **Figure 17**, on trouve que les rendements varient entre 1,94% et 12,08%. Le meilleur rendement était de l'extrait hydroéthanolique sans délipidation (EHL1) par rapport à l'extrait aqueux (EAL1). Pour les extraits avec délipidation présentent des rendements faibles (6,99%) et (1,94%) hydroéthanoliques et aqueux respectivement.

Chaaben et al., (2015) ont appliqué une méthode d'extraction à froid et à chaud sur l'espèce de *Laurus nobilis L.* récolté de la région Cap-Bon les valeurs obtenus sont de l'ordre 8,29% et 11% respectivement, ces résultats sont proche des montres.

On remarque que nos résultats sont presque les mêmes que ceux retrouvés dans la littérature et qui sont obtenus avec des solvants de même densité ou avec l'utilisation d'autres méthodes d'extraction (**Zoran et al, 2009**) pour lesquelles les rendements enregistrés s'élèvent à est de l'ordre de 10,7% pour l'extrait éthanolique.

I.3. *Rosmarinus officinalis*

Les taux des rendements d'extraction pour le *Rosmarinus officinalis* sont présentés dans l'histogramme en **figure 18**.

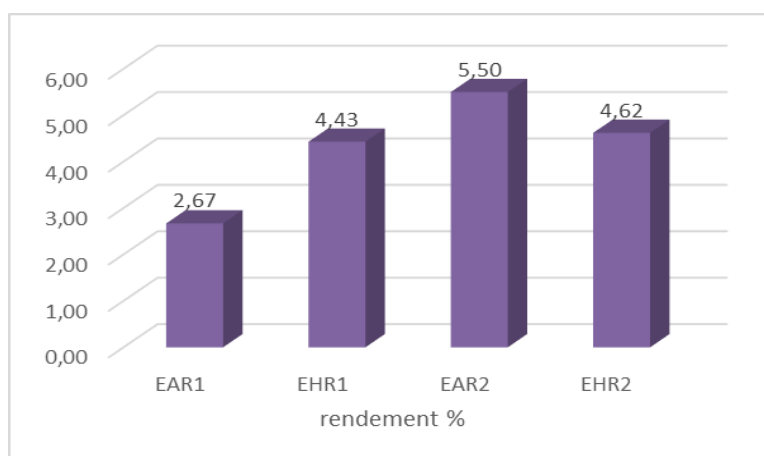


Figure 18 : Rendement des extraits aqueux et hydroéthanolique sans et avec délipidation de *Rosmarinus officinalis*.

D'après cet histogramme, les rendements sont faibles et varient entre 2,67 et 5,50%. L'extrait aqueux obtenu après délipidation (EAR2) était le plus rentable par rapport à celui de l'extrait hydroéthanolique (4,62%). D'autre part, les extraits obtenus sans délipidation ont donnés des rendements moins importants, dont l'extrait aqueux (EAR1) était le moins rentable (2,67%).

Nos résultats de rendement d'extrait aqueux sont élevés par rapport à celles trouvés par d'autres chercheurs (**Hilan et al.,2006** ; **Atik Bekkara et al.,2007** ; **Boutabia et al.,2016** ; **Belkhodja et al.,2016**)qui ont enregistré des valeurs de l'ordre de 1,52% ;0,8% ; 2,3% et 1,29 % respectivement.

Dans une étude réalisée par **Shama et al.,(2014)** qui est travaillé sur *Rosmarinus officinalis L.*, originaire de Sudan, les résultats trouvés pour le rendement de l'extrait aqueux étaient de 24,3% et une autre étude réalisée par **Dorman et al., (2003)**a montré que le rendement des extraits aqueux de *Rosmarinus officinalis L.*, originaire de Finlande s'élève à 24%. De même l'étude réalisé par (**Mata et al., 2007**) a enregistré un rendement de 51,1% avec l'extrait hydroéthanolique, alors que celles réalisés par(**Menaceur, 2011** ; **Kamal Fadili et al.,2015** ; **Bendif et al., 2017**), ont enregistré des rendements d'extraction dans le solvant éthanolique de 13,6% ;20,55% et 19,6% respectivement, on remarque que leurs rendements sont mieux que les nôtres.

1.4.Thymus numidicus

Les taux des rendements d'extraction pour le *Rosmarinus officinalis* sont présentés dans l'histogramme en **figure19**.

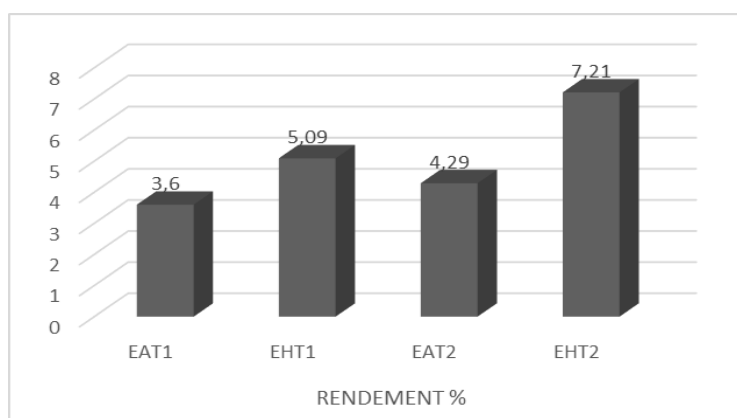


Figure 19 : Rendement des extraits aqueux et hydroéthanolique sans et après délipidation de *Thymus numidicus*.

Suivant l'histogramme des rendements d'extraction réalisée sur *Thymus numidicus*, on trouve que ceux-ci varient entre 3,6% et 7,21%. Le meilleur rendement était de l'extrait hydroéthanolique après délipidation (EHT2) avec 7,21% contre part 4,29% de l'extrait aqueux (EAT2). D'autre part, les extraits obtenus sans délipidation ont donnés des rendements moins importants, ou nous avons enregistré un rendement de 3,6% de l'extrait aqueux (EAT1).

Le rendement obtenu de l'extrait hydroéthanolique après délipidation est supérieur à celui mentionné dans le travail de **Yakhlef (2010)**, qui a trouvé un rendement de 6,24 %, à partir des extraits méthanolique des feuilles de *Thymus vulgaris*.

Notre rendement a été remarquablement proche de celui enregistré par **Ramchoun et al., (2012)** en enregistrant des valeurs de l'ordre de 10,00, 7,60 et 7,60% pour les extraits respectivement de *Thymus satureioides*, *Thymus zygis* L., *Thymus atlanticus* provenant du Maroc, et est inférieur par rapport à celui de *Thymus vulgaris* 14,80%.

Aussi le rendement de notre extrait hydroéthanolique de *Thymus numidicus* était inférieur par rapport au rendement d'extrait méthanolique de *Thymus algeriensis* (9,25%) enregistré par **Kholkhal et al., (2013)**.

D'autre part **Sokmen et al., (2004)** ont obtenu un rendement de l'ordre de 13,11% en étudiant l'extrait méthanolique de *Thymus spathulifolius* de la Turquie supérieur au nôtre.

I.5.Comparaison entre les rendements des quatre plantes étudiées

La **figure 20** représente les taux d'extractions de seize extraits pour les quatre plantes étudiées en vue d'avoir une comparaison globale entre eux.

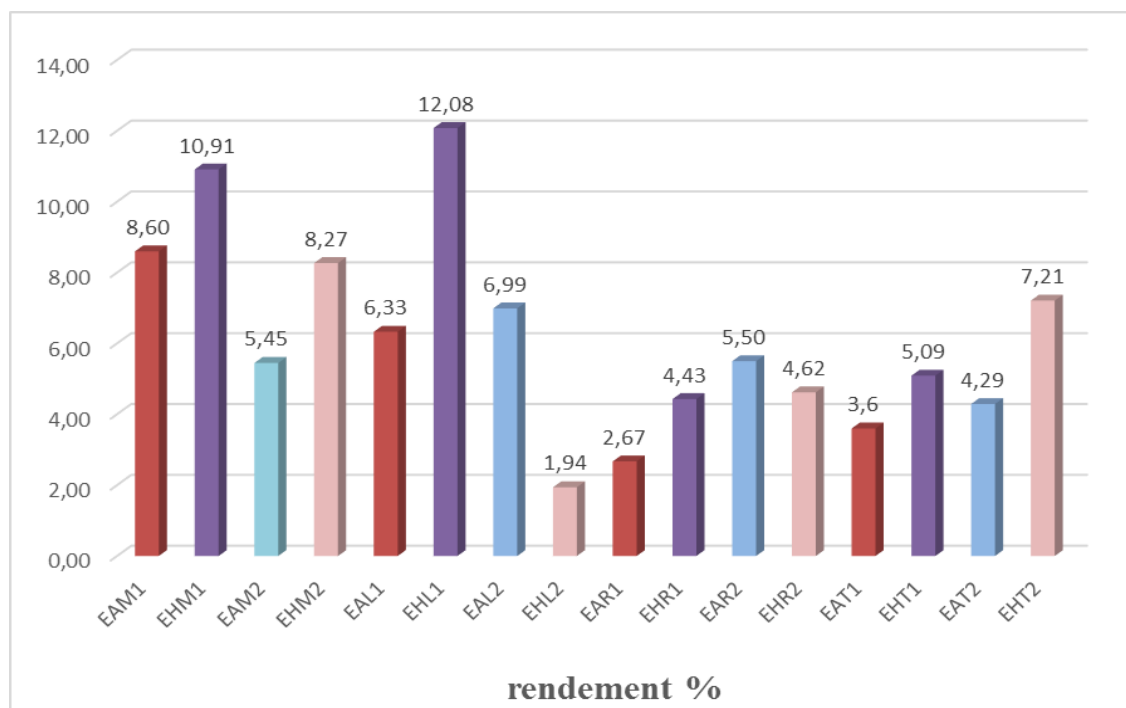


Figure 20 : Rendements des extraits aqueux et hydroéthanolique des quatre plantes étudiées.

Par rapport à l'extrait aqueux sans délipidation où l'ordre décroissant du rendement était de : *Myrtus communis* L.>*Laurus nobilis* L.>*Thymus numidicus* et le dernier c'est le *Rosmarinus officinalis*.

Les extraits hydroéthanolique sans délipidation où l'ordre du rendement était de : *Laurus nobilis* L.>*Myrtus communis* L.>*Thymus numidicus* et le dernier c'est le *Rosmarinus officinalis*.

D'autre part l'extrait aqueux après délipidation le rendement le plus élevé du *Laurus nobilis* L. puis *Rosmarinus officinalis* puis *Myrtus communis* L. et le dernier le *Thymus numidicus*.

Concernant l'extrait hydroéthanolique après délipidation le rendement le plus élevé est de *Myrtus communis* L. suivi par *Thymus numidicus* suivi par *Rosmarinus officinalis* et le dernier est *Laurus nobilis* L.

La différence de rendement entre les extraits est probablement due à plusieurs facteurs, tels que les propriétés génotypiques, le degré de maturité, la composition chimique de chaque

espèce, ainsi que l'effet de l'origine géographique de la plante (climat et sol), la saison de la récolte, la durée et les conditions de stockage, comme mentionné par **Onzo et al., (2015)**. En plus la méthode d'extraction, le système solvant utilisé est l'un des facteurs qui influe sur le rendement d'extraction et même la qualité de l'extrait (le choix du solvant d'extraction en fonction de la solubilité du composé d'intérêt) (**Dah-Nouvlessounon et al., 2015**). La différence peut être due aussi au nombre de répétition de macération, nous avons fait une seule fois.

I. Solubilité

Nous avons réalisé un test de solubilité des extraits dans deux solvants : l'eau distillée et l'éthanol 50% avec agitation au vortex à froid. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Résultats de la solubilité des extraits dans deux solvants l'eau distillée et l'éthanol/eau.

Extraction sans délipidation			Extraction avec délipidation		
Extraits	Eau distillée	EtOH 50%	Extraits	Eau distillée	EtOH 50%
EAM1	++	++	EAM2	++	++
EAL1	++	+	EAL2	+	+
EAR1	-	-	EAR2	-	-
EAT1	+	-	EAT2	++	+ -
EHM1	+	++	EHM2	+	++
EHL1	-	++	EHL2	+ -	+
EHR1	+	++	EHR2	+	++
EHT1	+	++	EHT2	+	++

++ : Très soluble ; + : soluble ; - : insoluble ; +- : plus ou moins soluble

D'après le **tableau 2**, on remarque que l'extrait aqueux sans délipidation de *Myrtus communis L.* est très soluble dans l'eau distillée et dans EtOH 50% aussi *Laurus nobilis L.* est très soluble dans les deux solvants par contre le *Rosmarinus officinalis* est non soluble dans les deux solutions et enfin le *Thymus numidicus* est soluble dans l'eau distillée et insoluble dans EtOH 50%.

Pour les extraits aqueux après délipidation : le *Myrtus communis* L. est très soluble dans l'eau distillée et l'EtOH 50%, *Laurus nobilis* L. est soluble dans les deux solutions, le *Rosmarinus officinalis* est non soluble par contre le *Thymus numidicus* est très soluble dans l'eau distillée et plus ou moins soluble dans EtOH 50%.

Pour les extraits hydroéthanolique sans délipidation : Les quatre extraits de *Myrtus communis* L., *Thymus numidicus*, *Laurus nobilis* L. et *Rosmarinus officinalis* sont très solubles dans EtOH 50% mais dans l'eau distillée, seuls les trois extraits *Myrtus communis* L., *Thymus numidicus* et *Rosmarinus officinalis* sont solubles par contre le *Laurus nobilis* L. est insoluble.

Pour les extraits hydroéthanolique après délipidation : Le *Myrtus communis* L., *Thymus numidicus* et *Rosmarinus officinalis* sont très solubles dans EtOH 50% et solubles dans l'eau distillée, sauf le *Laurus nobilis* L. est soluble dans EtOH 50% et plus ou moins soluble dans l'eau distillée.

II. Quantification des composés phénoliques

L'analyse quantitative des extraits par des dosages spectrophotométriques, a pour objectif la détermination de la teneur de quelques composés phénoliques (polyphénols totaux et flavonoïdes).

Deux droites d'étalonnage ont été tracées pour objectif : la détermination des teneurs des CPT et flavonoïdes. Elles sont réalisées avec des solutions d'étalons à différentes concentrations.

Le contenu phénolique total de nos extraits a été obtenu à partir de la courbe d'étalonnage ($y = 0,0062x + 0,0191$, $R^2 = 0,9824$) **figure 21**.

La quercétine a été utilisée comme standard pour les flavonoïdes et les valeurs ont été calculées selon la courbe d'étalonnage ($y = 0,044x + 0,0976$; $R^2 = 0,999$) **figure 22**.

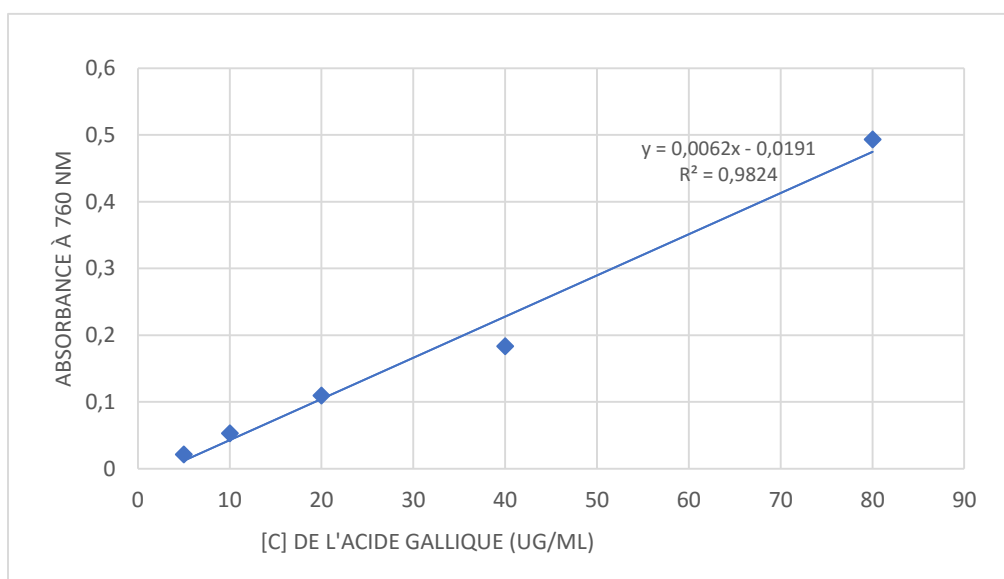


Figure 21 : Courbe d'étalonnage des CPT.

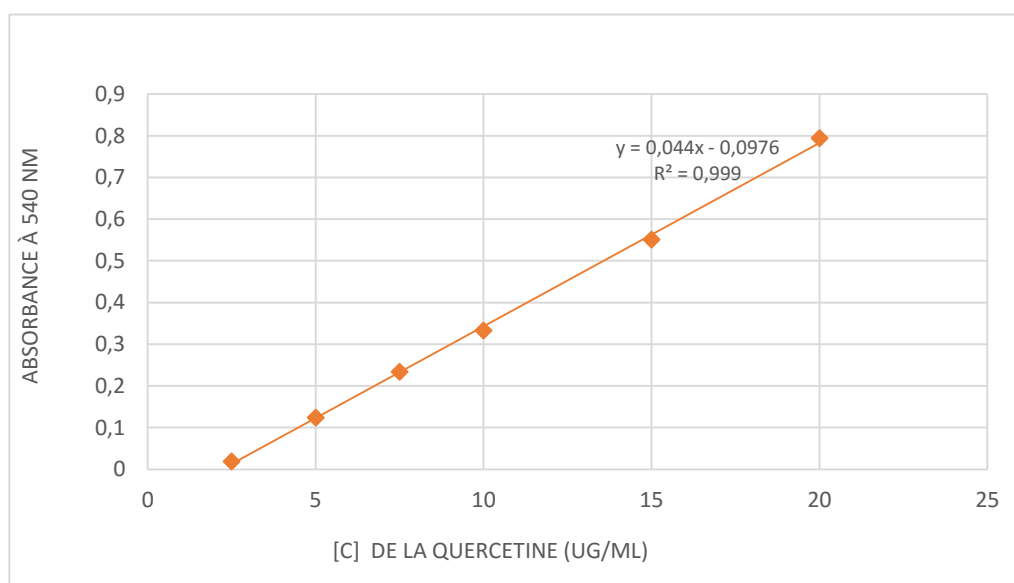


Figure 22 : Courbe d'étalonnage des Flavonoïdes.

III.1. *Myrtus Communis L.*

Les résultats obtenus sont exprimés en μg équivalent d'acide gallique par mg d'extrait et mentionnés dans le **tableau 3** :

Tableau 3 : Teneur en CPT et flavonoïdes d'extrait hydroéthanolique et aqueux sans et après délipidation de la plante *Myrtus communis L.*

Extrait		Teneur en CPT ($\mu\text{g EAG/mg}$)	Flavonoïdes ($\mu\text{g EQ/mg}$)
Sans délipidation	EAM1	76,50 $\pm$ 0,24	4,77 $\pm$ 0,06
	EHM1	89,83 $\pm$ 0,24	6,16 $\pm$ 0,13
Avec délipidation	EAM2	48,58 $\pm$ 0,35	3,84 $\pm$ 0,03
	EHM2	78,17 $\pm$ 0,47	5,94 $\pm$ 0,05

D'après le **tableau 3**, la détermination des teneurs en CPT montre que l'extrait hydroéthanolique sans délipidation (EHM1) contient la meilleur teneur 89,83 $\pm$ 0,24 $\mu\text{g EAG/mg}$ suivi par l'extrait hydroéthanolique après délipidation (EHM2) dont la teneur avec égale à 78,17 $\pm$ 0,47 $\mu\text{g EAG/mg}$, la teneur la plus basse était celle de l'extrait aqueux après délipidation avec une concentration de 48,58 $\pm$ 0,35 $\mu\text{g EAG/mg}$.

Dans cette étude on a obtenu des teneurs en flavonoïdes qui varient entre 5,94 $\pm$ 0,05 et 6,16 $\pm$ 0,13 $\mu\text{g EQ/mg}$ pour les extraits hydroéthanoliques sans et avec délipidation (EHM1) et (EHM2) respectivement. Les teneurs en flavonoïdes des extraits aqueux sans et avec délipidation (EAM1) et (EAM2) s'élèvent à 4,77 $\pm$ 0,06 et 3,84 $\pm$ 0,03 $\mu\text{gEQ/mg}$ respectivement.

A partir de nos résultats, la concentration des polyphénols dans les différents extraits de myrte est comprise entre 48,58 $\pm$ 0,35 et 89,83 $\pm$ 0,24 $\mu\text{g EAG/mg}$, est élevée par rapport à l'étude de **Wannes et al., (2010)**. Cette étude a montré que la teneur des phénols totaux la plus élevée est remarquée dans les feuilles de *Myrtus communis L.* avec un taux égal à 33,67 $\mu\text{g EAG/mg}$.

Notre résultat est en désaccord avec les résultats obtenus par **Gardeli et ses collaborateurs(2008)** qui ont montré que les taux de polyphénols de myrte d'Island varient entre 307 et 373 $\mu\text{g EAG/mg}$, cette variation peut être expliquée par le changement des conditions climatiques d'une région à l'autre, sachant que les conditions du milieu influencent directement sur la biosynthèse des métabolites secondaires parmi lesquels les polyphénols.

Nos résultats sont proches de ceux obtenus par **Aidi et ses collaborateurs (2010)** qui ont montré que la teneur la plus élevée en flavonoïdes dans le myrte réside dans l'extrait méthanolique de Tunis est de avec une valeur 5, 17 $\mu\text{g RE/ mg}$.

Nos résultats sont aussi proche de ceux obtenus par **Benchikh et al., (2018)** dont le taux de flavonoïde est de l'ordre de $3,02 \pm 0,02 \mu\text{g EQ/mg}$ pour l'extrait aqueux du *Myrtus communis L.* récolté dans la wilaya de Jijel.

III.2. *Laurus nobilis L.*

Les résultats de dosage des CPT et des flavonoïdes des extraits de la plante *Laurus nobilis L.* analysés sont rapportés dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Teneur en CPT et flavonoïdes d'extrait hydroéthanolique et aqueux sans et après délipidation de la plante *Laurus nobilis L.*

	Extrait	Teneur en CPT ($\mu\text{g EAG/mg}$)	Flavonoïdes ($\mu\text{g EQ/mg}$)
Sans délipidation	EAL1	$33,42 \pm 0,59$	$2,94 \pm 0,02$
	EHL1	$53,92 \pm 0,29$	$5,70 \pm 0,03$
Avec délipidation	EAL2	$57,33 \pm 0,94$	$3,13 \pm 0,02$
	EHL2	$55,17 \pm 0,71$	$5,24 \pm 0,11$

Les résultats du dosage quantitatif des CPT varient entre $33,42 \pm 0,5$ et $57,33 \pm 0,94 \mu\text{g EAG/mg}$. Montrent que l'extrait hydroéthanolique (EHL1) sans délipidation présente une teneur de l'ordre de $53,92 \pm 0,29 \mu\text{g EAG/mg}$ et une teneur de l'ordre de $33,42 \pm 0,59 \mu\text{g EAG/mg}$ dans l'extrait aqueux (EAL1), tandis que la teneur obtenue avec l'extrait aqueux après délipidation (EAL2) donne la meilleure concentration en CPT de l'ordre de $57,33 \pm 0,94 \mu\text{g EAG/mg}$.

La teneur en flavonoïde des extraits obtenus varie entre $2,94 \pm 0,02$ et $5,70 \pm 0,03 \mu\text{g EQ/mg}$, la meilleure teneur est celle obtenu par l'extrait hydroéthanolique sans délipidation (EHL1). D'autre part, les extraits obtenus avec délipidation ont donnés des valeurs proches de celles sans délipidation : $5,24 \pm 0,11 \mu\text{g EQ/mg}$ pour l'extrait hydroéthanolique et $3,13 \pm 0,02 \mu\text{g EQ/mg}$ pour l'extrait aqueux.

Nos résultats sont inférieurs à ceux obtenus par **Filomina et al., (2006)** pour l'extrait méthanolique de la plante sauvage du *Laurus nobilis L.* dont la teneur en composés phénoliques est égale à $201 \mu\text{gEAG/mg}$ et pour l'extrait méthanolique des feuilles de *Laurus nobilis L.* cultivée la teneur en CPT est égale $219 \mu\text{gEAG/mg}$.

Concernant *Laurus nobilis L.*, **Muniz-Marquez et ses collègues (2013)** ont rapporté une teneur en polyphénols égale à 8,2 µg EAG/mg, largement inférieur à nos résultats, Alors que (**Taroq et al., 2018**), en étudiant l'extrait méthanolique de *Laurus nobilis L.*, ils ont trouvé une concentration plus élevée en polyphénols de l'ordre de 133,32 µg EAG/mg.

D'autre part, **Kivrak et al., (2017)** ont rapporté une teneur en polyphénols de l'ordre de 5,32±0,10 µg PE/mg pour l'extrait éthanolique et 11,04±0,20 µg PE/mg pour l'extrait aqueux, largement inférieur à nos résultats. Pour les teneurs en flavonoïdes, l'extrait éthanolique est égale 8,60±0,12 µg EQ/mg est supérieur à nos résultats, par contre l'extrait aqueux en contient 1,07±0,10 µg EQ/mg inférieur à nos résultats.

La teneur en flavonoïdes de l'extrait de *Laurus nobilis L.* à savoir 0,25 µg EQ/mg obtenue par **Baccouri et al., (2007)** est inférieure par rapport à nos résultats.

III.3. *Rosmarinus officinalis*

Les résultats de dosage des CPT et des flavonoïdes de *Rosmarinus officinalis* analysés sont rapportés dans le **tableau 5**.

Tableau 5 : Teneur en CPT et flavonoïdes d'extrait hydroéthanolique et aqueux sans et après délipidation de la plante *Rosmarinus officinalis*.

	Extrait	Teneur en CPT (µg EAG/mg)	Flavonoïdes (µg EQ/mg)
Sans délipidation	EAR1	29,92±0,59	3,20±0,13
	EHR1	46,83±0,24	4,59±0,10
Avec délipidation	EAR2	37,42±0,59	2,89±0,06
	EHR2	81,92±0,59	4,82±0,00

Le **tableau 5** montre que l'extrait hydroéthanolique avec délipidation (EHR2) contient la meilleur teneur 81,92±0,59µg EAG/mg suivi par l'extrait hydroéthanolique sans délipidation (EHR1) de teneur égale à 46,83±0,24µg EAG/mg, la teneur la plus basse est enregistré avec l'extrait aqueux sans délipidation (EAR1) et s'élève à 29,92±0,59µg EAG/mg.

Les teneurs en flavonoïde des extraits obtenus présentent une variation entre 2,89±0,06et4,82 ±0,00µg EQ/mg. La meilleure teneur est celle de l'extrait hydroéthanolique avec délipidation (EHR2) avec 4,82±0,00µg EQ/mg par contre le plus faible revient de l'extrait aqueux avec 2,89±0,06µg EQ/mg.

D'autre part, les extraits obtenus sans délipidation ont donnés des valeurs proches de l'extrait avec délipidation, l'extrait hydroéthanolique (EHR1) = $4,59 \pm 0,10$ et l'extrait aqueux (EAR1) égale $3,20 \pm 0,13 \mu\text{g EQ/mg}$.

Selon les résultats de **Fellah et al., (2018)**, les extraits aqueux de *Rosmarinus officinalis* récolté dans trois sites différents, à savoir d'Oum El Bouaghi, El Taref et Ouargla ont montré des teneurs variables qui s'élèvent à $81,63 \pm 0,16$, $114,10 \pm 0,15$ et $58,26 \pm 0,31 \mu\text{g EAG/mg}$ respectivement. Les teneurs en CPT dans les deux premiers sites sont élevés par rapport à nos résultats, la troisième teneur par contre était proche.

La teneur de CPT dans l'extrait méthanolique de *Rosmarinus officinalis* de **Tsai et al., (2007)** est de $58,1 \pm 0,9 \mu\text{g EAG/mg}$. **Tawaha et al., (2007)** ont trouvé $39,1 \pm 3,6 \mu\text{g EAG/mg}$ ces deux résultats sont proches des nôtres, mais assez loin ceux obtenus par **Erkan et al., (2008)** ($162 \mu\text{g EAG/mg}$) et **Ho et al., (2008)** ($127 \pm 3 \mu\text{g EAG/mg}$) pour le même type d'extraits.

La teneur en CPT de l'extrait aqueux de romarin est inférieure à celle trouvée par **Megateli et Krea (2018)** travaillant sur le même espèce prélevé de la région de Medea ($127,87 \pm 2,1 \mu\text{g EAG/mg}$), et beaucoup plus moins que celle publiés par **Dorman et al., (2003)** et **Chen et al., (2007)** qui ont trouvés une teneur en polyphénols de $185 \mu\text{g EAG /mg}$.

Salama et al., (2018) ont trouvés une teneur en polyphénols totaux dans l'extrait aqueux de romarin prélevé de la région de Caire (Egypte) égale à $33 \pm 1,20 \mu\text{g EAG/mg}$ qui est évidemment proche de notre résultats.

Les teneurs rapportées par **Megateli et Krea (2018)** en flavonoïdes de l'extrait aqueux de romarin de la région Medea est = $14,48 \pm 1,5 \mu\text{g EQ/mg}$ est élevé par rapport à nos résultats, et par **Aljabri (2020)** = $4,32 \mu\text{g EQ/mg}$ était proche en comparaison à notre teneur.

Les résultats de **Fellah et al., (2018)**, de leurs extraits aqueux de *Rosmarinus officinalis* étaient obtenus de trois sites différents, Oum El Bouaghi, El Taref et Ouargla ont montré des teneurs variables qui s'élèvent à $28,86 \pm 0,31$, $28,78 \pm 0,02$ et $14,63 \pm 0,08 \mu\text{g EQ/mg}$ les teneurs en flavonoïdes sont élevés par rapport à nos résultat.

D'après les résultats de **Ho et ses collaborateurs, (2008)**, l'extrait méthanolique du romarin contient $20,1 \pm 1,30 \mu\text{g EC/mg}$. En outre, **Tsai et al., (2007)** le romarin de la région de Taipei, Taiwan ont également trouvé que l'extrait méthanolique du romarin contient $60,7 \pm 1,1 \mu\text{g EC/mg}$ et $128 \pm 0,8 \mu\text{g EC/mg}$. Les teneurs en flavonoïdes rapportées par **Ho et Tsai** sont très élevés par rapport à nos résultats.

III.4. *Thymus numidicus*

Les résultats obtenus du dosage des CPT et des flavonoïdes de la plante de *Thymus numidicus* exprimés en mg équivalent d'acide gallique par μg d'extrait sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Teneur en CPT et flavonoïdes d'extraits hydroéthanolique et aqueux sans et après délipidation de la plante *Thymus numidicus*.

	Extrait	Teneur en CPT $\mu\text{g EAG/mg}$	Flavonoïdes $\mu\text{g EQ/mg}$
Sans délipidation	EAT1	24,5 $\pm$ 0,71	3,64 $\pm$ 0,14
	EHT1	60,58 $\pm$ 0,12	5,46 $\pm$ 0,11
Avec délipidation	EAT2	44,17 $\pm$ 0,71	2,96 $\pm$ 0,08
	EHT2	49,25 $\pm$ 0,35	5,71 $\pm$ 0,08

Les résultats du dosage quantitatif des CPT varient entre 24,5 $\pm$ 0,71 et 60,58 $\pm$ 0,12 $\mu\text{g EAG/mg}$. Montrent que l'extrait hydroéthanolique sans délipidation (EHT1) présente une meilleure teneur de l'ordre de 60,58 $\pm$ 0,12 et une teneur de l'ordre 24,5 $\pm$ 0,71 $\mu\text{g EAG/mg}$ de l'extrait aqueux (EAT1), tandis que les teneurs obtenues avec l'extrait aqueux (EAT2) et hydroéthanolique (EHT2) après délipidation s'élèvent respectivement à 44,17 $\pm$ 0,71 et 49,25 $\pm$ 0,35 $\mu\text{g EAG/mg}$.

Dans cette étude on a obtenu des quantités en flavonoïdes qui varient entre 2,96 $\pm$ 0,08 et 5,71 $\pm$ 0,08 $\mu\text{g EQ/mg}$. L'extrait hydroéthanoliques après délipidation (EHT2) représente le meilleure teneur 5,71 $\pm$ 0,08 $\mu\text{g EQ/mg}$ et l'extrait aqueux après délipidation (EAT2) présente à l'inverse la faible teneur. Tandis que les teneurs obtenues avec l'extrait aqueux (EAT1) et hydroéthanolique (EHT1) sans montre des valeurs de 3,64 $\pm$ 0,14 et 5,46 $\pm$ 0,11 $\mu\text{g EQ/mg}$ respectivement.

D'après les résultats de **Noureddine et al., (2015)** l'extrait hydrométhanolique du *Thymus numidicus* contient 10,646 $\pm$ 0,234 $\mu\text{g EAG/mg}$, cette teneur de CPT est très faible par rapport à notre résultat. En outre, l'extrait méthanolique de *Thymus numidicus* de Tunisie, selon **Ben El Hadj Ali et al., (2014)** a montré une teneur de 98,66 $\pm$ 3,17 $\mu\text{g EAG/mg}$, la teneur est élevé par rapport à nos résultats.

La teneur en CPT de l'extrait brut de *Thymus numidicus* rapporté par **Barros, (2010)** est de l'ordre de $165,29 \pm 1,11 \mu\text{g EAG/mg}$ d'extrait, alors que **Nickavar et Esbati (2012)** ont trouvé des valeurs allant de $295,57 \pm 1,91$ à $337 \pm 8,31 \mu\text{g RE/mg}$. De telles valeurs sont très élevées comparativement aux nôtres.

Concernant la teneur en flavonoïdes de l'extrait hydroéthanolique de *Thymus numidicus*, nos résultats étaient proches de la teneur de l'extrait éthanolique publiée par **Bakchiche et Gherib, (2014)** qui est égale à $3,24 \pm 0,60 \mu\text{g EQ/mg}$ de matière sèche de *Thymus algeriensis*.

Cependant les résultats obtenus par **Kholkhal et al., (2013)** ont révélé des valeurs supérieures aux nôtres allant $90,75 \text{ mg EC/g}$ pour la partie racinaire et $298,2 \text{ mg EC/g}$ pour la partie aérienne.

Ben El Hadj Ali et al., (2014) ont également trouvé une teneur élevée égale à $54,28 \pm 1,6 \mu\text{g RE/mg}$.

III.5.Comparaison globale de CPT et flavonoïde entre les quatre plantes étudiées

III.5.1. Teneur en CPT

La **figure 23** représente une comparaison des teneurs en CPT entre les seize extraits des quatre plantes étudiées, nous allons les comparer pour voir les meilleurs teneurs des polyphénols totaux dans les quatre plantes.

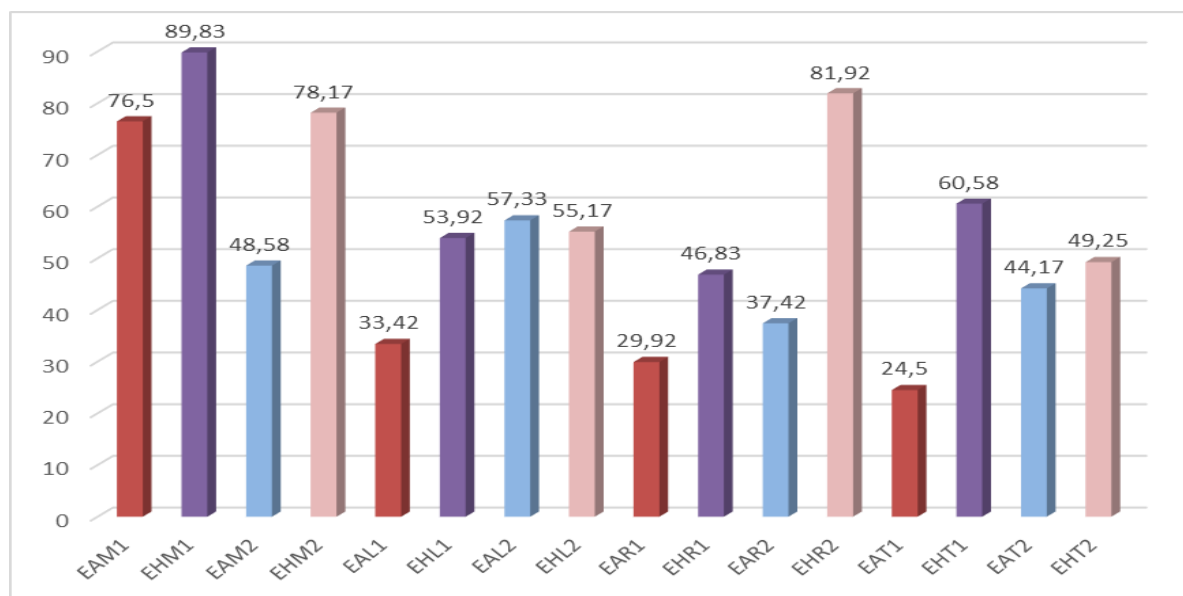


Figure 23 : Histogramme comparatif des teneurs en CPT des extraits hydroéthanolique et aqueux des quatre plantes étudiées (les 16 extraits).

Les teneurs les plus importantes des polyphénols totaux dans les extraits aqueux et hydroéthanolique sans délipidation sont retrouvées chez *Myrtus communis* L.(EHM1) puis *Thymus numidicus* (EHT1) puis *Laurus nobilis* L. (EHL1) et en dernier *Rosmarinus officinalis*(EHL1). Les teneurs faibles sont obtenues pour *Thymus numidicus* (EAT1) puis *Rosmarinus officinalis*(EAR1) puis *Laurus nobilis* L. (EAL1) et *Myrtus communis* L. (EAM1).

Les teneurs les plus importantes de polyphénols totaux dans les extraits aqueuse et hydroéthanolique après délipidation sont retrouvées chez *Rosmarinus officinalis*(EHR2) puis *Myrtus communis* L. (EHM2) puis *Laurus nobilis* L. (EAL2) et *Laurus nobilis* L. (EHL2). Les teneurs faibles sont obtenues par contre chez *Rosmarinus officinalis* (EAR2) puis *Thymus numidicus* (EAT2) puis *Myrtus communis* L. (EAM2) et enfin *Thymus numidicus* (EHT2).

III.5.2.Teneur en flavonoïde

La **figure 24** représente une comparaison des teneurs en flavonoïdes entre les seize extraits des quatre plantes étudiées, nous allons les comparer pour avoir les meilleurs teneurs en flavonoïdes dans les quatre plantes.

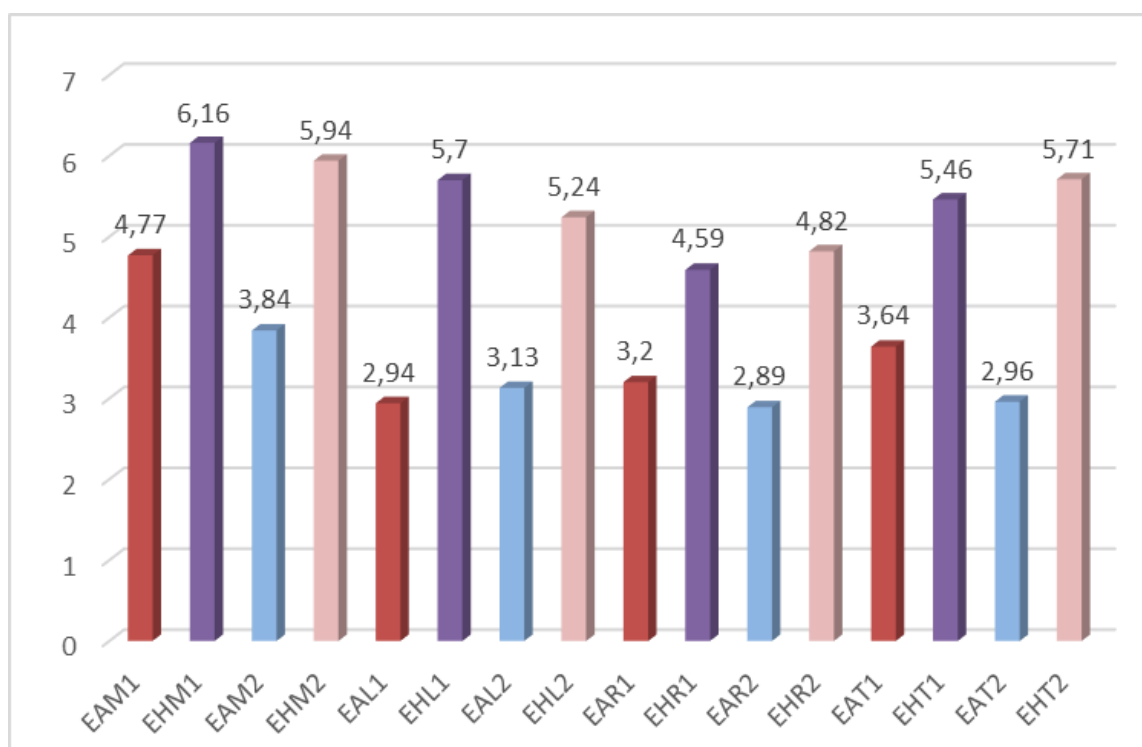


Figure 24 : Histogramme comparatif des teneurs en flavonoïdes des extraits hydroéthanolique et aqueux des quatre plantes étudiées (les 16 extraits).

La teneur en flavonoïdes selon l'ordre croissant est chez *Myrtus communis* L. > *Thymus numidicus* > *Rosmarinus officinalis* > *Laurus nobilis* L. pour les extraits aqueux sans délipidation.

La teneur en flavonoïdes selon l'ordre croissant est chez *Myrtus communis* L. > *Laurus nobilis* L. > *Thymus numidicus* > *Rosmarinus officinalis* pour les extraits hydroéthanolique sans délipidation.

La teneur en flavonoïdes selon l'ordre croissant pour les extraits aqueux après délipidation est repérée chez *Myrtus communis* L. > *Laurus nobilis* L. > *Thymus numidicus* > *Rosmarinus officinalis*.

La teneur en flavonoïdes selon l'ordre croissant pour les extraits hydroéthanolique après délipidation est repérée chez *Myrtus communis* L. > *Thymus numidicus* > *Laurus nobilis* L. > *Rosmarinus officinalis*.

Globalement, les extraits hydroéthanoliques sans et après délipidation donnent les meilleurs teneurs en CPT et en flavonoïdes par rapport aux extraits aqueux.

La variabilité de la teneur des composés phénoliques et dans flavonoïdes est peut-être liée à la nature du matériel végétal investigué, les conditions, le temps du stockage et la présence des substances d'interférences telles que les cires, lipides et chlorophylle (**Knežević et al., 2012**).

Ces différences au niveau des résultats sont probablement due aussi à la nature des solvants d'extraction utilisés la taille des particules de l'échantillon, la méthode de séchage et notamment aux facteurs environnementaux tels que la température, lumière et les éléments nutritifs qui influencent fortement sur la biosynthèse et l'accumulation des métabolites secondaire de la plante (**Close et al., 2004**).

D'autres facteurs également peuvent influencer le contenu phénolique à savoir la saison de récolte, la localisation géographique (**Bentahar et al., 2012**), et à l'âge de la plante, plus la plante est jeune plus le taux des composés phénoliques qui y sont présents est élevé (**Leclerc et al., 1994**).

IV. Activités biologiques : Activité antioxydante

Pour l'étude de l'activité antioxydante des différents extraits obtenus à partir des quatre plantes étudiées, nous nous sommes basés sur la détermination du paramètre IC_{50} qui exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50% (plus la valeur d' IC_{50} est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande).

Le radical à piéger utilisé dans le test est le DPPH. Il est souvent utilisé pour l'évaluation de l'effet antioxydant des extraits et des molécules en raison de sa stabilité en forme radicalaire et le simplicité de l'analyse (Yoshimura et al., 2008).

Nos résultats sont ensuite comparés à ceux obtenus avec un antioxydant de référence (standard) à savoir le BHA.

IV.1. *Myrtus Communis L.*

L'activité anti-radicalaire des extraits aqueux et hydroéthanolique sans et avec délipidation de *Myrtus Communis L.* est représenté dans la **figure 25**.

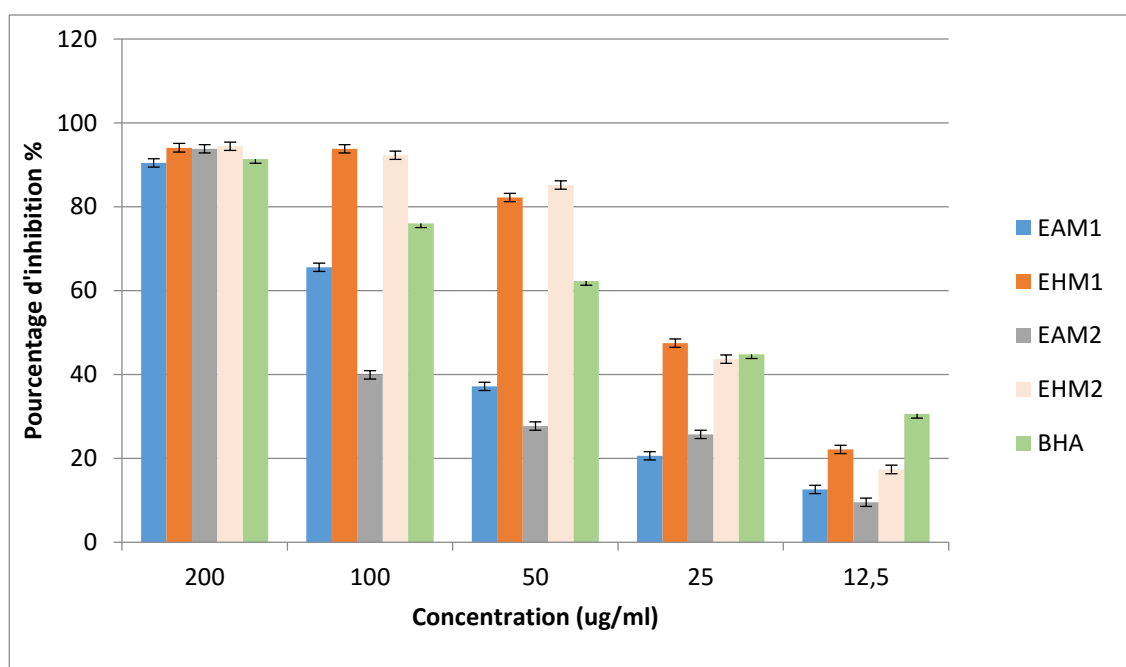


Figure 25 : Activité antioxydante des extraits de *Myrtus Communis L.*

D'après l'histogramme représenté dans la **figure 25**, on peut déduire que l'activité anti radicalaire des extraits de *Myrtus Communis L.* et du standard diminue en correspondance avec la diminution de leurs concentrations. L'activité anti-radicalaire des extraits hydroéthanolique sans et avec délipidation présente les valeurs les plus élevées comme suite 92,266% par EHM2 et 93,795 pour EHM1. Elles sont supérieures à celle du BHA qui est de 76,049% pour une même concentration (100 μ g/ml).

Les extraits semblent donc plus actifs contre le radical DPPH et ont exprimé un pouvoir antioxydant plus important que le standard.

Tableau 7 : Valeurs d'IC₅₀ du *Myrtus communis* L..

Plante	Extrait	Valeurs IC ₅₀ (µg/ml)
<i>Myrtus communis</i> L.	EAM1	85,029±1,622
	EHM1	28,79±0,482
	EAM2	108,430±1,696
	EHM2	29,900±0,039

En effet, les extraits hydroéthanolique et aqueux sans et après délipidation ont donnés des valeurs IC₅₀ de l'ordre de : 85,029 ; 28,79 ; 108,43 et 29,9 µg/ml. Selon les résultats enregistrés, les extraits hydroéthanoliques sans et avec délipidation possèdent un pouvoir réducteur relativement supérieur à celui des extraits aqueux.

concernant le pourcentage d'inhibition à la concentration 200 µg/ml, nos résultats sont proches de ceux obtenus par **Touibia et al., (2014)**. A la concentration de 1000 µg/ml de l'extrait éthanolique de *Myrtus communis* L. du chef-lieu de la wilaya de Djanet le pourcentage d'inhibition est égale 78,81% celui de l'extrait aqueux s'élève de 74,08%.

Gerdelli et al.,(2008), ont obtenu une valeur IC₅₀= 481 µg/ml pour l'extrait méthanolique des feuilles *Myrtus communis*L., par rapport à nos résultats, cette valeur est élevée, mais notre activité antioxydante est supérieure.

Les résultats de IC₅₀ relatifs à l'extrait aqueux et l'extrait méthanolique et qui sont obtenus par **Benchikh et al., 2018** sont respectivement de l'ordre de 11µg/ml et 9µg/ml ces valeurs sont inférieur par rapport à nos résultats, donc ils ont une activité antioxydante supérieure.

IV.1.2. *Laurus nobilis* L.

L'activité anti-radicalaire des extraits aqueux et hydrométhanolique sans et avec délipidation de *Laurus nobilis* L. est représenté dans la **figure 26**.

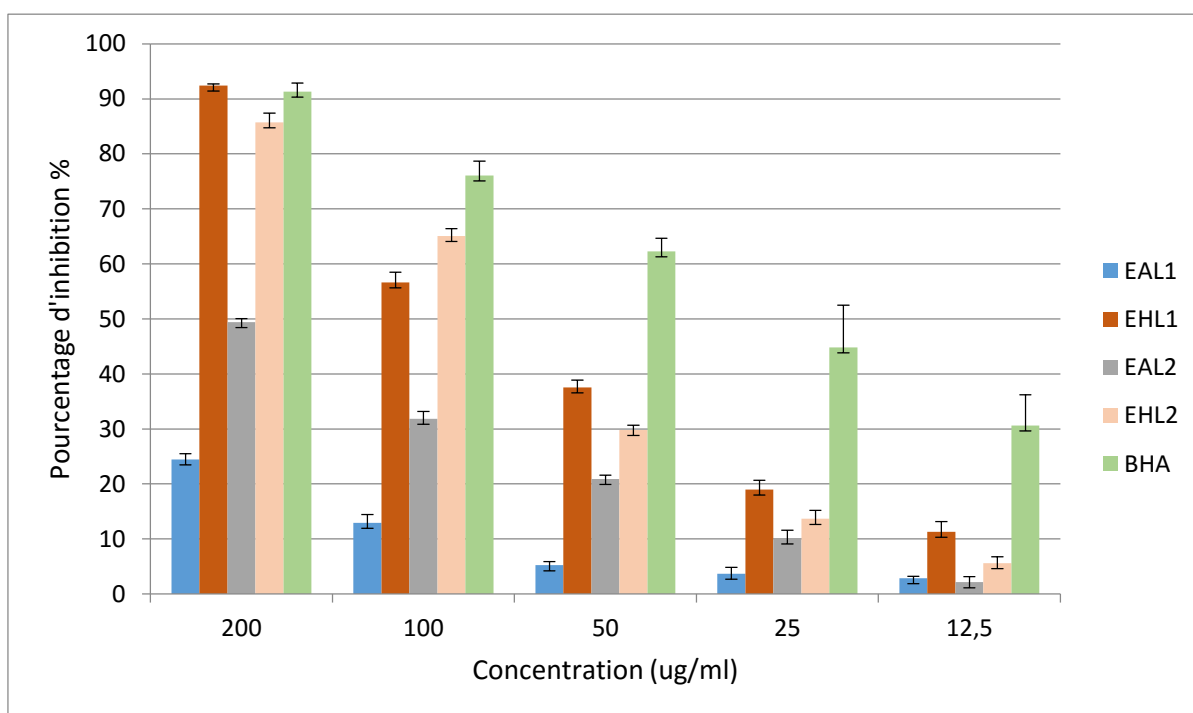


Figure 26 : Activité antioxydante des extraits de *Laurus nobilis L.*

La **figure 26** montre les résultats de l'activité anti-radicalaire des extraits *Laurus nobilis L.* et du standard BHA. L'effet antioxydant des extraits et du standard diminue parallèlement avec la diminution de leurs concentrations. Les extraits hydroéthanoliques sans et avec délipidation présentent une bonne activité anti-radicalaire par rapport aux extraits aqueux (92,399% pour l'extrait hydroéthanolique sans délipidation est 85,748% pour l'extrait hydroéthanolique avec délipidation à la concentration de 200 µg/ml). Celle du BHA est de 91,33% pour la même concentration (200 µg/ml). Les extraits semblent plus actifs contre le radical DPPH et ont exprimé un pouvoir antioxydant plus important que le standard.

Tableau 8 : Valeurs d'IC₅₀ du *Laurus nobilis L.*

Plante	Extrait	Valeurs IC ₅₀ (ug/ml)
<i>Laurus nobilis L.</i>	EAL1	>200
	EHL1	83,313±3,769
	EAL2	>200
	EHL2	78,456±1,831

Le **tableau 8** présente les valeurs d'IC₅₀ de *Laurus nobilis L.*, les extraits aqueux sans et après délipidation ont des valeurs d'IC₅₀ supérieure à 200µg/ml. Les extraits hydroéthanolique sans et après délipidation ont donné des valeurs IC₅₀ de l'ordre de 83,313 et 78,456ug/ml respectivement donc possèdent un potentiel antioxydant relativement supérieur à celui de l'extrait aqueux.

Nos valeurs de pourcentage d'inhibition exercé par *Laurus nobilis L.* sont inférieure à celle trouvée par **Muniz-Marquez et al., (2014)**, le pourcentage d'inhibition de l'extrait éthanolique de *Laurus nobilis L.* de la région Saltillo city, Mexico est égale à 94,73% à la concentration de 1000 µg/ml.

Les valeurs d'IC₅₀ obtenues par **Kivrak et al., (2017)** pour l'extrait éthanolique (IC₅₀= 129,10 µg/ml) et pour l'extrait aqueux (IC₅₀ =203.55µg/ml), sont élevées comparativement à nos résultats par conséquent l'activité de nos extraits est supérieure.

D'après **Conforti et al., (2006)**, les valeurs de IC₅₀ des extraits éthanolique de *Laurus nobilis L.* sauvage et cultivées sont dans l'ordre égales à 22µg/ml et 29µg/ml, l'activité antioxydante dans ce cas est élevé par rapport à celle de nos extraits.

IV.1.3. *Rosmarinus officinalis*

L'activité anti-radicalaire des extraits aqueux et hydrométhanolique sans et avec délipidation de *Rosmarinus officinalis* est représenté dans la **figure 27**.

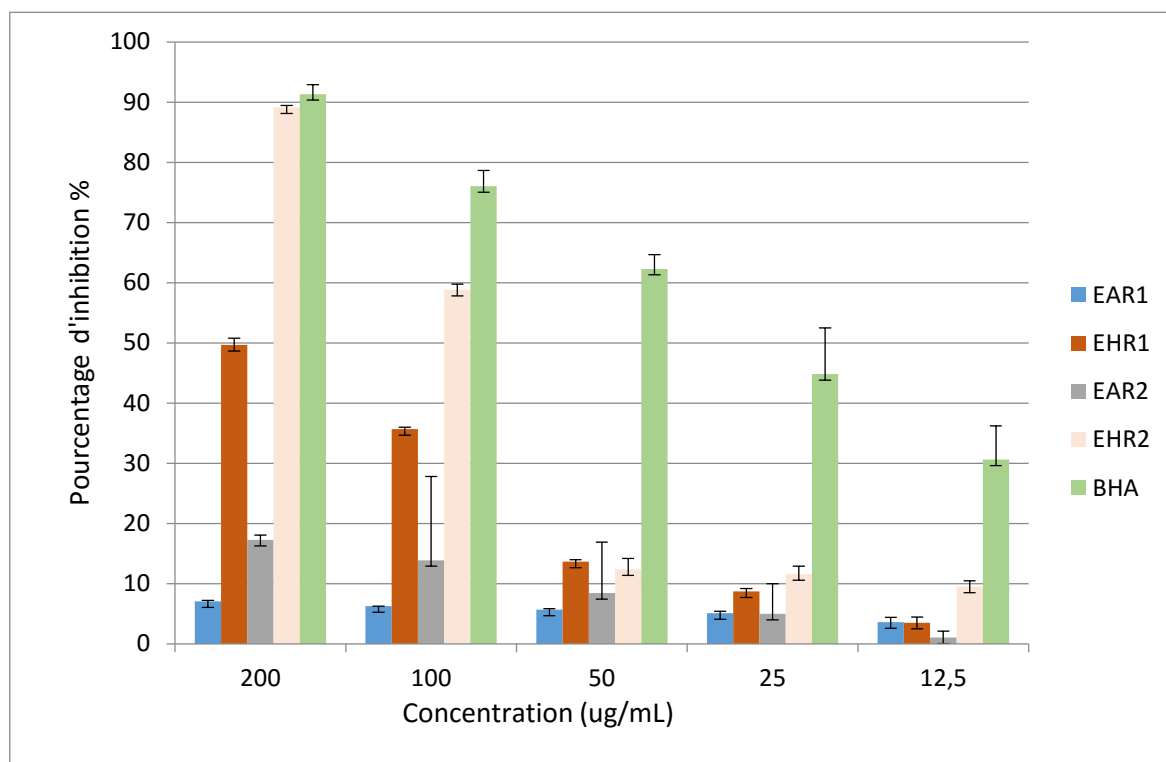


Figure 27 : Activité antioxydante des extraits de *Rosmarinus officinalis*.

D'après l'histogramme représenté dans la **figure 27**, on peut déduire que l'activité anti radicalaire des extraits de *Rosmarinus officinalis* et du standard BHA diminue en parallèle avec la diminution de leurs concentrations. Les extraits hydroéthanolique sans et après délipidation présentent des activités anti-radicalaire les plus élevées estimées à 89,12% et 49,653% respectivement, celle du BHA qui est de 91,33% pour la même concentration (200 µg/ml). Les extraits semblent moins actifs contre le radical DPPH et ont exprimé un pouvoir antioxydant inférieur que le standard.

Tableau 9 : Valeurs d'IC₅₀ du *Rosmarinus officinalis*.

Plante	Extrait	Valeurs IC ₅₀ (ug/ml)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	EAR1	>200
	EHR1	>200
	EAR2	>200
	EHR2	100,011±00

D'après le **tableau 9**, l'extrait hydroéthanolique après délipidation est le seul à avoir donné la valeur d'IC₅₀ de l'ordre de 100,011 µg/ml, les autres extraits ont des valeurs d'IC₅₀ supérieures à 200 µg/ml. Selon les résultats enregistrés, l'extrait hydroéthanolique avec délipidation possède un potentiel antioxydant relativement supérieur par rapport aux autres extraits.

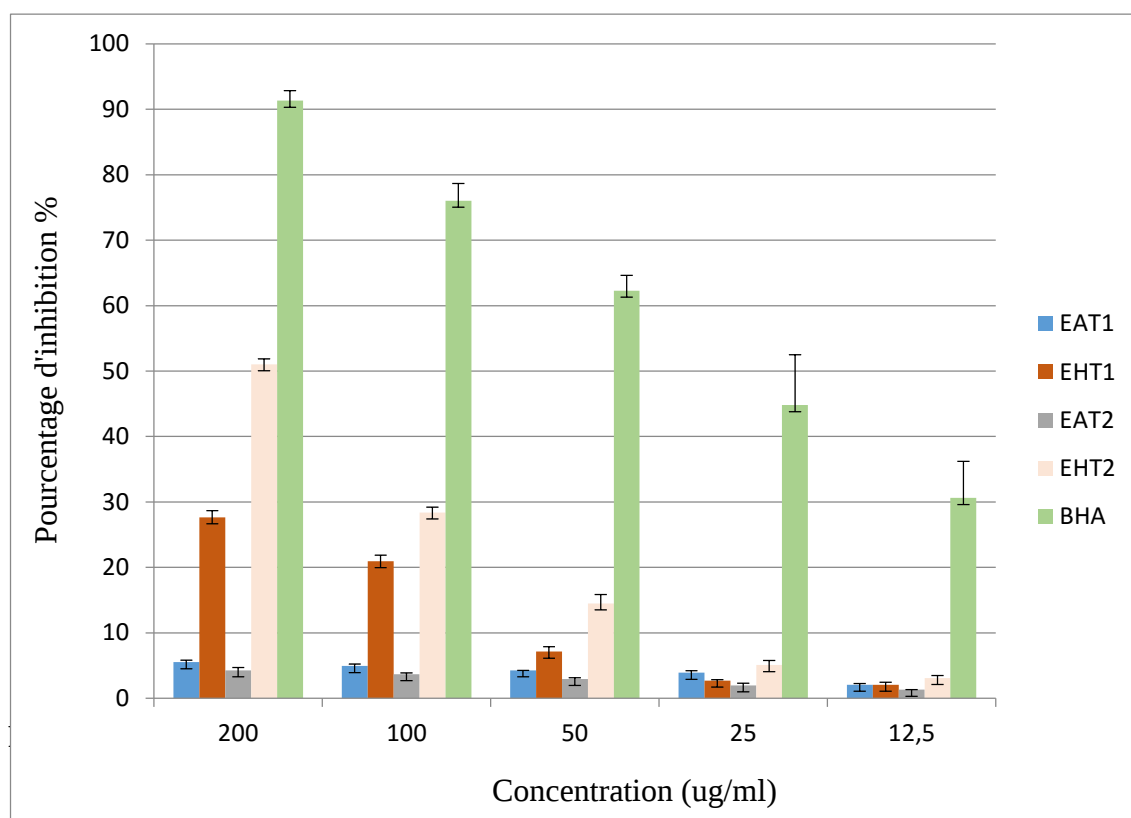
Les résultats d'inhibition du radical DPPH obtenus sont inférieurs à ceux de **Bendif et al., (2017)** qui ont trouvé une valeur de 474,5% avec l'extrait éthanolique et une valeur de 130,3% pour l'extrait aqueux avec la concentration de 3000 µg/ml d'extrait de l'espèce *Rosmarinus eriocalyx* de Djbel Boutaleb Setif.

La valeur qui a été trouvée par **Kasparaviciene et al., (2013)** avec l'extrait hydroéthanolique de *Rosmarinus officinalis* de Plovdiv, Bulgarie 80% est inférieur, par rapport à nos résultats.

D'après les résultats publiés par Yashaswini **Sharma et al., (2020)**, les valeurs de IC₅₀ de l'extrait aqueux et l'extrait méthanolique sont 970 µg/ml et 140 µg/ml respectivement. Par rapport à nos résultats ces valeurs sont élevées, et donc l'activité antioxydante de nos résultats est meilleure.

IV.1.4. *Thymus numidicus*

L'activité anti-radicalaire des extraits aqueux et hydrométhanolique sans et avec délipidation de *Thymus numidicus* sont représentés dans la **figure 30**.



La **figure 28** montre les résultats de l'activité anti-radicalaire des extraits et du standard BHA. Celle-ci diminue parallèlement avec la diminution de leurs concentrations. Les extraits hydroéthanoliques sans et après délipidation présentent une bonne activité anti-radicalaire par rapport aux extraits aqueux avec des taux de 27,647% et 51,029 % respectivement à la concentration 200 µg/ml, celle du le BHA est de 91,33% pour la même concentration. Les extraits semblent moins actifs contre le radical DPPH et ont exprimé un pouvoir antioxydant inférieur à celui du standard.

Tableau 10 : Valeurs d'IC₅₀ du *Thymus numidicus*.

Plante	Extrait	Valeurs IC ₅₀ (ug/ml)
Thymus numidicus	EAT1	>200
	EHT1	>200
	EAT2	>200
	EHT2	96,142±0,641

D'après le **tableau 10**, l'extrait hydroéthanolique après délipidation est le seul à avoir donné la valeur d'IC₅₀ de l'ordre de 96,142ug/ml, les autres extraits ont besoin de concentration >200ug/ml, Selon les résultats enregistrés, l'extrait hydroéthanolique avec délipidation possède un pouvoir réducteur relativement supérieur par rapport aux autres extraits.

Le résultat obtenu par **Adrar et al.,(2015)** concernant l'activité antioxydante de l'extrait éthanolique est égale à $67,11 \pm 3,06\%$ avec une concentration de 232.6µg/ml de l'espèce *Thymus numidicus* de Tichi (Bejaia), cette valeur est proche de nos résultats.

Les résultats obtenus par **Djeddi et al., (2015)** du *Thymus numidicus* a été récoltée à Annaba, l'extrait hydrométhanolique été enregistré comme le plus actif avec une activité antioxydante égale à 92,10% avec concentration de 1000 µg/mg était supérieur à nos résultats, et pour l'extrait aqueux de l'ordre de 15,53% à la même concentration, était inférieur par rapport à nos résultats.

Notre activité antioxydante de l'extrait hydroéthanolique est inférieure à celui mentionnés dans le travail de **Djeddi et al., (2015)** qui montre que l'extrait hydrométhanolique de *Thymus numidicus* à piéger le radical DPPH en enregistrant une IC₅₀ égale à 217,03µg/ml. Donc nos résultats de l'activité antioxydante est élevée.

L'IC₅₀ de nos extraits hydroéthanolique est supérieure à celui mentionnée dans le travail de **Ismaili et al.,(2004)** qui montre qu'une excellente efficacité de l'extrait méthanolique de *Thymus satureioides* à piéger le radical DPPH en enregistrant une IC₅₀ égale à 14 µg/ml. Donc nos activité antioxydante est inférieure par rapport à leur activité.

D'après le pourcentage d'inhibition et les valeurs de IC_{50} des extraits des quatre plantes étudiées, il ressort d'une part que les extraits hydroéthanolique sans et après délipidation possèdent une meilleure activité comparativement aux extraits aqueux, d'autre part la plante possédant la meilleure activité antioxydante est le *Myrtus communis* L.

Les solvants utilisés pour l'extraction des polyphénols ont un effet direct sur la capacité de réduction du DPPH, on a trouvé que l'éthanol 50% est le solvant le plus efficace dans la majorité des extraits pour les quatre plantes.

En analysant les résultats, on constate que l'activité anti-radicalaire mesuré contre le radical libre DPPH° est strictement liée à la teneur en polyphénols totaux pour la plupart des extraits.

CONCLUSION

Conclusion

Depuis l'antiquité les plantes font partie de la vie humaine, dans leur nourriture et leur usage thérapeutique. La flore Algérienne est riche en plantes aromatiques et médicinales tels que le Laurier et Romarin, qui trouvent de nombreuses applications dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, cosmétique et alimentaire. Ces plantes médicinales représentent une source inépuisable de substances et composés naturels bioactifs connus par leurs propriétés thérapeutiques.

Notre travail a permis de faire une étude comparative entre quatre plantes médicinales à savoir *Myrtus communis* L., *Laurus nobilis* L., *Rosmarinus officinalis*, *Thymus numidicus*. A partir de ces plantes, seize extraits ont été préparés et qui ont suivi aux différents tests tels que : le calcul de leurs rendements, solubilité, teneurs en composés phénoliques (polyphénols totaux et flavonoïdes) et de leurs pouvoirs antioxydants.

L'extrait hydroéthanolique sans délipidation de *Laurus nobilis* L. donne un bon rendement de 12,08% par rapport aux autres extraits. Les résultats du test de solubilité montrant que tous les extraits du *Myrtus communis* L. sont plus solubles dans les deux solvants utilisés comparativement aux autres.

Les analyses quantitatives exprimées par le dosage des polyphénols totaux des seize extraits ont été effectuées par la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu ont montré que le meilleur résultat a été obtenu avec l'extrait hydroéthanolique sans délipidation de *Myrtus communis* L. de l'ordre 89,83 µg EAG/mg.

En contrepartie le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl_3). Les résultats obtenus ont montré que l'extrait hydroéthanolique sans délipidation de *Myrtus communis* L. était le plus riche en flavonoïdes avec une concentration de l'ordre 6,16 µg EQ/mg.

Finalement l'évaluation du pouvoir antioxydant de nos extraits analysés a été réalisée par la détermination de leur pouvoir de piégeage du radical DPPH° et leur IC_{50} . En comparant les résultats de l'activité antioxydante on a trouvé que l'extrait hydroéthanolique sans délipidation du *Myrtus communis* L. était le meilleur, avec un pourcentage d'inhibition égale à 94,065% et une $\text{IC}_{50} = 28,78 \mu\text{g/ml}$.

Conclusion

On peut conclure que le *Myrtus communis* L. constitue une bonne source de substances bioactives et pourrait être destiné comme une source alternative naturelle pour les différents secteurs de la médecine, de la pharmacologie et de l'alimentation.

Les plantes médicinales de notre étude sont caractérisées par un réservoir assez important de composés phénoliques avec caractéristiques thérapeutiques et pharmacologiques.

Notre travail reste préliminaire et les extraits constituent un réservoir très intéressant pour des recherches ultérieures. Nous serons souhaitables en perspective d'approfondir les recherches pour compléter les connaissances de ces plantes en se penchant notamment sur :

- La réalisation d'une étude comparative entre les espèces collectées de différents endroits du territoire Algérien.
- La réalisation d'une comparaison phytochimique entre les plantes collectées et les plantes achetée chez les herboristes.
- L'isolement et caractérisation des composés actifs dans les extraits par des méthodes plus performantes.
- La réalisation d'autres tests antioxydants comme : ABTS, beta-carotène, pouvoir réducteur.
- L'étude d'autres activités biologiques de ces espèces comme : antimicrobienne, anti-inflammatoire, ...etc.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

- A. Romani. A, Coinu. R, Carta. S, Pinelli. P, Galardi.C, F-F. Vincieri. F-F, Franconi. F. (2004).** Evaluation of antioxidant effect of different extracts of *Myrtus communis* L. *Free Radic Res*, 38, 2004, p97-103.
- Adrar.N, Oukil.N et Bedjou.F (2015).**Antioxidant and antibacterial activities of *Thymus numidicus* and *Salvia officinalis* essential oils alone or in combination. *Ind. Crops Prod.* (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.12.007>.
- Agrawal, P.K., Markham, K.R. (1989).**Introduction. In: Carbon-13 NMR of flavonoids.
- Aidi Wannes.W, Mhamdi.B, Sriti.J, Ben Jemia.M, Ouchikh.O, Hamoudi.G, Kchouk.M-E, Marzouk.B(2010).** Food and chemical toxicology 48(5), 1362-1370.
- Ameur.S et Ider.A née Ksoulene, (2017),** activité antioxydante d'une huile d'olive aromatisé au thym, université Bejaia.
- Andreta. C.** Les plantes médicinales. Diffusé en Suisse par édition Batelier, Paris, 1969.
- Andreta. C.** Les plantes médicinales. Diffusé en Suisse par édition Batelier, Paris, 1969.
- Aqli khorasani M.S. (1992)** Collection of drugs. *Educational Organization, Tehran*. Pp : 624-630.
- Atik bekkara, F., Bousmaha, L., Taleb bendiab, S.A., Boti, J.B., Casanova J. (2007).** Composition chimique de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* L. poussant à l'état spontané et cultivé de la région de Tlemcen. *Biologie & Santé*. 7: 6-11.

B

- Baba Aissa, (1999).** « Flore d'Algérie et du maghreb. Substances végétale d'Afrique, d'Orient et d'Occident », librairie Moderne Rouiba, EDAS, Alger, 1999.
- Bakchiche B. et Gherib A. 2014.** Antioxidant activities of polyphenols extracted from medicinal plants of the traditional pharmacopoeia of Algeria (9): 167-172.
- Barros L., Heleno S.A., Carvalho A.M., Ferreira I.C.F.R. (2010).** Lamiaceae often used in Portuguese folk medicine as a source of powerful antioxidants: vitamins and phenolics. *LWT-FoodScience and Technology* 43: 544-550.
- Bayan, Y., M. YILAR, and A. Onaran** *Heracleum platytaenium* Boiss. (2017). Ve *Myrtus communis* L. bitki uçucu yağlarının *Alternaria solani* Ell. And G. Martin ve *Monilia laxa* Aderh. And Ruhl. (Honey) üzerine antifungal aktivitesinin araştırılması. *Akademik Ziraat Dergisi* 6:11-16.
- Bazylo A. et Strzelecka H. (2007).** A HPTLC densitometry determination of lutéoline in *Thymus vulgaris* and its extracts. *Fitoterapia*, 78: 391-395.

Références bibliographiques

- Belkhodja.O, Mohiuddin.M et Karuranga.E. (2016).** The determinants of FDI location choice in China: a discrete-choice analysis, *Applied Economics*, 49:13, 1241-1254.
- Beloued A. (2005)** Plantes médicinales d'Algérie. *Office des publications universitaires. Alger*. Pp : 124.
- Beloued, A. (2009).** Plantes médicinales d'Algérie. *Offices des publications universitaires*.
- Ben El Hadj Ali.I, Bahri.R, Chaouachi.M, Boussaïd.M, Harzallah-Skhiri.F.(2014).** Phenolic content, antioxidant and allelopathic activities of various extracts of *Thymus numidicus* Poir. *Organs. Industrial Crops and Products* 62 (2014) 188–195.
- Benchikh1.F, Amira.S and Benabdallah.H. (2018).** The Evaluation of Antioxidant Capacity of Different Fractions of *Myrtus communis* L. Leaves. *Annual Research & Review in Biology*, ARRB, 22(5): 1-14, 2018; Article no.ARRB.39217.
- BEYLIER–MAUREL MF., (1976)** - Activité bactériostatique des matières premières de parfumerie. *Rivista italiana*, 58: 283-286.
- Blois MS.,** Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 2617 (181):1199-1200.
- BORRIS R.P., (1996)** - Natural products research perspectives from a major pharmaceutical company. *Journal of Ethnopharmacol*, 51: 29-38.
- Bouaziz.A, Khannouf.S, Bentahar.A, Djidel.S, Amira.S.(2012.** Proceedings book. The second African congress on biology and health, Setif. Algeria, 39-42, 2012.
- Boutabia L, Telailia S, Bouguetof I, Guenadil F, Chefrour A. (2016).** Bulletin de la société Royale des Sciences de Liège 85, 174-189,2016.
- Brahmi N. Monica Scognamiglio, Severina Pacifico, Aida Mekhoukheb, Khodir Madanib., Antonio Fiorentino, Pietro Monaco. (2015).** 1H NMR based metabolic profiling of eleven Algerian aromatic plants and evaluation of their antioxidant and cytotoxic properties.
- Bruneton J. (1999)** Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales. 3ème Ed *Tec&Doc. Paris*.
- Bruneton, J. (1993).** **Pharmacognosie** : Phytochimie, Plantes médicinales. 2ème édition, Lavoisier Techniques & Documentation, Paris.

C

- Carroll. A-R., Lamb. J, Moni.R, Guymer. G-P., Forster. P-I., Quinn. R-J. (2008)** Myrtucommulones F-I, Phloroglucinols with Thyrotropin-Releasing Hormone Receptor-2 Binding Affinity from the Seeds of *Corymbia scabrida*. *Journal of Natural Products*, Vol. 71, 2008, p1564-1568.

C

- Chalchat.J, Garry.R, Michet.A. (1998).** Essential oils of myrtle (*Myrtus communis* L.) of the mediterranean litoral. *J. Essent. Oil Res*, 10, p613-617.
- Close D.C, Mc Arthura C, Pietrzykowskia E, Fitzgeralda H, Paterson S. (2004).** Evaluating effects of nursery, post-planting nutrient regimes on leaf chemistry, and browsing of eucalypt seedlings in plantations. *Forest Ecology and Management*. 200: 101–112.
- Cowan, M.M. (1999).** Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*. 12(4) : p. 564-582.

D

- Dah-Nouvlessounon. D, Adoukonou-Sagbadja. H, Diarrasouba. N, Sina. H., Noumavo.A, Baba-Moussa.F, Adjanohoun.A, Gbenou.J, Baba-Moussa.L,(2015).** Antimicrobial, antioxidant, cytotoxic activities and phytochemical assessment of *Cola acuminata* used in Benin. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 7 (6), pp 102-109.
- Del Bano MJ, Lorento J, Castillo J. (2004).** Flavonoid distribution during the development of leaves, flower, stems and roots OD *Rosmarinus officinalis*. Postulation of a biosynthetic pathway. *J Agric Food* : 32(16) :4987-92.
- Demir V, Guhan T, Yagcioglu A.K, Ddegirmencioglu A, (2004)** Mathematical modeling and the Determination of some Quality Paramaters of Air-dried Bay leaves. *Biosystems Engineering*. 88 (3) : 325-335.
- Demo A., Petrakis C., Kefalas P., Bosliou D., (1998),** Nutrient antioxidants in some herbs and Mediterranean plans leaves. *Food Research international*. 31 (5) : 351-354.
- Dewanto V., Wu X., Adom K., Liu RH., (2002).** Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxydant activity. *J Agric Food Chem.*, 50;pp. 3010-3014.
- Di Carlo, G., Mascolo N., Izzo A.A., Capasso, F. (1999).** Flavonoids: Old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs. *Life Science*, 65(4), pp 337-353.
- Djeddi.S, Yannakopoulou.E, Papadopoulos.K et Skaltsa.H (2015).** Activités anti-radicalaires de l'huile essentielle et des extraits bruts de *Thymus numidicus* Poiret., Algérie, Afrique *SCIENCE* 11(2) (2015) 58 – 65.
- Djerroumi, A et Nacef, M. (2004).** 100 plantes médicinal d'Algérie. Homa.1ed. 158p :128.
- Dob T, Dahmane D, Benabdelkader T, & Chelghoum C. (2006).** Studies on the essential oil composition and antimicrobial activity of *Thymus algeriensis* Boiss et Reut. *The International Journal of Aromatherapy*, 16(2), 95-100.

Références bibliographiques

Dorman H. J. D., Hiltunen R., Tikkanen M. J. (2003). Characterisation of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs .Food Chemistry 83: 255–262.

Dutertre J.M., (2011) - Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste. Thèse doctorat d'état, Univ. Bordeaux 2-Victor Segalen U.F.R des sciences médicales, France, 33 p.

E

Elmastaş M., Gülçinb I., İşildaka Ö., Küfrevioğlub Ö.I., İbaoglua K., Aboul-Enein., Emberger.L., (1960)- Traité botanique fascicule II. Masson. 335p.

Erkan N., Ayranci G., Ayranci E., (2008). Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol. *Food Chem.* 110: 76-82.

F

Fadili.K, Amalich.S, ZairPublished.T. (2015). Polyphenols content and antioxidant activity of two species from Moroccan High Atlas: *Rosmarinus officinalis* and *Thymus satureioides*. Journal of International Scientific Publication: Materials, Methods and Technologies, 35:30-38.

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

Fellah.O, Hameurlaine.S, Bourenane.N, Gherraf.N, Zellagui.A, Abidi.A, Tahar1.A, Altun.M, Demirtas.I et Yaglioglu.A-S. (2018). Climatic factors as quality determinant of essential oils and phenolics in *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiales Lamiaceae) collected from three geographic areas in Algeria, Biodiversity Journal, 2018, 9 (3): 187–194.

Filomena CONFORTI, Giancarlo STATTI, Dimitar UZUNOV and Francesco MENICHINI. (2006). Comparative Chemical Composition and Antioxidant Activities of Wild and Cultivated *Laurus nobilis* L. Leaves and *Foeniculum vulgare* subsp. *Piperitum* (Ucria) Coutinho Seeds. *Biol. Pharm. Bull.* 29(10) 2056—2064, Vol. 29, No. 10.

Fiorini C., David B., Fourastét I., Vercauteren J. (1998) Acylated Kaempferol glycosides from *Laurus nobilis* leaves, *J. Phtochemistry.* 47 (5) : 821-824.

Références bibliographiques

G

- Gardeli C., Papagéorgion V., Mallonchos A., Teodosis K., and Komaitis M., (2008).** Essential oil composition of *Pistatia lentiscus L* and *Myrtus communis L.*: evaluation of antioxydant capacity of methanolic extracts .Food chem. 107 .pp.1120-1130.
- Gardeli C., Papagéorgion V., Mallonchos A., Teodosis K., and Komaitis M., (2008).** Essential oil composition of *Pistacia lentiscus L.* and *Myrtus communis L.*: Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts. Food chemistry 107:1120-1130. 2008.
- Gardeli.C, Vassiliki.P, Athanasios.M, Kibouris.T et Komaltis.M. (2008)** Essential oil composition of *Pistasia lentiscus L.* and *Myrtus communis L.*: Evaluation of antioxidant capacity of methanolic extracts. Food chemistry. 107 (2008) :1120-1130.
- Ghasemi Pirbalouti, A., Emami Bistghani, Z., & Malekpoor, F. (2015).** An over view on genus *Thymus*. Journal of Herbal Drugs (An International Journal of Medicinal Herbs), 6(2), 93-100.
- Goetz P et Ghedira K .(2012)** .Collection Phytothérapie pratique, vol. 4, phytothérapie anti-infectieuse. Springer, paris, 357-365p.
- Gómez-Coronado D.J.M., Ibañez E., Rupêrez F.J., Barbas C. (2004)** Tocopherol measurement in edible products of vegetable origin, *Journal chromatography*. **1054**: 227-233.
- Gravot, (2009).** Support de cours sur le métabolisme secondaire (Equipe pédagogique Physiologie Végétale, UMR 118 APBV) Université de Rennes 1 – L2 UE PHR.
- Guignard, J.L. (1996).** Biochimie végétale. Lavoisier, Paris. pp 175-192
- Guignard, J.L. (2000).** Biochimie végétale. 2ème édition ; Paris. pp 171-174.
- Gurib.F, Akim.A. (2006)** Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. Molecular Aspects of Medicine, Vol. 27: 193.

H

- H.Y. (2006).** Radical Scavenging Activity and Antioxidant Capacity of Bay Leaf Extracts. *Journal of the Iranian Chemical Societ.* 3 (3) : 258-266.
- Bendif.H, Boudjeniba.M, Miara.M-D, Biqiku.L, Bramucci.M, Caprioli.G, Lupidi.G, Quassinti.L, Sagratini.G, A Vitali.L, Vittori.S, Maggi.F. (2017).***Rosmarinus eriocalyx*: An alternative to *Rosmarinus officinalis* as a source of antioxidant compounds. Food chemistry, 85:78-88.
- Hamitouch M. (2007) -** Histoire et champs d'application de la phytothérapie. Consulté le 2 juin 2015. <http://www.naturo-therapeute.ch/histoire-et-champs-d-application-de-la-phytotherapie-.php>.

Références bibliographiques

- Heller W., Forkmann, G. (1993).** Biosynthesis of flavonoids. In: The flavonoids, Advances in research since 1980. Harborne J.B. Ed. Chapman & Hall. London, 499.
- Hemingway, R.W. (1992).** Structural variation in proanthocyanidins and their derivatives. In: Lpant polyphenols: synthesis, propieties, significan de.Laks P.E, Hemingway R W New York.
- Hilan C, Sfeir R, Jawish D et Aitour S. (2006).** Huiles essentielles de certaines plantes medicinales libanaises de la famille des Lamiaceae-Lebanese Science Journal Vol.7 ; N°2.
- Hill, A.F. (1952).** Economic Botany. A textbook of useful plants and plant products. 2nd edn. McGarw-Hill Book Company Inc, New York. P: 560.
- Hill, A.F. (1952).** Economic Botany. A textbook of useful plants and plant products. 2nd edn. McGarw-Hill Book Company Inc, New York. P: 560.
- Ho S.C., Tsai T.H., Tsai P.J., Lin C.C., (2008).** Protective capacities of certain spices against peroxynitrite-mediated biomolecular damage. *Food and Chemical Toxicology*. 46: 920-928.
- Hopkins, W.G. (2003).** Assimilation du carbone et productivité. Dans : Physiologie végétale. Traduction de la 2ème édition américaine par Serge Rambour. Edition de Boeck université, P : 515.
- Hopkins, W.G.(2003).** Assimilation du carbone et productivité. Dans : Physiologie végétale. Traduction de la 2ème édition américaine par Serge Rambour. Edition de Boeck université, P : 515.
- Houngbèmè G., Ganfon Y., Medegan S., Yèhouénou B., Bambola B., Gandonou C., Gbaguidi A.(2015).** Antimicrobial activity of compound from *Acanthospermum hispidum* DC and *Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb: Beninese plants used by healers against HIV associated microbial infections. *Journal of Applied Pharmaceutical Science* 5 (8), pp 73-81.
[Http://www.scientificlib.com/en/Biology/Plants/Magnoliophyta/MyrtusCommunis01.html](http://www.scientificlib.com/en/Biology/Plants/Magnoliophyta/MyrtusCommunis01.html).
- Hussein, H. J., Hadi, M. Y., & Hameed, I. H. (2018).** Cytotoxic Activity of *Thymus vulgaris*: Antibacterial and Antifungal Activity. *International Journal of Pharmaceutical Quality Assurance*, 9(02), 166-169.

I

- ISERIN P.(2001).** Encyclopédie des plantes médicinales .London, ypoygly Edith Ybert, Tatiana Delasalle-Feat. Vol01, 239p.
- Ismaili R., Houbairi S., Lanouari S., Moustaid K., Lamiri A. (2017).** Etude de l'activité antioxydante des huiles essentielles de plantes aromatiques et médicinales marocaines(13) :

Références bibliographiques

1857-7431.

K

Kabouche, A. (2005). Etude phytochimique de plantes médicinales appartenant à la famille des Lamiaceae. Thèse Doctorat. Univ. Constantine 1.

Kaloustian, J. Chevalier. J, Mikail. C, Martino. M, Abou. L et Vergnes. M.F (2003). Étude de six huiles essentielles : composition chimique et activité antibactérienne, *Phytothérapie* (2008) 6: 160–164 © Springer 2008.

Kanoun, K. (2011) Contribution à l'étude phytochimique et activité antioxydante des extraits de *Myrtus communis* L. (Rayhane) de la région de Tlemcen (Honaine).

Kasparaviciene G, Ramanauskiene K, Savickas A, Velziene S, Kalvėniene Z, Kazlauskiene D, Ragazinskiene O, Ivanauskas K, Ivanauskas K. (2013). Evaluation of total phenolic content and antioxidant activity of different *Rosmarinus officinalis* L, Ethanolic extracts. *J.Biology*, 59: 39–44.

Kholkhal D., Lazouni H. A., Bendahou M., Boublenza I., Chabane S. D., Chaouch T. (2013). Etude phytochimique et évaluation de l'activité anti-oxydante de *Thymus ciliatus ssp coloratus* science 09 (1) :151-158.

Kilvrak.S, Göktürk.T, Kivrak.I. (2017). Assessment of Volatile Oil Composition, Phenolics and Antioxidant Activity of Bay (*Laurus nobilis*) Leaf and Usage in Cosmetic Applications. *Int. J. Sec. Metabolite*, Vol. 4, Issue 2 (2017) pp. 148-161.

Kinghorn, A. D., et Balandrin, M. F. (1993). Human medicinal agents from plants. (Eds.) Washington: ACS Symposium Series 534.

Kivçak B., Mert T. (2002) Preliminary evaluation of cytotoxic properties of *Laurus nobilis* L. leaf extracts. *Fitoterapia*. 73 : 242-243.

Knežević S.V., Blazekwic B., Stefan M.B., Babac M. (2012). Plant polyphenols as antioxidants influencing the human health. In "Phytochemicals as nutraceuticals-global approaches to their role in nutrition and health. Edition *Venketeshwer Rao* : 155-180.

Kulšić T., Dragovic-Uzelac V., Miloš M. (2006) Antioxidant Activity of Aqueous Tea Infusions Prepared from Oregano, Thyme and Wild Thyme. *Food Technol. Biotechnol.* 44 (4) : 485-492.

Kunkle.U. et LobmeyerT-R, (2007). Plantes médicinales. Identification, récolte, propriétés et emplois. Ed.Parragon Books Ltd 87-99p.

L

Références bibliographiques

Li, X., He, T., Wang, X., Shen, M., Yan, X., Fan, S., & She, G. (2019). Traditional uses, chemical constituents and biological activities of plants from the genus *Thymus*. *Chemistry & Biodiversity*, 16(9), e1900254.

Lugasi, A., Hovari, J., Sagi, K.V., Biro, L. (2003). The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta Biologica Szegediensis*, 47(1-4), 119-125.

M

Macheix JJ, Fleuriet A., Billot J. (1990). Fruit phenolics. CRC Press, Boca Raton

Macheix JJ., Fleuriet A., Chritian JA. (2006). Composés phénoliques dans la plante-structure, biosynthèse, répartition et rôles In « les polyphénols en agroalimentaire ». Édition Lavoisier : 1-27.

MadadoriM-K. (1982)- Les plantes médicinales .Guides vert .Salar.624p.

Mata, A.T., Proenc, C., Ferreira, A.R., Serralheiro, M.L.M., Nogueira, J.M.F., Araujo, M.E.M., (2007). Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of five plants used as Portuguese food spices. *Food Chem.* 103: 778-786.

Maurice N. (1997). L'herboristerie d'antan à la phytothérapie moléculaire du XXI^e siècle. Ed. Lavoisier, Paris, p. 12-14.

Medic-Saric, M., Jasprica, I., Smolcic Bubalo A., and Momar, A. (2003). Optimization of chromatographic conditions in Thin Layer Chromatography of Flavonoids and Phenolic Acids. *Croatica ChemicaActa* .77 (1-2) : 361-366. (Cited in Mohammadi Z).

Megateli S., Krea M. (2018). Enhancement of total phenolic and flavonoids extraction from *Rosmarinus officinalis L* using electromagnetic induction heating (EMIH) process. *Physiol Mol Biol Plants*.

Menaceur Fouad. (2011). composition chimique et activité biologique des huiles essentielles et extraits du romarin .Diplôme de magister. École nationale supérieur agronomique El-Harrach Alger.

Merghem R. (2011). Les plantes sources de molécules d'intérêt pharmacologique ou nutritionnel. In « congrès international de Nutrition. 22, 23 Mai 2011. Université d'Oran, Algérie. P 24-25.

Migliore.J, Baumel.A, Juin.M, Médail.F.(2012). From Mediterranean shores to central Saharan mountains: key phylogeographical insights from the genus *Myrtus*. *Journal of Biogeography* 39, p942-956.

Mimica-Dukić. N, Bugarin. D, Grbović. S, Mitić-Ćulafić. D, Vuković-Gačić. B, Orčić. D,

Références bibliographiques

Jovin.E, Couladis.M, (2010). Essential Oil of *Myrtus communis* L. as a Potential Antioxidant and Antimutagenic Agents. *Molecules* 15, 2759–2770.

Montoro.p, Tuberoso. C-I-G, Piacente.S, Perrone.A, De Feo.V, Cabras.P, Pizza.C. (2006). Stability and antioxidant activity of polyphenols in extracts of *Myrtus communis* L. berries used for the preparation of myrtle liqueur. *J Pharm Biomed*, 41, , p1614-1620.

Moreno.S, Scheyer.T, Romano.C-S. Nojnov.R. (2006). Antioxydant and antimicrobial activities of rosemary extracts linked to their polyphenol composition. *Free Rad Res* : 40(2) : 223-31.

Mpondo.E, Dibong.S-D, Ladoh.Y-C-F, Priso.R-J, Ngoye.A.(2012). Les plantes à phénols utilisés par populations de la ville de Douala. *Jornal of Animal & Plant Science*. 15. P: 2083-2098.

Muñiz-Márquez.D-B, Martínez-Ávila.G-C, Wong-Paz.J-E, Belmares-Cerda.R, Rodríguez-Herrera.R, Cristóbal.N, Aguilar.C-N. (2013). Ultrasound-assisted extraction of phenolic compound from *Laurus nobilis* L. and their antioxidant activity, *ultrasonics sonochemistry*.

Muñiz-Márquez.D-B, Rosa.M, Rodriguez, Herrera.R, Juan.C, Contreras, Esquivel. Y cristobal.N (2013). Production Artesanal de Agaumiel UNA Bebida traditional Mexicana Artisanal production of Aguamiel ; traditional Mexic Bevragé production of Agaumiel. *Revista científica de l'universidad Autonoma de Coahuila*. 5 No 10.

N

Nickavar B., Esbati N. (2012) In press. Evaluation of the Antioxidant capacity and phenolic content of Three Thymus Species. *Journal of Acupuncture and Meridian Studie*, doi : 10.1016/j. jams.2012.03.003 : 1-6.

Nickavar B., Mojab F. et Dolat-Abadi R., (2005) Analysis of the essential oils of two Thymus species from Iran. *Food Chemistry* 90 : 609-611.

Noureddine.A, Saidat.B, Bakchiche.B, and Maatallah.M. (2015). Etude comparative des indices d'activité antioxydante des extraits du Céleri et du DPPH : Application sur trois plantes médicinales locales. *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN 2028-9324 Vol. 13 No. 3 Nov. 2015, pp. 681-690. 2015 Innovative Space of Scientific Research Journals, <http://www.ijias.issr-journals.org/>.

O

Okamura.N, Haraguchi.H, Hashimoto.K Et Yaghi.A. (1994). Flavonoids in *Rosmarinus officinalis* leaves. *Phytochemistry.*, 37 (5) : 1463-1466.

Références bibliographiques

Okamura.N, Haraguchi.H, Hashimoto.S, Yagi.A. (1994). Flavonoids in *Rosmarinus officinalis* leaves. *Phytochem* : 37(5) : 463-6.

Onzo.C, Azokpota.P, Dah-Nouvlessounon.D, Toure.H, Adjatin.A, Baba-Moussa.L, (2015). Evaluation de l'activité antimicrobienne de quatre feuilles utilisées comme emballage dans l'artisanat agroalimentaire au Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 95, pp 9015-9027.

P

Panda, H. (2006). Compendium of Herbal Plants. *Asia Pacific Business Inc.*, New Delhi.

Pathak, M. A., Farrington, D.J. And Fitzpatrick, T. B. (1962). The persontly known distribution of furocoumarins (psoralens) in plants. *Journal of investigative dermatology*. 39 P : 225-299.

Pathak, M. A., Farrington, D.J. And Fitzpatrick, T. B. (1962). The persontly known distribution of furocoumarins (psoralens) in plants. *Journal of investigative dermatology*. 39 P : 225-299.

Podsdek A., (2007). Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *LWT*. 40:1-11.

Prasanth Reddy, V., Ravi Vital, K., Varsha, P. V., & Satyam, S. (2014). Review on *Thymus vulgaris* traditional uses and pharmacological properties. *Med Aromat Plants*, 3(164), 2167-0412.

Q

Quezel P. et Santa S. (1962) Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales *Ed C.N.R.S.* Tome I. 565 p.

Quezel, P ; et Santa, S., (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionale. Tome II Edition. CNRS. Paris. P 636- 637.

Quyoun A. (2003). Mise au point d'une base de données sur les plantes médicinales. Exemple d'utilisation pratique de cette base. Thèse de Doct. Univ. Ibn Tofail. Fac. Sci. Kénitra, Maroc. 110 p.

R

Rafael Govaerts, Marcos Sobral, Peter Ashton, Fred Barrie, Bruce K Holst, Leslie L Landrum, Kazue Matsumoto, F Fernanda Mazine.(2008). Liste de contrôle mondiale des myrtacées.

Ramchoun M., Harnafi H., Alem C., Büchele B., Simmet T., Rouis M., Atmani F., Amrani S. (2012). Hypolipidemic and antioxidant effect of polyphenol-rich extracts from Moroccan thyme varieties.e-SPEN Journal, 7 : e119-e124.

Références bibliographiques

Regnault-Roger, C., Philogene, B.J.R; Vincent, CH. 2008. Biopesticides d'origine végétale. Ed. Lavoisier, p 259, 280.

Ribéreau-Gayou, P. (1968). Les composés phénoliques des végétaux. Ed Dunod, Paris, pp. 254.

S

Salama.W-H, Abdel-Aty.A-M, Fahmy.A-S. (2018). Rosemary leaves extract: Anti-snake action against Egyptian Cerastes venom. Journal of Traditional and Complementary Medicine, 8: 465-475.

Sanon.E.(1992)-Arbre et arbrisseaux en Algérie O.P.U. Ben Aknoun.Algerie N°686 Alger. 121p.

Sayyah M., Valizadeh J., Kamalinejad M. (2002) Anticonvulsant activity of the leaf essential oil of *Laurus nobilis* against pentylenetetrazole. *Phytomedicine*. **9** : 212-216.

Sedjelmassi.A.(1993)- Les plantes médicinales du Maroc, Najah et El Djadida Casa pp.201-203.

Sghaier M.B., Skaudrani I., Nasr N., Franca M.G.D., Ghedira L.C., Ghedira K. (2011). Flavonoids and sesquiterpenes from *Tecurium ramosissimum* promote anti proliferation of human cancer cells and enhance antioxidant activity: a structure- activity relationship study. *Environmental Toxicology and Pharmacology* **32**: 336-348.

Shama I.Y. A., Abdullah A.Y. A., Adam K. M. O., Aldai M. A. B. Omer A. M. A-R., Abdelgadir W.S.(2014). In vitro Antimicrobial activity of *Rosmarinus officinalis* leave extracts. Journal of Agri-Food and Applied Sciences. Vol. 2(1), pp. 15-21.

Sharma.Y, Fagan.J et Schaefer.J. (2020). *In vitro* Screening for Acetylcholinesterase Inhibition and Antioxidant Potential in Different Extracts of Sage (*Salvia officinalis* L.) and Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.), TBAP 10 (1) 2020 pp 59 – 69.

Simić M., Kundaković T., Kovačević N. (2003) Preliminary assay on the antioxidant activity of *Laurus nobilis* extracts. *Fitoterapia*. **74** : 613-616.

Singleton V.L., Rossi J.A.J. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16: 144-158.

Sokmen A., Gulluce M., Akpulat H. A., Daferera D., Tepe B., Polissiou M., Sokmen M., Sahin F. (2004). The in vitro antimicrobial and antioxidant activities of the essential oils andmethanol extracts of endemic *Thymus spathulifolius*. Food Control, 15: 627–634.

Références bibliographiques

Soto–Mendivilea., Morenorodringuers.J.-F, Esstarronespinozam, Garcia-Fajardoja, Etvazqueze.N. (2006). « Chemical composition And Fungicidal Activity Of Essential Oil Of Vulgars Against Alternaria ».cite –E- gnosis (online) ; Vol.4 ; N° 16.

T

Tabuti.J-R-S, Lye.K-A et Dhillion.S-S. (2003). Traditional herbal drugs of Bulamogi, Uganda : plants, use and administration. *J. Ethnopharmacology*, 88,19-44.

Takeuchi.H, Lu.Z-G and Fujita.T.(2004). New monoterpene glycoside from the aerial parts of thym (*Thymus vulgaris L.*). *Journal of Bioscience, biotechnology, and biochemistry*,. **68**(5) : p.1131-1134.

Taroq.A, El Kamar.F, Aouam.I, El Atki.Y, Lyoussi.B et Abdellaou A. (2018). Antioxidant Activities And Total Phenolic And Flavonoid Content Variations Of Leaf Extracts Of *Laurus Nobilis L.* From Morocco. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*.**11**, 540.

Tawaha.K, Alali.F-Q, Gharaibeh.M, Mohammad.M, El-Elimat.T.(2007). *Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. Food Chem.* (In press).

Touaibia.M, Chaouch.F-Z. (2014) Revue « Nature & Technologie ». B- Sciences Agronomiques et Biologiques, n° 10/Janvier 2014. Pages 03 à 08.

Tsai. P, Tsai .T, Ho. S, (2007). In vitro inhibitory effects of rosemary extracts on growth and glucosyltransferase activity of *Streptococcus sobrinus*. *Food Chem.* (In press).

Tuberoso. C-I-G, Rosa.A, Bifulco.E, Melis. M-P, Atzeri.A, Pirisi. F-M, Dessì. M-A.(2010) Chemical composition and antioxidant activities of *Myrtus communis L.* berries extracts. *Food Chem*, 123, p1242-1450.

Turkmen.N, Velioglu.Y-S, Sari.F, Polat.G. (2007). Effect of Extraction Conditions on Measured Total Polyphenol Contents and Antioxidant and Antibacterial Activities of Black Tea. *Molecules*. 12:484-496.

V

Vargas.I, Sanz I. and Prima-Yufera.E.(1999) - Antimicrobial and Antioxidant compounds in the nonvolatile fraction of expressed range essential oil. *J.Food Prot*, 62(8) : 929-932.

Y

Yakhlef G. (2010). Etude de l'activité biologique des extraits de feuilles de *Thymus vulgaris L* et *Laurus nobilis L.* thèse de magister, université el hadj lakhdar batna, 110 p.

Références bibliographiques

Yakhlef G., Laroui1 S., Hambaba1 L., Aberkane M .C, Ayachi A. (2011). Évaluation de l'activité antimicrobienne de *Thymus vulgaris* et de *Laurus nobilis*, plantes utilisées en médecine traditionnelle. *Phytothérapie*. 9:209-218.

Yoshimura.M, Amakura.Y, Tokuhara.M, and Yoshida.T.(2008). Polyphenolic compound isolated from the leaves of *Myrtus communis*. *Journal of natural medicines* 62:366-368.

Z

Zekovic.Z-P, Lepojevic.Z-D, Mujic.I-O, Nat.J.(2009) Extrait de Laurier obtenus pardistillation à la vapeur, fluide supercritique et extraction par solvant. *Journal of Natural Products*, Vol. 2, 104-109

ANNEXES

Annexes

Annexe 1



Figure 1 : Etuve et Spectrophotomètre à UV.



Figure 2 : Agitateur manuel (vortex) et agitateur magnétique.

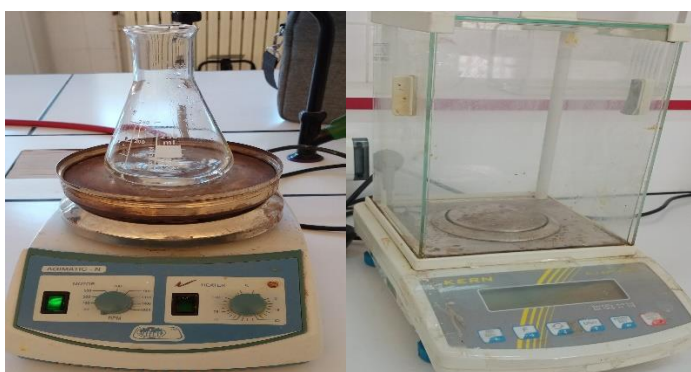


Figure 3 : Plaque chauffante agitatrice et Balance de précision.

Annexe 2

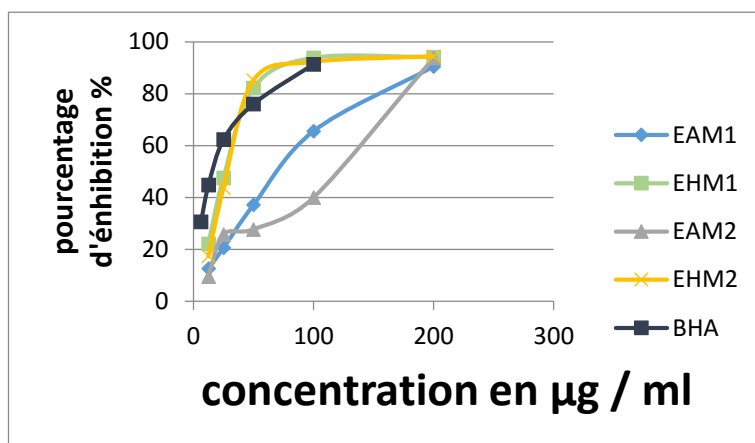


Figure 4 : Activité antioxydante des extraits de *Myrtus Communis L.*

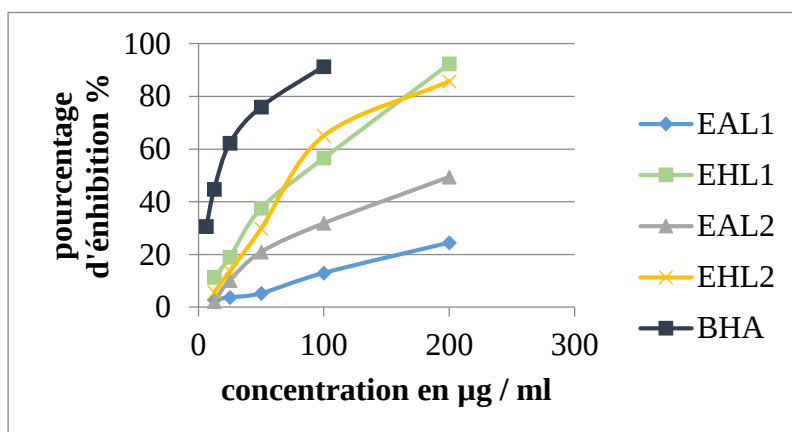


Figure 5 : Activité antioxydante des extraits de *Laurus nobilis L.*

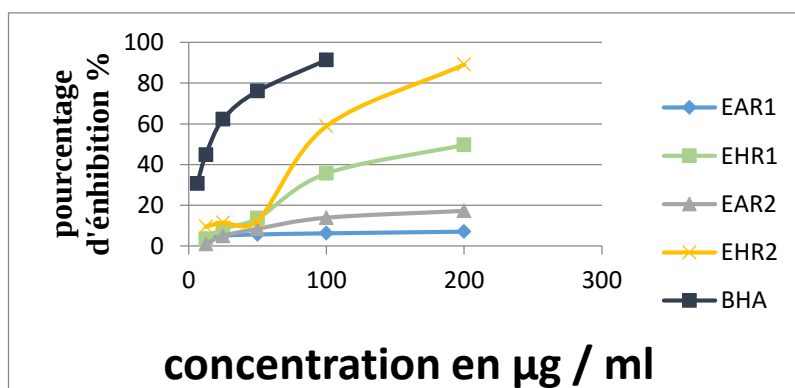


Figure 6 : Activité antioxydante des extraits de *Rosmarinus officinalis.*

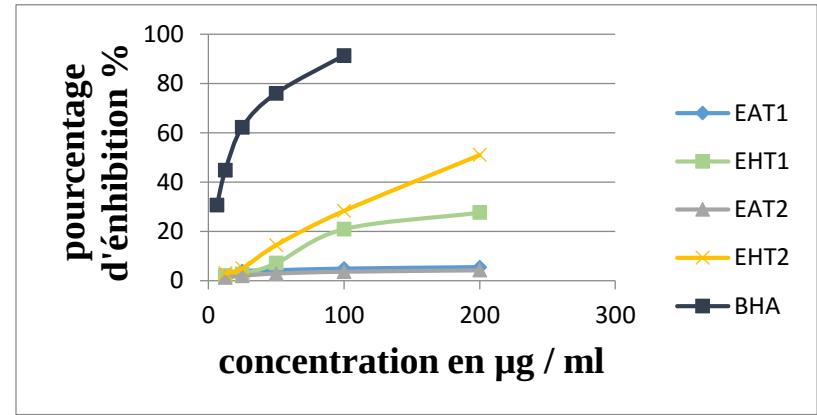


Figure 7 : Activité antioxydante des extraits de *Thymus numidicus*.

Annexe 3

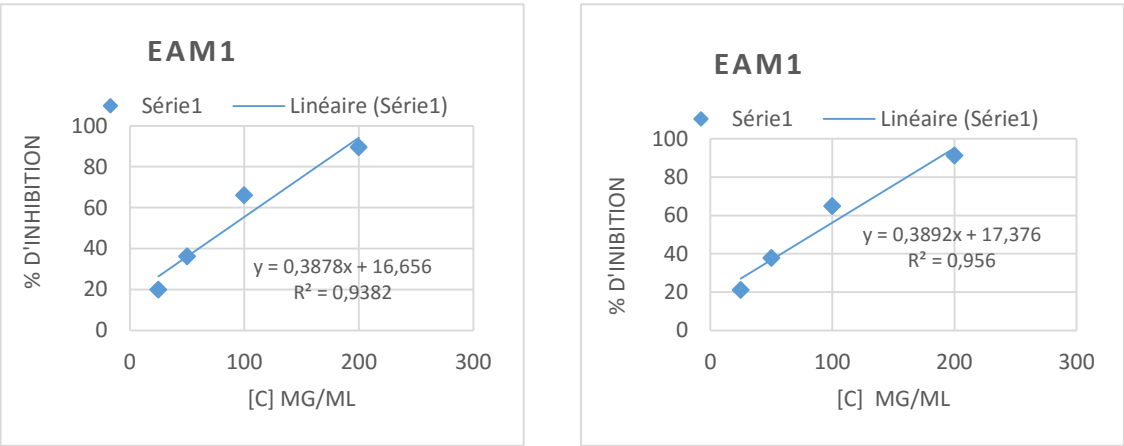


Figure 8 : Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de l'extrait aqueux sans délipidation de *Myrtus communis* L.

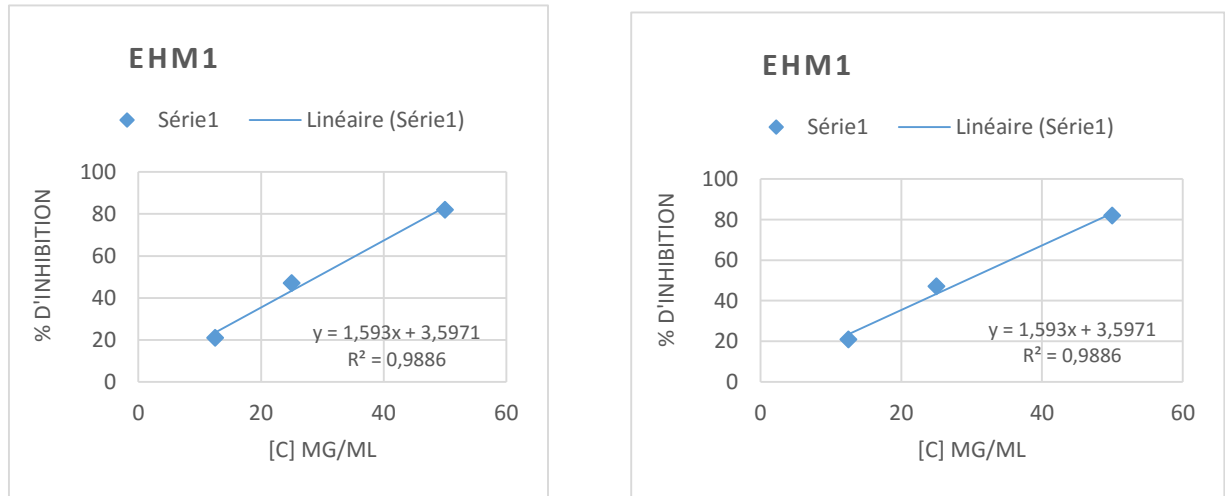


Figure 8 : Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de l'extrait hydroéthanolique sans délipidation de *Myrtus communis* L.

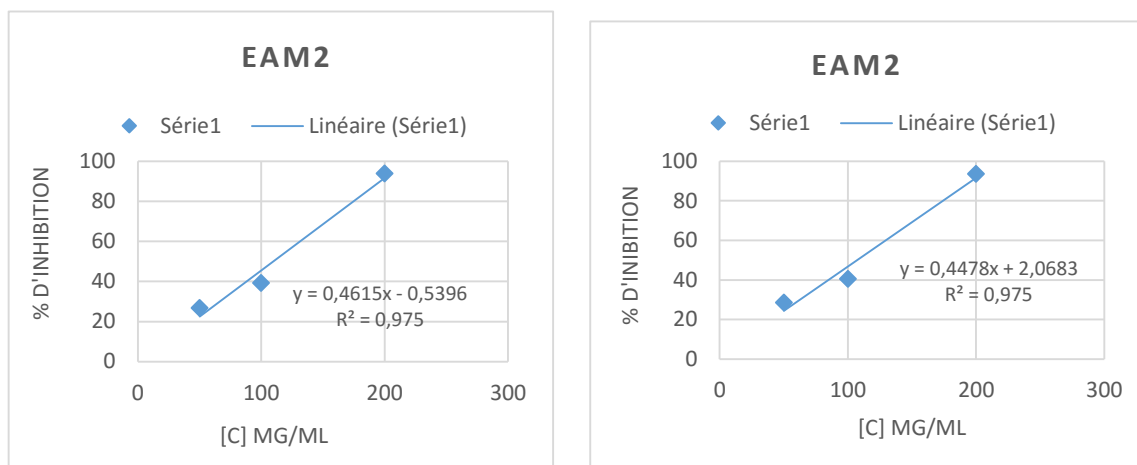


Figure 9 : Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de l'extrait aqueux après délipidation de *Myrtus communis L.*

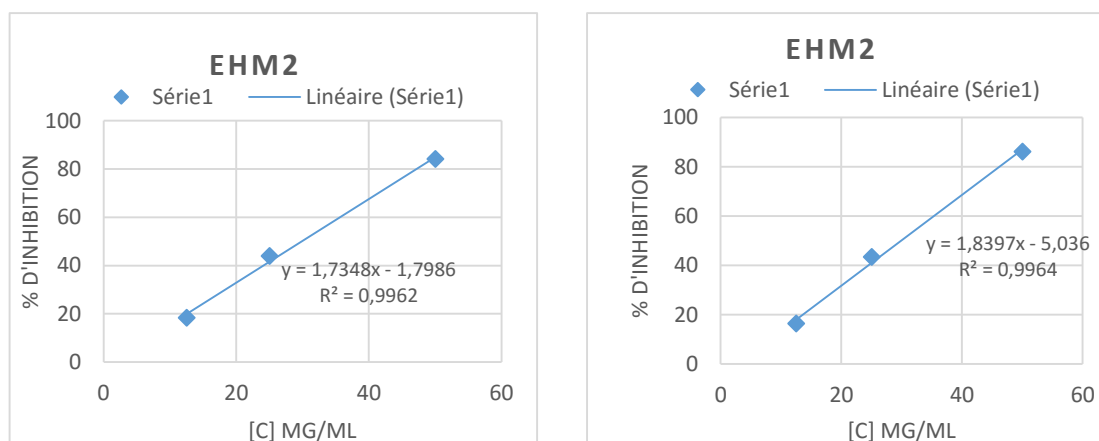


Figure 10 : Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de l'extrait hydroéthanolique après délipidation de *Myrtus communis L.*

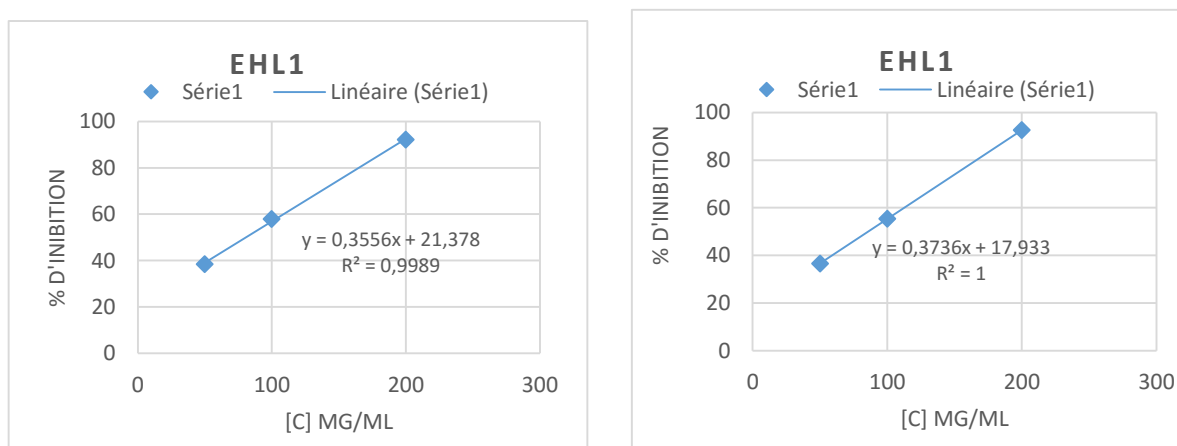


Figure 11 : Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de l'extrait hydroéthanolique sans délipidation de *Laurus nobilis L.*

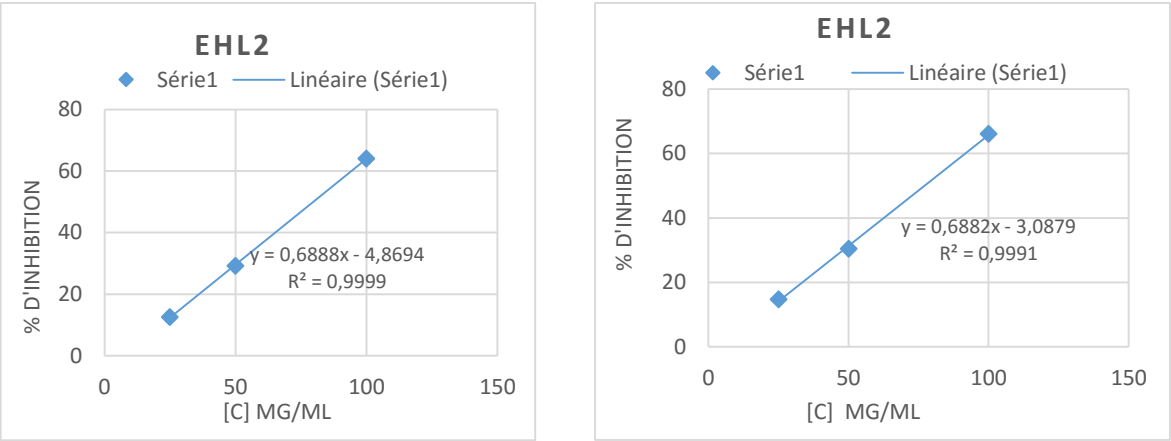


Figure 12 : Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de l'extrait hydroéthanolique après délipidation de *Laurus nobilis* L.

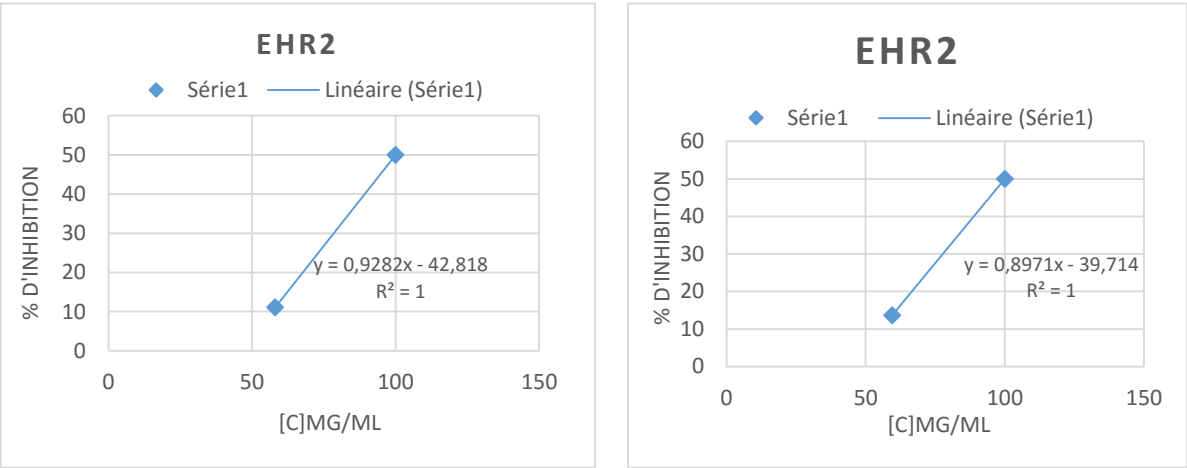


Figure 13 : Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de l'extrait hydroéthanolique après délipidation de *Rosmarinus officinalis*.

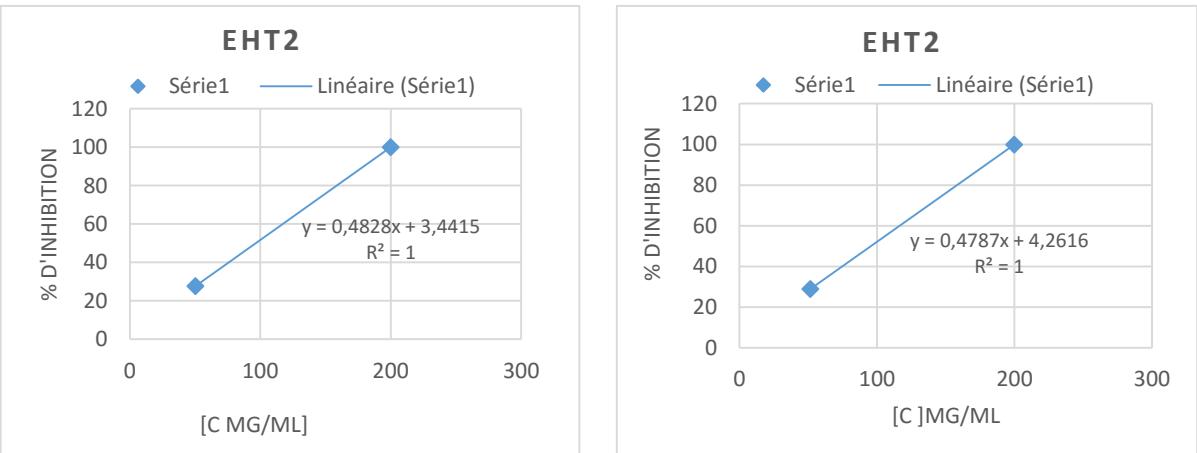


Figure 14 : Variation de l'inhibition du DPPH en fonction de la concentration de l'extrait hydroéthanolique après délipidation de *Thymus numidicus*.

Résumé

Les composés phénoliques ont suscité un grand intérêt par les chercheurs due à leurs rôles dans la prévention des diverses pathologies associées au stress oxydant. L'objectif de ce travail vise à comparer les taux en composés phénoliques et évaluer l'activité antioxydante des extraits hydroéthanoliques et aqueux sans et après délipidation, seize extraits obtenus par macération à partir de quatre plantes provenant de la région de Mila (*Myrtus communis* L., *Laurus nobilis* L., *Rosmarinus officinalis* et *Thymus numidicus*). Le meilleur rendement est obtenu par l'extrait hydroéthanolique sans délipidation de *Laurus nobilis* L. avec un taux de 12,08%. Les extraits de *Myrtus communis* L. ont manifesté une grande solubilité dans les solvants testés. La quantification par spectrométrie des composés phénoliques et flavonoïdes a permis de montrer un meilleur contenu dans l'extrait hydroéthanolique sans délipidation de *Myrtus communis* L. avec des valeurs de l'ordre de 89,83µg EAG/mg et 6,16µg EQ/mg respectivement. L'activité antioxydante de nos extraits a été évaluée par la méthode de DPPH, la meilleure activité antioxydante revient à l'extrait hydroéthanolique sans délipidation du *Myrtus communis* L. avec une IC₅₀ égale à 28,78µg/ml.

Mots clés : *Myrtus communis* L., *Laurus nobilis* L., *Rosmarinus officinalis*, *Thymus numidicus*, composés phénoliques, flavonoïdes, activité antioxydante, Etude comparative.

Abstract

Phenolic compounds have aroused great interest by researchers due to their roles in the prevention of various pathologies associated with oxidative stress. The objective of this work is to study the comparison of phenolic compound levels and to evaluate the antioxidant activity of hydroethanolic and aqueous extracts without and after delipidation from four plants from the Mila region (*Myrtus communis* L., *Laurus nobilis* L., *Rosmarinus officinalis* and *Thymus numidicus*). Extraction by maceration gives sixteen extracts, the best yield of which is obtained by the hydroethanolic extract without delipidation of *Laurus nobilis* L. with a rate of 12.08%. The extracts of *Myrtus communis* L. showed great solubility in the solvents tested. The quantification by spectrometry of the phenolic and flavonoid compounds made it possible to show a better content by the hydroethanolic extract without delipidation of *Myrtus communis* L. with values of the order of 89.83µg EAG/mg and 6.16µg EQ/mg respectively . The antioxidant activity of our extracts were evaluated by the DPPH method, the best antioxidant activity compared to the hydroethanolic extract without delipidation of *Myrtus communis* L. with an IC₅₀ equal to 28.78µg/ml.

Key words: *Myrtus communis* L., *Laurus nobilis* L., *Rosmarinus officinalis*, *Thymus numidicus*, phenolic compound, flavonoids, antioxidant activity, comparative study.

ملخص

جذبت المركبات الفينولية اهتماما كبيرا للباحثين نظرا لدورها الهام في الوقاية من الامراض المرتبطة بالأكسدة، يهدف هذا العمل إلى مقارنة المحتوى من المركبات الفينولية وتقييم النشاط المضاد للأكسدة لمستخلصات كحولية مائية ومستخلصات مائية بدون ومع نزع الدهون لأربعة نباتات جنيت من منطقة ميلة وهي: الريحان والرند والإكليل والزعيترة. ستة عشرة مستخلص تم تحضيرها عن طريق النقع المائي، عاد أحسن مردود للمستخلص الكحولي المائي بدون نزع الدهون لنبات الرند حيث بلغ نسبة 12,08%. كما أظهرت مستخلصات الريحان ذوبانية عالية في جميع المذيبات المستعملة.

حدد المحتوى من البوليفينول الكلي الفلافونويدات بواسطة الطريقة الطيفية المكيّفة حيث أظهرت أن أعلى قيمة كانت للمستخلص الكحولي المائي بدون نزع الدهون لنبات الريحان بقيمة 89,83 ميكروغرام مكافئ /ملغ في و6,16 ميكروغرام مكافئ / ملغ على الترتيب.

أما عن النشاط المضاد للأكسدة للمستخلصات فقد تم تقييمه بطريقة DPPH، حيث أظهر مستخلص الكحولي المائي بدون نزع الدهون لنبات الريحان أفضل نشاط حيث بلغت قيمة IC_{50} 28,79 ميكروغرام / ميلي لتر.

الكلمات المفتاحية: الريحان، الرند، الإكليل، الزعيترة، المركبات الفينولية، الفلافونويدات، النشاط المضاد للأكسدة.