

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE de TLEMCCEN
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers
Département de Biologie

MEMOIRE

Présenté par

ZETILI Abderrahim

HENAOUI Hamza

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Sciences alimentaires

Option : Sécurité Agro-Alimentaire et Assurance Qualité

Thème

Contribution à l'étude de l'effet antioxydant de l'extrait aqueux de quelques plantes médicinales de la région de Tlemcen -Synthèse des travaux-

Soutenu le :Mercredi 08 juillet 2020, devant le jury composé de :

Président	BEN YOUB Nor Eddine	MAA	Université de Tlemcen
Encadreur	TEFIANI Choukri	MCA	Université de Tlemcen
Examineur	AZZI Noureddine	MAA	Université de Tlemcen

Année universitaire: 2019/2020

Remerciements

Louange à ALLAH, nous le glorifions, lui demandons aide et invoquons son pardon contre le mal de nos péchés, celui qui fut guidé, personne ne peut l'égarer et celui qui est égaré, personne ne peut le guider. Je témoigne qu'il n'y a point de divinité digne d'adoration sauf ALLAH, l'Unique, qui n'a point d'associé.

Nos remerciements les plus vifs vont à notre directeur de mémoire, M. Tefiani C. (maître de conférences A à l'Université de Tlemcen), qui nous a fait l'honneur d'accepter de diriger ce travail, nous lui adressons nos plus sincères sentiments de reconnaissance pour son aide, ses encouragements et ses conseils inestimables et surtout pour nous avoir accordé la libre expression de nos idées.

Nous adressons nos sincères remerciements à Mr Benyoub Nor Eddine maître assistant A, d'avoir accepté de présider le jury. Nous tenons également nos vifs remerciements à Mr Azzi Nour Eddine, maître assistant A pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant d'examiner ce mémoire.

Nous tenons à remercier sincèrement tous les professeurs, les intervenants et toutes les personnes qui, par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques, ont guidé nos réflexions et accepté de nous rencontrer et de répondre à nos questions au cours de nos recherches.

Et sans oublier nos familles pour leur soutien matériel et moral, et pour leurs précieux encouragements, ainsi que nos chers amis et collègues pour leur aide et leur soutien, on leur dit merci !

Résumé

Les plantes médicinales représentent une source énorme de métabolites secondaires, ce qui leur confère une activité d'antioxydant considérable. Afin de mieux comprendre les activités biologiques des plantes médicinales traditionnellement utilisées par la population algérienne, notre travail s'est concentré sur l'étude des extraits aqueux (décoction) de cinq plantes aromatiques spontanées et répandues en Algérie (*Thymus ciliatus ssp. eu-ciliatus*, *Rosmarinus officinalis*, *Urtica dioïca*, *Salvia officinalis*, *Tetraclinis articulata*). Trois différentes méthodes ont été utilisées pour étudier l'activité antioxydante *In vitro* : La technique de réduction des radicaux libres DPPH, l'ABTS et le pouvoir de chélation du fer. Les résultats de l'activité antioxydante ont révélé une bonne efficacité des extraits étudiés, pour la méthode DPPH il a été enregistré des IC_{50} de l'ordre de $0,276\pm 0,028$, $0,131\pm 0,005$, $0,452\pm 0,022$ et $0,084\pm 0,005$ mg/ml respectivement pour *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Tetraclinis articulata* et *Thymus ciliatus*, sauf pour *Urtica dioïca*, du fait de leur faible pourcentage d'inhibition, qui ne dépasse pas 35 %, les résultats ne présentent pas de valeurs d' IC_{50} pour les concentrations étudiées. Pour l'ABTS les IC_{50} sont de l'ordre $0,005\pm 0,0003$, $0,153\pm 0,006$, $0,042\pm 0,012$, $0,026\pm 0,001$ et $0,764\pm 0,109$ mg/ml respectivement pour *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Tetraclinis articulata*, *Thymus ciliatus* et *Urtica dioïca*. Pour le test de pouvoir chélateur du fer les IC_{50} sont d'ordre de $0,07\pm 0,003$, $0,049\pm 0,001$, $0,255\pm 0,005$, $0,256\pm 0,119$ et $0,068\pm 0,016$ mg/ml respectivement pour *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Tetraclinis articulata*, *Thymus ciliatus* et *Urtica dioïca*.

Mots clés: Plantes médicinales- DPPH – ABTS – décoction - activités antioxydantes.

Abstract

Medicinal plants are an enormous source of secondary metabolites, which gives them considerable antioxidant activity. In order to better understand the biological activities of medicinal plants traditionally used by the Algerian population, our work focused on the study of the aqueous extracts (decoction) of five spontaneous and widespread aromatic plants in Algeria (*Thymus ciliatus* ssp. *eu-ciliatus*, *Rosmarinus officinalis*, *Urtica dioica*, *Salvia officinalis*, *Tetraclinis articulata*). Three different methods were used to study antioxidant activity in vitro: DPPH free radical reduction technique, ABTS and iron chelation power. The results of the antioxidant activity revealed a good efficiency of the studied extracts, for the DPPH method it was recorded IC₅₀ of the order of 0.276±0.028 (*Rosmarinus officinalis*), 0.131±0.005 (*Salvia officinalis*), 0.452±0, 022 (*Tetraclinis articulata*), 0.084±0.005 (*Thymus ciliatus*), except for *Urtica dioica*, due to their low percentage inhibition, which does not exceed 35%, the results do not show IC₅₀ values for the concentrations studied. For ABTS the IC₅₀ are of the order of 0.005±0.0003 (*Rosmarinus officinalis*), 0.153±0.006 (*Salvia officinalis*), 0.042±0.012 (*Tetraclinis articulata*), 0.026±0.001 (*Thymus ciliatus*), 0.764±0.109 (*Urtica dioica*). and for the iron chelating capacity test IC₅₀ are by the order of 0.07±0.003 (*Rosmarinus officinalis*), 0.049±0.001 (*Salvia officinalis*), 0.255±0.005 (*Tetraclinis articulata*), 0.256±0.119 (*Thymus ciliatus*), 0.068±0.016 (*Urtica dioica*).

Keywords: Medicinal plants - DPPH - ABTS - decoction - antioxidant activities.

الملخص

تمثل النباتات الطبية مصدراً كبيراً للأيضات الثانوية ، مما يمنحها نشاطاً كبيراً مضاداً للأوكسدة. من أجل فهم أفضل للأنشطة البيولوجية للنباتات الطبية المستخدمة تقليدياً من قبل سكان الجزائر، ركز عملنا على دراسة مستخلص المائي (مغلي) من خمسة نباتات عطرية عفوية وواسعة الانتشار في الجزائر (العراعر، الحرايق، الميرمية، الزعيترة، اكليل الجبل). تم استخدام ثلاث طرق مختلفة لدراسة النشاط المضاد للأوكسدة في المختبر: تقنية اختزال الجذور الحرة DPPH ، ABTS وقوة استخاب الحديد. أظهرت نتائج النشاط المضاد للأوكسدة كفاءة جيدة للمستخلصات المدروسة، بالنسبة لطريقة DPPH تم تسجيل IC50 بترتيب 0,276±0,028 (اكليل الجبل)، 0,005±0,131 (الميرمية)، 0,022±0,452 (العراعر)، 0,005±0,084 (الزعيترة)، باستثناء الحرايق، بسبب انخفاض نسبة تثبيطها التي لا تتجاوز 35٪، لا تظهر النتائج قيم IC50 للتركيزات المدروسة. بالنسبة لـ ABTS ، تكون IC50 بترتيب 0.0003± 0.005 (اكليل الجبل)، 0,153±0,006 (الميرمية)، 0,042±0,012 (العراعر)، 0,026±0,001 (الزعيترة)، 0,764±0,109 (الحرايق). وبالنسبة لاختبار قدرة استخاب الحديد IC50 بترتيب 0.07±0.003 (اكليل الجبل)، 0.049±0.001 (الميرمية)، 0.255±0.005 (العراعر)، 0.256±0.119 (الزعيترة)، 0.068±0.016 (الحرايق).

الكلمات المفتاحية: النباتات الطبية - ABTS - DPPH - مغلي - الأنشطة المضادة للأوكسدة.

Liste des abréviations

°C: Degré Celsius

µg : Microgramme

µg/ml: Microgramme par millilitre

µL: Microlitre

µL/ml: Microlitre par millilitre

µm: Micromètre

µM: Micromolaire

ABTS: acide 2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonique

Cm: Centimètre

D.O: Densité Optique

DPPH: 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl

Fe²⁺: Fer Ferreux

Fe³⁺: Ions Ferriques

FeCl₃: Chlorure de Fer

FeSO₄ : Sulfate ferreux

g :Gramme

IC₅₀ :La Concentration qui correspond à 50% d'inhibition

Mg/ml: Milligramme par millilitre

mm: Millimètre

mM: millimolaire

min: minute

pH: potentiel d'Hydrogène

O1: Localité, Secteur

Liste des tableaux

Tableau n° 01 : Récolte, séchage et conservation de plantes.....	05
Tableau n° 02 : Les différentes formes galéniques.....	08
Tableau n° 03 : systématique de <i>T. ciliatus</i>	15
Tableau n° 04 : Classification botanique de l'ortie.....	17
Tableau n° 06 : Position systématique du romarin.....	22
Tableau n° 07 : Position systématique de la sauge.....	25
Tableau n° 08 : Classification de <i>Tetraclinis articulata</i>	27
Tableau n° 09 : Lieux des prélèvements et caractéristiques des échantillons étudiés.....	31
Tableau n° 10 : IC ₅₀ des extraits des plantes étudiées du test de piégeage du radicale DPPH.....	40
Tableau n° 11 : IC ₅₀ des extraits aqueux du test de piégeage du radicale d'ABTS ⁺	44
Tableau n° 12 : IC ₅₀ des extraits des plantes étudiées du test de pouvoir chélateur.....	49

Liste des figures

Figure n° 01 : Diverses formes d'utilisation des plantes médicinales.....	07
Figure n° 02 : Exemple des plantes présente des molécules responsables de la couleur des plantes.....	09
Figure n° 03 : <i>Thymus ciliatus ssp eu-ciliatus</i> ; de la région du Mefrouch (Commune de Terny-Tlemcen).....	15
Figure n° 04 : L'ortie.....	16
Figure n° 05 : Ortie dioïque. (A) parties aériennes, (1) fleur femelle, (2) fleur mâle, (6) akène, (7) poils urticants.....	18
Figure n° 06 : <i>Rosmarinus officinalis L</i>	21
Figure n° 07 : Tige principale et rameau feuillé à fleurs du romarin.....	22
Figure n° 08 : la sauge.....	25
Figure n° 09 : Thuya de Berberie.....	28
Figure n° 10 : Les différents organes du thuya. De gauche à droite : aiguilles, cônes, écorce.....	29
Figure n° 11 : Réaction entre le radical DPPH• et l'antioxydant pour former le DPPH• stable.....	33
Figure n° 12 : Formation de l'ABTS•+ par un oxydant persulfate de potassium.....	34
Figure n° 13 : Structure chimique de la ferrozine.....	36
Figure n° 14 : Réaction entre le radical DPPH• et l'antioxydant pour obtenir une DPPH stable.....	38
Figure n° 15 : Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH• en fonction des différentes concentrations des extraits des plantes étudiées.....	40
Figure n° 16 : Pourcentages d'inhibition du radical libre ABTS• en fonction des différentes concentrations des extrait.....	44
Figure n° 17 : Pouvoir chélateur du fer en fonction des différentes concentrations de L'extrait des feuilles des plantes étudiées.....	48

Table des matières

Contribution à l'étude de l'effet antioxydant de l'extrait aqueux de quelques plantes médicinales de la région de Tlemcen

Remerciement
Liste des abréviations
Liste des tableaux et figures
Table des matières

Introduction.....01

Synthèse bibliographique

Chapitre I : les plantes médicinales et les extraits

1. Les plantes médicinales.....	03
1.1 Définition des plantes médicinales.....	03
1.2 Récolte et conservation des plantes médicinales.....	04
2. Les extraits.....	05
2.1 Modalités d'utilisation des extraits de plantes médicinales.....	06
3. Métabolite secondaire des plantes médicinales.....	08
3.1 Les huiles essentielles.....	09
3.2 Les flavonoïdes.....	10
3.3 Les polyphénols.....	10
3.4 Les tanins.....	10
4. Activité biologique des plantes médicinales.....	11
4.1 Activité antimicrobienne.....	11
4.2 Activité antioxydantes.....	11

Chapitre II : Les plantes étudiées

1. <i>Thymus Ciliatus ssp eu-ciliatus</i>	14
a) Généralités.....	14
b) Description morphologique et botanique du thym.....	14
c) Systématique et classification de <i>T. ciliatus</i>	15

d) Usage traditionnel du Thym.....	16
2. <i>Urtica dioica</i>	16
a) Généralités.....	16
b) Classification et caractères botaniques.....	17
c) Description générale.....	18
d) La Phytochimie d' <i>Urtica dioica</i>	19
e) Activité biologique d' <i>Urtica dioica</i>	19
f) Principaux usages dans le domaine thérapeutique.....	20
3. <i>Rosmarinus officinalis</i>	20
a) Généralités.....	20
b) Description générale du romarin.....	20
c) Description botanique.....	21
d) Classification botanique de <i>Rosmarinus officinalis</i>	22
e) Usages du romarin.....	23
4. <i>Salvia officinalis</i>	23
a) Généralités.....	23
b) Description morphologique.....	24
c) Nomenclature.....	25
d) Classification taxonomique.....	25
e) Les principaux constituants.....	26
f) La place de la sauge dans la phytothérapie.....	26
5. <i>Tetraclinis articulata</i>	26
a) Généralités.....	26
b) Systématique de <i>Tetraclinis articulata</i>	27
c) Caractères botaniques.....	28
d) Données phytochimiques.....	29
e) Utilisation du thuya de berberie.....	30

Chapitre III : Matériels et méthodes

1. Matériel végétal.....	31
1.1 Choix des plantes étudiées.....	31
1.2 Collecte du matériel végétal.....	31
2. Méthodes de préparation de l'extrait des plantes.....	32
3. Mesure du pouvoir antioxydant des extraits étudié.....	33

3.1. Piégeage du radical DPPH.....	33
3.2. Piégeage du radical ABTS●+.....	34
3.3. Pouvoir chélateur du fer.....	35

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Activité antioxydante.....	37
1.1 Test de piégeage du radical DPPH.....	38
a) <i>Rosmarinus officinalis</i>	41
b) <i>Salvia officinalis</i>	41
c) <i>Tetraclinis articulata</i>	42
d) <i>Thymus ciliatus</i>	42
e) <i>Urtica dioica</i>	42
1.2 Teste de Piégeages du radical ABTS.....	43
a) <i>Rosmarinus officinalis</i>	45
b) <i>Salvia officinalis</i>	45
c) <i>Tetraclinis articulata</i>	46
d) <i>Thymus ciliatus</i>	46
e) <i>Urtica dioica</i>	46
1.3 Pouvoir chélatant du fer ferreux.....	47
Conclusion et perspectives.....	51
Références bibliographiques.....	53

INTRODUCTION

Introduction

Depuis longtemps, l'homme a reconnu et utilisé les plantes pour l'alimentation et le traitement de diverses maladies. Depuis lors, les propriétés thérapeutiques des plantes ont été testées et leurs excellentes caractéristiques ont été transmises oralement de génération en génération ou enregistrées dans les anciens écrits. Malgré le développement de la médecine moderne, qui a marginalisé l'utilisation des techniques médicales naturelles, des remèdes réputés ont prévalu (**Goeb, 1999**).

La plupart des populations rurales d'Afrique utilisent les plantes médicinales comme des sources précieuses de revenus, et plus de 80 % d'entre elles les utilisent pour se soigner (**Jiofack et al., 2009**). La région méditerranéenne actuelle peut être caractérisée, par des évidences floristiques pures : 50% des quelque 25000 espèces (**Quezel, 2000**), voire 28000 espèces et sous-espèces (**Greuter, 1995**) présentes dans la zone climatique méditerranéenne (**Emberger, 1930 a et b**) et plus encore dans la zone isoclimatique méditerranéenne sont endémiques.

D'après **Hamel et al. (2018)**, l'Algérie, par la richesse et la diversité de sa flore, représente un vrai trésor phylogénétique, avec environ 4000 espèces et sous-espèces de plantes vasculaires. Mais la flore médicinale algérienne est encore mal connue à ce jour, puisque sur les quelques milliers d'espèces végétales, 146 seulement sont recensées comme médicinales (**Baba Aissa, 1999**).

Depuis l'Antiquité, les vertus biologiques des plantes aromatiques et médicinales sont connues. Cependant, ce n'est qu'au début du XXe siècle que la science commence à s'y intéresser (**Yano et al., 2006**).

En effet, les plantes médicinales sont une véritable source naturelle de molécules chimiques (**Combrinck et al., 2007**), ainsi que de métabolites secondaires qui interviennent dans différents domaines (**Oussou et al., 2010**). Aujourd'hui, leur utilisation a pris une ampleur considérable dans les industries de la parfumerie, des cosmétiques et de la pharmacie, dans le secteur agroalimentaire (conservation des aliments). Dans le monde entier, les plantes sont la principale source de substances actives où au moins 35 000 espèces sont utilisées (**Mouas et al., 2017**). Leur utilisation est associée à leur vaste gamme d'activités biologiques reconnues (**Amarti et al., 2010**).

Dans les dernières années, les herbes et les épices ont fait l'objet d'une attention accrue en tant que source d'antioxydants, qui peuvent être utilisés pour lutter contre les effets du stress

oxydatif. (Mata et al., 2007). Les recherches actuelles se concentrent en grande partie sur l'étude des molécules antioxydantes naturelles qui jouent le rôle de capteurs de radicaux libres. Tous les jours, l'organisme produit des radicaux libres. Ce sont des composants hautement réactifs qui contiennent un seul électron et qui sont nécessaires aux mécanismes vitaux. La surproduction de ces radicaux peut être nocive pour l'organisme. De fait, ils nuisent à de nombreux composants cellulaires aussi divers que les protéines, les lipides ou l'ADN en provoquant un stress oxydatif. Actuellement, les composés antioxydants sont le sujet de nombreuses études parce que, outre l'intérêt qu'ils présentent pour le traitement de certaines pathologies, ils servent également à la préservation des aliments comestibles pour l'industrie agroalimentaire (Pan et al., 2008).

Afin d'atteindre notre objectif sur l'importance des plantes médicinales, nous avons sélectionné cinq plantes très utilisées par la population Algérienne. Notre travail vise à étudier et à analyser les résultats obtenus lors d'études antérieures sur l'activité antioxydante des extraits aqueux (obtenu par décoction) de cinq plantes aromatiques (*Thymus ciliatus ssp. eu-ciliatus*, *Rosmarinus officinalis*, *Urtica dioica*, *Salvia officinalis*, *Tetraclinis articulata*) en utilisant trois tests à savoir le test DPPH, ABTS et le pouvoir chélateur du fer.

Cette étude comporte deux grandes parties :

- La première partie : partie bibliographique englobe deux chapitres
 1. Les plantes médicinales en générale
 2. Présentation des plantes étudiées
- La deuxième partie : Etude expérimentale englobe deux chapitres
 1. Matériels et méthodes
 2. Résultats et discussion
- Conclusion et perspectives.

SYNTHÈSE

BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : les plantes médicinales et les extraits:

1. Les plantes médicinales :

Dans le monde entier, l'histoire des populations prouve que les plantes aromatiques et médicinales ont toujours occupé une place prépondérante dans la médecine (**El amri et al., 2014**).

La richesse en plantes aromatiques et médicinales de l'Algérie permet de les utiliser dans différents domaines (pharmacie, parfumerie, cosmétique, agroalimentaire) en raison de leurs vertus thérapeutiques et odoriférantes. Ces plantes aromatiques sont donc à l'origine de produits à haute valeur ajoutée (huiles essentielles, extraits, résines...) presque toujours présentés sous forme de mélanges complexes dont la composition doit être analysée avant leur valorisation éventuelle. Les nouvelles techniques d'analyse dont dispose l'expérimentateur permettent, dans la grande majorité des cas, d'accomplir cette tâche. Toutefois, la détermination de certains constituants est souvent sensible et l'utilisation de ces constituants n'est pas toujours aisée, de nombreuses méthodes d'analyse complémentaires sont nécessaires (**Jean et Jiri, 1983**).

Dans la majorité des espèces végétales, on trouve des substances qui peuvent agir, à un degré ou à un autre, sur l'organisme humain et animal et qui sont utilisées aussi bien en médecine conventionnelle qu'en phytothérapie (**Iserin, 2001**). Les plantes médicinales sont ainsi importantes pour la recherche pharmaceutique et le développement de médicaments, non seulement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matière première pour la synthèse de médicaments ou comme modèle pour des composés pharmaceutiquement actifs (**Decaux, 2002**).

La place et le rôle des plantes aromatiques et médicinales dans l'économie nationale sont importants en raison de leur utilisation dans l'alimentation, les soins, l'énergie, l'habillement, la construction, en agronomie (**Mpondo et al., 2012**), et de leurs qualités médicinales ; en effet, plusieurs médicaments pharmaceutiques ont été dérivés de plantes (**Skalli et al., 2008**).

1.1. Définition des plantes médicinales:

Une plante médicinale est une plante qui est cultivée ou récoltée dans son environnement naturel pour ses propriétés médicinales (**Telefo et al., 2012**).

Selon la pharmacopée française (2013), la définition d'une plante médicinale est "une drogue végétale dont au moins une partie a des propriétés médicinales". Le terme "drogue

végétale" ou, plus communément, "médicament" fait donc référence à une matière première naturelle utilisée dans la fabrication de médicaments (Mohammedi, 2013).

1.2.Récolte et conservation des plantes médicinales:

Les caractéristiques des plantes dépendent surtout de la zone de production, du moment de la récolte et des techniques de récolte. Pour garantir la qualité des produits, il faut toujours tenir compte de la connaissance du calendrier de récolte et des techniques de récolte et de conservation. Chaque partie d'une plante (racines, tiges, feuilles, fleurs, fruits et graines) a un mode de croissance très spécifique. (Abraham, 2006).

La récolte des plantes dans les grandes industries pharmaceutiques se fait lorsque la teneur en principe actif est optimale (tableau 1). Pour faciliter le processus de séchage, on choisit une journée ensoleillée, car il doit se faire à une température de 40-60 degrés. La récolte des plantes à huiles essentielles se fait tôt le matin et le séchage se fait à l'ombre, à une température ne dépassant pas 50 degrés (Valnet, 2001).

Il faut que les méthodes et conditions de stockage soient telles qu'elles évitent tout changement de nature des plantes (vermine, moisissures, micro-organismes) dans le but de conserver l'intégrité de leurs propriétés actives (tableau 1). C'est une étape importante pour assurer les propriétés des plantes examinées ou utilisées. (Valnet, 2001 ; Çaucir et al., 2005).

Tableau 01 : Récolte, séchage et conservation des plantes (Valnet, 2001).

Partie de la plante	Cueillette	Séchage	Conservation
Racines		à l'air sec	A l'abri de l'humidité
Racines charnues		à l'étuve	
Racines mucilagineuses		au four	
Racines vivaces	Au printemps		
Racines des plantes annuelles et bisannuelles	En automne		
Ecorce des plantes annuelles et bisannuelles	Quand il a acquis une certaine épaisseur et se sépare facilement du corps	Au soleil ou à l'étuve	
Ecorce d'arbre	En hiver		
Ecorce d'arbrisseau	En automne		
Ecorce de résineux	En printemps		
Bois			
Fleurs	Au début de leur épanouissement Les fleurs de rose se cueillent en boutons	A l'ombre et à atmosphère sèche	
Feuilles	Avant la floraison		
Semences	Quand la plante se dessèche		
Tiges	En même temps que les feuilles	Au soleil ou dans une serre à 30-35°C	
Feuilles épaisses			
Bourgeons	Au début du printemps		
Fruits	Un peu avant complète maturité		

2. Les extraits :

Les extraits, selon la **Pharmacopée européenne (2013)**, sont des préparations liquides (extraits fluides et teintures), semi-solides (extraits mous ou fermes) ou solides (extraits secs), issues de médicaments végétaux ou de matières animales, généralement à l'état sec. On ajuste les extraits titrés au moyen d'une substance inerte ou en mélangeant des lots d'extraits, avec

une marge de tolérance acceptable pour une teneur donnée en constituants ayant une activité thérapeutique connue.

2.1. Modalités d'utilisation des extraits de plantes médicinales :

Ce sont des macérations aqueuses ou alcooliques plus ou moins concentrées par évaporation : ainsi, on obtient des extraits fluides, épais ou solides (**figure 1**) (**Schauenberg et Paris, 2010**).

a) Extraits aqueux :

- **Les tisanes :** selon **Schauenberg et Paris (2010)**, la manière la plus courante d'utiliser les plantes séchées est de faire des tisanes, différentes méthodes existent pour préparer une tisane en fonction de la texture des drogues.
- ✓ **L'infusion :** sert aux éléments les plus fragiles de la plante : les pétales, les feuilles très fines, etc. Il consiste à couler de l'eau chaude ou bouillante sur les plantes sèches. La durée de l'infusion est variable selon les plantes (de quelques minutes à 1 heure) (**Nogaret, 2003**).
- ✓ **La décoction :** la décoction est une opération qui consiste à faire bouillir les plantes dans de l'eau pendant 5 à 20 minutes. 5 minutes suffisent si les plantes sont finement coupées ; 20 minutes sont nécessaires si elles sont dures ou ligneuses pour faire une bonne extraction, surtout si les plantes ont été auparavant plongées dans l'eau froide et portées peu à peu à ébullition (ne pas conserver les décoctions plus de 12 heures).
- ✓ **La macération :** La macération peut être faite avec de l'eau, de l'alcool ou du vinaigre. Lors d'une macération à l'eau, les plantes doivent être versées dans le liquide froid ou chaud pendant quelques heures (10 ou 12 heures) (**Pierre et Lis, 2007**). La macération à l'eau ne doit pas dépasser une douzaine d'heures en raison du risque d'oxydation et de fermentation du liquide (**Pierre et Lis, 2007**).

b) Extraits glycinés :

Extraits fluides de plantes fraîches normalisés (EPS) La plante fraîche est cryobroyée puis les principes actifs hydrosolubles sont isolés par extraction successive dans de l'eau et de l'alcool de degré croissant. Ensuite, l'alcool est vaporisé sous vide et le résidu sec circule dans le glycérol (**Bertrand, 2010**).

c) Extrait par solvant éthanoliques ou hydroalcooliques :

On procède à l'extraction à l'aide d'un solvant approprié (généralement de l'éthanol) à partir d'un ou de plusieurs lots du médicament, lesquels peuvent avoir subi divers traitements

préalables tels que l'inactivation des enzymes présentes, le broyage ou le dégraissage. Il est possible de modifier la consistance en travaillant à température et pression réduites. On peut ajouter aux extraits certains excipients, stabilisateurs et conservateurs, ainsi que des huiles essentielles séparées lors de l'extraction. Pour la production d'extraits titrés et quantifiés, certaines procédures de purification spécifiques permettent d'augmenter les teneurs par rapport aux valeurs attendues : on parle alors d'extraits purifiés (Wichtlet & Anton, 2003).

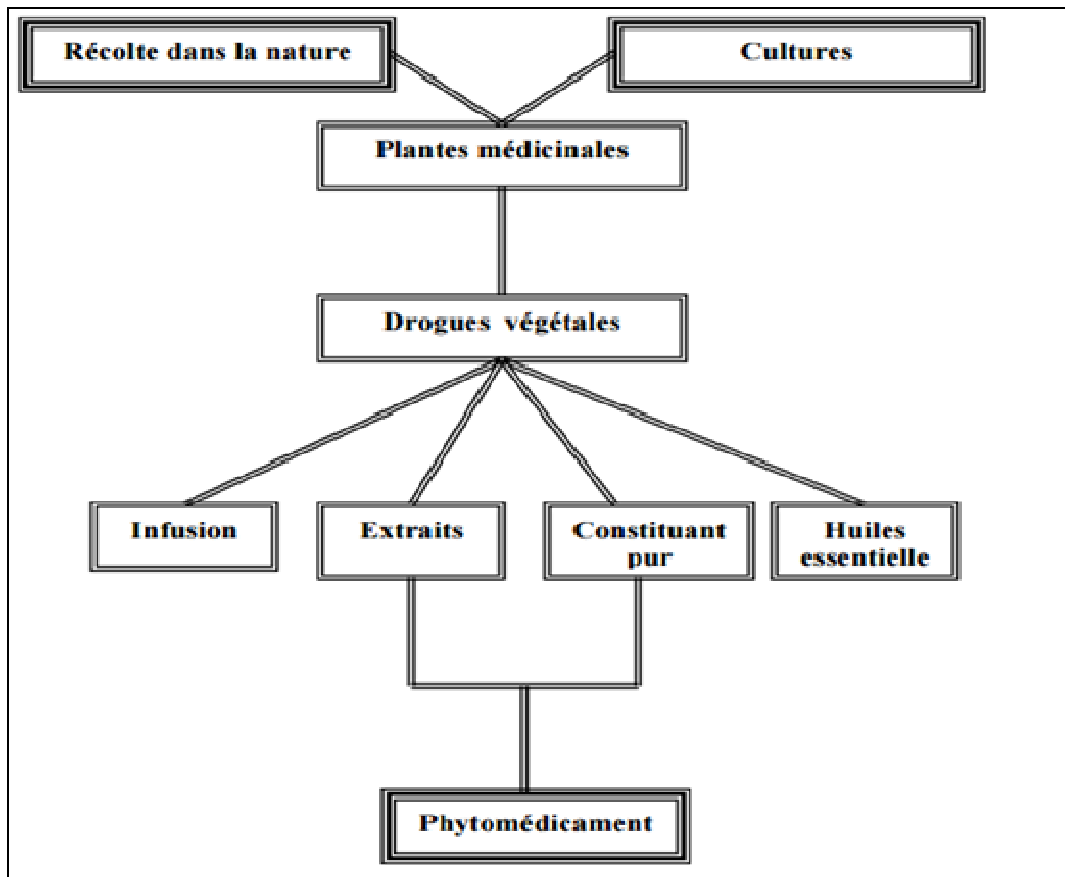


Figure 01 : Diverses formes d'utilisation des plantes médicinales (Hosttmann, 1997)

d) Autres formes galéniques :

Selon Cazau-Beyret Nelly (2013), il existe différentes formes de préparations d'extraits qui peuvent être utilisées pour obtenir un effet thérapeutique à partir d'une plante (tableau 2).

Tableau 2 : Les différentes formes galéniques (Limonier, 2018).

Présentation	Formes galéniques
Formes solides	<ul style="list-style-type: none">➤ Gélules➤ Comprimés
Formes liquides	<ul style="list-style-type: none">➤ Extraits fluides➤ Teintures, alcoolatures, alcoolats➤ Teinture mère➤ SIPF (Suspensions Intégrales de Plantes Fraîches)➤ Macérats glycélinés➤ Digestes huileux et huiles infusées➤ Sirops, eau distillée, élixirs floraux➤ Huiles essentielles
Formes destinées à l'usage externe	<ul style="list-style-type: none">➤ Pommades➤ Liniments➤ Gel➤ Décoction, tisane➤ Huile essentielle

3. Métabolite secondaire des plantes médicinales :

La particularité des plantes est de former de nombreux composants dont le rôle, sur le plan végétal, est mal connu. Ces composés ne se retrouvent pas chez toutes les espèces, ce qui signifie qu'ils ne participent pas au métabolisme général et qu'ils n'ont pas de fonction directe au niveau des activités fondamentales de l'organisme végétal : ce sont des métabolites secondaires (Macheix et al., 2005).

Donc, On entend par métabolites secondaires les molécules produites par les organismes vivants (plantes, champignons, bactéries, etc.) qui ne jouent pas un rôle direct dans les fonctions vitales de l'organisme, soit la nutrition, la croissance et la reproduction (Figure 2) (Houël, 2011). Par exemple des plantes agents responsable de couleur



Figure 02 : Exemple des plantes présente des molécules responsables de la couleur des plantes, (Hadjila, 2016)

Plusieurs métabolites secondaires ont des caractéristiques physiologiques importantes pour les humains et les animaux et sont les " principes actifs " de diverses plantes médicinales. Ils font l'objet de la pharmacognosie, un des domaines majeurs du pharmacien (Guignard, 2000).

Il existe un très grand nombre de produits du métabolisme secondaire, plus de 200 000 structures définies (Hartmann, 2007) et d'une variété structurelle extraordinaire, mais ils sont produits en petites quantités.

Sur les 10 000 identifiés à ce jour, les lipides (graisses), les huiles essentielles, les glucosides, les tanins, les vitamines, et d'autres composants actifs tels que les alcaloïdes, les terpènes... (Lucienne, 2010).

3.1. Les huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont des substances huileuses, volatiles et odorantes qui sont sécrétées par les plantes aromatiques, ce qui donne à la plante une odeur caractéristique (Iserin et al., 2001). Elles contribuent à protéger les plantes de la lumière excessive et à attirer les insectes pollinisateurs (Dunstan et al., 2013).

Paradoxalement, ces "huiles" ne ressemblent en rien aux huiles végétales extraites de certains fruits (huile d'olive, huile d'amande douce, etc.) : elles sont obtenues par distillation à la vapeur d'eau, elles sont non grasses et concentrent l'essence de la plante, c'est-à-dire son parfum. (Nogaret, 2003)

Leur utilisation est très répandue dans les industries cosmétique, pharmaceutique et alimentaire. Elles servent à traiter les maladies inflammatoires telles que les allergies, l'eczéma, favorisent l'expulsion des gaz intestinaux comme les fleurs fraîches ou séchées de la plante

"camomille" (Iserin et al., 2001). On trouve les huiles essentielles dans de minuscules glandes localisées dans différentes parties de la plante aromatique : feuilles, fleurs, fruits, graines, écorce et pour certaines plantes dans les racines (Eckert et Knutson, 1994).

3.2. Les flavonoïdes :

Terme latin ; flavus = jaune. Ont une faible structure moléculaire en C6-C3-C6, Les flavonoïdes représentent une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols, ce sont des pigments végétaux quasi universels, ils peuvent être considérés parmi les agents responsables des couleurs végétales aux côtés des chlorophylles et des caroténoïdes (Pietta, 2000 ; Ghedira, 2005).

Ils sont particulièrement actifs dans le maintien d'une bonne circulation sanguine. De plus, certaines ont des propriétés anti-inflammatoires et antivirales, d'autres ont des effets protecteurs sur le foie. C'est ainsi que les flavonoïdes sont aptes à emprisonner les radicaux libres en formant des radicaux flavoxyles moins réactifs, ceci s'expliquant par leur propriété de donner un atome d'hydrogène à partir de leur groupe hydroxyle (Amić et al, 2003).

3.3. Les polyphénols :

Les polyphénols sont des produits du métabolisme secondaire des plantes, qui se trouvent dans toutes les parties des plantes supérieures : racines, tiges, feuilles, fleurs, fruits (Boizot et Charpentier, 2006).

A la surface des tissus, les polyphénols ou composés phénoliques constituent une grande classe de substances chimiques présentes dans les plantes. Ce sont des composés photochimiques polyhydroxylés qui comportent au moins un cycle aromatique à 6 atomes de carbone. Ils se divisent en sous-classes principales : acides phénoliques, flavonoïdes, lignines, tanins... (Sarni-manchado et Cheynier, 2006).

Comme ces molécules sont à la base des principes actifs des plantes, elles jouent un rôle majeur dans la vie des plantes, la protection contre les agents pathogènes et contre les rayons UV (Sarni-manchado et Cheynier, 2006).

3.4. Les tanins :

Le terme "tanin" est dérivé de la pratique ancienne qui utilise des extraits de plantes pour tanner les peaux d'animaux. Deux catégories existent : Les tanins condensés, polymères

d'unités flavonoïdes liées par de fortes liaisons carbonées, non hydrolysables mais pouvant être oxydés par des acides forts libérant anthocyanidines (**Hopkins, 2003**).

4. Activité biologique des plantes médicinales:

Les propriétés thérapeutiques des flavonoïdes sont aujourd'hui largement étudiées dans le secteur médical où ils sont notamment reconnus pour leurs activités biologiques et pharmaceutiques (**Yakhlef, 2010**).

4.1. Activité antimicrobienne :

Depuis l'Antiquité, les propriétés antimicrobiennes des plantes aromatiques et médicinales sont connues. Mais ce n'est qu'au début du XXe siècle que les scientifiques ont commencé à s'y intéresser. Beaucoup de plantes, aromatiques, épices et autres, disposent de propriétés biologiques très importantes, lesquelles trouvent des utilisations dans divers domaines, notamment en médecine, en pharmacie, en cosmétologie et en agriculture (**Bahorun, 1997**).

Une activité antibiotique consiste en une molécule ou un composé présent dans une plante qui, à très faible dose, inhibe le développement d'une bactérie ou la tue. Le degré de sensibilité d'une bactérie à un antibactérien dépend de la nature de l'antibactérien. En présence d'un antibactérien donné, une bactérie peut avoir une sensibilité très différente selon la souche à laquelle elle appartient (**Nicolas et Daniel, 1998**).

Plusieurs chercheurs ont examiné l'activité antimicrobienne d'extraits de plantes médicinales telles que le fenouil (*Foeniculum vulgare*), la menthe poivrée (*Mentha piperita*), le thym (*Thymus vulgaris*), et ont constaté que ces extraits sont actifs non uniquement contre les bactéries mais aussi contre les champignons, les levures et les virus (**Dogruoz et al., 2008, Huang et al., 2008, Jürgen et al., 2009, Deliorman-Orhan et al., 2012**).

Des études ont également été menées pour isoler et identifier les métabolites à l'origine de l'activité antimicrobienne des extraits de plantes, fournissant ainsi une plate-forme pour plusieurs implications, notamment pour l'industrie pharmaceutique, la médecine alternative et la thérapie naturelle (**Huang et al., 2008, Dar et al., 2012, Ghaima et al., 2013**).

4.2. Activité antioxydantes :

La biologie des radicaux libres suscite aujourd'hui un intérêt croissant. Cela est dû non seulement à leur rôle dans des phénomènes aigus tels que les traumatismes ou associés au

vieillesse, mais aussi à d'autres maladies telles que les maladies cardiovasculaires et inflammatoires, le cancer et la dégénérescence du système immunitaire (**Guinebert, 2005**).

Le domaine de la nutrition et l'agroalimentaire a été le plus étudié en ce qui concerne l'activité antioxydante, le but étant de fournir des antioxydants sous forme de compléments ou d'additifs alimentaires. Les tests *in vitro* d'inhibition de la peroxydation des lipides, le piégeage des radicaux libres ABTS ou DPPH et la réduction des phosphomolybdates par les oxydants sont les tests les plus utilisés pour l'évaluation de l'activité antioxydante (**Prieto et al., 1999; Re et al., 1999**).

Les antioxydants sont des substances capables de rendre le produit alimentaire moins rance, de ralentir la peroxydation des lipides, sans effet sur les propriétés sensorielles et nutritionnelles, ainsi que de conserver la qualité et de prolonger la durée de conservation du produit (**Miguel, 2010**).

Par ailleurs, le meilleur antioxydant alimentaire doit être liposoluble, efficace à faible dose, non toxique, ne provoquant pas de décoloration, d'odeur ou de goût, capable de résister aux processus technologiques et stable dans le produit fini (**Poknory et al., 2001**).

Les systèmes de défense sont destinés à prévenir la formation de radicaux ou à limiter les dommages d'oxydation qui en découlent. Il existe des systèmes endogènes ou exogènes, d'origine nutritionnelle.

➤ **Les antioxydants exogènes :**

Leur présence dans l'alimentation se traduit par la présence de vitamines A, C, E et de polyphénols, en particulier de flavonoïdes, ainsi que de cofacteurs d'enzymes impliqués dans les systèmes antioxydants endogènes de type sélénium, zinc et manganèse. L'action de ces antioxydants nutritionnels est indispensable, mais elle est limitée jusqu'à leur régénération (**Mika et al. 2004**). Elles sont capables de rendre les membranes plus stables en diminuant leur capacité de perméabilité et elles ont également la capacité de fixer les acides gras libres (**Kohen et Nyska, 2002**).

➤ **Les antioxydants endogènes :**

Un système enzymatique est présent dans le corps humain, qui se compose essentiellement de trois enzymes : la glutathion peroxydase (GPx), la superoxyde dismutase (SOD) et la catalase et (**Avissar et al., 1989**). Ce système enzymatique a une action parallèle

sur la cascade radicale au niveau du superoxyde et du peroxyde d'hydrogène, entraînant à terme la formation d'eau et d'oxygène moléculaire (**Marfak, 2003**).

➤ **Les chélateurs de métaux:**

Parmi les protéines circulant dans le sérum, plusieurs peuvent absorber des ions métalliques libres susceptibles d'être toxiques : la transferrine et la lactoferrine pour le fer et la céruloplasmine pour le cuivre. Ces protéines agissent comme des chélateurs et maintiennent les ions métalliques sous une forme inactive contrairement à la combinaison possible avec le peroxyde d'hydrogène (**Jacques et André, 2004**).

Chapitre II : Les plantes étudiées

1) *Thymus ciliatus ssp eu-ciliatus* :

a) Généralités :

Dans la langue française, le terme "Thym" est apparu au XIIe siècle, pour la première fois comme "tym" d'après quelques sources. Il vient du latin thymus qui l'a dérivé du grec thumos signifiant, de façon un peu obscure, "grosseur ou loupe" (en référant à la glande, le thymus). Par ailleurs, d'autres pensent que le mot provient du grec thymos ou thyein qui signifie "fumée", en référence au fait qu'il était autrefois brûlé comme encens et que l'on pensait qu'il avait le pouvoir de repousser les êtres venimeux. D'autres, enfin, dérivent le mot du grec thumus, qui signifie "courage", la plante était autrefois considérée comme un vivifiant **(Kholkhal, 2014)**

Le thym est utilisé depuis très longtemps dans la vie humaine, il était consacré à Vénus car il fournissait de l'énergie vitale au corps. Aetius, un fameux médecin grec du 5^{ème} siècle, conseillait le thym pour les sciaticues, les douleurs rénales et de la vessie, les colites et les ballonnements, pour les personnes mélancoliques et celles qui ont l'esprit troublé. Hildegarde et Albert l'ont mentionné au XIe siècle contre la lèpre, la paralysie et les maladies nerveuses **(Mahlia, 2016)**

Dans le monde, un des 220 genres les plus divers de la famille des labiées est le genre Thymus. Le centre de diversité de ce genre se trouve dans la partie occidentale du bassin méditerranéen. Comme beaucoup de labiées, ils sont reconnus pour leurs huiles essentielles aromatiques **(Morales, 2002)**.

En Algérie, il est connu sous le nom de Zaïtra, et sa présence a été rapportée dans la zone de Tlemcen. On trouve le thym dans les sols calcaires et argileux. Il est courant dans les montagnes d'Algérie **(Alcaraz, 1991)**.

b) Description morphologique et botanique du thym:

Les thymus (Thymus) sont des plantes basses sous-bois, atteignant jusqu'à 40 cm de haut. Leurs feuilles sont petites, vert foncé, incurvées et à bords vert foncé, et sont recouvertes de poils et de glandes (appelées trichomes). Ces trichomes contenant l'huile essentielle sont principalement constitués de mono terpènes. Les calices et les jeunes tiges sont également recouverts de ces structures qui diffusent l'essence par simple contact, bien qu'en plus une faible

densité sur les tiges. Ses petites fleurs zygomorphes sont regroupées en glomérules et leur couleur varie du blanc au violet en passant par le rose (Soto-Mendivil et al., 2006).



Figure 03 : *Thymus ciliatus ssp eu-ciliatus*; de la région du Mefrouch (commune de Terny -Tlemcen) (Mahlia, 2016)

c) Systématique et classification de *T. ciliatus* :

Il est assez difficile d'identifier le genre *Thymus* ; cette difficulté tient à la variabilité de l'espèce et de ses hybrides (Quezel & Santa, 1963). Dans le tableau suivant, nous avons une idée de la systématique de *T. ciliatus*.

Tableau 03 : systématique de *T. ciliatus* (Quezel et santa, 1963).

Unités taxonomiques :	Classifications :
Embranchement :	Phanérogames.
Sous-embranchement :	Angiospermes.
Classe :	Dicotylédones.
Sous-classe :	Gamopétales.
Série :	Gamopétales hypogynes.
Sous-série :	Division bicapitalées.
Ordre :	Tubi florales.
Sous-ordre :	Lamiales.
Famille :	Lamiacées ou Labiées.
Genre :	<i>Thymus</i> .
Espèce :	<i>Thymus ciliatus</i> .
Ssp :	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>eu-ciliatus</i>. ▪ <i>coloratus</i>. ▪ <i>Munbyanus</i>

d) Usage traditionnel du Thym :

Les populations indigènes utilisent fréquemment le thym pour ses nombreuses et importantes propriétés. Cette plante aromatique très parfumée, utilisée dans la cuisine algérienne pour la confection de divers plats, est conseillée contre tout type de faiblesse et indiquée pour les crampes d'estomac, les inflammations pulmonaires et les palpitations, ainsi que pour les affections buccales, les ecchymoses (lésion produite par un choc sans déchirer la peau) et les accidents articulaires (**Djerroumi et Nacef, 2004**).

Il est également reconnu comme l'un des remèdes populaires les plus utiles et les plus efficaces dans le traitement des affections respiratoires : rhumes, gripes et angines.

De plus, il contribue au nettoyage et à la cicatrisation des blessures, ainsi qu'à la libération des gaz intestinaux (**Hans, 2007**).

2) *Urtica dioica* :

a) Généralités :

Vénérée par les antiques peuples indo-européens des milliers d'années avant l'ère chrétienne, cette plante, bien qu'exceptionnelle par la qualité de ses fruits, est une plante utilisée depuis des milliers d'années. Grâce à la qualité de ses protéines, à sa richesse en vitamines et minéraux, elle est très utilisée dans le monde agricole et principalement dans les pays froids comme la Scandinavie, l'Ecosse, la Prusse. Dans la culture allemande, il occupe une place particulière, surtout dans le nord de l'Allemagne, où il a été cultivé jusqu'à la Seconde Guerre mondiale et vendu comme un légume quelconque. La tendance au XXIe siècle est de revenir au "naturel" plutôt qu'au "naturel" pour produire des substances synthétiques (**Bernard, 2010**)



Figure 04 : L'ortie. (Originale, 2020)

Les dénominations de cette plante diffèrent d'une région à l'autre, parmi lesquelles plusieurs noms arabes ont été cités par **Beloued (2001)** : Horaig, Bent en nar, Bou zegdouf. En latin, l'ortie serait *Urtica*, un mot qui vient du verbe urere signifiant le verbe brûler, en référence aux piqûres de brûlure des cheveux (**Beloued, 2001**). Quant au nom de l'espèce *dioïca*, dioïque en français, il désigne une plante dont les fleurs mâles et femelles sont portées par des pieds différents (**Valnet, 1992 ; Bertrand, 2008**).

Originnaire d'Eurasie, l'ortie s'est propagée dans toutes les régions tempérées du monde. Elle est surtout répandue en Europe du Sud, en Afrique du Nord et en Asie, et est largement répandue en Amérique du Nord et du Sud (**Brisse et al., 2003**).

b) Classification et caractères botaniques :

Le genre *Urtica dioïca* appartient à la famille des *Urticaceae*. Cette famille regroupe environ 50 genres et plus de 700 espèces, et est présente dans le monde entier. On distingue les *Urticariaceae* avec des poils urticants (genre *urtica*) ou sans poils urticants (genres *Parietaria* et *Boehmeria*) (**Apgil, 2003**). Il existe environ 30 espèces dans le monde, sauf à Madagascar et en Afrique du Sud où l'ortie est inexistante. (**Bombardelli et Morazzoni, 1997**). En France, *Urtica dioïca* (grande ortie) est la plus commune ; *Urtica urens* (ortie dioïque) ; (ortie vénéneuse, ortie romaine) ; *Urtica membranacea* (ortie à membrane) (**Valnet, 1992 ; Tessier, 1994 ; Diederiches, 2005 ; Moutsie, 2008**).

Parmi la trentaine d'espèces du genre *Urtica*, l'une des plus connues est l'ortie dioïque. (**Boyrie, 2016**) (**Tableau 04**)

Tableau 04 : Classification botanique de l'ortie (**Boyrie, 2016**)

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta (= plantes vasculaires)
Division	Spermatophyta (= plantes à graines)
Classe	Angiospermae (= plantes à fleurs)
Sous-classe	Dicotylédon(= embryon avec deux feuilles)
Super-ordre	Dilleniidae
Ordre	Urticales / Rosales
Famille	Urticaceae
Genre	<i>Urtica</i>
Espèce	<i>Urtica dioïca</i> L

c) Description générale:

L'ortie sauvage est une plante herbacée durable, forte et vivace, par laquelle on rhizome jaune traçante, hydrophile, recouverte de poils en crochet très irritants ; il peut atteindre 1,50 mètre de haut (**Beloued, 2001**).



Figure 05 : Ortie dioïque. (A) parties aériennes, (1) fleur femelle, (2) fleur mâle, (6) akène, (7) poils urticants (**Lenglen, 2000**)

d) La Phytochimie d'*Urtica dioica* :

Les caractéristiques médicinales des plantes résultent de leur composition chimique. Ainsi, parmi eux Enfin, nous avons de multiples substances dénommées métabolites primaires et qui sont essentiels à leur existence, il s'agit notamment des protéines, des lipides, des fibres, des vitamines, des minéraux et les aliments et les glucides utilisés pour la subsistance et la reproduction, non seulement la plante elle-même, mais aussi les animaux qui s'en nourrissent. En outre, Les plantes synthétisent également une gamme extraordinaire d'autres composés appelés métabolites secondaires, dont la fonction est loin de faire l'unanimité (**Cox et al., 1994**).

e) Activité biologique d'*Urtica dioica* :

➤ Activité antimicrobienne de l'*Urtica dioica* :

Peu importe leur dosage, les produits liquides à base d'orties possèdent une action remarquable antimicrobien contre les bactériennes gram-positives et gram-négatives quand elles se trouvent par comparaison aux composés anti-microbiens classiques puissants comme le nitrate de micronazole, acide amoxicilline-clavulinique et afloxacine (**Gulçinet al., 2003**)

➤ **Action antioxydante de l'*Urtica dioica* :**

Plusieurs études, dont celle de **Toldy et al. (2005)**, ont démontré les qualités antioxydantes de l'ortie dioïque. Son efficacité a été démontrée dans diverses études in vitro (**Cetinus et al., 2005**).

Il semble que les constituants phénoliques soient responsables de leur activité antioxydante dans l'extraction aqueuse de l'ortie. On pourrait attribuer les divers processus antioxydants de ces divers extraits à leur grande capacité au niveau de l'hydrogénation, à leur capacité de chélater les mécanismes des métaux, à leur efficacité à retenir le piégeage du peroxyde d'hydrogène, des superoxydes et des résidus de radicaux libres.

Les recherches menées par **Cetinus et al. 2005** ont montré que les extraits de la plante *Urtica dioica* sont des feuilles, appliquées en prétraitement, qui réduisent le stress oxydatif généré dans les muscles en formant un garrot. On peut conclure que l'ortie est responsable de la régulation de la protection cellulaire contre le stress oxydatif chez les rats (**Cetinus et al., 2005**). C'est pourquoi l'extrait aqueux d'ortie peut être utilisé comme source naturelle d'antioxydants, comme éventuel complément alimentaire ou dans l'industrie (**Cetinus et al., 2005**).

f) Principaux usages dans le domaine thérapeutique

➤ **Usage thérapeutique traditionnel**

L'ortie est un médicament traditionnel utilisé depuis de nombreuses années pour soigner l'anémie et le manque au niveau énergétique : on le dit bon fortifiant à cause de sa haute concentration en fer et autres éléments les minéraux. On dit également que cette substance favorise les réactions du système digestif (lourdeurs et crampes d'estomac) (**Wichtl et Anton, 2003**).

Sa teneur en vitamines B2 et B5, en acide folique, en silice et en zinc aide à lutter contre les ongles cassants et la chute des cheveux et favorise la repousse des cheveux. Le traitement de l'acné est possible grâce à l'effet anti-inflammatoire du zinc présent dans l'ortie.

La tisane d'ortie est toujours offerte par les phytothérapeutes comme médicament traditionnel contre la goutte et les rhumatismes. La tisane d'ortie est utilisée en Allemagne comme un diurétique doux, mais pas suffisamment fort pour être associé au traitement de l'hypertension ou des problèmes cardiaques. (**Valnet, 1983**)

➤ Usage thérapeutique actuel

L'ortie fait partie du monopole sur les produits pharmaceutiques. Elle figure dans la liste des plantes à usage médicinal sélectionnées à ce titre par la Pharmacopée mondiale. Actuellement, les bienfaits médicaux de l'ortie sont largement reconnus. La majorité des pratiques courantes et populaires ancestrales sont validées par l'analyse et la recherche. De notre jour, l'ortie est utilisée dans une grande variété de médicaments allopathiques et les recherches se poursuivant, elles confirment encore certaines pratiques expérimentales. **(Cazin, 1997)**.

3) *Rosmarinus officinalis* :

a) Généralités:

Originaire des régions méditerranéennes, il est connu et cultivé depuis l'Antiquité. Les couronnes de romarin étaient utilisées pour entourer les élèves afin de stimuler leur mémoire et d'éliminer la fatigue. À partir du XVIIe siècle, sa renommée a été encore plus importante. La reine Isabelle de Hongrie, qui était très malade et portait tous les symptômes de la maladie, aurait retrouvé une nouvelle vie grâce au romarin **(Moussi, 2015)**

Les vertus médicinales du romarin sont connues depuis longtemps, surtout par les Grecs et les Romains. Les Romains en faisaient des couronnes, ce qui explique le nom arabe ikkil al-jabal (couronnes de montagne) traduit du latin **(Bellakhdar, 2006)**.

Le romarin a récemment fait l'objet de recherches dans les domaines pharmaceutique et agroalimentaire. Il présente des propriétés anti-inflammatoires et antispasmodiques **(Gianmario et al., 2007)** et une action sur le système nerveux **(Gonzalez et al., 2007; Suzana et al., 2007)**. De plus, il possède d'excellentes propriétés antioxydantes et antimicrobiennes. Comme toutes les plantes aromatiques et médicinales, le romarin contient des composés chimiques ayant des propriétés antibactériennes. Ces molécules végétales peuvent présenter de nombreux avantages par rapport aux produits des synthèses actuelles **(Jones, 1998 ; Thoresen et al., 2003)**.

b) Description générale du romarin :

Le romarin ou *Rosmarinus officinalis* **(figure 06)** tire son nom des termes grecs "rosmaris" ou "rose-marine" car il croît toujours à côté de la côte maritime, ou du latin "ros

marinus" (rosée de mer), ou "rhus marinus" (sumac de mer) . Il est également appelé "herbe de la couronne", et en provençal, "arbre à encens".



Figure 06 : *Rosmarinus officinalis* L.(originale, 2020)

- **Noms de vernaculaires :**

Azir, barkella, haselban(Algérie,Maroc)

Aklil, iklilljabal, klile (Algérie, Maroc, Tunisie) (**Bellakhdar, 2006**).

Herbe de la couronne, rosée de mer, rose de mer, romarin des troubadours, bouquet-de-la- vierge (France)

Folia Anthos, Folia Rorismarini, Encensier, Rosemary (Anglais),

Rosmarinblätter, Krankrautblätter, Kranzenkrautblätter, Rosmarein (allemand) (**Fadi, 2011**).

- c) **Description botanique :**

Rosmarinus officinalis est un arbuste à feuilles permanentes de 0,5 à 2 m. Sa tige ligneuse est recouverte d'une écorce grisâtre et se divise en de nombreuses ramifications opposées. Le feuillage est sans pétiole, opposé et coriace, enroulé sur les bords. De janvier à mai, les fleurs bleu violacé sont visibles à l'extrémité des rameaux. Le fruit est de forme ovale, entouré d'un calice marron et persistant. Son inflorescence et son calice sont à poils très courts ; l'inflorescence est en épi très court et les bractées mesurent 1 à 2 mm (**Chafai Elalaoui et al., 2014**).

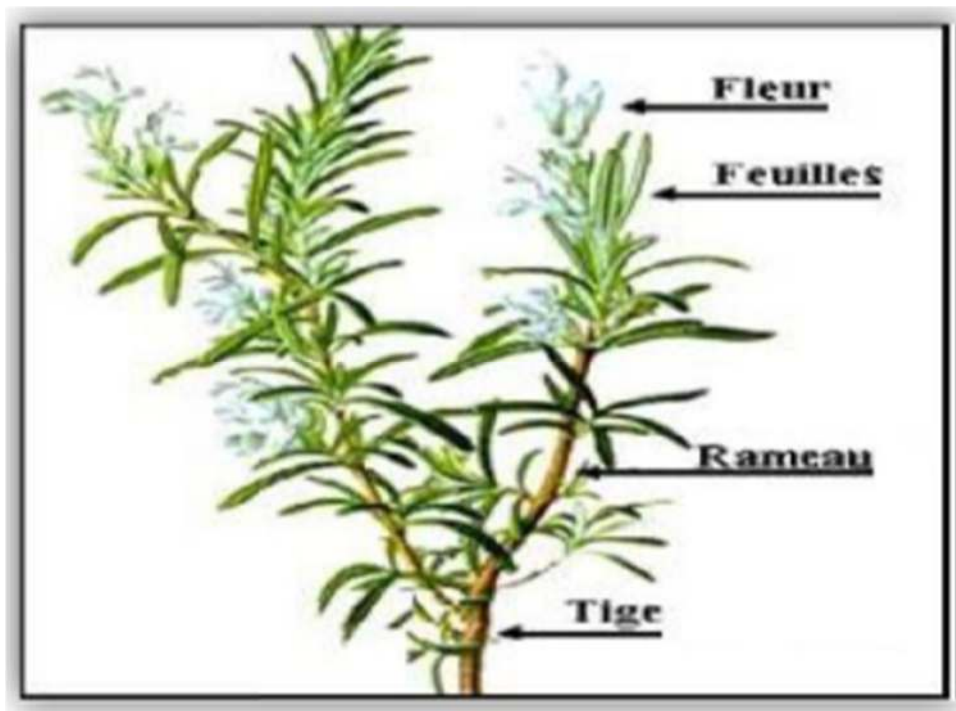


Figure 07 : Tige principale et rameau feuillé à fleurs du romarin (Sanon, 1992)

d) Classification botanique de *Rosmarinus officinalis* :

La taxonomie botanique de *Rosmarinus officinalis* est comme suit :

Tableau 06 : Position systématique du romarin. (Quezel et Santa, 1963)

Règne	Plantae.
Embranchement	Spermaphytes.
Sous Embranchement	Angiospermes.
Classe.	Dicotylédones.
S/Classe	Gamopétales
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	Rosmarinus
Espèce	<i>Rosmarinus officinalis</i>

e) Usages du romarin :

Le romarin est depuis longtemps utilisé de manière empirique en phytothérapie. Au XVIIIe siècle, le miel de romarin, appelé aussi "miel de Narbonne", était l'un des multiples constituants du thériaque de la pharmacopée maritime occidentale. Aujourd'hui, des études montrent les effets du romarin sur différentes parties du corps (**Boumadjen, 2018**)

La culture du romarin est souvent liée à son huile aromatique. Ses parties aériennes sont utilisées en médecine traditionnelle par voie orale pour soigner les coliques rénales, les dysménorrhées et comme antispasmodique. Il est également considéré comme utile pour contrôler l'érosion des sols (**Heinrich et al., 2006**).

Au XIXe siècle, l'huile de romarin a été employée dans la fabrication de la très fameuse eau de Cologne de la reine de Hongrie. De nos jours, cette essence entre dans la composition de savons, de détergents, de crèmes, d'eaux de toilette, de poudres, le taux maximal d'utilisation rapporté étant de 1 %. (**Albert et al., 1996**)

Le pouvoir antioxydant des extraits végétaux de romarin est important et peut être appliqué à la conservation des aliments et des huiles lipidiques, ces propriétés sont dues aux acides polyphénoliques (**Zoubeidi, 2004**)

L'épice et l'huile de romarin sont très utilisées dans l'alimentation, l'épice est utilisée dans les aliments cuits, la viande, les aliments industriels, avec un niveau maximum utilisé d'environ 0,41% dans les aliments cuits. L'huile est utilisée dans les desserts congelés, les bonbons, les gélatines. En infusion, le romarin est utilisé comme poudre, extrait sec ou autre préparation galénique à usage interne et externe, principalement contre les douleurs d'estomac (**Zoubeidi, 2004**)

4) *Salvia officinalis* :

a) Généralités:

La sauge était l'une des plantes salvatrices du Moyen Âge. Les Chinois la reconnaissent. Ils ont échangé sans hésiter leurs plus précieuses feuilles de thé contre des feuilles de sauge. Une variété de sauge appelée "Chia" aurait été cultivée par les Mexicains (**Madi, 2010**). Elle était couramment utilisée par les Grecs, les Romains et les Arabes comme tonique et comme compresse contre les morsures de serpent. En Égypte, les femmes le buvaient pour être fertiles (**Charles, 1809**).

Salvia officinalis L est considérée comme l'une des espèces les plus intéressantes du type *Salvia* au niveau économique. Cette espèce compte près de 1000 espèces dans le monde et est l'un des plus grands genres de la famille des Lamiaceae (**Lakušić et al., 2013**). La sauge fait partie des plantes annuelles et biennuelles originaires de la Méditerranée (**Djerroumi et Nacef, 2004**).

En Algérie, les espèces ayant été identifiées sont de plus de 30. De nombreuses appellations ont été données à la sauge. Selon Ibn El Beytar, les Andalous disent qu'elle est "essalma", ce qui ajoute qu'elle est appelée "salbia" par les botanistes espagnols, alors que l'Algérien utilise l'expression "souekennebi" comme synonyme de saleme (**Khiredine, 2013**).

Le terme *Salvia* vient du nom latin *salvare*, qui désigne "sauver" et "soigner" (**Pujuguet, 2008**), en raison de ses propriétés thérapeutiques, autrefois reconnues comme une plante médicinale. Ce terme a été corrigé par la popularité de Sauja et Sage (la version française), en vieil anglais, "Sawge", qui est ensuite devenu notre nom actuel de Sage (**Grieve, 1984**).

b) Description morphologique

La plante vivace a généralement une tige lignifiée à la base, qui forme un buisson pouvant dépasser 80 cm, et des branches vert blanchâtre (**figure 8**).

Assez grandes, épaisses, feuilles opposées vert blanchâtre ; fleurs bleu violacé clair en épi terminaux lâches, disposées par 3 à 6 en verticilles espacées. Calice campanulé avec 5 longues dents et 9 corniches bilobées supérieures en forme de spirale et une lèvre inférieure en forme de trilobe (**Hans, 2007**).

La forme du fruit est celle d'un tétrakène brunâtre, ce qui signifie qu'il est constitué de quatre petites coquilles non divisées, chacune contenant une graine, et entourées du calice persistant (**Cuvier et al., 1835**).



Figure 08 : la sauge (<http://segolene.ampelogos.com>)

c) Nomenclature :

- Noms Commun Herbe sacrée, thé grec, herbe sage (Fabre et al., 1992).
- Nom scientifique : *Salvia Officinalis*
- Nom français : Calamenthe vulgare
- Nom vernaculaire : Sâlniya, Mrimra
- Nom français : Sauge
- Nom anglais : Garden sage (Azzi, 2013 ; Ghourri et al., 2013).

d) Classification taxonomique

Selon Hippolyte et al., (1993), la sauge est classée comme suit :

Tableau 07 : Position systématique de la sauge. Hippolyte et al., (1993)

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphyte
Sous – Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédone
Sous-classe	Asteridae
Ordre	lamiales
Famille	lamiaceae
Genre	Salvia
Espèce	Salvia officinalis L.

e) Les principaux constituants :

Selon **Loic (2009)**, la sauge officinale est riche en huiles essentielles qui sont extraites par distillation. Ses feuilles contiennent également de nombreux composants chimiques tels que :

- Flavonoïdes
- Essence aromatique
- Saponine
- Les tanins
- Résine
- Les vitamines
- Œstrogène
- Asparagine.

f) La place de la sauge dans la phytothérapie

La sauge est actuellement l'une des plantes les plus utilisées dans le monde et, en raison de ses importantes propriétés, elle est prise en compte comme stimulant pour les anémiques, même pour les personnes stressées et dépressives, et est recommandée aux étudiants pendant les périodes d'examen.

En usage externe, elle est utilisée en gargarisme pour lutter contre les inflammations de la bouche, les abcès, mais également pour le nettoyage et la cicatrisation des plaies par exemple en cas de blessure (**Djerroumi et Nacef, 2004**).

Les tisanes de sauge sont utilisées pour traiter certains troubles de la circulation sanguine et de la digestion et des problèmes du système nerveux (**Radulescu et al., 2004**). Cette plante aromatique est aussi utilisée en cuisine, pour sa saveur forte, parfois légèrement amère et camphrée (**Duling et al., 2007**).

5) *Tetraclinis articulata* :

a) Généralités:

En Méditerranée occidentale, le peuplement de *Tetraclinis articulata* a commencé au Tertiaire, à l'époque où sa zone était importante en Europe centrale. C'est donc le dernier vestige

de la forme qui s'étendait jusqu'au Groenland à l'époque jurassique et qui peuplait encore l'Europe occidentale au Tertiaire (**Maire, 1952**).

Le thuya de berbérie, membre de la famille des Cupressacées est une espèce endémique de la Méditerranée, dont la plupart des stations se trouvent en Méditerranée occidentale (**Rikili, 1943 ; Benabib, 1976 ; Quezel, 1981**). Son aire de répartition est essentiellement limitée à la partie sud du bassin méditerranéen [Maroc, Algérie, Tunisie] (**Benabib, 1976**) (Afrique du Nord), sauf sur deux îlots, l'un dans le sud-est de l'Espagne (Almeria) (**Del Villa, 1947**) et l'autre sur l'île de Malte. Le thuya se trouve au stade bioclimatique tempéré semi-aride et au stade bioclimatique semi-aride. chaud. Par ailleurs, cette espèce prospère dans les régions subhumides et arides supérieures, quelle que soit la nature du sol (calcaire ou siliceux), mais elle fuit le sol. argile mal drainée (**Touayli, 2002 Abbas et al., 2006**).

b) Systématique de *Tetraclinis articulata* :

Le thuya berbère (*Tetraclinis articulata*), a déjà été décrit par Vahl (1791), sous le terme *thuya articulata*, puis a été transféré au genre *Tetraclinis* par (**Maire, 1926**).

Selon **APGIII (2009)**, la systématique de thuya est la suivante :

Tableau 08 : Classification de *Tetraclinis articulata*. **APGIII (2009)**

Règne	Planter
Phylum	Sperme
Sous-branche	Gymnospermes
Classe	Equisetopsida
Ordre	Cupressales
Sous-ordre	Taxales
Famille	Cupressacées
Genre	<i>Tetraclinis</i>
Espèce	<i>Tetraclinis articulata</i>

➤ Autres noms :

Arabe : âafsiya (عفصية) , mot ayant pour racine âafis (عفص) (astringent), dont le synonyme est qabidh (قابض) (**Baba Aissa, 2000**).

Local : berbouch(بربوش), âarâr(عرعار)(terme qui désigne également le genévrier) (**Baba Aissa, 2000**)

Berbère : Azouka, Imijad et tazout (**Bnouham et al., 2002**)

Français : Thuya de Berberie , thuya d'Algérie, bois de titre (**Farjon, 2005**), thuya à la sandaraque et vernix (**IUCN, 2005**), thuya de Maghreb (**Cherif, 2012**)

Anglais: Arar tree, sandarac gum tree, gharghar (**Farjon, 2005**), Mediterranean alerce (**Fasla, 2009**).

c) Caractères botaniques :

Selon **Boudy (1952)**, **Benabid (1976)**, **Fennane (1987)**, **Hadjadj Aoual et al., (2009)**, la définition des caractéristiques botaniques du cèdre du Maghreb est la suivante "Le thuya est un arbre résistant au feuillage léger et persistant, dans sa jeunesse, son port est pyramidal, les feuilles sont réduites à des écailles opposées et chevauchées par deux, les fleurs en chaton, situées à l'extrémité des branches. Le fruit est un cône de forme cubique qui s'ouvre par quatre valves sous l'effet de la chaleur, libérant six graines ailées".

Tetraclinis articulata est généralement petit et touffu, de 6 à 15 m de haut (parfois 20 m) et de 0,5 m de diamètre (rarement 1 m), avec souvent deux troncs ou plus à la base du tronc principal (**figure 09**) (**Farjon, 2005**).



Figure 09: Thuya de Berberie. (**Bourkhiss et al., 2015**)

Le bois du thuya est très fin, délicat et aromatisé. Il peut se casser facilement (**Nichane, 2010**) et est très résistant à la détérioration (**Bouayad Alam, 2015**).

Selon **Nichane (2010)**, la période de floraison se déroule au début du printemps, au mois de mars. Les fleurs brunâtres et monoïques sont aussi petites que les feuilles et se trouvent au bout des branches (**Baba Aissa, 2000**).

Les fruits ont la forme de cônes verts de 10 à 15 mm de long, qui brunissent après la maturation (**Farjon, 2005**), et sont composés de 4 valves avec un appendice plat et réfléchi au sommet du fruit sur lequel ils sont placés de manière à ce qu'ils ne puissent pas se détacher (**Quezel et santa, 1963**).

Concernant l'expansion de l'arbre Thuya, les plus importantes sont les informations rapportées par (**Boudy, 1950**) et celles rapportées par (**Benabid, 1977**) dans le cas de la forêt d'Amsittène (Maroc) et qui donnent une orientation sur la croissance de l'espèce. Selon eux, la croissance et la production de Thuya varient et sont une expression de la fertilité de la station (classes de fertilité), de l'âge des facteurs environnementaux et surtout de l'importance de la pression anthropique à laquelle elle est soumise au cours de sa croissance ou de son développement. D'une manière générale, la croissance du thuya, en situation normale, est faible sur l'adret et élevée sur l'ubac.



Figure 10 : Les différents organes du thuya. De gauche à droite : aiguilles, cônes, écorce (**Hadjadj, 2017**).

d) Données phytochimiques :

Les feuilles de thuya contiennent des tanins, des huiles essentielles et des diterpénoïdes (thymoquinone, carvacrol et b-thujaplicine). (**Barrero et al. 2003 ; Bourkhiss et al., 2007**).

e) Utilisation du thuya de berberie :

- Médecine traditionnelle :

Le thuya de Berberie fait partie des plantes aromatiques et médicinales très utilisées en médecine traditionnelle par plusieurs pays, en particulier le Maroc (**Bourkhiss et al., 2015**).

On utilise cette plante comme hypoglycémiant, hypotenseur, anti-vertiges, cicatrisant, anti-diarrhéique, contre l'inflammation des yeux et les maux de tête (**Bnouham et al., 2002**). Elle est également antihelminthique, laxative et purgative. Cette plante est utilisée pour les maladies de la peau (prurit, parasitoses, mycoses, infections bactériennes et morsures d'insectes) ; en pathologie buccale, antipyrétique, antipaludéenne, antiseptique, anti-infectieuse, prévention des épidémies (**Bellakhdar, 1997**), ainsi que comme antibactérien et antifongique (**Bourkhiss et al., 2007**). La phytothérapie utilise différentes parties de la plante contre les fièvres infantiles, les douleurs gastriques, les diarrhées graves, le diabète, l'hypertension, etc. Dans le domaine de la médecine populaire, les différentes parties sont utilisées essentiellement pour le traitement des infections intestinales et respiratoires, du diabète et de l'hypertension (**Zlyyat et al., 1997**).

- Autres utilisations :

Le thuya berbère paraît assez intéressant en raison de la résine qu'il fournit, à laquelle on donne le nom de sandaraque. Cette résine est extraite par germination profonde de l'arbre.

La sandaraque est utilisée dans :

- ✓ La préparation des vernis, des laques, et est particulièrement appréciée pour la préservation des peintures (**Farjon, 2005**) .
- ✓ La préparation de lamelles microscopiques en lieu du baume du Canada (**Fasla, 2009**).
D'une manière générale, cette industrie offre des possibilités importantes.
- ✓ -Colles et fumigations dentaires (**Seth, 2004**).

L'huile de sandaraque, connue en arabe sous le nom de Gatran el-ghalid (goudron épais) est utilisée comme substitut dans le traitement des blessures des animaux d'élevage (**UICN, 2005**).

L'huile essentielle de feuilles fait preuve *In vitro*, d'une action antimicrobienne et antifongique (**Bourkhiss et al., 2015**) et est chargée d'une action antioxydante. (**Bourkhiss et al., 2010**).

MATÉRIELS

ET

MÉTHODES

Chapitre III : Matériels et méthodes

1. Matériel végétal :

1.1. Choix des plantes étudiées :

Ce travail porte sur la valorisation de cinq plantes médicinales (*Thymus ciliatus ssp. eu-ciliatus*, *Rosmarinus officinalis*, *Urtica dioica*, *Salvia officinalis*, *Tetraclinis articulata*) poussant de manière spontanée dans la région de Tlemcen par l'étude de leurs activités antioxydantes.

Le choix de ces espèces a été fait après une enquête ethno-pharmacologique menée au cours de cette étude auprès de thérapeutes traditionnels, d'herboristes et de personnes utilisant ou vendant des plantes médicinales.

1.2. Collecte du matériel végétal :

Tableau 09: Lieux des prélèvements et caractéristiques des échantillons étudiés

Espèces	Lieux de récolte	Date de récolte	Parties utilisées
<i>Thymus ciliatus ssp. eu-ciliatus</i>	Hennaya, Tlemcen	05/2016	Seule la partie aérienne (feuilles et tige)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Sidi Djilali, Tlemcen	03/2016	Seule la partie aérienne (feuilles et tige)
<i>Urtica dioica</i>	Chetouane, tlemcen	03/2016	Seule la partie aérienne (feuilles et tige)
<i>Salvia officinalis</i>	Hannaya, Tlemcen	03/2016	Seule la partie aérienne (feuilles et tige)
<i>Tetraclinis articulata</i>	Honaine, Tlemcen	03/2013 et 03/2016	Seule la partie aérienne (feuilles et tige)

Suivant le protocole de **Laouer et al. (2003)**, après la récolte, le séchage de la plante a été effectué sur papier à l'ombre, à température ambiante et dans un endroit sec, à l'abri de l'humidité, pour quelques jours, en attendant la préparation des extraits.

2. Méthodes de préparation de l'extrait des plantes :

Les feuilles et les tiges des plantes ont été utilisées dans la préparation d'extraits aqueux par décoction selon la méthode décrite par **Kaneria et al. (2012)**.

Selon ces auteurs, le procédé de décoction consiste à faire bouillir 100 ml d'eau distillée avec 10 g des pièces étudiées pendant 20 min. Puis, la décoction obtenue est filtrée à l'aide d'un papier filtre de 0,22 mm et ensuite centrifugée pendant 5 min à 2000 g (tours). Finalement, et pour prévenir tout risque de dégradation des extraits sous l'action de l'air, nos échantillons ont été conservés au réfrigérateur (4-6°C) dans des flacons stériles et hermétiques.

3. Mesure du pouvoir antioxydant des extraits étudié

Dans ces travaux, le pouvoir antioxydant des extraits étudiés a été estimé par une série de 03 tests pour la détermination du piégeage des radicaux 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH-), du piégeage des radicaux 2,2-azino-bis-3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS+) et du pouvoir chélateur des ions ferriques.

3.1. Piégeage du radical DPPH•

C'est **Blois (1958)** qui a été le premier à décrire la méthode de piégeage du radical 1,1-diphényl-2-picrylhydrazine (DPPH•).

➤ Principe

Le radical DPPH• présente, à une température ambiante, en solution alcoolique, une coloration violette intense qui se perd au contact d'une substance donneuse de protons (**figure 11**). Cette décoloration fait ressortir le pouvoir antioxydant d'un échantillon par sa capacité à emprisonner le radical libre et entraîne une diminution de l'absorbance à 517 nm (**Moon et Shibamoto, 2009**).

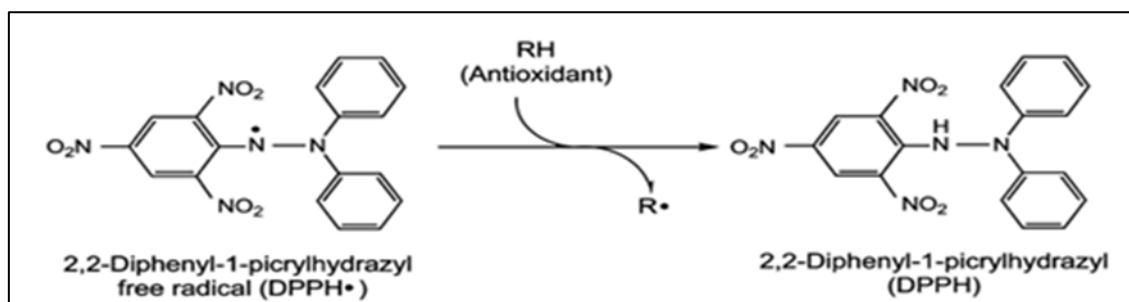


Figure 11 : Réaction entre le radical DPPH• et l’antioxydant pour former le DPPH stable (Moon et Shibamoto, 2009).

➤ **Procédure**

Pour évaluer le piégeage des radicaux DPPH par les extraits de plantes étudiés, la méthode utilisée est celle décrite par **Dandlen et al., (2010)**.

Une fois les dilutions des extraits préparées dans de l'eau distillée, 25µL de chaque extrait sont prélevés et placés dans un tube Eppendorf et 975 µl de la solution de DPPH (à 60µM) sont ajoutés. Le mélange réactionnel est aussitôt agité, puis placé pendant 60 minutes à l'obscurité et à température ambiante dans le laboratoire. La capacité d'absorption du milieu réactionnel a été mesurée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre par rapport à un témoin négatif (contenant de l'eau distillée au lieu d'un extrait). Chaque test a été répété trois fois.

Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH a été calculé par la formule :

$$PI = [(A_0 - A_1)/A_0] \times 100$$

Avec :

PI: pourcentage d’inhibition.

A0 : absorbance du control (sans échantillon)

A1 : absorbance de l’échantillon après 60 min

La détermination de la variation de l'activité antiradicalaire selon la concentration des extraits permet de connaître la concentration qui correspond à 50% d’inhibition (IC50). Si la IC50 est faible, l'extrait a une grande efficacité.

3.2. Piégeage du radical ABTS•+

➤ Principe

La méthode ABTS (sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique) permet de déduire l'activité antioxydante totale d'une molécule à partir de sa capacité à inhiber le radical ABTS-+. Le radical cationique ABTS-+ est obtenu en mettant en contact l'ABTS avec une enzyme de peroxydation qui est la méthylglobeine peroxydase (Miller et Rice Evans, 1997) en présence de H₂O₂ ou d'un oxydant, le dioxyde de manganèse (Miller et al., 1996; Benavente-Garcia et al., 2000) ou le persulfate de potassium (fig 12) (Moon et Shibamoto, 2009).

Le résultat de cette formation est l'apparition d'une intense coloration bleu verdâtre. Le passage du radical ABTS-+ à la forme non-radicalaire s'accompagne, lors de la mise en présence d'un donneur d'hydrogène (agent antioxydant), de la suppression de cette coloration mesurée à une longueur d'onde de 734 nm. (Lien et al., 1999 ; Re et al., 1999).

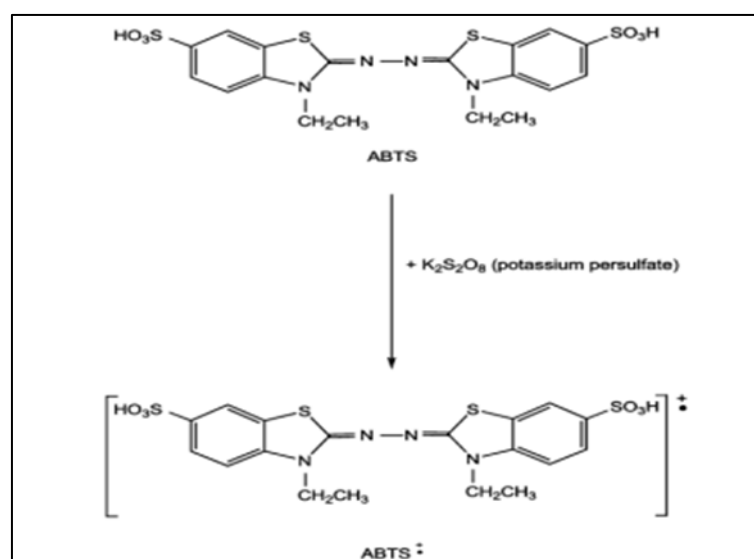


Figure 12 : Formation de l'ABTS•+ par un oxydant persulfate de potassium (Moon et Shibamoto, 2009).

➤ Procédure

Selon le protocole d'Aazza et al., (2011), la formation du radical ABTS-+ est obtenue par réaction entre une solution aqueuse d'ABTS (7 mM) et une solution de persulfate de potassium (K₂S₂O₈, 2,45mM), utilisée comme oxydant. Ce mélange est brassé pendant 16 h dans l'obscurité, puis dilué avec de l'éthanol jusqu'à l'obtention d'une absorbance de 0,700 à 734 nm.

Ensuite, un volume de 990µl de cette solution ABTS+ est mélangé avec 10 µl des différents extraits étudiés à différentes concentrations. Après une incubation de 6 minutes à température ambiante, l'absorbance du mélange est mesurée à 734 nm à l'aide d'un spectrophotomètre par rapport à un blanc (contrôle négatif). La détermination du pourcentage d'inhibition permet d'exprimer cette activité antiradicalaire en IC50 comme décrit ci-dessus pour la DPPH•.

3.3. Pouvoir chélateur du fer

Le fer est un élément indispensable au bon déroulement du métabolisme, mais un excès de fer peut endommager la cellule. Grâce à sa grande réactivité, le fer est connu pour son fort rôle pro-oxydant dans l'oxydation des lipides (**Gulcin, 2012**).

➤ Principe

La chélation de la transition des ions métalliques est l'un des mécanismes de l'action antioxydante. Cette transition favorise la peroxydation des lipides en contribuant à l'accélération de cette peroxydation, à l'hydro-peroxyde des lipides en d'autres composés capables d'éliminer l'hydrogène et également en pérennisant la peroxydation des lipides (**Miguel, 2010**).

La ferrozine est le composé stabilisateur le plus couramment utilisé pour évaluer le pouvoir chélatant d'un extrait donné (**figure 13**) (**Gulcin, 2012**). Effectivement, la ferrozine se constitue avec le fer libre, présent dans un milieu réactionnel, un complexe ferrozine-Fe²⁺ qui a une couleur violette intense. La mesure de ce complexe par spectrophotométrie à 562 nm dans un milieu dont la concentration en fer est connue fournit des informations sur la quantité de fer non chélaté et par conséquent sur la capacité des extraits à chélater cet élément. La coloration de la solution contenant l'extrait testé est d'autant plus claire que le pouvoir chélatant est élevé (**Zhao et al., 2006**).

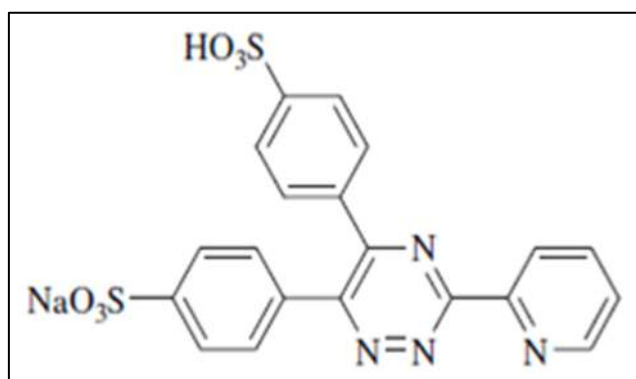


Figure 13: Structure chimique de la ferrozine (Gulcin, 2012)

➤ **Procédure**

Selon le protocole défini par **Wang et al., (2004)**, un volume de 100 µl d'extraits à diverses concentrations est ajouté à 50 µl de chlorure de fer ($\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 2 mM). Après avoir vigoureusement agité et laissé reposer pendant 5 min, on ajoute 100 µl de ferrozine (5 mM), puis 2,75 ml d'eau distillée. Le mélange est maintenu pendant 10 minutes à température ambiante et l'absorbance est mesurée à 562 nm par rapport à un blanc (sans ferrozine). Grâce aux résultats obtenus, il est possible de calculer le pourcentage d'inhibition et de l'exprimer sous forme de IC_{50} comme décrit ci-dessus pour DPPH•.

RÉSULTATS

ET

DISCUSSION

Chapitre IV : Résultats et discussion

1) Activité antioxydante

De nombreuses pathologies telles que l'athérosclérose, les lésions hépatiques, les maladies pulmonaires, les maladies rénales, le diabète et le vieillissement sont dues au stress oxydatif, causé par l'accumulation des radicaux libres de l'oxygène (EOR) et le dysfonctionnement des systèmes de régulation de l'oxygène et de ses métabolites (**Favier, 2003**).

La dégradation des aliments est un problème de santé publique. Une peroxydation des lipides peut effectivement se produire pendant la transformation de la matière première et le stockage du produit fini sous l'action des EOR. En faible concentration dans l'organisme, ces EOR jouent un rôle dans de nombreux mécanismes physiologiques et peuvent être considérés comme de puissants messagers secondaires impliqués dans l'activation de plusieurs voies de signalisation intracellulaires (**Meziti, 2009**).

Les radicaux libres sont des espèces chimiques qui ont un ou plusieurs électrons simples sur leurs couches externes, ce qui fait que ces espèces chimiques sont beaucoup plus réactives que l'atome ou la molécule dont elles proviennent (**Maritim, 2003**).

En général, la mesure de l'activité antioxydante (capacité ou potentiel) dans des échantillons biologiques divers est basée sur le blocage d'une réaction particulière en présence d'un antioxydant (**Bousbia, 2011**).

La réaction des antioxydants peut se faire par le biais de divers mécanismes tels que le piégeage des radicaux libres, la décomposition des radicaux libres et la chélation des ions métalliques (**Cam et al., 2009**).

Les lipides, en particulier les acides gras polyinsaturés, sont les cibles les plus oxydables des aliments. L'auto-oxydation des lipides est habituellement déclenchée à l'interface des émulsions alimentaires eau-graisse par le passage des métaux traces (Fe^{2+} , Cu^{2+}) à faible valence (**Coupland et Mc Clements, 1996**).

D'après **Larson (1997)**, il existe plusieurs mécanismes d'action d'un antioxydant qui inhibe la peroxydation des lipides, dont les principaux sont :

- Le piégeage rapide des radicaux lipidiques peroxydes ($\text{LOO}\cdot$) qui multiplie la chaîne de peroxydation (inhibition de la propagation).

- Le piégeage des espèces oxydantes hydrophiles constituées dans la phase aqueuse agissent comme initiateurs de la peroxydation (par exemple $O_2^{\cdot-}$, HO^{\cdot}). Certains antioxydants hydrophiles tels que les ascorbates et les polyphénols sont capables de jouer le rôle d'inhibiteurs d'initiateurs.
- La régénération d'un puissant antioxydant coupeur de chaîne par réduction du radical correspondant.

Il est possible d'évaluer le pouvoir antioxydant des molécules soit *In vivo*, sur des organismes vivants, soit *In vitro*, à l'aide de tests qui imitent le phénomène physiologique. Différentes méthodes ont été développées pour évaluer l'activité antioxydante, *In vitro*, des aliments, des extraits naturels et des antioxydants commerciaux (Alam et al., 2013).

Plusieurs méthodes sont donc nécessaires; Lors de l'analyse des données de résultats déjà obtenu, trois tests ont été réalisés à savoir le piégeage des radicaux DPPH et ABTS ainsi que le pouvoir chélateur de fer afin d'évaluer l'activité antioxydante des extraits des plantes étudiées.

1.1. Test de piégeage du radical DPPH

Le test DPPH étant facile à réaliser, il est à ce jour le plus largement utilisé pour étudier l'efficacité des extraits de plantes à capturer les radicaux libres (Wu et al., 2003 ; Thaipong et al., 2006 ; Siddhuraju, 2007 et Erkan et al., 2008).

La présence du radical libre DPPH a permis d'estimer l'activité antioxydante des extraits aqueux étudiés. Il s'agit d'un radical synthétique de couleur violette qui devient jaune lorsqu'il est capturé par les composés antioxydants testés (Figure 14). Le degré d'intensité de la couleur jaune traduit la capacité antiradicalaire de la molécule testée et varie en fonction de la nature, de la concentration et de la puissance de la molécule (Babovic et al., 2010).

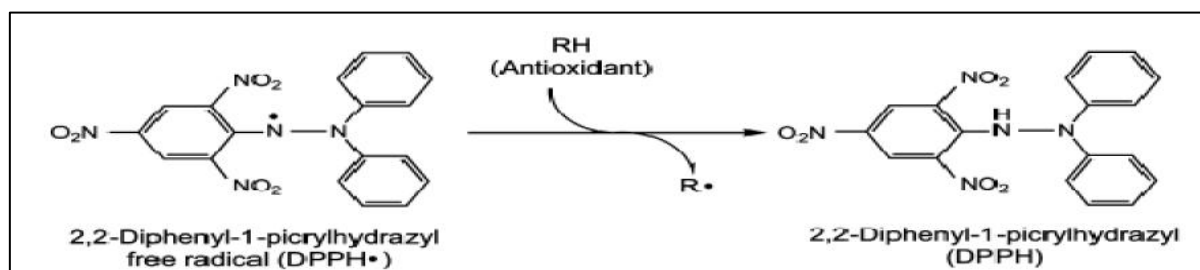


Figure 14: Réaction entre le radical DPPH[•] et l'antioxydant pour obtenir une DPPH stable (Moon & Shibamoto, 2009).

La variation de couleur de la solution éthanolique de DPPH en présence de chacun des extraits aqueux à tester a été mesurée à 517 nm. La **figure** ci-dessous illustre l'efficacité d'extraits de plantes sélectionnés pour piéger le radical DPPH, traduite par le taux d'inhibition (I%) en fonction des différentes concentrations.

La première observation extraite des données de la **figure 17** est que le pourcentage d'inhibition du radical DPPH augmente avec l'augmentation de la concentration des extraits des diverses parties des plantes étudiées. La même observation a été faite par plusieurs auteurs (**Bounatirou et al., 2007 ; Aazza et al., 2011b ; Priya et al., 2012**).

La **figure 15**, nous montre que les extraits de plantes ont un bon effet antioxydant. En enregistrant :

- Une inhibition supérieure à 97% à une concentration inférieure à 0,6mg/ml pour *Thymus ciliatus*.
- Une inhibition supérieure à 94% à une concentration de 0,94mg/ml pour *Salvia officinalis*.
- Une inhibition de 90% à une concentration de 2,7mg/ml pour *Tetraclinis articulata*.
- Une inhibition de 86% à une concentration de 1mg/ml pour *Rosmarinus officinalis*.

Pour *Urtica dioica*, le pourcentage d'inhibition était faible par rapport aux autres plantes. Il a été constaté qu'à 0,94 mg/ml d'extrait, l'activité ne dépassait pas 35 % d'inhibition du radical DPPH.

Les courbes de taux d'inhibition nous ont permis de déduire graphiquement les valeurs de l'IC₅₀ des extraits représentés dans le **tableau 10**. Selon **Erkan et al., (2008)**, la valeur de la IC₅₀ est inversement liée à la capacité antioxydante (taux d'inhibition I%) d'un composé, parce qu'elle traduit la quantité d'antioxydant nécessaire pour neutraliser 50% de la concentration initiale du radical libre dans le milieu. Plus la valeur de l'IC₅₀ est faible, plus l'activité antiradicalaire d'un composé est importante (**Sharififar et al., 2007**).

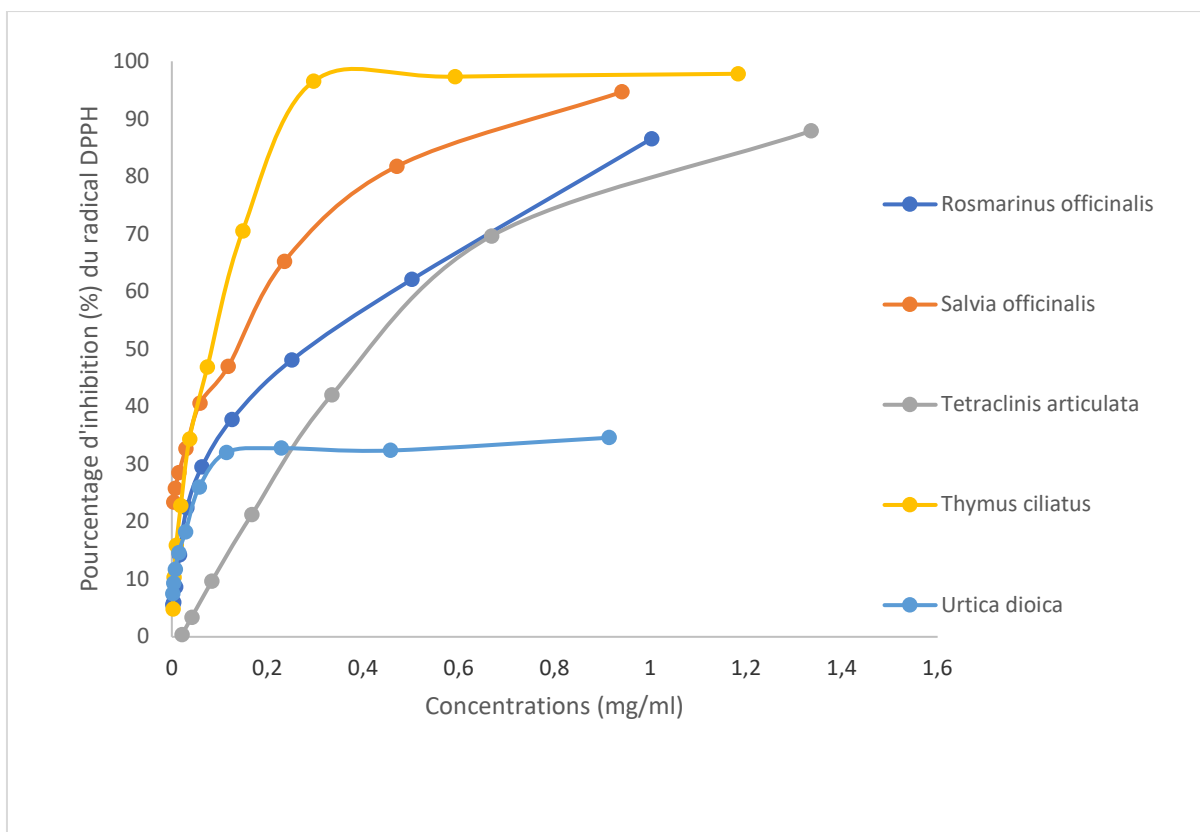


Figure 15 : Pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH* en fonction des différentes concentrations des extraits des plantes étudiées.

Tableau 10 : IC₅₀ des extraits des plantes étudiées du test de piégeage du radicale DPPH.

Les plantes	IC ₅₀ (mg/ml)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0,276±0,028
<i>Salvia officinalis</i>	0,131±0,005
<i>Tetraclinis articulata</i>	0,452±0,022
<i>Thymus ciliatus</i>	0,084±0,005
<i>Urtica dioica</i>	Pas d'IC50

Pour *Urtica dioica*, en raison de leur faible pourcentage d'inhibition qui ne dépasse pas 35 %, les concentrations étudiées dans cette expérimentation ne nous ont pas permis de calculer la valeur de l'IC₅₀.

Selon les résultats enregistrés dans le **tableau 10**, nous avons remarqué que l'extrait de thym a un pouvoir antioxydant plus important en enregistrant une IC₅₀ le plus faible suivi par *Salvia officinalis* puis *Rosmarinus officinalis* et en dernier lieu *Tetraclinis articulata*.

Nous avons comparé ces résultats avec ceux d'autres études portant sur différents extraits.

a) *Rosmarinus officinalis*

L'étude de **Moreno et al., (2006)** a montré une faible efficacité de l'extrait aqueux de romarin par rapport au radical DPPH avec des IC₅₀ de 55 mg/ml, ce qui est remarquablement inférieur à nos résultats, et de même les extraits méthanolique et acétonique n'ont pas donné de résultats comparables aux notre car ils ont enregistré des IC₅₀ de 18 et 25,6mg/ml respectivement.

Selon l'étude menée par **Erkan et al., (2008)**, l'extrait méthanolique des feuilles de *Rosmarinus officinalis* de Turquie est efficace avec une IC₅₀ de $0,054 \pm 0,0014$ mg/ml, laquelle est significativement plus efficace que celle des extraits étudiés dans notre cas.

b) *Salvia officinalis*

Selon l'étude effectuée par **Hamrouni-Sellami et al., (2013)** concernant l'influence des différentes méthodes de séchage de la sauge (*Salvia officinalis* L.) sur les composés phénoliques totaux, les flavonoïdes et l'activité antioxydante de la plante, le séchage par micro-ondes des plantes a permis d'enregistrer une IC₅₀ de l'ordre de 0,01349 mg/ml, alors que la méthode de séchage classique (à 65°C) donnait une IC₅₀ de l'ordre de 0,05848 mg/ml, ce qui révèle une efficacité nettement supérieur par rapport aux extraits de la plante de notre région.

Martin et al., (2015) ont prouvé que tous les extraits de *S. officinalis* d'Espagne avaient une bonne efficacité pour le piégeage du radical DPPH mais à des degrés différents (avec des IC₅₀ de $0,03297 \pm 0,0023$ mg/ml pour l'extrait hydro-méthanolique suivi de $0,07553 \pm 0,00408$ mg/ml pour la décoction et enfin la perfusion avec une IC₅₀ de $0,09596 \pm 0,00344$ mg/ml pour la perfusion) ; cette différence d'efficacité est attribuée par ces auteurs au pouvoir de solubilité élevé du méthanol par rapport à l'eau. Ces résultats ont prouvé une nette efficacité par rapport à l'extrait aqueux que nous avons étudiée.

c) *Tetraclinis articulata*

Houari et Slimani (2013) ont relevé une faible activité antioxydante des huiles essentielles et de l'hydrolysate de *Tetraclinis articulata* qui ne dépasse même pas 50% d'inhibition du radical DPPH. En revanche, l'extrait éthanolique de la même plante a exercé une bonne activité antioxydante en piégeant plus de 70% du radical DPPH à la concentration de 0,21mg/ml d'extrait et en enregistrant une IC₅₀ de 0,072mg/ml, qui s'est avérée plus efficace que les extraits de la même plante que nous avons étudiés.

En étudiant l'activité de piégeage des radicaux DPPH des huiles essentielles issues de deux méthodes d'extraction (hydrodistillation assistée par micro-ondes (MAHD) et hydrodistillation simple (HD)), **Djouahri et al., (2013)** ont obtenu des valeurs de IC₅₀ de l'ordre de 0,19172 ± 0,00122 et 0,51765 ± 0,00121 mg/ml pour la MAHD et la HD respectivement. Par rapport à nos résultats, les résultats de cette étude montrent que les huiles essentielles sont nettement efficaces que les décoctions.

d) *Thymus ciliatus*

L'étude réalisée par **Tefiani et al. (2015)** a montré une faible efficacité des huiles essentielles de *Thymus ciliatus* avec une IC₅₀ de l'ordre de 0,4447 ± 0,0139 mg/ml par rapport à l'extrait aqueux de la même plante que nous avons étudié,

Lors d'une étude sur l'extrait hydroalcoolique de *T. algeriensis* menée par **Bakchiche et al. (2013)**, une faible efficacité inhibitrice du radical DPPH a été constatée et ceci en enregistrant une IC₅₀ de l'ordre de 0,235 mg/ml ce qui en témoigne de l'efficacité de l'extrait aqueux de *T. ciliatus* étudié dans notre expérimentation.

e) *Urtica dioica*

Dans une étude de **Dall'Acqua et al. (2008)**, la plus faible efficacité à piéger le radical DPPH (avec une IC₅₀ de 0,419±0,010 mg/mL) a été enregistrée pour l'extrait méthanolique d'*Urtica dioica* d'Italie, par rapport à d'autres extraits de la même région (*Rubus ulmifolius* avec une IC₅₀ de 0,0051±0,0005 mg/mL et *Mentha pulegium* avec une IC₅₀ de 0,0083±0,0005 mg/mL). Malgré cette faible activité signalée pour *Urtica dioica*, par ces auteurs mais elle reste supérieure à celle de l'extrait que nous avons étudié.

Lors de l'étude de la décoction et de la perfusion d'orties, **Albayrak et al. (2012)** ont enregistré un manque d'efficacité avec des niveaux maximums de seulement 40% d'inhibition

du radical DPPH à des concentrations allant jusqu'à 2mg/ml, ce qui est cohérent avec les résultats que nous avons obtenus. De même, l'extrait méthanolique de cette plante n'a pas satisfait les besoins inhibiteurs du radical DPPH en enregistrant un pourcentage d'inhibition de l'ordre de 21,18%.

1.2. Teste de Piégeages du radical ABTS

Afin de confirmer leurs résultats, ils ont mesuré le pouvoir antioxydant avec un second protocole ABTS.

La méthode ABTS de piégeage des radicaux représente une excellente méthode pour définir l'activité antioxydante d'une grande variété de substances, telles que les antioxydants donateurs d'hydrogène ou les piègeurs de radicaux en phase aqueuse et les antioxydants briseurs de chaîne ou les piègeurs de radicaux pyroxylés. (Re et al., 1999). Lorsqu'elle est piégée par des substances antioxydantes, la méthode ABTS présente une coloration bleu turquoise. La forme réduite donne à la solution une coloration jaune, le virage vers cette coloration et l'intensité de la coloration de la couleur de la forme libre en solution varient selon la nature, la concentration et la puissance de la substance anti-radicalaire (Miguel, 2010).

Comme le radical ABTS^{•+} est soluble dans l'eau et les solvants organiques, cette méthode permet de déterminer la capacité antioxydante des extraits hydrophiles et lipophiles (Magalhaes et al., 2008).

Grâce aux valeurs des densités optiques relevées au cours de l'expérience, il a été possible de calculer les pourcentages d'inhibition du radical ABTS. Ces pourcentages augmentent proportionnellement à la concentration des extraits. Ces résultats ont permis de tracer les différentes courbes de la **figure** ci-dessous.

À travers la **figure 16**, nous pouvons voir que les extraits aqueux des plantes étudiées ont eu une forte activité inhibitrice sur le radical ABTS, où a été enregistré :

- 98% avec une dose inférieure à 1,1 mg/ml pour *Tetraclinis articulata*
- 96% avec une dose inférieure à 0,04 mg/ml pour *Rosmarinus officinalis*
- 95% avec une dose inférieure à 0,5 mg/ml pour *Thymus ciliatus* ssp. *eu-ciliatus*
- 91% avec une dose inférieure à 0,4 mg/ml pour *Salvia officinalis*
- 76% à une dose de 1,85 mg/ml pour *Urtica dioica*.

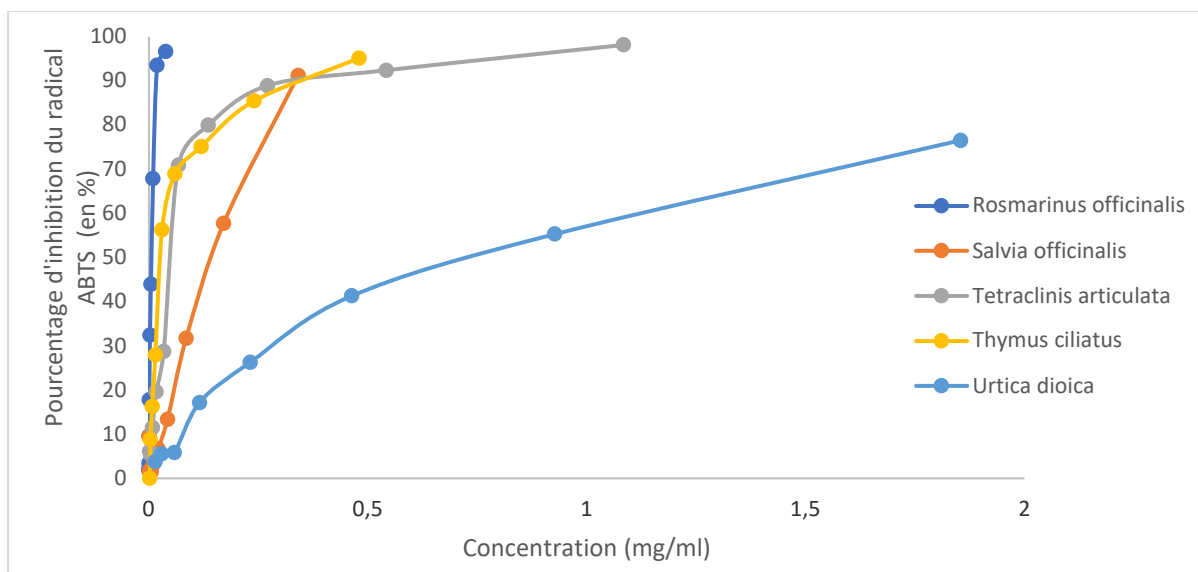


Figure 16 : Pourcentages d'inhibition du radical libre ABTS* en fonction des différentes concentrations des extraits.

À partir de cette figure, il a été possible de déduire graphiquement les valeurs des IC_{50} des extraits représentées dans le **tableau 11**.

Tableau 11 : IC_{50} des extraits aqueux du test de piégeage du radical d'ABTS**

Les plantes	IC_{50} (mg/ml)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0,005±0,0003
<i>Salvia officinalis</i>	0,153±0,006
<i>Tetraclinis articulata</i>	0,042±0,012
<i>Thymus ciliatus</i>	0,026±0,001
<i>Urtica dioica</i>	0,764±0,109

Selon les résultats des IC_{50} enregistrés dans le **tableau 11** du test de piégeage des radical ABTS, nous avons remarqué que les extraits étudiés ont révélé une efficacité élevée, sachant que *Rosmarinus officinalis* a enregistré un plus grand pouvoir antioxydant en enregistrant l' IC_{50} la plus faible (0,005±0,0003mg/mL) que les extraits des autres plantes suivi par *Thymus ciliatus* avec une IC_{50} de 0,026±0,001mg/mL puis *Tetraclinis articulata* qui a donné une IC_{50} de

l'ordre de $0,042 \pm 0,012$ mg/mL et *Salvia officinalis* $0,153 \pm 0,006$ mg/mL et en dernier lieu *Urtica dioica* a donné l'IC₅₀ la moins efficace avec $0,764 \pm 0,109$ mg/mL.

a) *Rosmarinus officinalis*

Dans la documentation, il existe peu d'articles qui ont testé l'efficacité des huiles essentielles et des extraits aqueux de cette plante par le test ABTS^{•+}.

Lors de l'étude de l'efficacité inhibitrice des radicaux de l'ABTS, **Moreno et al. (2006)** ont trouvé une valeur de IC₅₀ de l'extrait aqueux de l'ordre de $0,00575$ mg/ml qui est pratiquement identique à l'extrait aqueux que nous avons analysé, en revanche leurs extraits méthanolique et d'acétone ont montré des IC₅₀ inférieures aux IC₅₀ que nous avons trouvées avec des valeurs respectives de $0,00264$, $0,00185$ mg/ml ce qui démontre la bonne efficacité de ces extraits.

D'après **Celiktas et al. (2007)**, le pouvoir antioxydant d'extraits de *Rosmarinus officinalis* issus de différents lieux géographiques et cueilli dans plusieurs périodes varie considérablement. De manière générale, tous les extraits ont démontré une grande capacité en termes de neutralisation des radicaux libres ABTS-+.

Thorsen et Hildebrandt (2003) ont affirmé que la qualité de l'extrait de romarin comme agent antioxydant est étroitement liée à la teneur en constituants chimiques.

b) *Salvia officinalis*

Les extraits aqueux des différentes *Salvia* examinées par **Kamatou et al. (2010)** ont montré la grande efficacité de *S. muirii* dans l'inhibition du radical ABTS (avec une IC₅₀ de $0,0119 \pm 0,00152$ mg/ml) puis de *S. chamelaeagnea* Berg. (avec une IC₅₀ de $0,0146 \pm 0,00225$ mg/ml) puis *S. namaensis* Schinz (avec une IC₅₀ de $0,0166 \pm 0,00256$ mg/ml), *S. schlechteri* Briq. (avec une IC₅₀ de $0,0175 \pm 0,00205$ mg/ml) en arrivant à *S. radula* Benth. qui avait le taux d'inhibition le plus faible (avec une IC₅₀ de $0,0693 \pm 0,00322$ mg/ml).

Les résultats de l'étude réalisée par **Asadi et al. (2010)** auprès de six espèces de *salvia* (*S. hydrangea*, *S. macilenta*, *S. multicalis*, *S. sclarea*, *S. xanthocheila* et *S. lachnocalyx*) en Iran ont montré que tous les extraits étudiés étaient efficaces (à une concentration d'extrait de $100 \mu\text{g/ml}$) par rapport au radical ABTS mais à des taux différents. Ces auteurs ont souligné l'absence de corrélation entre les propriétés antioxydantes et la teneur en phénol et en flavonoïdes.

c) *Tetraclinis articulata*

Selon **Houari et Slimani (2013)**, les huiles essentielles et l'hydrolysate de *Tetraclinis articulata* ont une faible activité antioxydante, dont l'inhibition des radicaux ABTS n'atteint même pas 50 %. D'autre part, l'extrait éthanolique de la même plante a donné une bonne efficacité antioxydante en piégeant 60% du radical ABTS à la concentration de 0,21mg/ml d'extrait et en enregistrant une IC₅₀ de l'ordre de 0,04mg/ml d'extrait et comme le test DPPH cet extrait était aussi efficace contre le radical ABTS que les extraits que nous avons analysés.

L'étude réalisée par **Herzi et al. (2013)** a mis en évidence une forte efficacité des extraits de feuilles de *Tetraclinis articulata* par des fluides supercritiques, avec des résultats d'efficacité supérieurs (avec des IC₅₀ de 0,00002977 ± 0,0000013 et 0,00004091 ± 0,0000053 mg/ml pour 1000bars et 90 bars respectivement) par rapport aux résultats que nous avons analysés. En revanche, l'huile essentielle a montré une faible efficacité (0,32445 ± 0,01421mg/ml).

d) *Thymus ciliatus*

Dans l'étude que nous avons analysée, l'efficacité antioxydante de l'extrait aqueux de thym est significativement meilleure que celle d'autres lamiacées, notamment celle enregistrée par **Amarti et al. (2011)** étudiant l'huile essentielle de *Thymus zygis* du Maroc avec une IC₅₀ enregistrée de l'ordre de 0,07597 mg/ml.

L'étude réalisée par **Bakchiche et al. (2013)** portant sur l'extrait hydroalcoolique de *T. algeriensis* a montré une faible activité inhibitrice du radical ABTS, par rapport à l'extrait aqueux de thym de l'étude que nous avons analysé, enregistrant une IC₅₀ de 0,15 mg/ml.

e) *Urtica dioica*

Lors de l'étude de l'extrait par macération de l'ortie de Tunisie, **Sidaoui et al. (2015)** avaient obtenu une efficacité antioxydante par inhibition du radical ABTS notable par rapport à l'extrait de l'étude que nous avons analysé, par l'enregistrement d'une IC₅₀ de l'ordre de 0,053mg/mL mais ils considèrent qu'elle est faible par rapport à celle de la vitamine C (avec une IC₅₀ de l'ordre de 0,00184mg/mL) et du BHT (avec une IC₅₀ de l'ordre de 0,00675mg/mL).

Les résultats de l'étude de **Kukrić et al. (2012)** réalisée sur l'extrait éthanolique d'*U. dioica* provenant de la République de Srpska ont montré qu'il avait une bonne efficacité antioxydante, comme en témoigne l'IC₅₀ enregistré avec un taux de l'ordre de 0,02355 ± 0,00064 mg/mL. Par rapport aux antioxydants synthétiques, l'extrait méthanolique était 17,2 fois moins efficace que la vitamine C (dont la IC₅₀ était de 0,00137 mg/mL), 13,7 fois moins efficace que l'hydroxyde de calcium (dont la IC₅₀ était de 0,00172 mg/mL) et 3,8 fois moins efficace que le BHT (dont la IC₅₀ était de 0,00627 mg/mL).

1.3. Pouvoir chélatant du fer ferreux

Le processus de protection des molécules d'ADN peut être expliqué à partir de la capacité de chélation du Fe²⁺ du complexe ou de la substance étudiée (**Horvathova et al., 2014**).

La capacité de chélation de l'extrait est estimée selon la méthode de **Dinis et al. (1994)**, La complexation de ferrozine avec du fer résiduel entraîne la création d'un chromophore rouge (Fe²⁺-ferrozine) dont l'absorption maximale est à 562 nm (**Yamaguchi et al., 2000**).

Le pouvoir de chélation est extrêmement important car il diminue la concentration des métaux de transition dans les catalyseurs de peroxydation des lipides. Le fer peut en effet favoriser l'oxydation des lipides par la réaction de fenton, et aussi accélérer cette oxydation en transformant les hydroperoxydes en radicaux peroxy et alcoxy susceptibles de soutenir la réaction en chaîne (**Elmastas et al., 2006**) ; il a été signalé que les agents de chélation constituant un type de liaison avec les métaux agissent en tant qu'antioxydants secondaires parce qu'ils permettent de réduire le potentiel redox et de stabiliser la forme oxydée de l'ion métallique (**Surech-kumar et al., 2008**).

Il ressort des résultats obtenus que les différents extraits des plantes étudiées agissent de manière dose-dépendante sur la formation du complexe (Fe²⁺- Ferrozine), ce qui laisse supposer qu'ils ont une activité chélatante tout en capturant l'ion ferreux avant de le complexer avec la Ferrozine.

D'après les profils de chélation obtenus (**figure 17**), il semble que les graphiques montrent une cinétique non linéaire où les taux d'inhibition sont de l'ordre de :

- 83% à une concentration de 0,96 mg/ml pour *Rosmarinus officinalis*
- 83% à une concentration de 1,2 mg/ml pour *Thymus ciliatus*
- 78% à une concentration de 0,96 mg/ml pour *Salvia officinalis*
- 73% à une concentration de 0,93 mg/ml pour *Urtica dioica*

➤ 70% à une concentration de 1,36 mg/ml pour *Tetraclinis articulata*

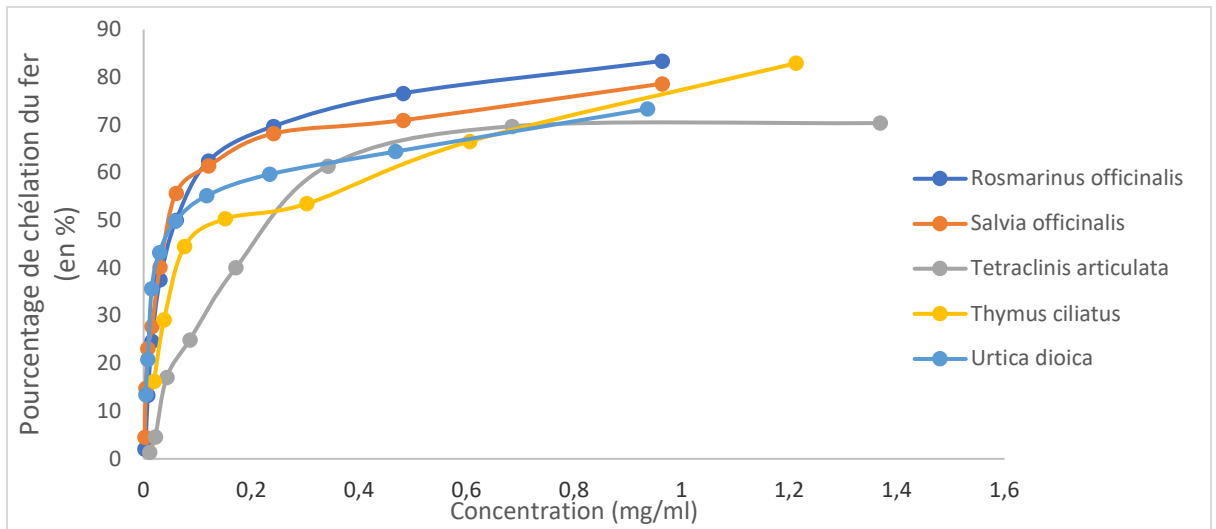


Figure 17 : Pouvoir chélateur du fer en fonction des différentes concentrations de L'extrait des feuilles des plantes étudiées.

Cependant, le pouvoir chélatant est saturé à la concentration élevée de l'extrait. Afin de mieux définir l'efficacité des extraits, leur pouvoir chélatant est exprimé en IC_{50} (**Tableau 12**) après avoir tracé une courbe de régression linéaire de chaque courbe des différents extraits.

Selon les valeurs de l' IC_{50} obtenues à partir des extraits aqueux des plantes étudiées, nous constatons ces extraits présentent une forte activité chélatrice. Sachant que d'après les résultats enregistrés dans le tableau, nous avons remarqué que l'extrait de salvia a un plus grand pouvoir chélatant en enregistrant l' IC_{50} la plus faibles comparé aux extraits des autres plantes.

Tableau 12: IC₅₀ des extraits des plantes étudiées du test de pouvoir chélateur.

Les plantes	IC ₅₀ (mg/ml)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0.07±0.003
<i>Salvia officinalis</i>	0.049±0.001
<i>Tetraclinis articulata</i>	0.255±0.005
<i>Thymus ciliatus</i>	0.256±0.119
<i>Urtica dioica</i>	0.068±0.016

En comparant ces résultats avec ceux obtenus avec d'autres plantes, on comprend mieux l'importance de la capacité des extraits étudiés à établir des liens avec les ions ferreux. Donc nous avons comparé ces résultats avec d'autres études portant sur différents extraits et différentes plantes.

Chan et al. (2007) ont démontré que le thé vert infusé, réputé pour son potentiel antioxydant, présentait une activité chélatrice d'environ 42% à une concentration de 3,3mg/ml. Alors que des effets de chélation maximums de 94% et 92% sont obtenus par des extraits aqueux et méthanoliques de santoline à des concentrations de 0,2 mg/ml et 0,45 mg/ml respectivement.

L'étude menée par **Bakchiche et al. (2013)** a permis de constater que les extraits hydroalcooliques étudiés par ces auteurs avaient une bonne efficacité pour chélater le fer avec $0,099 \pm 0,023$, $0,258 \pm 0,023$ et $0,695 \pm 0,023$ mg/ml respectivement pour *Haloxylon scoparium* Pomel, *Artemisia campestris* L. et *Arbutu sunedo* L. et sans aucune activité des extraits de *Juniperus phoenicea* L., *Thymus algeriensis* Boiss et Reut, *Cytisus monspessulanus* L. et *Anthemis arvensis* L.

L'étude de l'effet chélatant des huiles essentielles de *Myrtus communis* a permis à **Wannes et al. (2010)** de découvrir que les fleurs avaient un effet chélatant, alors que les feuilles et les tiges ne présentaient pas d'activité chélatante. La présence d'eugénol et de méthyl-eugénol explique l'efficacité des huiles essentielles de fleurs. En revanche, le fait que ces deux

composés soient présents en faible concentration dans l'huile essentielle des feuilles n'a pas permis de chélater le fer.

En outre, **Ksouri et al. (2009)** ont constaté que les extraits méthanoliques de *Tamarix gallica* présentent un excellent effet antioxydant malgré des effets de chélation avec des valeurs de IC₅₀ de 8,3 mg/ml et 6 mg/ml. La différence entre ces résultats et ceux qu'ont été obtenus avec d'autres plantes met en lumière l'importance de la capacité des extraits étudiés à établir des liens avec les ions ferreux.

En effet, les huiles essentielles de *Thymus ciliatus* étudiées par **Tefiani et al. (2015)** ne montrent aucune efficacité de chélation du fer.

Selon **Bounatirou et al. (2007)**, l'huile essentielle de *Thymus capitatus* Hoff. et Link. ne présente pas d'activité chélatrice, la même constatation a été faite par **Sarikurkcu et al. (2010)** en étudiant les huiles essentielles de *Thymus longicaulis* C. Presl subsp. *longicaulis* var. *longicaulis*.

CONCLUSION

ET

PERSPECTIVES

Conclusion et perspectives

Au cours des dernières années, un intérêt croissant a été porté à l'utilisation d'antioxydants et d'antimicrobiens naturels. Beaucoup de scientifiques se sont penchés sur les composés biologiquement actifs isolés à partir d'extraits de plantes.

Les plantes médicinales constituent une source de molécules bioactives, appelées métabolites secondaires, qui sont utilisées comme antioxydants et antimicrobiens.

En Algérie, la flore bénéficie d'une biodiversité importante, elle compte de nombreuses plantes aromatiques et médicinales riches en métabolites secondaires aux caractéristiques thérapeutiques et pharmacologiques.

La problématique évoquée dans ces travaux participe de cette préoccupation d'explorer et de cribler de nouvelles sources de biomolécules contenues dans les plantes indigènes qui croissent à l'état sauvage dans nos régions et font partie de la pharmacopée traditionnelle de nos populations.

L'objectif de ce travail était d'évaluer et de comparer l'activité antioxydante d'extraits aqueux de plantes (*Thymus ciliatus ssp. eu-ciliatus*, *Rosmarinus officinalis*, *Urtica dioica*, *Salvia officinalis*, *Tetraclinis articulata*) largement utilisés dans la pharmacopée traditionnelle pour leurs vertus médicinales.

Dans le premier volet de ce travail, nous avons recueilli tous les résultats obtenus et les avons analysés pour mettre en évidence et évaluer certaines propriétés biologiques de ces extraits.

Dans le second volet, nous avons comparé les résultats de chaque plante avec les résultats d'autres études.

L'étude *in vitro* de l'activité antioxydante a été menée à l'aide de trois méthodes : le test de piégeage des radicaux libres DPPH, le test de piégeage des radicaux libres ABTS et le test de pouvoir de chélation, chacun d'eux ciblant un mécanisme d'action différent des antioxydants. Le pouvoir antioxydant est proportionnel à l'augmentation de la concentration des extraits, comme l'ont montré les trois tests.

Après avoir analysé les résultats du test de piégeage des radicaux DPPH, nous avons conclu que les extraits aqueux de *Thymus ciliatus ssp. eu-ciliatus*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Tetraclinis articulata*, ont un potentiel antiradicalaire appréciable. En

revanche, *Urtica dioica* a donné une faible propriété aux extraits pour piéger le radical libre DPPH selon les concentrations étudiées.

Pour le test ABTS de piégeage des radicaux libres, les résultats obtenus ont révélé que les extraits de toutes les plantes ont un pouvoir antioxydant très élevé. Sachant que pour l'ortie, les résultats de ces tests étaient plus efficaces pour les mêmes concentrations.

Le pouvoir chélatant des différents extraits aqueux des plantes étudiées a révélé une bonne efficacité surtout ceux de *Salvia officinalis*, *Urtica dioica* et *Rosmarinus officinalis*.

Cette étude permet de conclure que ces extraits peuvent être utilisés en tant qu'antioxydant, ce qui prouve que la flore algérienne est susceptible de représenter une réserve importante d'espèces végétales intéressantes.

Face aux résultats obtenus, la poursuite de ces travaux est essentielle et plusieurs axes de recherche peuvent être ouverts.

À cette fin, et comme perspectives, nous proposons de :

- ✓ Achever cette étude *In vitro* par une expérience *In vivo* et garantir une sécurité totale dans un modèle animal de choix.
- ✓ Effectuer des protocoles supplémentaires pour étudier tous les modes d'action de ces extraits dans le cadre de cette étude et l'activité antioxydante devrait être étudiée par d'autres méthodes.
- ✓ Vérifier également d'autres propriétés biologiques telles que d'autres activités antioxydantes non testées, des activités insecticides, anti-inflammatoires, antidiabétiques *In vitro* et *In vivo* de ces extraits et d'autres extraits notamment la macération, les extraits par solvants organiques et les huiles essentielles.

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

- Aazza, S., & Miguel, M. G. (2011).** Antioxidant activity of some Moroccan hydrosols. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(30), 6688-6696.
- Abbas Y, Ducouso M, Abourouh M, Azcon R, Duponriois R, (2006).** Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in *Tetraclinis articulata* (vahl) Mastes woodlands in Morocco. *Ann For Sci* 63, 285-291.
- Abi-Ayad, F. Z. (2009).** *Analyse de l'huile essentielle du thuya d Berbérie (Tetraclinis articulata) de la région de Tlemcen et étude de son pouvoir* (Doctoral dissertation).
- Abraham E, (2006).** Bio-raffinage de plantes aromatiques et médicinales appliqué à l'*Hibiscus sabdarif* Ja L. et à l'*Artemisia annua*, l'institut national polytechnique de toulouse :P 180.
- Adzet, T., Granger, R., Passet, J., & San Martin, R. (1977).** Le polymorphisme chimique dans le genre *Thymus*: sa signification taxonomique. *Biochemical Systematics and Ecology*, 5(4), 269-272.
- Alam Md. N., Bristi N. J. & Rafiquzzaman Md. (2013).** Review on in vivo and in vitro methodsevaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 21: 143–152.
- Albayrak S., Aksoy A., Sagdic O. & Albayrak S. (2012):** Antioxidant and antimicrobial activities of different extracts of some medicinal herbs consumed as tea and spices in turkey. *Journal of Food Biochemistry* 36: 547–554.
- Albert Y-L., Foste S. (1996).** Encyclopedia of common Naturel Ingredients used In Foods, Drugs, and cosmetics, 2^{ème} édition, Awreley-interscience publication, P445.
- Alcaraz, C. (1991).** Contribution à l'étude des groupements à *Quercus ilex* sur terra rossa des monts du Tessala (Ouest algérien). *Ecologia mediterranea*, 17(1), 1-10.
- Amarti F., El Ajjouri M., Ghanmi M., Satrani B., Aafi A., Farah A., Khia A., Guedira A., Rahouti M. & Chaouch A. (2011).** Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle de *Thymus zygis* du Maroc. *Phytothérapie*, 9: 149–157.
- Amarti F., Satrani B., Ghanmi M., Farah A., Aafi A., Aarab L., El Ajjouri M. & Chaouch A. (2010).** Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Thymus Algeriensis* boiss. Reut. Et *Thymus ciliatus* (desf) Benth. Du Maroc. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 14(1): 141-148.
- Amić, D., Davidović-Amić, D., Bešlo, D., & Trinajstić, N. (2003).** Structure-radical scavenging activity relationships of flavonoids. *Croatica chemica acta*, 76(1), 55-61.
- ApGil. (2003).** An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families of flowering plants: APGII. *Bot. J Linn. Soc.*, 2003, 141,4,399-436.
- Asadi S.,Ahmadiani A., Esmaeili M. A., Sonboli A., Ansari N., Khodaghohi F. (2010):** In vitro antioxidant activities and an investigation of neuroprotection by six *Salvia* species from Iran: A comparative study. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 1341–1349.
- Avissar N., Whitin J.C., and Allen P.Z. (1989).** Plasma selenium-dependent glutathione peroxidase. *J. Biol. Chem.* 2: 15850-15855.
- Azzi, R. (2013).** *Contribution à l'étude de plantes médicinales utilisées dans le traitement traditionnel du diabète sucré dans l'Ouest algérien : enquête ethnopharmacologique;*

Analyse pharmaco-toxicologique de Figuier (Ficus carica) et de coloquinte (Citrullus colocynthis) chez le rat Wistar (Doctoral dissertation).

- Baba Aissa, F. (1999).** Encyclopédie des plantes utiles. *Flore d'Algérie et du Maghreb. Substances végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident"*, Librairie Moderne Rouiba, EDAS, Alger.
- Baba aissa F., (2000).** Encyclopédie des plantes utiles flore d'Algérie et du Maghreb libérie Moderne- Rouiba. ed., Alger 368 p.
- Babovic N., Djilas S., Jadranin M., Vajs V., Ivanovic J., Petrovic S., Zizovic I. (2010).** Supercritical carbon dioxide extraction of antioxidant fractions from selected Lamiaceae herbs and their antioxidant capacity. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 11 : 98–107.
- Bahorun T. (1997).** Substances naturelles actives, la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. . Food and Agricultural Research. Conseil Mauritius, Amas.
- Bakchiche B., Gherib A., Aazza S., Gago C. & Miguel M. G. (2013).** Antioxidant activities of eight Algerian plant extracts and two essential oils. *Industrial Crops and Products*, 46: 85– 96.
- Barrero, A. F., Quílez del Moral, J. F., Lucas, R., Payá, M., Akssira, M., Akaad, S., & Mellouki, F. (2003).** Diterpenoids from *Tetraclinis articulata* that Inhibit Various Human Leukocyte Functions. *Journal of natural products*, 66(6), 844-850.
- Belaiche P., (1979).** Traité de phytothérapie et d'aromathérapie, « l'aromatogramme », Ed. Maloine, Tome I, Paris.
- Bellakhdar, J. (1997).** La pharmacopée marocaine traditionnelle. *Médecine arabe ancienne et savoirs populaires*, 189.
- Bellakhdar J Février (2006) :** Précis de phytothérapie moderne ; plantes médicinales au Maghreb et soin de base / Edition le Fennec 2006 Pages : 294-295.
- Beloued, A. (2001).** Les plantes médicinales d'Algérie. (Ed) OPU. *Ben Aknoun, Algérie*, 100-227.
- Ben Yahya-Bouayad Alem A., (2015).**, Activités antimicrobiennes et insecticides de *Thymus capitatus*, *Daucus crinitus* et *Tetraclinis articulata* sur la mineuse *Tuta absoluta* (Meyrick) et la microflore pathogène de la tomate *Lycopersicum esculentum*. Thèse. Doc. Univ.Tlemcen. 135 + Annexes.
- Benabid A., (1976).** Etude écologique, phytosocio-écologique et sylvo-pastorale de la tétraclinaie de l'Amsitten (Essaouira). Aix-Marseille III.155 p.
- Benabid, A. (1977).** Etude sylvo-pastorale de la tétraclinaie de l'Amsittène (Maroc). *Ecologia Mediterranea*, 3(1), 125-132.
- Benjilali, B., Hammoumi, M., MHAMED, A., & Richard, H. (1987a).** Composition chimique des huiles essentielles de diverses variétés de thym du Maroc. 2-Analyse en composantes principales. *Sciences des aliments*, 7(2), 275-299.
- Benjilali, B., Hammoumi, M., & Richard, H. (1987b).** Polymorphisme chimique des huiles essentielles de thym du Maroc. 1-Caractérisation des composants. *Sciences des aliments*, 7(1), 77-91.

- Bertrand B. (2010).** Les secrets de l'Ortie.- 7ème édition. Editions de Terran (Collection Le Compagnon Végétal; N : 01) : 128
- Bertrand B., Jeanne A.(2008):** “Les secrets de l’Ortie”,10 ème Ed. du Terran : 45-95.
- Blois, M. S. (1958).** Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617), 1199-1200.
- Bnouham, M., Mekhfi, H., Legssyer, A., & Ziyat, A. (2002).** Ethnopharmacology Forum Medicinal plants used in the treatment of diabetes in Morocco. *Int J Diabetes & Metabolism*, 10, 33-50.
- Boizot, N., & Charpentier, J. P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Cahier des Techniques de l'INRA*, 79-82.
- Bombardelli, E., & Morazzoni, P. (1997).** *Urtica dioica* L. *Fitoterapia (Milano)*, 68(5), 387-402.
- Bouchenak Khelladi B., (1990).** Contribution à l'étude du condensat et du reste après hydrodistillation selon Moritz pendant l'isolation des huiles essentielles du *Thymus ciliatus* de terny et sidi Djilali, leur analyse sur CCM, CPG. Thèse d'ingénieur, département de biologie, université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen.
- Boudy P ., (1950) .,** Economie forestière Nord-Africaine. Monographie et traitement des essences. Ed. Larose. Paris. Pp : 29 – 249.
- Boudy, P. (1952).** Guide du forestier en Afrique du Nord.
- Bounatirou S., Smiti S., Miguel M. G., Faleiro L., Rejeb M. N., Neffati M., Costa M. M., Figueiredo A. C., Barroso J. G. & Pedro L. G. (2007).** Chemical composition, antioxydant and antibacterial activities of the essential oils isolated from Tunisian *Thymus capitatus* Hoff. Et Link. *Food chemistry*,105: 146-155.
- Bourkhiss, B., Ouhssine, M., Hnach, M., Bourkhiss, M., Satrani, B., & Farah, A. (2007).** Composition chimique et bioactivité de l'huile essentielle des rameaux de *Tetraclinis articulata*. *Bull Soc Pharm Bordeaux*, 146, 75-84.
- Bourkhiss, M., Chaouch, A., Ouhssine, M., Bourkhiss, B., & Rassam, A. (2015).** Étude physicochimique de l'huile essentielle de *tetraclinis articulata* (vahl) masters du plateau central marocain. *Les technologies de laboratoire*, 9(37).
- Bourkhiss M., Hnach M., Lakhli T., Bourkhiss B., Ouhssine M. & Satrani B. (2010).** Production et caractérisation de l'huile essentielle de la sciure de bois de *Tetraclinis articulata* (vahl) masters. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 79: 4 – 11.
- Bousbia N. (2011).** Extraction des huiles essentielles riches en anti-oxydants à partir de produits naturels et de co-produits agroalimentaires ; thèse de doctorat en chimie ; Université d'Avignon et des pays de Vaucluse ; 176p.
- Boyrie, J. (2016).** *Urtica dioica* l. : une plante aux usages multiples.
- Brise H, Grandjouan G, Hoff M, De Ruffray P et Garbolino E. (2003).** « Répartition d'Urtica Dioica ». *Sophy-banque de données phytosociologiques* 122- 131.
- Çam, M., His il, Y., & Durmaz, G. (2009).** Classification of eight pomegranate juices based on volatile constituents: a review. *Phytother. Res.*, 21: 308–323.
- Çaucir, S., Ozcan, M., Haciseferooullari, H., Uour Yildiz M., (2005).** Study on some physico-chemical properties of Turkey okra (*Hibiscus esculenta* L.)

- Cazau-Beyret N. (2013).** Prise en charge des douleurs articulaires par aromatherapie et phytotherapie. Thèse de Doctorat en pharmacie., Université toulouse iii paul sabatier., 195p.
- Cazin H. (1997).** Traité pratique et raisonné des plantes médicinales indigènes. 3ème édition. Paris: éd. de l'Envol :1251.
- Celiktas Y. O., Kocabas H.E.E., Bedir E., Sukan V. F., Ozek T. & Baser K.H.C. (2007).** Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. *Food Chemistry*,100: 553–559.
- Cetinus, E., Kilinc, M., Inanc, F., Kurutas, E. B., & Buzkan, N. (2005).** The role of urtica dioica (urticaceae) in the prevention of oxidative stress caused by tourniquet application in rats. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 205(3), 215-221.
- Chafai Elalaoui A., Boukil A., Bachar M., Lkhoumsi D., et Guermal A.(2014).** Manuel des bonnes pratiques de collecte du Romarin « *Rosmarinus officinalis* » ; Rabat.,12p.
- Chan E W C, Lim Y Y and Chew Y L .(2007).** Antioxidant activity of Camellia sinensis leaves and tea from a lowland plantation in Malaysia. *Food Chemistry*., 102 : 1214-1222.
- Charles. J., Schwilgne. A., (1809).** Traité de matière médicale, 2 Edition, J.A. Brosson, 347p.
- Cherif.I., 2012 .,** Contribution à une étude phytoécologiques des groupements à *Tetraclinis articulata* du littoral de Honaine (Algérie occidentale).These. Mag.,Dep. Eco., Univ. Tlemcen.,168+ Annexes.
- Cheynier, V., Duenas-Paton, M., Salas, E., Maury, C., Souquet, J. M., Sarni-Manchado, P., & Fulcrand, H. (2006).** Structure and properties of wine pigments and tannins. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(3), 298-305.
- Combrinck, S., Du Plooy, G. W., McCrindle, R. I., & Botha, B. M. (2007).** Morphology and histochemistry of the glandular trichomes of *Lippia scaberrima* (Verbenaceae). *Annals of botany*, 99(6), 1111-1119.
- Coupland J.N. Et McClements D.J. (1996).** *Lipid oxidation in food emulsions*. Trends Food Sci Technol., Vol. 7, pp: 83 – 91.
- Cox, Paul A and Michel J. Balick.(1994).** "The Ethnobotanical Approach to drug Discovery".Scientific American : 82-87.
- Cuvier. G., Richard. A., Auguste. P., Drapiez. J., (1835).** Histoire naturelle médicale et pharmaceutique, H. Dumont, 501p.
- Dall'Acqua S., Cervellati R., Loi M. C., Innocenti G. (2008):** Evaluation of in vitro antioxidant properties of some traditional Sardinian medicinal plants: Investigation of the high antioxidant capacity of *Rubus ulmifolius*. *Food Chemistry*,106: 745–749.
- Dandlen A. S., Lima A. S., Mendes M. D., Miguel M. G., Faleiro M. L., Sousa M. J., Pedro L. G., Barroso J. G. & Figueiredo A. C., (2010).** Antioxidant activity of six Portuguese thyme species essential oils. *Flavour and fragrance journal*. 25: 150–155.
- Dar S.A., Yousuf A.R., Ganai F.A.,Sharma P., Kumar N.& Singh R. (2012):** Bioassay guided isolation and identification of anti-inflammatory and anti-microbial compounds from *Urtica dioica*L. (Urticaceae) leaves. *African J Biotechnol*,11(65): 12410-12420.
- Decaux, I. (2002).** Phytothérapie: mode d'emploi. *Le Bien Public*, 6-7.
- Del Bano, M. J., Lorente, J., Castillo, J., Benavente-García, O., Del Rio, J. A., Ortuño, A., ... & Gerard, D. (2003).** Phenolic diterpenes, flavones, and rosmarinic acid distribution

during the development of leaves, flowers, stems, and roots of *Rosmarinus officinalis*. Antioxidant activity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(15), 4247-4253.

del Villar, E. H. (1947). Types de sol de l'Afrique du Nord.

Delorman-Orhan D., Ozcelik B., Hoşbaş S., Vural M. (2012): Assessment of antioxidant, antibacterial, antimycobacterial, and antifungal activities of some plants used as folk remedies in Turkey against dermatophytes and yeast-like fungi. *Turk. J. Biol.*, 36: 672-686.

Djerroumi, A., & Nacef, M. (2004). 100 plantes médicinales d'Algérie. *Homa. 1ed. 158p, 128.*

Djerroumi A & Nacef M. (2004): 100 plantes médicinales d'Algérie. Edition Palais du livre P135-131.

Djouahri A., Saka B., Boudarene L., Benseradj F., Aberrane S., Aitmousa S., Chelghoum C., Lamari L., Sabaou N. & Baaliouamer A. (2014): In vitro synergistic/antagonistic antibacterial and anti-inflammatory effect of various extracts/essential oil from cones of *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters with antibiotic and anti-inflammatory agents. *Industrial Crops and Products*. 56: 60–66.

Dogruoz N., Zeybek Z., Karagoz A. (2008): Antibacterial Activity of Some Plant Extracts. *IUFS J Biol*, 67(1): 17-21.

Duling E.N., Owen J.C., Joh B.G., Rosmaru F.W., Kevin A.M., Yeap L.F & Nigel B.P. (2007): Extraction of phenolic and essential oil from dried sage (*salvia officinalis*) using ethanol-water mixture. *Food chemistry*, 101:1417-1424.

Dunstan H., Florentine S. K., Calviño-Cancela M., Westbrooke M.E., Palmer G. C., 2013. Dietary characteristics of Emus (*Dromaius novaehollandiae*) in semi-arid New South Wales, Australia, and dispersal and germination of ingested seeds. *CSIRO PUBLISHING*, 113: 168-176.

Eckert C. A., Knutson B. L (1997). Electrochemical reduction of carbon dioxide on flat metallic cathodes, *Journal of Applied Electrochemistry*, 27,1997,875-989.

El Amri, J., Elbadaoui, K., Zair, T., Bouharb, H., Chakir, S., & Alaoui, T. I. (2014). Étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Teucrium capitatum* L et l'extrait de *Silène vulgaris* sur différentes souches testées. *Journal of Applied Biosciences*, 82, 7481-7492.

Elmastas, M., Gulcin, I., Isildak, O., Kufrevioglu, O. I., Ibaoglu, K., Aboul-enein, H. Y., (2006); Radical scavenging activity and antioxidant capacity of bay leaf extract. *Journal of the Iranian Chemical Society*, 2006, vol3, n3, pp258-266.

Emberger L., 1930 a- Sur une formule climatique applicable en géographie botanique. *C.R. Acad. Sc.* 191. pp. 389-390.

Emberger L., 1930 b- la végétation de la région méditerranéenne. Essai de classification des groupements végétaux. *Rev. Gen. Bot.* 42, pp. 641-662 ; 705-721.

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 Chemistry*, 110: 76–82.

Fabre Marie-Claude., Genin Aimé., Merigoux Jacques & Moget Elisabeth. (1992): Herboristerie Familiale, Des Recettes Simples, Pour Résoudre Les Problèmes Simples, p93

Fadi Z. (2011). Le romarin *Rosmarinus officinalis* Le bon procédé d'extraction Pour un effet thérapeutique optimal. Thèse de Doctorat en Pharmacie., Université Mohammed V., 210p.

- Farjon A., (2005).** A Monograph of cupressaceae and sciadopitys. Royal Botanic Gardens., Kew. ISBN 1842460684 <http://www.conifers.org/refs/farjon05.htm> (consult: 08.02.2016).
- Fasla, B. (2009).** Evaluation du potentiel antimutogène et génotoxique de plantes médicinales et analyse phytochimique. *Mémoire de Magistère à l'Université d'Oran Es-Sénia*. 172p.
- Favier A. (2003).** Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*. 108-115p.
- Fennane M., 1987.** Etude phytoécologique des tétraclinaies marocaines. Aix-Marseille III.
- Gahbiche S, (2009).** L'aromathérapie Ecole Supérieure Des Sciences et Technique de la Santé de SOUSSE Section : hydro-thermo-thalassothérapie. 3ème Année Thalassothérapie.
- Ghaima K. K., Hashim N. M. & Ali S. A. (2013):** Antibacterial and antioxidant activities of ethyl acetate extract of nettle (*Urtica dioica*) and dandelion (*Taraxacum officinale*). *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 3(05): 096-099.
- Ghedira, K. (2005).** Les flavonoïdes : structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*, 3(4), 162-169.
- Goeb, P. (1999).** Aromathérapie pratique et familiale. *Ed. Cap-d'Agde, MDB*. 93pp.
- Ghourri Mohamed., Zidane Lahcen & Douira Allal. (2013) :** usage des plantes médicinales dans le traitement du Diabète Au Sahara marocaine (Tan-Tan), *Journal of Animal & Plant Sciences*, 17 :1, 2388-2411.
- Gonzalez-Trujano, M.E., Pena, E.I., Martinez, A.L., Moreno, J., Guevara-Fefer, P., Deciga Campos, M., Lopez-Munoz, F.J. (2007).** Evaluation of the antinociceptive effect of *Rosmarinus officinalis* L. using three different experimental models in rodents. *J Ethnopharmacol*. 111: 476-482.
- Goutier. J., (2009).** L'herbier des jardins collection de plantes vivrières aromatiques médicinales et ornementales, La Maison Rustique Flammarion.
- Greuter, W. (1995).** Origin and peculiarities of Mediterranean island floras. *Ecologia Mediterranea*, 21(1), 1-10.
- Grieve M. (1984):** A Modern Herbal. Savvas Publishing. ISBN unknown.
- Guignard J.L. (2000).** *Biochimie végétale*. 2ème Ed. De l'abrégé Dunod, Paris. 155-157-159.
- Guinebert E., Durand P., Prost M., Grinand R., Bernigault R. (2005).** Mesure de la résistance aux radicaux libres. Sixièmes Journées de la Recherche Avicole. Pp: 554-558.
- Gülçin, I. (2012).** Antioxidant activity of food constituents: an overview. *Archives of toxicology*, 86(3), 345-391.
- Gülçin, I., Büyükkökuroğlu, M.E., Küfrevioğlu, Ö.I., (2003);** Metal chelating and hydrogen peroxide scavenging effects of melatonin. *Journal of Pineal Research* 34, 278–281.
- Hadjadj Aoual, S. (2009).** Effet des facteurs environnementaux sur les premiers stades de la régénération naturelle de *Tetraclinis articulata* (Vahl, Master) en Oranie (Algérie). *Ecologia mediterranea*, 35, 20-31.
- Hamel, T., Azzouz, Z., Bellili, A. M., Boutabia, L., & Telailia, S. (2018),** L'arctothèque souci (*Arctotheca calendula*): une nouvelle espèce exotique pour la flore algérienne.

- Hamrouni-Sellami I., Rahali F. Z., BettaiebRebey I., Bourgou S., Limam F. Et Marzouk B.(2013):** Total Phenolics, Flavonoids, and Antioxidant Activity of Sage (*Salvia officinalis* L.) Plants as Affected by DifferentDryingMethods. *Food Bioprocess Technol.* 6:806–817.
- Hans W.K., (2007).** 1000 plantes aromatiques et médicinales. Terre édition.
- Hartmann, T. (2007).** From waste products to ecochemicals: fifty years research of plant secondary metabolism. *Phytochemistry*, 68(22-24), 2831-2846.
- Heinrich, M., Kufer, J., Leonti, M., Pardo-de-Santayana, M. (2006).** Ethnobotany and ethnopharmacology-Interdisciplinary links with the historical sciences. *J Ethnopharmacol.*107: 157-160.
- Herzi N., Camy S.E., Bouajila J., Destrac P., Romdhane M. et Condoret, J.S. (2013)** Supercritical CO₂ extraction of *Tetraclinis articulata*: chemical composition, antioxidant activity and mathematical modeling. *Journal of Supercritical Fluids*, 82: 72-82.
- Hopkins W. G., (2003).** *Physiologie végétale*. 2^{ème} édition américaine, de Boeck et Lancier S A, Paris: 514.
- Horvathova E.,Navarova J.,Galova E., Sevcovicova A., Chodakova L., Snahnicanova Z., Melusova M., Kozics K., & Slamenova D. (2014).** Assessment of Antioxidative, Chelating, and DNA-Protective Effects of Selected Essential Oil Components (Eugenol, Carvacrol, Thymol, orneol, Eucalyptol) of Plants and Intact *Rosmarinus officinalis* Oil. *J. Agric. Food Chem.*62: 6632–6639.
- Hostettmann K. (1997):** Tout savoir sur le pouvoir des plantes sources de médicaments. Edition Lausanne Favre S A, 01, p239.
- Houël Emeline. (2011).** Etude De Substances Bioactives Issues De La Flore Amazonienne, Thèse de Doctorat, Spécialité : Chimie des Substances Naturelles Université de Guyane.
- Huang G., Jiang J., and Dai D. (2008).** Antioxidative and antibacterial activity of the methanol extract of *Artemisia anomala* S. Moore. *African Journal of Biotechnol.*7 (9): 1335-1338.
- Iserin P. (2001).** *Encyclopédie des plantes médicinales*, Tome 2. Ed. Larousse. Londres. 143-225-226p.
- Iserin P., Masson M., Restellini J. P., Ybert E., De Laage de Meux A., Moulard F., Zha E., De la Roque R., De la Roque O., Vican P., Deelesalle –Féat T., Biaujeaud M., Ringuet J., Bloth J. & Botrel A. (2001).** *Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins*. Edition Larousse.
- IUCN., 2005.** A guide to Hadjadj A. S., 2009., Effet des facteurs environnementaux sur les premiers stades de la régénération naturelle de *Tetraclinis articulata* (Vahl, Master) en Oranie (Algérie). *ecologia mediterranea*. Vol. 35 – 2009. Pp : 20 – 31.
- Jacques B, and André R. (2004).** *Biochimie métabolique* Ed ellipses .Paris. pp: 217-219-220-223-225.
- Jean, V., & Jiri, S. (1983).** *Plantes médicinales*. 250 illustrations en couleurs. Larousse, Paris, 319.
- Jiofack, T., Fokunang, C., Guedje, N., & Kemeuze, V. (2009).** Ethnobotany and phytomedicine of the upper Nyong valley forest in Cameroon. *African Journal of Pharmacy and pharmacology*, 3(4), 144-150.

- Jürgen R., Paul S., Ulrike S., and Reinhard S. (2009).** Essential Oils of Aromatic Plants with Antibacterial, Antifungal, Antiviral, and Cytotoxic Properties— an Overview: *Forsch Komplementmed.* 16: 79–90.
- Kamatou G.P.P., Viljoen A. M., Steenkamp P. (2010):** Antioxidant, anti-inflammatory activities and HPLC analysis of South African *Salvia* species. *Food Chemistry*, 119: 684–688.
- Kaneria, M., Kanani, B., & Chanda, S. (2012).** Assessment of effect of hydroalcoholic and decoction methods on extraction of antioxidants from selected Indian medicinal plants. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 2(3), 195-202.
- Khiredine Hamida. (2013):** comprimés de poudre de dattes comme support universel des principes actifs de quelques plantes médicinales d'Algérie, Mémoire de Magister, option : Technologie Alimentaire, université Bougara-Boumerdes.
- Kholkhal, F. (2014).** *Etude Phytochimique et Activité Antioxydante des extraits des composés phénoliques de Thymus ciliatus ssp coloratus et ssp euciliatus* (Doctoral dissertation).
- Kohen, R., & Nyska, A. (2002).** Invited review: Oxidation of biological systems: oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reactions, and methods for their quantification. *Toxicologic pathology*, 30(6), 620-650.
- Kouider, H. A. D. J. A. D. J., & Assia, L. B. (2017).** Synthèse bibliographique sur le thuya de berbérie [*Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.]. *Geo-Eco-Trop*, 41(1), 13-27.
- Ksouri R, Falleh H, Megdiche W, Trabelsi N, Mhamdi B, Chaieb K, Bakrouf A, Magné C and Abdely C. (2009).** Antioxidant and antimicrobial activities of the edible medicinal halophyte *Tamarix gallica* L. and related polyphenolic constituents. *Food and Chemical Toxicology*, 47, 2083-2091.
- Kukrić Z. Z., Topalić-Trivunović L. N., Kukavica B. M., Matoš S. B., Pavičić S. S., Boroja M. M. and Savić A. V. (2012):** Characterization of antioxidant and antimicrobial activities of nettle leaves (*Urtica dioica* L.). *APTEFF*, 43: 257-272.
- Lakušić, B., Ristić, M., Slavkowska, V., Stojanović, D., & Lakušić, D. (2013).** Variations in essential oil yields and compositions of *Salvia officinalis* (Lamiaceae) at different developmental stages. *Botanica Serbica*, 37(2), 127-139.
- Laouer, H., Zerroug, M. M., Sahli, F., Chaker, A. N., Valentini, G., Ferretti, G., ... & Anaya, J. (2003).** Composition and antimicrobial activity of *Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. essential oil. *Journal of Essential Oil Research*, 15(2), 135-138.
- Larson R.A. (1997):** Naturally occurring antioxidants. Ed. Boca Raton: Lewis publishers, CRC Press; 1997.
- Lien E. J., Ren S., Bui H. H. & Wang R. (1999).** Quantitative structure-activity relationship analysis of phenolic antioxidants, *Free Radic Biol Med*, 26: 285-294.
- Limonier, A. S. (2018).** La phytothérapie de demain : les plantes médicinales au cœur de la pharmacie.
- Lu Y., Yeap E. (2001):** Antioxidant activities of polyphenols from sage (*salvia officinalis*), *Journal of Food Chemistry*, 75: 197-202.
- Lucienne A. D. (2010).** Les plantes médicinales d'Algérie. Ed. Berti. 239 p.

- Macheix, J. J., Fleuriet, A., & Jay-Allemand, C. (2005).** *Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique.* PPUR presses polytechniques.
- Madi, A. (2010).** Caractérisation et comparaison du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales (thym et sauge) et la mise en évidence de leurs activités biologiques. *Research Master, Mentouri Constantine University, Constantine.*
- Maire, R. (1952).** Flore de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara).
- Makhloufi A. (2013).** Etude de l'activité biologique de deux plantes médicinales de la région de Bechar (*Matricaria pubescens* et *Rosmarinus officinalis* L) et leur impact sur la conservation des dattes et du beur cru., mémoire de doctorat en biologie., Université Abou bakr Belkaid Tlemcen.,148p.
- Marfak A. (2003).** Thèse de doctorat Radiolyse Gamma des flavonoïdes ; Etude de leur réactivité avec des radicaux issus des alcools. pp: 6-7-10.
- Maritim A.C, Sanders R.A, Watkins J.B, (2003).** Diabetes, oxidative stress and antioxidants: areview, *JBiochemMol Toxicol*,17(1):p24-38.
- Martins N., Barros L., Santos-Buelga C., Henriques M., Silva S., Ferreira I. C.F.R. (2015):** Evaluation of bioactive properties and phenolic compounds in different extracts prepared from *Salvia officinalis* L. *Food Chemistry*, 170: 378–385.
- Mata, A. T., Proença, C., Ferreira, A. R., Serralheiro, M. L. M., Nogueira, J. M. F., & Araújo, M. E. M. (2007).** Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of five plants used as Portuguese food spices. *Food chemistry*, 103(3), 778-786.
- Meziti A. (2009).** Activité antioxydante des extraits des graines de *Nigella sativa* L Étude in vitro et in vivo. Mémoire de magister en biochimie appliquée option : Molécules Bioactives. Université El-Hadj Lakhdar, Batna. 18p.
- Miguel M. G. (2010).** Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Essential Oils: A Short Review. *Molecules*, 15: 9252-9287.
- Miller, N.J. & Rice-Evans C. A. (1997).** The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink, *Food Chem*, 60: 331.
- Mohammedi, Z. (2013).** *Etude phytochimique et activités biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud-Ouest de l'Algérie* (Doctoral dissertation).
- Moon, J. K., & Shibamoto, T. (2009).** Antioxidant assays for plant and food components. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(5), 1655-1666.
- Morales. R (2002) :** The history, botany and taxonomy of the genus thymus. In: thyme: the genus thymus. Ed. Taylor and Francis, London.pp. 1-43.
- Moreno S., Scheyer T., Romano C. S., & Vojnov A. A. (2006).** Antioxidant and antimicrobial activities of rosemary extracts linked to their polyphenol composition. *Free Radical Research*,40(2): 223–231.
- Mouas, Y., Benrebaha, F., & Chaouia, C. (2017).** Evaluation de l'activité antibacterienne de l'huile essentielle et de l'extrait méthanolique du romarin *rosmarinus officinalis* l. *Revue Agrobiologia*, 7(1), 363-370.

- Moutsie, P. (2008).** Ecologie : Plaidoyer pour les "mauvaises" herbes. *Nature et progrès*, (67), 32-33.
- Mpondo, E. M., Dibong, D. S., Flora, C., Yemeda, L., Priso, R. J., & Ngoye, A. (2012).** Les plantes à phénols utilisées par les populations de la ville de Douala. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 15(1), 2083–2098.
- Neffar, F., & Benabdrrahmene, Z. (2013).** Quantification des Huiles Essentielles dans deux Espèces de Romarin (*Rosmarinus officinalis* et *Rosmarinus tournefortii*) au niveau de Djebel Metlili (Batna).
- Nicolas, M., & Daniel, C. (1998).** Activités technologiques en microbiologie 1 -Techniques de base et méthodologie. *Editeurs CRDP D'Aquitaine-Bordeaux*, 152 pages.
- Nogaret-Ehrhart & Anne-Sophie. (2003).** *La phytothérapie Se soigner par les plantes*, Edition Eyrolles, p19-36.
- Oussou, K. R., Youlou, S., Kanko, C., Tue, B. B., Kanko, C., Boti, J. B., ... & Casanova, J. (2010).** Etude chimique bio-guidée de l'huile essentielle d'*Ocimum gratissimum* (Lamiaceae). *European Journal of Scientific Research*, 24, 50-59.
- Pan Y., Wang K., Huang S., Wang H., Mu X., He C., Ji X., Zhang J & Huang F.(2008):** Antioxydant activity of microwave-assisted extract of longan (*Dimocarpus Longan* Lour.) peel, *Food Chemistry*, 106: 1264-1270
- Pharmacopée européenne 7e édition.** (Dernière consultation : octobre 2013)
- Pharmacopée française 11e édition.** (Dernière consultation : octobre 2013)
- Pierre M., Lis .M (2007).** Secrets des plantes. Editions Artemis, Paris 1 : 463
- Pietta, P. G. (2000).** Flavonoids as antioxidants. *Journal of natural products*, 63(7), 1035-1042.
- Pokorny J., Yanishlieva N & Gordon H. (2001):** les antioxydants dans les aliments, Les application pratiques, woodheadpublishinglimited,CRCPress, Cambridge A ngleterre.
- Prieto P., Pineda M. & Aguilar M. (1999).** Spectrophotometric quantification of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application of vitamin E analytical. *Biochemistry* 269: 337-341.
- Priya R., Prathapan A., Raghu K. G. & Menon A. N. (2012).** Chemical composition and *in vitro* antioxidative potential of essential oil isolated from *Curcuma longa* L. leaves. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, S695-S699.
- Pujuguet pierre. (2008):**Entre capitelles et lavognes découvrez la flore de la garrigue, Sentier Botanique Vigneron, Bourg-Saint-Andéol Ardèche.
- Quezel, P., & Santa, S. (1963).** *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales* (No. 581.965 Q8).
- Quézel, P. (2000).** *Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen* (Vol. 117). Paris: Ibis Press.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999).** Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Ristic D., Brikic N.T & Zalfija. (1999):** salvia officinalis l, Bric D (ed) institue for medicinal plants JosifPanacic. Belgrade and Art GrafikBelgrad , p 151-167.

- SANON E., (1992)**-Arbre et arbrisseaux en Algérie O.P.U. Ben Aknoun. Algerie N°686 Alger. 121p.
- Sarikurkcü C., Ozer M. S., Eskici M., Tepe B., Can S. & Mete E. (2010).** Essential oil composition and antioxidant activity of *Thymus longicaulis* C. Presl subsp. *Longicaulis* var. *longicaulis*. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 1801–1805.
- Schauenberg O. and Paris F. (1977).** Guide to Medicinal Plants. Keats, New Canaan, CT.
- Schauenberg P et Paris F. (2010).** *Guide des plantes médicinales*, Paris, col. Delachaux et Niestlé., p 13-14.
- Seth M. K., 2004.,** Trees and their Economic importance. *The Botanical review*. 69 (4): 321-376.
- Severine. Ienglen. (2000).** l'ortie dioïque (*Urtica dioica* L.) dans l'hypertrophie bénigne de la prostate (Doctoral dissertation).
- Shariffar F., Moshafi M.H., Mansouri S.H., Khodashenas M., Khoshnoodi M. (2007).** *In vitro* evaluation of antibacterial and antioxidant activities of the essential oil and methanol extract of endemic *Zataria multiflora* Boiss. *Food Control*, 18: 800–805.
- Sidaoui F., Belghith Igued S., Barth D., Trabelsi-Ayadi M., Cherif J.K. (2015):** Study of Tunisian Nettle Leaves (*Urtica dioica* L.): Mineral Composition and Antioxidant Capacity of their Extracts Obtained by Maceration and Supercritical Fluid Extraction. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 7(4): 707-713.
- Siddhuraju, P. (2007).** Antioxidant activity of polyphenolic compounds extracted from defatted raw and dry heated *Tamarindus indica* seed coat. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 40: 982–990.
- Skalli S & Soulaymani Bencheikh R. (2008).** Pharmacovigilance des Plantes Médicinales, Cours Francophone Inter pays de Pharmacovigilance, Centre de Pharmacovigilance du Maroc.
- Soto-Mendivil, E. A., Moreno-Rodriguez, J. F., Estarron-Espinosa, M., Garcia-Fajardo, J. A., & Obledo-Vazquez, E. N. (2006).** Chemical composition and fungicidal activity of the essential oil of *Thymus vulgaris*, 1-7.
- Suresh-Kumar, K., Ganesan, K., Subba Rao, P.V, (2008).** Antioxidant potential of solvent extracts of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty- An edible seaweed. *Food Chemistry*, 2008, vol.107, n1, pp289-295.
- Tefiani C., Riazi A., Youcefi F., Aazza S., Gago C., Faleiro M.L., Pedro L.G., Barroso J.G., Figueiredo A.C., Megías C., Cortés-Giraldo I., Vioque J. & Miguel M.G. (2015).** *Ammoides pusilla* (Apiaceae) and *Thymus munbyanus* (Lamiaceae) from Algeria essential oils: chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antiproliferative activities. *Journal of Essential Oil Research*, 27(2): 131–139.
- Telefo, P. B., Lemfack, M. C., Bayala, B., Lienou, L. L., Goka, C. S., Yemele, M. D., ... & Moundipa, F. P. (2012).** Enquête ethnopharmacologique des plantes utilisées dans le traitement de l'infertilité féminine dans les localités de Fossong-Wentcheng et Foto, Cameroun. *Phytotherapie*, 10(1), 25-34.
- Tessier A., (1994),** Phytothérapie analytique, phytochimie et pharmacologie, Editions Marc Auréle, P.273-279.

- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Bryne, D. H. (2006).** Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 669–675.
- Thorsen, M. A., & Hildebrandt, K. S. (2003).** Quantitative determination of phenolic diterpenes in rosemary extracts: aspects of accurate quantification. *Journal of Chromatography A*, 995(1-2), 119-125.
- Toldy A., Stadler K., Sasvari M., Jacus J., Jung-Kung J., ChungHay Y., Berkes I., Nyakas C., Radak Z., (2005).** The effect of exercise and nettle supplementation on oxidative stress markers in the rat brain research bulletin 65 ;P487-493.
- Touayli, J. (2002).** Valorisation des sous-produits du thuya de Bérberie (*Tetraclinis articulata* Vahl) du Maroc. *Mémoire 3e Cycle Inst. Agron. Véter. Hassan II, Rabat, Maroc.*
- Trabut, L. (1935).** *Répertoire des noms indigènes des plantes spontanées, cultivées et utilisées dans le Nord de l'Afrique.* Impr. la" Typo-litho" et J. Carbonel réunies.
- Valnet, J. (1983).** ; *Phytothérapie: traitement des maladies par les plantes.* 5ème édition. Paris: Maloine : 942.
- Valnet, J. (1992).** *Phytothérapie : traitement des maladies par les plantes.* Maloine.
- Valnet J. (2001).** *La phytothérapie - traitement des maladies par les plantes –Se soigner par les plantes.* Ed. Vigot.
- Wang B. J., Lien Y. H. & Yu Z. R. (2004).** Supercritical fluid extractive fractionation study of the antioxidant activities of propolis. *Food Chem.*, 86: 237–243.
- Wannes W. A., Mhamdi B., Sriti J., Ben Jemia M., Ouchikh O., Hamdaoui G., Kchouk M. E. & Marzouk B. (2010).** Antioxidant activities of the essential oils and methanol extracts from myrtle (*Myrtus communis* var. *italica* L.) leaf, stem and flower. *Food and Chemical Toxicology*, 48: 1362–1370.
- Wichtl M, Anton R. (2003)** ; *Plantes thérapeutiques: tradition, pratique officinale, science et thérapeutique.* 2 eme édition française. Paris: éd. Tee & Doc; Cachan. Médicale Internationales : 692
- Wichtl, M., Anton, R., Bernard, M., & Czygan, F. C. (2003).** *Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science et thérapeutique.* Tec & Doc ; Ed. Médicales internationales.
- Wu, H.-C., Shiau, C.-Y., Chen, H.-M., & Chiou, T.-K. (2003).** Antioxidant activities of carnosine, anserine, some free amino acids and their combination. *Journal of Food and Drug Analysis*, 11(2): 148–153.
- Yakhlef G. (2010).** Etude de l'activité biologique des extraits de feuilles de *Thymus vulgaris* L. et *laurusnobilis* L. ; Mémoire de Magister :Biochimie appliquée ; Université EL Hadj Lakhdar Batna ;110p.
- Yamaguchi LF, Kato MJ, Mascio PD, (2009);** Biflavonoids from *Araucaria angustifolia* protect against DNA UV-induced damage. *Phytochemistry* 70 (5): 615-620.
- Yano Y., Satomi M., Oikawa H. (2006):** Antimicrobial effect of spices and herbs on *Vibrio parahaemolyticus*. *International J. Food Microbiology*, 111: 6-11.
- Zhao H., Dong J., Lu J., Chen J., Li Y. & Shan L. (2006).** Effect of extraction solvent mixtures on antioxidant activity evaluation and their extraction capacity and selectivity for

free phenolic compounds in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(19): 7277-7286.

Ziyyat A., Legssyer A., Mekhfi H., Dassouli A., Serhrouchni M et Benjelloun W. (1997)., phytotherapy of hypertension and diabetes in oriental Morocco, *J. Ethnopharmacol*,

Zohra, M. (2013). Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud-Ouest de l'Algérie. 170.

Zoubeidi C. (2004). Etude des antioxydants dans le *Rosmarinus officinalis* .Labiatae» ; thèse de magistère ; université de Ouargla.

Résumé

Les plantes médicinales représentent une source énorme de métabolites secondaires, ce qui leur confère une activité d'antioxydant considérable. Afin de mieux comprendre les activités biologiques des plantes médicinales traditionnellement utilisées par la population algérienne, notre travail s'est concentré sur l'étude des extraits aqueux (décoction) de cinq plantes aromatiques spontanées et répandues en Algérie (*Thymus ciliatus ssp. eu-ciliatus*, *Rosmarinus officinalis*, *Urtica dioica*, *Salvia officinalis*, *Tetraclinis articulata*). Trois différentes méthodes ont été utilisées pour étudier l'activité antioxydante *In vitro* : La technique de réduction des radicaux libres DPPH, l'ABTS et le pouvoir de chélation du fer. Les résultats de l'activité antioxydante ont révélé une bonne efficacité des extraits étudiés, pour la méthode DPPH il a été enregistré des IC_{50} de l'ordre de $0,276\pm 0,028$, $0,131\pm 0,005$, $0,452\pm 0,022$ et $0,084\pm 0,005$ mg/mL respectivement pour *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Tetraclinis articulata* et *Thymus ciliatus*, sauf pour *Urtica dioica*, du fait de leur faible pourcentage d'inhibition, qui ne dépasse pas 35 %, les résultats ne présentent pas de valeurs d' IC_{50} pour les concentrations étudiées. Pour l'ABTS les IC_{50} sont de l'ordre $0,005\pm 0,0003$, $0,153\pm 0,006$, $0,042\pm 0,012$ et $0,764\pm 0,109$ mg/mL respectivement pour *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Tetraclinis articulata*, *Thymus ciliatus* et *Urtica dioica*. Pour le test de pouvoir chélateur du fer les IC_{50} sont d'ordre de $0,07\pm 0,003$, $0,049\pm 0,001$, $0,255\pm 0,005$, $0,256\pm 0,119$ et $0,068\pm 0,016$ mg/mL respectivement pour *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Tetraclinis articulata*, *Thymus ciliatus* et *Urtica dioica*.

Mots clés: Plantes médicinales- DPPH – ABTS – décoction - activités antioxydantes.

Abstract

Medicinal plants are an enormous source of secondary metabolites, which gives them considerable antioxidant activity. In order to better understand the biological activities of medicinal plants traditionally used by the Algerian population, our work focused on the study of the aqueous extracts (decoction) of five spontaneous and widespread aromatic plants in Algeria (*Thymus ciliatus ssp. eu-ciliatus*, *Rosmarinus officinalis*, *Urtica dioica*, *Salvia officinalis*, *Tetraclinis articulata*). Three different methods were used to study antioxidant activity *in vitro*: DPPH free radical reduction technique, ABTS and iron chelation power. The results of the antioxidant activity revealed a good efficiency of the studied extracts, for the DPPH method it was recorded IC_{50} of the order of 0.276 ± 0.028 (*Rosmarinus officinalis*), 0.131 ± 0.005 (*Salvia officinalis*), 0.452 ± 0.022 (*Tetraclinis articulata*), 0.084 ± 0.005 (*Thymus ciliatus*), except for *Urtica dioica*, due to their low percentage inhibition, which does not exceed 35%, the results do not show IC_{50} values for the concentrations studied. For ABTS the IC_{50} are of the order of 0.005 ± 0.0003 (*Rosmarinus officinalis*), 0.153 ± 0.006 (*Salvia officinalis*), 0.042 ± 0.012 (*Tetraclinis articulata*), 0.026 ± 0.001 (*Thymus ciliatus*), 0.764 ± 0.109 (*Urtica dioica*). and for the iron chelating capacity test IC_{50} are by the order of 0.07 ± 0.003 (*Rosmarinus officinalis*), 0.049 ± 0.001 (*Salvia officinalis*), 0.255 ± 0.005 (*Tetraclinis articulata*), 0.256 ± 0.119 (*Thymus ciliatus*), 0.068 ± 0.016 (*Urtica dioica*).

Keywords: Medicinal plants - DPPH - ABTS - decoction - antioxidant activities.

المخلص

تمثل النباتات الطبية مصدراً كبيراً للأيضات الثانوية، مما يمنحها نشاطاً كبيراً مضاداً للأكسدة. من أجل فهم أفضل للأنشطة البيولوجية للنباتات الطبية المستخدمة تقليدياً من قبل سكان الجزائر، ركز عملنا على دراسة مستخلص المائي (مغلي) من خمسة نباتات عطرية عفوية وواسعة الانتشار في الجزائر (العراعر، الحرايق، الميرمية، الزعيرة، اكليل الجبل). تم استخدام ثلاث طرق مختلفة لدراسة النشاط المضاد للأكسدة في المختبر: تقنية اختزال الجذور الحرة DPPH، ABTS وقوة استنجاب الحديد. أظهرت نتائج النشاط المضاد للأكسدة كفاءة جيدة للمستخلصات المدروسة، بالنسبة لطريقة DPPH تم تسجيل IC_{50} بترتيب $0,276\pm 0,028$ (اكليل الجبل)، $0,131\pm 0,005$ (الميرمية)، $0,452\pm 0,022$ (العراعر)، $0,084\pm 0,005$ (الزعيرة)، باستثناء الحرايق، بسبب انخفاض نسبة تثبيطها التي لا تتجاوز 35٪، لا تظهر النتائج قيم IC_{50} للتراكيز المدروسة. بالنسبة لـ ABTS، تكون IC_{50} بترتيب $0,005\pm 0,0003$ (اكليل الجبل)، $0,153\pm 0,006$ (الميرمية)، $0,042\pm 0,012$ (العراعر)، $0,026\pm 0,001$ (الزعيرة)، وبنسبة لاختبار قدرة استنجاب الحديد IC_{50} بترتيب $0,07\pm 0,003$ (اكليل الجبل)، $0,049\pm 0,001$ (الميرمية)، $0,255\pm 0,005$ (العراعر)، $0,256\pm 0,119$ (الزعيرة)، $0,068\pm 0,016$ (الحرايق).

الكلمات المفتاحية: النباتات الطبية – DPPH – ABTS – مغلي – الأنشطة المضادة للأكسدة.