

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE de TLEMCEM
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

GAOUAR ANES IBRAHIM

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Science Alimentaire

Spécialité : AGRO-ALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE

Thème

Etude de quelques activités antioxydantes des extraits
méthanoliques et éthanoliques de *Thymus ciliatus* ssp. eu-
ciliatus (Thym) -synthèse des travaux-

Encadreur	TEFIANI Choukri	MCA	Université de Tlemcen
Examinatrice	YOUCEFI Fatma	MCA	Université de Tlemcen
Examineur	AZI Nour-Eddine	MAA	Université de Tlemcen

Année universitaire 2019/2020

Sommaire

Remerciements	I
Dédicaces.....	II
Liste des tableaux.....	III
Liste des figures.....	IV
Table des matières	V
Références bibliographiques.....	VI
Annexes	VII

Remercîments

Tout d'abord, louange à « ALLAH » le tout puissant, le très miséricordieux qui m'a donné la santé, la force, le courage et l'opportunité de mener ce travail à terme.

J'adresse mes remerciements les plus chaleureux à ma famille, et tout particulièrement à mes parents. Je veux exprimer par ces quelques lignes mes remerciements, mon gratitude envers tous ceux, qui par leurs présences, leurs soutiens, leurs disponibilités et leurs conseils, m'ont permis de réaliser ce travail

Mes vifs remercîments vont aussi à Mme youcefi Fatma et M. AZZI Noueddine et pour leur gentillesse et d'avoir accepté la présidence de ce jury

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à mon professeur Mr TEFIANI qui m'a fait l'honneur de m'encadrer, je le remercie profondément pour sa gentillesse, et le temps qu'il m'a consacré et sa grande compréhension

Dédicaces

Mes pensées vont

À mes très chers parents

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien-être.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.

LISTE DES TABLEAU

Tableau 01 : Récolte, séchage et conservation des plantes (Valnet, 2001).....	6
Tableau 02 : Systématique de l'espèce <i>Thymus ciliatus</i> ssp <i>Eu-ciliatus</i>	8
Tableau 03 : Les différentes appellations de <i>Thymus</i>	9
Tableau 04 : Les principales classes de composés phénoliques (Harborne, 2013).....	14
Tableau 05 : tableau récapitulatif regroupant les rendements des différents extraits.....	33
Tableau 06 : IC50 des extraits de <i>Thymus ciliatus</i> ssp. <i>eu-ciliatus</i> du test de piégeage du radical DPPH.....	33
Tableau 07 : Les IC50 des extraits de <i>Thymus ciliatus</i> ssp. <i>eu-ciliatus</i> du test de piégeage du radical ABTS.....	34
Tableau 08 : IC50 des extraits de <i>Thymus ciliatus</i> ssp. <i>eu-ciliatus</i> du test de pouvoir chélateur.....	35

LISTE DES FIGURES

Figure 1: appareil de Soxhlet (Handa et al., 2008).....	11
Figure 2 : Un isoprène (Schore, 2004).....	12
Figure 3 : Squalène (précurseur de stéroïde) (Hopkins, 2003).....	13
Figure 4 : La structure des flavonoïdes (Hopkins, 2003).....	16
Figure 5 : Structure de base des stilbènes (trans ou cis) (Collin et Crouzet, 2011).....	17
Figure 06 : Sites production de ROS dans la chaîne de transport des électrons de la mitochondrie (Balaban et al. 2005).....	20
Figure 7 : les systèmes de défense contre les radicaux libres (Kohen et Nyska, 2002).....	24
Figure 08 : Réaction entre le radical DPPH et l'antioxydant pour former le DPPH stable (Moon & Shibamoto, 2009).....	28
Figure 09: Formation du radical ABTS*+ par un oxydant qui est le persulfate de potassium (Moon & Shibamoto, 2009).....	29
Figure 10: Structure chimique de la férrozine (Gulcin, 2012).....	31
Figure 11 : Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations des extraits méthanoliques et éthanoliques des différentes parties (feuilles et fleurs) de <i>Thymus ciliatus</i> ssp. <i>eu-ciliatus</i>	33
Figure 12: Pourcentage d'inhibition du radical libre ABTS en fonction des différentes concentrations des extraits méthanoliques et éthanoliques des différentes parties (feuilles et fleurs) de <i>Thymus ciliatus</i> ssp. <i>eu-ciliatus</i>	34
Figure 13: Pouvoir chélateur du fer en fonction des différentes concentrations des extraits méthanoliques et éthanoliques des différentes parties (feuilles et fleurs) de <i>Thymus ciliatus</i> ssp. <i>eu-ciliatus</i>	35

TABLE DES MATIERES

Introduction.....	1
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
Chapitre 1 : Les plantes médicinales, le thym et les extraits.....	4
1. Les plantes médicinales.....	4
1.1 Métabolisme secondaire.....	5
1.2. Récolte et conservation des plantes.....	7
2. Généralités sur le thym.....	7
1-1. origine et représentation géographique du thym.....	8
1-2. description botanique.....	9
I-1 Définition de l'extraction.....	9
I-2 Les méthodes d'extraction des plantes médicinales.....	9
I-2-1 La macération.....	10
I-2-2 L'infusion.....	10
I-2-3 Digestion.....	10
I-2-4 La décoction.....	10
I-2-5 La lixiviation ou percolation.....	11
I-2-6 L'extraction continue à chaud (Soxhlet).....	11
I-2-7 L'extraction par fluide supercritique.....	11
I-3 Les extraits.....	12
I-3-1 Les terpènes.....	13
I-3-2 Les stéroïdes.....	13
I-3-3 Les huiles essentielles.....	13
I-3-3-1 Définition d'une huile essentielle.....	13
I-3-3-2 La composition des huiles essentielles.....	14
I-3-3-3 Propriétés médicinales des huiles essentielles.....	14

I-3-4 Les composés phénoliques.....	14
I-3-4-1 Définition.....	15
I-3-4-2 Classification des composés phénoliques.....	15
I-3-4-2-1 Acides hydroxybenzoïques.....	15
I-3-4-2-2 Acides hydrocinnamiques.....	16
I-3-4-2-3 Flavonoïdes.....	17
I-3-4-2-4 Les tannins.....	17
I-3-4-2-5 Les lignines.....	17
I-3-4-2-6 Les stilbènes.....	18
I-3-4-2-7 Les coumarines.....	18
I-3-4-3 Propriétés biologiques des polyphénols.....	18
I-3-4-4 Extraction.....	19
I-3-5 Les alcaloïdes.....	20
Chapitre 2. Les radicaux libres, le stress oxydant et les antioxydants.....	20
1. Les radicaux libres et le stress oxydant.....	21
2- Les radicaux libres dans les systèmes biologiques.....	21
3. Activités antioxydantes des plantes médicinales.....	22
3.1. Les Antioxydants.....	22
3.2 Rôles et mode d'action des antioxydants.....	23
3.4. Mécanisme d'action des antioxydants.....	24
3.5. Les antioxydants primaires.....	24
3.6. Les antioxydants secondaires.....	24
3.7. Classification des antioxydants.....	25
3.8.a Antioxydant synthétique.....	25
3.8.b Antioxydant naturel.....	27
3.9 Utilisation des antioxydants.....	27

MATERIELS ET METHODES.....	27
II.1.2Méthodes de préparation des extraits du thym.....	27
II.2 Mesure du pouvoir antioxydant des extraits étudiés	28
II.2.1 Piégeage du radical DPPH.....	32
II.2.2Piégeage du radical ABTS*+.....	32
Résultats et discussion.....	33
Rendements.....	33
Discussion.....	36
Conclusion et perspectives.....	40

INTRODUCTION

Introduction

L'oxygène, molécule indispensable à la vie, est fortement impliqué dans l'initiation du stress oxydant caractérisé par un déséquilibre entre la production d'espèces oxygénées réactives (EOR) et la capacité du corps à les neutraliser (Boyd et al., 2003). Les EOR regroupant les radicaux libres comme l'ion super oxyde, l'ion hydroxyle, le peroxyde d'hydrogène, et produites normalement dans les cellules durant le métabolisme, sont des molécules hautement réactives, toxiques et responsables de nombreux dommages vis-à-vis des constituants cellulaires de l'organisme (Govindarajan et al., 2005 ; Codoñer-Franch et al., 2011).

En raison de l'implication des radicaux libres dans l'étiologie de diverses pathologies notamment le cancer, le diabète, les maladies cardiovasculaires, les rhumatismes, le vieillissement (Thayyil et al., 2016), des études sur les antioxydants dont l'objectif est de pallier un déficit du système de protection naturelle anti radicalaire s'avèrent nécessaires (Novelli, 1997; Halliwell, 2006; Halliwell, 2007; Ferguson, 2010; Codoñer-Franch et al., 2011; Rashid et al., 2013).

Aujourd'hui, les traitements à base de plantes reviennent au premier plan. L'efficacité des médicaments tels que les antioxydants, les polyphénols et surtout les flavonoïdes a été démontrée. Ce sont des antioxydants puissants susceptibles d'inhiber la formation des radicaux libres et de s'opposer à l'oxydation des macromolécules (Van acker et al., 1995 ; Iserin, 2001).

En effet, des ressources végétales riches en composés poly phénoliques, flavonoïdes, protéines, bêta-carotène, calcium, potassium, vitamines peuvent être utilisées pour la prévention de nombreuses pathologies (Gülçin, 2012).

Selon l'organisation mondiale de la santé (O.M.S); la médecine traditionnelle se définit comme l'ensemble de toutes les connaissances pratiques explicables ou non pour diagnostiquer ou éliminer un déséquilibre physique, mental en s'appuyant exclusivement sur l'expérience vécue et l'observation, transmises de génération en génération (oralement ou par écrit) (Adjanohoun et al., 2001).

Par ailleurs, selon l'OMS, près de 6377 espèces de plantes sont utilisées en Afrique, dont plus de 400 sont des plantes médicinales qui constituent 90% de la médecine traditionnelle. En 2004, près de 75% de la population africaine a eu recours aux plantes qui l'entourent pour se soigner et n'a pas accès aux médicaments dits modernes (Pousset, 1989).

Sachant qu'une plante peut contenir plusieurs milliers de substances différentes, on peut se rendre compte de la richesse naturelle du règne végétal (Diallo, 2005).

Dans le contexte socio-économique des pays en voie de développement, l'étude des plantes peut aboutir à l'obtention de réponses thérapeutiques adéquates et de faible prix, joignant à une efficacité scientifique prouvée et une acceptabilité culturelle optimale. La valorisation scientifique de la médecine traditionnelle doit conduire notamment à la mise au point de médicaments à base de plantes. Aujourd'hui il a été estimé que les principes actifs provenant des végétaux représentent 25% des médicaments prescrits soit un total de 120 composés d'origine naturelle provenant de 90 plantes différentes (Potterat et Hostettmann, 1995).

L'Algérie, par son aire géographique et sa diversité climatique est riche en flore naturelle, la gamme des plantes médicinales aromatiques fait partie du grand patrimoine végétal de ce pays, dont la valorisation de cette flore demeure un sujet de grande importance pour notre pays (Kerkadi et Sadouk, 2012).

Parmi ces plantes de nombreuses Lamiacées méditerranéennes sont utilisées pour les propriétés de leurs extraits (Lazarin et Couplan, 2010).

C'est dans cette optique dans le cadre de la valorisation de cette espèce médicinale que nous sommes intéressées à l'étude de l'effet des extraits éthanolique et méthanolique de *Thymus ciliatus* pour voir la capacité de la plante étudiée mais cette fois nous avons testé l'effet antioxydant l'extrait éthanolique et méthanolique (fleurs et feuilles) de ces plantes.

Ce travail comporte donc les étapes suivantes :

1. La première comprend une synthèse bibliographique composée de deux chapitres :

Un premier sur les plantes médicinales, le thym et les extraits.

Un second sur les radicaux libres, le stress oxydant et les antioxydants.

2. La deuxième partie est dédiée à l'expérimentation et elle comprend :

Un chapitre matériels et méthodes où nous avons présenté l'extraction de deux extraits éthanolique et méthanolique à partir de fleurs et des feuilles de la plante étudiée, l'évaluation du pouvoir antioxydant des extraits de cette dernière et un chapitre résultats et discussion.

En pour finir une conclusion sur les principaux résultats obtenus et les perspectives présentées pour pouvoir compléter voir améliorer cette étude.

PARTIE

BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Les plantes médicinales, le thym et les extraits

1. Les plantes médicinales

Depuis très longtemps, les plantes médicinales jouent un rôle déterminant dans la conservation de la santé des hommes et dans la survie de l'humanité ; Il ya environ 500 000 plantes sur terre dont 10 000 d'entre elles, environ, possèdent des propriétés médicinales (Iserin, 2001).

Selon la réglementation française et d'après la circulaire n°346 du 2 juillet 1979 du code de la santé publique : Une plante médicinale est " une plante présentant des propriétés médicamenteuses, sans avoir ni ne pouvant avoir aucune utilisation alimentaire, condimentaire et hygiénique ; pour les plantes présentant des propriétés autres que des propriétés médicamenteuses, elles sont considérées comme des plantes aromatiques condimentaires (Veuillot, 2001).

1.1 Métabolisme secondaire

Depuis toujours les plantes ont constitué une source majeure de médicaments grâce à la richesse de ce qu'on appelle le métabolisme secondaire : Parmi les milliers de molécules produites par ce métabolisme, l'homme sélectionne celles qui lui permettent de se défendre contre les agressions d'autres organismes vivants pathogènes et de corriger ses troubles métaboliques (Fouché et al., 2000).

La vie sur terre dépend du monde végétal. C'est par la transformation énergétique qui se réalise dans les grains (chloroplastes) des cellules chlorophylliennes des plantes vertes opérant comme de véritables laboratoires biochimiques qu'est apparu l'oxygène, et donc la vie sur terre, plaçant l'humanité sous la dépendance du monde végétal. En effet, la chlorophylle, pigment vert des plantes, aide à capter l'énergie solaire. Cette réaction appelée photosynthèse, produit des substances complexes et nutritives (amidon, protéines, voir graisses) à partir de corps très simples et incombustibles (eau, gaz carbonique de l'air, nitrates). A partir du glucose produit dans les feuilles, la plante peut synthétiser d'autres molécules appelées métabolites secondaires et notamment, parmi les 10 000 recensées à ce jour, des lipides (graisses) des huiles essentielles, des glucosides, des tanins, des vitamines, et d'autres composants actifs comme les alcaloïdes, les terpènes, les saponines...etc. Certains de ces molécules ont été synthétisés comme un élément de défense de la plante, pour l'aider à lutter contre certaines bactéries et champignons (Lucienne, 2010).

On peut classer les métabolites secondaires en différents groupes:

- les composés phénoliques: avec un groupe hydroxyle sur un cycle aromatique. Ils interviennent dans les interactions plante-plante (allélopathie, inhibition de la germination et de la croissance). On a, par exemple, la lignine, les flavonoïdes, les phénylpropanoïdes et les anthocyanes.
- les composés azotés: Ils comprennent les alcaloïdes et les glycosides (qui larguent de l'acide cyanhydrique quand les plantes sont abîmées). Ils sont synthétisés à partir d'acides aminés. On a, par exemple, la nicotine, l'atropine, la codéine et la lupinine.
 - les terpènes
 - les poly-isoprènes

Les composés aromatiques peuvent être classés en fonction de la longueur de la chaîne aliphatique liée au noyau benzénique. On distinguera :

- _ Les dérivés en C6C1 et C6C2.
- _ Les dérivés en C6C3 (phénylpropanoïdes).
- _ Les dérivés en C6 –C1 (ou C2, C3) – C6 ou dérivés « mixte ».

Les tanins, composés provenant de la polymérisation de dérivés aromatiques et les quinones (Guignard et al., 1985).

Les terpènes constituent une famille de composés largement répandus dans le règne végétal. Leur particularité structurale la plus importante est la présence dans leur squelette d'une unité isoprénique à 5 atomes de carbone (C5 H8) reconnue par Wallach dès 1887 (Lamarti et al., 1994).

1.2. Récolte et conservation des plantes

Les propriétés pharmacologiques des plantes médicinales dépendent essentiellement de la région de production, de la période de récolte, des techniques de cueillette et des modalités de conservation (Tableau 01). La connaissance de ces conditions doit toujours être présentée à l'esprit afin de garantir la qualité des produits et de protéger leur source de production. Par contre la négligence de ces données a contribué, pour beaucoup à faire tomber les plantes à plusieurs reprises, dans le discrédit (Valnet, 2001).

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

Partie de la plante	Cueillette	Séchage	Conservation
Racines		A l'air sec	A l'abri de l'humidité
Racines charnues		A 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		
Feuilles épaisses		Au soleil ou dans une serre à 30-35°C	
Bourgeons	Au début du printemps		
Fruits	Un peu avant complète maturité		

2. Généralités sur le thym

1-1. origine et représentation géographique du thym

Le genre *Thymus* est un des 220 genres les plus diversifiés de la famille des labiées, avec pour centre de diversité la partie occidentale du bassin méditerranéen (Morales, 2002).

Comme beaucoup de labiées elles sont connues pour leurs huiles essentielles aromatiques.

Le nom *Thymus* dérive du mot grec « thymos » qui signifie parfumer à cause de l'odeur agréable que la plante dégage (Pariente, 2001).

Le thym est distribué dans le vieux continent et dans la région macaronisienne (les Canaries, Madère et les Açores) passant par les régions arides de l'Asie occidentale jusqu'à l'Himalaya. Il est abondant dans les régions semi arides et dans le nord, il pousse en Sibérie et en Europe nordique (Sthal-Biskup, 2002).

Le genre *thymus* est inclus dans les continents Euro-Asiatiques, la partie nord-ouest de l'Afrique (Maroc, Tunisie, Algérie et Libye) ainsi que dans les montagnes d'Éthiopie, les montagnes d'Arabie du Sud ouest et dans la péninsule de Sinaï (Morales, 1986).

Le thymus a une odeur forte, aromatique très agréable, une saveur amère et chaude avec des variations en fonction de la race chimique. Il préfère les sols calcaires (Garnier et al, 1961).

Le *Thymus ciliatus* est une plante médicinale et aromatique connue Depuis l'oligocène qui contient une vaste famille d'angiospermes regroupent surtout des plantes herbacées et sous arbustives. Elle se présente en touffes compactes aux tiges ligneuses très ramifiées et dressées. Nous retrouvons cette espèce végétale autour du bassin méditerranéen et dans le nord de l'Algérie. Elle est rencontrée fréquemment dans les pelouses, les rocailles et dans toutes les régions montagneuses (Quezel et Santa, 1963).

Le *Thymus ciliatus* est présent autour du bassin méditerranéen. Il est fréquent dans le nord algérien dans la wilaya de Tlemcen et est rencontré de façon anarchique de part et d'autre des routes, dans les broussailles et pelouses et dans les montagnes. Il est commun dans les montagnes d'Algérie et signale que le thym est lié à *Quercus ulex* (Alcaraz, 1991).

1-2.description botanique

Les thymus (*thymus*) sont des plantes basses sous ligneuses, pouvant atteindre 40 cm de hauteur. Ils possèdent de petites feuilles recourbées sur les bords de couleur verte foncée, et qui sont recouvertes de poils et de glandes (appelés trichomes). Les trichomes contiennent l'H.E majoritairement composée de monoterpènes. Les calices et les jeunes tiges sont aussi

couvertes de ces structures qui libèrent l'essence par simple contact, bien qu'en plus 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).

□ Appareil végétatif

a) Racine : Système racinaire pivotant étalé. La multiplication se fait par rhizome.

b) Tige : Très ramifiée et ligneuse en sa partie inférieure.

c) Feuilles : *Thymus ciliatus* présente de nombreuses petites feuilles florales peu dilatées et opposées, sans stipules courtement pétiolées, oblongues, glabres, mais généralement ciliées à la base, un peu enroulées sur les bords colorées par un vert (Quezel et Santa, 1963).

□ Appareil reproducteur

a) fleur : Très grande, rouge ou violacée, dépassent 1 cm de long (Quezel et Santa, 1963).

- Corolle : nettement bilabée.
- Androcée : à quatre étamines didyname.
- Gynécée : à deux carpelles soudés avec fausse cloison et style bifide gynobasique.
- Ovale : anatrophe.

b)-Fruit : C'est un tétrakène lisse, reste longtemps au calice desséché (Guy Deysson, 1967).

c)-Graine : Exalbuminée

1-3.Systématique et classification de *Thymus ciliatus*

L'identification du genre *Thymus* est assez difficile cela revient à la variabilité de l'espèce et ses hybrides (Quezel et Santa, 1963).

Le tableau 2 nous donne une idée sur la systématique de *thymus ciliatus* ssp *Eu -ciliatus*.

Tableau 2 : Systématique de l'espèce *Thymus ciliatus* ssp *Eu-ciliatus*.

UNITES TAXONOMIQUE	CLASSIFICATION
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
Tribu	Saturiés
Genre	<i>Thymus</i>
Espèce	<i>Ciliatus</i>
Genre-espèce	<i>Thymus ciliatus</i>
ssp	Eu -ciliatus

A coté de *Thymus ciliatus*, Quezel et Santa (1963) citent onze autres espèces existant en Algérie et appartenant au genre *Thymus*.

<i>T.capitatus</i>	<i>T.fontanesii</i>
<i>T.pallidus</i>	<i>T.guyonii</i>
<i>T.dreatensis</i>	<i>T.gladulosus</i>
<i>T.hirtus</i>	<i>T.algeriensis</i>
<i>T.commutatus</i>	<i>T.lanceolatus</i>
<i>T.numidicus</i>	

Le tableau 3 cite les différentes appellations de *Thymus*.

Tableau 3 : Les différentes appellations de *Thymus*.

Nom vulgaire	Thym/Djertil
Nom arabe	Zaater
Nom anglais	Headed Thyme
Nom berbère	Azoukni

I-1 Définition de l'extraction

L'extraction se définit comme une opération de séparation d'un ou plusieurs constituants solide ou liquide contenus dans un corps solide par solubilisation dans un fluide. Ce fluide,

appelé généralement solvant, peut être un liquide ou un gaz (vapeur d'eau ou fluides supercritiques) (El kalamouni, 2010).

I-2 Les méthodes d'extraction des plantes médicinales

I-2-1 La macération

La macération est préparée en plaçant la matière végétale avec la totalité du solvant d'extraction dans un récipient fermé, et en laissant reposer quelques jours, en le secouant de temps à autre. Le contenu est alors filtré avant de presser le marc. Les extraits liquides ainsi obtenus sont mélangés. La préparation est clarifiée par précipitation ou filtration. Dans la méthode traditionnelle, la précipitation suivie de décantation est plus courante (Sofowora, 2010).

Le liquide de macération peut être de l'eau, de l'alcool, du vin, du vinaigre. Pour l'eau, les plantes sont versées dans le liquide froid ou tiède pendant quelques heures (généralement 10 à 12 heures), les macérations à l'eau ne doivent pas dépasser une douzaine d'heures par risque d'oxydation et de fermentation du liquide.

Pour les autres solvants par exemple l'alcool, le vin, le vinaigre, l'huile, cette macération peut se prolonger plusieurs jours sans inconvénient (Pierre et Lys, 2007).

I-2-2 L'infusion

L'infusion consiste à verser les plantes dans de l'eau bouillante, un temps plus ou moins long (de trois à dix minutes). Généralement on réserve cette méthode aux fleurs fragiles, aux plantes fortement aromatiques et aux graines mucilagineuses (Pierre et Lys, 2007).

I-2-3 Digestion

Cette méthode consiste à maintenir une plante dans un liquide à une température bien déterminée pendant un temps plus ou moins long, sans le faire bouillir. On peut le faire au bain-marie ou au soleil. Cette dernière méthode était appelée autrefois, l'insolation (Pierre et Lys, 2007).

I-2-4 La décoction

La décoction consiste à faire bouillir les plantes ; habituellement cette méthode s'applique aux écorces, racines, tiges, fruits. En général, le temps d'ébullition est de 10 à 30 min (Létard et al., 2015).

I-2-5 La lixiviation ou percolation

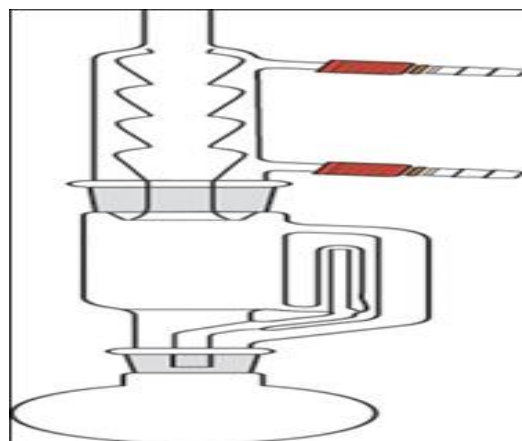
Le principe de cette méthode d'extraction consiste, dans un premier temps, à imbiber l'alcool éthylique (macération) la drogue sèche réduite en poudre, puis, dans un deuxième temps, à laisser l'alcool s'écouler à travers cette poudre (lixiviation). Le titre de l'alcool utilisé est choisi en fonction de la nature des principes actifs à extraire et de l'organe de plante considéré (il varie en général de 70 à 90%). (Chaumont et Millet-Clerc, 2011).

I-2-6 L'extraction continue à chaud (Soxhlet)

Dans cette méthode, la substance brute moulu est placé dans un sac poreux composées d'un papier filtre, qui est placé dans la chambre de l'appareil de Soxhlet (Handa et al., 2008).

Les appareils pour l'extraction Soxhlet est composé d'un réservoir de solvant d'extraction, de corps, d'une bouilloire et d'une source de chaleur refroidi par eau à reflux. L'extraction Soxhlet utilise toute une gamme de solvants organiques pour éliminer les matières organiques principalement des matrices solides (Handa et al., 2008).

Figure 1: appareil de Soxhlet (Handa et al., 2008)



I-2-7 L'extraction par fluide supercritique

Selon Martinez (2007) Le processus d'extraction par fluide supercritique se compose de deux étapes : extraction des composants solubles dans un solvant supercritique et séparation de l'extrait des solutés de solvants. L'extraction peut être appliquée à un solide, liquide, ou matrice visqueuse. Basée sur l'objectif de l'extraction, deux scénarios différents peuvent être considérés :

- 1- Séparation de l'opérateur. Dans ce cas, la matière de l'alimentation constitue le produit final après les molécules indésirables sont supprimés.
- 2- Séparation de matériel d'extraction. Le composé extrait de la matière de l'alimentation constitue le produit final. Par exemple, HE ou l'extraction des antioxydants.

I-3 Les extraits

Les plantes médicinales fournissent les matières premières pour l'industrie pharmaceutique. En effet, environ 25% des médicaments d'ordonnance délivrés aux États-Unis contiennent au moins un ingrédient actif dérivé de matière végétale (Ahmad et al., 2012).

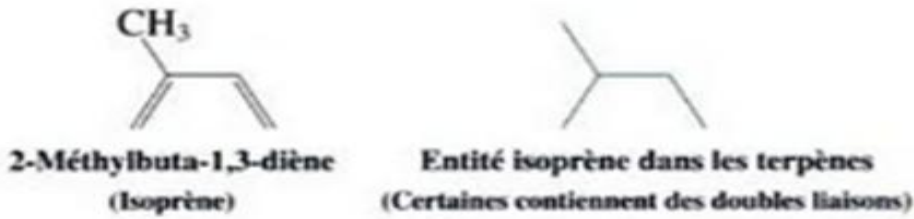
Les extraits sont des substances de consistance fluide, semi-solide, ou solide, résultant de l'évaporation soit d'un suc de plante, soit d'une solution extractive obtenue en traitant les matières premières végétales par un solvant approprié.

Le supplément 1976 du Codex précise : « Chaque extrait est défini par son mode préparation, la nature du solvant d'extraction, l'identification de certains composants, la teneur éventuelle en principes actifs, la perte à la dessiccation ou le résidu sec. » (Duraffourd et Lapraz, 2002).

I-3-1 Les terpènes

Dans les plantes, les terpènes sont biosynthétisés à la suite du couplage d'au moins deux entités moléculaires à cinq atomes de carbone. La structure de ces entités ressemble à celle du 2-méthylbuta-1,3-diène (isoprène), de sorte qu'elles sont appelées des entités isoprène. Selon le nombre d'entités isoprène qui sont incorporées dans leur structure, les terpènes sont subdivisés en monoterpènes (C10), sesquiterpènes (C15) et diterpènes (C20) (Schore, 2004).

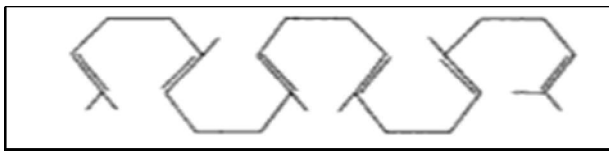
Figure 2 : Un isoprène (Schore, 2004).



I-3-2 Les stéroïdes :

Les stéroïdes sont des triterpènes tétracycliques. Ils sont synthétisés à partir triterpène acyclique, le squalène bien qu'ils soient généralement modifiés et qu'ils possèdent moins de 30 atomes de carbone. Les stéroïdes qui possèdent un groupement alcool, ce qui est le cas chez pratiquement toutes les plantes, sont appelés stérols (Hopkins, 2003).

Figure 3 : Squalène (précurseur de stéroïde) (Hopkins, 2003).



I-3-3 Les huiles essentielles

I-3-3-1 Définition d'une huile essentielle

Une huile essentielle est un mélange de substances odorantes, liquides en général, assez volatiles et très peu solubles dans l'eau (Miguel, 2010).

I-3-3-2 La composition des huiles essentielles

Pour une même espèce, la composition varie en fonction du climat, de l'origine géographique, du mode de culture, de la saison, de la récolte, de la partie de la plante utilisée, du matériel et des techniques employées pour la préparation (Duraffourd et Lapraz, 2002). Les principaux constituants des huiles essentielles sont des hydrocarbures ou terpènes (aliphatiques, alicycliques, aromatiques) substances grasses, intimement associées aux fonctions biologiques des organismes vivants, et plusieurs corps oxygénés aux propriétés chimiques diverses (alcools, aldéhydes cétones, phénols, esters, acides organiques, coumarines, etc...) (Bardeau, 2009).

I-3-3-3 Propriétés médicinales des huiles essentielles

Les huiles essentielles ont de nombreuses propriétés médicinales, susceptibles de répondre à tous les besoins des êtres humains. Elles sont antiseptiques, antibactériennes, anti-infectieuses et cicatrisantes, même si chacune possède ses propres vertus.

Elles peuvent souvent remplacer les antibiotiques, et sont extrêmement efficaces pour combattre certaines infections pulmonaires, intestinales, cutanées ou urinaires. Les huiles essentielles ont une double action : elles combattent les germes pathogènes sans détruire les tissus sains ; elles assainissent et modifient si nécessaire le «terrain» de l'individu traité (Buronzo, 2008).

I-3-4 Les composés phénoliques

I-3-4-1 Définition

Les polyphénols (environ de 8000 composés connus) représentent un groupe de métabolites secondaires complexe, exclusivement synthétisés dans le règne végétal (Collin et Crouzet, 2011).

Les polyphénols représentent un ensemble de plusieurs milliers de dérivés que l'on retrouve en quantités assez importantes dans les plantes supérieures où elles exerceraient un rôle de défense contre le rayonnement ultra-violet et les agressions par des pathogènes, notamment en vertu des propriétés antioxydantes (Roberfroid, 2008).

I-3-4-2 Classification des composés phénoliques

Selon Macheix et al., (2005), les composés phénoliques peuvent être regroupés en de nombreuses classes (voir le tab.) qui se différencient d'abord par la complexité du squelette de base (allant d'un simple C6 à des formes très polymérisées), ensuite par le degré de modifications de ce squelette (degré d'oxydation, d'hydroxylation, de méthylation...), enfin par les liaisons possibles de ces molécules de bases avec d'autres molécules (glucides, lipides, protéines, autres métabolites secondaires pouvant être ou non des composés phénoliques...).

Tableau 04 : Les principales classes de composés phénoliques (Harborne, 2013).

Squelette carboné	Classe	Exemple	Origine (exemple)
C ₆	Phénols simples	Catéchol	
C ₆ -C ₁	Acides hydroxybenzoïques	<i>p</i> -Hydroxybenzoïque	Epices, fraise
C ₆ -C ₃	Acides hydroxycinnamiques Coumarines	Acides caféique, férulique Scopolétine, esculétine	Pomme de terre, pomme Citrus
C ₆ -C ₄	Naphtoquinones	Juglone	Noix
C ₆ -C ₂ -C ₆	Stilbènes	Resvératrol	Vigne
C ₆ -C ₃ -C ₆	Flavonoïdes <ul style="list-style-type: none"> • Flavonols • Anthocyanes • Flavanols • Flavanones Isoflavonoïdes	Kaempférol, quercétine Cyanidine, pélargonidine Catéchine, épicatechine Naringénine Daidzéine	Fruits, légumes, fleurs Fleurs, fruits rouges Pomme, raison Citrus Soja, pois
(C ₆ -C ₃) ₂	Lignanes	Pinorésinol	Pin
(C ₆ -C ₃) _n	Lignines		Bois, noyau des fruits
(C ₁₅) _n	Tannins		Raisin rouge, kaki

I-3-4-2-1 Acides hydroxybenzoïques

Les acides hydroxybenzoïques (*p*-hydroxybenzoïque, protocatéchique, vanillique, gallique, syringique, salicyclique, gentisique...) sont dérivés de l'acide benzoïque et ont une formule de base de type C₆-C₁. Ils ont particulièrement bien représentés chez les

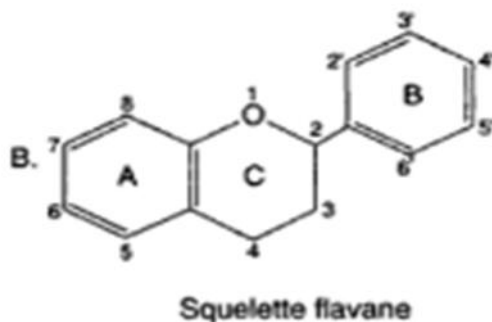
Gymnospermes et les Angiospermes d'où ils sont souvent libérés après hydrolyse alcaline du matériel végétal, en particulier de la lignine et de certains tannins (Macheix et al., 2005).

I-3-4-2-2 Acides hydrocinnamiques

Les acides hydrocinnamiques représentent une classe très importante dont la structure de base (C6-C3) dérive de celle de l'acide cinnamique. Ils sont obtenus par la réduction de l'acide cinnamique avec diimide (HN=NH) (Macheix et al., 2005).

I-3-4-2-3 Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des dérivés du phénylpropane avec une composition de base C6-C3-C6. Le squelette original du groupe est une flavone, dans laquelle la liaison C3 a formé un noyau hétérocyclique pyrane. Dans la flavone le noyau hétérocyclique est totalement réduit. Il existe environ douze groupes connus de flavonoïdes qui ne diffèrent les uns des autres que par l'état d'oxydation de ce noyau hétérocyclique. Les caractères qui permettent d'identifier les trois principaux groupes de flavonoïdes, les flavones, les flavonols et les anthocyanidines sont décrits dans la fig. 4. De plus tous les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle en 5 et 7 ou dans certains cas une substitution d'un groupement méthoxy sur le noyau A (Hopkins, 2003).



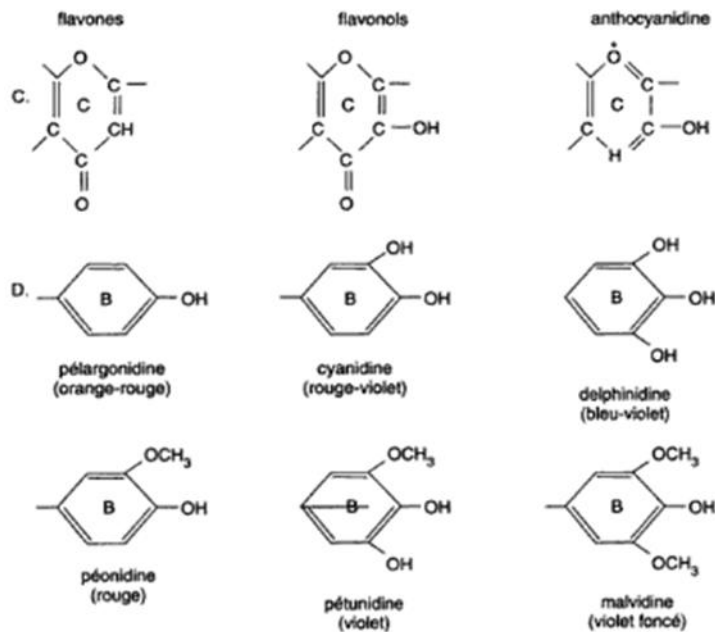


Figure 4 : La structure des flavonoïdes (Hopkins, 2003).

I-3-4-2-4 Les tannins

Les tannins sont des polyphénols à haut poids moléculaires (de 500 à 20000 daltons), on les trouve chez les plantes vasculaires (Sauvion et al., 2013). Ils sont divisés en deux groupes :

- Les tannins condensés ou catéchiques, dans lesquels les noyaux phénoliques sont liés dans les molécules, par les valences du carbone et non plus par l'intermédiaire des atomes d'oxygène (Clifford, 2000).

- Les tannins hydrolysables (TH) sont des esters d'acides phénoliques (acide gallique ou ellagique) associés à un polyol (habituellement le glucose) (Clifford, 2000). Ils sont divisés en ellagitannins et gallotannins (Vivas de Gaulejac, 2001).

I-3-4-2-5 Les lignines

Les lignines sont naturellement présentes dans les plantes supérieures. Le terme de lignine désigne habituellement des composés dont le squelette résulte de l'établissement d'une liaison entre les carbones β des chaînes latérales de deux unités dérivées du I-phénylpropane (liaison 8-8'). On dit aussi que ce sont des dimères d'alcools ou d'acides cinnamiques (Bruneton, 2009).

I-3-4-2-6 Les stilbènes

La structure chimique de base des stilbènes est composée de deux cycles aromatiques joints par un pont méthylène. Les deux formes isomères des stilbènes (cis et trans) ont des propriétés chimiques et biologiques différentes. Des inter-conversions trans/cis sont observées en de chaleur ou de rayonnements UV (Hart, 1981).

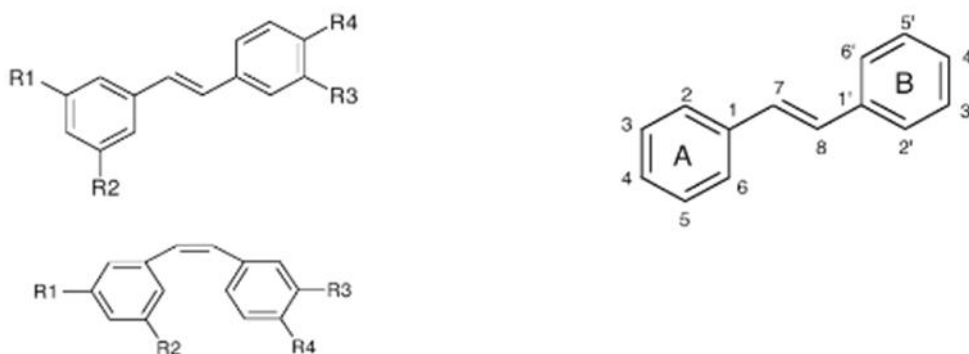


Figure 5 : Structure de base des stilbènes (trans ou cis) (Collin et Crouzet, 2011).

I-3-4-2-7 Les coumarines

Présentes dans de nombreux végétaux, les coumarines ont une structure de base (C6-C3) dérivant des acides ortho-hydrocinnamiques, Elles sont produites en grandes quantité en réponse à une attaque biotique ou abiotique et semblent constituer un moyen de défense de type phytoalexique (Vivas de Gaulejac, 2001).

I-3-4-3 Propriétés biologiques des polyphénols

Les polyphénols peuvent réagir avec les espèces réactives de l'oxygène (anion superoxyde O₂⁻, radical hydroxyle OH) pour produire des radicaux phénoxy stables. Ils peuvent aussi agir comme des antioxydants grâce à leur capacité à complexer les ions métalliques (Buggey, 2001). Parmi les polyphénols existants Les flavan-3-ols sont réputés d'être des antioxydants très puissants (Wang et al., 2000).

Les flavonols et les flavanoïdes sont à l'origine d'un effet cardioprotecteur via leurs antioxydants (protection contre l'oxydation des LDLs), l'inhibition de l'activité plaquettaire et leurs propriétés vasodilatatrices (Prior & Cao, 1999; Santos-Buelga et Scalbert, 2000).

Les flavonoïdes pourraient réduire le risque de cancer, bien que certaines activités procarcinogènes aient également été signalées (Prior & Cao, 1999; Santos-Buelga et Scalbert, 2000).

D'un autre point de vue les stilbènes sont connus depuis longtemps pour leurs propriétés anti-fongiques. Le trans-resvératrol, par exemple, inhibe la germination de solutions de conidies de *Botrytis cinerea* à des concentration entre 60 (25% d'inhibition) et 160 mg/L (100% d'inhibition) (Jeandet et al., 2002).

I-3-4-4 Extraction

L'extraction est la première étape de l'isolement des composés phénoliques, il est donc très important de choisir une procédure d'extraction efficace et les conditions qui permettront d'optimiser le rendement d'extraction et de maintenir la stabilité des composés phénoliques. La méthode la plus commune d'extraction des polyphénols des graines est celle des solvants organiques polaires, qui détruisent les membranes des cellules et permet de dissoudre les polyphénols. Les polyphénols libres et liées peuvent être extraites en solution alcaline suivie par une acidification, une déshydratation et une solubilisation (Krygier et al., 1982).

I-3-5 Les alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des molécules organiques hétérocycliques azotées et sont distribués de façon spécifique en fonction du statut taxonomique des plantes. Ils sont surtout présents chez les Angiospermes (plantes à fleurs) et rarement rencontrés chez les Gymnospermes (les conifères) et les cryptogames (les fougères) (Sauvion et al., 2013). Les alcaloïdes sont généralement classés en fonction de la nature du cycle qui prédomine dans la molécule. Cependant malgré leur structure extrêmement variée, les alcaloïdes proviennent d'un petit nombre de précurseurs simples (Hopkins, 2003). Les alcaloïdes ont d'importantes activités biologiques, dont beaucoup ont des propriétés médicinales et sont utilisés dans le traitement de maladies humaines (Sauvion et al., 2013).

Chapitre 2. Les radicaux libres, le stress oxydant et les antioxydants

1. Les radicaux libres et le stress oxydant

L'oxygène est un élément essentiel pour les organismes multicellulaires parce qu'il permet de produire de l'énergie en oxydant de la matière organique. Mais nos cellules convertissent une partie de cet oxygène en métabolites toxiques: les radicaux libres organiques (Lesgards, 2000). Un radical libre est une espèce, atome ou molécule, contenant un électron non apparié. Ce déséquilibre n'est que transitoire et il est comblé soit par l'acceptation d'un autre électron soit par le transfert de cet électron libre sur une autre molécule. Ces espèces radicalaires très instables et très réactives sont produites d'une manière continue au sein de notre organisme, dans le cadre de nombreux phénomènes biologiques. Par exemple, lors de la respiration cellulaire, l'oxygène moléculaire se transforme en diverses substances oxygénées, communément appelées radicaux libres de l'oxygène ou espèces réactives oxygénées (Figure) (Reactive Oxygen Species:ROS) (Gutteridge, 1993).

Dans certaines situations, cette production augmente fortement, entraînant un stress oxydatif que l'on définit comme un déséquilibre entre la production et la destruction de ces espèces (Gutteridge, 1993). Ce déséquilibre est à l'origine de nombreux facteurs, notamment les polluants présents dans l'air que nous respirons et l'eau et les aliments que nous consommons. Les rayons ultraviolets du soleil, d'autres radiations, la fumée de tabac et l'exercice excessif sont également des facteurs qui augmentent considérablement la présence des radicaux libres dans notre système (Favier, 2003). En raison de leur capacité à endommager les cellules, les tissus et les organes, les espèces réactives de l'oxygène sont impliquées dans un grand nombre de pathologies, tant aiguës que chroniques (Gutteridge, 1993).

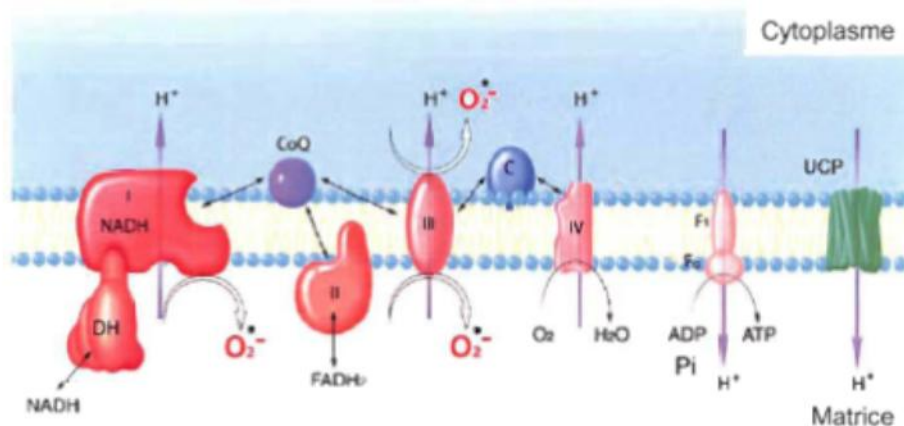


Figure06 : Sites production de ROS dans la chaîne de transport des électrons de la mitochondrie (Balaban et al. 2005).

2- Les radicaux libres dans les systèmes biologiques

Parmi toutes les espèces susceptibles de se produire dans les cellules, il convient de distinguer un ensemble restreint de ces composés qui jouent un rôle particulier en physiologie et que nous appellerons radicaux primaires. Les autres radicaux libres, dits radicaux secondaires, se forment par réaction de ces radicaux primaires sur les composés biochimiques de la cellule. Les radicaux primaires dérivent de l'oxygène par des réductions à un électron tel l'anion superoxyde $O_2^{\bullet-}$ et le radical hydroxyle OH^{\bullet} , ou de l'azote tel le monoxyde d'azote NO^{\bullet} . D'autres espèces dérivées de l'oxygène tel que l'oxygène singulet 1O_2 , le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) ou le nitroperoxyde ($ONOOH$) peuvent être des précurseurs de radicaux libres. L'ensemble des radicaux libres et de leurs précurseurs est souvent appelé espèces réactives de l'oxygène (Favier, 2003).

Les radicaux libres sont principalement produits par des sources endogènes, telles que les chaînes de transport d'électron, les peroxysomes et le système de cytochrome P-450. Ces radicaux sont responsables de l'altération de l'ADN, du vieillissement cellulaire qui est à la base de certaines maladies comme l'athérosclérose, le cancer, maladie d'Alzheimer ou la maladie de Parkinson (Favier, 2003).

3. Activités antioxydantes des plantes médicinales

Au cours dernière années, le monde des sciences biologiques et médicinales est envahi par un nouveau concept, celui du « stress oxydant », c'est-à-dire d'une situation où la cellule ne contrôle plus la présence excessive de radicaux oxygénés toxique, situation qui conduit à un trouble dans la cellule et par conséquent un nombre assez important de maladies humaines (Favier, 2003).

Les activités antioxydantes ont été étudiées dans le domaine de la nutrition (mettre les antioxydants sous la forme de suppléments ou d'additifs alimentaire). L'activité antioxydante est souvent évaluée soit par les tests d'inhibition de la peroxydation des lipides (méthode in vitro), soit par le piégeage des radicaux libres d'ABTS ou de DPPH (Re et al., 1999), soit par la réduction des phospho-molybdates par les oxydants (Prieto et al., 1999).

3.1. Les Antioxydants

Le stress oxydative a été relié à plusieurs problèmes de santé comme l'artériosclérose, le cancer, la maladie d'Alzheimer, maladie de Parkinson, le diabète et l'asthme (Edris, 2007). La balance cellulaire des radicaux libres est maintenue par différents antioxydants (Raut & Karuppaiyil, 2014).

Le pouvoir antioxydant des molécules peut être évalué soit *in vivo*, sur des organismes vivants, soit *in vitro*, en utilisant des tests qui miment le phénomène physiologique (Alam et al., 2013).

Pour la stabilité des aliments, les antioxydants sont capables de minimiser efficacement les rancissements, retarder la peroxydation lipidique, sans effet sur les propriétés sensorielle et nutritionnelle du produit alimentaire. Ils permettent le maintien de la qualité et d'augmenter la durée de conservation du produit (Bouhadjra, 2011)

En outre, l'antioxydant alimentaire idéal, doit être soluble, efficace à faible dose, non toxique, n'entraîne ni coloration, ni odeur, ni saveur indésirable à l'aliment, résistant aux processus technologiques de fabrication et stable dans le produit fini durant la conservation (Bouhadjra, 2011).

•3.2. Définition d'antioxydant

C'est toute substance qui lorsqu'elle est présente en faible concentration comparée à celle du substrat oxydable (capables de minimiser efficacement les rancissements), retarde la peroxydation lipidique ou prévient de manière significative l'oxydation de ce substrat par la libération d'un ou plusieurs électrons. Lorsque les espèces réactives de l'oxygène sont générées *in vivo*, de nombreux antioxydants interviennent (Prior et Cao, 1999 ; Moon & Shibamoto, 2009). Dans la matrice alimentaire les antioxydants permettent le maintien de la qualité et d'augmenter la durée de conservation du produit (Miguel, 2010). En outre, l'antioxydant alimentaire idéal, doit être soluble dans les graisses, efficace à faible dose, et non toxique, n'entraîne ni coloration, ni odeur, ni saveur indésirable, résistant aux processus technologiques et doit être stable dans le produit fini (Poknory et al., 2001).

3.2 Rôles et mode d'action des antioxydants

Selon Boubacar (2008), les antioxydants réagissent avec les radicaux libres et les rendent ainsi inoffensifs. Si l'équilibre entre les radicaux libres et les antioxydants sont perturbés, les radicaux libres peuvent alors causer des dommages à l'organisme. On parle de stress oxydant. Les antioxydants ont divers modes d'action dont parmi :

- Empêcher l'oxydation d'un autre substrat en s'oxydant plus rapidement que celui-ci et en le préservant ainsi de l'oxydation ;
- Arrêter la réaction en chaîne qui préside la multiplication des radicaux libres ;

- le superoxyde dismutase (SOD) transforme l'anion superoxyde en peroxyde d'hydrogène qui sous l'action du catalase donne de l'oxygène (O₂) et de l'eau (H₂O) ;
- le glutathion peroxydase (ghspx) est une enzyme qui détruit les peroxydes lipidiques. Il réagit avec le radical d'acide gras avant que celui-ci ne puisse réagir avec un nouvel acide gras et déclencher une réaction en chaîne oxydante ;
- d'autres antioxydants absorbent l'énergie excédentaire de l'oxygène singlet pour la transformer en chaleur par exemple : la bêta carotène et le lycopène.

3.4. Mécanisme d'action des antioxydants

Pour évaluer l'activité antioxydante, in vitro, des aliments, extraits naturels et antioxydants commerciales, différentes méthodes ont été développées (Alam et al., 2013). Ces méthodes impliquent le mélange d'espèces oxydantes, tels que des radicaux libres ou des complexes métalliques oxydés, avec un échantillon qui contient des antioxydants capables d'inhiber la génération formation de radicaux libres.

L'antioxydant peut agir sous différents mécanismes comme le piégeage des radicaux libres, par la décomposition des radicaux libres et par la chélation des ions métalliques (Cam, et al., 2009).

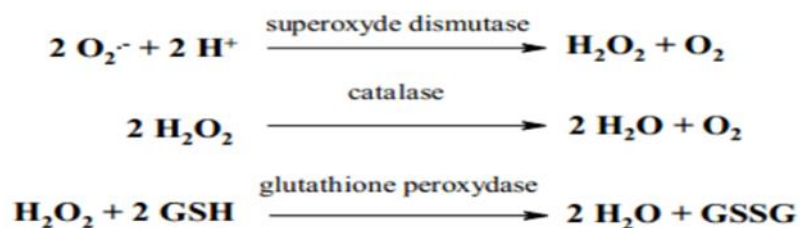
D'une manière générale, un antioxydant peut empêcher l'oxydation d'un autre substrat en s'oxydant lui-même plus rapidement que celui-ci (bouhadjra, 2011). Ces antioxydants peuvent agir selon trois mécanismes majeurs, par transfert d'atome d'hydrogène, par transfert d'électron ou bien par inhibition d'enzymes d'oxydations (Miguel, 2010). En plus leurs radicaux intermédiaires sont relativement stables du fait de la délocalisation par résonance et par manque de positions appropriées pour être attaqué par l'oxygène moléculaire (bouhadjra, 2011).

Les antioxydants sont en fait des agents de prévention, ils bloquent l'initiation en complexant les catalyseurs, en réagissant avec l'oxygène, ou des agents de terminaison capables de dévier ou de piéger les radicaux libres, ils agissent en formant des produits finis non radicalaires. D'autres en interrompant la réaction en chaîne de peroxydation, en réagissant rapidement avec un radical d'acide gras avant que celui-ci ne puissent réagir avec un nouvel acide gras. Tandis que d'autres antioxydants absorbent l'énergie excédentaire de l'oxygène singlet pour la transformer en chaleur (bouhadjra 2011).

Ainsi, compte tenu des différents facteurs impliqués, tels que les propriétés physico-chimiques des molécules, il est recommandé d'utiliser plusieurs tests pour confirmer une activité antioxydante (Prior et al., 2005 ; Miguel, 2010 ; Alam et al., 2013).

3.5. Les antioxydants primaires

La cellule est pourvue d'enzymes antioxydants qui sont des systèmes de défense très efficaces. Cette ligne de défense est constituée de superoxyde dismutase, de catalase et de peroxydase (glutathion et ascorbate) (Favier, 2006). Selon cet auteur, ces enzymes antioxydants permettent l'élimination des radicaux libres primaires, selon les réactions suivantes :



De ce fait elles préviennent la formation de radicaux libres organiques à partir des lipides membranaires notamment et contribuent donc à la protection des membranes de la peroxydât ion lipidique (Dacosta, 2003) .

3.6. Les antioxydants secondaires

Ce sont des molécules exogènes. Contrairement aux enzymes antioxydants, une molécule d'antioxydant piège un seul radical libre. Pour pouvoir fonctionner à nouveau, cette molécule d'antioxydant doit donc être régénérée par d'autres systèmes (Figure 8) (Dacosta, 2003).

Plusieurs substances pouvant agir en tant qu'antioxydants in vivo ont été proposés. Elles incluent : la vitamine E, l'acide ascorbique, le β - carotène, les flavonoïdes, les composés phénoliques,...etc. (Kohen et Nyska, 2002)

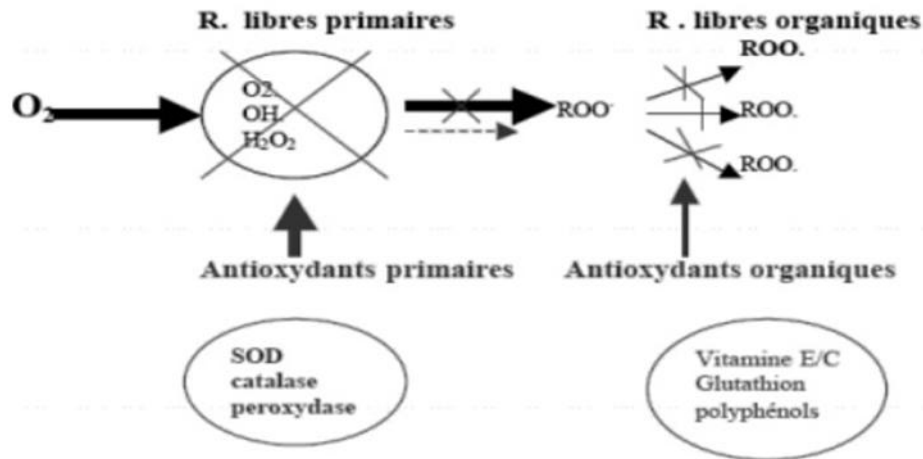


Figure 7 : les systèmes de défense contre les radicaux libres (Kohen et Nyska, 2002).

3.7. Classification des antioxydants

Selon Hellal (2011), les antioxydants sont classés dans trois catégories différentes :

- Les antioxydants synthétiques.
- Les substances synergiques.
- Les antioxydants d'origine végétale.

3.8. Types d'antioxydants

Ils sont classés selon leur origine en antioxydants naturels ou synthétiques :

3.8.a Antioxydant synthétique

Au niveau de l'industrie alimentaire, les antioxydants synthétiques, tels que le butylhydroxytoluène (BHT), la gallate propylée (PG) et le tetra-butylhydroquinone (TBHQ), le butylhydroxyanisole (BHA), sont les plus utilisés pour cause de leurs efficacités et pour le cout qui est moins chers que les antioxydants naturels. cependant, leur sécurité est très discutée car ils génèrent un besoin de recherche comme matières de substitution d'après des sources naturelles comme antioxydants de la nourriture (Lisu et al., 2003).

3.8.b Antioxydant naturel

Beaucoup des substances peuvent agir en tant qu'antioxydant in vivo. Elles incluent le bêtacarotène, les flavonoïdes, l'albumine, l'acide urique, les œstrogènes, les polyamines, l'acide ascorbique, les composés phénoliques, la vitamine E, etc. Elles peuvent stabiliser les

membranes en diminuant leur perméabilité et elles ont également une capacité de lier les acides gras libres (Svoboda et Ampson, 1999 ; Mohammedi, 2006).

3.9 Utilisation des antioxydants

Selon Bouhadjra (2011) et Hellal (2011) les antioxydants peuvent être utilisés dans :

- l'industrie agro-alimentaire : pour éviter le rancissement des corps gras.
- l'industrie chimique : pour éviter le durcissement du caoutchouc ou en métallurgie pour protéger les métaux de l'oxydation.
- l'industrie teinturerie : pour éviter l'oxydation des colorants au soufre ou des colorants de cuve lors de la teinture.

MATERIELS ET METHODES

MATERIELS ET METHODES

II.1.2 Méthodes de préparation des extraits du thym

Les feuilles et les fleurs de la lavande ont été utilisées dans la préparation des extraits éthanoliques et méthanoliques par macération selon la méthode décrite par Haddouchi et al. (2014).

10g des différentes parties étudiés (fleurs, feuilles et tiges) du thym ont été mis dans 100ml de solvant (éthanol et méthanol). Après avoir scellé le bécher avec de la parafilm pour éviter l'évaporation du solvant, nous avons mis l'ensemble plante + solvant sous agitation pendant 24 heures. Après l'étape de l'agitation, nous avons filtré le solvant pour se débarrasser des solides, puis un séchage de cet extrait s'est révélé nécessaire pour mesurer le rendement de l'extrait obtenu. Une fois sec, la totalité de l'extrait a été transféré dans un tube à Eppendorf ou 2ml du solvant utilisé en extraction ont été ajoutés. Ensuite une série de dilutions (allant du 1/2 jusqu'à 1/1024 fois) a été réalisée pour chaque solution mère (fleur-éthanol, feuilles-éthanol, fleur-méthanol, feuilles-méthanol).

II.2 Mesure du pouvoir antioxydant des extraits étudiés :

La tendance antioxydante des extraits étudiés a été estimée dans ces activités par une série de 03 tests visant la détermination du piégeage du radical de l'acide 2,2-azino-bis-3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique (ABTS.+), du piégeage du radical 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH.), et du pouvoir chélateur des ions ferriques.

II.2.1 Piégeage du radical DPPH.

La méthode de piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazil) est la plus simple à accomplir *in vitro*. Le DPPH est raisonnablement employé pour évaluer le balayage de divers produits naturels et considéré comme un composé modèle pour les radicaux libres produits dans la peroxydation lipidique (Sanchez-Moreno et al., 1998).

□ Principe

A température ambiante, le radical DPPH présente, en solution alcoolique, une intense coloration violette qui disparaît en présence d'une substance donneuse de protons (Figure 08). Cette décoloration met en évidence le pouvoir antioxydant d'un échantillon par son aptitude à piéger le radical libre et se traduit par une diminution de l'absorbance à la longueur d'onde de 517 nm (Moon & Shibamoto, 2009).

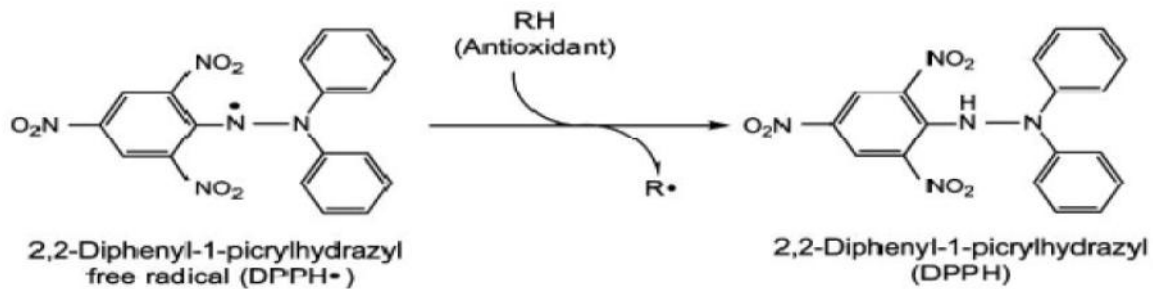


Figure 08 : Réaction entre le radical DPPH et l'antioxydant pour former le DPPH stable (Moon & Shibamoto, 2009).

□ Procédure

La méthode utilisée pour l'évaluation du piégeage du radical DPPH par les extraits des plantes étudiées est celle décrite par Dandlen et al. (2010).

Après la préparation des dilutions des extraits dans des solvants différents (éthanol ou méthanol), on prend 25 µL de chaque qu'on met dans un tube à Eppendorf et on additionne 1000 µL de la solution de DPPH (à 60 µM). Le mélange réactionnel est immédiatement agité avant d'être placé pendant 60 min à l'obscurité et à la température ambiante du laboratoire. L'absorbance du milieu réactionnel a été mesurée à 517 nm en utilisant un spectrophotomètre contre un contrôle négatif (contenant de l'éthanol au lieu de l'extrait). Chaque test est répété trois fois.

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

avec :

PI: pourcentage d'inhibition.

A0 : absorbance du contrôle (sans échantillon)

A1 : absorbance de l'échantillon après 60 min

L'étude de la variation de l'activité anti radicalaire en fonction de la concentration des extraits permet de déterminer la concentration qui correspond à 50% d'inhibition (IC50). Une faible valeur d'IC50 correspondant à une grande efficacité de l'extrait.

II.2.2 Piégeage du radical ABTS*+

□ Principe

Dans la méthode ABTS (sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline- 6-sulfonique), l'activité antioxydant totale d'une molécule est soustraite de sa capacité à inhiber le radical ABTS*+. L'obtention du radical cation ABTS*+ résulte du contact de l'ABTS avec une enzyme de peroxydation qui est la peroxydase met myoglobine (Miller & Rice Evans, 1997) en présence de H₂O₂ ou d'un oxydant, le dioxyde de manganèse (Miller & Rice Evans, 1997 ; Benavente-Garcia et al., 2000) ou le persulfate de potassium (figure 09) (Moon & Shibamoto, 2009).

Cette formation se traduit par l'apparition d'une coloration verte bleue intense. En présence d'un donneur d'hydrogène (agent antioxydant), le passage du radical ABTS*+ à la forme non radicalaire s'accompagne de la disparition de cette coloration mesurée à une longueur d'onde de 734 nm (Lien et al, 1999 ; Re et al., 1999).

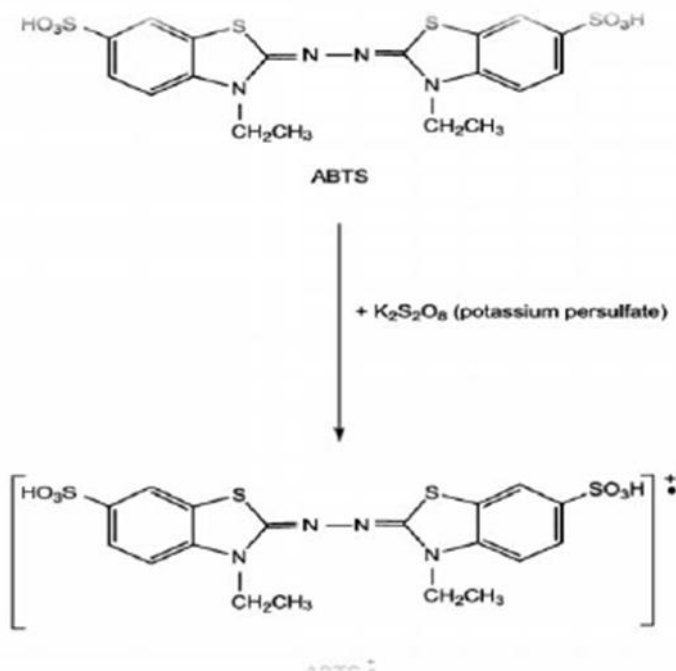


Figure 09: Formation du radical ABTS*+ par un oxydant qui est le persulfate de potassium (Moon & Shibamoto, 2009).

□ Procédure

Suivant la méthode décrite par Aazza et al. (2011), le radical ABTS*+ est produit par réflexe entre une solution aqueuse d'ABTS (7mM) et une solution de persulfate de potassium (K₂S₂O₈, 2,45mM), utilise comme oxydant. Ce fusion est agite pendant 16 h à l'obscurité puis dilue par l'éthanol jusqu'à arriver une absorbance de 0,700 à la longueur d'onde de 734 nm.

Un volume de 1000µl de cette solution d'ABTS*+est ensuite mélangé avec 10µl des dilutions à différentes concentrations des divers extraits étudiés. Après 6 min d'incubation à la température ambiante, l'absorbance du mélange est mesurée à la longueur d'onde de 734 nm en utilisant un spectrophotomètre contre un blanc (témoin négatif contenant la solution de DPPH). Le calcul du pourcentage d'inhibition permet d'exprimer cette activité anti radicalaire en IC50 comme décrit précédemment pour le DPPH.

II.2.3 Pouvoir chélateur du fer

Le fer est un élément obligatoire pour le bon fonctionnement physiologique, mais l'excès de cet élément peut causer des dommages à la cellule. En raison de sa forte réactivité, le fer est connu pour son grand rôle pro-oxydant vis-à-vis de l'oxydation des lipides (Gulcin, 2012).

□ Principe

La chélation, qui signifie la transition des ions métalliques, est l'une des mécanismes de l'action anti-oxydative générée quel que soit dans une matrice alimentaire ou dans un organisme. Cette transition stimule la peroxydation des lipides par la participation à l'accélération de cette peroxydation, en l'hydro-peroxyde lipidique en d'autres composés aptes à enlever l'hydrogène et aussi par la perpétuation de la peroxydation des lipides (Miguel, 2010).

Pour évaluer le pouvoir chélateur d'un extrait donné, le composé stabilisant le plus utilisé est la férrozine (Gulcin, 2012). En effet, la férrozine (figure 10) forme avec le fer libre, présent dans un milieu réactionnel, un complexe férrozine-Fe²⁺ de couleur violette intense. La quantification de ce complexe par spectrophotométrie se fait à la longueur d'onde de 562 nm dans un milieu de concentration connue en fer, renseigne sur la quantité de fer non chélaté et donc sur la capacité des extraits à chélate cet élément. Le pouvoir chélateur le plus important est celui de la coloration la plus claire de la solution contenant l'extrait testé (Zhao et al., 2006).

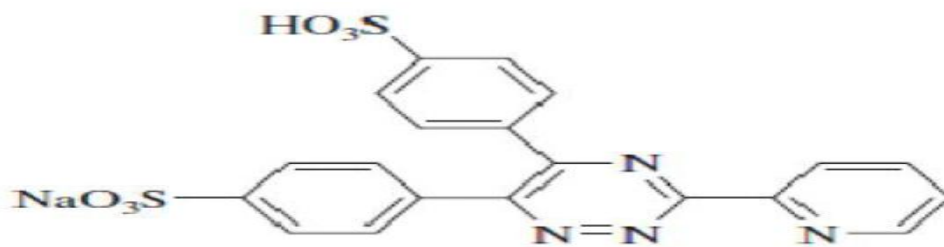


Figure 10: Structure chimique de la férrozine (Gulcin, 2012)

□ Procédure

Suivant le protocole décrit par Wang et al. (2004), un volume de 25 μ l des extraits à différentes concentrations est ajouté à 25 μ l de Chlorure de fer (FeCl_2 , $4\text{H}_2\text{O}$, 2 mM). Après une agitation vigoureuse de 30 sec et un repos de 5 min, 25 μ l de ferrozine (5 mM) sont ajoutés, suivis de 1mL de méthanol. Le mélange est laissé au repos pendant 10 min à température ambiante et l'absorbance est mesurée à la longueur d'onde de 562 nm contre un blanc (sans ferrozine). Les résultats permettent de calculer le pourcentage d'inhibition et d'exprimer cette activité en IC50 comme décrit précédemment pour le DPPH.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Rendements

Tableau 05 : tableau récapitulatif regroupant les rendements des différents extraits.

Extrait	Rendement (%)
extraits méthanoliques des Feuilles	4
extraits méthanoliques des Fleurs	2.92
extraits éthanoliques des Feuilles	3.12
extraits éthanoliques des Fleurs	2.62

Tableau 06 : IC₅₀ des extraits de *Thymus ciliatus* ssp. eu-ciliatus du test de piégeage du radical DPPH.

Extrait	IC ₅₀ (mg/ml)
extraits méthanoliques des Feuilles	0,0374
extraits méthanoliques des Fleurs	0,0499
extraits éthanoliques des Feuilles	0,0127
extraits éthanoliques des Fleurs	0,0096

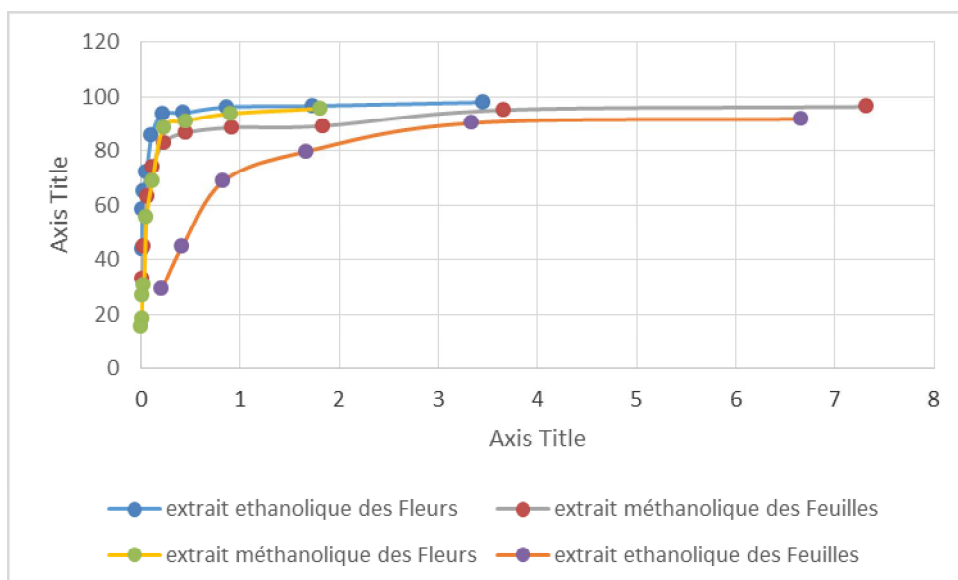


Figure 11 : Pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en fonction des différentes concentrations des extraits méthanoliques et éthanoliques des différentes parties (feuilles et fleurs) de *Thymus ciliatus* ssp. eu-ciliatus.

Tableau 07 : Les IC₅₀ des extraits de *Thymus ciliatus* ssp. eu-ciliatus du test de piégeage du radical ABTS.

Extrait	IC ₅₀ (mg/ml)
extraits méthanoliques des Feuilles	0,0389
extraits méthanoliques des Fleurs	0,0172
extraits éthanoliques des Feuilles	0,0029
extraits éthanoliques des Fleurs	0,0090

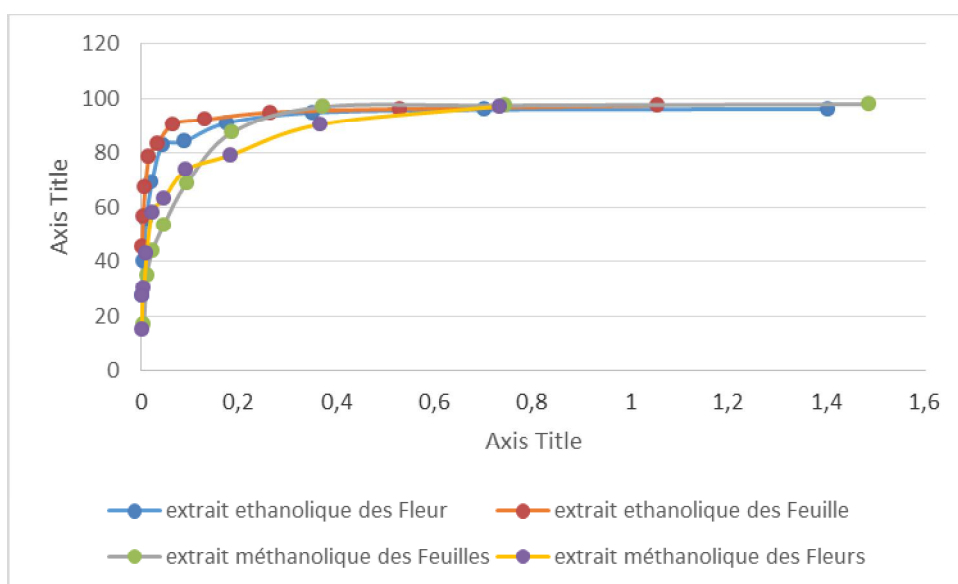


Figure 12: Pourcentage d'inhibition du radical libre ABTS en fonction des différentes concentrations des extraits méthanoliques et éthanoliques des différentes parties (feuilles et fleurs) de *Thymus ciliatus* ssp. eu-ciliatus.

Tableau 08 : IC₅₀ des extraits de *Thymus ciliatus* ssp. eu-ciliatus du test de pouvoir chélateur.

Extrait	IC ₅₀ (mg/ml)
extraits méthanoliques des Feuilles	0,0171
extraits méthanoliques des Fleurs	0,0306
extraits éthanoliques des Feuilles	0,0158
extraits éthanoliques des Fleurs	0,0539

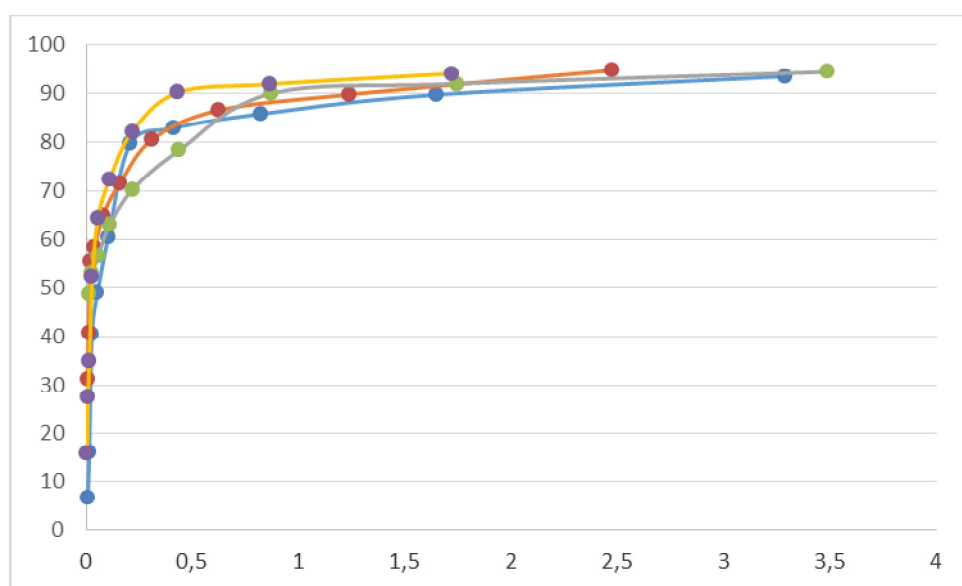


Figure 13: Pouvoir chélateur du fer en fonction des différentes concentrations des extraits méthanoliques et éthanoliques des différentes parties (feuilles et fleurs) de *Thymus ciliatus* ssp. eu-ciliatus.

Discussion

Pour une utilisation rationnelle des ressources naturelles, la détermination du rendement présente un avantage permettant de décider la quantité de drogue ciblée à prélever de la nature (Ennadir et al., 2014).

Notre extraction a abouti à des rendements différents par rapport aux autres auteurs et cette différence peut être due à l'origine géographique de la plante, la méthode et les conditions dans lesquelles l'extraction a été effectuée ainsi que la période de la récolte (Garnero, 1975 ; Ghanmi et al., 2010 ; Kanoun et al., 2015).

L'activité antioxydante peut être due à différents mécanismes, dont parmi la prévention de l'initiation de l'altération des chaînes, la décomposition des peroxydes, l'abstraction continue d'hydrogène, capacité réductrice (Bounatirou et al., 2007).

Le pouvoir antioxydant des molécules peut être évalué soit de façon *in vivo*, sur des organismes vivants, soit *in vitro*, en utilisant des tests qui miment le phénomène physiologique. Pour évaluer l'activité antioxydante, *in vitro*, des aliments, extraits naturels et antioxydants commerciaux, différentes méthodes ont été développées (Alam et al., 2013). Ces méthodes impliquent le mélange d'espèces oxydantes, tels que des radicaux libres ou des complexes métalliques oxydés, avec un échantillon qui contient des antioxydants capables d'inhiber la génération formation de radicaux libres. Ces antioxydants peuvent agir selon trois mécanismes majeurs, par transfert d'atome d'hydrogène, par transfert d'électron ou bien par inhibition d'enzymes d'oxydations (Miguel, 2010). Ainsi, compte tenu des différents facteurs impliqués, tels que les propriétés physico-chimiques des molécules, il est recommandé d'utiliser plusieurs tests pour confirmer une activité antioxydante (Prior et al., 2005 ; Miguel, 2010 ; Alam et al., 2013). C'est pourquoi généralement choix s'articule sur plusieurs tests chimiques.

En étudiant l'activité antioxydante par le test de DPPH plusieurs auteurs ont trouvé des résultats soit meilleurs soit faibles par rapport aux résultats constaté dans notre synthèse.

Dans une étude réalisé par Kholkhal et al., (2013), des extraits flavonoïdes de la partie aérienne de *Thymus ciliatus ssp. coloratus* ont enregistré une efficacité qui s'est concrétisé par une IC50 de l'ordre de 0,85 mg/ml et malgré cette bonne efficacité mais les extraits de *Thymus ciliatus ssp. eu-ciliatus* étudiées dans notre cas restent plus efficaces.

Dans une autre étude, Nickavar et Esbati, (2012) ont enregistré un effet antioxydant de trois espèces de thym : *T. pubescens*, *T. kotschyanus* et *T. daenensis*, avec des IC50 respectives de

l'ordre de 0,03147 mg/ml, 0,04722 mg/ml et 0,04868 mg/ml. Ces résultats montrent que notre étude sur les extraits éthanoliques et à un degré moindre les extraits méthanoliques des deux parties de *Thymus ciliatus* ssp. *eu-ciliatus* possèdent une bonne efficacité à piéger le radical DPPH.

De leurs côtés, Jabri-Karoui et al., (2012), ont obtenu une bonne activité antioxydante des extraits des fleurs de *Thymus capitatus* avec un IC50 de l'ordre de 0,012 mg/ml et qui nettement efficace par rapport à l'extrait méthanolique de *Thymus ciliatus* ssp. *eu-ciliatus* mais similaire à celle de l'extrait éthanolique.

Dans une autre étude faite par Ozen et al. (2011) et qui ont mis en évidence l'activité antioxydante des différents extraits par les solvants organique de *Thymus praecox* subsp. *scorpilii* var. *scorpilii* et ils ont enregistré des résultats sensiblement faibles par rapport aux autres.

L'étude conduite par Jamali et al. (2012) a révélé une faible efficacité de l'huile essentielle de *T. ciliatus* (en enregistrant une IC50 de l'ordre de 0,20657 mg/mL) comparée aux autres variétés étudiées du thym du Maroc et celle du BHT (avec une IC50 de 0,00421 mg/mL), ce qu'il faut signaler est que la teneur en thymol et carvacrol de cette plante était nettement inférieure par rapport à celle étudiée dans notre cas et c'est ce qui a causé cette faible activité.

Pour ce qui est du test ABTS, Selon Re et al., (1999), cette méthode est excellente pour détermination de l'activité antioxydante pour une large diversité de substances, comme antioxydants donneurs d'hydrogène ou piègeurs de radicaux en phase aqueuse et d'antioxydant briseur de chaînes ou bien comme piègeur de radicaux pyroxylyé.

Par rapport à l'étude faite par Bakchiche et Gherib, (2014) sur la partie aérienne de *Thymus algeriniensis* et qui a donné une IC50 de l'ordre de 0,150 mg/ml, *Thymus ciliatus* étudié dans notre cas a démontré une efficacité meilleure.

Selon une autre étude faite par Olszowyl et Dawidowicz, (2016) sur l'activité antioxydante de *Thym* avec l'ABTS ont trouvé une IC50 de l'ordre de 0,58 mg/ml.

La chélation du fer ferreux par l'extrait éthanolique des feuilles et des fleurs de *Thymus ciliatus* a été évaluée en utilisant la ferrozine comme détecteur du fer libre. Ce dernier complexe avec le fer résiduel dans le milieu réactionnel et forme un chromophore rouge (Fe II-Ferrozine) ayant un maximum d'absorption à 562 nm (Miguel, 2010).

En étudiant l'activité antioxydante des composés phénoliques de *Thymus lotocephalus*, Costa et al., (2012) ont enregistré un pourcentage d'inhibition de 98,07 % pour une concentration de 0,30 mg/ml.

Les résultats obtenus dans notre synthèse démontrent une excellente efficacité et que celles enregistrées par Dorman et al., (2004) en étudiant l'activité antioxydante des extraits de quelques espèces de lamiacées et ont trouvés des IC₅₀ de l'ordre de 1,19 mg/ml, 1,05 mg/ml, 1,41 mg/ml respectivement pour *Thymbra spicata* L., *Plectranthus amboinicus*, *Satureja hortensis*.

Par rapport à l'étude réalisée par Alinzahad et al., (2012) sur l'activité antioxydante des extraits éthanoliques des fleurs de *Hyssopus officinalis* L. Var. *angustifolius* Les différents extraits de notre synthèse ont démontré une efficacité supérieure par rapport à ces auteurs qui ont enregistré une IC₅₀ de l'ordre de 0,129 mg/ml.

CONCLUSION

Conclusion et perspectives

Les plantes médicinales sont toujours une source naturelle fiable des principes actifs d'intérêt thérapeutique. Face à la phobie des molécules de synthèse chimique, leur utilisation est en amélioration patiente. La problématique soulevée dans ce travail consigné dans ce souci d'exploration et de criblage de nouvelles sources de biomolécules contenues dans des plantes naturels qui poussent à l'état spontanée dans nos régions et faisant partie de la médecine traditionnelle de nos mondes.

L'objectif assigné à cette étude est d'évaluer l'activité antioxydante des fleurs et feuilles de *Thymus ciliatus* ssp. *eu-ciliatus*.

L'étude de l'activité antioxydante des extraits de la plante étudiée .par la méthode de DPPH a donné une forte propriété des extraits à piéger le radical libre par les concentrations étudiées. De même pour le teste de piégeage des radicaux libre d'ABTS et le pouvoir chélateur les résultats ont été plus efficace pour les mêmes concentrations sauf le pouvoir chélateur qui est se représente leur absence de cause biotique et abiotique.

Les propriétés antioxydantes démontrées expérimentalement confèrent aux extraits méthanoliques et éthanolique du thym un statut de bon conservateur vis-à-vis de l'oxydation des lipides par le bon rôle chélateur qu'il joue et des bénéfices santé qu'il peut nous procurer approuvé par le test du piégeage des radicaux de DPPH et d'ABTS.

L'expérimentation sur cette espèce de thym qui a donné des résultats satisfaisants pour pouvoir l'utiliser à des couts réduit par des méthodes simple. Pour cela, Cet humble travail s'inscrit alors dans cette démarche en espérant que le relais sera pris par d'autres travaux mieux développer et pousser l'industrie pharmaceutique pour tester de manière plus poussée l'efficacité de cette espèce et aussi pour faire apparaître l'innocuité des composants utiles de cette plante.

L'engouement aux plantes médicinales doit passer du simple effet de mode et de propagande par les mass-média à une perspective de recherche, d'investissement et de développement durable des plantes aromatiques et médicinales pour des fins de santé et de bien-être.

En perspective, il serait fort intéressant de compléter cette étude in vitro par une expérience In vivo et de s'en assurer de l'innocuité totale chez un modèle animal de choix, à même capable de vérifier les autres propriétés biologiques de cet extrait et des autres types d'extraits à savoir les extraits aqueux (macération, décoction et infusion) et les extraits par les

autres solvants organiques. Il serait, également, très instructif d'explorer la composition chimique de ces extraits et de tester l'effet isolé et synergique des différents constituants des différents extraits de cette espèce végétale.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

Aazza, S., Lyoussi, B., & Miguel, M. G. (2011).Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of some commercial essential oils and their major compounds. *Molecules*, 16(9), 7672-7690.

Adjanooum J.E.; Aké Assi L.;Floret J J.; Guinko S.; Koumaré M.; Ahyi A.; M.R.; Raynal J. (1979). Médecine traditionnelle et Pharmacopée Contribution aux études ethnobotaniques et florestiques au Mali. ACCT, Paris. 291 P.

Ahmad, M., Mahmood, Q., Gulzar, K., Akhtar, M. S., Saleem, M., & Qadir, M. I. (2012). Antihyperlipidaemic and hepatoprotective activity of *Dodonaea viscosa* leaves extracts in alloxan-induced diabetic rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Pak Vet J*, 32(1), 50-54.

Alam Md. N., Bristi N. J. & Rafiquzzaman Md. (2013). Review on *in vivo* and *in vitro* methods evaluation of antioxidant activity.*Saudi Pharmaceutical Journal*,**21**: 143–152.

Alcaraz.C. (1991) : Contribution à l'étude des groupements à *Quercus ulex* sur terra sorra des monts du tessala Quest Algérien,.

Bakchiche, B., & Gherib, A. (2014). Activités antioxydantes des polyphénols extraits de plantes médicinales de la pharmacopée traditionnelle d'Algérie [Antioxidant activities of polyphenol extracts from medicinal plants in Algerian traditional pharmacopoeia]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 9(1), 167.

Balaban, R. S., Nemoto, S., & Finkel, T. (2005). Mitochondria, oxidants, and aging. *cell*, 120(4), 483-495.

Bardeau, F. (2009). *Les huiles essentielles*. Fernand Lanore.

Benavente-Garcia, O., Castillo, J., Lorente, J., Ortuño, A. D. R. J., & Del Rio, J. A. (2000). Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea* L. leaves. *Food chemistry*, 68(4), 457-462.

Boubacar S. (2008) : Etude De La Phytochimie Et Des Activités Biologiques De *Combretum Glutinosum* Perr. Ex Dc (Combretaceae).Université De Bamako

Bouhadjra K. (2011) : Etude De L'effet Des Antioxydants Naturels Et De Synthèse Sur La Stabilité Oxydative De L'huile D'olive Vierge, Thèse Pour L'obtention Du Diplôme De Magister, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.

- Bouhadjra, K. (2011).** *Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge* (Doctoral dissertation, UMMTO).
- 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, antioxidant and antibacterial activities of the essential oils isolated from Tunisian *Thymus capitatus* Hoff. et Link. *Food chemistry*, 105(1), 146-155.
- Boyd B, Ford C, Koepke MC, Gary K, Hom E, Mc Analley S, Mc Analley B. (2003).** Etude pilote ouverte de l'effet antioxydant d'Ambrotose AOTM sur des personnes en bonne santé. *GlycoScience et Nutrition*, 4 (6): 7.
- Bruneton, J. (2009).** *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (4e éd.)*. Lavoisier.
- Buggey, L. (2001).** A review of polyphenolic antioxidants in hops, brewing and beer. *Brewer International*, 1(4), 21-5.
- Buronzio, A. (2008).** *Grand guide des huiles essentielles*. Hachette Pratique.
- Çam, M., Hışıl, Y., & Durmaz, G. (2009).** Classification of eight pomegranate juices based on antioxidant capacity measured by four methods. *Food chemistry*, 112(3), 721-726.
- Chaumont, J. P., & Millet-Clerc, J. (2011).** *Phyto-aromathérapie appliquée à la dermatologie*. Lavoisier.
- Clifford, M. N. (2000).** Anthocyanins—nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 1063-1072.
- Codoñer-Franch P, Valls-Bellés V, Arilla-Codoñer A, Alonso-Iglesias E. 2011).** Oxidant mechanisms in childhood obesity: the link between inflammation and oxidative stress. *Translational Res.*, 158(6): 369-384.
- Collin, S., & Crouzet, J. (2011).** *Polyphénols et procédés: Transformation des polyphénols au travers des procédés appliqués à l'agro-alimentaire*. Lavoisier.
- Costa P., Goncalves S., Grosso C., Andrade P. B., Valentão P., Bernardo-Gil M. G. & Romano A. (2012).** Chemical profiling and biological screening of *Thymus lotocephalus* extracts obtained by supercritical fluid extraction and hydrodistillation. *Industrial Crops and Products*. 36: 246–256.
- Dacosta Y.** Les phytonutriments bioactifs : 669 références bibliographiques. Ed. Yves Dacosta, Paris, 2003, p. 317

- Dandlen, S. A., Lima, A. S., Mendes, M. D., Miguel, M. G., Faleiro, M. L., Sousa, M. J. & Figueiredo, A. C. (2010).**Antioxidant activity of six Portuguese thyme species essential oils. *Flavour and fragrance Journal*, 25(3), 150-155.
- Diallo, A. (2005).** Etude de la phytochimie et des activités biologiques de *Syzygium guineense* Willd.(Myrtaceae). *PhD. of the University Bamako, Mali*, 38-47.
- Dorman, H. D., Bachmayer, O., Kosar, M., & Hiltunen, R. (2004).** Antioxidant properties of aqueous extracts from selected Lamiaceae species grown in Turkey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(4), 762-770.
- Duraffourd, C., & Lapraz, J. C. (2002).** *Traité de phytothérapie clinique: endobiogénie et médecine*. Elsevier Masson.
- Edris, A. E. (2007).** Pharmaceutical and therapeutic potentials of essential oils and their individual volatile constituents: a review. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 21(4), 308-323.
- El Kalamouni, C. (2010).** *Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées* (Doctoral dissertation).
- Ennadir, J., Hassikou, R., Bouazza, F., Arahou, M., Al Askari, G., & Khedid, K. (2014).** Évaluation in vitro de l'activité antibactérienne des extraits aqueux et organiques des graines de *Nigella sativa* L. et de *Foeniculum vulgare* Mill. *Phytothérapie*, 12(5), 302-308.
- Favier A. (2003).** Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *Actualité en chimie*, 108-115.
- Favier A. (2006).** Stress oxydant et pathologies humaines. *Ann. Pharm. Fr.* **64**: 390 - 396.
- Ferguson LR. (2010).** Chronic inflammation and mutagenesis. *Mutat. Res. Fund. Mol.*, **690**(1-2):3-11.
- Fouché J.G., Marquet A., Hambuckers A., (2000):** les plantes médicinales, de la plante au médicament, Observatoire du Monde des Plantes Exposition du 19 -09- 2000.
- Garnier. G, Bezanger Beauquesne. L, Bebraux. G (1961) :** Ressources médicinales de la flore française *Ed. vigot frères. TomeII. Paris.*

- Govindarajan R, Vijayakumar M, Pushpangadan P. (2005).** Antioxidant approach to disease management and the role of “Rasayana” herbs of Ayurveda. *J. Ethnopharmacol.*, **99**: 165-178.
- Guignard J.-L., Cosson L., Henry M., (1985) :** Abrégé de phytochimie. *Ed. Masson.*
ISBN : 2-225-80436-2.
- Gülçin I. (2012).** Antioxidant activity of food constituents: an overview, *Arch. Toxicol.* **86**(3): 345-391.
- Gülçin, I. (2012).** Antioxidant activity of food constituents: an overview. *Archives of toxicology*, *86*(3), 345-391.
- Gutteridge, J.M. (1993).** Free radicals in disease processes: a compilation of cause and consequence, *Free Radic Res Commun*, *19*:141-158.
- Guy Deysson (1967) :** Organisation et classification des plants vasculaires. TomeII. Systematique: cours de botanique générale de D-BACH, M.Mascre et G.Deysson.p:388-389-390.
- Haddouchi F., Chaouche T. M., Ksouri R., Medini F., Sekkal F. Z., Benmansour A. (2014).** Antioxidant Activity Profiling By Spectrophotometric Methods Of Aqueous Methanolic Extracts Of *Helichrysum stoechas* subsp. *Rupestre* and *Phagnalon saxatile* subsp. *Saxatile*. *Chinese Journal Of Natural Medicines*, **12**(6): 0415-0422.
- Halliwell B. (2006).** Oxidative stress and neurodegeneration: where are we now? *J. Neurochem.*, **97**(6): 1634-1658.
- Halliwell B. (2007).** Oxidative stress and cancer: have we moved forward? *Biochem. J.*, **401**(1):1-11.
- Handa SS, Khanuja SPS, Longo G, and Rakesh DD. (2008).** Extraction technologies for medicinal and aromatic plants. Trieste: ICS UNIDO.
- Harborne, J. B. (2013).** *The flavonoids: advances in research since 1980.* Springer.
- Hart, J. H. (1981).** Role of phytostilbenes in decay and disease resistance. *Annual review of phytopathology*, *19*(1), 437-458.
- Hellal, Z. (2011).** Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

- Hopkins, W. G. (2003).** *Physiologie végétale*. De Boeck Supérieur.
- Iserin P. (2001).** Larousse des plantes médicinales: Identification, préparation, soins. Ed. Larousse, , 10p.
- Iserin .P, (2001) :** Encyclopédie des plantes médicinales .2^{ème} Ed .pp 18-54.
- Jabri-Karoui, I., Bettaieb, I., Msaada, K., Hammami, M., & Marzouk, B. (2012).** Research on the phenolic compounds and antioxidant activities of Tunisian *Thymus capitatus*. *Journal of Functional Foods*, 4(3), 661-669.
- Jamali C. A., El Bouzidi L., Bekkouche K., Lahcen H., Markouk M., Wohlmuth H., Leach D. & Abbad A. (2012).** Chemical Composition and Antioxidant and Anticandidal Activities of Essential Oils from Different Wild Moroccan *Thymus* Species. *Chemistry & Biodiversity*, **9**: 1188-1197.
- Jeandet, P., Douillet-Breuil, A. C., Bessis, R., Debord, S., Sbaghi, M., & Adrian, M. (2002).** Phytoalexins from the Vitaceae: biosynthesis, phytoalexin gene expression in transgenic plants, antifungal activity, and metabolism. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 50(10), 2731-2741.
- Kholkhal, F., Lazouni, H. A., Bendahou, M., Boublenza, I., Chabane, S. D., & Chaouch, T. (2013).** Étude phytochimique et évaluation de l'activité anti-oxydante de *Thymus Ciliatus* ssp. *Coloratus*. *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie*, 9(1), 151-158.
- Kohen R. and Nyska A. (2002).** Invited Review: Oxidation of Biological Systems: Oxidative Stress Phenomena, Antioxidants, Redox Reactions, and Methods for Their Quantification. *Toxicol. Path.* **30**: 620-650.
- Krygier, K., Sosulski, F., & Hogge, L. (1982).** Free, esterified, and insoluble-bound phenolic acids. 1. Extraction and purification procedure. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 30(2), 330-334.
- Lamarti A., Badoc A., Deffieux G., Carde J.P., (1994) :** Biogénèse des monoterpènes. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux.*, **133**, 69-78.
- Lesgards, J.F. (2000).** Contribution à l'étude du statut antioxydant de l'homme ; aspect chimiques et biochimique. Thèse de doctorat, 19-20.
- Létard, J. C., Costil, V., & Dalbiès, P. (2015).** Phytothérapie-principes généraux. *HEGEL*.

- Lien E. J., Ren S., Bui H. H. & Wang R. (1999).** Quantitative Structure-Activity Relationship Analysis Of Phenolic Antioxidants, *Free Radicbiol Med*, **26**: 285-294.
- Lisu. W; Jui-Hung, Y; Hsiao-Ling, L; Ming-Jiuan, W. (2003).** Antioxydant Effect Of Methanol extracts from Lotus Plumule And Blossom (*Nelumbo Nucifecagertn*), *Journal Of Food And Druganalysis*, **11(1)**: 60-66.
- 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.
- Marc T., Gerard W., Denis L (2001).** Classification des anti-inflammatoires *in* Guide pharmacologie. Etudiants et professionnels paramédicaux. 4eme Edition. 426 P.
- Martínez, J. M. (2007).** *Metodologías avanzadas para la planificación y mejora: planificación estrategica*, BSC. Ediciones Díaz de Santos.
- 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 black currant Drink, *Food Chem*, **60**: 331-337.
- Mohammedi Z. (2006).** Etude Du Pouvoir Antimicrobien Et Antioxydant Des Huiles Essentiels Et Flavonoïdes De Quelques Plantes De La Région De Tlemecen. Thèse De Magistère De L'université Abou Bakrbelkaid De Tlemcen.
- Moon &Shibamoto, 2009). Moon J. K. & Shibamoto T. (2009).** Antioxidant Assays For Plant And Food Components. *Journal Of Agricultural Food Chemistry*, **57**:1655–1666.
- Moon J. K. & Shibamoto T. (2009).** Antioxidant Assays For Plant And Food Components. *Journal Of Agricultural Food Chemistry*, **57**: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.
- Morales. R. (1986) :** Taxonomie de los generous thymus (exlui da la sect. serpyllum) y thymbra en la peninsula.*Iberica.Ruizia*.**3**, 1-324.

- Nickavar, B., & Esbati, N. (2012).** Evaluation of the antioxidant capacity and phenolic content of three *Thymus* species. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 5(3), 119-125.
- Novelli GP. (1997).** Role of free radicals in septic shock. *J. Physiol. Pharmacol.*, **48**(4): 517-527.
- Olszowy, M., & Dawidowicz, A. L. (2016).** Essential oils as antioxidants: their evaluation by DPPH, ABTS, FRAP, CUPRAC, and β -carotene bleaching methods. *Monatshefte für Chemie-Chemical Monthly*, 147(12), 2083-2091.
- Ozen T., Dermirtas I et Aksit H. (2011) :** determination of antioxidant of various extract an essential oil composition of *Thymus praecox subsp .Skorpil* var. *Skorpil*. *Food chemistry* 124:58-64.
- Pariete. L (2001) :** Dictionnaire des sciences pharmaceutiques et biologiques .2^{eme} Ed.Académie nationale de pharmacie. Paris 1643 p.
- Pierre, M., & Lys, M. (2007).** *Secrets des plantes*. Editions Artemis.
- Poknory J., Yanishlieva N et Gordon H., (2001).** Les antioxydants dans les aliments. Les applications pratiques. woodheadpublishing limited. CRC Press. Cambridge Angleterre.
- Potterat, O., & Hostettmann, K. (1995).** Plant sources of natural drugs and compounds. *Encyclopedia of environmental biology*, 3, 139-153.
- Pousset, J. L. (1989).** *Plantes médicinales africaines*. Paris: Ellipses.
- Prieto, P., Pineda, M., & Aguilar, M. (1999).** Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Analytical biochemistry*, 269(2), 337-341.
- Prior R. L., Wu X. & Schaich K. (2005).** Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **53**(10): 4290-4302.
- Prior, R. L., & Cao, G. (1999).** In vivo total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods1. *Free Radical Biology and Medicine*, 27(11-12), 1173-1181.
- 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.

- Quezel P. et Santa S. (1963)** : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales 1962-1963. *Paris : Edition du centre national de la recherche scientifique.*
- Rashid K, Sinha K, Sil PC. (2013).** An update on oxidative stress-mediated organ pathophysiology. *Food Chem. Toxicol.*, **62**: 584-600.
- Raut J. S. & Karuppayil S. M. (2014).** A status review on the medicinal properties of essential oils. *Industrial Crops and Products*, **62**: 250–264.
- 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 Radic. Biol. Med.* **26**: 1231–1237
- Roberfroid, M. B. (2008).** Aliments fonctionnels: définitions, concepts et stratégies. *Aliments Fonctionnels. seconde édition. Paris: Lavoisier, 53-72.*
- Sanchez-Moreno, C., J.A. Larrauri And F. Saura-Calixto, (1998).** A Procedure To Measure The Antiradical Efficiency Of Polyphenols. *J. Sci. Food Agric.*, **76**: 270-276.
- Santos Buelga, C., & Scalbert, A. (2000).** Proanthocyanidins and tannin-like compounds—nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **80**(7), 1094-1117.
- Sauvion, N., Calatayud, P. A., Thiéry, D., & Marion-Poll, F. (2013).** *Interactions insectes-plantes.* Editions Quae.
- Schore, N. E. (2004).** The Pauson–Khand Cycloaddition Reaction for Synthesis of Cyclopentenones. *Organic Reactions*, **40**, 1-90.
- Sofowora, A. (2010).** *Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique.* KARTHALA Editions.
- Soto-Mendivil E.A ,Moreno-Rodríguez J.F Estarrón-Espinosa.M ,García-Fajardo J.A et Obledo-Vázquez E.N. (2006)** : Chemical composition and fungicidal activity of the essential oil of thymus vulgaris against alternaria citri-E-Gnosis (online); **4:16.**
- Sthal-Biskupe. (2002):** Thyme: the genus thymus. *Ed. Taylor and Francis, London.*
- Svoboda K.P. & Hampson J.B. (1999)** : “Bioactivity Of Essential Oils Of Selected temperate aromatic Plants: Antibacterial, Antioxidant, Anti Inflammatory And Other related pharmacological activities”, Plant Biology departement, Riverside Campus Ayr - Sac (Scottish Agricultural College), Auchincruiveayr, Scotland, Uk. ;

Thayyil AH, AMuthu K, Ibrahim M. (2016).*In vivo* antioxidant and lipid peroxidation effect of various extracts from aerial parts of *Chomelia asiatica* (Linn) in rat fed with high fat diet. *African J. Pharm. Pharmacol.*, **10**(38): 810-816,

Valnet J., (2001), la phytothérapie-traitement des maladies par les plantes –Se soigner par les plantes. *Ed. Vigot* . ISBN :2-253-03790-7.

Van acker S., Tromp M., Haenen G.R.M.M., Van Der Vijgh W., Bast A. (1995). Flavonoids as scavengers of nitric oxide Radical. *Biochem. Biophys. Res. Co.*; 214 (3):755-759.

Veullot M., (2001) : Etude sur les plantes, usages et statuts juridiques. Le courrier de l'environnement no 44, *Ed. I.N.R.A.*

Vivas De Gaulejac, N., Nonier, M. F., Guerra, C., & Vivas, N. (2001).Anthocyanin in grape skins during maturation of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet sauvignon and Merlot noir from different Bordeaux terroirs. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 35(3), 149-156.

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.

Wang, J., Cieplak, P., & Kollman, P. A. (2000). How well does a restrained electrostatic potential (RESP) model perform in calculating conformational energies of organic and biological molecules?. *Journal of computational chemistry*, 21(12), 1049-1074.

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.

ANNEXES

Résumé

Le monde végétal est une excellente source de principes actifs, ce qui lui confère d'importantes activités biologiques ; souvent recherché dans la médecine alternative et le domaine agroalimentaire pour la conservation des aliments. Dans le but de connaître les activités biologiques des plantes médicinales utilisées traditionnellement par la population. Dans ce contexte notre travail s'est articulé sur l'étude d'activités antioxydantes à savoir le test de piégeage du radical DPPH, piégeage du radical ABTS et pouvoir chélateur des extraits éthanoliques et méthanoliques des feuilles et fleurs de *Thymus ciliatus* ssp. eu-ciliatus. Les résultats obtenus ont montré une bonne efficacité des extraits étudiés à piéger le radical DPPH en enregistrant des IC50 de l'ordre de 0,0127 et 0,0096 mg/ml respectivement des extraits éthanoliques des feuilles et fleurs et des IC50 de l'ordre de 0,0374 et 0,0499 mg/ml respectivement des extraits méthanoliques des feuilles et fleurs de même une bonne efficacité de ces extraits à piéger le radical ABTS en enregistrant des IC50 de l'ordre de 0,0029 et 0,0090 mg/ml respectivement des extraits éthanoliques des feuilles et fleurs et des IC50 de l'ordre de 0,0389 et 0,0172 mg/ml respectivement des extraits méthanoliques des feuilles et fleurs. Les extraits de cette plante ont exercé également un excellent pouvoir chélateur du fer avec des IC50 de l'ordre de 0,0158 et 0,0539 mg/ml respectivement des extraits éthanoliques des feuilles et fleurs et des IC50 de l'ordre de 0,0171 et 0,0306 mg/ml respectivement des extraits méthanoliques des feuilles, graines et tiges. Les résultats obtenus ont confirmé la présence d'une importante activité antioxydante pour des extraits méthanoliques et éthanoliques de *Thymus ciliatus* ssp. eu-ciliatus.

Mots clé : *Thymus ciliatus* ssp. eu-ciliatus – extrait éthanolique – extrait méthanolique – DPPH – ABTS – Pouvoir chélateur.

Summary

The plant world is an excellent source of active ingredients, which gives it important biological activities; often sought after in alternative medicine and the food industry for food preservation. With the aim of knowing the biological activities of medicinal plants traditionally used by the population. In this context, our work focused on the study of antioxidant activities, namely the DPPH radical scavenging test, the ABTS radical scavenging and chelating power of ethanolic and methanolic extracts from the leaves and flowers of *Thymus ciliatus* ssp. eu-ciliatus. The results obtained showed a good efficiency of the extracts studied in trapping the DPPH radical by recording IC50s of the order of 0.0127 and 0.0096 mg / ml respectively of the ethanolic extracts of the leaves and flowers and of the IC50s of the order of 0.0374 and 0.0499 mg / ml respectively of the methanolic extracts of the leaves and flowers, as well as a good efficiency of these extracts in trapping the ABTS radical by recording IC50s of the order of 0.0029 and 0.0090 mg / ml respectively of the ethanolic extracts of the leaves and flowers and of the IC50s of the order of 0.0389 and 0.0172 mg / ml and respectively of the methanolic extracts of the leaves and flowers. The extracts of this plant also exerted an excellent chelating power of iron with IC50s of the order of 0.0158 and 0.0539 mg / ml, respectively, of the ethanolic extracts of the leaves and flowers and of the IC50s of the order of 0, 0171 and 0.0306 mg / ml respectively of methanolic extracts from the leaves, seeds and stems. The results obtained confirmed the presence of an important antioxidant activity for methanolic and ethanolic extracts of *Thymus ciliatus* ssp. eu-ciliatus.

Keywords: *Thymus ciliatus* ssp. eu-ciliatus - ethanolic extract - methanolic extract - DPPH - ABTS - Chelating power.

ملخص

يعد عالم النبات مصدرًا ممتازًا للمكونات النشطة ، مما يمنحه أنشطة بيولوجية مهمة ؛ غالبًا ما يتم البحث عنه في الطب البديل وصناعة الأغذية لحفظ الأغذية. بهدف معرفة الأنشطة البيولوجية للنباتات الطبية المستخدمة تقليديًا من قبل السكان. في هذا السياق ، ركز عملنا على والمخلبات للمستخلصات ABTS ، وقوة الكسح الجذري DPPH دراسة الأنشطة المضادة للأكسدة ، وبالتحديد اختبار الكسح الجذري لـ أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها. *Thymus ciliatus* ssp. ciliatus الاتحاد الأوروبي الإيثانولية والميثانولية من أوراق وأزهار بترتيب 0.0127 و 0.0096 مجم / مل على التوالي IC50s بتسجيل DPPH كفاءة جيدة للمستخلصات المدروسة في محاصرة جذر من الترتيب. 0.0374 و 0.0499 مجم / مل على التوالي من المستخلصات الميثانولية IC50s للمستخلصات الإيثانولية للأوراق والزهور و بترتيب 0.0029 و 0.0090 مجم / مل على التوالي IC50s بتسجيل ABTS للأوراق والزهور ، وكذلك كفاءة لهذه المستخلصات في محاصرة جذور بترتيب 0.0389 و 0.0172 مجم / مل على التوالي من المستخلصات IC50s مل من المستخلصات الإيثانولية للأوراق والأزهار و بترتيب 0.0158 و 0.0539 IC50s الميثانولية للأوراق والزهور. تمارس مستخلصات هذا النبات أيضًا قوة مخلبية ممتازة من الحديد مع بترتيب 0 ، 0171 و 0.0306 مجم / مل على التوالي IC50s مجم / مل ، على التوالي ، من المستخلصات الإيثانولية للأوراق والأزهار و من المستخلصات الميثانولية من الأوراق والبذور والسيقان. أكدت النتائج التي تم الحصول عليها وجود نشاط هام مضاد للأكسدة من *Thymus ciliatus* ssp. ciliatus الاتحاد الأوروبي الإيثانولية والميثانولية للمستخلصات الإيثانولية والإيثانولية من

الكلمات الرئيسية - *Thymus ciliatus* ssp. eu-ciliatus : مستخلص إيثانولي - مستخلص ميثانولي - DPPH - ABTS - قوة مخلبية.