



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Republique algérienne démocratique et populaire



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Frères Mentouri Constantine 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة 1
كلية علوم الطبيعية و الحياة

قسم الكيمياء الحيوية و البيولوجيا الخلوية و الجزيئية

Département de Biochimie et Biologie Cellulaire et Moléculaire

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie appliquée

Intitulé :

Etude de la composition chimique et évaluation des activités biologiques des huiles essentielles et d'extraits de quatre plantes médicinales

❖ Présenté et soutenu par :

Le : 24 / 09 / 2020

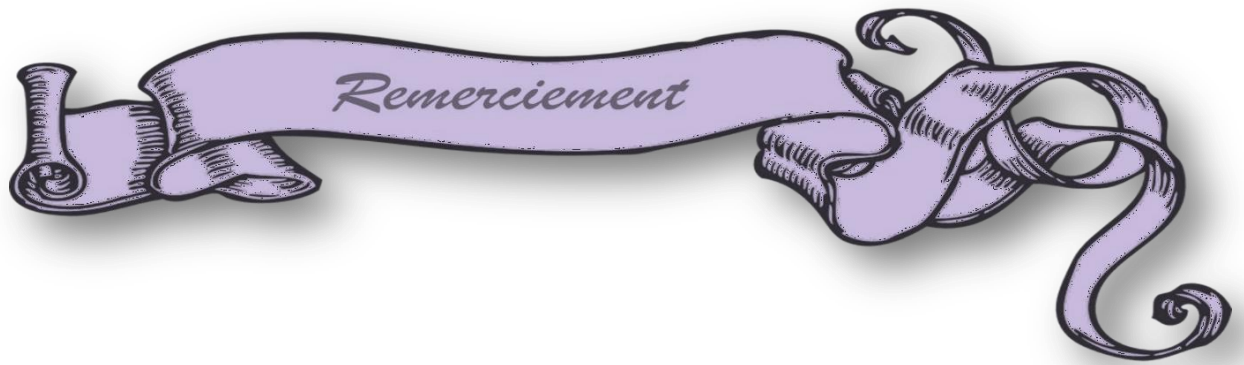
- DJOUDI Abdelmoula
- TRAD Oussama

❖ Jury d'évaluation :

- Président du jury : Dr. KITOUNI Rachid (MCB-UFM Constantine)
- Encadreur : Dr. BENSOUICI Chawki (M.R.B – C.R.Bt. Constantine)
- Examineur : Dr. BOUANIMBA Nour (MCA Université de Constantine)

Année universitaire

2019 - 2020



Après avoir rendu grâce à Allah le tout-puissant et le Miséricordieux, nous tenons à remercier vivement tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé à la réalisation de ce document.

Nous tenons à exprimer nos sincères gratitude à notre encadreur Mr. BENSOUICI Chawki Maitre de recherche classe B pour avoir éminemment supervisé l'exécution des travaux de recherche ainsi que la rédaction de ce mémoire. Son appui et son intérêt sans réserve, sa grande disponibilité ainsi que son expertise du domaine ont été une source de motivation constante.

Nous adressons tous nos remerciements au Dr. KITOUNI Rachid, Maitre de conférence classe B à l'université Constantine 1 d'avoir acceptée d'assurer la présidence du jury de notre projet.

Nous tenons aussi à remercier Dr. BOUANIMBA Nour, Maitre de conférence classe A à l'université Constantine 1 pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail.

Des remerciements particuliers reviennent aux personnels de recherche du laboratoire de biochimie au sein de CRBt Constantine.

Un grand remerciement pour Pr. AZIOUNE Ammar, le Directeur du CRBt et Pr BECHARI Kaldoun, le Directeur du CRAPC qui nous a ouvert les portes et qui nous a offert l'occasion de réaliser ce travail au niveau de leurs établissements.

Un spécial remerciement à l'ensemble des doctorants que nous côtoyés au laboratoire de Biochimie, qui nous ont apporté leurs aides par leur compétence. Nous vous souhaitons un avenir plein de succès.





Dédicace **A**bdelmoula

En préambule, je souhaite rendre grâce à Dieu, le Clément et Miséricordieux de m'avoir donné la volonté et la patience durant ces longues années d'étude afin que je puisse arriver à ce stade.

Je dédie ce modeste travail :

*Aux personnes les plus chères au monde : Mon père **Said** et Ma mère **Fahima**, qui sont la lumière de mes yeux, pour votre amour, votre affection votre soutien constant, et sans qui je ne serais pas arrivée jusqu'ici. Recevez ici ma profonde gratitude pour vos innombrables sacrifices.*

*À mes chers sœurs que j'aime du fond de mon cœur : **Imen** et **Chahrazed**
À mon cher frère que j'aime du fond de mon cœur **Abdessamed** et sa femme **Amina**
je vous souhaite une vie pleine de bonheur.*

*À les anges de la famille : **Yasmine**, **Mohamed**, **Younes** et **Akram** ,
je vous aime énormément que Dieu vous protèges.*

*À ma cher fiancée **Soumia** qu'elle m'a beaucoup encouragée tout au long
de ce travail.*

*Merci d'avoir montré beaucoup de patience avec moi durant les moments
les plus stressants, merci pour ta fidélité et ta gentillesse.*

*À mon binôme **Oussama**, j'ai partagé avec lui les joies et les difficultés
au suivi de notre travail.*

*Enfin, à tous ceux qui savent donner sans recevoir, qui aident sans retour
et sans être égoïste.*



Dédicace **Oussama**

C'est avec toute l'ardeur de mes sentiments que je dédie ce modeste travail qui est le fruit de ma profonde reconnaissance À :

*Mes chers **parents**, qui ont consacré leur existences à bâtir la mienne, pour leurs soutiens, sacrifices, présences et leurs amours*

*Mon chères frères : **Nidhal** et ma petite sœurs **Aya** qui m'est très chère.*

*À la mémoire de ma grande mère **Zakia** qui nous a laissé un grand vide.*

*À mes très chères tentes : **Karima, Malika, Chahra** et **Samira** pour leurs aides et leurs grands cœurs.*

*À Mon cher amie et mon binôme **Abdelmoula** que j'ai partagé avec lui des moments inoubliables. Je te souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.*

*À mes chères amies **Houssem eddine** , **Aymen** et **Badreddine** pour leurs aides et supports dans les moments difficiles
Et aussi à mes Collègues étudiantes issues de la promotion
2020.*

Et à tous ceux que j'aime.

Liste des abréviations

%: Pourcentage

µg/mL: Microgramme par millilitre

ABTS: Sel d'ammonium de l'acide 2,2-azinobis-(3éthylbenzothiazoline-6-sulfonique)

ACh: Acétylcholine

AChE: Acétylcholinestérase

BChE: Butyrylcholinestérase

BHA: L'hydroxyanisole butylé

BHT: L'hydroxytoluène butylé

CA : Capacité antioxydante

CUPRAC : Pouvoir antioxydant réducteur de l'ion cuivrique

CPG /MS : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse

CI₅₀: Concentration inhibitrice

DPPH : 1,1-Diphényl-2-PicrylHydrazyl

EBRT : L'extrait butanolique

ECRT L'extrait chloroformique

Fe⁺² : Fer ferreux

Fe⁺³ : Fer ferrique

GOR: Radical galvinoxyl

HD 9 : Ocimum basilicum

HD 17 : Eucalyptus globulus

HD 28 : Cedrus atlantica

HE : Huile essentielle

FRAP : Activité du pouvoir réducteur

MA : Maladie d'Alzheimer

MCW 29 : Cedrus atlantica

MM : Masse molaire

NA : Pas d'absorbance

SNP : Nanoparticules d'argent

TR : Temps de rétention

Liste des figures

Numéro	Titre	page
Chapitre I		
Figure 01	Aire de répartition des Myrtaceae dans le monde.	5
Figure 02	Répartition géographique de la famille des Lamiacées dans le monde entier.	5
Figure 03	Photos de la famille des Lamiaceae .	6
Figure 04	Photos de <i>Eucalyptus globulus</i> .	11
Figure 05	Photos de <i>Rosmarinus tournefortii de noè</i> .	15
Figure 06	La plante <i>Ocimum basilicum</i> .	19
Figure 07	Répartition actuelle du <i>cèdre de l'Atlas</i> en Algérie.	22
Figure 08	Les aiguilles du <i>cèdre</i> en forme d'une rosette.	23
Figure 09	Caractéristiques botaniques du <i>cèdre de l'Atlas</i> .	23
Figure 10	Monoterpènes acycliques et cycliques rencontrés dans les huiles essentielles.	31
Figure 11	Sesquiterpènes rencontrés dans les huiles essentielles.	32
Figure 12	composés aromatiques rencontrés dans les huiles essentielles.	33
Figure 13	Réduction de fer (III) en fer (II).	35
Figure 14	Réduction du complexe chromogène de Cu ⁺² -Nc.	36
Figure 15	Formation et piégeage du radical ABTS ^{•+} par un antioxydant.	38
Figure 16	Structure du DPPH avant et après la réaction avec un antioxydant.	39
Figure 17	Activité de nanoparticule d'argent (SNP).	40
Figure 18	Formation du complexe Fe ⁺² -phenanthroline.	41
Figure 19	Mécanisme de la réaction de Galvinoxyl avec un antioxydant.	41

Figure 20	Mécanisme chimique de la méthode d'Ellman.	43
Chapitre II		
Figure 21	Dispositif d'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation	58
Chapitre III		
Figure 22	Chromatogramme de l'analyse GCMS de l'huile essentielle HD28 de <i>Cedrus atlantica</i> .	66
Figure 23	Chromatogramme de l'analyse GCMS de l'huile essentielle MCW 29 de <i>Cedrus atlantica</i> .	70
Figure 24	Chromatogramme de l'analyse GCMS de l'huile essentielle de <i>Ocimum basilicum</i>	72
Figure 25	Chromatogramme de l'analyse GCMS de l'huile essentielle de <i>Eucalyptus globulus</i>	76
Figure 26	Valeurs des $A_{0,5}$ du test FRAP.	82
Figure 27	Valeurs des $A_{0,5}$ du test CUPRAC.	83
Figure 28	Valeurs des CI_{50} dans le test ABTS.	85
Figure 29	Valeurs CI_{50} du test DPPH.	86
Figure 30	Valeurs des $A_{0,5}$ du test SNP.	88
Figure 31	Valeurs des $A_{0,5}$ dans le test phénanthroline.	89
Figure 32	Valeurs des CI_{50} du test radical galvinoxyl.	90
Figure 33	Valeurs d' CI_{50} du test ACHE des deux extraits de la plante <i>Rosmarinus tournefortii</i>	93
Figure 34	Inhibition de l'ACHE par les huiles essentielles de trois plante	94
Figure 35	valeurs d' CI_{50} du test BCHE des deux extraits de la plante <i>Rosmarinus tournefortii</i>	96
Figure 36	Inhibition de l' BChE	97
Figure 37	valeurs d' CI_{50} du test d'inhibition de l' α amylase	98
Figure 38	valeurs d' CI_{50} du test d'inhibition de l'urèse pour les deux extraits de la plante <i>Rosmarinus tournefortii</i>	100

Liste des tableaux

Numéro	Titre	page
Chapitre I		
Tableau 01	Activités biologiques de certaines espèces de la famille des Myrtacées.	7
Tableau 02	La répartition des <i>Eucalyptus</i> en Algérie.	10
Tableau 03	Position systématique de <i>Eucalyptus globulus</i> .	11
Tableau 04	Position systématique de <i>Rosmarinus tournefortii</i> de noè. .	16
Tableau 05	Position systématique de <i>Ocimum basilicum</i>	19
Tableau 06	Position systématique de <i>Cedrus atlantica</i>	24
Tableau 07	Propriétés thérapeutique de quelque genre <i>Cedrus</i>	28
Tableau 08	Caractéristiques physico-chimiques de quelques α -amylases levuriennes	44
Chapitre III		
Tableau 09	Composition chimique de l'huile essentielle HD28 de <i>Cedrus atlantica</i> .	66
Tableau 10	Composition chimique de l'huile essentielle MCW29 de <i>Cedrus atlantica</i> .	70
Tableau 11	Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Ocimum basilicum</i>	73
Tableau 12	Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Eucalyptus globulus</i>	77
Tableau 13	Réduction du fer par la méthode FRAP.	82
Tableau 14	Réduction du complexe néocoproïne par la méthode CUPRAC	83
Tableau 15	Inhibition du cation radical ABTS	84
Tableau 16	Inhibition du radical DPPH	86
Tableau 17	Réduction du nanoparticule d'Ag ⁺ par la méthode SNP.	87
Tableau 18	Réduction du fer par la méthode phenanthroline	89
Tableau 19	Inhibition du radical Galvinoxyl (GOR)	90
Tableau 20	Inhibition de l'Acétylcholinestérase par les extraits de <i>Rosmarinus tournefortii</i>	92

Tableau 21	Inhibition de l'Acétylcholinestérase par les huiles essentielles de trois plante	94
Tableau 22	Inhibition de Butyrylcholinestérase par les extraits de <i>Rosmarinus tournefortii</i>	95
Tableau 23	Inhibition de Butyrylcholinestérase	96
Tableau 24	Inhibition de l' α amylase par les extraits de <i>Rosmarinus tournefortii</i>	98
Tableau 25	Inhibition de l'uréease par les extraits de <i>Rosmarinus tournefortii</i>	99

Table des matières

Introduction générale	1
Références	3
Chapitre I : recherche bibliographique	
I.1. Présentation botanique et géographique de la famille des Myrtaceae, Lamiaceae et Pinaceae.....	4
➤ La famille des Myrtaceae.....	4
➤ La famille des Lamiaceae.....	5
➤ La famille des Pinaceae.....	6
I.1.1. Intérêt pharmacologique, nutritionnel et commercial.....	7
➤ La famille des Myrtaceae	7
➤ La famille des Lamiaceae	8
➤ La famille des Pinaceae	9
I.2. Le Genre <i>Eucalyptus</i>	9
I.2.1. La plante <i>Eucalyptus globulus</i>	11
I.2.2. Place dans la systématique	11
I.2.3. Synonymie de <i>Eucalyptus globulus</i>	12
I.2.4. Description botanique	12
I.2.5. Propriétés pharmacologique du genre <i>Eucalyptus</i>	14
I.3. Le Genre <i>Rosmarinus</i>	14
I.3.1. La plante <i>Rosmarinus tournefortii de noé</i>	15
I.3.2. Place dans la systématique	16
I.3.3. Synonymie de <i>Rosmarinus tournefortii de noé</i>	16

I.3.4. Description botanique.....	16
I.3.5. Propriétés pharmacologique du genre <i>Rosmarinus</i>	18
I.4. Le Genre <i>Ocimum</i>	18
I.4.1. La plante <i>Ocimum basilicum</i>	18
I.4.2. Place dans la systématique.....	19
I.4.3. Synonymie de <i>Ocimum basilicum L.</i>	20
I.4.4. Description botanique.....	20
I.4.5. Propriétés pharmacologique du genre <i>Ocimum</i>	21
I.5. Le Genre <i>Cedrus</i>	21
I.5.1. La plante <i>Cedrus atlantica</i>	22
I.5.2. Place dans la systématique	24
I.5.3. Synonymie de <i>Cedrus atlantica</i>	24
I.5.4. Description botanique	24
I.5.5. Propriétés pharmacologique du genre <i>Cedrus</i>	28
I.5.6. Utilisations de l'huile essentielle de <i>cèdre d'Atlas</i>	28
I.6. La phytothérapie.....	29
I.7. Généralité sur les huiles essentielles	29
I.7.1. Intérêt thérapeutique, écologique et économique des huiles essentielles	30
I.7.2. Composition chimique des huiles essentielles	31
I.7.2.1. Les monoterpènes.....	31
I.7.2.2. Les sesquiterpènes.....	32
I.7.2.3. Les composés aromatiques.....	33
I.8. Généralité sur l'activité antioxydante.....	34

I.8.1. Introduction	34
I.8.2. Mise en évidence de l'activité anti-radicalaire.....	35
I.8.2.1. Activité du pouvoir réducteur (FRAP).....	35
I.8.2.2. Activité de réduction du complexe cuivre-neocuproéne (CUPRAC)	36
I.8.2.3. Activité du piégeage du cation radical ABTS ⁺	37
I.8.2.4. Activité anti radicalaire au DPPH	39
I.8.2.5. Activité basés sur les nanoparticules d'argent (SNP)	40
I.8.2.6. Activité de réduction par la formation du complexe Fe ⁺² -phenanthroline.....	40
I.8.2.7. Activité du piégeage du radical Galvinoxyl (GOR).....	41
I.8.3. Mise en évidence de l'activité anti-Alzheimer	42
I.8.3.1. Activité Anti cholinestérase	42
I.8.4. Mise en évidence de l'activité anti-diabétique.....	43
I.8.4.1. Activité inhibitrice de l'α amylase	44
Références	45

Chapitre II : Matériel et méthodes

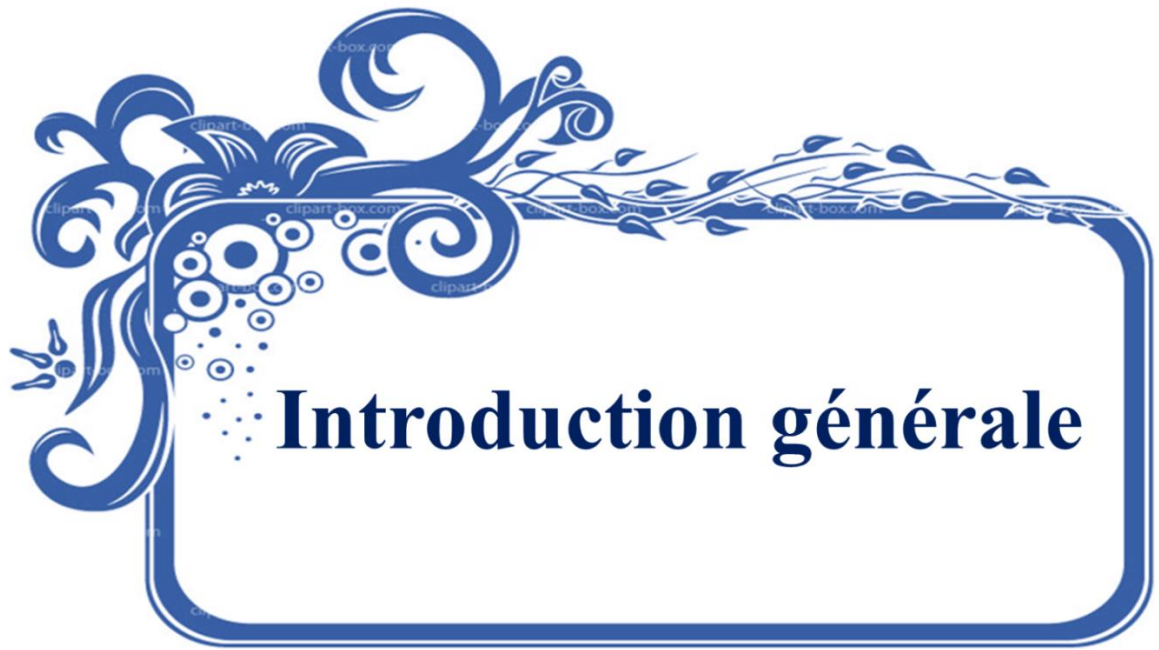
II.1. Matériel végétal	56
➤ <i>Eucalyptus globulus</i>	56
➤ <i>Rosmarinus tournefortii</i>	56
➤ <i>Ocimum basilicum</i>	56
➤ <i>Cedrus atlantica</i>	56
II.1.1. Macération et extraction	56
➤ <i>Eucalyptus globulus</i>	56
➤ <i>Rosmarinus tournefortii</i>	57
➤ <i>Ocimum basilicum</i>	57
➤ <i>Cedrus atlantica</i>	57

II .2. Analyse GC-MS de l'huile essentielle	58
II .3. Activités biologiques	59
II .3.1. Activité anti-oxydante.....	59
II .3.1.1. Activité du pouvoir réducteur (FRAP)	59
II .3.1.2. Activité de réduction du complexe cuivre-neocuproéne (CUPRAC).....	60
II .3.1.3. Activité du piégeage du cation radical ABTS ^{•+}	60
II .3.1.4. Activité antiradicalaire au DPPH.....	60
II .3.1.5. Activité basés sur les nanoparticules d'argent (SNP)	61
II .3.1.6. Activité de réduction par la formation du complexe Fe ⁺² -phenanthroline	61
II .3.1.7. Activité du piégeage du radical Galvinoxyl (GOR).....	62
II .3.2. Activité enzymatique.....	62
II .3.2.1. Evaluation de l'activité anti cholinestérase.....	62
II .3.2.2. Evaluation de l'activité inhibitrice de l'α amylase.....	63
II .3.2.3. Evaluation de l'activité de l'uréase.....	64
II .4. Analyses statistiques.....	64
Références	65

Chapitre III : Résultats et discussion

III .1. Composition chimique de l'huile essentielle HD28 de <i>Cedrus atlantica</i>	66
III .2. Composition chimique de l'huile essentielle MCW29 de <i>Cedrus atlantica</i>	69
III .3. Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Ocimum basilicum</i>	72
III .4. Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Eucalyptus globulus</i>	76
III .5. Les activités antioxydantes	81
III .5.1. Activité du pouvoir réducteur (FRAP)	81
III .5.2. Activité de réduction du complexe cuivre-neocuproéne (CUPRAC)	83
III .5.3. Activité du piégeage du cation radical ABTS ^{•+}	84
III .5.4. Activité antiradicalaire DPPH	85
III .5.5. Activité basés sur les nanoparticules d'argent (SNP)	87

III .5.6. Activité de réduction par la formation du complexe Fe ⁺² -phenanthroline	88
III .5.7. Activité du piégeage du radical Galvinoxyl (GOR)	90
III .6. Les activité enzymatiques	92
III .6.1. Evaluation de l'activité anti cholinestérase	92
III .6.1.1. Acétylcholinestérase	92
III .6.1.1.1. Les extraits de Rosmarinus tournefortii	92
III .6.1.1.2. Les huiles essentielles de trois plantes	94
III .6.1.2. Butyrylcholinestérase	95
III .6.1.2.1. Les extraits de Rosmarinus tournefortii	95
III .6.1.2.2. Les huiles essentielles de trois plantes	96
III .6.2. Evaluation de l'activité inhibitrice de l'α amylase	98
III .6.3. Evaluation de l'activité de l'urèase	99
Références	101
Conclusion générale	102



Introduction générale

Introduction générale

Les plantes aromatiques et médicinales représentent une source inépuisable de remèdes traditionnels et efficaces grâce aux principes actifs qu'elles contiennent : alcaloïdes, flavonoïdes, hétérosides, saponosides, quinones, vitamines,...et huiles essentielles [1].

En effet, les huiles essentielles (HEs), principes actifs issus du métabolisme secondaire des plantes médicinales, ont été utilisées depuis l'antiquité et sont largement employées de nos jours, pour leurs propriétés biologiques (antimicrobienne, antioxydante, analgésique, anti-inflammatoire, anti-cancérigène, antiparasitaire, insecticide...) [2,3] et leurs applications dans de multiples et diverses industries : alimentaire, cosmétique, parfumerie et pharmacie [4,5].

L'importance économique que représentent ces essences du fait de leurs propriétés biologiques, thérapeutiques, odoriférantes..., de leur impact au niveau de l'environnement et de leur utilisation dans le traitement de certaines maladies infectieuses pour lesquelles les antibiotiques de synthèse sont de moins en moins actifs ou dans la conservation des aliments contre l'oxydation comme alternatives aux produits chimiques de synthèse suscite de plus en plus l'intérêt des biologistes, des médecins , ...et des chimistes [6].

Dans le monde, il existe 250 000 à 500 000 espèces de plantes, seul un nombre relativement faible des plantes ont été étudiées pour d'éventuelles applications médicales. Les données relatives à l'innocuité et à l'efficacité sont disponibles pour un nombre encore plus restreint de plantes, leurs extraits et principes actifs et les préparations qui les contiennent [7].

L'Algérie, de par sa position biogéographique, et grâce à ses différentes zones bioclimatiques (humide, sub-humide, semi-aride, aride ou désertique), offre une très grande diversité de végétaux (plus de 3000 espèces et 1000 genres) avec un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales spontanées et cultivées [8,9].

Dans ce contexte, se présente ce travail de recherche dont le but principal est la valorisation de la richesse de l'Algérie en plantes médicinales et de recherche de nouvelles

Introduction générale

molécules naturelles. Pour cela, notre étude englobe deux aspects dont le premier est d'ordre phytochimique, le second aspect est consacré à une évaluation des activités antioxydantes et enzymatiques.

Ce mémoire est subdivisé en trois chapitres dont le premier a été réservé à l'étude bibliographiques.

Le second chapitre concerne la description du matériel végétal, les méthodes d'extractions, et l'analyse GC-MS ainsi que les méthodes d'évaluation des activités antioxydantes et enzymatiques.

Le troisième chapitre renferme la discussion des résultats obtenus pour les quatre plantes étudiées : *Eucalyptus globulus*, *Rosmarinus tournefortii*, *Ocimum basilicum* et *Cedrus atlantica* ainsi que l'analyse CPG/SM des huiles essentielles des trois plantes : *Eucalyptus globulus*, *Ocimum basilicum* et *Cedrus atlantica*. En plus, l'évaluation des activités antioxydantes des deux extraits chloroformique (ECRT) et butanolique (EBRT) de la plante *Rosmarinus tournefortii* et l'évaluation des activités enzymatiques des quatre plantes.

Introduction générale

Références :

- [1] Sallé, Jean-Luc. Le totum en phytothérapie: approche de phyto-biothérapie. Éditions Frison-Roche, (1991).
- [2] Bakkali, Fadil, et al. "Biological effects of essential oils—a review." Food and chemical toxicology 46.2 (2008): 446-475.
- [3] Murbach Teles Andrade, Bruna Fernanda, et al. "Antimicrobial activity of essential oils." Journal of Essential Oil Research 26.1 (2014): 34-40.
- [4] Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. International Journal of Food Microbiology. (2004);94(3):223-253.
- [5] Da Cruz Cabral L, Fernández Pinto V, Patriarca A. Application of plant derived compounds to control fungal spoilage and mycotoxin production in foods. International Journal of Food Microbiology. (2013);166(1):1-14.
- [6] Farnsworth, N. R.; Akerele, O.; Bingel, A.S.; Soejarto, D.D.; Guo, Z. Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé (1986), 64(2), 159–175.
- [7] Rates SMK. Plants as source of drugs. Toxicon. (2001);39(5):603-613.
- [8] Reguieg, L. "Using medicinal plants in Algeria." Am J Food Nutr 1.3 (2011): 126-127.
- [9] Bouabdelli, F., et al. "Antimicrobial activity of 22 plants used in urolithiasis medicine in western Algeria." Asian Pacific Journal of Tropical Disease 2 (2012): S530-S5

A decorative border in blue line art style, featuring stylized flowers and leaves, framing the central text.

Chapitre I
Recherche bibliographique

Chapitre I : Recherche bibliographique

I.1. Présentation botanique et géographique de la famille des Myrtaceae ,Lamiaceae et pinaceae

➤ La famille des Myrtaceae

La famille des myrtaceae est l'une des plus importantes familles de plantes issues d'angiospermes, comprenant environ 142 genres et 5500 espèces. Les individus de cette famille contiennent des plantes bénéfiques en santé comme les clous de girofle, l'eucalyptus et la cannelle [1].

La famille des Myrtaceae a son centre de diversité en zone tropicale, notamment en Australie, en Amérique du Sud et en Asie tropicale [2-3] (Figure 01).

Divers travaux classent la famille des Myrtaceae au sein des clades suivants: les angiospermes, les eudicotyledoneae, les rosidae, les malvidae et enfin l'ordre des myrtales [4].

Les myrtaceae constituent un modèle de choix pour l'étude de l'évolution chez les angiospermes, puisque les genres sont caractérisés par un nombre important en espèces. Nous citons quelques exemples, le genre syzygium contient entre 1200 et 1500 espèces [5], Eugenia inclue approximativement 1050 espèces, et eucalyptus environ 700 espèces [6].

Ce sont des arbustes à feuilles entières et opposées; fleurs axillaires hermaphrodites; 5-mère. calice cupuliforme, étamines très nombreuses, insérées avec les pétales au sommet du tube calycinal, gynécée infère ou semi-infère à 5 carpelles uniloculaires, à ovules nombreux, à placentation axile. Fruit bacciforme bleuâtre, globuleux, de 5-8mm de diamètre [7]. Les fleurs à odeur suave des myrtaceae sont pollinisées par divers insectes, oiseaux ou mammifères ; le nectar sert de monnaie d'échange [8].

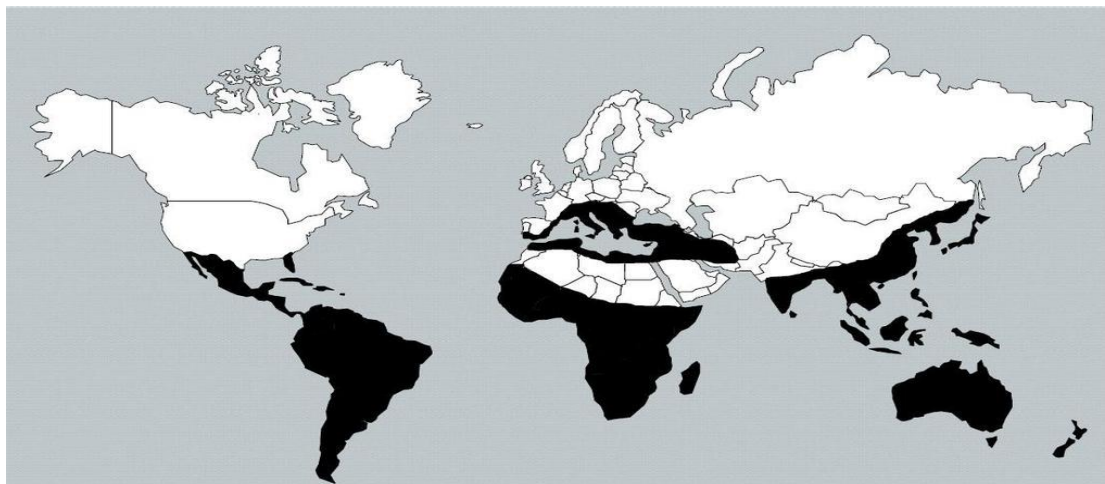


Figure 01. Aire de répartition des Myrtaceae dans le monde entier [2].

➤ La famille des Lamiaceae

La famille des lamiacées (Lamiaceae) ou Labiées (Labiatae) représentent la sixième plus grande famille de plantes à fleurs et l'une des familles les plus populaires en raison du potentiel aromatique de la plupart de ces espèces [9]. Parmi les quels on trouve le romarin, le thym, le basilic, l'origan, la sauge, la menthe et la menthe poivrée [10] [11].

Cette famille renferme environ 6970 espèces et 258 genres [12] dont l'aire de dispersion est extrêmement étendue, mais avec une prépondérance pour les régions méditerranéennes [13].

En Algérie, cette famille comprend 29 genres et 140 espèces se développant aussi bien dans les zones méditerranéennes que sahariennes [14].



Figure 02 .Répartition géographique de la famille des Lamiacées dans le monde entier [14].

Chapitre I : Recherche bibliographique

Les lamiaceae sont des plantes herbacées ou arbustives [15] . Les tiges sont quadrangulaire à leur base et très ramifiées [16]. Les feuilles sont petiolées et opposées [17]. Le fruit est un tétrakène logé au fond d'un calice persistant, chaque demi carpelle donnant naissance à un akéne élémentaire [12] [13].



Figure 03 .Photos de la famille des Lamiaceae. [13]

➤ La famille des Pinaceae

La famille des pins (Pinaceae), comprenant 11 genres et environ 230 espèces largement distribuées dans l'hémisphère nord, et elle est la plus grande famille de gymnospermes et la plus important de la composante boréale [19].

En Algérie, on trouve trois genres qui sont : Abies (le Sapin), Cedrus (le Cèdre), Pinus (le Pins) [20].

Les pinaceae sont des arbres ou plus rarement des arbustes persistants, monoïques, aux rameaux régulièrement verticillés [21]. Les espèces ont des feuilles persistantes en forme d'aiguilles [22]. Les fleurs sont réunies en ombelles simples ou composées, munies de bractées appelées involuclles à la base. Elles comptent 5 pétales et 5 étamines et un ovaire à deux loges. Les fruits sont formés de deux méricarpes accolés à un axe central (chaque méricarpe présente deux faces : commissurale (plane) et dorsale (convexe). La face dorsale porte au moins cinq côtes séparées par quatre vallécules contenant des canaux sécréteurs courts (bandelettes) [23].

Chapitre I : Recherche bibliographique

I.1.1 Intérêt pharmacologique, nutritionnel et commercial

➤ La famille des myrtaceae

Beaucoup d'espèces appartenant à cette famille sont une source principale d'HE d'huiles essentielles pour la parfumerie ou pour l'usage thérapeutique [8].

Le tableau 1 suivant cite quelques exemples d'espèces dont les propriétés susdites ont été vérifiées et confirmées suite à différents travaux.

Tableau 01 . Activités biologiques de certaines espèces de la famille des Myrtacées.

Espèce	Activités biologiques	Références
Cleistocalyx operculatus	anti-inflammatoire antiseptique anti-oxydante antimicrobienne cytotoxique anti-tumorale	[24] [25] [26]
Melaleuca squarrosa	anti-oxydante	[27]
Leptospermum polygalifolium	Antimicrobienne	[28]
Psidium guajava	anti-oxydante anti-hypertensive anti-diarrhique antinociceptive anti diabétique anti-allergique anti-tumorale anti-inflammatoire cytotoxique antispasmodique anti genotoxique	[29]
Syzygium samarangense	Cytotoxique	[30]

Chapitre I : Recherche bibliographique

	anti-oxydante	
Eucalyptus saligna	Antibactérienne	[31]
Eucalyptus rostrata	anti-oxydante	[32]
Eugenia jambos	antipyrétique anti-inflammatoire anti-tumorale	[33]
Eugenia jambolana	Antidiabétique anti-lipidémique	[34]
Leptospermum scoparium	Antimicrobienne	[35]
Myrtus communis	Antidiabétique anti-oxydante antimicrobienne anti-mutagénique	[36] [37]
Syzygium aromaticum	anti-oxydante antifongique	[38] [39]

➤ La famille des Lamiaceae

Aujourd'hui, les huiles essentielles de plusieurs plantes Labiatae sont devenues une matière première de plus en plus importante pour l'industrie alimentaire, pharmaceutique et cosmétique [40,41,42,43]. 40% des espèces de la famille des Lamiaceae contiennent des composés qui possèdent des propriétés aromatiques [44]. En raison des huiles essentielles (HE) produits dans glandulaire, les poils sont répartis sur les organes aériennes de la végétation et de la reproduction [45].

La famille lamiaceae contient d'importantes plantes aromatiques utilisées dans la médecine traditionnelle et moderne et dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique [46].

De nombreux genres contiennent des espèces ornementales : on peut citer parmi eux Ajuga (le bugle), Callicarpa, Clerodendrum, Plectranthus, Holmskiodia, Leonotis, Monard, Salvia [47].

Chapitre I : Recherche bibliographique

➤ La famille des Pinaceae

Les membres des pinacées ont une grande importance économique en tant que source de bois, de pâte et de résines. Ils jouent également un rôle écologique très important en produisant une grande biomasse et en créant un habitat pour de nombreux autres organismes. Les arbres forestiers des pinacées sont essentiels pour la séquestration du carbone qui peut affecter le climat mondial [48].

I.2. Le Genre Eucalyptus

L'eucalyptus, qui comprend plus de 700 espèces est le natif usiné d'Australie [49].

Elle a été découverte par l'explorateur et botaniste français Jacques-Julien Houtou de la Billardière en 1792, en Australie. Quand les premiers explorateurs arrivèrent sur les littoraux de ce continent, ils virent d'énormes forêts d'eucalyptus et baptisèrent ce nouveau continent « le pays des brouillards bleus » [50].

Le genre eucalyptus est endémique en Australie et en Tasmanie après il est cultivé dans quelque régions subtropicales d'Afrique, d'Asie et d'Amérique du Sud ainsi qu'en Europe méridionale et aux États-Unis [51].

Le nom botanique fut créé par le botaniste français Charles-Louis l'héritier de Bruteau en 1792. Les eucalyptus furent introduits en France en 1828. De nombreux pays ont rapidement intégré les usages médicaux des feuilles d'eucalyptus dans leur pharmacopée : Chine, Inde, Sri Lanka, Afrique du Sud, île de la Réunion et pays européens. [52,53].

Les espèces appartenant à ce genre sont introduites en Algérie par les français en 1860 dans des différentes régions méditerranéennes et occupaient une surface de 5 855 hectares dont plus de la moitié dans la région oranaise [51, 54].

Le tableau ci-dessus montre la répartition des eucalyptus en Algérie [54].

Chapitre I : Recherche bibliographique

Tableau 02. La répartition des eucalyptus en Algérie.

La région	Les wilaya
Est	El kala, Annaba, Skikda
Centre	Tizi-Ouzou, bainem
Ouest	Oran, mostaganem

Son fruit est connu sous le nom de «Yi Kou Zhong » en Chine et utilisé dans la-médecine populaire pour traiter, la grippe, la dysenterie, eczéma, échaudure et rhumatisme [55].

La production commerciale d'huile essentielle (HE) d'eucalyptus a débuté en 1860, dans la région de victoria en Australie. Actuellement, l'Australie, le Maroc, l'Espagne et certains pays de l'Europe de l'Est sont parmi les principaux producteurs [52 ,53].

Au XIXe siècle, l'huile essentielle est utilisé pour aseptiser les cathéters urinaux dans les hôpitaux anglais. De nos jours, elle entre dans la fabrication de rince-bouche (Listerine®, par exemple) et de dentifrices, de nombreuses préparations pharmaceutiques destinées aux diverses affections des voies respiratoires et de solvants endodontiques utilisés en dentisterie. On s'en sert aussi comme dégraissant industriel [56,57].

L'eucalyptus représente une excellente source de biomasse pour la production de bioénergie. Que ce soit par combustion ou pour la production de produits dérivés de la cellulose tels que les biocarburants de seconde génération, la production de bioénergie représente un enjeu économique considérable dans une période où la demande d'énergie à l'échelle mondiale explose [58,59].

Chapitre I : Recherche bibliographique

I.2.1.La plante *Eucalyptus globulus*

Eucalyptus globulus (Fig. 04) appartient à la famille des myrtaceae. Cette espèce est originaire de Tasmanie en Australie, elle est donc indigène au continent australien. *Eucalyptus globulus* a été introduit en France en 1804 à la commune de Malmaison (région de Picardie). Elle est acclimatée dans les pays du maghreb, en France méridionale, en Espagne, au Portugal, en Italie et en Amérique. L'eucalyptus *globulus* pousse surtout dans les régions chaudes. Il a néanmoins besoin d'une grande quantité d'eau pour croître. [60,61].



Figure 04 .photos de *Eucalyptus globulus* [61].

I.2.2.Place dans la systématique

Tableau 03: Position systématique de *Eucalyptus globulus* [62].

Règne	Plantes
Embranchement	Magnoliophyta
Sous- embranchement	Angiospermes
Classe	Magnoliopsida ou Dicotylédones
Ordre	Myrtale
Famille	Myrtaceae
Genre	<i>Eucalyptus</i>
Espèce	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill

Chapitre I : Recherche bibliographique

I.2.3. Synonymie de *Eucalyptus globulus*

- Eucalyptus gigantea*.
- Eucalyptus glauca*.
- Eucalyptus pulverulenta*.
- Eucalyptus officinal*.
- *Eucalyptus globulus* var. *bicostata*.
- Eucalyptus globulus* subsp. *Globulus*.
- Eucalyptus* commun.

I.2.4. Description botanique



Le port : L'eucalyptus commun est un arbre sempervirent qui peut croître jusqu'à 30– 55 m de haut.



L'écorce : Chez les plantes adultes, l'écorce a la base du tronc est ridée, sombre et persistante. au-delà , elle est lisse, grisâtre et se détache en longue bande , qui laisse apparaître la face interne avec des nuances de différentes couleurs gris , crème et bleuâtre ; les jeunes branche sont pendantes et ont une section quadrangulaire dans leur partie terminale.

Chapitre I : Recherche bibliographique



Les fleurs : Les boutons floraux, en forme de toupie, sont côtelés et recouverts d'un opercule aplati portant un bouton central. Les fleurs, de couleur crème (Fig. 4), sont solitaires à l'aisselle des feuilles.



Les feuilles : Les feuilles d'Eucalyptus globulus, persistantes, ont la particularité d'être totalement différentes selon l'âge du rameau qui les porte. Les feuilles des arbres matures sont alternes, étroites et d'un vert foncé luisant (Fig. 4). Ces feuilles matures renferment de nombreuses poches sécrétrices. Elles sont riches en HE responsable des propriétés thérapeutiques. Les feuilles poussent sur des tiges cylindriques et mesurent de 15 à 35 cm de long.



Les fruits : Les fruits (Fig. 4) ligneux mesurent 1,5 à 2,5 cm de diamètre et ont une capsule très dure, c'est en tombant au sol qu'ils laissent échapper les graines fécondées par des grains de pollen apportés principalement par les insectes [38] [41] [43].

Chapitre I : Recherche bibliographique



Les graines : Les fruits contenant de nombreuses graines de 1 à 3 mm de long.

La reproduction se fait par des graines plantées à la surface de sol sableux à une température de 20 à 22 °C.

I.2.5. Propriétés pharmacologiques du genre *Eucalyptus*

Les eucalyptus sont utilisés pour soigner depuis des milliers d'années en Australie, continent d'origine. Les feuilles étaient utilisées par les aborigènes pour traiter les fièvres (notamment la malaria), d'où son nom commun d'arbre à la fièvre ou Australian Fever tree. Les aborigènes vivants en Tasmanie avaient également compris l'intérêt de l'eucalyptus par sa capacité à assécher les zones marécageuses pour éradiquer les insectes, porteurs de maladies [63] [64].

Récemment, l'eucalyptus est largement cultivé pour de nombreuses fins, y compris antiseptique, chimio thérapeutique, antioxydant, troubles antimicrobiens, respiratoires et gastro-intestinaux, cicatrisation, acaricide, répulsif, herbicide et nématicide. [65] [66], activité anti-inflammatoire [67], anti-HIV [68] antifongique, [69] immunosuppresseur [70], ainsi que les effets inhibiteurs de PTP1B [71].

I.3. Le Genre *Rosmarinus*

C'est un arbuste à feuilles persistantes pouvant atteindre deux mètres de haut, à nombreux rameaux dressés ou quelquefois prostrés (variété *prostratus*). La systématique du genre *rosmarinus* n'a pas toujours été homogène, ce qui se traduit par de nombreux noms d'espèces cités par les auteurs et qui ne sont pas tous en usage actuelle [72,73 ,74].

Des auteurs allemands et italiens [75] mentionnent 4 espèces répertoriées surtout en Afrique du Nord :

1- *Rosmarinus chilensis*.

2- *Rosmarinus laxiflorus*.

Chapitre I : Recherche bibliographique

3-Rosmarinus Iavandulaceus.

4- Rosmarinus tournefortii (De Noe).

Ces mêmes auteurs se basent actuellement sur la classification de TURRILL [76]. qui ne comprend qu'une seule espèce, mais plusieurs variétés et formes, répertoriées dans la région méditerranéenne : c'est la *Rosmarinus officinalis* L.

I.3.1. La plante *Rosmarinus tournefortii* de noé

Le romarin *Rosmarinus tournefortii* de noè est une plante médicinale, originaire des régions méditerranéennes, le romarin pousse spontanément dans le sud de l'Europe. On le cultive dans le monde entier à partir de semi ou de boutures au printemps, apprécie les climats chauds ou modérément secs [77].

En Algérie, le romarin est l'une des sept espèces végétales excédant 50.000 hectares sur le territoire national [78]. C'est une plante pérenne de type arbrisseau qui peut vivre plus de 20 ans [79]. Mais en culture, il faut compter une douzaine d'années de vie [78]. Il est présent dans grande quantité à Bousaada région située dans le sud-est de l'Algérie.

C'est un arbrisseau de 50 cm à 1 mètre et plus, toujours vert, très aromatique, très rameux, très feuillé (feuilles en forme d'éguilles blanchâtres et duveteuses par dessous) [80]. Les fleurs sont réunies au sommet des rameaux, bleues pâles à blanchâtre, pratiquement sessiles, disposées en petites grappes axillaires et terminales, bractées tomenteuses lancéolées [81]. Son écorce s'écaille sur les branches les plus âgées et son odeur est extrêmement [82] (Figure 05).



Figure 05 : La plante *Rosmarinus tournefortii* de noè. Béchar , Djebel Antar [80].

Chapitre I : Recherche bibliographique

I.3.2 .Place dans la systématique

Tableau 04: Position systématique de *Rosmarinus tournefortii* de Noë [83].

Règne	Plantes
Embranchement	Spermaphytes
Sous- embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Rosmarinus</i>
Espèce	<i>Rosmarinus tournefortii</i> de Noë

I.3.3. Synonymie de *Rosmarinus tournefortii* de noë

- *Rosmarinus angustifolius* Mill.
- *Rosmarinus flexuosus*.
- *Rosmarinus latifolius* Mill.
- *Rosmarinus laxiflorus* Noë.
- *Rosmarinus serotinus* Loscos.

Noms vernaculaires : Iklil Al Jabal ,Klil, Hatssa louban, Hassalban , Lazir ,Azîr, Ouzbir ,Aklel, Touzala [84].

I.3.4. Description botanique



Le port : le romarin est un arbrisseau, de 50 cm à 1 mètre et plus, toujours vert, très aromatique, très rameux, très feuillé [80].

Chapitre I : Recherche bibliographique



Les feuilles : coriaces, persistantes, linéaires, entières, enroulées sur les bords, vertes et ponctuées dessus, blanches tomenteuses à la face inférieure [81].



Les fleurs : réunies au sommet des rameaux, bleues pâles à blanchâtre, pratiquement sessiles, disposées en petites grappes axillaires et terminales, bractées tomenteuses lancéolées [81].



L'écorce : s'écaille sur les branches les plus âgées et son odeur est extrêmement odorante [80].



Le calice : velu à dents bordées de blanc, elles portent deux étamines ayant une petite dent vers leur base comme pour la plupart des Lamiacées [85].



Le fruit : ovoïde, est entouré par un calice persistant, sec est constitué de quatre akènes (tétrakène). Il attire les insectes (entomophiles) pour assurer la pollinisation (entomogame) [86].

Chapitre I : Recherche bibliographique

I.3.5. Propriétés pharmacologiques du genre *Rosmarinus*

Le romarin, chargé de symbole chez les anciens qui en faisait des couronnes, a servi à l'élaboration d'un remède longtemps réputé, « l'Eau de la reine de Hongrie » qui en fait est un alcoolat : à l'aide de ce remède, la souveraine, âgée de 72 ans, guérit des rhumatismes et de la podagre [87].

Le romarin, comme toutes les plantes aromatiques et médicinales, contient des composés chimiques ayant des propriétés antibactériennes, des propriétés anti-inflammatoires et antispasmodiques [88].

En médecine traditionnelle, le romarin aide à la digestion, traite les céphalées et les migraines, les blanchîtes, les coliques, améliore les fonctions hépatiques et biliaires en cas de troubles digestifs. Il est utilisé en usage externe pour soigner les rhumatismes et les troubles circulatoires [89]. Il est utilisé comme antiseptique, cholagogue, vulnéraire et diurétique [90]. L'huile essentielle de *rosmarinus* est utilisée en parfumerie et très appréciée en aromathérapie. Utile pour le traitement des bronchites chroniques, cette HE trouve aussi des indications dans la petite faiblesse hépatique ainsi que dans les intoxications hépatiques ponctuelles [91].

I.4. Le Genre *Ocimum*

Le genre *Ocimum* (famille Lamiaceae), collectivement appelé basilic, se compose d'environ 160 espèces et s'étend sur les parties tropicales, subtropicales et plus chaudes des régions tempérées des deux hémisphères, du niveau de la mer jusqu'à 1800 ft pieds d'altitude [92].

I.4.1. La Plante *Ocimum basilicum*

Le basilic (*Ocimum basilicum* L.) est un membre du genre *Ocimum*, cultivé depuis des milliers d'années [93]. C'est l'espèce la plus exploitée en raison de son importance économique [94]. Il a été acclamé pour sa diversité comme une source d'huiles essentielles, sa réalisation de style et délicatesse comme épice, et sa beauté et son parfum comme plante ornementale. Il est largement utilisé en pharmacie, en parfumerie et en nourritures industrielles pour son arôme naturel [95].

En Algérie, deux espèces ont été rencontrées, l'une à petites feuilles, annuelle, généralement cultivée en pots pour décorer les balcons et les coins d'appartements qu'elle parfume agréablement. L'autre espèce est connue sous le nom de H'baq sebàa snin (basile des sept

Chapitre I : Recherche bibliographique

ans) peut être à cause de sa longévité, car elle pourrait vivre plusieurs années dans la même place. Cette espèce est distinguée par ses feuilles vert-foncées plus grandes, ressemblant à s'yméprendre à la menthe. Ces fleurs blanches sont regroupées en somites [96].



Figure 06. La plante *Ocimum basilicum* [96].

I.4.2.Place dans la systématique

Tableau 05: Position systématique de *Ocimum basilicum* [97]

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphyte(phanérogame)
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida ou Dicotylédones
Ordre	Lamiales (Labiales)
Famille	Lamiaceae (Labiatae)
Genre	<i>Ocimum</i>
Espèce	<i>Ocimum basilicum</i> L.

I.4.3. Synonymie de *Ocimum basilicum* L.

- *Basilicum polystachion* (L.) Moench.
- *Ocimum album* L.
- *Ocimum americanum* L.
- *Ocimum basilicum* var .*glabratum* Benth.
- *Ocimum basilicum* var .*majus* Benth.
- *Ocimum barrelieri* Roth.
- *Ocimumanisatum* Benth.

I.4.4. Description botanique



Le port : Le basilic est une sous-arbuste, herbacée annuelle pousse 8 à 20 pouces (20 à 50 cm) de haut, dressées et parfois touffue. Il a une sensation de duvet de la base vers le haut [98,99].



Les feuilles : Les feuilles sont ovales ou oblongues, vert vif très légèrement dentées, brillantes, avec des marques veineuses profondes [99, 100].

Elles ont une odeur agréable et très caractéristique. Elles sont pétiolées à des tiges anguleuses, dressées, ramifiées, ont une section carrée [98, 99].

Chapitre I : Recherche bibliographique



Les fleurs : Les fleurs sont blanches rosées ou violacé, petites et labiées (comme les lèvres) sont six fleurs pédiculées, presque sessiles, axillaire et faux verticilles [99, 100].

Le calice (verticille externe généralement verte) est bilabié et la corolle est de quatre lobes. La lèvre inférieure est simple avec quatre étamines portant sur lui [98].

I.4.5. Propriétés pharmacologiques du genre *Ocimum*

Le basilic a été utilisé comme plante médicinale dans le traitement des maladies nerveuses, les vertiges, les coliques, la constipation, les ballonnements, la toux, la coqueluche, les migraines d'origine nerveuse ou gastrique et les aphtes [101 ,102 ,103]. L'huile essentielle de basilic est connue aussi par son activité antimicrobienne et insecticide . [104 ,105].

I.5. Le Genre *Cedrus*

Le cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti.) ou Arz d'El-Atlas en arabe ou Bignon en berbère, est une essence forestière endémique des montagnes de l'Afrique du Nord. il constitue l'essence noble des forêts du maghreb (Maroc et l'Algérie). Le cèdre est indiscutablement l'espèce forestière la plus prestigieuse [106].

Le genre *cedrus* est un genre ancien connu depuis le tertiaire. Selon Emberger (1938) ; Boudy (1950); Parde (1958) classent le genre *cedrus* en quatre espèces, à partir des unités biogéographiques.

- Cedrus atlantica* Manneti. 1844 le cèdre de l'Atlas.
- Cedrus brevifolia* Henry : le cèdre de chypre.
- Cedrus libanotica* Barr : (1838) le cèdre de Liban.
- Cedrus deodora* London : (1838) le cèdre de l'Himalaya.

Le cèdre de l'atlas est une essence plastique pouvant se trouver dans plusieurs régions appartenant aux divers étages bioclimatiques au Maroc et en Algérie. Sa localisation est nettement disjointe et liée essentiellement à l'orographie du Maghreb [107].

En Algérie ,les cédraies algériennes (Figure 07) occupent une superficie de 30 400 ha et sont réparties sur deux blocs [108].

Chapitre I : Recherche bibliographique

Au niveau de l'Atlas Tellien :

- . Les cédraies de Djurdjura (Tala Guilef, Tikijda et Ait Ouabaine) avec 2000 ha.
- . La cédraie des Babors, avec 500 ha.
- . La cédraie de Chrea avec 1000 ha.
- . La cédraie de Theniet-el-had avec 1000 ha.

Au niveau de l'Atlas saharien :

Le cèdre est en régression drastique dans les Monts de Hodna (8000 ha), à Belezma avec (5000ha) et dans les Aurès (5000 ha) .

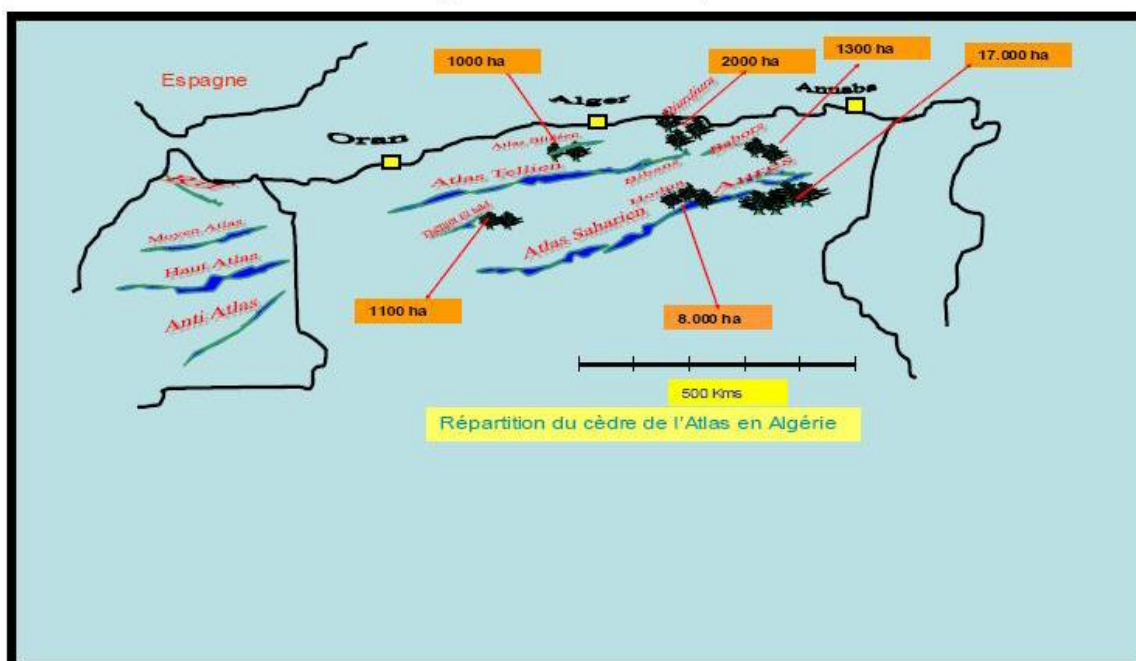


Figure 07. Répartition actuelle du cèdre de l'Atlas en Algérie [106].

I.5.1. La plante *Cedrus atlantica*

Le cèdre, considéré comme une plante à graines (Spermatophytes), fait partie des plantes à ovules nus (Gymnospermes). Il appartient à la classe des Vectrices, ordre des coniférales et la famille des Pinacées [109]. Ce genre possède deux types de rameaux, les uns sont courts portant des aiguilles, disposées en rosette (Figure 08), les autres longs où les aiguilles sont

Chapitre I : Recherche bibliographique

disposées en spirale ; telle est la différence remarquable avec les autres espèces de pinacées [109] (Figure 09).



Figure 08: Les aiguilles du cèdre en forme d'une rosette [109].

Le cèdre de l'atlas est un arbre majestueux de première grandeur il peut atteindre 40 m de hauteur et de 2 à 3 m de diamètre chez les sujets âgés [100,111]

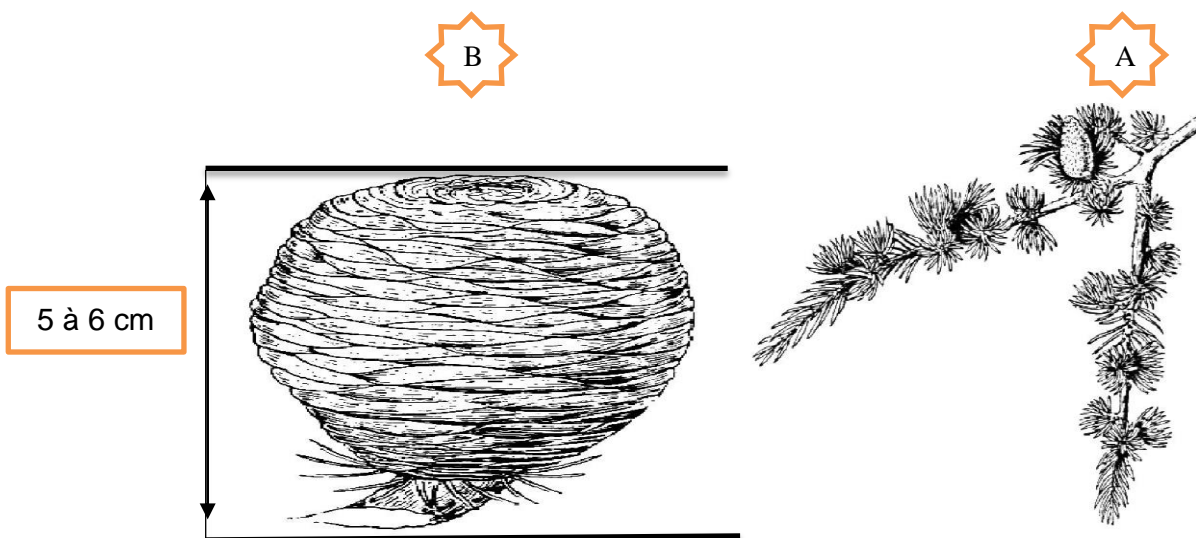


Figure 09. Caractéristiques botaniques du cèdre de l'Atlas. A : rameau avec inflorescence mâle ; B : cône [111].

Chapitre I : Recherche bibliographique

I.5.2. Place dans la systématique

La position taxonomique de cèdre est identifié comme suit :

Tableau 06: Position systématique de *Cedrus atlantica*.

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Gymnospermes
Classe	Vectrices
Ordre	Abiétales
Famille	Pinacées
Sous famille	Abiétées
Genre	<i>Cedrus</i>
Espèce	<i>Cedrus atlantica</i> Manneti.

I.5.3.Synonymie de *Cedrus atlantica*

Cedrus atlantica var. *argentea* (Renou) A.Murray.

Cedrus atlantica f. *argentea* (Renou) Rehder.

Cedrus atlantica f. *fastigiata* (Carrière) Rehder.

Cedrus atlantica f. *glauca* (Carrière) Beissn.

Cedrus atlantica var. *variegata* Carrière.

I.5.4. Description botanique

La spécificité du cèdre de l'Atlas en plus des caractéristiques du genre *cedrus* que nous avons évoquées réside dans les points ci-après :

Chapitre I : Recherche bibliographique



Le port : Arbre de grande taille pouvant atteindre 40 mètres de hauteur [18,20] jusqu'à 60 mètres dans les conditions écologiques les plus favorable [112], avec une moyenne de taille entre 25 et 30 mètres vers 70 à 80 ans [110]. La cime est conique pyramidale à l'état jeune, elle sera de forme tabulaire avec le vieillissement de l'arbre [111].



L'écorce : L'écorce est épaisse, rugueuse de couleur noirâtre . [114].



Les Aiguilles : sont groupées en petits bouquets au sommet et portées par de courts rameaux pouvant vivre 3ans [113].

- Longueur : de 1 à 2 cm.

- Couleur : vert ou glauque.

- Persistance : 3 ans.

- Forme : raide et fine, peu aigue, généralement arquée groupées en rosettes denses) de 30 à 40 aiguilles.



Les fleurs : Jusqu'à 5 centimètres de long, fleurs monoïques, le cône femelle court, dressé de couleur vert rougeâtre, le cône mâle dressé de couleur jaune [115].

Chapitre I : Recherche bibliographique



Les feuilles : Les feuilles ont des formes d'aiguilles persistantes (durent généralement 3 ans), peu aigues, raides et fines [116]. Elles ont une couleur verte ou glauque [114].

Selon Boudy (1952) [111], la longueur des feuilles est comprise entre 1 et 2 cm, par ailleurs Dezabac (1964) in Amirat (2016) [116] estime que leur longueur est de 25 mm en moyenne. Quant à Krouchi (2010) [117], d'après son étude faite à la cédraie de Tala Guilef (Djurdjura), sur deux échantillons, l'un de 30 arbres et l'autre 79, elle obtient une mesure moyenne de 18mm.



Les fruits : de 5–8 centimètres, verts et marrons, de forme cylindriques avec un sommet plat [118].



Les graines : Les graines sont d'une forme triangulaire, dont la longueur est de 10 à 15 mm, empreintes d'une couleur marron roux et munies de larges ailes, tendres et enveloppées d'une pellicule résineuse protectrice [124]. Ces graines sont logées dans une dépression à la facesupérieure de l'écaille [111].



Les bourgeons : Petits de couleur grise jaunâtre [116].

Chapitre I : Recherche bibliographique



Le Bois : Blanc à l'état d'aubier, sa couleur tend à changer en brun jaunâtre en vieillissant. Il est aussi dépourvu de canaux résinifères [125].



Organes reproducteurs : Le cèdre de l'atlas est une espèce monoïque, les inflorescences mâles (fleur mâle) sont des chatons solitaires, cylindriques et dressés vers le ciel. De couleur jaune verdâtre, elles sont de 4 à 5 cm de longueur et approximativement de 1 cm de largeur au stade de maturité. Ils apparaissent généralement à mi-juin et achèvent leur maturité vers la mi-septembre.[109,121,122] pour les inflorescences femelles (fleur femelle), elles sont des chatons ovoïdes dressées, de couleur vert bleuâtres, elles mesurent 1 cm de longueur et quelques millimètres de diamètre, apparaissent trois mois après les chatons males et se développent en cônes [109,121,122] la pollinisation du cèdre de l'atlas est anémophile [123]



Système racinaire : Bien développé et rarement pivotant mais la stabilité de l'arbre est assurée [111]. Les racines obliques sont très fortes et occupent les sols profonds et humides [119]. La profondeur racinaire est comprise entre 14 et 20 cm au bout d'une année pour les nouveaux plants [120]. Quand le sol est peu profond ou présente des obstacles, l'enracinement devient latéral, provoquant des chablis.

Chapitre I : Recherche bibliographique

I.5.5. Propriétés pharmacologique du genre Cedrus

Cedrus est largement utilisé en médecine traditionnelle au Liban pour le traitement de différentes maladies infectieuses [126].

Tableau 07. Propriétés thérapeutique de quelque genre Cedrus.

Genres	Propriété thérapeutique	Références
Cedrus libani	Effet inhibiteur de l' α -amylase, activité biologique contre le virus de l'herpès simplex de type 1 (HSV-1), anti-inflammatoires,	[126,127 ,128]
Cedrus deodara	Insectifuge, effet inhibiteur de l' α -amylase, Activités antisécrétoire et anti-ulcéreux	[129,130,131]
Cedrus atlantica	anti-inflammatoires, antifongiques, antimicrobiennes	[132]

I.5.6.Utilisations de l'huile essentielle de cèdre d'Atlas

L'huile de cèdre est utilisée par les producteurs de savon de toilette et détergents [133].

Elle est aussi utilisée à la place de la pyréthrine contre les insectes domestiques et cela en raison de ses propriétés insecticides et de son caractère non toxique pour les mammifères [134]. L'huile essentielle de cèdre est également une fongicide efficace, non-phytotoxique car elle contrôle la détérioration fongique de certaines épices pendant leur stockage [135]. En outre le β -himachalène, constituant principal de l'huile de cèdre, présente une activité anti-inflammatoire [136].

Chapitre I : Recherche bibliographique

I.6. La phytothérapie

C'est l'utilisation des plantes médicinales (ou formes dérivées des plantes) dans un but thérapeutique [137], reste la médecine la plus employée dans le monde. Et depuis toujours, certaines plantes possèdent des activités antiseptiques, bactéricides, antifongiques, antivirales, ...etc. Toutes les civilisations antiques ont développé à côté de l'agriculture, la médecine par les plantes et la plupart des grands médecins du passé ont été des phytothérapeutes [138].

I.7. Généralité sur les huiles essentielles

Le terme « huile » s'explique par la propriété que présentent ces composés de se solubiliser dans les graisses et par leur caractère hydrophobe. Le terme « essentielle » fait référence au parfum, à l'odeur plus ou moins forte dégagée par la plante [139].

Les huiles essentielles existent en grande partie dans le règne végétal et se rencontrent uniquement chez les plantes supérieures. Elles se trouvent en quantité appréciable chez environ 2000 espèces réparties en 60 familles botaniques. [140], elles se localisent dans toutes les parties vivantes de la plante, aussi bien dans les fleurs, les feuilles, les fruits, les tiges que dans les écorces, les graines, les racines, les rhizomes ou le bois. Elles se forment dans des cellules spécialisées, le plus souvent, regroupées en poches ou en canaux sécréteurs et elles sont ensuite transportées lors de la croissance de la plante dans d'autres parties [141].

Il s'agit d'un mélange de composés lipophiles, volatils et souvent liquides, synthétisés et stockés dans certains tissus végétaux spécialisés. Extraites de la plante grâce à des procédés physiques tels l'hydro distillation, l'entraînement à la vapeur ou par expression à froid dans le cas des agrumes, les huiles essentielles sont responsables de l'odeur caractéristique des plantes aromatiques [142].

Les HEs sont commercialisées et présentent un grand intérêt dans divers secteurs industriels en particulier en pharmacie par leurs propriétés thérapeutiques en tant qu'agents antiseptique, analgésique, antispasmodique, apéritif, et antidiabétique, en cosmétologie-parfumerie par leurs propriétés odoriférantes, en agroalimentaire par leurs activités antioxydante et aromatisante, ainsi que dans le domaine de l'aromathérapie (la masso-kinésithérapie, l'ostéopathie, l'acupuncture, la podologie, la rhumatologie et également dans l'esthétique) [143].

Chapitre I : Recherche bibliographique

I.7.1 . Intérêt thérapeutique, écologique et économique des huiles essentielles

Les huiles essentielles possèdent de nombreuses activités biologiques. En phytothérapie, elles sont utilisées pour leurs propriétés antiseptiques contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne, par exemple contre les bactéries endocanaliaires [144] ou au niveau de la microflore vaginale [145] et d'origine fongique contre les dermatophytes [146]. Cependant, elles possèdent également des propriétés cytotoxiques [147] qui les rapprochent. Donc, des antiseptiques et désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens à large spectre.

Dans les domaines phytosanitaires et agroalimentaires, les huiles essentielles ou leurs composés actifs pourraient également être employés comme agents de protection contre les champignons phytopathogènes [148] et les microorganismes envahissant les denrées alimentaires [149].

Les huiles essentielles jouent un rôle écologique dans les interactions végétales, végétale-animales et pourraient même constituer des supports de communication par des transferts de messages biologiques sélectifs [150]. En effet, elles contribuent à l'équilibre des écosystèmes, attirent les abeilles et des insectes responsables de la pollinisation, protègent les végétaux contre les herbivores et les rongeurs, possèdent des propriétés antifongiques, antibactériennes, allopathiques dans les régions arides et peuvent servir de solvants bioactifs des composés lipophiles [151,152].

Traditionnellement, les huiles essentielles sont présentes dans le processus de fabrication de nombreux produits finis destinés aux consommateurs. Ainsi, elles sont utilisées dans l'agroalimentaire (gâteaux, biscuits, soupe, sauce, chewing gum, chocolats, bonbons...) pour aromatiser la nourriture. Elles sont également utilisées dans l'industrie de la parfumerie, de la cosmétique et de la savonnerie. On les utilise aussi dans la fabrication des adhésifs (colle, scotch ...), et celle de la nourriture pour animaux, dans l'industrie automobile, dans la préparation des sprays insecticides. L'homéopathie et l'aromathérapie sont des exemples courants d'usage d'huiles essentielles en médecine douce, et leur popularité s'est accrue d'une façon considérable ces dernières années [153].

I.7.2 . Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont constituées principalement de deux groupes de composés odorants distincts selon la voie métabolique empruntée ou utilisée. Il s'agit des terpènes (mono et sesquiterpènes), prépondérants dans la plupart des essences, et des composés aromatiques dérivés du phénylpropane [154].

I.7.2 .1. Les monoterpènes :

Les monoterpènes sont les plus simples constituants des terpènes dont la majorité est rencontrée dans les huiles essentielles (90%). Ils comportent deux unités isoprène (C_5H_8), selon le mode de couplage « tête-queue ». Ils peuvent être acycliques, monocycliques ou bicycliques. A ces terpènes se rattachent un certain nombre de produits naturels à fonctions chimiques spéciales [155].

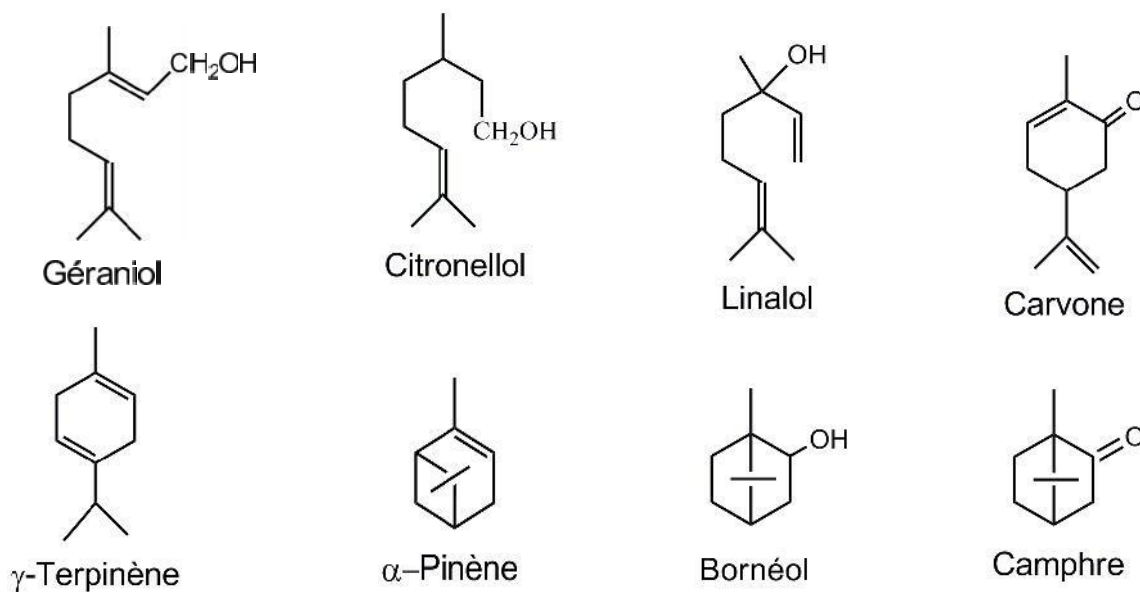
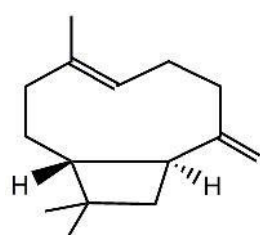


Figure 10. Monoterpènes acycliques et cycliques rencontrés dans les huiles essentielles.

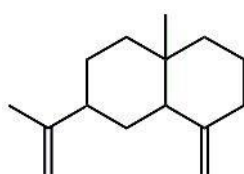
Chapitre I : Recherche bibliographique

I.7.2.2. Les sesquiterpènes

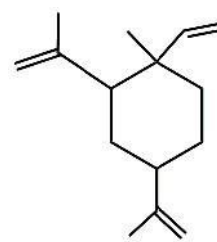
Ce sont des dérivés d'hydrocarbures en $C_{15}H_{22}$ (assemblage de trois unités isoprènes). Ils s'agit de la classe la plus diversifiée des terpènes qui se divisent en plusieurs catégories structurales, acycliques, monocycliques, bicycliques, tricycliques, polycycliques. Ils se trouvent sous forme d'hydrocarbures ou sous forme d'hydrocarbures oxygénés comme les alcools, les cétones, les aldéhydes, les acides et les lactones dans la nature.



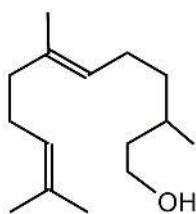
β -Caryophyllène



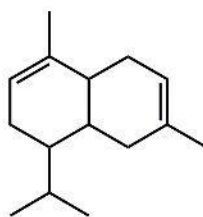
β -sélinène



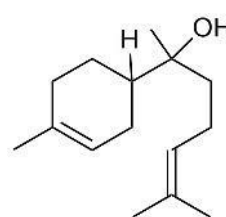
β -Elémène



Farnésol



Cadinène



β -Bisabolol

Figure 11. Sesquiterpènes rencontrés dans les huiles essentielles.

I.7.2.3. Les composés aromatiques

Une autre classe de composés volatils fréquemment rencontrés est celle des composés aromatiques dérivés du phénylpropane (Figure 12) [156]. Cette classe comporte des composés odorants bien connus comme la vanilline, l'eugénole, l'anéthole, l'estragole et bien d'autres. Ils sont davantage fréquents dans les huiles essentielles d'Apiaceae (persil, anis, fenouil, etc.) et sont caractéristiques de celles du clou de girofle, de la vanille, de la cannelle, du basilic, de l'estragon, etc [157].

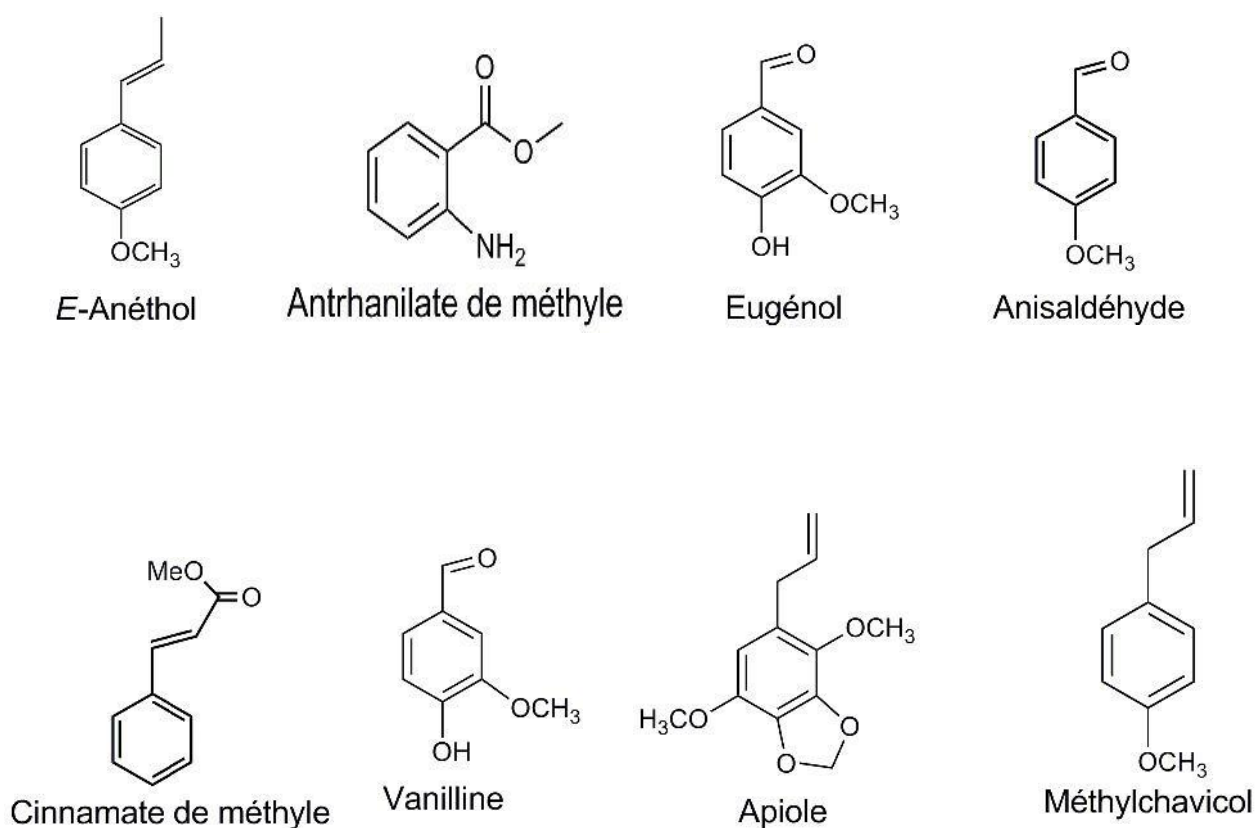


Figure 12. composés aromatiques rencontrés dans les huiles essentielles.

I.8. Généralité sur l'activité antioxydante

I.8.1. Introduction

Les réactions biochimiques qui se produisent dans les cellules et les organites de notre corps sont la force motrice qui soutient la vie. Les lois de la nature dicte que l'on va de l'enfance à l'âge adulte et finit par entrer dans une condition fragile qui conduit à la mort. En raison de nombre de naissances et l'augmentation de l'espérance de vie. Dans un proche avenir, la population mondiale sera composée d'un nombre considérable de personnes âgées. Cette étape de la vie est caractérisée par de nombreuses maladies cardiovasculaires, du cerveau et du système immunitaire qui se traduira par coûts sociaux [158]. Il est donc important de la prolifération de ces maladies chroniques afin de réduire la souffrance des personnes âgées et de contenir ces coûts sociaux. Les radicaux libres, antioxydants et cofacteurs sont les trois principaux domaines qui sont censés contribuer au retard du processus de vieillissement [158]. La compréhension de ces événements dans le corps humain peut aider à prévenir ou à réduire l'incidence de ces maladies afin d'assurer une meilleure qualité de vie.

Les radicaux libres sont des atomes, des molécules ou des ions avec des électrons non appariés qui sont très instables et actifs vers des réactions chimiques avec d'autres molécules. Ils découlent de trois éléments : oxygène, azote et soufre, créant ainsi des espèces réactives d'oxygène (ROS), les espèces d'azote réactif (RNS) et les espèces de soufre réactif (RSS). ROS inclure les radicaux libres comme l'anion de superoxyde (O_2^-), radical hydroperoxyde (HO_2), radical hydroxyle (OH), oxyde nitrique(NO), et d'autres espèces comme le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), l'oxygène simple ($1O_2$), acide hypochlorique (HOCl) et peroxydinitrite (ONOO) [159].

La production excessive ou incontrôlée d'espèces oxydantes induit une perturbation du statut redox pouvant induire de sérieuses altérations des structures cellulaires. Pour cela, l'organisme a développé des systèmes de défense très efficaces contre la production des RL. Les molécules contrôlant cette production sont désignées par le terme «antioxydants». Elles sont classées en antioxydants enzymatiques ou non-enzymatiques [160].

Un antioxydant est toute substance, présente à une concentration inférieure à celle du substrat oxydable, qui est capable de retarder ou inhiber significativement l'oxydation de ce substrat [160].

I.8.2. Mise en évidence de l'activité antioxydante

I.8.2.1. Activité du pouvoir réducteur (FRAP)

La méthode FRAP est un dosage colorimétrique du transfert d'électrons, basée sur la capacité des produits testés à réduire le fer (le passage de la forme ferrique à ferreux) [161]. Elle consiste à observer après quatre minutes le changement d'absorbance à 700 nm dû à la réduction du complexe (Figure 13).

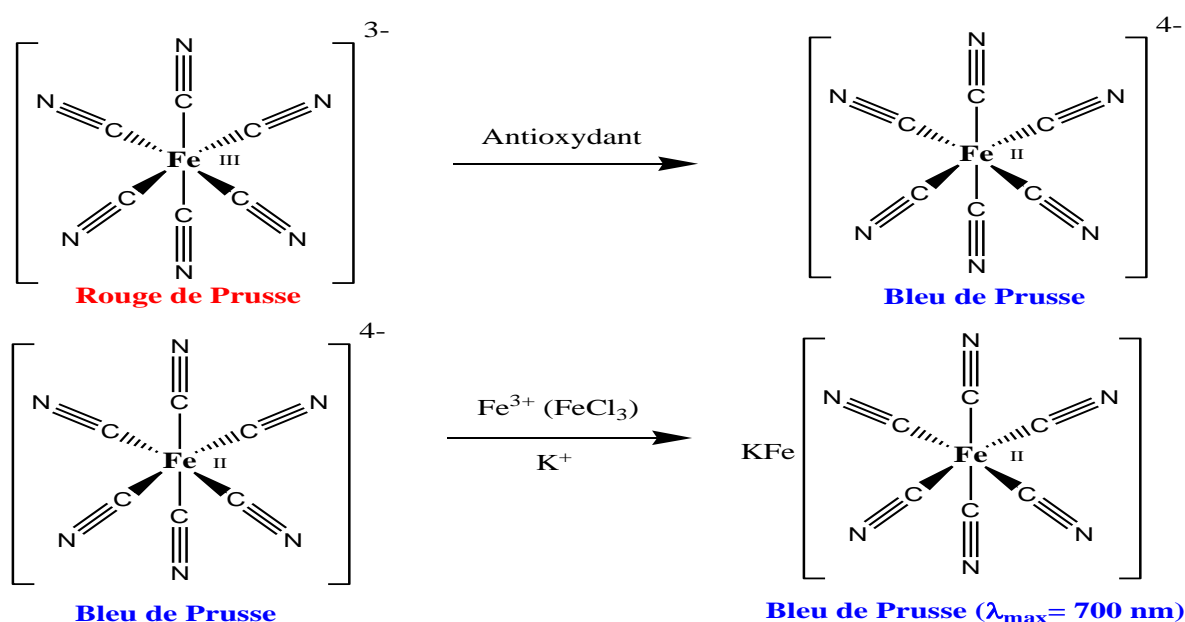


Figure 13. Réduction de fer (III) en fer (II).

La méthode FRAP a pour avantage d'être aussi adéquate pour mesurer le potentiel de composés purs [162]. De plus, elle est simple, rapide et peu coûteuse. Toutefois, la principale limite de cette méthode réside dans le temps de réaction.

En effet, le potentiel de plusieurs molécules ne peut être mesuré par FRAP, comme certains phénols qui réagissent plus lentement et demandent un temps de réaction plus long pour leur détection (30 minutes) (le même inconvénient que pour la méthode ABTS) [163]. De plus, elle n'est pas capable de détecter les protéines ou les composés contenant le groupe sulfhydryle SH, incluant les thiols, qui peuvent transférer l'hydrogène [162]. Une variante de la méthode FRAP, utilisant le cuivre à la place du fer, a été récemment développée et elle est

appelée CUPRAC [164].

I.8.2.2. Activité de réduction du complexe cuivre-neocuproïne (CUPRAC)

La méthode CUPRAC (Cupric ion Reducing Antioxidant Capacity) est basée sur le suivi de la diminution de l'absorbance accrue du complexe Néocuproïne (Nc), cuivre (Cu^{2+}) [$\text{Nc}_2\text{-Cu}^{2+}$]. En effet, en présence d'un agent antioxydant, le complexe cuivre–néocuproïne est réduit et cette réaction est quantifiée spectrophotométriquement à une longueur d'onde de 450 nm [165].

Le réactif CUPRAC est stable, facilement accessible, peu coûteux et sensible aux antioxydants de type thiol contrairement au FRAP. La réaction est effectuée à un pH presque physiologique par opposition au pH acide du FRAP ou au pH alcalin des méthodes de Folin [166].

Le principe de ce test se base sur la conversion des hydroxyles phénoliques en quinones à travers la réduction du complexe Cu^{+2} -Nc, produisant ainsi un complexe chromogène de Cu^{+2} -Nc qui absorbe à 450 nm [166] (Figure 14).

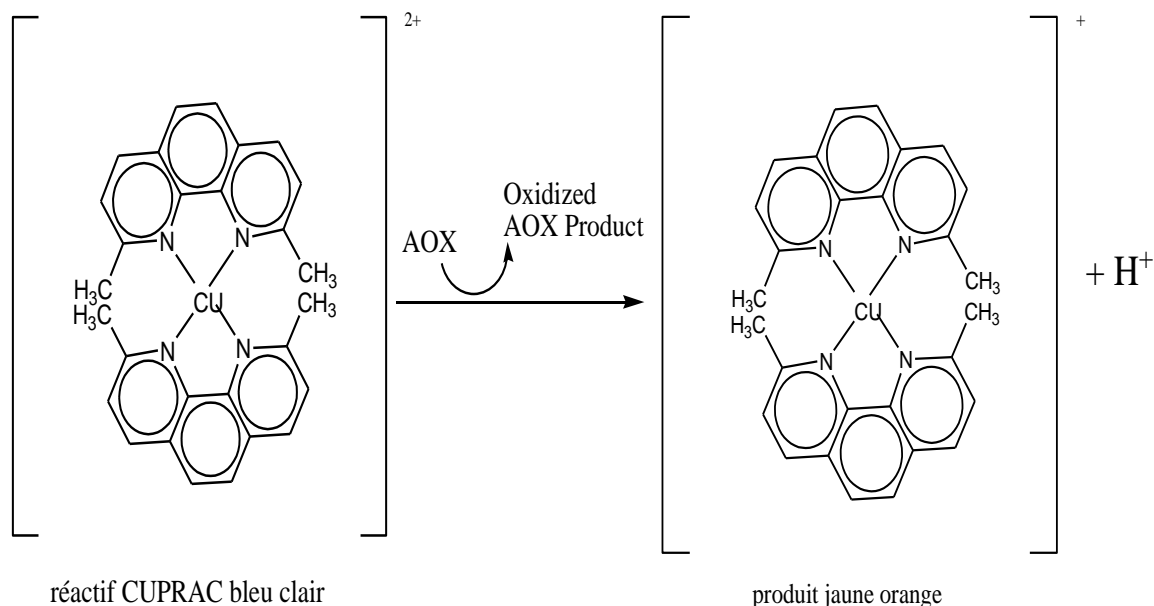
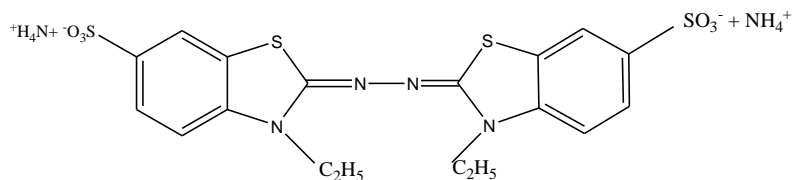


Figure 14. Réduction du complexe chromogène de Cu^{+2} -Nc.

I.8.2.3. Activité du piégeage du cation radical ABTS^{•+}

Cette méthode introduite par Miller et Rice-Evans (1993) est basée sur la capacité des antioxydants à neutraliser le radical ABTS (sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azino-bis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique). La solution ABTS est obtenue en mélangeant l'ABTS avec un oxydant (généralement le persulfate de potassium) qui donne une solution d'une couleur bleu intense. La CA est mesurée comme la capacité des composés tests à diminuer l'intensité de la coloration obtenue à partir de l'ABTS en la comparant avec un antioxydant de référence, le Trolox (acide 6-hydroxy-2,5,7,8-tétraméthylchroman-2-carboxylique) dont la structure moléculaire cyclique est similaire à celle de la vitamine E sans la chaîne aliphatique. La réduction de l'ABTS (Figure 15) conduit à une décoloration du bleu de la solution ABTS mesurée à 645 - 734 nm de la solution [167]. Plus l'absorbance finale est faible, plus la valeur TEAC est élevée, c-à-d plus l'antioxydant est efficace [168].

Chapitre I : Recherche bibliographique



ABTS : sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique)

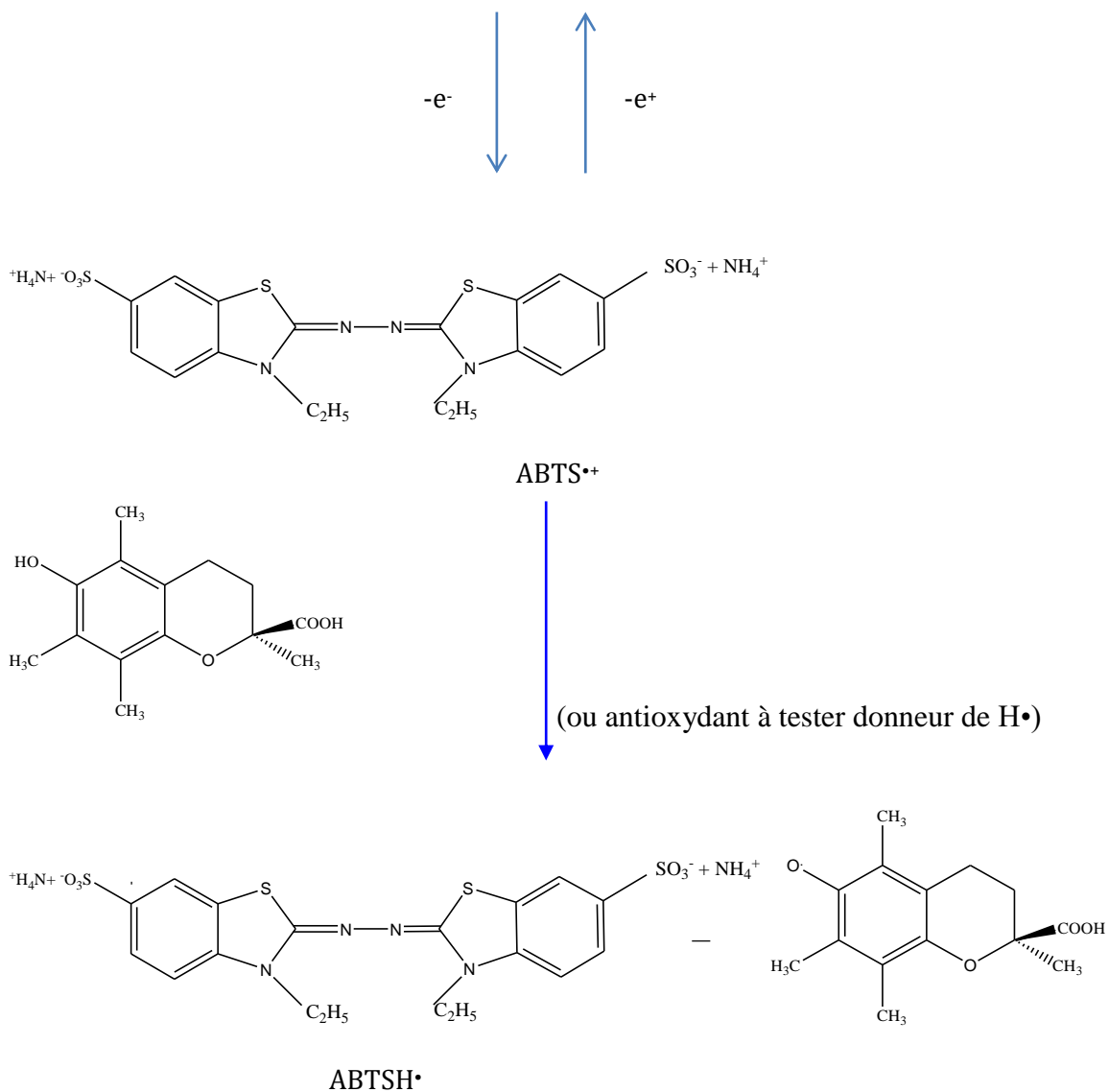


Figure 15. Formation et piégeage du radical ABTS^{•+} par un antioxydant.

I.8.2.4. Activité anti radicalaire au DPPH

Le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle est un radical libre stable qui agit en se combinant avec d'autres radicaux libres. Ce composé a été l'un des premiers radicaux libres utilisés pour étudier la relation structure-activité des composés phénoliques. Il s'agit d'un test largement utilisé car il est simple et relativement reproductible. [169].

Le radical possède un électron libre sur un atome du pont d'azote. La délocalisation de cet électron se traduit par la coloration bleu-violette caractéristique du réactif (λ_{\max} MeOH = 515 nm, $\epsilon = 10870 \text{ M}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$). Cette délocalisation permet également au DPPH• de rester sous forme de monomères et d'être stable à température ambiante. [170].

Au cours de cette réaction, le radical chromogène violet est réduit par les composés antioxydants /réducteurs (antioxydants donneurs d'hydrogène) en hydrazine jaune pâle correspondante et la réaction est contrôlée à 517 nm (Figure 16) [171].

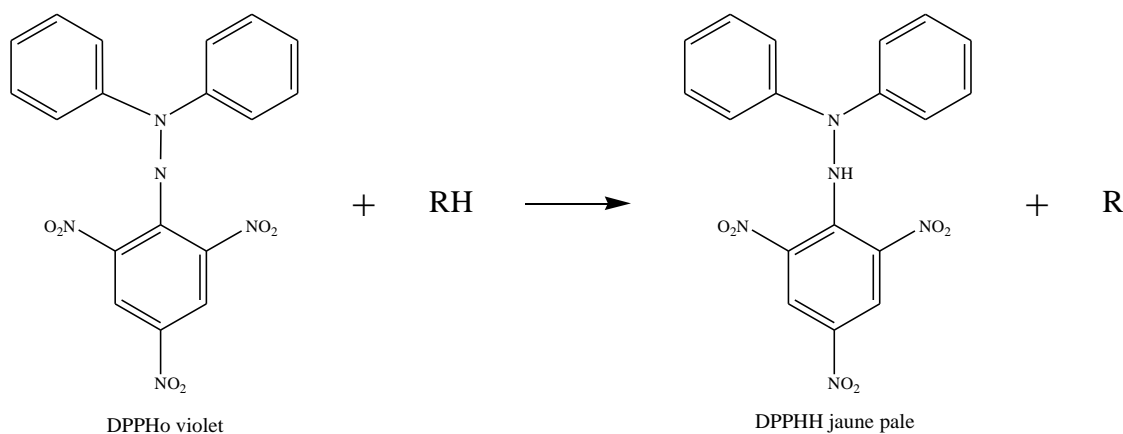


Figure 16. Structure du DPPH avant et après la réaction avec un antioxydant [172].

Le test au radical DPPH est généralement utilisé pour les composés, qui contiennent les groupements donneurs d'hydrogène, comme R₂-NH, R-OH et R-SH. Lorsque le DPPH• réagit avec un antioxydant, un atome d'hydrogène vient se fixer sur le radical, ce qui entraîne une perte de couleur. C'est ce qui permet le suivi de l'efficacité d'un antioxydant par spectrophotométrie. [173].

I.8.2.5. Activité basés sur les nanoparticules d'argent (SNP)

L'activité métal chélate est déterminée selon la méthode de Mustafa Özyürek, (2012). Cette méthode chimique est basée sur la réduction de l' Ag^+ en nanoparticules d'argent sphériques Ag^0 [174], par la réaction suivante :

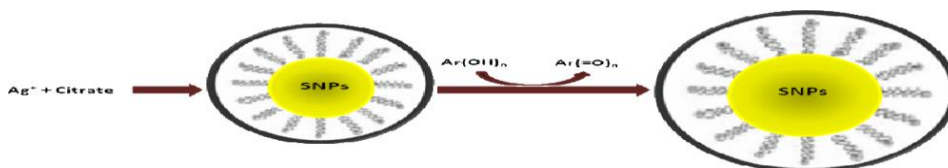


Figure 17. Activité de nanoparticule d'argent (SNP) [174].

Généralement, la réaction est effectuée dans un milieu aqueux parce que le transfert d'électrons se produit à peine dans les solvants organiques en raison de leur faible polarité et capacité de dissolution. Le potentiel de réduction d' $\text{Ag}(\text{I},0)$ est assez proche de ceux des réactifs TAC colorimétriques largement utilisés (tels que $\text{ABTS}^{+\cdot}$, FRAP, ORAC et $\text{DPPH}\cdot$) ayant des groupes chromogènes, ce qui permet de tirer les conclusions du TAC comparable [174].

I.8.2.6. Activité de réduction par la formation du complexe Fe^{+2} -phenanthroline .

L'activité de phenanthroline est déterminée par la méthode de Szydłowska-Czerniaka (2008) [175]. L'activité de pouvoir réducteur (FRAP) et l'activité de la Phenanthroline s'appuie sur le même principe car cette dernière est un cas particulier de la première. Le pouvoir réducteur est déterminé par une simple mesure de l'absorbance à 510 nm [175].

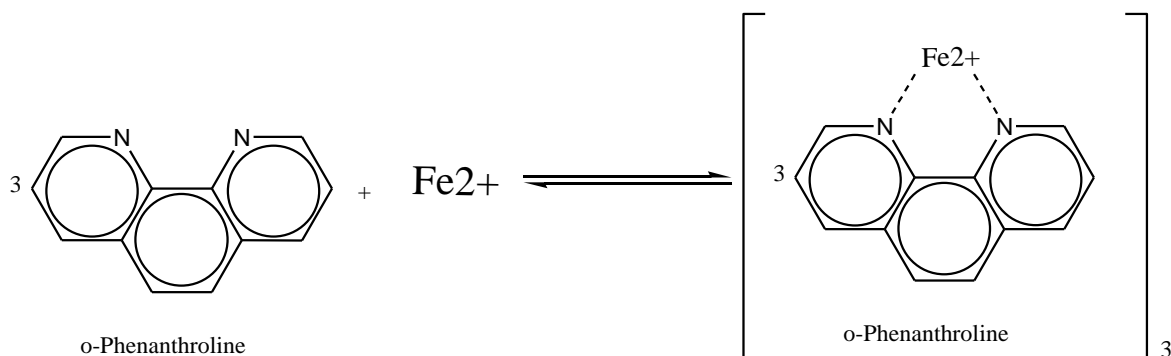


Figure 18. Formation du complexe Fe^{2+} -phenanthroline [176].

Seul le fer ferreux Fe(II) ou Fe^{2+} forme un complexe stable avec l'orthophénantroline et donne une couleur orangée. On nomme ce complexe ferroïne [177].

I.8.2.7. Activité du piégeage du radical Galvinoxyl (GOR)

Le radical Galvinoxyl ou "Coppinger's radical" a été synthétisé pour la première fois par Galvin M. Coppinger 1957 [178]. Galvinoxyl, un radical phénoxy stable peut être réduit par des capteurs de radicaux libres donneurs d'hydrogène. La concentration d'extrait et d'étalon nécessaire pour atteindre une activité de piégeage des radicaux phénoxy à 50% ont été déterminées selon la méthode de Shi, Noguchi et Niki (2001). La capacité de piéger les radicaux libres a été testée avec un test très simple, mélangeant une coumarine à un radical et suivant la réaction par spectroscopie RPE [179].

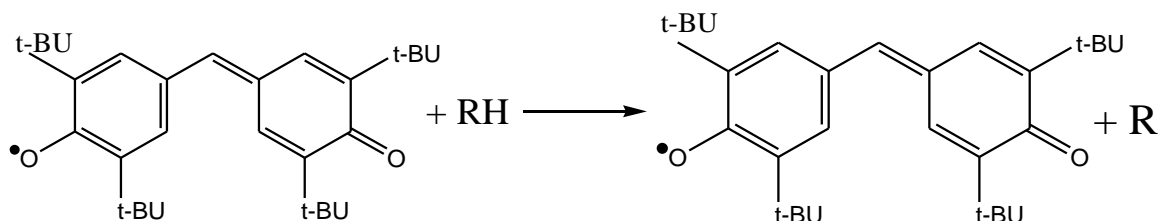


Figure 19. Mécanisme de la réaction de Galvinoxyl avec un antioxydant [179].

I.8.3. Mise en évidence de l'activité anti-Alzheimer

La maladie d'Alzheimer (MA) est une maladie neurodégénérative progressive et mortelle, cliniquement caractérisé par une perte de mémoire et les dysfonctionnements cognitifs. Il s'agit principalement d'une maladie vieillesse [180]. Elle est considérée comme la cause la plus répandue de démence chez les personnes âgées [181]. MA affecte environ 35 millions de personnes dans le monde aujourd'hui et il est estimé à près du double de chaque 20 ans, pour atteindre 66 millions en 2030, et 115 millions en 2050 [182]. Il n'y a aucune cause connue et aucun remède pour la maladie d'Alzheimer et ces chiffres rendent trouver un remède ou un traitement rationnel pour MA une priorité urgente.

I.8.3.1. Activité Anti cholinestérase

L'acétylcholinestérase est une enzyme impliquée dans l'étiologie des maladies neurodégénératives dont la maladie d'Alzheimer (MA) [183]. Il existe une autre protéine dans le système nerveux central semblable à l'AChE qui est la Butyrylcholinestérase (BChE) identifiée au départ dans le foie, le rôle biologique de la BChE n'est pas encore bien élucidé, mais il a été suggéré qu'elle protège l'AChE contre les inhibiteurs [184,185].

L'activité inhibitrice de l'acétylcholinestérase et butyrylcholinestérase est déterminée par la méthode d'Ellman et al. (1961) qui utilise un substrat artificiel, l'acétylthiocholine (ACH) ou butyrylcholine (BCH), dont l'hydrolyse conduit à la formation de Thiocholine. Cette dernière forme un dérivé coloré en jaune avec le DTNB (5,5'- dithiobis-[2nitrobenzoate]). L'inhibition de l'acétylcholinestérase par les extraits a été étudiée à l'aide du dosage sur microplaque [186].

Chapitre I : Recherche bibliographique

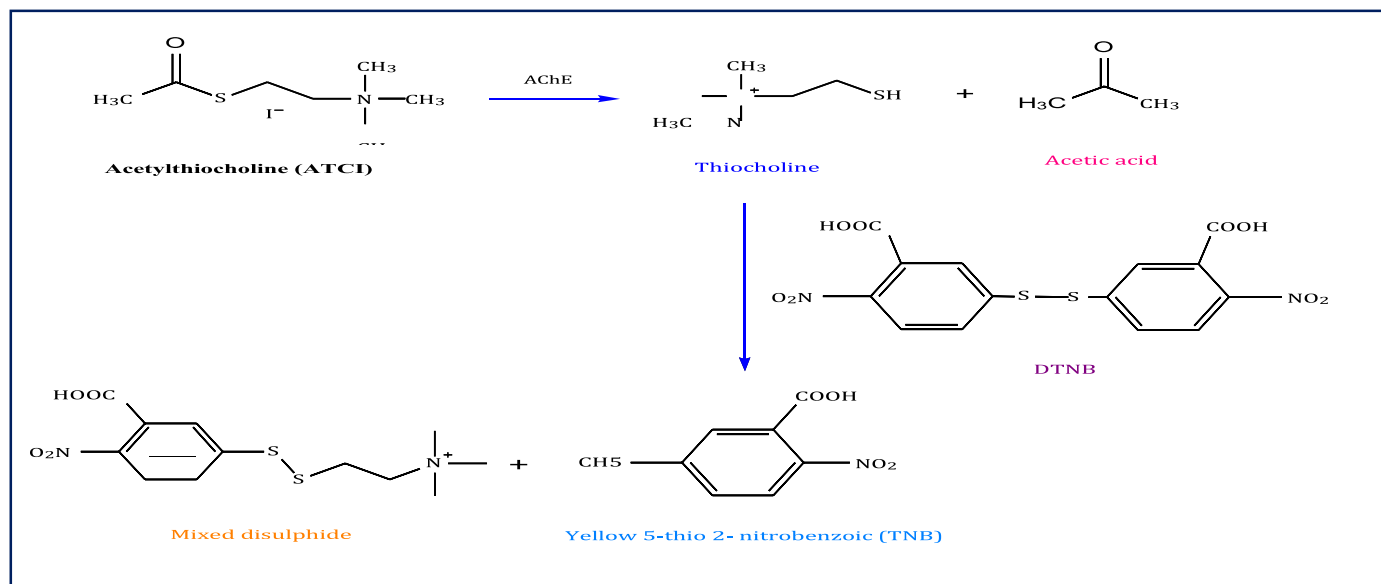


Figure 20. Mécanisme chimique de la méthode d'Ellman.

I.8.4. Mise en évidence de l'activité anti-diabétique

Le diabète sucré est considéré comme un trouble métabolique chronique, caractérisé par une hyperglycémie et des perturbations métaboliques des protéines, des glucides et des graisses. Il provoque l'échec de la production d'insuline ou de l'action de l'insuline ou les deux [187]. Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), plus de 422 millions de personnes souffrent de diabète dans le monde et ce nombre doublera d'ici 20 ans (OMS, 2016) [188].

Le type 2 est plus prévalent que le type 1, avec plus de 90% du total des patients diabétiques qui en souffrent [189]. Ce type est causé par un déséquilibre entre l'absorption de sucre dans le sang et l'utilisation inefficace de l'insuline par le corps [188].

Le traitement du diabète de type 2 reste compliqué, en raison des plusieurs facteurs inhérents au processus pathologique, notamment l'insulinorésistance, l'hyperinsulinémie, l'altération de la sécrétion d'insuline, une diminution de l'absorption et de l'utilisation de glucose induite par l'insuline [190]. Ce type est traité avec des inhibiteurs de la metformine, du glibenclamide, de l' α -glucoside et de l' α -amylase.

Chapitre I : Recherche bibliographique

I.8.4.1. Activité inhibitrice de l' α amylase

Les α -amylases (EC3.2.1.1), classées dans la famille GH-13 des glycosides hydrolases, sont les enzymes endo-actives. Elles hydrolysent les liaisons glycosidiques α -(1,4) des polysaccharides (amylose, amylopectine, amidon et glycogène), avec la rétention de la configuration α -anomérique dans les produits [191]. Ces enzymes hydrolysent de manière aléatoire à partir de l'extrémité réductrice, tout en contournant le point de ramification en libérant le glucose, le maltose et surtout les α -dextrines limites comme produits [192,193,194].

Les α -amylases sont universellement distribuées à travers les règnes animal, végétal et microbien. [193]

Certaines levures produisent industriellement de l' α -amylase : *Candida tsukubaensis* CBS 6389, *Filobasidium capsuligenum*, *Lipomyces kononenkoae*, *Saccharomycopsis capsularis*, *Saccharomycopsis fibuligera*, *Schwanniomyces alluvius*, *Schwanniomyces casteilli*, *Trichosporon pullulans* et *Candida isikubaensis* (Tableau 09).

Tableau 08. Caractéristiques physico-chimiques de quelques α -amylases levuriennes

Origine de l' α -amylase	Masse moléculaire (Kda)	Température optimale	pH optimum	Références
<i>Candida antarctica</i> CBS 6678	50	62	4.2	[195]
<i>Saccharomyces kluyveri</i> YKMS	-	30	5	[196]
<i>Cryptococcus flavus</i>	75	50	5,5	[197]
<i>Saccharomycopsis fibuligera</i>	54	-	-	[198]
<i>Lipomyces kononenkoae</i>	38	50	5,5	[199,200]
<i>Lipomyces kononenkoae</i>	76	70	4,5-5	[201]
<i>Wickerhamia</i> sp.	54	50	5-6	[202]
<i>Talaromyces pinophilus</i> 1-95	58	55	4-5	[203]

Chapitre I : Recherche bibliographique

Références :

- [1] Santos LS, Alves Filho EG, Ribeiro PRV, et al. Chemotaxonomic evaluation of different species from the Myrtaceae family by UPLC-qToF/MS-MS coupled to supervised classification based on genus. *Biochemical Systematics and Ecology*. (2020);90:104028.
- [2] Mabberley, David J. The plant-book: a portable dictionary of the vascular plants. Cambridge university press, (1997).
- [3] Grattapaglia D, Vaillancourt RE, Shepherd M, et al. Progress in Myrtaceae genetics and genomics: Eucalyptus as the pivotal genus. *Tree Genetics & Genomes*. (2012);8(3):463-508.
- [4] Soltis DE, Smith SA, Cellinese N, et al. Angiosperm phylogeny: 17 genes, 640 taxa. *American Journal of Botany*. (2011);98(4):704-730.
- [5] Biffin E, Lucas EJ, Craven LA, Ribeiro da Costa I, Harrington MG, Crisp MD. Evolution of exceptional species richness among lineages of fleshy-fruited Myrtaceae. *Annals of Botany*. (2010);106(1):79-93.
- [6] Brooker MIH. A new classification of the genus Eucalyptus L'Hér. (Myrtaceae). *Aust Systematic Bot*. (2000);13(1):79.
- [7] Quezel, Pierre, and Sébastien Santa. *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. No. 581.965 Q8. (1963).
- [8] M Tome, Sara, Artur MS Silva, and Clementina MM Santos. "Synthesis and transformation of halochromones." *Current Organic Synthesis* 11.3 (2014): 317-341.
- [9] Li P, Qi Z-C, Liu L-X, et al. Molecular phylogenetics and biogeography of the mint tribe Elsholtzieae (Nepetoideae, Lamiaceae), with an emphasis on its diversification in East Asia. *Sci Rep*. (2017);7(1):2057.
- [10] Perry NSL, Menzies R, Hodgson F, et al. A randomised double-blind placebo-controlled pilot trial of a combined extract of sage, rosemary and melissa, traditional herbal medicines, on the enhancement of memory in normal healthy subjects, including influence of age. *Phytomedicine*. (2018);39:42-48.
- [11] Perry NSL, Bollen C, Perry EK, Ballard C. Salvia for dementia therapy: review of pharmacological activity and pilot tolerability clinical trial. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*. (2003);75(3):651-659.
- [12] Judd WS, Campbell CS, Kellogg EA, Stevens P. *Botanique Systématique, Une Perspective Phylogénétique*, (2002).
- [13] Dupont, F., and J. L. Guignard. "Abrégés de pharmacie. Botanique, les familles de plantes.(15e édn)." (2012).
- [14] NOUIOUA, Wafa. *Biodiversité et ressources phytogénétiques d'un écosystème forestier*. Diss. Université de Sétif 1-Ferhat Abbas, (2012).
- [15] Agostini, Fabiana, et al. "Essential oil yield and composition of Lamiaceae species growing in Southern Brazil." *Brazilian Archives of Biology and Technology* 52.2 (2009): 473-478.
- [16] Fernandez, Xavier, Farid Chemat, and Tien Do. *Les huiles essentielles: Vertus et applications*. Vuibert, (2014).
- [17] Dupont, F., and J. L. Guignard. "Abrégés de pharmacie. Botanique, les familles de plantes.(15e édn)." (2012).

Chapitre I : Recherche bibliographique

- [18] Tabti M-E, tahdjerit O. étude taxonomique de quelques populations de *Salvia verbenaca* ssp. *Euverbenaca* et ssp. *clandestina* (Lamiaceae) du golfe de Bejaia et de la vallée de la soummam. Published online (2017).
- [19] Ran J-H, Shen T-T, Wu H, Gong X, Wang X-Q. Phylogeny and evolutionary history of Pinaceae updated by transcriptomic analysis. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. (2018);129:106-116.
- [20] Quezel, Pierre, and Sébastien Santa. *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. No. 581.965 Q8. (1963).
- [21] Farjon, Aljos. *Pinaceae. Drawings and descriptions of the genera Abies, Cedrus, Pseudolarix, Keteleeria, Nothotsuga, Tsuga, Cathaya, Pseudotsuga, Larix and Picea*. Koeltz scientific books, (1990).
- [22] Mathilde M. *Larousse Agricole (Le Monde Agricole Au XXIe Siècle)*.; (2002).
- [23] Coste H, Flahault C. *Flore Description et Illustrée de La France de La Corse et Des Contrées Limitrophes*.; (1998).
- [24] Chaouche, Massika. "Recherche et détermination structurale des composés flavonoïques de l'espèce. (2009)
- [25] Nguyen, T.D., Jung, M.K., Sun, C.K. *Food and chemical Toxicology*.; (2008)
- [26] Ye, Chun-Lin, et al. "In vitro anti-tumor activity of 2', 4'-dihydroxy-6'-methoxy-3', 5'-dimethylchalcone against six established human cancer cell lines." *Pharmacological Research* 50.5 (2004): 505-510.
- [27] Yoshimura, Morio, et al. "Flavonol glucuronides and C-glucosidic ellagitannins from *Melaleuca squarrosa*." *Phytochemistry* 69.18 (2008): 3062-3069.
- [28] Chaouche, Massika. *Recherche et détermination structurale des composés flavonoïques de l'espèce*. (2010)
- [29] Ahsan, Kamran, et al. "Therapeutic effects of essential oil from waste leaves of *Psidium guajava* L. against cosmetic embarrassment using phylogenetic approach." *American Journal of Plant Sciences* (2012).
- [30] Simirgiotis MJ, Adachi S, To S, et al. Cytotoxic chalcones and antioxidants from the fruits of *Syzygium samarangense* (Wax Jambu). *Food Chemistry*. (2008);107(2):813-819.
- [31] Cimanga K, Kambu K, Tona L, et al. Correlation between chemical composition and antibacterial activity of essential oils of some aromatic medicinal plants growing in the Democratic Republic of Congo. *Journal of Ethnopharmacology*. (2002);79(2):213-220.
- [32] Okamura H, Mimura A, Yakou Y, Niwano M, Takahara Y. Antioxidant activity of tannins and flavonoids in *Eucalyptus rostrata*. *Phytochemistry*. (1993);33(3):557-561.
- [33] Ling, L.Y., Chih, Y.L., Kun, Y.Y. *Cancer letters*. (2000);157, p. 65-75.
- [34] Bhavana, S., and B. Chandrajeet. "Partha Roy. Hypoglycemic and hypolipidemic effects of flavonoid rich extract from *Eugenia jambolana* seeds on streptozotocin induced diabetic rats." *Food Chem Toxicol* 46 (2008): 2376-2383.
- [35] Douglas MH, van Klink JW, Smallfield BM, et al. Essential oils from New Zealand manuka: triketone and other chemotypes of *Leptospermum scoparium*. *Phytochemistry*. (2004);65(9):1255-1264.
- [36] Sepici A, Gürbüz I, Çevik C, Yesilada E. Hypoglycaemic effects of myrtle oil in normal and alloxan-diabetic rabbits. *Journal of Ethnopharmacology*. (2004);93(2-3):311-318.
- [37] Yadegarinia D, Gachkar L, Rezaei MB, Taghizadeh M, Astaneh SA, Rasooli I. Biochemical activities of Iranian *Mentha piperita* L. and *Myrtus communis* L. essential oils. *Phytochemistry*. (2006);67(12):1249-1255.

Chapitre I : Recherche bibliographique

- [38] Chaouche, Massika. *Recherche et détermination structurale des composés flavonoïques de l'espèce.* (2010)
- [39] Wojdylo A, Oszmianski J, Czemerys R. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry.* (2007);105(3):940-949.
- [40] Aburjai T, Natsheh FM. Plants used in cosmetics. *Phytother Res.* (2003);17(9):987-1000.
- [41] Grassmann, J., and E. F. Elstner. "ESSENTIAL OILS| properties and uses." (2003): 2177-2184.
- [42] Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology.* (2004);94(3):223-253.
- [43] Edris AE. Pharmaceutical and therapeutic Potentials of essential oils and their individual volatile constituents: a review. *Phytother Res.* (2007);21(4):308-323.
- [44] Veres, Katalin. Variability and biologically active components of some Lamiaceae species. Diss. szte, (2007).
- [45] Marin M, Budimir S, Janosevic D, Marin PD, Duletic-Lausevic S, Ljaljevic-Grbic M. Morphology, distribution, and histochemistry of trichomes of *Thymus lykae* Degen & Jav. (Lamiaceae). *Arch biol sci (Beogr).* (2008);60(4):667-672.
- [46] Lax Vivancos, Vanesa. "Estudio de la variabilidad química, propiedades antioxidantes y biocidas de poblaciones espontáneas de *Rosmarinus officinalis* L. en la Región de Murcia." (2014).
- [47] AOUIA, Marwa, and L. A. K. H. D. A. R. I. Sarra. Biologie des huiles essentielles de la famille des Lamiaceae. Diss. Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila, (2019).
- [48] Krutovsky KV, Troggio M, Brown GR, Jermstad KD, Neale DB. Comparative Mapping in the Pinaceae. *Genetics.* (2004);168(1):447-461.
- [49] Hasegawa T, Takano F, Takata T, Niiyama M, Ohta T. Bioactive monoterpene glycosides conjugated with gallic acid from the leaves of *Eucalyptus globulus*. *Phytochemistry.* (2008);69(3):747-753.
- [50] Botineau, Michel. Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Tec & doc, (2010).
- [51] Boudy, Paul. "Economie forestière Nord Africaine. vol. 1, description forestière de l'Algérie et de la tunisie." (1955).
- [52] Martinetti, Philippe. Mon guide des huiles essentielles. Fernand Lanore, (2013).
- [53] Louppe, D. "PROTA: Ressources végétales de l'Afrique tropicale." (2008).
- [54] Goetz, Paul, and Kamel Ghedira. "Infections en dermatologie." *Phytothérapie anti-infectieuse.* Springer, Paris, (2012). 147-180.
- [55] Li, B. T. "Chinese Flora (Zhongguo Zhiwu Zhi)." (1994): 68-74
- [56] Lis-Balchin M. *Aromatherapy Science: A Guide for Healthcare Professionals.* Pharmaceutical Press; (2006).
- [57] Goetz P, Ghedira K. Mécanisme d'action antibactérienne des huiles essentielles. In: *Phytothérapie Anti-Infectieuse.* Collection Phytothérapie Pratique. Springer Paris; (2012):193-208.
- [58] Rockwood D, Rudie A, Ralph S, Zhu J, Winandy J. Energy Product Options for *Eucalyptus* Species Grown as Short Rotation Woody Crops. *IJMS.* (2008);9(8):1361-1378.
- [59] Mizrachi E, Mansfield SD, Myburg AA. Cellulose factories: advancing bioenergy production from forest trees. *New Phytologist.* (2012);194(1):54-62.

Chapitre I : Recherche bibliographique

- [60] Leicach, S. R., et al. "Chemical defenses in Eucalyptus species: a sustainable strategy based on antique knowledge to diminish agrochemical dependency." *New advances and contributions to Forestry Research*. IntechOpen, (2012).
- [61] Brooker, Ian, and D. A. Kleinig. *Field Guide to Eucalypts: Northern Australia: Volume Three*. Bloomings Books, (2004).
- [62] Goetz P, Ghedira K. *Phytothérapie anti-infectieuse*. Published online (2012).
- [63] Batish DR, Singh HP, Kohli RK, Kaur S. Eucalyptus essential oil as a natural pesticide. *Forest Ecology and Management*. (2008);256(12):2166-2174.
- [64] Martinetti P. *Mon guide des huiles essentielles*. Lanore : François-Xavier Sorlot, Editeur; (2013).
- [65] Nakhaee A, Bokaeian M, Saravani M, Farhangi A, Akbarzadeh A. Attenuation of oxidative stress in streptozotocin-induced diabetic rats by Eucalyptus globulus. *Indian J Clin Biochem*. (2009);24(4):419-425.
- [66] Dhakad AK, Pandey VV, Beg S, Rawat JM, Singh A. Biological, medicinal and toxicological significance of Eucalyptus leaf essential oil: a review: Biological, medicinal and toxicological significance of Eucalyptus leaf essential oil. *J Sci Food Agric*. (2018);98(3):833-848.
- [67] Qin X-J, Feng M-Y, Liu H, et al. Eucalyptus dimers A–C, Dimeric Phloroglucinol–Phellandrene Meroterpenoids from Eucalyptus robusta. *Org Lett*. (2018);20(16):5066-5070.
- [68] Nishizawa M, Emura M, Kan Y, Yamada H, Ogawa K, Hamanaka N. Macrocarpals: HIV-RTase inhibitors of Eucalyptus globulus. *Tetrahedron Letters*. (1992);33(21):2983-2986.
- [69] Shang Z-C, Yang M-H, Liu R-H, Wang X-B, Kong L-Y. New Formyl Phloroglucinol Meroterpenoids from the Leaves of Eucalyptus robusta. *Sci Rep*. (2016);6(1):39815.
- [70] Pham T-A, Hu X-L, Huang X-J, et al. Phloroglucinols with Immunosuppressive Activities from the Fruits of Eucalyptus globulus. *J Nat Prod*. (2019);82(4):859-869.
- [71] Yu Y, Gan L-S, Yang S-P, et al. Eucarobustols A–I, Conjugates of Sesquiterpenoids and Acylphloroglucinols from Eucalyptus robusta. *J Nat Prod*. (2016);79(5):1365-1372.
- [72] Bonnier, Gaston. "Flore complète de France, Suisse et Belgique." Tome onzième, Paris (1911).
- [73] Garnier, Gabriel, Lucienne Bézanger-Beauquesne, and Germaine Debranx. "Ressources médicinales de la flore française." (1961).
- [74] Fournier, Paul. *Le livre des plantes médicinales et vénéuses de France: 1.500 espèces par le texte et par l'image, d'après l'ensemble de nos connaissances actuelles*. Vol. 25. P. Lechevalier, (1948).
- [75] Rullkötter, Jürgen, Ernst Heinz, and Alexander P. Tulloch. "Combination and positional distribution of fatty acids in plant digalactosyl diglycerides." *Zeitschrift für Pflanzenphysiologie* 76.2 (1975): 163-175.
- [76] Turrill, William Bertram, and E. W. B. H. Milne-Redhead. "Flora of tropical East Africa." *Flora of tropical East Africa*. (1952).
- [77] Iserin, Paul. "Larousse des plantes médicinales." (2007), pp14.
- [78] ZOUBEIDI, Chahinaz, SEGNI, Ladjel, et RASSOUL, Malek. *Etude des antioxydants dans le Rosmarinus Officinalis. Labiatea*. Thèse de doctorat.
- [79] Souilah, N., et al. "Medicinal plants in floristic regions of El Harrouch and Azzaba (Skikda-Algeria): Production and therapeutic effects." *Journal of Floriculture and Landscaping* (2018): 05-11.

Chapitre I : Recherche bibliographique

- [80] Benikhlef, Abouseyf. Comparaison entre les huiles essentielles et leurs effets antibactériens sur *Rosmarinus officinalis* de la région de Bechar et Ouargla. Diss. (2015)
- [81] Rameau, Jean-Claude, Dominique Mansion, and Gérard Dumé. Flore forestière française: guide écologique illustré. Région méditerranéenne. Vol. 3. Forêt privée française, (2008), pp 897.
- [82] Delille, L. "Les plantes médicinales d'Algérie. ed Berti." (2007), pp 122 .
- [83] Quezel, Pierre, and Sébastien Santa. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. No. 581.965 Q8. (1963), pp.781-783-793.
- [84] Delille, L. "Les plantes médicinales d'Algérie. ed Berti." (2007).
- [85] Zeghad, N. "Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne." Constantine: université Mentouri (2009).
- [86] El Outassi, Nouredine. "Elaboration de procédés biotechnologiques pour la valorisation du romarin (*Rosmarinus officinalis*) Marocain." (2004).
- [87] Botineau, Michel. Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Tec & doc, (2010).
- [88] LAHCINI, Basma, and Zoulikha FROUHAT. Lutte biologique par l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis*. Diss.
- [89] Teuscher, Eberhard, Robert Anton, and Annelise Lobstein. Plantes aromatiques: épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Tec & Doc, (2005).
- [90] Yamna, Adjimi Nour Elhouda. *ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'HUILE EXTRAITE DU ROSMARINUS OFFICINALIS. L.* Diss. (2014).
- [91] Escriva, C. "Les huiles essentielles Corses." *Brussels, Belgium: Amyris* (2012).
- [92] Rechinger, K. H. "Salvia In: Flora Iranica, Labiatae, No. 150." Edits., KH Rechinger and IC Hedge, Akademische Druck and Verlagsanstalt, Graz, Austria (1987).
- [93] Razavi SMA, Mortazavi SA, Matia-Merino L, Hosseini-Parvar SH, Motamedzadegan A, Khanipour E. Optimisation study of gum extraction from Basil seeds (*Ocimum basilicum* L.). *International Journal of Food Science & Technology*. (2009);44(9):1755-1762.
- [94] Al-Maskri, Ahmed Yahya, Muhammad Mumtaz Khan, and SULTAN HABIBULLAH. "Genetic diversity among omani basil (*ocimum basilicum* l.) landraces using RAPD markers." *J Agri Res Develop* 3 (2013): 94-97.
- [95] Carović-Stanko, Klaudija, et al. "Synergistic Effects of Combining Morphological and Molecular Data in Resolving the Intraspecific Classification in *O. basilicum* L." *Agriculturae Conspectus Scientificus* 75.1 (2010): 33-37.
- [96] Kaddem SE. *Les Plantes Médicinales En Algérie.*; (1990): 34-35.
- [97] Dupont, F., and J. L. Guignard. "Abrégés de pharmacie. Botanique, les familles de plantes.(15e éd.)" (2012).
- [98] Ch, Mueen Ahmad, et al. "Biological and pharmacological properties of the sweet basil (*Ocimum basilicum*)." *Journal of Pharmaceutical Research International* (2015): 330-339.
- [99] Ghazel, Khadidja. Etude ethno-pharmacologique et evaluation de l'activité antioxydante des extraits d'*Ocimum basilicum* L. Diss. Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila, (2013).

Chapitre I : Recherche bibliographique

- [100] Bhasin, Mala. "Ocimum-Taxonomy, medicinal potentialities and economic value of essential oil." *Journal of Biosphere 1* (2012): 48-50.
- [101] Moro-Buronzo, Alessandra. *Grand guide des huiles essentielles: santé, beauté, bien-être*. Hachette pratique, (2008).
- [102] Ngom, Saliou, et al. "Composition chimique et propriétés physico-chimiques des huiles essentielles d'Ocimum basilicum et d'Hyptis suaveolens (L.) Poit. récoltés dans la région de Dakar au Sénégal." *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège* (2012).
- [103] Djerroumi, Ahmed, and Mohammed Nacef. *100 plantes médicinales d'Algérie*. Ed. Houma, (2013).
- [104] Pascual-Villalobos MJ, Ballesta-Acosta MC. Chemical variation in an Ocimum basilicum germplasm collection and activity of the essential oils on Callosobruchus maculatus. *Biochemical Systematics and Ecology*. (2003);31(7):673-679.
- [105] Govindarajan M, Sivakumar R, Rajeswary M, Yogalakshmi K. Chemical composition and larvicidal activity of essential oil from Ocimum basilicum (L.) against Culex tritaeniorhynchus, Aedes albopictus and Anopheles subpictus (Diptera: Culicidae). *Experimental Parasitology*. (2013);134(1):7-11.
- [106] Harfouche (Abdelkader), Nedjahi (Abdallah). Prospections écologiques et sylvicoles dans les cédraies du Belezma et de l'Aurès à la recherche de peuplements semenciers et d'arbres plus. *Rev For Fr*. (2003);(2):113.
- [107] QUEZEL, P. "Cèdres et cédraies du pourtour méditerranéen: signification bioclimatique et phytogéographique." *Forêt méditerranéenne* (1998).
- [108] Boudy, P. *Economie forestière Nord-africaine-Tome 2: monographies et traitements des essences forestières*. E. larose, (1950).
- [109] Toth, J. "Le cèdre de France. Etude approfondie de l'espèce. Paris, L'Harmattan. Biologie. Ecologie." *Agronomie* (2005).
- [110] Boudy, P. *Economie forestière Nord-africaine-Tome 2: monographies et traitements des essences forestières*. E. larose, (1950).
- [111] Boudy, P. "Guide du forestier en Afrique du Nord." (1952).
- [112] Toth, J. "Le cèdre. III: Intérêt paysager, cédraies touristiques." *La Forêt privée (1977)* 33.195 (1990): 50-57.
- [113] Abdessemed, S. Comportement des semis du Cèdre de l'Atlas en conditions de stress thermique. Mém. Magistère, Univ. Mentouri, Constantine.p127 ,(2010).
- [114] Boudy, P. *Economie forestière Nord-africaine-Tome 2: monographies et traitements des essences forestières*. E. larose, (1950).
- [115] M'hirit O, Benzyane M, eds. *Le cèdre de l'Atlas: mémoire du temps*. Mardaga; (2006). p288 .
- [116] Schweingruber FH, Steiger P, Börner A. *Bark Anatomy of Trees and Shrubs in the Temperate Northern Hemisphere.*; 2019. Accessed August 26, (2020).
- [117] Amirat, Yassina. *Analyse structurale de la cédraie en quelques points du Djurdjura nord-ouest (Thala-Guilef et Thabourth-El-Inser)*. Diss. Université Mouloud Mammeri, (2016).
- [118] Krouchi, Fazia. *Etude de la diversité de l'organisation reproductive et de la structure génétique du cèdre de l'Atlas (cedrus atlantica manetti) en peuplement naturel (Tala-Guilef, djurdjura nord-ouest, Algérie)*. Diss. Université Mouloud Mammeri, (2010).

Chapitre I : Recherche bibliographique

- [119] Zrira S. Some Important Aromatic and Medicinal Plants of Morocco. In: Neffati M, Najjaa H, Máthé Á, eds. *Medicinal and Aromatic Plants of the World - Africa Volume 3*. Vol 3. Medicinal and Aromatic Plants of the World. Springer Netherlands; (2017):91-125.
- [120] Toth, J. "Plus que de centenaire et plein d'avenir: Le cèdre en France RFF Vol." (1970): 355-364.
- [121] Toth, J. *Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération naturelle du cèdre de l'atlas (Cedrus atlantica Manetti) dans le sud de la France*. Diss. Université Paul Cézanne (Aix Marseille 3), (1978).
- [122] Jacamon M. *Guide de dendrologie*. Ecole Nationale du Génie rural des Eaux et des Forêts; (1984).
- [123] Derridj, Arezki. *Étude des populations de Cedrus atlantica M. en Algérie*. Diss. Toulouse 3, (1990).
- [124] Arbez M, Ferrandes P, Uyar N. Contribution à l'étude de la variabilité géographique des Cèdres. *Ann Sci forest.* (1978);35(4):265-284.
- [125] DJOUMI, Mohamed Abdeldjalil. *Contribution à l'étude de la variabilité stationnelle sur la croissance radiale du cèdre de l'Atlas (Cedrus atlantica Manetti) au niveau de Tikjda (Massif Djurdjura)*. Diss. Université de Bouira, (2018).
- [126] Ellatifi, M. "Le cèdre de l'Atlas hors de son aire naturelle: propriétés technologiques." *Ann. Rech. For. Maroc* 27 (1994): 683-697.
- [127] Loizzo MR, Saab A, Tundis R, et al. Phytochemical analysis and in vitro evaluation of the biological activity against herpes simplex virus type 1 (HSV-1) of Cedrus libani A. *Rich. Phytomedicine.* (2008);15(1-2):79-83.
- [128] Loizzo MR, Saab AM, Statti GA, Menichini F. Composition and α -amylase inhibitory effect of essential oils from Cedrus libani. *Fitoterapia.* (2007);78(4):323-326.
- [129] Tumen I, Akkol EK, Süntar I, Keleş H. Wound repair and anti-inflammatory potential of essential oils from cones of Pinaceae: Preclinical experimental research in animal models. *Journal of Ethnopharmacology.* (2011);137(3):1215-1220.
- [130] Buner ID, Yousuf M, Attaullah M, et al. A comparative toxic effect of Cedrus deodara oil on larval protein contents and its behavioral effect on larvae of mealworm beetle (Tenebrio molitor) (Coleoptera: Tenebrionidae). *Saudi Journal of Biological Sciences.* (2019);26(2):281-285.
- [131] Xu F, Gu D, Wang M, et al. Screening of the potential α -amylase inhibitor in essential oil from Cedrus deodara cones. *Industrial Crops and Products.* (2017);103:251-256.
- [132] Kumar A, Singh V, Chaudhary AK. Gastric antisecretory and antiulcer activities of Cedrus deodara (Roxb.) Loud. in Wistar rats. *Journal of Ethnopharmacology.* (2011);134(2):294-297.
- [133] Maya BM, Abedini A, Gangloff SC, Kabouche A, Kabouche Z, Voutquenne-Nazabadioko L. A new δ -tocotrienolic acid derivative and other constituents from the cones of Cedrus atlantica and their in vitro antimicrobial activity. *Phytochemistry Letters.* (2017);20:252-258.
- [134] W. Schaffner, *Les plantes médicinales et leurs propriétés*, Ed. Delachaux Niestlé, (1993).
- [135] Sallé, Jean-Luc, and Jacques Pelletier. *Les huiles essentielles: synthèse d'aromathérapie et introduction à la sympathicothérapie*. Ed. Frison-Roche, (1991).
- [136] Maxwell-Hudson, Clare, and Olivier Le Goff. *Le bien-être par les huiles essentielles*. Hachette Livre, (1995).
- [137] Lenfeld J, Motl O, Trka A. Anti-inflammatory activity of extracts from Conyza canadensis. *Pharmazie.* (1986);41(4):268-269.
- [138] CATIER, O. "ROUX., D. (2007): Botanique, pharmacognosie, phytothérapie, homéopathie."

Chapitre I : Recherche bibliographique

- [139] Zhiri, A., and D. Baudoux. "Huiles essentielles chémotypées et leurs synergies: aromathérapie scientifique." *Luxembourg: Édition Inspir Development* (2005).
- [140] Laib, Imène. "Etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis* sur les moisissures des légumes secs." (2011).
- [141] El Abed, D., and N. Kambouche. "Les huiles essentielles." *Dar El Gharb, Oran* (2003): 91.
- [142] Chenni, Mohamed. "Etude comparative de la composition chimique et de l'activité biologique de l'huile essentielle des feuilles du basilic «*Ocimum basilicum* L.» extraite par hydro-distillation et par micro-ondes." *Mémoire de doctorat, université d'Oran 1* (2016).
- [143] AFNOR, Normes. "Recueil des Normes Françaises. Huiles Essentielles." *AFNOR: Paris* (1992).
- [144] Bruneton, J. « Eléments de phytochimie et pharmacologie », Editions Tec & Doc Lavoisier, Paris (1997), pp. 405–426.
- [145] Pellecuer, J., M. Jacob, and S. M. DeBuochberg. "Tests on the use of the essential oils of Mediterranean aromatic plants in conservative odontology." *Plantes médicinales et phytothérapie* 14 (1980): 83-98.
- [146] Viollon, C., D. Leger, and J. P. Chaumont. "Activités antagonistes, in vitro, de certains composés volatils naturels vis-à-vis de germes de la flore vaginale." *Plantes médicinales et phytothérapie* 26.1 (1993): 17-22.
- [147] Chaumont, J. P., and D. Leger. "Propriétés antifongiques de quelques phénols et de composés chimiquement très voisins. Relations structure-activité." *Plant Med Phytother* 23 (1989): 124-28.
- [148] Sivropoulou A, Papanikolaou E, Nikolaou C, Kokkini S, Lanaras T, Arsenakis M. Antimicrobial and Cytotoxic Activities of *Origanum* Essential Oils. *J Agric Food Chem.* (1996);44(5):1202-1205.
- [149] Zambonelli A, D'Aulerio AZ, Severi A, Benvenuti S, Maggi L, Bianchi A. Chemical Composition and Fungicidal Activity of Commercial Essential Oils of *Thymus vulgaris* L. *Journal of Essential Oil Research.* (2004);16(1):69-74.
- [150] Mangena T, Muyima NYO. Comparative evaluation of the antimicrobial activities of essential oils of *Artemisia afra*, *Pteronia incana* and *Rosmarinus officinalis* on selected bacteria and yeast strains. *Letters in Applied Microbiology.* (1999);28(4):291-296.
- [151] El Haib, Abderrahim. *Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques*. Diss. Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier, (2011).
- [152] Abdechafie, B. O. U. A. I. N. E., Pr HAZM Jamal Eddine, and Pr BOUAYAD Abdelouahed. "Etude de l'activité antifongique des huiles essentielles extraites des deux plantes aromatiques et médicinales: Lentisque et Myrte."
- [153] Croteau, Rodney. "Biosynthesis and catabolism of monoterpenoids." *Chemical Reviews* 87.5 (1987): 929-954.
- [154] Bakkali, Fadil, et al. "Biological effects of essential oils—a review." *Food and chemical toxicology* 46.2 (2008): 446-475.
- [155] HAMADOU, Faiza, Soumia TOUKI, and Zineb GHIABA. *Extraction, Caractérisation des huiles essentielles des épices: Girofle, Poivre Noir*. Diss.
- [156] Padua LS de, ed. *Plant Resources of South-East Asia. No. 12 1: Medicinal and Poisonous Plants [...]*. Backhuys; (1999).
- [157] Bruneton, J. *Pharmacognosie: phytochimie plantes médicinales*. No. 581.634 B7. (1993).
- [158] Rahman K. Studies on free radicals, antioxidants, and co-factors. *Clin Interv Aging.* (2007);2(2):219-236.

Chapitre I : Recherche bibliographique

- [159] Lü J-M, Lin PH, Yao Q, Chen C. Chemical and molecular mechanisms of antioxidants: experimental approaches and model systems. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*. (2010);14(4):840-860.
- [160] Halliwell B. How to Characterize a Biological Antioxidant. *Free Radical Research Communications*. (1990);9(1):1-32.
- [161] Pellegrini N, Serafini M, Colombi B, et al. Total Antioxidant Capacity of Plant Foods, Beverages and Oils Consumed in Italy Assessed by Three Different In Vitro Assays. *The Journal of Nutrition*. (2003);133(9):2812-2819.
- [162] Prior RL, Wu X, Schaich K. Standardized Methods for the Determination of Antioxidant Capacity and Phenolics in Foods and Dietary Supplements. *J Agric Food Chem*. (2005);53(10):4290-4302.
- [163] Huang D, Ou B, Prior RL. The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. *J Agric Food Chem*. (2005);53(6):1841-1856.
- [164] Apak R., Güçlü K. G., Özyürek M., Karademir S . E. J. Agric. Food Chem. (2004), 52, 7970-7981.
- [165] Apak R, Güçlü K, Özyürek M, Karademir SE. Novel Total Antioxidant Capacity Index for Dietary Polyphenols and Vitamins C and E, Using Their Cupric Ion Reducing Capability in the Presence of Neocuproine: CUPRAC Method. *J Agric Food Chem*. (2004);52(26):7970-7981.
- [166] Iwai S, Nakanishi-Ueda T, Armstrong D, Oguchi K. Zymographical Techniques for Detection of Matrix Metalloproteinases. In: Armstrong D, ed. *Advanced Protocols in Oxidative Stress I*. Vol 477. Methods In Molecular Biology. Humana Press; (2008):113-121.
- [167] Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*. (1999);26(9-10):1231-1237.
- [168] Schlesier K, Harwat M, Böhm V, Bitsch R. Assessment of Antioxidant Activity by Using Different In Vitro Methods. *Free Radical Research*. (2002);36(2):177-187.
- [169] Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*. (1995);28(1):25-30.
- [170] Popovici, Cristina, Ilonka Saykova, and Bartosz Tylkowski. "Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH." (2010).
- [171] Musa KH, Abdullah A, Al-Haiqi A. Determination of DPPH free radical scavenging activity: Application of artificial neural networks. *Food Chemistry*. (2016);194:705-711.
- [172] Alaya Misahuaman, Danely Karina, and Jhenson Jhonatan Alaya Misahuaman. "Efecto anticancerígeno del extracto crudo del tubérculo morado de *Solanum tuberosum* "papa", en *Rattus rattus* var. *albinus* con cáncer de estómago inducido con 2, 2 difenil-picril-hidrazilo (DPPH)." (2017).
- [173] Helminen A, Korhonen H, Seppälä JV. Biodegradable crosslinked polymers based on triethoxysilane terminated polylactide oligomers. *Polymer*. (2001);42(8):3345-3353.
- [174] Özyürek M, Güngör N, Baki S, Güçlü K, Apak R. Development of a Silver Nanoparticle-Based Method for the Antioxidant Capacity Measurement of Polyphenols. *Anal Chem*. (2012);84(18):8052-8059.
- [175] Szydłowski A, Dianoczi C, Recseg K, Karlovits G, Szlyk E. Determination of antioxidant capacities of vegetable oils by ferric-ion spectrophotometric methods. *Talanta*. (2008);76(4):899-905.
- [176] Issopoulos PB, Economou PT. Spectrophotometric determination of iron(II) in anti-anaemic preparations using a newly developed Schiff's base. *Fresenius J Anal Chem*. (1992);342(4-5):439-443.
- [177] Wieser, M. E. "Atomic weights of the elements 2005." *Journal of physical and chemical reference data* 36.2 (2007): 485-496.

Chapitre I : Recherche bibliographique

- [178] Parejo I, Viladomat F, Bastida J, et al. Comparison between the Radical Scavenging Activity and Antioxidant Activity of Six Distilled and Nondistilled Mediterranean Herbs and Aromatic Plants. *J Agric Food Chem.* (2002);50(23):6882-6890.
- [179] Shi H, Noguchi N, Niki E. Galvinoxyl method for standardizing electron and proton donation activity. In: *Methods in Enzymology.* Vol 335. Elsevier; (2001):157-166.
- [180] Skovronsky DM, Lee VM-Y, Trojanowski JQ. neurodegenerative diseases: New Concepts of Pathogenesis and Their Therapeutic Implications. *Annu Rev Pathol Mech Dis.* (2006);1(1):151-170.
- [181] Mayeux R. EPIDEMIOLOGY OF n EURODEGENERATION. *Annu Rev Neurosci.* (2003);26(1):81-104.
- [182] Ferri, C. P., et al. "World Alzheimer Report 2009—Executive Summary (Eds. M. Prince and J. Jadeson), Alzheimer's Disease International, London (2009)." 1-22.
- [183] Wang H, Zhou G, Gao X, Wang Y, Yao W. Acetylcholinesterase inhibitory-active components of *Rhodiola rosea* L. *Food Chemistry.* (2007);105(1):24-27.
- [184] Chatonnet A, Lockridge O. Comparison of butyrylcholinesterase and acetylcholinesterase. *Biochemical Journal.* (1989);260(3):625-634.
- [185] Soreq H, Zakut H. [No title found]. *Pharmaceutical Research.* (1990);07(1):1-7.
- [186] Ellman GL, Courtney KD, Andres V, Featherstone RM. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology.* (1961);7(2):88-95.
- [187] Hullatti K, Telagari M. In-vitro α -amylase and α -glucosidase inhibitory activity of *Adiantum caudatum* Linn. and *Celosia argentea* Linn. extracts and fractions. *Indian J Pharmacol.* (2015);47(4):425.
- [188] mondiale de la Santé, Organisation. "Rapport mondial sur le diabète." (2016).
- [189] Malek, Mojtaba, et al. "Medical management of diabetic retinopathy: an overview." (2012): 635-640.
- [190] Fosse-Edorh S, Fagot-Campagna A, Detournay B, et al. Type 2 diabetes prevalence, health status and quality of care among the North African immigrant population living in France. *Diabetes & Metabolism.* (2014);40(2):143-150.
- [191] Dabirmanesh B, Daneshjou S, Sepahi AA, et al. Effect of ionic liquids on the structure, stability and activity of two related α -amylases. *International Journal of Biological Macromolecules.* (2011);48(1):93-97.
- [192] Antranikian, Garabed. "Microbial degradation of starch." *Microbial degradation of natural products* (1992): 27-56.
- [193] Gupta, Rani, et al. "Microbial α -amylases: a biotechnological perspective." *Process biochemistry* 38.11 (2003): 1599-1616.
- [194] Sivaramakrishnan, Swetha, et al. "a-Amylases from microbial sources—an overview on recent developments." *Food Technol Biotechnol* 44.2 (2006): 173-184.
- [195] Mot, René De, and Hubert Verachtert. "Secretion of α -amylase and multiple forms of glucoamylase by the yeast *Trichosporon pullulans*." *Canadian journal of microbiology* 32.1 (1986): 47-51.
- [196] Møller, Kasper, Mostafa Z. Sharif, and Lisbeth Olsson. "Production of fungal α -amylase by *Saccharomyces kluyveri* in glucose-limited cultivations." *Journal of biotechnology* 111.3 (2004): 311-318.
- [197] Wanderley, Kenya J., et al. "Biochemical characterization of α -amylase from the yeast *Cryptococcus flavus*." *FEMS microbiology letters* 231.2 (2004): 165-169.
- [198] Chi, Zhenming, et al. "*Saccharomycopsis fibuligera* and its applications in biotechnology." *Biotechnology advances* 27.4 (2009): 423-431.

Chapitre I : Recherche bibliographique

- [199] Spencer-Martins, I., and N. Van Uden. "Extracellular amylolytic system of the yeast *Lipomyces kononenkoae*." *European journal of applied microbiology and biotechnology* 6.3 (1979): 241-250.
- [200] Panchal C.J. Yeasts strain selection. Marcel Dekker (ed), USA, (1990), p. 189.
- [201] Prieto, Jose Antonio, et al. "Purification and characterization of a new α -amylase of intermediate thermal stability from the yeast *Lipomyces kononenkoae*." *Biochemistry and Cell Biology* 73.1-2 (1995): 41-49.
- [202] Hernández-Montañez, Zahuiti, et al. "Production and characterization of extracellular α -amylase produced by *Wickerhamia* sp. X-Fep." *Applied biochemistry and biotechnology* 167.7 (2012): 2117-2129.
- [203] Xian, Liang, et al. "Purification and characterization of a highly efficient calcium-independent α -amylase from *Talaromyces pinophilus* 1-95." *PLoS one* 10.3 (2015): e0121531.

Chapitre II

Matériel

et

méthodes



Chapitre II : Matériel et méthodes

II .1. Matériel végétal

➤ **Eucalyptus globulus**

La récolte du matériel végétal d'*Eucalyptus globulus* a été effectuée dans les montagnes du Bejaïa dans l'Est de l'Algérie, en mars 2018.

L'identification taxonomique des matières végétales a été confirmée par Dr. Bendife Hamdi (MCA-Université de M'sila).

➤ **Rosmarinus tournefortii**

Les parties aériennes de *Rosmarinus tournefortii de noé* ont été récolté en avril 2012 à Djbal Antar à Bechar (sud-région de l'Algérie).

Un spécimen de référence a été déposé au centre de recherche de biotechnologie de Constantine, division de la santé (Crbt/01/2016).

➤ **Ocimum basilicum**

La plante a été récoltée au début du mois de mars 2018 au niveau de la wilaya de Bejaïa. La détermination botanique a été réalisée par Dr. Bendife Hamdi (MCA-Université de M'sila).

Cedrus atlantica

La récolte du matériel végétal de *Cedrus atlantica* a été effectuée dans les montagnes du Khenchela dans l'est Algérien, en février 2018.

L'identification taxonomique des matières végétales a été confirmée par Dr. Bendife Hamdi (MCA-Université de M'sila).

II .1.1. Macération et extraction

➤ **Eucalyptus globulus**

Un montage d'hydrodistillation de type Clevenger a été utilisé pour extraire l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus*. En effet, une quantité de la poudre végétale (100g) a été introduite avec de l'eau distillée dans un ballon, placé sur une source de chaleur, le tout est ensuite porté à l'ébullition. Portée au chauffage, les vapeurs sont condensées sur une surface froide et

Chapitre II : Matériel et méthodes

l'huile essentielle se sépare de l'hydrolysat par simple différence de densité. L'huile essentielle étant plus légère que l'eau, elle surnage au-dessus de l'hydrolysat.

➤ **Rosmarinus tournefortii**

Un montage d'hydrodistillation pendant trois heures des parties aériennes fraîches (100 g) de *Rosmarinus tournefortii* de type clevenger a été utilisé pour extraire l'huile essentielle de cette dernière selon la méthode de la pharmacopée britannique.

L'hydrodistillation proprement dite, est la méthode normée pour l'extraction d'une huile essentielle, ainsi que pour le contrôle de qualité, elle reste sans doute la plus rentable.

Les parties aériennes séchées à l'air et en poudre (4 g) de *Rosmarinus tournefortii de Noé* ont été extraite avec du méthanol-eau (80:20, v/v) dans l'obscurité à température ambiante sous agitation mécanique pendant 24 h.

Le résidu a été en suspension dans l'eau et il a été extraire successivement avec du chloroforme et du butanol.

L'huile recueillie et les phases organiques ainsi ont été pesés et maintenus dans l'obscurité à +4 °C jusqu'à son analyse.

➤ **Ocimum basilicum**

Un montage d'hydrodistillation de type Clevenger a été utilisé pour extraire l'huile essentielle de *Ocimum basilicum*. En effet, une quantité de la poudre végétale (100g) a été introduite avec de l'eau distillée dans un ballon, placé sur une source de chaleur, le tout est ensuite porté à l'ébullition. Portée au chauffage, les vapeurs sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare de l'hydrolysat par simple différence de densité. L'huile essentielle étant plus légère que l'eau, elle surnage au-dessus de l'hydrolysat.

➤ **Cedrus atlantica**

L'extraction de l'huile essentielle des feuilles du *Cedrus atlantica* a été réalisée par un appareil du type Clevenger (Figure 21).

Chapitre II : Matériel et méthodes

Le principe de la technique d'hydrodistillation est basé sur le pouvoir que possède la vapeur d'eau à transporter les huiles essentielles. Le procédé consiste à immerger le matériel végétal (100 g) directement dans un ballon en verre rempli d'eau, placé sur un chauffe ballon, le tout est ensuite porté à l'ébullition. La chaleur permet l'éclatement des cellules végétales et la libération des molécules odorantes qui y sont contenues. Les vapeurs chargées d'huile essentielle passent à travers le réfrigérant où aura lieu la condensation. Dans un autre récipient de collecte, l'huile essentielle se sépare de l'eau par différence de densité. L'huile essentielle étant plus légère que l'eau, elle surnage au-dessus de l'hydrolysât [1] .

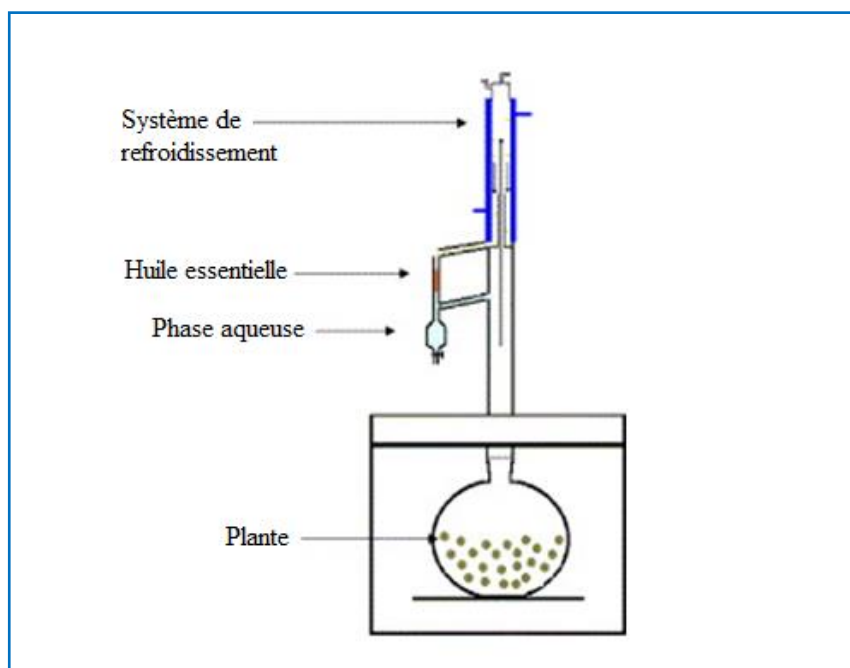


Figure 21 : Dispositif d'extraction des huiles essentielles par hydrodistillation [1]

II .2. Analyse GC-MS de l'huile essentielle

L'analyse par CPG a été réalisée à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuse GC 17A agilent technologies équipé d'une colonne HP 5MS à liaison brute (30 m * 0,25 mm, épaisseur du film 0,25 μ m).

La température du four a été programmée comme isotherme à 60 ° C pendant 8 minutes, de l'hélium a été utilisé comme gaz vecteur à un débit de 0,5 ml / minute. la GC / MS a été

Chapitre II : Matériel et méthodes

réalisée à l'aide d'un détecteur HP agilent technologies 6800 plus à sélection de masse, les conditions de fonctionnement étaient les mêmes que pour la GC analytique, les paramètres de fonctionnement de MS étaient les suivants : potentiel d'ionisation, 70 eV ; courant d'ionisation, 2 A ; température de la source d'ions, 280 ° C ; résolution, temps 1000.can, 5s ; plage de masse de balayage, 34-450 u ; rapport de rotation, 50 : 1 ; volume injecté, 1,0 µL.

L'identification des composés de l'huile essentielle était basée sur leurs temps de rétention par rapport aux pics spectraux correspondants disponibles avec les banques de spectres de masse NIST et Wiley. Ainsi que par la comparaison des modèles de fragmentation les spectres de masse et leurs indices de rétention avec ceux rapportés dans la littérature [2]. Les indices de rétention ont été calculés pour tous les constituants, en utilisant une série de alcanes.

II .3 Activités biologiques

II .3.1. Activité anti-oxydante

L'étude de l'activité antioxydante des extraits butanolique (BUOH) et chloroformique (CHCL₃) de la plante *Rosmarinus tournefortii* a été testée par sept méthodes : piégeage du radical libre DPPH, piégeage du radical Galvinoxyl (GOR) , méthode CUPRAC, pouvoir réducteur (FRAP), réduction par la formation du complexe Fe⁺²-phenanthroline, , piégeage de l'ABTS, Activité basés sur les nanoparticules d'argent (SNP).

II .3.1. 1.Activité du pouvoir réducteur (FRAP)

Basée sur la réaction chimique de réduction du Fe³⁺ présent dans le complexe K₃Fe(CN)₆ en Fe²⁺, le pouvoir réducteur du fer (Fe³⁺) dans les extraits a été déterminé selon la méthode décrite par Aicha Bouratoua en 2017 [3]. Brièvement, 10 µl de l'extrait à différentes concentrations ont été mélangé avec 40 µl d'une solution tampon phosphate 0,2 M (pH 6,6) et 50 µl d'une solution de ferricyanure de potassium K₃Fe(CN)₆ à 1%. L'ensemble est incubé à l'étuve à 50°C pendant 20 min. Ensuite, 50 µL de l'acide trichloroacétique (TCA) à 10%, 40 µL d'eau distillée et 10 µL d'une solution aqueuse de chlorure ferrique FeCl₃ à 0,1% sont additionnés. La lecture de l'absorbance du milieu réactionnel a été mesurée à 700nm. Une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés.

Chapitre II : Matériel et méthodes

II .3.1. 2. Activité de réduction du complexe cuivre-neocuproéne (CUPRAC)

La réduction du cuivre a été déterminée par la méthode CUPRAC décrite par Apak et al. [4]. Dans une plaque de 96 puits, 40 µL de l'échantillon ont été ajoutés à 60 µL de tampon acétate d'ammonium (1M, PH=7), 50 µL de Néocuproïne (7,5 mM) et 50 µL de CuCl₂ (10 mM). Après une heure du temps d'incubation à l'abri de la lumière, l'absorbance a été enregistrée à 450 nm. Les résultats ont été calculés à titre de A_{0,5} (µg / ml) correspondant à la concentration indiquant 0,50 d'absorbance.

II .3.1. 3. Activité du piégeage du cation radical ABTS^{•+}

L'activité ABTS est déterminée par la méthode de Re et ses collaborateurs (1999) [5] avec une légère modification. L'ABTS^{•+} a été produit par la réaction entre 7 mM de l'ABTS dans l'eau et 2,45 mM de persulfate de potassium est stockée à l'abri de la lumière à température ambiante pendant 12- 16H. La solution de l'ABTS a été diluée avec l'eau distillée afin de parvenir à une absorbance de 0,7±0.02 à 734 nm.

160 µl de la solution de l'ABTS^{•+} ont été ajoutés à 40 µl de la solution d'extrait étudié dissout dans l'éthanol à différentes concentrations.

Le blanc est préparé en parallèle suivant le même protocole en remplaçant l'extrait par le méthanol. Après 10 minutes d'incubation, l'absorbance a été mesurée à 734 nm.

Les différents pourcentages d'inhibition ont été calculés selon la formule suivante :

$$ABTS(\%) = \frac{A_{contrôle} - A_{échantillon}}{A_{contrôle}} \times 100$$

II .3.1. 4. Activité antiradicalaire au DPPH

L'activité du DPPH a été déterminée selon la méthode de Blois (1958) [6]. Le DPPH absorbe à 517 nm, mais lors de la réduction par un antioxydant, son absorption diminue.

Brièvement, 40 µL de la solution d'extrait étudié dissout dans l'éthanol à différentes concentrations ont été ajoutés à 160 µL de DPPH fraîchement préparée à une concentration de (0,1 mM). Après une incubation de 30 min à température ambiante et à l'obscurité l'absorbance a été mesurée à 517 nm en utilisant un lecteur de microplaques à 96 puits.

Le α-tocophérol, BHT et le BHA sont utilisés comme standards antioxydants.

Chapitre II : Matériel et méthodes

La capacité à piéger le radical DPPH a été calculée selon l'équation suivante :

$$\text{DPPH (\%)} = \frac{A_{\text{contrôle}} - A_{\text{échantillon}}}{A_{\text{contrôle}}} \times 100$$

Les résultats ont été exprimés en valeur IC₅₀ (µg / ml) correspondant à la concentration d'inhibition de 50%.

II .3.1.5. Activité basés sur les nanoparticules d'argent (SNP)

Cette activité a été déterminée selon la méthode de Mustafa Özyürek, (2012) [7]. Dans une plaque à 96 puits de volume 200 µl pour chaque puits, on introduit 20 µl de la solution d'échantillon à différentes concentrations avec 130 µl de la solution SNP (pour préparer cette solution , 50 mL de nitrate d'argent (AgNO₃(1.0 mM)) (0.170 g + 100 ml (H₂O)) est chauffé pendant 10 min puis 5 ml de Trisodium citrate (1%)(1g + 100 ml (H₂O)) est ajouté goutte à goutte jusqu'à le changement de la couleur vers le jaune pâle, après la solution est laissée à température ambiante pour refroidissement) et 50 µl de l'eau distillé (H₂O). Après incubation à 25 °C pendant 30 min, les absorbances sont mesurées à 560 nm (les résultats ont été exprimés comme moyenne de trois mesures séparées ± écart type). Le Trolox est utilisé comme standard.

II .3.1.6. Activité de réduction par la formation du complexe Fe⁺²-phenanthroline

L'activité de phenanthroline a été menée selon la méthode de Szydłowska-Czerniaka (2008) [8]. Un volume de 10 µl de l'extrait à différentes concentrations est déposé avec 50 µl de chlorure de fer anhydre (FeCl₃ (0,2%)) (0.02g de FeCl₃ dans 10ml de H₂O), 30 µl de phenanthroline (0,5%) (0.05g de 1,10-Phenanthroline dans 10ml de MeOH) et 110 µl de méthanol(MeOH). Le mélange obtenu est incubé dans l'étuve à l'obscurité à 30°C pendant 20 min et l'absorbance est mesurée à 510 nm. Le BHA et le BHT sont utilisés comme standards. Les résultats ont été calculés à titre de A_{0,50} (µg/ml) correspondant à la concentration indiquant 0,50 d'absorbance.

II .3.1.7. Activité du piégeage du radical Galvinoxyl (GOR)

L'activité Galvinoxyl radical (GOR) scavenging assay a été mesurée selon la méthode décrite par Shi H et al (2001) [9]. Dans chacun des 96 puits, un mélange réactionnel contenant 160 µl de la solution de galvinoxyl (0,1mM Galvinoxyl) (4 mg dans 100 ml MeOH) avec 40 µl d'extrait dilué dans le méthanol est déposé, pour arriver à un volume total de 200 µl. après 120 mn d'incubation, l'absorbance a été mesurée à 428 nm. Le pourcentage d'inhibition a été calculé selon l'équation suivante :

$$\text{Galvinoxyl (\%)} = \frac{A_{\text{contrôle}} - A_{\text{échantillon}}}{A_{\text{contrôle}}} \times 100$$

II .3. 2. Activité enzymatique

L'activité enzymatique des extraits butanolique (BuOH) et chloroformique (CHCl₃) et l'huile essentielle de la plante *Rosmarinus tournefortii* ainsi que les huiles des trois plantes suivantes : *Eucalyptus globulus* , *Ocimum basilicum* et *Cedrus atlantica* ont été testées selon quatre méthodes : antiacétylcholinestérase et anti butyrylcholinestérase (anti AChE) et (anti BChE) , inhibition d'enzyme α-amylase et l'activité de l'uréase .

II .3. 2.1. Evaluation de l'activité anti cholinestérase

L'activité anti cholinestérase de divers extraits de la plante récoltée de deux régions est réalisée selon deux méthodes : la première c'est la méthode d'inhibition de l'enzyme acétylcholinestérase (AChE), et la deuxième par la méthode d'inhibition de l'enzyme butyrylcholinestérase (BChE).

Les activités acétylcholinestérase (AChE) et butyrylcholinestérase (BChE) ont été mesurées selon la méthode spectrophotométrique décrite par Ellman, [10]. AChE de l'anguille électrique et BChE du sérum de cheval ont été utilisés, ainsi que l'iodure d'acétylthiocholine et le chlorure de butyrylthiocholine ont été utilisés comme leurs substrats. Le DTNB [5,5-dithio-bis (2-nitrobenzoïque)] a été utilisé pour la mesure de l'activité de la cholinestérase. Le méthanol a été utilisé comme solvant pour dissoudre les échantillons. Brièvement, 150 µl de tampon phosphate de sodium (100Mm, pH 8,0), 10 µl d'une solution d'échantillon dissoute dans le méthanol à différentes concentrations et un volume de 20 µl de l'AChE ($5,32 \times 10^{-3}$

Chapitre II : Matériel et méthodes

U) ou BChE ($6,85 \times 10^{-3}$ U) ont été mélangés et incubés pendant 15 min à 25° C puis 10 μ l de DTNB (0,5 mM) ont été ajoutés. Ensuite, la réaction a été initiée par l'addition de 20 μ l de l'iodure d'acétylthiocholine (0,71 mM) ou le chlorure de butyrylthiocholine (0,2 mM). Les hydrolyses de ces substrats ont été suivies par spectrophotométrie par la formation d'une couleur jaune d'anion 5-thio-2-nitrobenzoate de méthyle, selon le résultat de la réaction du DTNB avec la thiocholine, libéré par l'hydrolyse enzymatique de l'iodure d'acétylthiocholine ou le chlorure de butyrylthiocholine, respectivement, à une longueur d'onde de 412 nm, en utilisant un lecteur de microplaques à 96 puits (SpectraMax PC340, MolecularDevices, États-Unis). Les mesures et les calculs ont été évalués en utilisant le logiciel PRO Softmax v5.2. Le pourcentage d'inhibition de l'AChE ou BChE a été déterminé par comparaison des vitesses de réaction d'échantillons par rapport à l'échantillon témoin (éthanol dans du tampon phosphate, pH 8) en utilisant la formule $(E - S) / E \times 100$, où :

E : l'activité de l'enzyme sans échantillon d'essai.

S : l'activité de l'enzyme avec l'échantillon de test.

Les expériences ont été réalisées en triple. La galantamine a été utilisé comme composé de référence.

$$\text{Inhibition (\%)} = \frac{A_{\text{contrôle}} - A_{\text{échantillon}}}{A_{\text{contrôle}}} \times 100$$

II .3. 2.2. Evaluation de l'activité inhibitrice de l' α amylase

L'activité inhibitrice de l' α -amylase a été réalisée en utilisant la méthode de G. Zengin et al. (2014) iodine/potassium iodide (IKI) [11]. Dans une plaque à 96 puits, 25 μ L d'échantillon préparé dans du méthanol à différentes concentrations a été mélangé avec 50 μ L d'une solution d' α -amylase (1U/mL) préparé dans un tampon phosphate (pH 6,9) avec du chlorure de sodium (6 mM), le tout est incubé pendant 10 min à 37° C. La réaction a été initiée par l'addition de 50 μ L d'une solution d'amidon à 0,1% . Le mélange réactionnel a été incubé pendant 10 min à 37° C. Ensuite, la réaction a été stoppée par l'addition de 25 μ L d'HCl (1 M), suivie par l'ajout de 100 μ L de la solution iodine/potassium iodide (IKI). L'absorbance a été mesurée à 630 nm.

Le pourcentage d'inhibition de l' α -amylase a été calculé comme suit:

Chapitre II : Matériel et méthodes

$$\%INH=1-[(A_c-A_e)-(A_s-A_b)/(A_c-A_e)]$$

A_c =Absorbance [Amidon+IKI+HCl+Vol de solvant d'extrait+Vol tampon Enzyme]

A_e =Absorbance [Enzyme+Amidon+IKI+HCL+ Vol de solvant d'extrait]

A_s =Absorbance [Enzyme+Extrait+Amidon+IKI+HCl]

A_b =Absorbance [Extrait+IKI+125µl de tampon]

II .3. 2.3. Evaluation de l'activité de l'urèase

L'activité de l'urèase a été réalisée selon la méthode de Muhammad Taha et al (2018) [12]. Dans une plaque à 96 puits, on a introduit 10 µl d'échantillon à différentes concentrations avec 25 µl de l'urèase (5U/mL) et 50 µl de l'urée utilisé comme substrat (0,2553 g urea dans 25 ml tampon (PH=8,2)). Après une incubation de 15 min, on fait notre première lecture suivi par l'ajout du 45 µl du réactif du phénol (2 g Phénol (C₆H₅OH) dans 25 ml H₂O + 25 mg de Na₂[Fe(CN)₅NO],2H₂O dans 25 ml H₂O) et 70 µl du réactif basic (0,7125 g NaOH dans 25ml H₂O + 1,175 ml NaOCL (Liq) dans 25 ml H₂O). Une deuxième lecture est effectuée à 630 nm après une incubation de 50 min. Le pourcentage d'inhibition a été calculé selon l'équation suivante :

$$\text{Inhibition (\%)} = \frac{A_{\text{contrôle}} - A_{\text{échantillon}}}{A_{\text{contrôle}}} \times 100$$

II .4. Analyses statistiques

Les résultats des activités antioxydantes et enzymatiques ont été exprimés soit en pourcentage d'inhibition et en CI₅₀ ou A_{0.5}. Ces derniers sont inversement liés à la capacité antioxydante dans un composé, elle exprime la quantité des antioxydant requise pour inhiber à 50% le radical, plus la CI₅₀ est faible plus l'activité antioxydante est grande. Ils ont été calculé à partir de la courbe tracée, à partir du pourcentage d'inhibition ou l'absorbance en fonction de la concentration des différentes dilutions des extraits dont l'équation est sous forme $y= ax + b$. Les résultats sont les moyennes des trois répétitions exprimées en µg/ml. Le logiciel qui a été utilisé pour le calcul des valeurs d' CI₅₀ et A_{0.5} est l'Excel 2013.

Chapitre II : Matériel et méthodes

Références

- [1] Golmakani M-T, Rezaei K. Comparison of microwave-assisted hydrodistillation with the traditional hydrodistillation method in the extraction of essential oils from *Thymus vulgaris* L. *Food Chemistry*. (2008);109(4):925-930.
- [2] Adams, Robert P. *Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry*. Vol. 456. Carol Stream, IL: Allured publishing corporation, (2007).
- [3] Bouratoua A, Khalfallah A, Bensouici C, et al. Chemical composition and antioxidant activity of aerial parts of *Ferula longipes* Coss. ex Bonnier and Maury. *Natural Product Research*. (2018);32(16):1873-1880.
- [4] Apak R, Güçlü K, Özyürek M, Karademir SE. Novel Total Antioxidant Capacity Index for Dietary Polyphenols and Vitamins C and E, Using Their Cupric Ion Reducing Capability in the Presence of Neocuproine: CUPRAC Method. *J Agric Food Chem*. (2004);52(26):7970-7981.
- [5] Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*. (1999);26(9-10):1231-1237.
- [6] Blois, Marsden S. "Antioxidant determinations by the use of a stable free radical." *Nature* 181.4617 (1958): 1199-1200.
- [7] Özyürek M, Güngör N, Baki S, Güçlü K, Apak R. Development of a Silver Nanoparticle-Based Method for the Antioxidant Capacity Measurement of Polyphenols. *Anal Chem*. (2012);84(18):8052-8059.
- [8] Szydłowskaczerniak A, Dianoczki C, Recseg K, Karlovits G, Szlyk E. Determination of antioxidant capacities of vegetable oils by ferric-ion spectrophotometric methods. *Talanta*. (2008);76(4):899-905.
- [9] Shi H, Noguchi N, Niki E. Galvinoxyl method for standardizing electron and proton donation activity. In: *Methods in Enzymology*. Vol 335. Elsevier; (2001):157-166.
- [10] Ellman GL, Courtney KD, Andres V, Featherstone RM. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology*. (1961);7(2):88-95.
- [11] Zengin G, Sarikurkcü C, Aktumsek A, Ceylan R, Ceylan O. A comprehensive study on phytochemical characterization of *Haplophyllum myrtifolium* Boiss. endemic to Turkey and its inhibitory potential against key enzymes involved in Alzheimer, skin diseases and type II diabetes. *Industrial Crops and Products*. (2014);53:244-251.
- [12] Taha M, Ullah H, Al Muqarrabun LMR, et al. Bisindolylmethane thiosemicarbazides as potential inhibitors of urease: Synthesis and molecular modeling studies. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. (2018);26(1):152-160.

A decorative border in a dark blue color surrounds the text. It features intricate floral and scrollwork patterns, including various flower shapes and leaf-like motifs, all rendered in a stylized, cut-out style.

Chapitre III

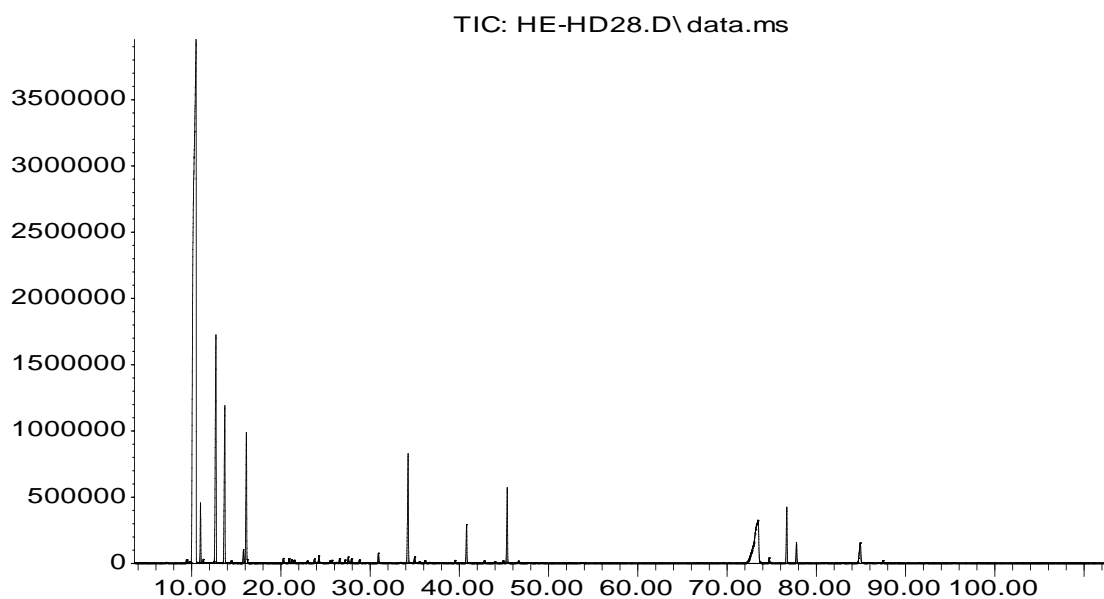
Résultats et discussion

Chapitre III Résultats et discussion

III .1. Composition chimique de l'huile essentielle HD28 de *Cedrus atlantica*

Les résultats de l'identification des composés chimiques par GC-MS de l'huile essentielle HD28 de la plante *Cedrus atlantica* récolté de la région de Khenchela sont représentés dans le tableau 09.

Abundance



Time-->

Figure 22. Chromatogramme de l'analyse GCMS de l'huile essentielle HD28 de *Cedrus atlantica*.

Tableau 09. Composition chimique de l'huile essentielle HD28 de *Cedrus atlantica*.

Pic	Constituants	TR	MM (g/mol)	Formule	(%)
1	Tricyclene	9.444	136,23	C ₁₀ H ₁₆	0.151
2	α -Pinène	10.433	136,23	C ₁₀ H ₁₆	57.359
3	Camphene	10.993	136.23	C ₁₀ H ₁₆	1.462
4	Verbenene	11.307	134.22	C ₁₀ H ₁₄	0.122

Chapitre III Résultats et discussion

5	β -Pinene	12.702	136.23	C ₁₀ H ₁₆	8.318
6	β -Myrcene	13.702	136.23	C ₁₀ H ₁₆	5.279
7	α -Phellandrene	14.433	136.23	C ₁₀ H ₁₆	0.070
8	o-Cymol	15.811	134.21	C ₁₀ H ₁₄	0.428
9	β -Phellandrene	16.125	136.23	C ₁₀ H ₁₆	4.209
10	α -terpinolene	20.280	136.23	C ₁₀ H ₁₆	0.172
11	3-Oxatricyclooctane, 2 ,7,7-trimethyl-	20.903	152.23	C ₁₀ H ₁₆ O	0.151
12	Linalool I	21.189	152.23	154.25	0.112
13	Methoxy(methyl)chlorosilane	21.486	109.6	C ₂ H ₆ ClO Si	0.098
14	trans-Pinocarveol	23.767	152.23	C ₁₀ H ₁₆ O	0.177
15	Cis-Verbenol	24.258	152.23	C ₁₀ H ₁₆ O	0.296
16	Pinocarvone	25.510	150.22	C ₁₀ H ₁₄ O	0.079
17	Endo-Borneol	25.721	154.25	C ₁₀ H ₁₈ O	0.097
18	Terpinen-4-ol	26.585	154.24	C ₁₀ H ₁₈ O	0.151
19	Cryptone	27.196	138.20	C ₉ H ₁₄ O	0.113
20	α Terpineol	27.556	154.25	C ₁₀ H ₁₈ O	0.204
21	Myrtenol	27.922	152.23	C ₁₀ H ₁₆ O	0.172

Chapitre III Résultats et discussion

22	Chrysanthenone	28.814	150.22	C ₁₀ H ₁₄ O	0.122
23	Pulegone	30.934	152.23	C ₁₀ H ₁₆ O	0.339
24	L-born-2-yl acetate	34.243	196.29	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	3.763
25	1,7-Nonadien-4-ol, 4,8-dimethyl- Z-Citral	34.992	168.27	C ₁₁ H ₂₀ O	0.261
26	Bicyclo[2.2.1]hept-2-en-7-ol	36.135	110.15	C ₇ H ₁₀ O	0.087
27	Neryl acetate	39.530	196.29	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	0.087
28	Geranylacetate	40.805	196.29	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	1.203
29	trans-Caryophyllene	42.788	204.35	C ₁₅ H ₂₄	0.080
30	α-Humulene	44.897	204,35	C ₁₅ H ₂₄	0.075
31	trans-β-Farnesene	45.354	204.35	C ₁₅ H ₂₄	2.369
32	Germacrene D	46.623	204.35	C ₁₅ H ₂₄	0.094
33	Tetracosane	73.457	338.7	C ₂₄ H ₅₀	8.165
34	Rimuene	74.720	272.46	C ₂₀ H ₃₂	0.193
35	Phenanthrene	76.681	270.45	C ₂₀ H ₃₀	1.887
36	Pentafluorobiphenyl	77.778	244.16	C ₁₂ H ₅ F ₅	0.668
37	Pentacosane	84.911	352.7	C ₂₅ H ₅₂	1.303
38	Heneicosane	87.471	296.6	C ₂₁ H ₄₄	0.084

Chapitre III Résultats et discussion

Les analyses GC-MS de l'huile essentielle HD28 du *Cedrus atlantica* ont montré la présence de 38 composés représentant environ 99,96% de la composition chimique totale (Tableau 9). L'huile essentielle extraite par hydrodistillation est dominée par la présence de l' α -pinène (57.359%), du β -pinène (8.318%), de Tetracosane (8.165%) de β -Myrcene (5.279%), de β -Phellandrene (4.209%), L-born-2-yl acetate (3.763%), de trans- β -Farnesene (2.369%) (Figure 22), constituant environ 90% de la composition totale de l'huile. Les recherches réalisées par Satrani et al. (2006) [1] sur l'huile essentielle obtenue par hydrodistillation du *Cedrus atlantica* de la région Azrou (Moyen Atlas central du Maroc) ont indiqué que cette dernière renferme principalement : E- α -atlantone (28,75%), le β -himachalene (14,62%), l'himachalol (7,11%), l' α -himachalene (5,72%), la Z- α -atlantone (5,16%), le γ -himachalene (4,82%), la deodarone (4,42%), l'isocedranol (3,52%) et le 1-epicubenol (2,71%). Notre huile essentielle se distingue par la dominance de la classe des monoterpènes avec l' α -pinène (57.359%), au contraire celle analysée par Satrani et al.(2006) [1] est riche en E- α -atlantone (28,75%). Il y a une différence de résultats obtenue concernant les produits majoritaires malgré l'emploi de la même méthode d'extraction. Cette variance de la composition chimique est expliquée par : la durée et la température de distillation ainsi que la position géographique et la partie extraite de la plante.

III .2. Composition chimique de l'huile essentielle MCW29 de *Cedrus atlantica*

L'extraction sans solvant assistée par micro-ondes (ESSAM) a été utilisée pour extraire l'huile essentielle (MCW29) des parties aériennes de *Cedrus atlantica*. Cette étape est suivie par une analyse GCMS. Les résultats de l'identification des composés chimiques par GC-MS de l'huile essentielle MCW29 de la plante *Cedrus atlantica* de la région de Khenchela sont représentés dans le tableau 10.

Chapitre III Résultats et discussion

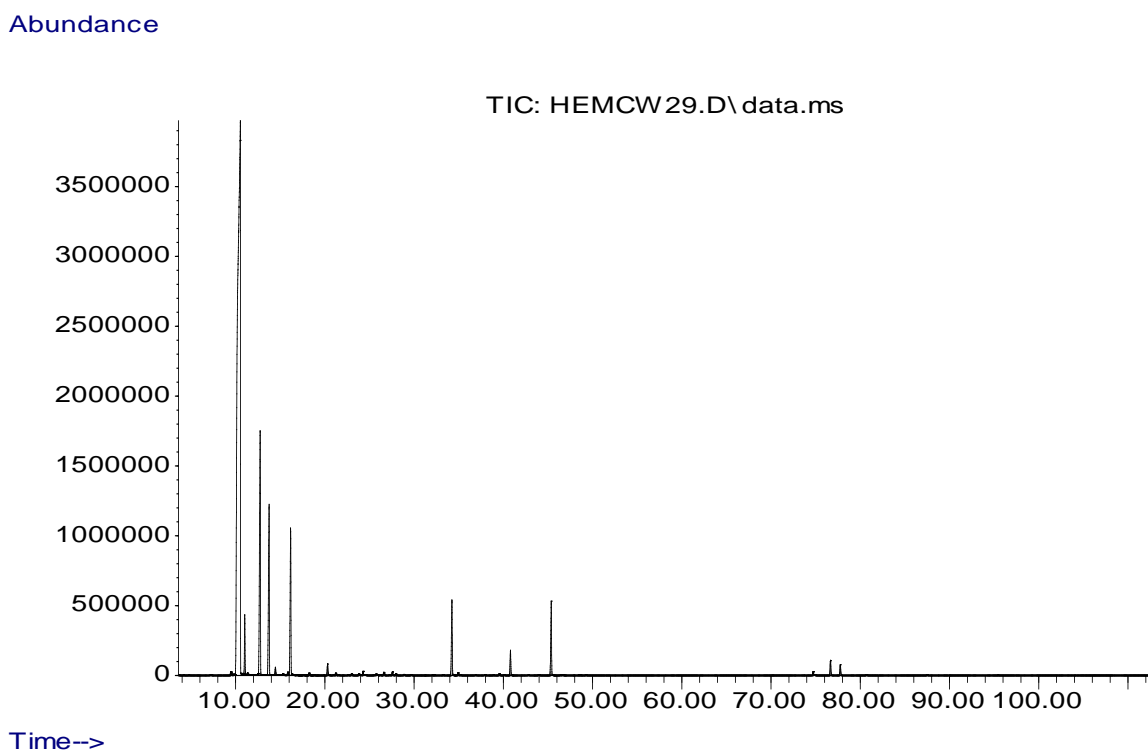


Figure 23. Chromatogramme de l'analyse GCMS de l'huile essentielle MCW 29 de *Cedrus atlantica*.

Tableau 10. Composition chimique de l'huile essentielle MCW29 de *Cedrus atlantica*.

Pic	Constituants	TR	MM g/mol	Formule	(%)
1	Tricyclene	9.469	136,23	C ₁₀ H ₁₆	0.161
2	α-pinène	10.469	136,24	C ₁₀ H ₁₆	68.271
3	Camphene	11.018	136,24	C ₁₀ H ₁₆	1.639
4	Sabinyl acetate	11.327	194,27	C ₁₂ H ₁₈ O ₂	0.071
5	Beta.- pinène	12.727	136,23	C ₁₀ H ₁₆	9.818
6	beta.-Myrcene	13.733	136,23	C ₁₀ H ₁₆	6.429
7	l-Phellandrene	14.459	136,24	C ₁₀ H ₁₆	0.251

Chapitre III Résultats et discussion

8	beta.-Phellandrene	16.151	136,23	C ₁₀ H ₁₆	5.294
9	gamma.-Terpinene	18.220	136,23	C ₁₀ H ₁₆	0.071
10	α-Terpinolene	20.300	136,23	C ₁₀ H ₁₆	0.396
11	L-linalol	21.203	154,25	C ₁₀ H ₁₈ O	0.084
12	Verbenol	24.278	152.23	C ₁₀ H ₁₆ O	0.163
13	Terpinen-4-ol	26.599	154.24	C ₁₀ H ₁₈ O	0.102
14	3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha., . α.,4-trimethyl-, (S)	27.570	196,29	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	0.115
15	Acétate de L-Bornyl	34.229	196,29	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	2.692
16	Benzene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)	34.909	168,66	C ₁₀ H ₁₃ CL	0.082
17	Geranyl acetate	40.796	196,29 g/mol	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	0.794
18	trans-.beta.-Farnesene	45.357	204,35	C ₁₅ H ₂₄	2.556
19	Rimuen	74.723	272,46	C ₂₀ H ₃₂	0.138
20	8,11,13-Abietatriene	76.660	270,45	C ₂₀ H ₃₀	0.509
21	2-Hydroxy-12-methoxy-19- norpodocarpa-4,8,11,13-tetraen-3-one	77.763	272,14	C ₁₇ H ₂₀ O ₃	0.367

Les résultats de l'identification des composés chimiques par GC-MS a révélé la présence de 21 constituants qui représentent 99,28 % de l'huile essentielle. Comme le montre le (tableau 10). L'huile essentielle MCW 29 extraite sans solvant assistée par micro-ondes est constituée majoritairement de : α-pinène (68.271%), du β-pinène (9.818%), de β-Myrcene (6.429%) de β-Phellandrene (5.294%), de Acétate de L-Bornyl (2.692%), trans-.beta.-Farnesene (2.556%) (Figure 23), constituant environ 95.006% de la composition totale de l'huile. Tel que le HD28 extraire par hydrodistillation, la classe des monoterpènes est

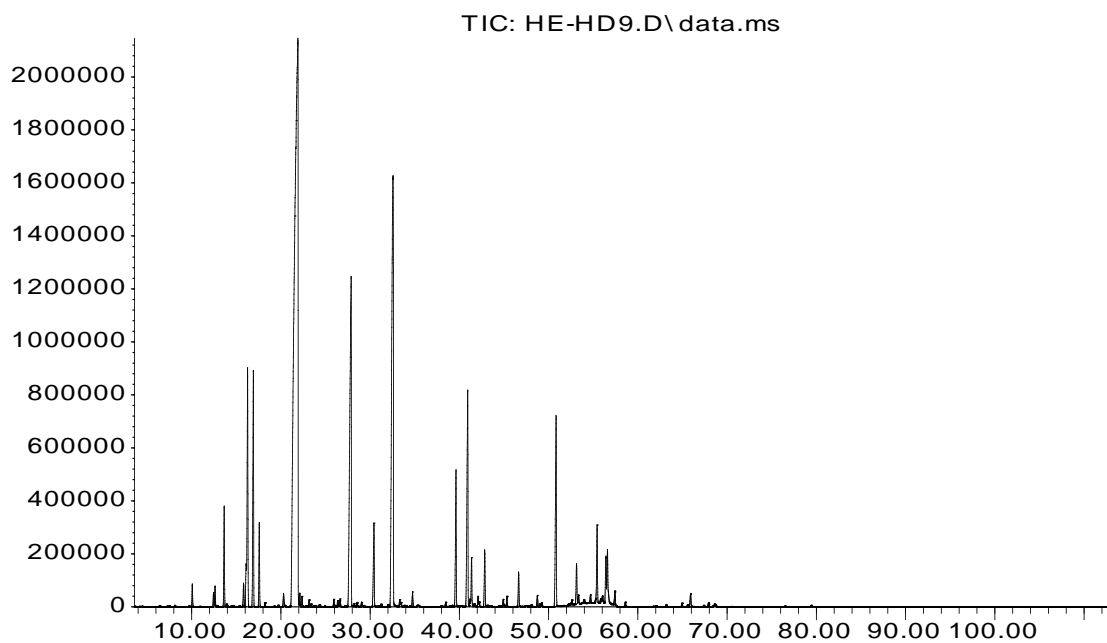
Chapitre III Résultats et discussion

prédominante, avec l' α -pinène comme constituant majoritaire (68.271%). Ces résultats sont similaires à la majorité des composés trouvés dans la même huile essentielle extraite par l'hydrodistillation (HD28).

III .3. Composition chimique de l'huile essentielle de *Ocimum basilicum*.

L'hydrodistillation par Clevenger a été utilisée pour extraire l'huile essentielle des parties aériennes de *Ocimum basilicum* (HD9). Cette étape est suivie par une analyse GCMS. Les résultats de l'identification des composés chimiques par GC-MS de l'huile essentielle de la plante d'*O. basilicum* de la région de Béjaïa sont représentés dans le tableau 11

Abundance



Time-->

Figure 24. Chromatogramme de l'analyse GCMS de l'huile essentielle de *Ocimum basilicum*.

Chapitre III Résultats et discussion

Tableau 11. Composition chimique de l'huile essentielle de *Ocimum basilicum*.

Pic	Constituants	TR	MM g/mol	Formule	(%)
1	α .-PINENE	10.072	136,23	C ₁₀ H ₁₆	0.282
2	Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl- 1-2-methylene	12.622	136.23	C ₁₀ H ₁₆	0.473
3	beta.-Myrcene	13.645	136,23	C ₁₀ H ₁₆	1.385
4	Benzene, 1-methyl-2-(1-methylethyl)	15.822	166,29	C ₁₀ H ₁₄ S	0.353
5	1,8-Cineole	16.262	154.24	C ₁₀ H ₁₈ O	4.301
6	cis-Ocimene	16.902	136,23	C ₁₀ H ₁₆	3.537
7	1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-,	17.577	136.23	C ₁₀ H ₁₆	1.159
8	gamma.-Terpinene	18.223	136,23	C ₁₀ H ₁₆	0.058
9	α -Terpinolene	20.303	136.23	C ₁₀ H ₁₆	0.242
10	Linaloll	21.863	154,25	C ₁₀ H ₁₈ O	40.285
11	Pentyl 3-methylbutanoate	22.126	172.26	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	0.301
12	3-Octanol, acetate	23.172	190,28	C ₁₀ H ₂₂ O ₃	0.112
13	3-Cyclohexene-1-methanol, . α ., . α .,4-trimethyl	25.933	196.29	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	0.126
14	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-one, 2,6,6- trimethyl	26.373	152.23	C ₁₀ H ₁₆ O	0.099
15	3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1- methylethyl)	26.642	154.24	C ₁₀ H ₁₈ O	0.124

Chapitre III Résultats et discussion

16	3-Cyclohexene-1-methanol, . α ., . α .,4-trimethyl-,1-acetate, (1R)	27.836	196.29	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	10.003
17	Perilla alcohol	28.522	152.23	C ₁₀ H ₁₆ O	0.073
18	1.Beta.,4,4-Trimethyl- bicyclo(3.2.)hept-6-en-2.beta.-ol	29.048	152.23	C ₁₀ H ₁₆ O	0.083
19	Nerol	30.419	154.25	C ₁₀ H ₁₈ O	1.518
20	beta.-Myrcene	32.540	136.23	C ₁₀ H ₁₆	14.245
21	Z-Citral	33.317	152.23	C ₁₀ H ₁₆ O	0.170
22	2,6-Octadien-1-ol, 3,7-dimethyl-, acetate, (Z)	34.752	196.28	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	0.211
23	α -Terpinolene	38.467	136.23	C ₁₀ H ₁₆	0.066
24	Nerylacetate	39.610	196.29	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	2.164
25	Geranyl acetate	40.913	196.29	C ₁₂ H ₂₀ O ₂	4.209
26	p-Mentha-1,5,8-triene	41.365	134.21	C ₁₀ H ₁₄	0.823
27	Benzene, 1,2,3,4-tetramethyl	42.096	134.22	C ₁₀ H ₁₄	0.216
28	trans-Caryophyllene	42.839	204.35	C ₁₅ H ₂₄	0.946
29	α -Humulene	44.925	204.35	C ₁₅ H ₂₄	0.133
30	trans-.beta.-Farnesene	45.325	204.35	C ₁₅ H ₂₄	0.150
31	beta.-Cubebene	46.640	204.35	C ₁₅ H ₂₄	0.557
32	2H-3,9a-Methano-1-benzoxepin, octa- hydro-2,2,5a,9-tetramethyl	48.743	222.36	C ₁₅ H ₂₆ O	0.178

Chapitre III Résultats et discussion

33	delta.-Cadinene	49.229	204.35	C ₁₅ H ₂₄	0.103
34	Cyclohexanemethanol, 4-ethenyl- α ., α .,4-trimethyl-3-(1-methylethenyl)-, [1R-(1 α ,3 α ,4 β)]	50.824	222.36	C ₁₅ H ₂₆ O	3.632
35	Caryophyllene oxide	52.607	220.35	C ₁₅ H ₂₄ O	0.215
36	Veridiflorol	53.127	222.36	C ₁₅ H ₂₆ O	1.102
37	3,7-Cyclodecadiene-1-methanol, . α ., α .,4,8-tetramethyl-, [s- Elemol	53.950	222.36	C ₁₅ H ₂₆ O	0.426
38	beta.-Patchoulene	54.693	204.35	C ₁₅ H ₂₄	0.632
39	2-Naphthalenemethanol, 1,2,3,4,4a, 5,6,7-octahydro. α ., α .,4a ,8-tetramethyl-, (2R-cis)	55.430	222.36	C ₁₅ H ₂₆ O	1.672
40	Calarene	56.036	204.35	C ₁₅ H ₂₄	0.534
41	α .-Eudesmol	56.591	222.36	C ₁₅ H ₂₆ O	2.350
42	α .-Muurolene	57.431	204.35	C ₁₅ H ₂₄	0.358
43	Furan, 2,3-dihydro-4-methyl	58.597	84.11	C ₅ H ₈ O	0.070
44	Ledene oxide-(I)	65.907	220.35	C ₁₅ H ₂₄ O	0.260
45	Isopetasol	67.919	222.0	C ₁₅ H ₂₂ O ₂	0.060

L'analyse GCMS a permis d'identifier 45 constituants de l'huile essentielle d'*O. basilicum* (Tableau 11), ce qui correspond à 99,87% du total de l'huile de la plante. Elle est constituée majoritairement de β -linalol (40.285%), β -myrcène (14.245%), 3-Cyclohexene-1-methanol (10.003 %), 1,8-Cineole (4.301%), Geranylacetate (4.209%) et 1,8-cinéole sont les principaux composants (figure 24). Donc on peut dire que l'huile essentielle d'*O. basilicum* de la région de Béjaïa est de chémotype β -linalol.

Chapitre III Résultats et discussion

Mansour Moudachirou et al.,(1999) [2], ont également obtenue le linalol comme produit majoritaire avec un pourcentage de (45.3%) suivi par l'eugénol (15%). Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Constantin Dabire et al. (2011) [3] avec linalol à 42,7 % suivi par l'eugénol à 27,4%. Dabire et al. (2011) [3] ont montré la présence d'autres composés tel que le trans- α -bergamotène (5,4%) et le δ -cadinol (3,4%) qui sont absents de la constitution chimique de notre huile essentielle.

III .4.Composition chimique de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus*

Les résultats de l'identification des composés chimiques par GC-MS de l'huile essentielle de la plante *Eucalyptus globulus* de la région de Béjaïa sont représentés dans le tableau 12

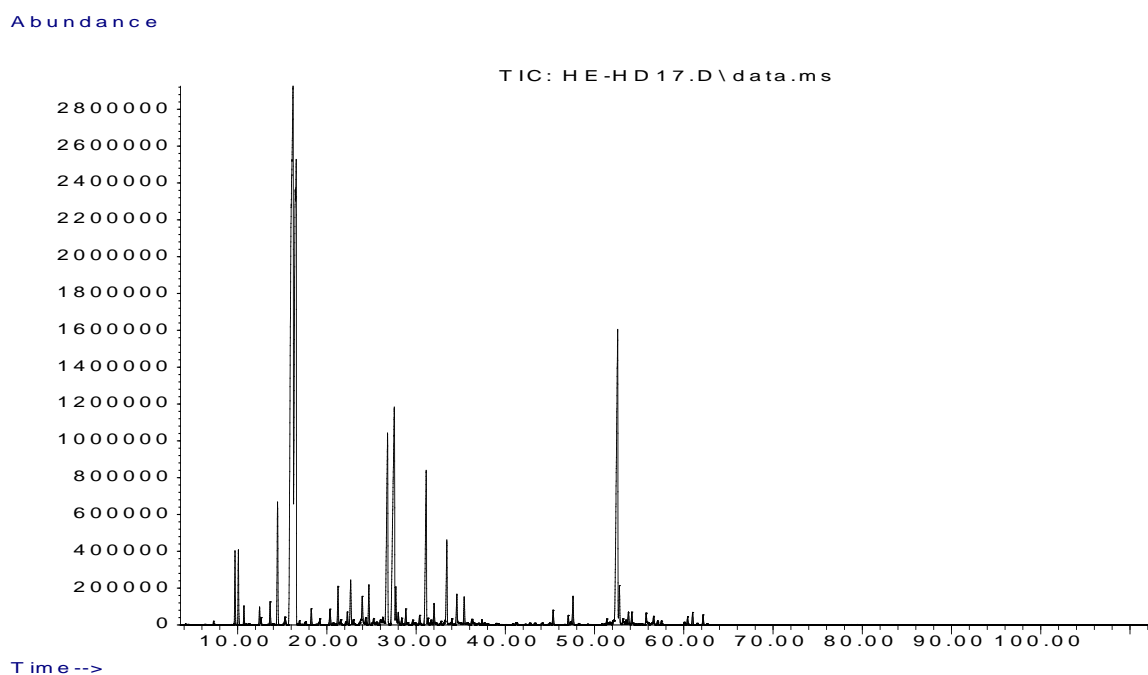


Figure 25. Chromatogramme de l'analyse GCMS de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus*.

Chapitre III Résultats et discussion

Tableau 12. Composition chimique de l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus*.

Pic	Constituants	TR	MM	Formule	(%)
1	Cyclopentane, 1,1,3-trimethyl	7.312	112.21	C ₈ H ₁₆	0.048
2	α –Thujene	9.706	136.23	C ₁₀ H ₁₆	1.030
3	α –Pinene	10.084	136.23	C ₁₀ H ₁₆	1.090
4	4-methyle- ne-1-(1-methylethyl)- Benzene, butyl-	10.712	148.24	C ₁₁ H ₁₆	0.284
5	Sabinene	12.461	136.23	C ₁₀ H ₁₆	0.389
6	β-Myrcene	13.644	136.23	C ₁₀ H ₁₆	0.405
7	l-Phellandrene	14.473	136.23	C ₁₀ H ₁₆	2.293
8	α –Terpinene	15.313	136.23	C ₁₀ H ₁₆	0.233
9	p-Cymenene	16.171	134,21	C ₁₀ H ₁₄	31.687
10	Eucalyptol	16.496	154.25	C ₁₀ H ₁₈ O	18.192
11	1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)	16.937	136.23	C ₁₀ H ₁₆	0.084
12	1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)	17.582	136.23	C ₁₀ H ₁₆	0.074
13	γ.-Terpinene	18.257	136.23	C ₁₀ H ₁₆	0.273
14	Methanone, dicyclopropyl	19.206	110.15	C ₇ H ₁₀ O	0.158
15	Benzene, 1-methyl-2-(2-propenyl)	20.354	132.20	C ₁₀ H ₁₂	0.361
16	L-linalol	21.252	154.25	C ₁₀ H ₁₈ O	0.733
17	Ho-trienol	21.555	152.23	C ₁₀ H ₁₆ O	0.108
18	α.-Thujone	22.303	152.23	C ₁₀ H ₁₆ O	0.275

Chapitre III Résultats et discussion

19	(-)-Isopulegol	22.663	154.25	C ₁₀ H ₁₈ O	0.970
20	1,3-Cyclooctadiene	22.972	108.18	C ₈ H ₁₂	0.137
21	1-Terpineol	23.967	154.25	C ₁₀ H ₁₈ O	0.815
22	Cyclohexanol, 4-(1-methylethyl)-	24.349	142.23	C ₉ H ₁₈ O	0.154
23	2,4-Nonadienal	24.710	138.21	C ₉ H ₁₄ O	0.757
24	4-Isopropylcyclohexanone	25.235	140.22	C ₉ H ₁₆ O	0.180
25	Pinocarvone	25.561	150.22	C ₁₀ H ₁₄ O	0.081
26	2,4-Hexadiene, 2,5-dimethyl	26.013	110.20	C ₈ H ₁₄	0.136
27	3,4,5-Trimethylpyrazole 2,4-Hexadiene, 2,5-dimethyl	26.276	110.20	C ₈ H ₁₄	0.253
28	Terpinen-4-ol	26.779	154.24	C ₁₀ H ₁₈ O	5.428
29	Cryptone	27.533	138.2	C ₉ H ₁₄ O	9.420
30	2-Cyclohexen-1-ol, 3-methyl-6-(1-methylethyl)-, cis-	28.007	154.24	C ₁₀ H ₁₈ O	0.256
31	Bicyclo[3.1.0]hexan-3-ol, 4-methylethyl-1-(1-methylethyl)-, acetate	28.396	194.27	C ₁₂ H ₁₈ O ₂	0.146
32	2-Cyclohexen-1-ol, 3-methyl-6-(1-methylethyl)-, cis-	28.848	154.24	C ₁₀ H ₁₈ O	0.351
33	Trans-(+)-carveol	29.625	152.23	C ₁₀ H ₁₆ O	0.167
34	Phenol, 3-(1-methylethyl)	30.402	204	C ₉ H ₁₂ O	0.220
35	Propanal, 2-methyl-3-phenyl- Benzaldehyde, 4-(1-methylethyl)	31.111	148.2	C ₁₀ H ₁₂ O	3.907

Chapitre III Résultats et discussion

36	n-Amylcyclohexane	31.665	154.29	C ₁₁ H ₂₂	0.117
37	2-Cyclohexen-1-one, 3-methyl-6-(1-methylethyl)-	32.014	152.23	C ₁₀ H ₁₆ O	0.504
38	3-Cyclohexen-1-ol, 3-methyl	32.797	112.17	C ₇ H ₁₂ O	0.096
39	Phellandral	33.431	152.23	C ₁₀ H ₁₆ O	1.875
40	Benzenemethanol, α.-methyl	34.003	164.20	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	0.197
41	Benzenemethanol, 4-(1-methylethyl)	34.563	192.25	C ₁₂ H ₁₆ O ₂	0.763
42	Phenol, 2-methyl-5-(1-methylethyl)	35.392	150.21	C ₁₀ H ₁₄ O	0.552
43	2-Acetylcyclopentanone	36.249	126.15	C ₇ H ₁₀ O ₂	0.195
44	1,2-Dihydro-3-isobutyl-1-methyl-2-pyrazinone 5-Ethylcyclopent-1-enecarboxaldehyde 1-Propanone, 1-(2-furanyl)-	37.386	138.16	C ₈ H ₁₀ O ₂	0.138
45	Aromadendrene Neoalloomimene	45.360	204.35	C ₁₅ H ₂₄	0.327
46	Naphthalene, 1,2,3,4-tetrahydro-1,5-dimethyl-	47.051	160.25	C ₁₂ H ₁₆	0.173
47	3-Ethyl-4-methyl-5-(methylthio)isothiazole 2-(2-Methoxyphenyl)-1H-pyrrole 1H-Indole, 2,3-dihydro-	47.314	204.35	C ₁₅ H ₂₄	0.063

Chapitre III Résultats et discussion

	1,3,3-trimethyl-2-methylene-				
48	Bicyclogermacrene	47.583	204.35	C ₁₅ H ₂₄	0.590
49	(-)-Isoledene	51.366	204.35	C ₁₅ H ₂₄	0.227
50	Spathulenol	52.555	220.35	C ₁₅ H ₂₄ O	10.897
51	Azulene, 1,2,3,3a,4,5,6,7-octahydr	53.178	204.35	C ₁₅ H ₂₄	0.163
52	Bicyclo[4.1.0]heptane-7,7-dicarbon- Itrile.	53.510	220	C ₈ H ₁₂	0.110
53	Ledol	53.796	222.37	C ₁₅ H ₂₆ O	0.275
54	Spathulenol	54.178	220.35	C ₁₅ H ₂₄ O	0.279
55	Isospathulenol	55.785	220.35	C ₁₅ H ₂₄ O	0.296
56	Beta.-Selinene	56.619	204.35	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	0.271
57	Oplopenone	57.059	220.35	C ₁₅ H ₂₄ O	0.083
58	Isoaromadendrene epoxide	57.499	220.35	C ₁₅ H ₂₄ O	0.091
59	Farnesyl alcohol	60.048	222.37	C ₁₅ H ₂₆ O	0.052
60	Farnesol	60.425	222.37	C ₁₅ H ₂₆ O	0.152
61	Longipinocarvone	60.991	218.33	C ₁₅ H ₂₂ O	0.232
62	Trans-Caryophyllene	62.157	204.35	C ₁₅ H ₂₄	0.187

La GC-MS a permis de recenser 62 composés à partir de l'huile essentielle de *E. globulus* (tableau 12) dont : p-Cymenene, Eucalyptol , Spathulenol , de Cryptone et de Terpinen-4-ol , 4-(1-methylethyl), 1-Phellandrene sont les constituants majoritaires représentés avec des pourcentages de 31.687 %, 18.192 %, 10.897%, 9.420 % , 5.428 % , 3.907% , 2.293 (figure 25). Les composants identifiés constituent 100 % de l'huile étudié.

Chapitre III Résultats et discussion

Djenane, D et al,(2011) [4], ont également obtenue le 1,8-cinéole (Eucalyptol) comme prouduit majoritaire avec un pourcentage de (81,70 %). Ensuite, p-cymène (1,07%) issue grâce à une recherche sur l'huile essentielle de *E.globulus* de Tizi ouzou (Algerie). Djenane, D et al,(2011) [4] ont mentionné la présence d'autres composés tel que le β -caryophyllène (0,04%) qui sont totalement absents de la composition chimique de notre huile essentielle.

Selon nos résultats, les terpènes sont la classe majoritaire avec la dominance des monoterpènes. Parmi ces derniers, l' α -pinène et le β -Myrcen sont les produits les plus abondants de l'huile étudiée.

III.5. Les activités antioxydantes

Parmi les autres plantes de la famille des lamiacées, les extraits de la plante *Rosmarinus tournefortii de noé* sont connus par leurs fortes activités antioxydantes. Pour cela, sept méthodes antioxydantes complémentaires ont été évaluées: activité du pouvoir réducteur (FRAP), activité de réduction du complexe cuivre-neocuproéne (CUPRAC), activité de piégeage du cation radical $ABTS^{+\bullet}$, activité antiradicalaire DPPH, activité basée sur les nanoparticules d'argent (SNP), activité de réduction par la formation du complexe Fe^{+2} -phenanthroline, activité de piégeage du radical Galvinoxyl (GOR).

Les standards utilisés sont : l'acide ascorbique, BHT, le trolox et le BHA.

III.5.1. Activité du pouvoir réducteur (FRAP)

Ce test est basé sur la réduction du ferricyanide de potassium ($K_3Fe(CN)_6$) en fer ferreux par un antioxydant. La couleur bleu-vert issue de cette réduction est mesurée par spectrophotométrie à 700 nm.

Les résultats sont présentés dans la figure 26 et le tableau 13.

Chapitre III Résultats et discussion

Tableau 13. Réduction du fer par la méthode FRAP.

	3.125 µg	6.25 µg	12.5 µg	25 µg	50 µg	100 µg	200 µg	A _{0,5} (µg/mL)
EBRT	0,08±0,01	0,09±0,01	0,12±0,01	0,17±0,02	0,30±0,09	0,35±0,05	0,49±0,01	>200
ECRT	0,10±0,01	0,14±0,01	0,22±0,01	0,36±0,01	0,45±0,06	0,73±0,07	0,83±0,22	52,19±1,90
	0.0976µg	0.195µg	0.390 µg	0.781 µg	1.562 µg	3.125 µg	6.25 µg	A_{0,5} (µg/mL)
Trolox	0.07±0.00	0.08±0.00	0.09±0.01	0.13±0.00	0.19±0.02	0.28±0.05	0.60±0.04	5.25±0.20
Acide ascorbique	0.07±0.00	0.09±0.01	0.12±0.01	0.17±0.01	0.25±0.02	0.47±0.03	0.79±0.09	3.62±0.29

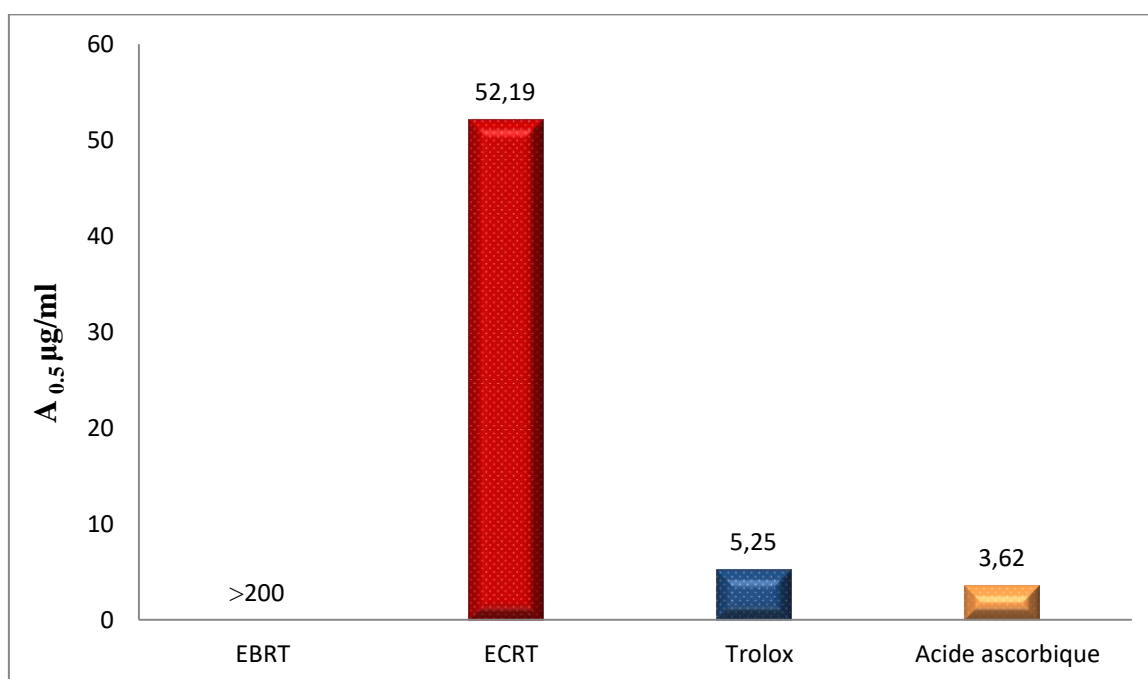


Figure 26. Valeurs des A_{0,5} du test FRAP.

L'extrait chloroformique (ECRT) avec la valeur de (A_{0,5}:52,19±1,90µ/ml) a montré la meilleure activité par rapport à l'extrait butanolique (EBRT). Cependant, l'ECRT présente un pouvoir réducteur presque dix fois plus faible que le Trolox (A_{0,5} = 5.25±0.20 µg/ml) et quinze fois inférieur à l'acide ascorbique (A_{0,5} =3.62±0.29 µg/ml).

Chapitre III Résultats et discussion

III.5.2. Activité de réduction du complexe cuivre-neocuproéne (CUPRAC)

Ce test est basé sur la réduction du Neocuproïne-cuivre (II) de couleur bleu en Neocuproïne-cuivre (I) par la présence d'un antioxydant. La couleur orange issue de cette réduction est mesurée par spectrophotométrie à 450 nm.

Le Trolox et l'acide ascorbique sont utilisés comme control positif.

Les résultats sont exprimés dans la figure 27 et le tableau 14.

Tableau 14. Réduction du complexe néocuproïne par la méthode CUPRAC.

	12.5µg	25µg	50 µg	100 µg	200 µg	400µg	800 µg	A _{0,5} (µg/mL)
EBRT	0,28±0,01	0,37±0,02	0,61±0,01	0,97±0,01	1,67±0,03	2,65±0,15	3,25±0,02	38,15±1,11
ECRT	0,36±0,01	0,54±0,02	0,90±0,01	1,64±0,09	2,65±0,13	3,28±0,11	3,48±0,03	22,16±0,65
	0.390 µg	0.781 µg	1.562 µg	3.125 µg	6.25 µg	12.5µg	25µg	A_{0,5}(µg/mL)
Trolox	0.12±0.01	0.14±0.00	0.18±0.01	0.25±0.00	0.40±0.01	0.67±0.02	1.34±0.13	8.69±0.14
Acide ascorbique	0.11±0.01	0.12±0.01	0.18±0.03	0.24±0.01	0.41±0.01	0.71±0.02	1.38±0.11	8.31±0.15

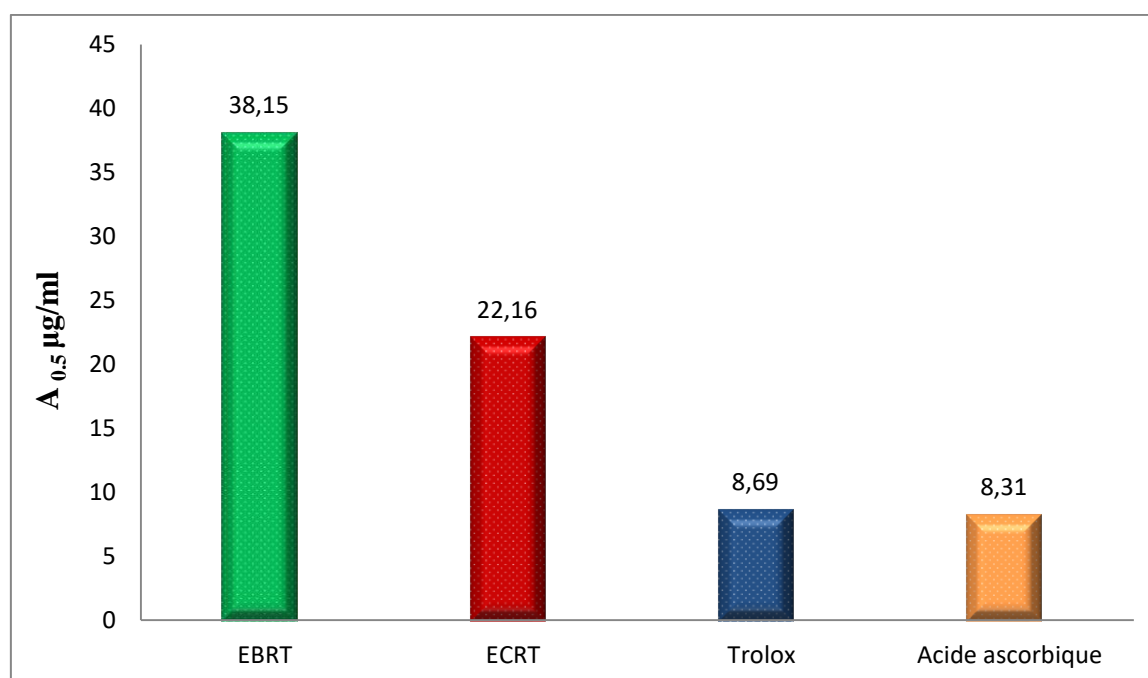


Figure 27. Valeurs des A_{0,5} du test CUPRAC.

Chapitre III Résultats et discussion

D'après les résultats, l'ECRT exerce une activité inhibitrice plus grande que celle de l'EBRT avec une valeur de ($A_{0,5}$: $22,16\pm 0,65$ $\mu\text{g/ml}$), l'ECRT est deux fois plus faible que le Trolox ($A_{0,5}$: $8,69\pm 0,14$ $\mu\text{g/ml}$) et trois fois plus faible que l'acide ascorbique ($A_{0,5}$: $8,31\pm 0,15$ $\mu\text{g/ml}$).

III.5. 3. Activité du piégeage du cation radical ABTS^{•+}

Ce test est basé sur la réduction du cation ABTS^{•+} de couleur bleu-vert par un composé riche en antioxydant. La couleur transparente issue de cette réduction est mesurée par spectrophotométrie à 734 nm.

Le BHA et BHT sont utilisés comme références.

Les résultats sont présentés dans la figure 28 et le tableau 15 ci-dessous.

Tableau 15. Inhibition du cation radical ABTS

Extracts	% D'inhibition du cation radical ABTS							
	1.5625 μg	3.125 μg	6.25 μg	12.5 μg	25 μg	50 μg	100 μg	CI ₅₀ ($\mu\text{g/mL}$)
EBRT	10,61 \pm 0,29	10,80 \pm 3,14	27,72 \pm 0,65	46,13 \pm 1,97	75,84 \pm 2,80	91,26 \pm 1,51	Sat	14,63 \pm 0,27
ECRT	15,84 \pm 0,48	17,61 \pm 1,15	42,69 \pm 1,73	66,72 \pm 0,96	92,19 \pm 0,29	Sat	Sat	8,14 \pm 0,27
BHA	83.42 \pm 4.09	93.52 \pm 0.09	93.58 \pm 0.09	93.63 \pm 0.16	93.63 \pm 0.95	94.20 \pm 0.90	95.39 \pm 2.62	1.03 \pm 0.00
BHT	49.22 \pm 0.75	59.22 \pm 0.59	78.55 \pm 3.43	90.36 \pm 0.00	92.18 \pm 1.27	93.37 \pm 0.86	94.87 \pm 0.87	1.59 \pm 0.03

Sat : produit saturé

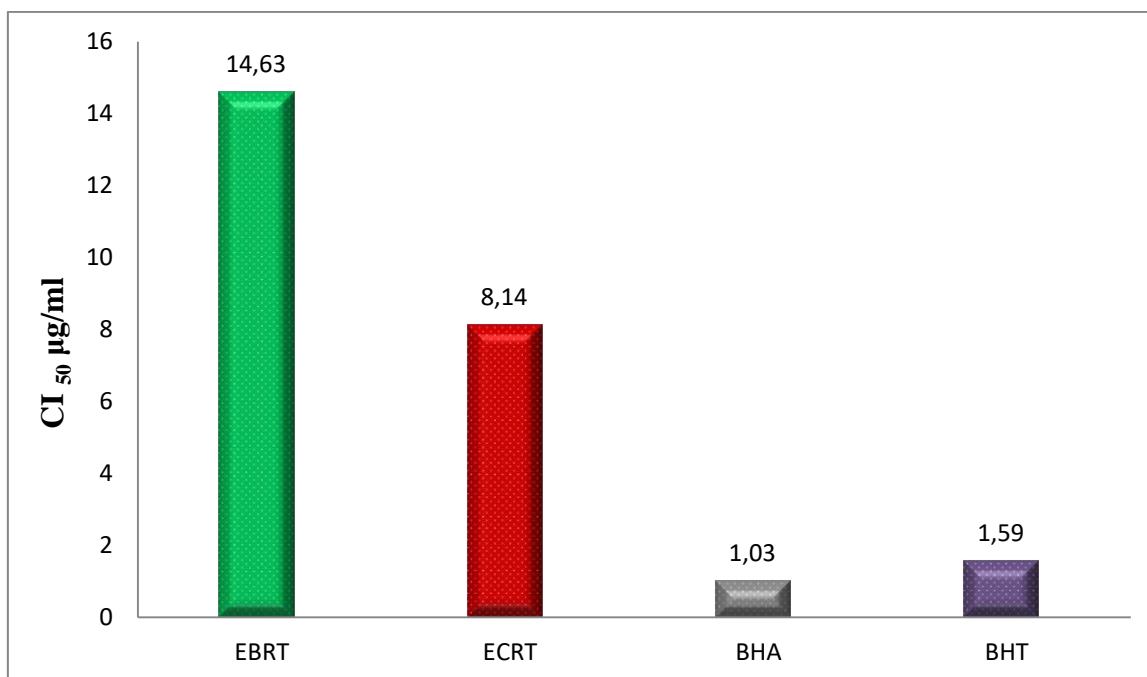


Figure 28. Valeurs des CI₅₀ dans le test ABTS.

Les résultats du test ABTS ont révélé que l'ECRT présente la meilleure activité antiradicalaire (CI₅₀ : 8,14±0,27µ/ml) en le comparant avec l'EBRT. On remarque que la capacité de piégeage des radicaux libres présentée par l'ECRT est cinq fois plus faible que le standard BHT (CI₅₀= 1.59±0.03µg/ml) et huit fois inférieur à celle du standard BHA (CI₅₀= 1.03±0.00 µg/ml). Les résultats du troisième test confirment les résultats des tests précédents.

III.5.4. Activité antiradicalaire DPPH

La capacité des extraits ECRT et EBRT de piéger le radical libre DPPH[•] à été mesurée par spectrophotométrie à 517 nm, en suivant le changement de couleur du violet au jaune.

Les résultats sont présentés dans l'histogramme illustré dans la figure 29 et tableau 16.

Chapitre III Résultats et discussion

Tableau 16.Inhibition du radical DPPH.

Extracts	% D'inhibition du radical DPPH.							
	1.5625 µg	3.125 µg	6.25 µg	12.5 µg	25 µg	50 µg	100 µg	CI ₅₀ (µg/mL)
EBRT	NA	NA	3,76±0,29	18,15±1,62	41,55±1,26	83,80±1,81	85,00±0,16	30,41±0,35
ECRT	NA	NA	2,39±1,50	16,51±1,05	52,10±0,48	85,61±0,19	85,72±0,19	24,26±0,15
BHA	22,21±1,24	31,73±1,22	54,89±3,6	67,60±1,13	76,77±0,54	78,67±1,31	79,01±0,89	5,73±0,41

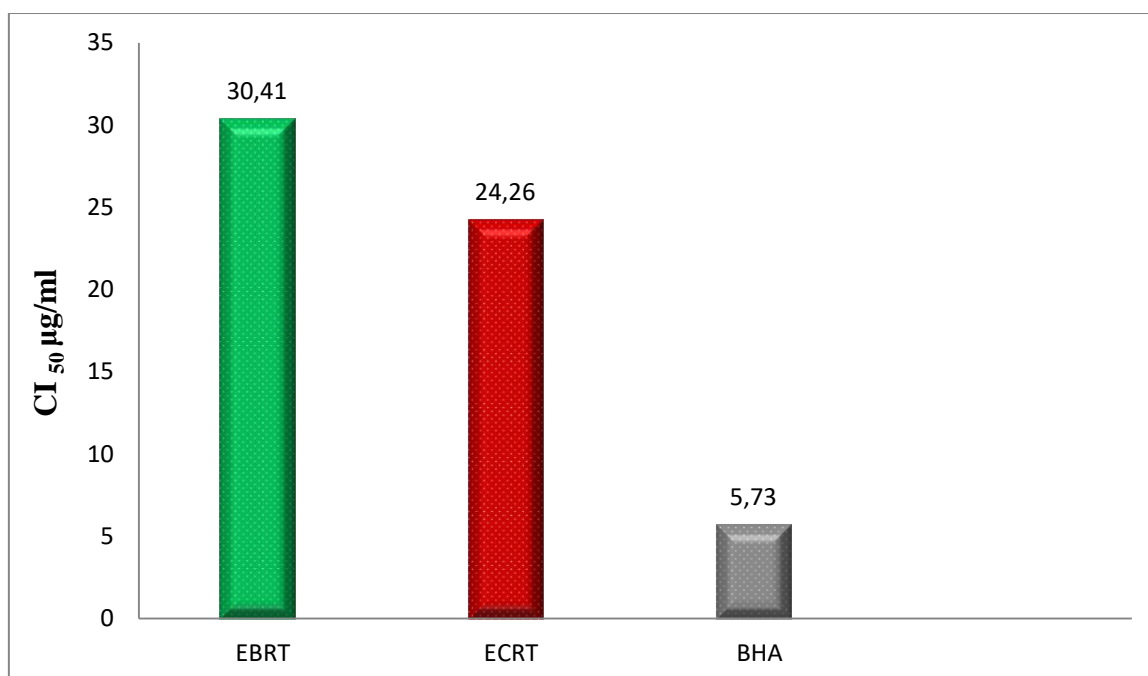


Figure 29.Valeurs CI₅₀ du test DPPH.

l'ECRT a exhibé une activité meilleure que celle de l'EBRT avec (CI₅₀: 24.26±0,15µg/ml), l'activité est quatre fois plus faible que celle du BHA (CI₅₀:5.73±0.41).

Chapitre III Résultats et discussion

III.5.5. Activité basés sur les nanoparticules d'argent (SNP)

Ce test est basé sur la réduction de l'Ag⁺ en nanoparticules d'argent sphériques Ag⁰ de couleur jaunâtre pâle par un composé riche en antioxydant. La couleur de cette réduction est mesurée par spectrophotométrie à 423 nm.

Les résultats sont présentés dans l'histogramme illustré dans la figure 30 et tableau 17.

Tableau 17. Réduction du nanoparticule d'Ag⁺ par la méthode SNP.

	6.25µg	12.5µg	25µg	50µg	100µg	200µg	400µg	A _{0,5} (µg/mL)
EBRT	0,11±0,01	0,18±0,01	0,25±0,00	0,35±0,03	0,42±0,02	0,47±0,02	0,54±0,02	>200
ECRT	0,16±0,00	0,22±0,01	0,34±0,01	0,52±0,03	0,82±0,07	1,01±0,02	1,01±0,04	49,51±1,41
	1.5625µg	3.125µg	6.25µg	12.5µg	25µg	50µg	100µg	A _{0,5} (µg/mL)
Acide ascorbique	0.24±0.00	0.32±0.01	0.45±0.01	0.75±0.01	1.22±0.02	1.90±0.03	2.35±0.01	7.14±0.05
Trolox	0.17±0.00	0.20±0.01	0.23±0.00	0.30±0.01	0.43±0.01	0.64±0.03	1.04±0.01	34.17±1.23

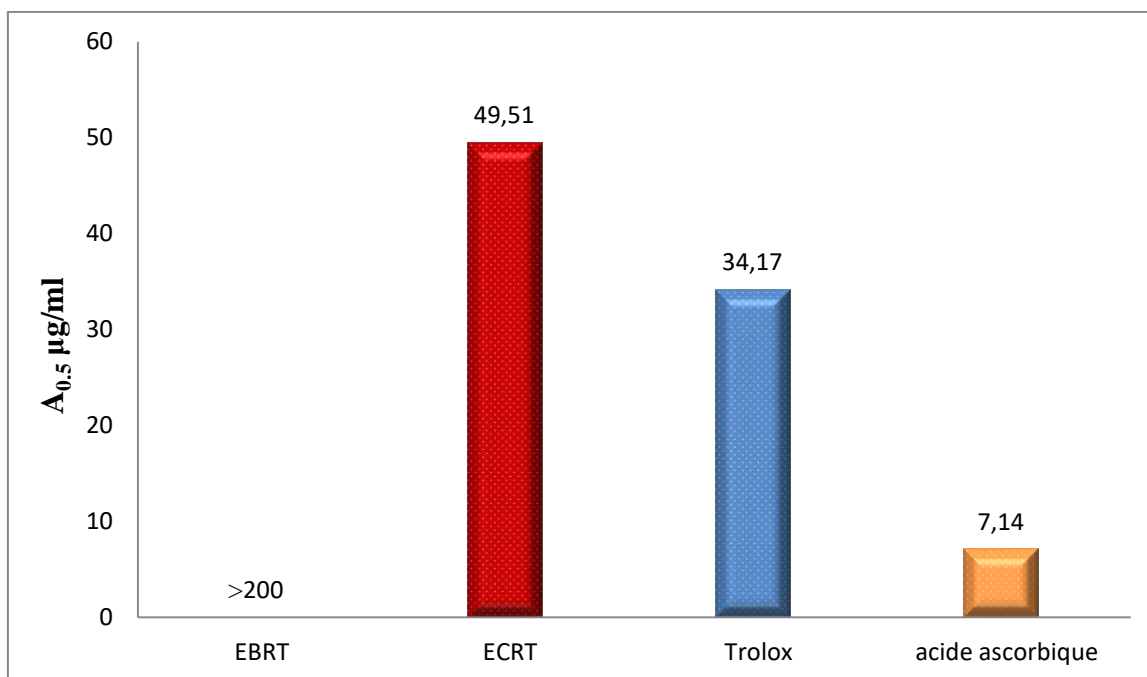


Figure 30. Valeurs des $A_{0.5}$ du test SNP.

L'analyse des résultats de cette activité confirme que l'ECRT a exhibé une activité meilleure que celle de l'EBRT ($A_{0.5}$: $49,51 \pm 1,41$ µg/ml). On constate que l'ECRT est deux fois plus faible que celle du Trolox ($CI_{50} = 34,17 \pm 1,23$ µg/ml), et sept fois inférieure par rapport à l'acide ascorbique ($CI_{50} = 7,14 \pm 0,05$ µg/ml).

III.5.6. Activité de réduction par la formation du complexe Fe^{+2} -phénanthroline

Ce test est basé sur la réduction du fer ferrique (Fe^{3+}) en fer ferreux (Fe^{2+}) par un composé riche en antioxydant. Le Fe^{2+} forme un complexe stable avec la phénanthroline. La couleur rouge orange issue de cette réduction est mesurée par spectrophotométrie à 510 nm.

Le contrôle positif dans ce test est le Trolox et l'acide ascorbique.

Les résultats sont présentés dans l'histogramme illustré dans la figure 31 et tableau 18.

Chapitre III Résultats et discussion

Tableau 18. Réduction du fer par la méthode phenanthroline.

	3.125 µg	6.25 µg	12.5 µg	25 µg	50 µg	100 µg	200 µg	A _{0,5} (µg/mL)
EBRT	0,32±0,01	0,35±0,00	0,42±0,00	0,51±0,01	0,74±0,02	1,13±0,05	1,99±0,17	22,90±1,08
ECRT	0,34±0,01	0,39±0,02	0,47±0,01	0,66±0,04	1,00±0,05	1,75±0,21	2,85±0,19	14,00±0,84
	0.0976µg	0.195µg	0.390 µg	0.781 µg	1.562 µg	3.125 µg	6.25 µg	A _{0,5} (µg/mL)
Trolox	0.25±0.01	0.24±0.01	0.26±0.01	0.26±0.00	0.32±0.01	0.38±0.01	0.56±0.02	5.21±0.27
Acide ascorbique	0.26±0.01	0.29±0.00	0.29±0.02	0.31±0.01	0.37±0.01	0.50±0.00	0.80±0.00	3.08±0.02

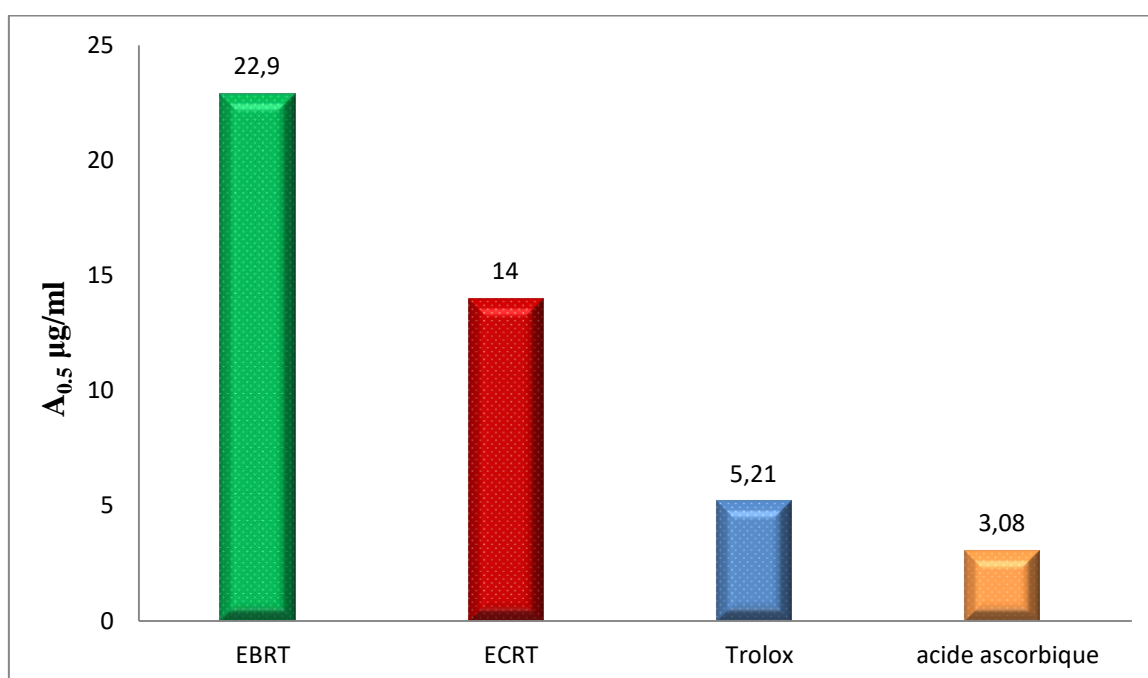


Figure 31. Valeurs des A_{0,5} dans le test phénanthroline.

En comparaison avec l'autre extrait, l'ECRT a présenté la meilleure activité de réduction du fer avec (A_{0,5}: 14,00±0,84 µg/ml), l'activité est trois fois inférieure à celle du Trolox (A_{0,5}: 5.21±0.27 µg/ml) et cinq fois plus faible que l'acide ascorbique (A_{0,5}: 3.08±0.02 µg/ml). Les résultats de cette activité sont en accord avec les cinq méthodes précédentes.

Chapitre III Résultats et discussion

III.5.7. Activité du piégeage du radical Galvinoxyl (GOR)

La capacité des extraits ECRT et EBRT de piéger le radical Galvinoxyl à été mesurée par spectrophotométrie à 428 nm , en suivant le changement de couleur du jaune foncé vers le jaune pâle.

Le trolox et l'acide ascorbique sont employés comme standards.

Les résultats sont présentés dans la figure 32 et tableau 19.

Tableau 19. Inhibition du radical Galvinoxyl (GOR).

	12.5 µg	25 µg	50 µg	100 µg	200 µg	400 µg	800 µg	CI ₅₀ (µg/mL)
EBRT	29,61±7,15	45,90±1,15	66,53±0,12	66,67±1,11	68,45±0,36	73,80±4,42	74,00±2,45	31,66±2,26
	0,78125 µg	1.5625 µg	3.125 µg	6.25 µg	12.5µg	25 µg	50 µg	CI₅₀ (µg/mL)
ECRT	NA	4,36±1,25	17,63±1,34	35,92±1,85	72,25±0,43	72,84±0,04	73,40±0,25	8,68±0,12
	0.390 µg	0.781 µg	1.562 µg	3.125 µg	6.25 µg	12.5 µg	25 µg	CI₅₀ (µg/mL)
Trolox	7.04±2.04	6.91±1.33	13.93±0.35	41.22±1.88	71.32±0.08	71.82±0.44	72.42±0.35	4.31±0.05
Acide ascorbique	12.75±0.21	14.11±0.81	14.11±0.81	20.40±0.47	69.24±0.10	69.42±0.10	70.99±0.00	5.02±0.01

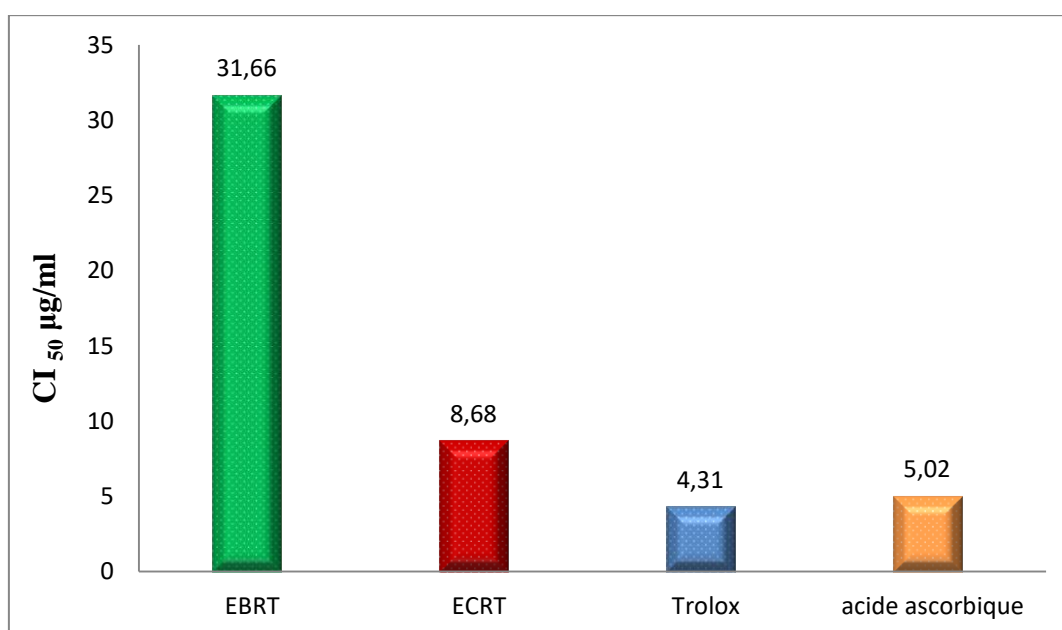


Figure 32. Valeurs des CI₅₀ du test radical galvinoxyl.

Chapitre III Résultats et discussion

D'après les valeurs des CI_{50} ($\mu\text{g/mL}$) calculées à partir des courbes de pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration, on remarque que l'ECRT a montré une activité supérieure à celle de l'EBRT avec une valeur de ($CI_{50} : 8,68 \pm 0,12 \mu\text{g /mL}$). On observe que l'activité l'ECRT est deux fois plus faible que le trolox ($CI_{50} : 4.31 \pm 0.05 \mu\text{g/ml}$) et deux fois inférieure à celle de l'acide ascorbique ($CI_{50} : 5.02 \pm 0.01 \mu\text{g/ml}$). Ce test confirme les résultats des tests précédentes.

En conclue que l'ECRT de la plante *R.tournefortii* de la région de Bèchar a présenté une bonne activité antioxydante vis à vis de l'EBRT pour les sept méthodes utilisées : l'activité antiradicalaire au DPPH, piégeage du radical Galvinoxyl (GOR), réduction du complexe cuivre-neocuproéne (CUPRAC), pouvoir réducteur (FRAP), réduction par la formation du complexe Fe^{+2} -phenanthroline, piégeage du cation radical ABTS^{++} , activité basée sur les nanoparticules d'argent (SNP).

ECRT : ($A_{0,5} : 52,19 \pm 1,90 \mu\text{/ml}$) Pouvoir réducteur (FRAP).

ECRT : ($A_{0,5} : 22,16 \pm 0,65 \mu\text{g/ml}$) Réduction du complexe cuivre-neocuproéne (CUPRAC).

ECRT : ($CI_{50} : 8,14 \pm 0,27 \mu\text{/ml}$) Piégeage du cation radical ABTS^{\cdot} .

ECRT : ($CI_{50} : 24.26 \pm 0,15 \mu\text{g/ml}$) Piégeage du radical DPPH.

ECRT : ($A_{0,5} : 49,51 \pm 1,41 \mu\text{g/ml}$) la réduction des nanoparticules d'argent (SNP)

ECRT : ($A_{0,5} : 14,00 \pm 0,84 \mu\text{g/ml}$) Réduction par la formation du complexe Fe^{+2} phenanthroline.

ECRT : ($CI_{50} : 8,68 \pm 0,12 \mu\text{g /mL}$) Piégeage du radical Galvinoxyl.

De nombreuses recherches ont approuvè que les deux extraits de cette plante ont une bonne activité antioxydante à savoir l'étude faite par Chawki Bensouici et al [5]. *R. tournefortii* de Noè possède un bon pouvoir antioxydant.

Chapitre III Résultats et discussion

III.6. Les activités enzymatiques

Parmi les espèces végétales de la famille des lamiacées, les extraits de la plante *Rosmarinus tournefortii* sont connus par leurs fortes activités enzymatiques. Pour cela, quatre méthodes enzymatiques ont été évaluées in vitro : antiacétylcholinestérase, anti butyrylcholinestérase, α -amylase et l'activité de l'uréase. Ces mêmes méthodes enzymatiques ont été réalisées sur les huiles essentielles des trois plantes : *Eucalyptus globulus*, *Ocimum basilicum* et *Cedrus atlantica*.

Les standards employés à travers ces expériences sont : la galantamine, l'acarbose et le thiourea.

III.6.1. Evaluation de l'activité anti cholinestérase

III.6.1.1. Acétylcholinestérase :

Dans ce test, le passage de la couleur jaune foncé vers le transparent issu de l'activité anti cholinestérase a été évalué par spectrophotométrie à 412 nm.

La galantamine est utilisée comme référence.

III.6.1.1.1. Les extraits de *Rosmarinus tournefortii*

Les résultats sont présentés dans la figure 33 et tableau 20.

Tableau 20. Inhibition de l'Acétylcholinestérase par les extraits de *Rosmarinus tournefortii*

Extracts	% D'inhibition de l'Acétylcholinestérase							
	3.125 μ g	6.25 μ g	12.5 μ g	25 μ g	50 μ g	100 μ g	200 μ g	CI ₅₀ (μ g/mL)
EBRT	NA	NA	NA	NA	NA	NA	10,75 \pm 4,12	>200
ECRT	NA	NA	NA	NA	43,21 \pm 0,25	52,63 \pm 2,82	88,40 \pm 2,11	79,79 \pm 4,22
Galantamine	35,93 \pm 2,28	43,77 \pm 0,00	68,50 \pm 0,31	80,69 \pm 0,41	85,78 \pm 1,63	91,80 \pm 0,20	94,77 \pm 0,34	6.27 \pm 1.15

Chapitre III Résultats et discussion

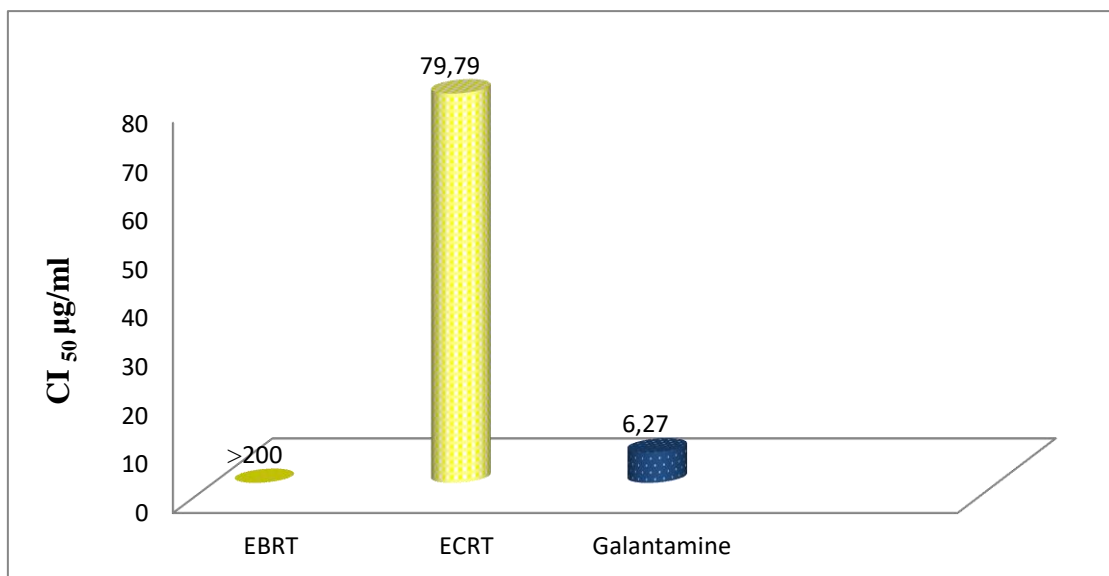


Figure 33. Valeurs d' CI_{50} du test ACHE des deux extraits de la plante *Rosmarinus tournefortii*.

A partir du tableau 20 et figure 33, on constate que l'ECRT ($CI_{50}=79,79\pm 4,22 \mu\text{g.mL}^{-1}$) à présentè une faible activité contre l'AChE, qui est treize fois infèrieur à celle de la galantamine ($CI_{50}=6.27\pm 1.15 \mu\text{g/ml}$). Alors que, l'EBRT ($CI_{50}>200 \mu\text{g/ml}$) a faiblement inhibé l'activité de l'AChE.

Chapitre III Résultats et discussion

III.6.1.1.2. Les huiles essentielles de trois plantes

Les résultats sont présentés dans la figure 34 et tableau 21.

Tableau 21. Inhibition de l'acétylcholinestérase par les huiles essentielles des trois plantes

Extracts	% D'inhibition de l'Acétylcholinestérase							
	3.125 µg	6.25 µg	12.5 µg	25 µg	50 µg	100 µg	200 µg	CI ₅₀ (µg/mL)
HD 9	NA	NA	NA	NA	19,55± 3,10	49,23± 2,63	91,64± 2,74	111,48±1,92
HD 28	NA	NA	NA	NA	NA	NA	37,95± 1,73	>200
MCW 29	NA	NA	NA	NA	NA	NA	17,19± 4,94	>200
HD 17	NA	NA	NA	NA	NA	NA	40,33± 4,12	>200
Galantamine	35,93 ± 2,28	43,77 ± 0,00	68,50 ± 0,31	80,69 ± 0,41	85,78 ± 1,63	91,80 ± 0,20	94,77 ± 0,34	6,27±1.15

NA : pas d'absorbance.

HD 9 : *Ocimum basilicum*.

HD 28 : *Cedrus atlantica*.

MCW 29 : *Cedrus atlantica*.

HD 17 : *Eucalyptus globulus*.

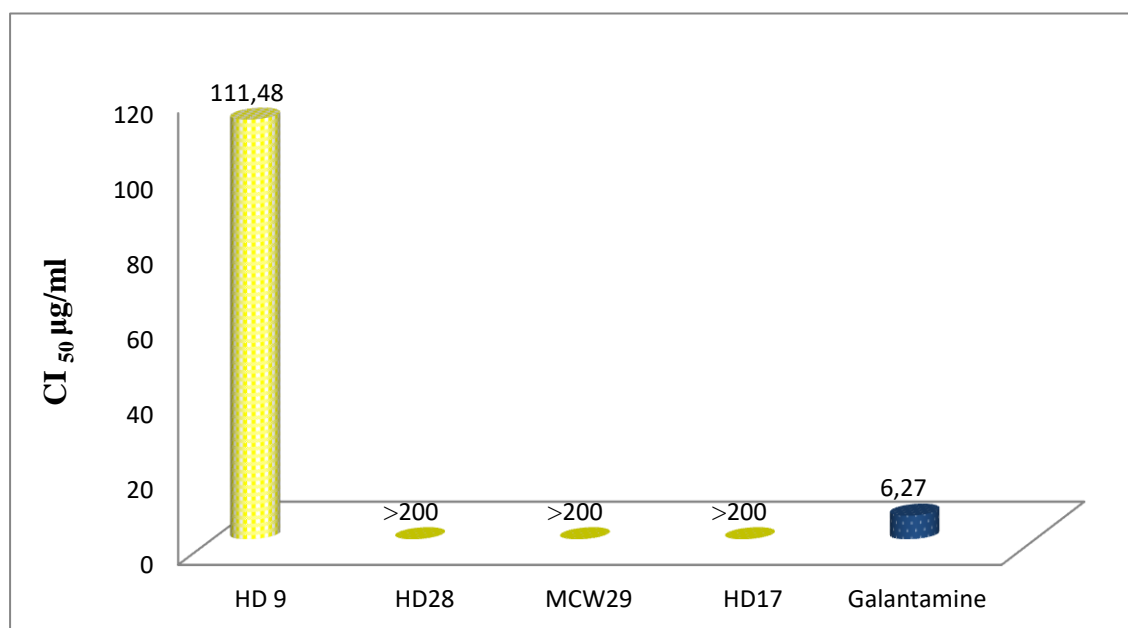


Figure 34. Inhibition de l'ACHE par les huiles essentielles de trois plante

Chapitre III Résultats et discussion

HD 9 ($CI_{50} = 111,48 \pm 1,92 \mu\text{g.mL}^{-1}$) et les trois autres huiles essentielles ($CI_{50} > 200 \mu\text{g.mL}^{-1}$) ont montré une très faible activité contre l'AChE par rapport au standard la galantamine ($CI_{50} = 6,27 \pm 1,15 \mu\text{g.mL}^{-1}$). L'huile essentielle de *Ocimum basilicum* (HD9) est dix-huit fois inférieure à celle du standard la galantamine.

III.6.1.2. Butyrylcholinestérase

Dans cette activité le passage de la couleur jaune foncé vers le transparent issu de l'activité anti Butyrylcholinestérase a été évaluée par spectrophotométrie à 412 nm.

La galantamine est le standard utilisé pour évaluer ces résultats.

III.6.1.2.1. Les extraits de *Rosmarinus tournefortii*

Les résultats obtenus sont représentés ci-dessous :

Tableau 22. Inhibition de la butyrylcholinestérase par les extraits de *Rosmarinus tournefortii*

Extracts	% D'inhibition de Butyrylcholinestérase							
	3.125 μg	6.25 μg	12.5 μg	25 μg	50 μg	100 μg	200 μg	CI_{50} ($\mu\text{g/mL}$)
EBRT	NA	43,07± 5,20	50,86± 2,75	67,21± 5,49	78,94± 2,53	81,16± 3,79	83,90± 2,62	11,92± 1,56
ECRT	18,12± 0,17	27,62± 0,91	58,22± 0,86	70,40± 0,45	84,55± 2,54	88,81± 2,23	88,81± 1,47	10,82± 0,13
Galantamine	3,26± 0,62	6,93± 0,62	24,03± 2,94	45,13± 2,60	63,87± 2,85	73,57± 0,77	78,95± 0,58	34,75± 1,99

Chapitre III Résultats et discussion

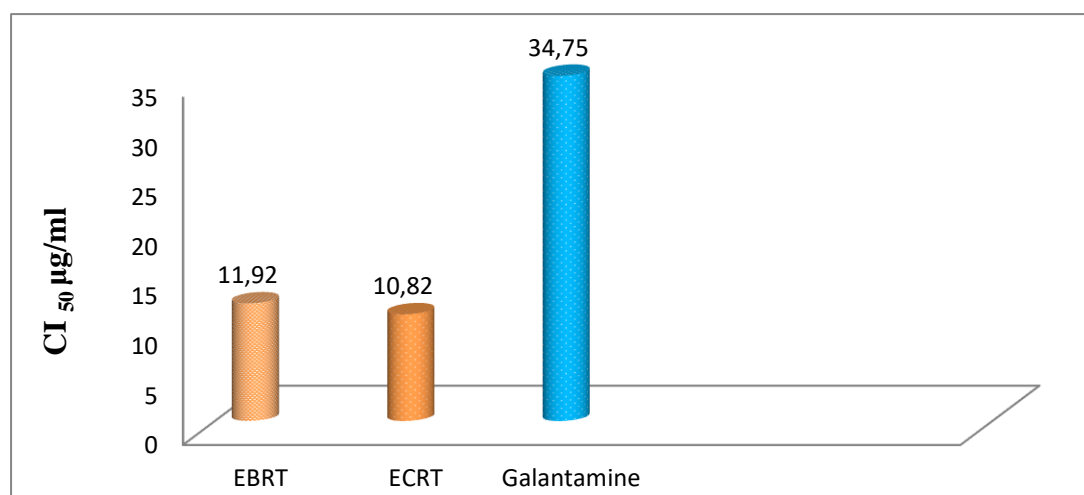


Figure 35. valeurs d'CI₅₀ du test BCHE des deux extraits de la plante *Rosmarinus tournefortii*

L'ECRT (CI₅₀=10,82±0,13 µg.mL⁻¹) et l'EBRT (CI₅₀=11.92±1.56 µg.mL⁻¹) ont présenté une activité inhibitrice contre la BChE plus élevée que celle du standard galantamine (CI₅₀=34.75±1.99µg/mL). On remarque que ces deux extraits sont trois fois plus actifs que la galantamine.

Le résultat d'inhibition de la butyrylcholinestérase des deux extraits de la plante *Rosmarinus tournefortii* est confirmé par l'étude effectuée par Bensouici et al [5], avec (CI₅₀ =10.03 ± 0.71 µg/mL) pour l'extrait chloroformique et (CI₅₀ = 73.94 ± 0.44 µg/mL) pour l'extrait butanolique.

III.6.1.2.2. Les huiles essentielles de trois plantes

Les résultats sont présentés dans la figure 36 et tableau 23.

Tableau 23. Inhibition de la butyrylcholinestérase.

Extracts	% D'inhibition de Butyrylcholinestérase							CI ₅₀ (µg/mL)
	3.125 µg	6.25 µg	12.5 µg	25 µg	50 µg	100 µg	200 µg	
HD 9	NA	NA	NA	NA	8,14± 1,61	15,44± 2,01	16,94± 0,60	>200
HD 28	NA	NA	NA	NA	27,60± 0,80	40,23± 1,20	59,92± 2,31	155,43±1,17
MCW 29	NA	NA	NA	NA	12,77± 1,81	23,08± 0,80	44,40± 1,20	>200
HD 17	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	>200
Galantamine	35,93 ± 2,28	43,77 ± 0,00	68,50 ± 0,31	80,69 ± 0,41	85,78 ± 1,63	91,80 ± 0,20	94,77 ± 0,34	34.75±1.15

Chapitre III Résultats et discussion

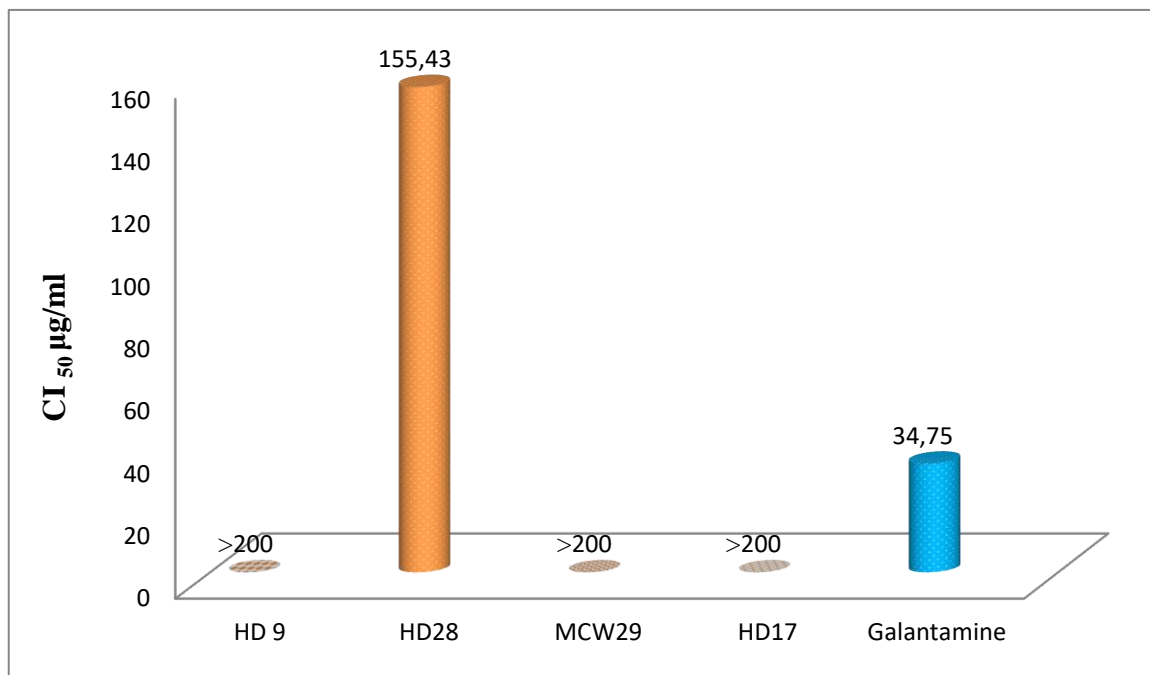


Figure 36. Inhibition de l' BChE

HD28 (CI₅₀ =155,43±1,17 µg/mL) a montré une activité modérée contre la BChE. Cependant, les trois autres huiles essentielles (CI₅₀ >200 µg/mL) ont présenté une très faible activité contre la BChE par rapport au standard la galantamine (CI₅₀=34,75±1,99 µg.mL⁻¹). L'huile essentielle de *Cedrus atlantica* (HD28) est quatre fois inférieure à celle du standard.

Chapitre III Résultats et discussion

III.6.2. Evaluation de l'activité inhibitrice de l' α amylase

L'activité inhibitrice de l'enzyme alpha-amylase des deux extraits de la plante *Rosmarinus tournefortii* est comparée avec le standard l'acarbose. Les résultats sont présentés dans le tableau 24 et figure 37.

Tableau 24. Inhibition de l' α amylase par les extraits de *Rosmarinus tournefortii*

% d'inhibition								
Extraits	6.25 μ g	12.5 μ g	25 μ g	50 μ g	100 μ g	200 μ g	400 μ g	CI ₅₀ (μ g/mL)
EBRT	NA	45,08 \pm 3,05	46,99 \pm 1,24	53,54 \pm 3,95	62,13 \pm 2,31	NA	NA	41,25 \pm 2,74
ECRT	NA	38,71 \pm 1,50	45,90 \pm 4,13	49,02 \pm 0,21	54,12 \pm 2,89	NA	NA	50,34 \pm 3,43
	62,5 μ g	125 μ g	250 μ g	500 μ g	1000 μ g	2000 μ g	4000 μ g	CI ₅₀ (μ g/mL)
Acarbose	7,76 \pm 0,17	8,08 \pm 0,30	9,46 \pm 0,11	10,70 \pm 0,96	31,81 \pm 2,89	37,21 \pm 3,54	53,05 \pm 1,59	3650,93 \pm 10,70

NA : pas d'absorbance

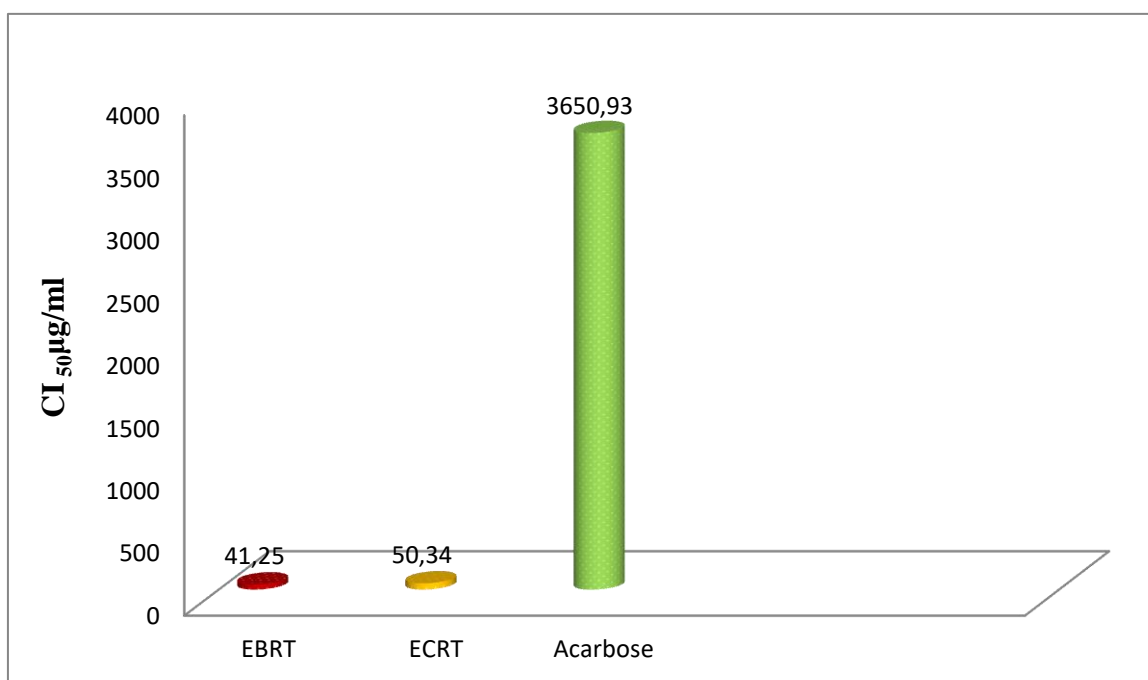


Figure 37. valeurs d'CI₅₀ du test d'inhibition de l' α amylase.

Chapitre III Résultats et discussion

D'après les résultats obtenus (Tableau 24, Figure 37), on remarque que l'activité inhibitrice d' α -amylase des deux extraits ECRT ($CI_{50} = 41,25 \pm 2,74 \mu\text{g.mL}^{-1}$) et EBRT ($CI_{50} = 50,34 \pm 3,43 \mu\text{g.mL}^{-1}$) ont présenté une activité meilleure que celle de l'acarbose ($CI_{50} = 3650,93 \pm 10,70 \mu\text{g.mL}^{-1}$). L'EBRT est quatre-vingt huit fois plus fort que le standard. Cependant, l'ECRT est soixante-douze fois supérieur au standard l'acarbose.

La présente étude soutient l'utilisation de ces espèces comme source prometteuse de molécules bioactives pour les industries pharmaceutiques pour traiter le diabète [6].

III.6.3. Evaluation de l'activité de l'uréase

Les résultats sont présentés dans la figure 38 et le tableau 25.

Tableau 25. Inhibition de l'uréase par les extraits de *Rosmarinus tournefortii*

Extracts	% Inhibition							
	3.125 μg	6.25 μg	12.5 μg	25 μg	50 μg	100 μg	200 μg	CI_{50} ($\mu\text{g/mL}$)
EBRT	NA	NA	NA	NA	NA	20,72 \pm 2,08	58,20 \pm 0,78	178,08 \pm 2,40
ECRT	NA	NA	NA	NA	28,17 \pm 0,71	57,90 \pm 1,30	57,94 \pm 0,29	86,76 \pm 1,53
Thiourea	4,49 \pm 0,78	19,85 \pm 2,74	55,64 \pm 4,24	94,17 \pm 0,15	98,42 \pm 0,19	98,49 \pm 0,41	98,90 \pm 0,05	11,57 \pm 0,68

Chapitre III Résultats et discussion

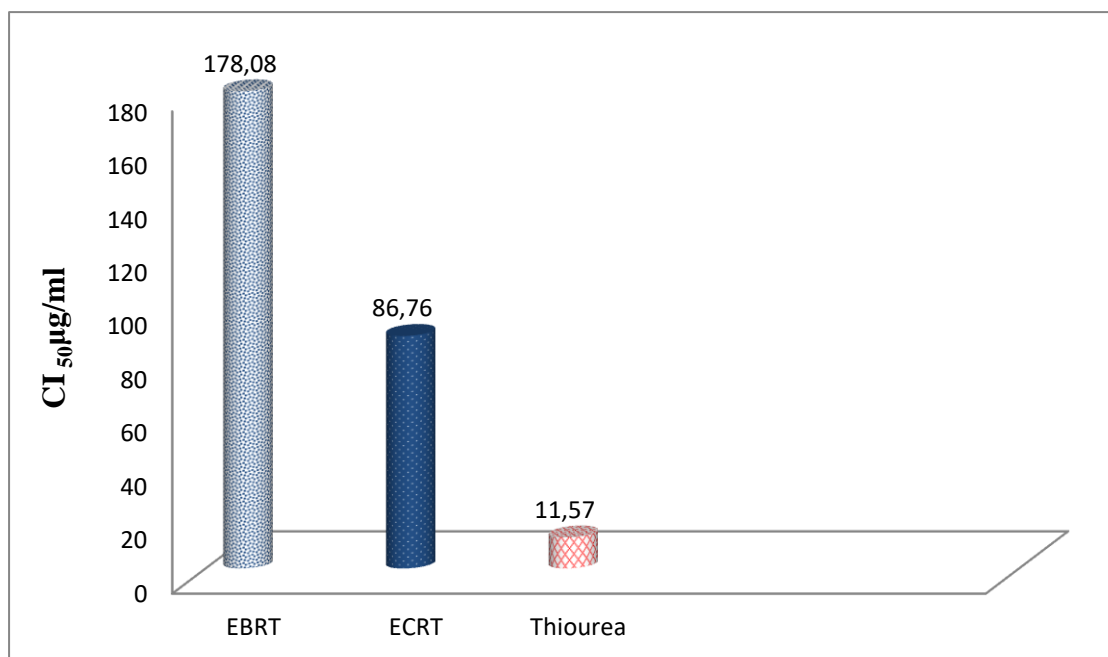


Figure 38. valeurs d' CI_{50} du test d'inhibition de l'uréase pour les deux extraits de la plante *Rosmarinus tournefortii*

Selon les résultats obtenus dans cette étude (Tableau 25, Figure 38), on constate que l'ECRT ($CI_{50} = 86,76 \pm 1,53 \mu\text{g.mL}^{-1}$) de *R.tournefortii* de la région de Bechar a manifesté une activité uréasique modère comparé à celui de l'EBRT ($CI_{50} = 178,08 \pm 2,40 \mu\text{g.mL}^{-1}$). L'ECRT est sept fois inférieure au standard thiourea ($CI_{50} = 11.57 \pm 0.68 \mu\text{g/ml}$).

Chapitre III Résultats et discussions

References:

- [1] Satrani B, Aberchane M, Farah A, Chaouch A, Talbi M. Composition chimique et activité antimicrobienne des huiles essentielles extraites par hydrodistillation fractionnée du bois de *Cedrus atlantica* Manetti. *Acta Botanica Gallica*. (2006);153(1):97-104.
- [2] Moudachirou M, Yayi E, Chalchat J-C, Lartigue C. Chemical Features of Some Essential Oils of *Ocimum basilicum* L. from Benin. *Journal of Essential Oil Research*. (1999);11(6):779-782.
- [3] Dabire C, Nebie R, Belanger A, Nacro M, Sib F. Effet du séchage de la matière végétale sur la composition chimique de l'huile essentielle et l'activité antioxydante d'extraits de *Ocimum basilicum* L. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. (2011);5(3).
- [4] Djenane D, Lefsih K, Yangüela J, Roncalés P. Composition chimique et activité anti-Salmonella enteritidis CECT 4300 des huiles essentielles d'*Eucalyptus globulus*, de *Lavandula angustifolia* et de *Satureja hortensis*. Tests in vitro et efficacité sur les œufs entiers liquides conservés à 7 ± 1 °C. *Phytothérapie*. (2011);9(6):343-353.
- [5] Bensouici C, Boudiar T, Kashi I, et al. Chemical characterization, antioxidant, anticholinesterase and alpha-glucosidase potentials of essential oil of *Rosmarinus tournefortii* de noé. *Food Measure*. (2020);14(2):632-639.
- [6] Tlili N, Sarikurkcü C. Bioactive compounds profile, enzyme inhibitory and antioxidant activities of water extracts from five selected medicinal plants. *Industrial Crops and Products*. (2020);151:112



Conclusion

Conclusion générale

Cette recherche a pour objectif d'évaluer la capacité des plantes médicinales et aromatiques pour traiter quelques maladies en algérie. Pour cela notre étude a été d'examiner le domaine botanique, chimique et biologique de la famille des Myrtaceae, Lamiacées, et Pinaceae. Nous avons également évalué l'activités antioxydantes de la plante de *Rosmarinus tournefortii* et l'activité enzymatique des huiles essentielle des trois plante suivante : *Eucalyptus globulus*, *Ocimum basilicum* et *Cedrus atlantica*. Ainsi que les extraits butanolique et chloroformique de la plante de *Rosmarinus tournefortii* de manière afin de valider leurs utilisations en médecine traditionnelle.

Pour l'identification de la composition chimique de nos quatres huiles essentielles , nous avons mis en œuvre la technique d'analyse GC-MS qui a révélé que ces huiles essentielles sont composées majoritairement de : monoterpène, sesquiterpènes, hydrocarbures, composés organique, èther cyclique.

Pour l'évaluation du pouvoir antioxydant des deux extraits chloroformique et butanolique de la plante *Rosmarinus tournefortii*, septes méthodes antioxydantes complémentaires ont été évaluée in vitro : activité du pouvoir réducteur (FRAP), activité de réduction du complexe cuivre-neocuproéne (CUPRAC), activité du piégeage du cation radical ABTS^{•+}, activité antiradicalaire DPPH, activité basés sur les nanoparticules d'argent (SNP), activité de réduction par la formation du complexe Fe⁺²-phenanthroline, activité du piégeage du radical Galvinoxyl (GOR).

Pour les septes méthodes antioxydantes utilisées la meilleure capacité antioxydante a été observée sur l'extrait chloroformique (ECRT), ainsi que pour les activités enzymatiques, anticholinestérase (AChE et BChE), l' α amylase et l'uréase.

Pour les huiles essentielles :

Les deux huiles essentielles HD9 et HD28 on manifesté les meilleures activités du AChE et BChE respectivement.

Ces résultats orientent sur l'utilisation de ces espèces pour le développement de nouvelles applications thérapeutiques, notamment pour le traitement de l'Alzheimer et le diabete.

L'étude d'autres activités biologiques complémentaires (cytotoxicité, anti-inflammatoire et antidiabétique, etc...), sont aussi envisagées pour pouvoir confirmer les résultats obtenus.

Résumé



Résumé

Ce travail s'articule sur l'étude de la composition chimique par la technique GC-MS et l'évaluation de l'activité biologique des extraits et des huiles essentielles de quatre plantes médicinales : *Eucalyptus globulus*, *Ocimum basilicum*, *Cedrus atlantica* et *Rosmarinus tournefortii*.

L'analyse GC-MS nous a permis d'identifier 38 composés pour l'huile de *Cedrus Atlantica* (HD 28), 21 constituants pour l'huile de *Cedrus Atlantica* (MCW 29), 45 constituants pour l'huile d'*Ocimum basilicum* et 62 composés pour l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus*

La meilleure capacité antioxydante a été observée sur l'extrait chloroformique (ECRT) pour les sept méthodes antioxydantes testées.

Pour les huiles essentielles les deux huiles HD9 et HD28 ont manifesté les meilleures activités du AChE et BChE respectivement.

Pour les extraits, l'ECRT a manifesté la meilleure activité vis-à-vis des deux enzymes anti-cholinesterase (AChE et BChE) et l'urèase, tandis que l'EBRT a présenté une forte activité inhibitrice de l' α amylase.

Mots clés : *Eucalyptus globulus*, *Rosmarinus tournefortii de noè*, *Cedrus atlantica*, *Ocimum basilicum*, activité enzymatique, activité antioxydante.

Abstract

This work is based on the study of the chemical composition by the GC-MS technique and the evaluation of the biological activity of extracts and essential oils of four medicinal plants: *Eucalyptus globulus*, *Ocimum basilicum*, *Cedrus atlantica* and *Rosmarinus tour -nefotii*.

GC-MS analysis allowed us to identify 38 compounds for the oil of *Cedrus Atlantica* (HD 28), 21 constituents for the oil of *Cedrus Atlantica* (MCW 29), 45 constituents for the oil of *Ocimum basilicum* and 62 compounds for the essential oil of *Eucalyptus globulus*.

The best antioxidant capacity was observed on chloroform extract (ECRT) for the seven antioxidant methods tested.

For essential oils, the two oils HD9 and HD28 showed the best activities of AChE and BChE respectively.

For extracts, ECRT showed the best activity against the two anti-cholinesterase enzymes (AChE and BChE) and urease, while EBRT showed strong inhibitory activity of α amylase.

Key words: *Eucalyptus globulus*, *Rosmarinus tournfotii de noè*, *Cedrus atlantica*, *Ocimum basilicum*, enzymatic activity, antioxidant activity.

ملخص

يعتمد هذا العمل على دراسة التركيب الكيميائي بتقنية GC-MS وتقييم النشاط البيولوجي للمستخلصات والزيوت الأساسية لأربعة نباتات طبية: *Eucalyptus globulus*, *Ocimum basilicum*, *Cedrus atlantica*, *Rosmarinus tournefortii*.

سمح لنا تحليل GC-MS تحديد 38 مركبًا لزيت *Cedrus Atlantica* HD 28 ، و 21 مكونًا لزيت *Cedrus Atlantica* MCW 29 ، و 45 مكونًا لزيت *Ocimum basilicum* و 62 مركبًا للزيت العطري لزيت *Eucalyptus globulus*

تمت ملاحظة أفضل قدرة مضادة للأوكسدة على مستخلص الكلوروفورم (ECRT) للطرق السبعة المضادة للأوكسدة التي تم اختبارها.

بالنسبة للزيوت الأساسية ، أظهر الزيتان HD9 و HD28 أفضل نشاط لـ AChE و BChE على التوالي.

بالنسبة للمستخلصات ، أظهر ECRT أفضل فعالية ضد الإنزيمات المضادة للكولينستراز (AChE و BChE) واليوريز ، بينما أظهر EBRT نشاطًا مثبطًا قويًا لـ α amylase.

الكلمات المفتاحية: *Eucalyptus globulus* ، *Rosmarinus tournefortii de noè* ، *Cedrus atlantica* ، *Ocimum basilicum* ، النشاط الأنزيمي ، الزيوت الأساسية ، نشاط مضادات الأوكسدة.

Année universitaire : 2019/2020

Présenté par : Djoudi Abdelmoula

Date de soutenance : 24/09/2020

Trad Oussama

Etude de la composition chimique et évaluation des activités biologiques des huiles essentielles et d'extraits de quatre plantes médicinales

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention de diplôme de Master en Biochimie Appliquée

Résumé

Ce travail s'articule sur l'étude de la composition chimique par la technique GC-MS et l'évaluation de l'activité biologique des extraits et des huiles essentielles de quatre plantes médicinales : *Eucalyptus globulus*, *Ocimum basilicum*, *Cedrus atlantica* et *Rosmarinus tournefortii*.

L'analyse GC-MS nous a permis d'identifier 38 composés pour l'huile de *Cedrus Atlantica* (HD 28), 21 constituants pour l'huile de *Cedrus Atlantica* (MCW 29), 45 constituants pour l'huile d'*Ocimum basilicum* et 62 composés pour l'huile essentielle de *Eucalyptus globulus*

La meilleure capacité antioxydante a été observée sur l'extrait chloroformique (ECRT) pour les sept méthodes antioxydantes testées.

Pour les huiles essentielles les deux huiles HD9 et HD28 ont manifesté les meilleures activités du AChE et BChE respectivement.

Pour les extraits, l'ECRT a manifesté la meilleure activité vis-à-vis des deux enzymes anticholinestérase (AChE et BChE) et l'uréease, tandis que l'EBRT a présenté une forte activité inhibitrice de l' α amylase.

Mots clés : *Eucalyptus globulus*, *Rosmarinus tournefortii* de noè, *Cedrus atlantica*, *Ocimum basilicum*, activité enzymatique, activité antioxydante.
