

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
و البحث العلمي وزارة التعليم العالي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université MUSTAPHA Stambouli
Mascara



جامعة مصطفى اسطمبولي
معسكر

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

*Laboratoire de Recherche sur les Systèmes Biologiques et la Géomatique
(LRSBG)*

THESE de DOCTORAT EN SCIENCE

Spécialité : Valorisation des substances naturelles

Intitulée

**Etude ethnobotanique et caractérisation phytochimique
des plantes médicinales et aromatiques de quelques
forêts du tell occidentale**

Présentée par : Hadj Ali Hayat

Le 26/06/2023

Devant le jury :

Présidente	SAHNOUNI Fatima	Professeur	Université de Mascara
Examinatrice	AISSAOUI Amina	MCA	Université de Mascara
Examinateur	MIARA Mohamed Djamel	MCA	Université de Tiaret
Examinateur	HARIRI Ahmed	Professeur	Université de Mascara
Directrice de thèse	SOUIDI Zahira	Professeur	Université d'A. Temouchent
Co-Directeur de thèse	BENARBA Bachir	Professeur	ATRSSV d'Oran

Année Universitaire : 2022-2023

قال الله تعالى

<>قَالُوا سُبْحٰنَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا ۗ إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ<>

صدق الله العظيم

Remerciements

En premier lieu, je remercie Allah le tout puissant de m'avoir donné la volonté, la santé et le courage pour réaliser ce travail. سبحان الله وبحمده سبحان الله العظيم

Cette étude a nécessité des moyens que je n'aurais pas pu réunir sans l'aide cordiale de divers moyens matériels, humains et psychologiques, avec la participation de leurs institutions, du personnel, leurs appuis, leurs encouragements incessants et leurs conseils.

J'adresse mes vifs remerciements à mes directeurs de thèse :

Pr/ SOUIDI Zahira, pour son aide précieuse, ses conseils et ses orientations m'a été d'une aide inestimable, je lui présente mes sincères remerciements.

Pr/ BENARBA Bachir, pour ses compétences, il s'est toujours montré à l'écoute, très disponible tout au long de la réalisation de ce travail, ainsi que pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer.

Un immense merci pour les chefs des équipes, les doctorantes et les techniciens du laboratoire de Recherche sur les Systèmes Biologiques et la Géomatique (LRSBG) et laboratoire de Chimie Physique des Macromolécules et Interfaces Biologiques (LCPMIB) de l'université de Mascara: et en particulier **Pr/ HAMIMED Abderrahmane**, **Pr/ BOUHADDA Youcef**, Belhouala Khadidja, Bouabsa Foufa et Daikh Zineeddine, pour leurs accueils et pour les moyens techniques mis à ma disposition afin de réaliser cette étude.

Je ne manque pas l'occasion de remercier les doctorants, le chef d'équipe et les techniciens des laboratoires pédagogiques de l'université de Mascara particulièrement: Tayeb, Djeloul, Djamila et Dahou, de m'avoir procuré l'aide quand j'en avais besoin.

Que toute personne ayant participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail, trouve ici l'expression de mes très vifs remerciements.

Dédicace

Je dédie cette thèse à ma mère (الله يرحمها و يغفر لها) qui a tant souffert pour moi et qui n'a pas cessé de me soutenir durant toutes mes études. Et qui je regrette son absence en ce jour si important pour moi.

A la mémoire de mon très cher papa (الله يرحمه و يغفر له), mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras. Et qui je regrette son absence en ce jour si important pour moi.

A ma très chère sœur Khadidja qui m'a toujours aidé. Et qui a consenti beaucoup de sacrifice à mon égard, et c'est grâce à elle que j'ai pu réaliser mon rêve de terminer ma thèse.

A mes chers frères

A mes chères sœurs

A tous mes amis (es)

Liste des tableaux

N°	Tableau	Page
1	Classes des polyphénols (Balasundram et al ., 2006)	14
2	Structures générales des hétérocycles des flavonoïdes (Sarni- Manchado et Cheynier, 2007)	15
3	Évolution du statut taxonomique de la famille de Lamiaceae	33
4	Répartition mondiale des genres d'Apiaceae (Heywood, 1996)	43
5	Genres d'Apiaceae rencontrés en Algérie (Quezel et Santa, 1963)	43
6	Principaux groupes de composés de plantes avec leurs mécanismes antimicrobiens (Cowan, 1999)	61
7	Occupation du sol et la production végétale	69
8	Représentation du cheptel	70
9	Représentation des petits élevages	70
10	Répartition des superficies forestières par type de formation	71
11	Liste des plantes médicinales utilisées dans la région de Relizane	83
12	Maladies regroupées par catégories d'affections	81
13	Coordonnées des espèces étudiées	89
14	Conditions de l'analyse GC-MS	96
15	Description et pouvoir pathogène des souches testées	101
16	Le rendement d'extraction de l'extrait aqueux des plantes étudiées	106
17	Résultats de criblage phytochimique des plantes étudiées	107
18	Concentrations moyennes en phénols totaux des parties aériennes des plantes	109
19	Teneurs moyennes des flavonoïdes des parties aériennes des plantes	110
20	Concentrations moyennes en tanins condensés des parties aériennes des plantes	111
21	Les rendements en huiles essentielles des plantes étudiées	112
22	Principaux composants chimiques de l'huile essentielle de <i>Mentha spicata</i> L.	113
23	Principaux composants chimiques de l'huile essentielle de <i>Mentha pulegium</i> L.	115

Liste des tableaux

24	Principaux composants chimiques de l'huile essentielle de <i>Thymus. vulgaris</i> L.	117
25	Principaux composants chimiques de l'huile essentielle d' <i>Ammoides pusila</i> (Brot.) Breistr.	120
26	IC50 des plantes étudiées (Activité de piégeage du radical DPPH)	123
27	IC50 des plantes étudiées (Pouvoir réducteur du fer)	124
28	IC50 des plantes étudiées (capacité anti-oxydante totale)	126
29	Les valeurs d'inhibition des essais totaux DPPH, Pouvoir réducteur (RP), TAC, HRBC, Albumine sérique bovine (BSA), Albumine d'œuf (EA) ont été analysées par programme ANOVA ($p < 0,05$) par rapport à Acide ascorbique et Diclofénac sodique	131
30	Diamètres des zones d'inhibition (mm), sensibilité microbienne vis- à-vis de l'huile essentielle et de l'extrait aqueux de <i>M.spicata</i> L.	132
31	Diamètres des zones d'inhibition (mm), sensibilité microbienne vis- à-vis de l'huile essentielle et de l'extrait aqueux de <i>M. pulegium</i> L.	133
32	Diamètres des zones d'inhibition (mm), sensibilité microbienne vis- à-vis de l'huile essentielle et de l'extrait aqueux de <i>T.vulgaris</i> L.	134
33	Diamètres des zones d'inhibition (mm), sensibilité microbienne vis- à-vis de l'huile essentielle et de l'extrait aqueux d' <i>A.pusila</i> (Brot.) Breistr.	135
34	Zone d'inhibition (ZI), concentration minimale inhibitrice (MIC) et concentration minimale bactéricide (MBC) des plantes étudiées	136

Liste des Figures

N°	Figure	Page
1	Structure de quelques composés phénoliques (Wang et Mazza, 2002)	13
2	Squelette de base des flavonoïdes (Heim et al., 2002)	15
3	Structures générales des tanins condensés. a) Flavan-3-ol (catéchine monomère) (dos Santos Grasel et al., 2016)	16
4	Structures générales des tanins hydrolysables. a) Le gallotanin et les monomères de l'acide gallique et de l'acide digallique. b) Structure de l'ellagitanin et les monomères de l'acide hexahydroxydiphénique et de l'acide ellagique (dos Santos Grasel et al., 2016)	17
5	Structure d'une lignine (Morot-gaudry, 2010)	18
6	Structure générale des coumarines (Jean, 2009)	18
7	Structure d'un anthocyane (Dangles et Deluzarche, 1994)	19
8	Structure de quelques Alcaloïdes (Sahraoui, 2014)	20
9	Structure de quelques terpénoïdes (Ourisson et Nakatani, 1994)	21
10	Procédés de transformation des plantes médicinales (Gibellin, 2003)	22
11	Schéma du principe de la technique d'hydrodistillation (Pavida et al., 1976)	24
12	Entraînement à la vapeur d'eau ascendante (Herzi, 2013)	24
13	Montage d'extraction par solvant (El Haib, 2011)	25
14	Schéma de principe d'une extraction par CO ₂ supercritique (Pellerin, 2001)	26
15	Structure de quelques substances rencontrées dans les huiles essentielles (Herzi, 2013)	26
16	Diversité des structures de sécrétion des huiles essentielles (Abadlia et Chebbour, 2014)	27
17	Principales étapes de la biosynthèse du diphosphate d'isopentényle à partir de l'acétyl CoA (6, 34, 52, etc.) (Lamarti et al., 1994)	29

Liste des figures

18	Synthèse de différentes classes terpéniques chez les plantes (Dubey et al., 2003)	30
19	<i>Mentha pulegium</i> L. (Cliché Hadj ali, Février, 2019)	35
20	Forêt de Zemmoura, Relizane (conservation des forêts de Relizane, 2019)	35
21	<i>Mentha spicata</i> L. (Cliché Hadj ali, Août, 2019)	37
22	Forêt de Belhacel, Relizane (conservation des forêts de Relizane, 2019)	38
23	<i>Thymus vulgaris</i> L. (Cliché Hadj ali, Février, 2019)	40
24	Forêt de Ramka, Relizane (conservation des forêts de Relizane, 2019)	40
25	<i>Ammoides pusilla</i> (Brot.) Breistr. (Cliché Hadj ali, Août, 2019)	45
26	Forêt de Souk El Had, Relizane (conservation des forêts de Relizane, 2019)	46
27	Principe du test DPPH (Teixeira et al., 2013)	52
28	Structure chimique de la ferrozine (Gulcin, 2012)	54
29	Réaction vasculo-exsudative et processus de migration des neutrophiles (Mayadas et al., 2014)	56
30	Sites d'action des médicaments de l'inflammation (Adepo Apie, 2018)	57
31	Sites d'une bactérie dans lesquels des composés naturels sont actifs (Burt, 2004)	63
32	Situation et découpage administratif de la wilaya de Relizane	64
33	Carte de répartition administrative de la wilaya de Relizane	65
34	Relief de la wilaya de Relizane	66
35	Température moyenne maximale et minimale mensuelles en (°C) de la wilaya de Relizane durant la période (2014-2022)	67
36	Précipitations moyennes mensuelles (en mm) de la wilaya de Relizane durant la période (2014-2022)	67
37	Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bangloulis (station de Relizane 1938-2002)	68
38	Carte des formations forestières	72
39	Les groupes d'âge dans la wilaya de Relizane (statistiques 2008)	73

Liste des figures

40	Répartition de la population par âge dans la wilaya de Relizane (statistiques de 2008)	73
41	Utilisation des plantes médicinales selon le sexe	75
42	Utilisation des plantes médicinales selon la situation familiale	75
43	Utilisation des plantes médicinales selon le niveau d'étude	76
44	Utilisation des plantes médicinales selon l'âge	76
45	Fréquence des familles botaniques	77
46	Espèces les plus fréquemment cités	78
47	Parties de plantes utilisées en médecine traditionnelle	79
48	Modes de préparation utilisés en médecine traditionnelle	80
49	Modes d'administration en médecine traditionnelle	81
50	Les maladies traitées par les plantes médicinales citées dans l'enquête	82
51	Localisation des espèces étudiées	90
52	Protocole d'extraction des plantes (décoction)	91
53	Les réactifs utilisés pour l'analyse quantitative	95
54	Hydrodistillateur de type Clevenger pour l'extraction de l'huile essentielle	96
55	Protocole d'évaluation d'activité de piégeage du radical DPPH	98
56	Protocole d'évaluation de pouvoir réducteur du fer	98
57	Protocole d'évaluation de capacité anti-oxydante totale	99
58	Protocole d'évaluation de L'activité anti-inflammatoire (méthode de stabilisation de HRBC)	99
59	Protocole d'évaluation de L'activité anti-inflammatoire (inhibition de la dénaturation de l'albumine sérique bovine (BSA))	100
60	Protocole d'évaluation de L'activité anti-inflammatoire (Inhibition de la dénaturation de l'albumine d'œuf)	100
61	Protocole de test de sensibilité aux antimicrobiens	102
62	La détermination de CMI par la méthode de micro-dilution	103

Liste des figures

63	La détermination de CMB en milieu solide	104
64	Un schéma expliquant la détermination de CMI et CMB (Diene, 2016)	105
65	Rendement (%) d'extraits décoctés	106
66	Courbe d'étalonnage des phénols totaux réalisée par l'acide gallique	109
67	Courbe d'étalonnage des flavonoïdes réalisée par la quercétine	110
68	Courbe d'étalonnage des flavonoïdes réalisée par le catéchine	111
69	Les rendements en huiles essentielles des plantes étudiées	112
70	Effet piègeur des radicaux DPPH exprimé en IC ₅₀ (mg/ml)	123
71	Pouvoir réducteur des ions ferreux exprimé en IC ₅₀ (mg/ml)	125
72	Courbe étalon de l'acide ascorbique pour la mesure de la capacité anti-oxydante	126
73	Profil de la capacité anti-oxydante totale des huiles essentielles et des extraits aqueux	127
74	Activité de stabilisation membranaire HRBC des huiles essentielles et des extraits aqueux des plantes sélectionnées	128
75	Activité d'inhibition de la dénaturation des protéines de l'albumine sérique bovine des huiles essentielles et des extraits aqueux des plantes sélectionnées	129
76	Activité d'inhibition de la dénaturation de l'albumine d'œuf des huiles essentielles et des extraits aqueux des plantes sélectionnées	130
77	Activité antimicrobienne de l'extrait aqueux de <i>M.spicata</i> L.	132
78	Activité antimicrobienne de l'huile essentielle de <i>M.spicata</i> L.	133
79	Activité antimicrobienne de l'extrait aqueux de <i>M. pulegium</i> L.	133
80	Activité antimicrobienne de l'huile essentielle de <i>M. pulegium</i> L.	134
81	Activité antimicrobienne de l'extrait aqueux de <i>T.vulgaris</i> L.	134
82	Activité antimicrobienne de l'huile essentielle de <i>T.vulgaris</i> L.	135
83	Activité antimicrobienne de l'extrait aqueux d' <i>A.pusila</i> (Brot.) Breistr.	135
84	Activité antimicrobienne de l'huile essentielle d' <i>A.pusila</i> (Brot.) Breistr.	136

Liste des abréviations

BN	Bouillon nutritif
BNEDER	Bureau national d'études pour le développement Rural
CANM	Communiqué de l'Académie Nationale de Médecine
CCI MINA	Chambre de commerce et d'industrie de la Mina
CMB	Concentration minimale bactéricide
CMI	Concentration minimale inhibitrice
DPPH	2,2-diphényl 1-picrylhydrazyle
DSA	Direction des services agricoles
DUAC	Direction de l'urbanisme de l'architecture et de la construction
FRAP	Ferric reducing ability of plasma
GC-MS	Chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse
GUDT	Guichet unique décentralisé de Tiaret
MH	Muller Hinton
N	Normalité
Nm	Nanomètre
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONU	Organisation des Nations unies
R.A.E	Réseau africain d'ethnobotaniques
SAU	Surface agricole utile
TAC	Total anti-oxidant capacity
UFC	Unité formant colonie

Table des matières

<i>Introduction générale</i>	1
<i>Première partie</i>	
<i>Les plantes médicinales</i>	
Chapitre I: Généralités sur la médecine traditionnelle, la phytothérapie et l'histoire de l'ethnobotanique	
I. Historique de l'ethnobotanique	4
II. Intérêt de l'ethnobotanique	4
III. Méthodes utilisées en ethnobotanique	4
IV. Sources et moyens d'une étude ethnobotanique	5
V. Etude ethnobotanique en Algérie	5
VI. Notions de phytothérapie	6
1. La phytothérapie traditionnelle	6
2. La phytothérapie moderne	7
3. Les types de la phytothérapie	7
VII. Phytothérapie en Algérie	7
VIII. Avantages de la phytothérapie	8
IX. Précautions d'emploi de la phytothérapie	9
X. Définition d'une plante médicinale	9
XI. Cueillette et conservation	10
XII. Différents modes de préparation des plantes à usage thérapeutique	11
XIII. Différents modes d'administration des plantes médicinales	11
1. Usage interne	11
2. Usage externe	12
XIV. Principes actifs des plantes médicinales	13
1. Les composés phénoliques	19
2. Les alcaloïdes	19
3. Les terpènes	20
Chapitre II: Généralités sur les extraits des plantes médicinales et les huiles essentielles	
I. Les extraits des plantes	22
1. Définition	22
2. Techniques traditionnelles d'extraction	22
3. Techniques d'extraction modernes	23
II. Les huiles essentielles	23
1. Définition	23
2. Rôle physiologique	23
3. Méthodes d'extraction	23
4. Composition chimique des huiles essentielles	26
5. Localisation et lieu de synthèse	27
6. Biosynthèse	28
7. Facteurs influençant la composition	31
8. Activités biologiques des huiles essentielles	31
Chapitre III: Description botanique des espèces médicinales étudiées	
I. La famille des Lamiaceae	33

Table des matières

1. Évolution du statut taxonomique	33
2. Caractéristiques morphologiques et botaniques des Lamiacées (Les Labiées)	33
3. Distribution et intérêt de la famille des Lamiacées	34
3.1. Distribution	34
3.2. Intérêt	34
A. L'espèce <i>Mentha pulegium</i> L.	34
B. L'espèce <i>Mentha spicata</i> L.	37
C. L'espèce <i>Thymus vulgaris</i> L.	39
II. La famille des Apiaceae	32
1. Évolution du statut taxonomique	42
2. Caractéristiques morphologiques et botaniques des Apiacées	42
3. Distribution	43
4. Genres présents en Algérie	43
5. Intérêt	45
A. L'espèce <i>Ammoides pusilla</i> (Brot.) Breistr.	45
Chapitre IV : Activités biologiques des plantes médicinales	
I. Activités anti-oxydantes	48
1. Les radicaux libres et le stress oxydatif	48
2. Les antioxydants	48
2.1. Définition	48
2.2. Mécanismes d'action	48
2.3. Classification	49
2.4. Techniques d'évaluation de l'activité antioxydante	52
II. Activité anti-inflammatoire	54
1. Inflammation	54
1.1. Phases de l'inflammation aiguë	54
1.2. Inflammation chronique	56
2. Thérapeutiques de l'inflammation	56
2.1. Anti-inflammatoires	56
3. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire in vitro	59
3.1. Test de stabilisation de la membrane des globules rouges	59
3.2. Etude de l'activité anti-arthritique	59
4. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire in vivo	60
II. Activités antimicrobiennes	60
1. Principaux groupes de composés antimicrobiens dérivés de plantes	60
2. Mécanisme d'action antimicrobienne	62

Table des matières

Deuxième partie *Etude Ethnobotanique*

Chapitre I: Description de la zone d'étude	
I. Présentation de la région d'étude (Wilaya de Relizane)	64
II. Le milieu physique	65
III. L'agriculture	68
IV. Les formations forestières	71
V. Le milieu humain	73
Chapitre II: Etude sur terrain	
I. Objectifs de l'étude	74
II. La méthodologie de travail	74
III. Résultats et discussion	74
1. Fréquence d'utilisation des plantes médicinales selon le Profil des enquêtés	74
2. Aspect floristique	77
IV. Conclusion	82

Troisième partie *Etude phytochimique*

Chapitre I : Matériels et methods	
I. Matériel vegetal	89
1. Critères de sélection des plantes	89
2. Récolte	89
II. Préparation des extraits aqueux	91
III. Rendement d'extraction	91
IV. Screening phytochimique	91
1. Principe	91
2. Analyse qualitative	92
3. Analyse quantitative	93
3.1. Dosage des polyphénols totaux	94
3.2. Dosage des flavonoids	94
3.3. Dosage des tanins condensés (TCs)	94
V. Huiles essentielles	95
1. Procédés d'extraction	95
2. Analyse par chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse (CG-SM)	96
VI. Activités biologiques in vitro	97
1. Activités anti-oxydantes	97
1.1. Activité de piégeage du radical DPPH	97
1.2. Pouvoir réducteur du fer	97
1.3. Capacité anti-oxydante totale (TAC)	98
2. Activités anti-inflammatoires	98
2.1. Stabilisation de la membrane HRBC	98
2.2. Activités d'inhibition de la dénaturation des proteines	98
2.2.1. Inhibition de la dénaturation de l'albumine sérique bovine (BSA)	98
2.2.2. Inhibition de la dénaturation de l'albumine d'œuf	100
3. Activités antibactériennes	101

Table des matières

3.1. Diffusion de disque	102
3.2. Concentration Minimale Inhibitrice (CMI)	103
3.3. Concentration minimale bactéricide (CMB)	103
VII. Analyses statistiques	104
Chapitre II: Résultats et discussions	
I. Rendements des extractions aqueuses	106
II. Etude phytochimique des extraits aqueux	107
1. Analyse qualitative	107
2. Analyse quantitative	109
2.1. Dosage des polyphenols	109
2.2. Dosage des flavonoids	110
2.3. Dosage des tanins condensés (TCs)	111
III. Huiles essentielles	112
1. Rendement des huiles essentielles	112
2. Analyse GC-MS et composition chimique des huiles essentielles	113
IV. Activités biologiques in vitro	123
1. Activités anti-oxydantes	123
1.1. Activité de piégeage du radical DPPH	123
1.2. Pouvoir réducteur du fer (PR)	124
1.3. Capacité anti-oxydante totale (TAC)	125
2. Activités anti-inflammatoires	127
2.1. Stabilisation de la membrane HRBC	127
2.2. Activités d'inhibition de la dénaturation des protéines	128
2.2.1. Inhibition de la dénaturation de l'albumine sérique bovine (BSA)	128
2.2.2. Inhibition de la dénaturation de l'albumine d'œuf	129
3. Activités antibactériennes	132
<i>Conclusion générale</i>	138
<i>Références bibliographiques</i>	
<i>Annexes</i>	
<i>Travaux scientifiques</i>	

Résumé

La flore africaine en générale, et algérienne en particulier, regorge d'une importante réserve de plantes à caractères aromatique et médicinal. Notre objectif est une étude ethnobotanique des plantes médicinales et aromatiques dans les forêts de la région de Relizane dans le but de créer une base de données des espèces médicinales utilisées dans la pharmacopée traditionnelle par la population locale, formuler des extraits naturels et des huiles essentielles de quatre plantes poussant dans la région de Relizane et marquées par leur haute fréquence d'utilisation par la population indigène (*Mentha spicata* L., *Mentha pulegium* L., *Thymus vulgaris* L. et *Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr.) et d'examiner in vitro leurs activités anti-oxydantes, anti-inflammatoires et antibactériennes.

Les populations locales utilisent 104 espèces de 46 familles botaniques. Les familles prédominantes sont les Lamiacées (12 %), les Apiacées (10 %), les Composées (8 %) et les Fabacées (5 %). Par ailleurs, les espèces les plus fréquemment citées sont *Thymus vulgaris* L. (83 citations), *Olea oleaster* Hoffmanns. & Link (80 citations), *Mentha spicata* L. (75 citations) et *Eucalyptus salmonophloia* F.Muell. (71 citations).

Les pourcentages des activités biologiques des extraits décoctés et des huiles essentielles obtenues des parties aériennes des plantes choisies des forêts de Relizane varient en fonction de l'espèce et du type de l'extrait testé. Dans la plupart des résultats, les huiles essentielles ont enregistré des pourcentages d'inhibition plus élevés que les extraits aqueux.

Tous les extraits aqueux et les huiles essentielles des différentes espèces possèdent des activités anti-inflammatoires modérées à fortes par rapport au diclofénac sodique.

D'après l'ensemble des résultats, les plantes testées, ayant des propriétés anti-oxydantes, anti-inflammatoires et antibactériennes prometteuses, pourraient être utilisé efficacement pour les applications pharmaceutiques, nutraceutiques ainsi que pour les applications cosmaceutiques.

Mots clés : Etude ethnobotanique; Relizane; extrait aqueux; huile essentielle; activités biologiques.

Abstract

The African flora in general and Algerian in particular, is full of an important reserve of plants with aromatic and medicinal characters. Our objective aims to do an ethnobotanic study of medicinal and aromatic plants in the forests of Relizane region in order to create a database of medicinal species used in the traditional pharmacopoeia by the local population, formulate natural extracts and essential oils of four plants pushing in the region of Relizane and marked by their high housing of use by the indigenous population (*Mentha Spicata* L., *Mentha Pulegium* L., *Thymus Vulgaris* L. and *Ammoides Pusilla* (Brot.) Breistr.) and examine their antioxidant, anti-inflammatory and antibacterial activities in vitro.

The local populations use 104 species from 46 botanical families. The predominant families are Lamiaceae (12%), Apiaceae (10%), Compositae (8%), and Fabaceae (5%). Moreover, the most frequently cited species are *Thymus vulgaris* L. (83 citations), *Olea oleaster* Hoffmanns. & Link (80 citations), *Mentha spicata* L. (75 citations), and *Eucalyptus salmonophloia* F.Muell. (71 citations).

The percentages of the biological activities of the decocted extracts and of the essential oils obtained from the aerial parts of the plants chosen from the forests of Relizane vary according to the species and the type of extract tested. In most results, essential oils recorded higher percentages of inhibition than aqueous extracts.

All the aqueous extracts and essential oils of the different species have moderate to strong anti-inflammatory activities compared to diclofenec sodium.

According to all the results, the tested plants, having promising antioxidant, anti-inflammatory and antibacterial properties, could be used effectively for pharmaceutical, nutraceutical and cosmaceutical applications.

Key words: Ethnobotanical study; Relizane; aqueous extract; essential oil; biological activities.

الملخص

تزرع الثروة النباتية الإفريقية عامة، والجزائرية بشكل خاص، بمخزون هام من النباتات ذات الخصائص العطرية والطبية، حيث تحتل النباتات الطبية مكانة مهمة في دستور الأدوية الأفريقي. هدفنا هو إجراء دراسة عرقية نباتية للنباتات الطبية والعطرية في غابات منطقة غليزان من أجل إنشاء قاعدة بيانات للأنواع الطبية المستخدمة في دستور الأدوية التقليدي من قبل السكان المحليين، صياغة المستخلصات الطبيعية والزيوت الأساسية لأربع نباتات طبية تنمو في منطقة غليزان وتتميز بكثرة استخدامها من قبل السكان الأصليين (النعناع (*Mentha spicata* L.)، الفليو (*Mentha pulegium* L.)، الزعتر (*Thymus vulgaris* L.) و النوخة (*Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr.)) ودراسة انشطتها المضادة للأكسدة، للالتهاب و للبكتيريا.

يستخدم السكان المحليون 104 نوعًا من 46 عائلة نباتية. العائلات الغالبة هي (12) %Lamiaceae (، (10) %Apiaceae (، (8) %Compositae (، و (5) %Fabaceae (، علاوة على ذلك، فإن الأنواع الأكثر تكرارًا هي *Thymus vulgaris* L. (83 استشهادًا)، *Olea oleaster* Hoffmanns. & Link (80 اقتباسًا)، *Mentha spicata* L. (75 استشهادًا)، و *Eucalyptus salmonophloia* F.Muell. (71 استشهادًا).

تختلف نسب الأنشطة البيولوجية للمستخلصات المائية والزيوت الأساسية التي تم الحصول عليها من الأجزاء الهوائية للنباتات المختارة من غابات غليزان على حسب نوع النبات ونوع المستخلص الذي تم اختباره. في معظم النتائج، سجلت الزيوت الأساسية نسبًا أعلى من التثبيط مقارنة بالمستخلصات المائية.

سجلت جميع المستخلصات المائية والزيوت الأساسية العطرية لكل النباتات أنشطة مضادة للالتهابات من معتدلة إلى قوية مقارنة بديكلوفينيك الصوديوم.

وفقًا لجميع النتائج، تتمتع النباتات التي تم اختبارها بخصائص هامة من مضادات الأكسدة، للالتهابات و للبكتيريا، و يمكن استخدامها بشكل فعال في التطبيقات الصيدلانية والتغذية ومستحضرات التجميل.

الكلمات المفتاحية: دراسة عرقية نباتية؛ غليزان؛ مستخلص مائي؛ زيت أساسي؛ الأنشطة البيولوجية.

Introduction générale

Introduction générale

Les plantes médicinales sont un patrimoine précieux de l'humanité, ce sont des usines chimiques naturelles qui produisent des substances biochimiquement actives tels que les alcaloïdes, les huiles essentielles, les flavones, les tanins,..., et les mettent à la disposition de l'homme qui peut les utiliser pour sa santé et répondre à ses besoins vitaux (Schauenberg, 1997).

Dans le cadre du renforcement de la médecine traditionnelle, l'étude des plantes médicinales et de leurs usages traditionnelles par les cultures et les civilisations a suscité un intérêt croissant au cours des dernières décennies en raison de leur efficacité, leur accessibilité, leur disponibilité, leur faible toxicité et leur acceptabilité (Akharaiyi et al., 2010). Ainsi, les médicaments à base de plantes sont considérés comme peu nocifs et doux par rapport aux médicaments pharmaceutiques. Dans ce contexte, l'organisation mondiale de la santé (OMS) confirme que près de 80% des populations dépendent de la médecine traditionnelle pour des soins de santé primaire (Muthu et al., 2006). Effectivement, il a été observé qu'il existe des avantages économiques considérables dans le développement de la médecine traditionnelle et l'utilisation de plantes médicinales pour traiter diverses maladies (Tabuti et al., 2003) d'où la nécessité d'une valorisation de la médecine traditionnelle.

Partout dans le monde, les plantes ont été utilisées comme médicaments et les industries pharmaceutiques sont de plus en plus intéressées par l'étude ethnobotanique des plantes, cette dernière a permis à l'étude de la médecine traditionnelle de prendre son essor ces derniers siècles, en raison de la progression de la chimie végétale (la chromatographie et la spectrométrie) et la valorisation des compositions chimiques et activités biologiques des plantes (actions pharmaceutiques) (Harrag, 2021). En effet, plusieurs composés actifs ont été découverts à partir de plantes sur la base de données ethnobotaniques, et utilisés directement ou en tant que composés primaires pour des médicaments brevetés (Boudjelal et al., 2013). De plus, l'ethnobotanique joue un rôle important dans la compréhension des relations dynamiques entre la biodiversité et les systèmes socio-culturels (Ahmad et al., 2014). Ceci confirme l'importance de documenter les connaissances traditionnelles sur les plantes médicinales à travers des données ethnobotaniques afin que ces précieuses connaissances ne soient perdues après la mort de ses anciens tradipraticiens et mettre en valeur la flore médicinale et aromatique.

Malgré le progrès de la pharmacologie, l'utilisation des plantes médicinales dans la préparation des médicaments a été évaluée globalement à 1/3 de celles des substances chimiques de synthèse (Attisso, 1983). Ainsi, sous leurs emballages hermétiques, les capsules et comprimés contiennent souvent des extraits de plantes ou des produits d'hémies de sources naturelles (Clément, 2005). En outre, 25% des ordonnances de médicaments sont concentrées dans des produits chimiques d'origine végétale, dont les deux tiers proviennent de plantes (Ouattara, 2005). Bien que la richesse ahurissante des plantes, seulement 10% ont fait l'objet d'études de leurs propriétés pharmacologiques (Sanogo et al., 2006).

Le nombre total de plantes vasculaires vont de 310 000 (Prance et al., 2000) à 420 000 espèces (Bramwell et al., 2002), et d'après les données de l'OMS, les plantes à usages médicinales constituent 14 à 28% des plantes dans le monde (Padulosi et al., 2002).

L'Afrique dispose d'une diversité importante de plantes médicinales, près de 6377 espèces de plantes sont utilisées, dont plus de 4000 sont des plantes médicinales, ce qui constitue 90% de la médecine traditionnelle dans le monde (OMS, 2002).

Parallèlement, l'Algérie le plus grand pays de l'Afrique et du bassin méditerranéen, est reconnue par sa diversité biologique élevée. En fait, la flore algérienne est représentée par 4000 espèces, 917 genres et 131 familles de plantes vasculaires (Dobignard et Chatelain, 2010). Cependant, la flore médicinale algérienne demeure inconnue à ce jour, car sur les quelques milliers d'espèces végétales, seules 146 sont comptées comme médicinales (Baba Aissa, 1999). D'autre part, parmi les familles botaniques les plus représentées en Algérie, les Astéracées avec 648 espèces, les Fabacées avec 453 espèces et les Lamiacées avec 184 espèces (Marouf, 2022). Toutefois, c'est au sein de ces familles qu'est inventoriée la majorité des plantes médicinales utilisées en médecine traditionnelle algérienne par de nombreuses études ethnobotaniques (Benarba et al., 2015 ; Benarba et al., 2016; Ouelbani et al., 2016; Bouziane, 2016 ; Bouacherine and Razika, 2017 ; Zaatout et al., 2021).

Bien que plusieurs études aient été entreprises pour documenter les connaissances locales sur l'utilisation des plantes médicinales pour traiter différentes maladies, il existe des régions pour lesquelles des études ethnobotaniques n'ont pas encore été menées ou pour lesquelles il n'existe pas d'inventaire complet des plantes médicinales. Ces connaissances ethno-médicales ancestrales donc méritent davantage d'investigations ethnobotaniques et de valorisation des substances naturelles, et c'est pourquoi nous avons procédé à cette étude. Partant de ces constats, nous avons envisagé d'analyser les ressources phytochimiques de la région de Relizane.

Dans ce contexte nous avons fixé les objectifs suivant :

- ✓ Analyser la flore médicinale et aromatique des forêts de la région de Relizane afin d'établir un catalogue des plantes médicinales utilisées traditionnellement et utiles pour les recherches pharmacologiques ultérieures.
- ✓ Valorisation de quelques espèces médicinales poussant spontanément en déterminant leurs compositions chimiques et leurs activités biologiques.

Nous avons adopté le de travail suivant :

- ✓ La première partie est consacrée aux plantes médicinales mettant l'accent sur quatre chapitres :
 - Le premier chapitre aborde des généralités sur la médecine traditionnelle, la phytothérapie et l'histoire de l'ethnobotanique.
 - Le deuxième chapitre est consacré à des généralités sur les extraits aqueux et les huiles essentiels.

- Le troisième chapitre porte sur la description botanique des espèces médicinales étudiées.
 - Le quatrième chapitre s'intéresse aux activités biologiques in vitro et particulièrement les activités anti-oxydantes, les activités anti-inflammatoires et les activités antibactériennes.
- ✓ La deuxième partie sur le terrain est consacrée à l'étude ethnobotanique dans la région de Relizane.
- ✓ La troisième partie expérimentale au laboratoire porte sur la caractérisation phytochimique des plantes étudiées, à savoir :
- Extraction des extraits aqueux par décoction et des huiles essentielles par hydrodistillation en utilisant l'appareil du type Clevenger;
 - Analyse et identification de la composition chimique des extraits aqueux par le screening phytochimique et des huiles essentielles par GC-MS;
 - Etude de l'activité anti-oxydante par le test de DPPH, PR et le test de TAC;
 - Étude de l'activité anti-inflammatoire en évaluant la stabilisation de la membrane HRBC et l'activité d'inhibition de la dénaturation protéique;
 - Etude de l'activité antimicrobienne par la méthode de l'aromatogramme et identifier la concentration minimale inhibitrice (CMI) et la concentration minimale bactéricide (CMB).
- Enfin, une conclusion soulignant les perspectives envisagées clôturera cette étude.

Première partie

**Les plantes
médicinales**

Chapitre I

Généralités sur la médecine traditionnelle, la phytothérapie et l'histoire de l'ethnobotanique

I. Historique de l'ethnobotanique

L'ethnobotanique est une discipline scientifique qui s'intéresse à la relation entre les divers groupes humains et les plantes (Kambu Kabangu, 1988). Elle consiste en une contraction de l'ethnologie et de la botanique (Cotonou, 2013). L'ethnobotanique ne se concentre pas uniquement sur les plantes médicinales, mais également sur d'autres produits naturels issus de la nature (Heinrich et *al.*, 2004). Cette discipline couvre plusieurs domaines, notamment la botanique, la biochimie, la pharmacognosie, la toxicologie, la médecine, la nutrition, l'agriculture, l'écologie et la sociologie (Ghorbani et *al.*, 2006).

Le terme ethnobotany a été utilisé pour la première fois en 1895 par le botaniste et l'écologue américain John Harshberger qui a dit: «Le plus important est d'étudier attentivement ces groupes primitifs et de répertorier les plantes qu'ils ont trouvées utiles pour leur vie économique, les possessions qu'ils pensaient utiles pour leur vie sauvage pourraient bien servir nos fonctions non protégées.» (Brousse, 2011). En 1950, l'ethnobotanique faisait partie intégrante de la science ethnologique (Brousse, 2011). Au cours de cette période, Richard Evans Schultes, l'un des pères de l'ethnobotanique, joue un rôle important dans la vulgarisation de l'ethnobotanique à travers ces travaux en Amazonie et au Mexique (Schultes, 2012). Par la suite, ce concept est apparu très rapidement et est alors devenu évident, que les plantes ont joué et continuent de jouer un rôle majeur pour la prospérité de nombreuses populations (Malaisse, 2004). Depuis 1970, l'ethnobotanique prend une ampleur croissante. Cela coïncide avec la création du Réseau Africain d'Ethnobotaniques (R.A.E) en 1997 lors du congrès d'Harare, qui compte aujourd'hui des centaines de membres qui ont publié d'importants articles (Adouane, 2016). De nos jours, l'ethnobotanique semble être une science multidisciplinaire, qui s'intéresse aux savoirs empiriques acquises depuis des centaines de générations, fondée sur les observations de masse et les traditions orales et préservée grâce à la mémoire collective de groupes sociaux (Kambu Kabangu, 1988).

II. Intérêt de l'ethnobotanique

L'étude ethnobotanique permet d'évaluer les savoirs populaires locaux et leur rapport avec les plantes ainsi que d'ajouter des informations ethnographiques complémentaires telles que le nom vernaculaire, la culture, l'utilisation éventuelle et les méthodes de préparation. Il s'agit donc d'élaborer et d'analyser une enquête sur l'utilisation traditionnelle des plantes dans la région. Elle comporte notamment la réalisation d'un herbier des plantes médicinales les plus utilisées de façon traditionnelle (Abdiche et Guergour, 2011).

III. Méthodes utilisées en ethnobotanique

Les méthodes de recherche en ethnobotanique posent encore aujourd'hui d'énormes difficultés pour être comprises et bien les conduire. Ce sont essentiellement des outils quantitatifs employés en ethnobotanique, ils sont encore variés et discutés et cela a un impact sur les méthodes d'approches entreprises.

Afin de procéder à une étude ethnobotanique, il est important de tenir compte de plusieurs éléments. Pour chaque enquête, il est nécessaire d'analyser le contexte de l'étude, de clarifier les objectifs, d'élaborer les hypothèses possibles, de définir le domaine d'étude, de prévoir les

activités recherchées, d'explorer dans le domaine pour mettre en place un inventaire floristique, de recueillir les données et enfin d'exploiter les résultats (Harrag, 2021).

IV. Sources et moyens d'une étude ethnobotanique

L'ethnobotanique utilise les sources et les méthodes d'étude décrites dans les documentations de (Portères, 1961 ; Cavero et al., 2011 ; Harrag, 2018) comme suit:

- 1) Sources bibliographiques d'historiens, de climatologues, d'archéologues, de géologues, de voyageurs et d'explorateurs, de linguistes....., etc.
- 2) Documents archéologiques, l'archéologie fournit des connaissances très précieuses sur les périodes antiques d'utilisation des plantes, sur leurs répartitions antiques en fonction des sites et des civilisations. Dans ce cas, l'ethnologue est parvenu à une vision globale de la zone d'étude, la culture de la société utilisatrice des plantes, leurs anciennes traditions et croyances, ainsi la flore existante.
- 3) L'enquête ethnobotanique, une étape essentielle à l'exécution d'une étude ethnobotanique dans laquelle l'enquête directe est la meilleure méthode de collecte d'informations. Ces informations doivent provenir de personnes qui sont nées ou qui vivent dans la zone d'étude depuis longtemps en tenant, en compte de la langue de communication.
- 4) Réalisation d'un herbier et autres collection de références, à condition de recueillir des échantillons des plantes auxquelles il fera référence afin de réaliser la sureté dans l'identification et la comparaison des échantillons d'un lieu à un autre.
- 5) Identification botanique des plantes afin de mettre en corrélation les noms vernaculaires et les noms scientifiques.
- 6) Procéder à l'analyse statistique des données collectées.

V. Etude ethnobotanique en Algérie

L'Algérie couvre une superficie de 2.381.741 km², c'est le plus grand pays d'Afrique qui comprend deux chaînes de montagne importantes, l'Atlas tellien au nord et l'Atlas saharien au sud, divisent le pays en trois types d'environnement qui se caractérisent par leur relief et leur morphologie donnant lieu à une diversité et richesse biologique faunique et floristique importante. De plus, grâce à sa situation géographique et son climat très diversifié, les plantes poussent en abondance dans les régions côtières, montagneuses et aussi sahariennes. Au nord d'Algérie, les plantes endémiques sont abondantes dans la côté Oranaise, suivie par la petite Kabylie et la grande Kabylie (Véla et Benhouhou, 2007). Ces plantes sont des remèdes naturels que l'on peut utiliser pour le traitement curatif et préventif (Belouad, 1998).

Dans ce contexte, plusieurs enquêtes ethnobotaniques ont été initiées à travers des mémoires de magistère ou thèses de doctorat et articles de différentes universités. En effet, de nombreux travaux de recherche ont contribué à faire connaître les espèces à des fins thérapeutiques utilisées en médecine traditionnelle dans diverses régions du pays. Ces études ont été réalisées

en fonction de différents objectifs, certains ciblant des inventaires et des recensements, d'autres s'intéressent à une pathologie spécifique traitée par les plantes médicinales.

Des travaux ethnobotaniques réalisés au nord d'Algérie entrepris par (González-Tejero et al., 2008 ; Derridj et al., 2009 ; Boutabia et al., 2010, plus récemment Benarba et al., 2015 ; Ouelbani et al., 2016 ; Miara et al., 2019 ; Beldi et al., 2021). Au Sahara par (Maiza et al., 1993 ; Ould El Hadj et al., 2003 ; Chehma et Djebbar, 2008, plus récemment Benarba, 2016 ; Yasser et al., 2018 ; Miara et al., 2019 ; Moussa et al., 2020).

Ces études ont permis de recueillir une série de constatations au sujet des utilisations traditionnelles dans plusieurs régions. Ses données pourraient ainsi être utilisées pour des recherches scientifiques complémentaires en pharmacologie et en phytochimie.

L'Algérie est un importateur net de plantes médicinales et aromatiques, devrait faire de ce créneau une filière à part entière afin de tirer profit de son riche potentiel, comme les autres pays du Maghreb, qui se sont déjà lancés dans l'exportation vers l'Europe de quelques extraits de plantes aromatiques et médicinales (Ilbert et al., 2016).

VI. Notions de phytothérapie

La phytothérapie, d'un point de vu étymologique est « la thérapie à base de plantes », c'est une méthode thérapeutique qui utilise les effets des plantes médicinales. Ce mot est constitué en deux racines grecques : « phuton » et « therapeia » signifiant respectivement "plante" et "traitement" (Gayet, 2018).

La phytothérapie est la somme des connaissances, des compétences et des pratiques basées sur les théories, les croyances et les expériences d'une culture particulière pour maintenir la santé humaine et prévenir, diagnostiquer, traiter et guérir les problèmes physiques, mentaux ou le déséquilibre social (OMS, 2000). Elle est liée à des expériences pratiques et à des observations transmises de génération en génération par voie orale ou écrite. De nos jours, il existe une distinction entre deux concepts liés à cette médecine:

1. La phytothérapie traditionnelle

D'après Mills et Bone (2000), cette notion emploie des usages ancestraux et empiriques et se concentre sur le traitement holistique des effets de la plante dans son ensemble, l'effet sur l'individu tout entier, l'utilisation de préparations domestiques ou à plus grande échelle à travers une consultation d'un guérisseur ou herboriste ou acheter des herbes, etc. Les extraits des plantes préparées sont administrés oralement, par voie topique ou nasal, en utilisant différentes méthodes de préparation (décoction, infusion, tisane, poudre, macération, inhalation, cataplasme, ...). Cette médecine est l'une des formes de traitement les plus anciennes et continue de jouer un rôle important surtout en Afrique, en Asie et en Amérique latine grâce à l'utilisation des plantes médicinales (Singh et Ernst, 2014).

2. La phytothérapie moderne

Aussi appelée « phytothérapie rationnelle » ou « phytothérapie médicale », elle utilise des méthodes modernes pour extraire les principes actifs des plantes médicinales et vérifier leurs propriétés bénéfiques pour la santé grâce à des méthodes scientifiques étayées par des analyses biochimiques et pharmacologiques appuyées par la puissance de calcul informatique (Sarker et Nahar, 2018). De plus, cette deuxième approche adopte une approche fondée sur des preuves au point que ce traitement à base de plantes est maintenant appelé « phytothérapie fondée sur les faits » (Fürst et Zündorf, 2015).

3. Les types de la phytothérapie

D'après Strang et Bat (2006), la phytothérapie figure plusieurs types :

3.1. Aromathérapie

C'est une thérapie qui utilise les composés aromatiques extraits de plantes, les huiles essentielles, dans un but médical.

3.2. Gemmothérapie

C'est une pratique qui utilise des tissus embryonnaires végétaux en croissance tel que jeunes pousses, bourgeons et racinelles, préparés par macération dans un mélange d'eau, de glycérine et d'alcool pour obtenir un extrait que l'on nomme « macérat glycérimé ».

3.3. Herboristerie

Il s'agit de la thérapie la plus classique et ancienne. Elle se sert de plante fraîche ou séchée, entière ou une partie de celle-ci, écorce, fruits, fleurs. Les méthodes utilisées sont simples, généralement à base d'eau : décoction, infusion, macération, ainsi qu'une forme moderne de capsule de poudre végétale sèche.

3.4. Homéopathie

Il s'agit de la pratique pseudoscientifique de la médecine non conventionnelle consistant à diluer très fortement une substance qui, si elle était concentrée, provoquerait des symptômes similaires à ceux qu'il rencontrait. Cette pratique ne constitue pas une méthode de traitement raisonnable car les principes sur lesquels repose le traitement sont contredits par les nombreuses découvertes faites en biologie, psychologie, physique et chimie au cours des deux siècles depuis son invention.

3.5. Phytothérapie pharmaceutique

Elle utilise des produits d'origine végétale obtenus par extraction, qui sont dilués dans de l'éthanol ou d'autres solvants. Les doses de ces extraits sont suffisantes pour produire une action soutenue et rapide. Ils se présentent sous forme de sirops, de gouttes, de gélules et de lyophilisats.

VII. Phytothérapie en Algérie

La phytothérapie en Algérie est étudiée depuis la période coloniale, et elle s'est poursuivie après l'indépendance à travers des publications et des livres. Parmi les données existantes

recueillies sur les plantes médicinales et aromatiques en Algérie, on peut citer une des premières publications de Fourment et Roques durant la période coloniale en 1941. L'ouvrage de Baba Aissa (1991) par la suite a fait connaître un ensemble non moins appréciable de plantes médicinales. Une centaine de plantes ont été répertoriées dans les ouvrages de Beloued, (1998) ayant recensé 106 plantes médicinales et aromatiques.

En Kabylie, Ait Youssef (2006) a présenté un bilan des propriétés des plantes médicinales les plus connues de la région.

Dans le cadre de la production pharmaceutique à base de plantes, des partenariats ont été établis ces dernières années avec des herboristes algériens pour produire des produits issus des traditions et de la culture algérienne.

Ainsi, on voit l'apparition des laboratoires pharmaceutiques algériens spécialisés dans la production des phytomédicaments, à titre d'exemple on peut citer :

Le laboratoire Magpharm en 2003 qui a contribué à la production d'une gamme de produits à base de plantes considérées comme des compléments alimentaires et des phyto soins.

Le CRD Soidal a entrepris d'élargir sa gamme de médicaments génériques vers les produits de soins à base de plantes, un laboratoire nommé le laboratoire des substances naturelles pour réaliser ce projet a été créé.

Plus récemment, le groupe pharmaceutique Biopharm a entrepris la phytothérapie en produisant des suppléments alimentaires à base de plantes en 2018.

Il y a lieu de noter, compte tenu de ce qui précède, que la phytothérapie a progressé en Algérie. Toutefois, la collecte de connaissances phytothérapeutiques au sein des populations et des personnes qui possèdent ces connaissances reste ouverte et hypothétique et devra certainement être complétée.

VIII. Avantages de la phytothérapie

La plupart des patients qui choisissent de se soigner à l'aide de plantes le font soit parce que c'est une approche qui correspond à leur mode de vie, soit parce qu'ils recherchent une alternative aux médicaments. Par conséquent, la phytothérapie qui repose sur des remèdes naturels est bien acceptée par l'organisme et, souvent associées aux traitements classiques. Aussi, contrairement aux traitements médicamenteux, ceux par la phytothérapie ne reposent pas sur des proportions ou des préparations précises.

Aujourd'hui, alors que l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques diminue, les remèdes à base de plantes sont de retour sur la scène. En effet, les bactéries et les virus s'adaptent et développent des résistances aux médicaments (Behamza, 2008).

La phytothérapie offre un éventail de possibilités très complet que la chimiothérapie conventionnelle ne peut généralement pas égaler, puisqu'elle restaure les principaux équilibres physiologiques (neuroendocrinien, immunitaire) ainsi qu'agit sur la fonction et intervient ainsi au moyen d'appareils (exercice, cardiovasculaire, etc.). Il est également possible de produire des effets thérapeutiques spécifiques sur chaque organe du corps de manière précise et ciblée pour chaque plante utilisée (Chabrier, 2010).

IX. Précautions d'emploi de la phytothérapie

La phytothérapie est un traitement généralement moins toxique mais qui nécessite un certain nombre de précautions:

- ✓ Bonne connaissance des plantes médicinales, car certaines plantes sont pharmacologiquement actives et peuvent provoquer des effets nocifs, dangereux voire mortels, nécessitant une vigilance constante.
- ✓ Connaissance approfondie de la pharmacologie (pour devenir un principe actif dans l'organisme).
- ✓ S'assurer du diagnostic et être attentif aux doses, en particulier pour les jeunes enfants, les femmes enceintes ou allaitant et les personnes âgées.
- ✓ Certaines plantes ne peuvent pas être utilisées en même temps que d'autres médicaments ou présenter une certaine toxicité si la dose est accrue ou si la durée du traitement est prolongée (Bouacherine et Benrabia, 2017).

Cependant, lorsqu'un traitement à base de plantes est suivi de façon appropriée, les risques d'effets secondaires sont très limités (Iserin, 2001).

X. Définition d'une plante médicinale

D'après la 11^{ème} édition de pharmacopée française (2012), une plante médicinale est définie comme « une drogue végétale dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses » (Chabrier, 2010). Selon l'Académie nationale de médecine, l'expression drogue végétale désigne une matière première naturelle servant à la fabrication des médicaments. Aujourd'hui, certains ont proposé d'adopter l'expression « partie de plante utilisée » (CANM, 2006).

On dit d'une plante qu'elle est médicinale lorsqu'elle a des vertus de soulagement, de prévention ou de guérison. Ses vertus se retrouvent dans leurs feuilles, leurs tiges et leurs racines de la plante médicinale, ou quelquefois dans les trois parties (Descheemaeker, 2004). Leur action vient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents (Seddiki et Zaoui, 2020), qui sont employés pour la prévenir, soigner ou soulager diverses maladies (Farnsworth et al., 1986).

D'après Sofowora (2010), on inclue les cas suivants :

- a) plantes ou parties de plantes médicinales utilisées en préparation galénique (décoction, infusion, macération, etc.)
- b) les plantes utilisées pour l'extraction de substances pures servent directement à des fins médicinales pour l'hémisynthèse de composés médicaux (par exemple, l'acide acétylsalicylique (l'aspirine) est produit par hémisynthèse, à partir de l'acide salicylique).
- c) les aliments, les épices et les plantes parfumées à des fins médicales, tels que : l'ortie, le curcuma, le thym, respectivement.
- d) plantes fibreuses (coton, lin, etc.), utilisées pour la préparation de pansements chirurgicaux.

XI. Cueillette et conservation

Les plantes médicinales sont collectées comme médicaments pour soulager les patients. Les techniques de récolte et de conservation sont étroitement liées au lieu et aux coutumes.

1. Cueillette

Les caractéristiques des plantes dépendent principalement de la zone de production, de la période et de la technique de récolte. La cueillette est liée aux changements climatiques et saisonniers. Pour déterminer les caractéristiques d'une plante, il faut tenir compte des parties utilisées, de la morphologie, de la couleur, de la nature, de la saveur (Marschner, 1995).

Lors de la récolte, à la fin du repos de la plante, les racines doivent être très robustes et pleinement développées, l'écorce acquiert une certaine épaisseur jusqu'à ce qu'elle se sépare facilement du corps, adaptée aux arbres et arbustes en hiver et aux résineux au printemps. La partie aérienne soit en floraison, feuilles avant la floraison, fleurs au moment de l'épanouissement, graine et fruit à maturité (Wichtl, 2003 ; Delille, 2007).

2. Séchage

Le séchage au soleil est la méthode la plus simple et la plus économique, en particulier pour les racines, les tiges, les graines et les fruits. Les feuilles et les fleurs doivent être séchées à l'ombre, car les feuilles vertes jaunissent après séchage et les pétales perdent leurs couleurs vives, ce qui peut nuire à la valeur médicinale de ces produits. Les plantes aromatiques ne doivent pas rester trop longtemps au soleil pour ne pas perdre leur parfum (Djeddi, 2018). La température maximale pour un bon séchage des plantes aromatiques ou contenant des huiles essentielles est de 30°C ; pour les autres cas, la température de séchage peut varier entre 15 et 70°C (Delille, 2007).

3. Conservation et stockage

La conservation des plantes médicinales se fait à l'abri de la lumière, air et au sec dans des récipients en porcelaine, faïence ou verre teinté, boîtes sec en fer blanc, sacs en papier ou des caisses. Cette technique est nécessaire pour les plantes subissant une transformation chimique sous l'influence de la lumière UV. Les plantes riches en produits volatils et rapidement oxydants sont conservés en milieu clos (Delille, 2007 ; Djeddi, 2018).

XII. Différents modes de préparation des plantes à usage thérapeutique

Gurib-Fakim (2006), a reporté que, dans la médecine traditionnelle, la plupart des populations utilisent les différentes parties de plantes suivantes : les plantes entières, les racines, les rhizomes, les bulbes, les tubercules, les écorces, les bois, les feuilles, les gommés et les parties aériennes qui comprennent les fleurs, fruits et graines.

Le mode de préparation des plantes médicinales est la méthode d'extraction des substances actives responsables de l'action curative. Il peut avoir une conséquence sur le volume de ces produits chimiques existant (Lori et Devan, 2005).

1. L'infusion : elle les parties les plus tendres des plantes (fleurs et les feuilles), le principe est simple : verser de l'eau bouillante sur une quantité précise de matière végétale (il faut compter une cuillère à café de plante par tasse) et laisser infuser le mélange pendant 10-15 minutes (Sofowora, 2010). Il peut être réfrigéré jusqu'à 48 heures (Nogaret, 2011).

2. La décoction : elle s'adresse aux organes végétaux plus coriaces (tiges, écorces, baies...), qui dégagent difficilement leurs principes actifs lors d'une infusion (Comptez une cuillère à soupe de plantes par tasse) (Pierre, 2007). Déposer les plantes dans une casserole et verser de l'eau froide, porter ensuite à ébullition, et laisser le tout mijoter sur le feu pendant 20 min jusqu'à ce que le liquide ait réduit d'un tiers. Retirer du feu et laisser infuser environ une heure avant de filtrer la conservation d'une décoction peut durer trois jours au réfrigérateur (Nogaret, 2011).

3. Macération: il s'agit de tremper les plantes dans l'eau froide ou chaude pendant 10 à 12 heures. La macération avec de l'eau ne doit pas dépasser une douzaine d'heures en raison du risque d'oxydation et de fermentation du liquide (Pierre, 2007).

Cette méthode convient surtout aux plantes riches en huiles essentielles pour bénéficier totalement des vitamines et minéraux qu'elles retiennent (Delille, 2007). La macération des plantes peut se faire aussi dans l'alcool, la glycérine, le vinaigre et d'autres solvants (Nogaret, 2011).

4. Cataplasme : Les plants sont hachés grossièrement et ensuite chauffés dans une casserole couverte d'un peu d'eau. Laisser frémir deux à trois minutes. Presser les herbes, puis les placer sur l'endroit à soigner. Recouvert d'un bandage ou d'une gaze (Nogaret, 2003).

XIII. Différents modes d'administration des plantes médicinales

Les plantes médicinales sont administrées soit par voie interne ou externe, ou bien des deux à la fois.

1. Usage interne : il se fait par voie buccale ou nasale, sous forme de tisane (la façon la plus simple et efficace de profiter des bienfaits d'une plante, et elle représente la forme traditionnelle par excellence), la gélule (certaines poudres des plantes sont employées en gélules médicamenteuses), injection (tel que, les vaccins),... etc.

1.1. Tisane : c'est une préparation aqueuse buvable, obtenue à partir d'une ou plusieurs drogues végétales. Les tisanes sont obtenues par infusion, décoction ou macération d'une (des) partie(s) d'un ou plusieurs plantes médicinales, fraîches ou sèches en utilisant de l'eau chaud, froid ou tiède (Charline, 2017).

1.2. Fumigation : c'est l'utilisation de vapeurs chargés de principes actifs d'une plante donnée. L'herbe est plongée dans l'eau bouillante. Son utilisation nécessite le recouvrement de la tête, épaules et récipient avec une même serviette pour mieux concentrer la vapeur. La vapeur est inspirée puis expirée profondément pendant 15 minutes (Benhamza, 2008). L'inhalation de plantes est idéale et efficace pour dégager les voies respiratoires en cas d'encombrement ou pour soulager des affections respiratoires (de La Charie et al., 2022).

1.3. Sirop : cette méthode se fait par la dissolution du sucre ou miel dans une infusion ou décoction (Delille, 2007). Le miel et le sucre non raffiné sont considérés comme conservateurs efficaces pour la fabrication des sirops (Iserin, 2001).

2. Usage externe : l'application se fait sur la partie externe du corps, quel que soit au niveau de la peau (cataplasme, lotion, crème,...etc.), ou au niveau de muqueuse (bain de bouche, gargarisme) (Sebai et Boudali, 2012).

2.1. Cataplasme : la plante est directement appliquée sur la peau si elle est suffisamment fine (les feuilles ou les fleurs par exemple). Sinon, il peut être ramolli en le chauffant dans de l'eau, puis légèrement broyé pour en extraire les principes actifs. Il faut laisser en place 20 min, et renouveler après quelques heures (de La Charie et al., 2022).

2.2. Lotion : les lotions sont réalisées à partir d'infusion, de décoction ou parfois de teinture-mère diluée dans l'eau (de La Charie et al., 2022), et utilisées sur la partie à soigner par un léger passage par un léger passage à l'aide d'un coton hydrophile ou linge fin imbibé (Delille, 2007).

2.3. Pommade (Onguent) : elle se fait par le mélange d'une ou plusieurs plantes avec une substance grasse comme la vaseline, huile de coco, huile d'olive, huile d'amande ou même des graisses animales (Delille, 2007).

2.4. Crème : le principe de cette méthode est le même que pour la préparation de la pommade, puisqu'on utilise la même méthode et les mêmes ingrédients. La seule différence est l'ajout d'eau (Nogaret 2003).

2.5. Bain de bouche et gargarisme : le bain de bouche permet de soulager les troubles buccaux en absorbant, sans avaler, une gorgée d'infusion ou de décoction refroidie, et le gargarisme va avoir pour cible la gorge et non l'intérieur de la bouche (de La Charie et al., 2022).

XIV. Principes actifs des plantes médicinales

Les principes actifs d'une plante médicinale sont des substances biochimiques (les métabolites primaires et les métabolites secondaires) présentant naturellement dans une plante. La synergie de ces substances donne à la plante toutes ses propriétés thérapeutiques qui ont un intérêt thérapeutique curatif ou préventif pour l'homme ou l'animal. Ils sont contenus dans une drogue végétale ou une préparation à base de cette drogue (Pelt, 1980).

Les métabolites primaires sont directement impliqués dans la croissance, le développement et la reproduction normale d'un organisme ou d'une cellule. Cependant, les métabolites secondaires ont des fonctions spécifiques en réponse à une adaptation à un environnement (la protection des plantes contre ravageurs et pathogènes, l'allélopathie, la symbiose plante-microbe au niveau des nodules racinaire et la couleur, l'odeur et le goût des plantes), et ils sont considérés comme une source moléculairement importante, utilisables par l'homme dans différents domaines comme la pharmacologie ou l'agroalimentaire (Macheix et al., 2005). Les métabolites secondaires sont composés de trois principales catégories qui sont les composés phénoliques, les alcaloïdes et les terpènes. Chacune de ces classes contient une grande variété de composés avec un très large éventail d'activités en biologie humaine (Mansour, 2009).

1. Les composés phénoliques

C'est un très vaste groupe de substances, avec plus de 10 000 structures phénoliques connues (figure 1). Les polyphénols sont des métabolites secondaires et présents dans tous les organes de la plante (Mohammedi, 2006). Ce sont des dérivés aromatiques hydroxylés non azotés dont les cycles aromatiques sont issus du métabolisme de l'acide shikimique et/ou de celui d'un polyacétate (Lugasi et al., 2003). Ces molécules constituent la base des principes actifs trouvées au niveau des plantes médicinales. Ils ont des propriétés antioxydants, antibactériens et antifongiques et ils peuvent prévenir l'apparition de certains cancers (Macheix et al., 2005).

Les polyphénols peuvent se regrouper en deux grands groupes ; les flavonoïdes dont on caractérise principalement les flavones, flavanones, flavonols, isoflavonones, anthocyanines, proanthocyanidines et flavanols (Pincemail et al., 2007), et les non flavonoïdes dont les principaux composés sont les acides phénoliques, stilbènes, lignanes, lignines et coumarines (Hoffmann, 2003).

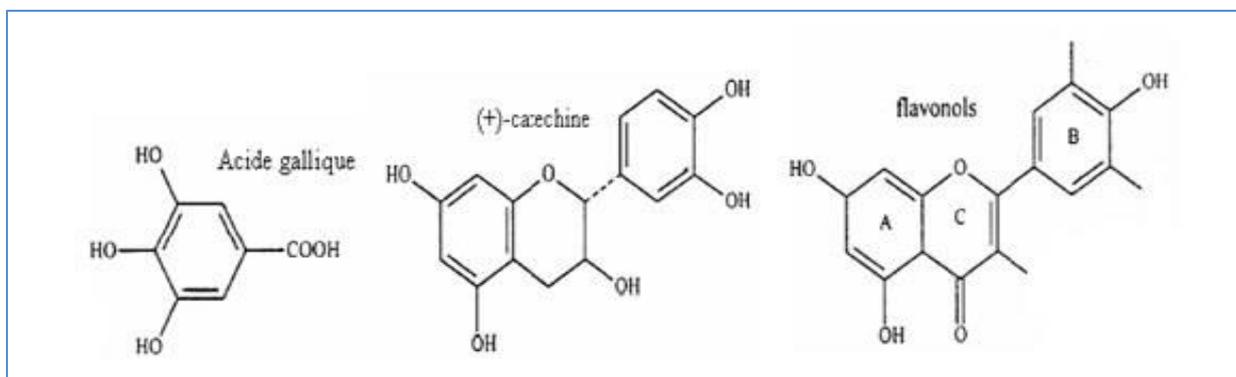


Figure 1 : Structure de quelques composés phénoliques (Wang et Mazza, 2002)

D'après Balasundram et al. (2006), les composés peuvent se regrouper dans plusieurs classes (tableau 1):

Tableau 1: Classes des polyphénols (Balasundram et al., 2006)

Classes	Structure
Phénols simples, benzoquinones	C6
acide hydroxybenzoïque	C6-C1
acétophénone, acide phénylacétique	C6-C2
acide hydroxycinnamique, phénylpropanoïdes (coumarines, isocoumarines, chromones)	C6-C3
flavonoïdes, isoflavonoïdes	C6-C3-C6
lignanes, néolignanes	(C6-C3)*2
Biflavonoïdes	(C6-C3-C6)*2
tannins condensés (proanthocyanidines, ou flavolans)	(C6-C3-C6)*n

1.1. Les acides phénoliques

On distingue deux principales classes des acides phénoliques (Balasundram et al., 2006):

- Les dérivés de l'acide benzoïque (Les hydroxybenzoïques) : qui incluent plusieurs molécules dont les plus fréquentes sont; L'acide gallique, l'acide vanillique, l'acide syringique et le p-hydroxybenzoïque. Ces composants partagent une structure C6-C3 commune.
- Les dérivés de l'acide cinnamique (Les hydroxycinnamiques) : Ces molécules possèdent un cycle aromatique avec 3 carbones en plus C6- C3; comme l'acide caféique, l'acide férulique, p-coumarique et l'acide sinapique.

La concentration de l'acide hydroxy-benzoïque est généralement très faible chez les végétaux comestibles. Ces dérivés sont assez rares dans l'alimentation humaine par contre ceux des acides hydroxycinnamiques sont très présents (Fleuriet et al., 2005).

1.2. Les flavonoïdes

Ils représentent une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols qui sont considérés comme des pigments responsables de la coloration des fleurs et des fruits (Pietta, 2000 ; Ghedira, 2005). Les flavonoïdes se trouvent naturellement dans plusieurs plantes comme : la passiflore, l'aubépine, la reine des prés,...etc. Ils présentent un squelette de base à 15 atomes de carbone (figure 2, tableau 2), fait de deux cycles benzéniques C₆ reliés par une chaîne en C₃ (Bruneton, 1999).

Les flavonoïdes peuvent être présents dans toutes les parties de la plante. Ils sont largement distribués dans les feuilles, les graines, l'écorce et les fleurs (Medić-Šarić et al., 2004), sous forme glycosylée (Medjroubi et al., 2003).

Plusieurs flavonoïdes ont montré des activités anti-oxydantes, anti-inflammatoires, antimicrobiennes, antivirales, inhibiteurs des enzymes, et la prévention des maladies cardiovasculaires (Harborne et Williams, 2000 ; Wang et Mazza, 2002 ; Choi et al., 2009).

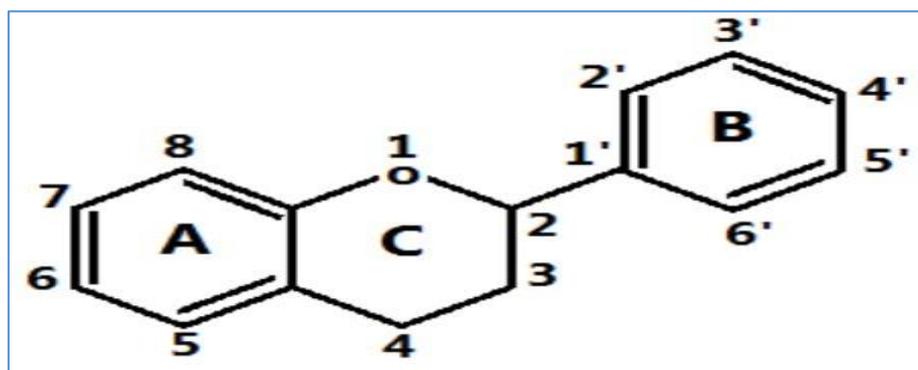
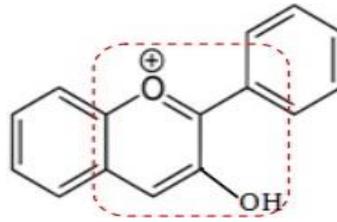


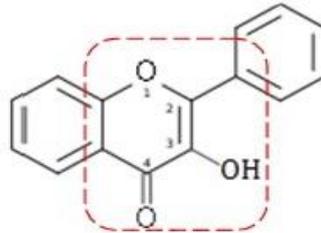
Figure 2 : Squelette de base des flavonoïdes (Heim et al., 2002)

Tableau 2 : Structures générales des hétérocycles des flavonoïdes (Sarni- Machado et Cheynier, 2007)

Sous classe	Structure	Flavonoïdes typiques
Flavanols		Catéchine (-)-Épicatéchine Gallocatéchine
Flavones		Lutéoline Apigénine
Flavanones		Naringinine Eriodictyol
Isoflavones		Daidzéine Formononétine Génistéine Glycitéine

Anthocyanidines

Cyanidine
Pélargonidine
Delphinidine

Flavonols

Azaléatine
Fisétine
Galangine

1.3. Les tanins

Les tanins sont des composés phénoliques d'origine végétale qui ont la capacité de tanner les protéines. Après la cellulose, la lignine et l'hémicellulose, ainsi que leurs dérivés, ils forment une quatrième classe de composés chez les plantes, qui prédominent alors dans les écosystèmes terrestres par la biomasse végétale morte ou vivante. Ils sont disposés en vacuoles et parois, et représentent 15 à 25 % du poids sec de la plante (jusqu'à 40 % dans l'écorce et jusqu'à 50 % dans certaines galles). Ils sont généralement difficiles à dégrader, constituant 1 à 4 % de l'humus et sont majoritairement récupérés par les champignons (Krauss et al., 2003).

Les tanins sont représentés par deux sous groupes; les tanins condensés (figure 3) et les tanins hydrolysables (figure 4). Les premiers sont des esters de l'acide gallique (gallo et ellagi tanins).

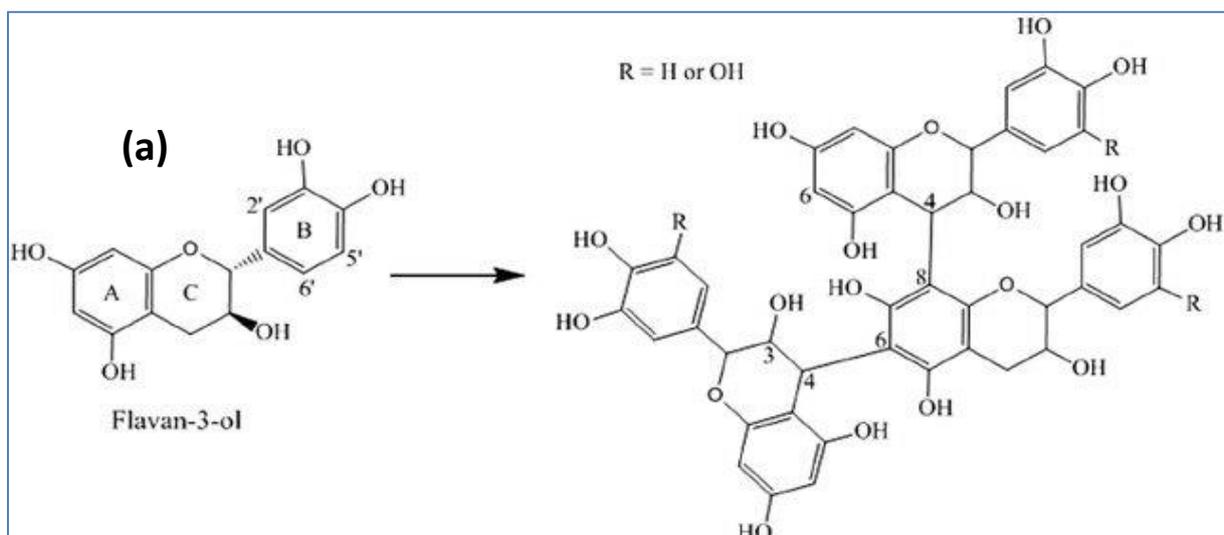


Figure 3 : Structures générales des tanins condensés. (a) Flavan-3-ol (catéchine monomère)
 (dos Santos Grasel et al., 2016)

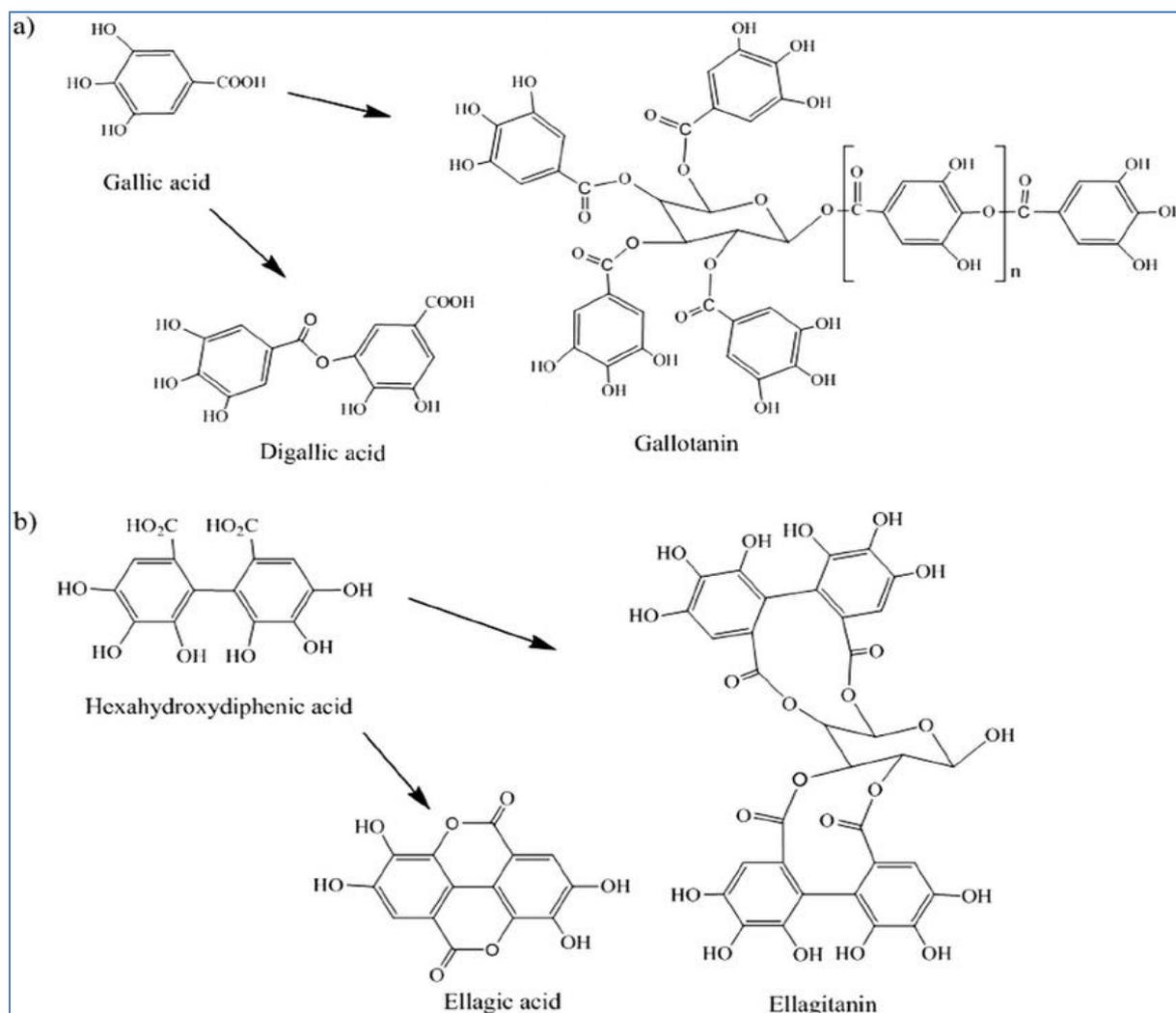


Figure 4 : Structures générales des tanins hydrolysables. a) Le gallotanin et les monomères de l'acide gallique et de l'acide digallique. b) Structure de l'ellagitanin et les monomères de l'acide hexahydroxydiphénique et de l'acide ellagique (dos Santos Grasel et al., 2016)

1.4. Les lignines

Les lignines constituent une classe importante de produits naturels dans le règne végétal, et elles sont issues de la polymérisation des alcools p-coumarylique, coniférylique et sinapylique, qui sont des monolignols, ou 4-hydroxyphénylpropanoïdes, dérivés d'un acide aminé, la phénylalanine (figure 5). La polymérisation s'effectue par une radicalisation oxydative des monolignols suivie d'un couplage radicalaire combinatoire (Vanholme et al., 2010).

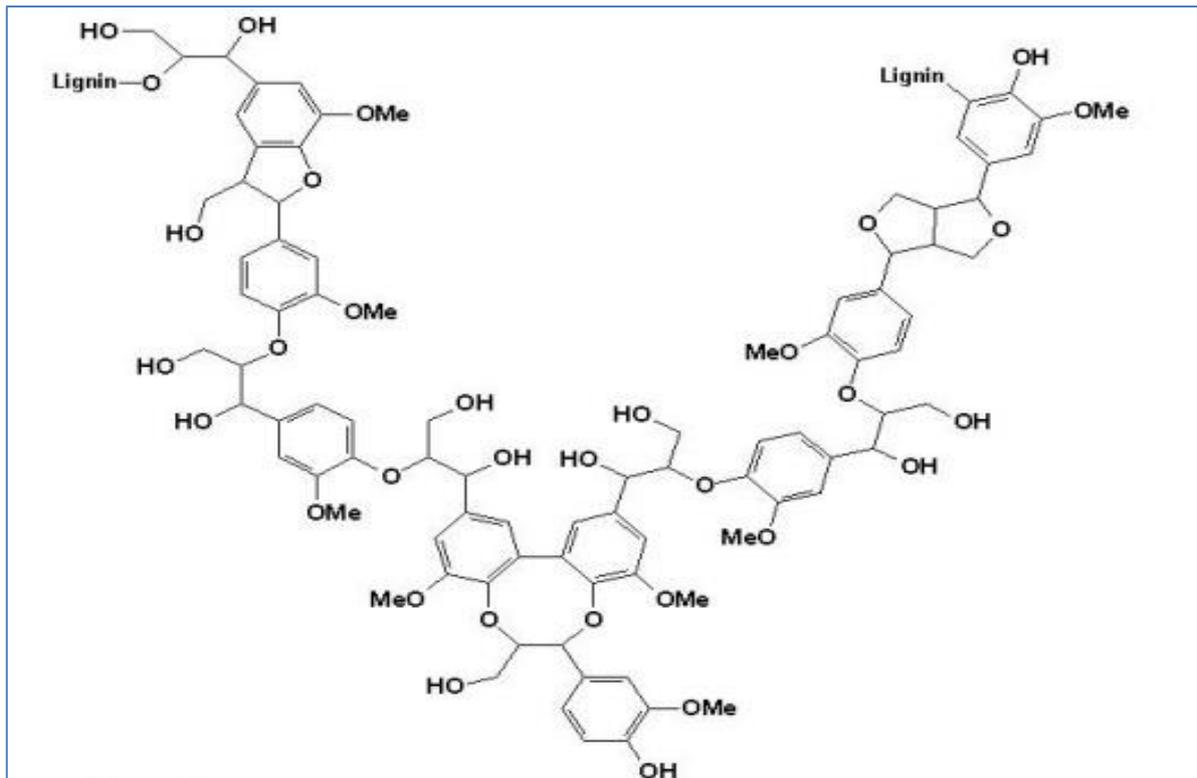


Figure 5 : Structure d'une lignine (Morot-gaudry, 2010)

1.5. Les coumarines

La coumarine est une substance naturelle organique aromatique connue dans la nomenclature internationale sous le nom de 2H-1-benzopyran-2-one, qui tire son nom d'un arbre de la famille des fabacées (papilionacées ou légumineuses) le coumarou, encore appelé gaiac de Cayenne (*dipteryx odorata*) qui pousse en Amérique centrale ou en Amérique du sud et dont la graine odorante appelée fève de tonka en contient (Clark, 1995).

Les coumarines se répartissent en deux groupes ; celles dérivant de la 1-benzopyran-2-one par substitution d'un ou plusieurs hydrogènes portés par les carbones 6,7 ou 8 par des groupes hydroxy (OH) ou méthoxy (OCH₃) ou bien des hétérosides de ces composés (figure 6) comme par exemple l'esculine qui est un hétéroside dont la partie aglycone est l'esculétine (Jean, 2009).

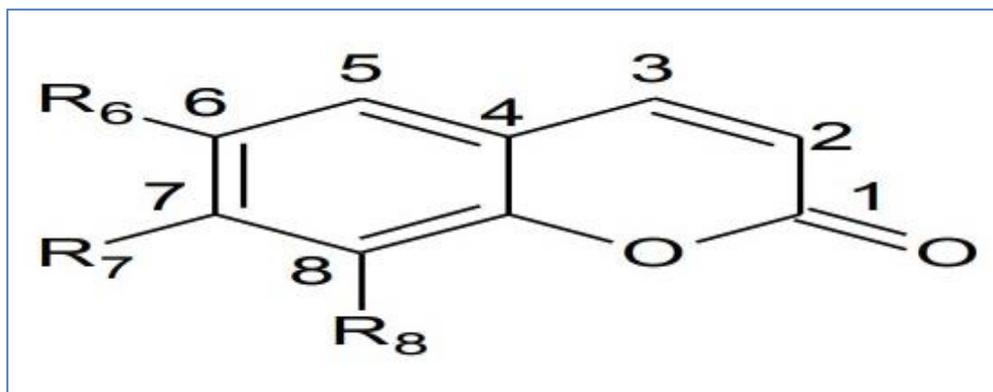


Figure 6 : Structure générale des coumarines (Jean, 2009)

1.6. Les anthocyanes

Les anthocyanes sont des oxanosides (un ou plusieurs sucres (glucose, galactose, rhamnose, arabinose) liés par leur fonction réductrice à des molécules non glucidiques appelées aglycones) dont certains aglycones sont appelés anthocyanes (figure7). Ces molécules font partie de la famille de flavonoïdes qui captent la lumière visible (Harbone, 1967; Brouillard, 1986).

Les anthocyanes sont des pigments présents dans les feuilles, les fleurs, les fruits et les racines de nombreuses plantes terrestres (ces pigments se retrouvent notamment dans les feuilles de vigne, les peaux de raisin noir, la pulpe des cépages teints, et aussi dans les mûres, les prunes, les œillets...), et qui donnent aux plantes leur couleur violette, rose ou orange. En automne, la couleur caractéristique des feuilles est due au fait que les anthocyanes et le carotène ne sont plus masqués par la chlorophylle (Harbone et Grayer, 1988).

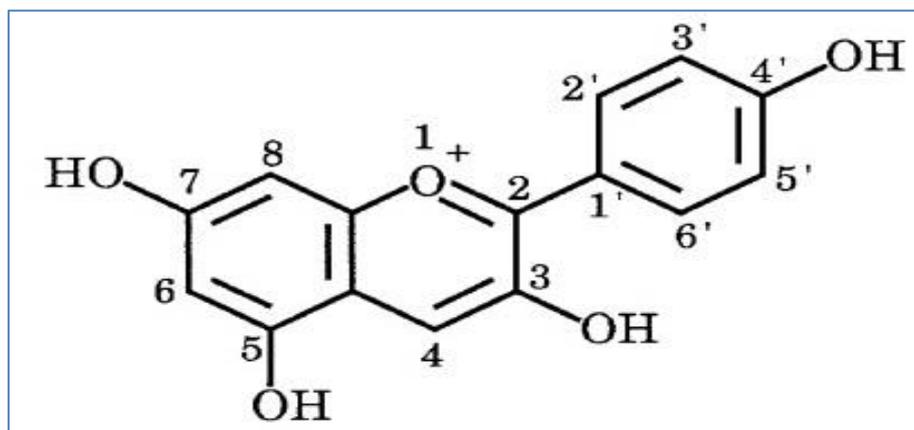


Figure 7 : Structure d'un anthocyanone (Dangles et Deluzarche, 1994)

2. Les alcaloïdes

Le terme alcaloïde est sorti des laboratoires de chimie entre 1819 et 1827 et désignait à l'origine «comportement chimique semblable à un alcali, c'est-à-dire à tout corps basique en milieu aqueux» (Poisson, 2009).

Les alcaloïdes sont des molécules à bases azotées d'origine végétale. Ils peuvent se présenter (figure 8) sous forme de molécules organiques hétérocycliques azotées basiques ou amères ayant des propriétés thérapeutiques ou toxiques (Dellile, 2007).

Les alcaloïdes sont présents dans toutes les parties de la plante, mais selon l'espèce de la plante, ils s'accumulent uniquement sous forme de matière minérale ou organique dans l'écorce, les racines, les feuilles ou les fruits (Mauro, 2006) des sels acides, et parfois des combinaisons de ceux-ci, Leur extraction se fait par deux méthodes : par des solvants non polaires en milieu basique ou par des solvants polaires en milieu acide. Il existe plus de 10 000 composés naturels ont été identifiés comme alcaloïdes (Aniszewski, 2007).

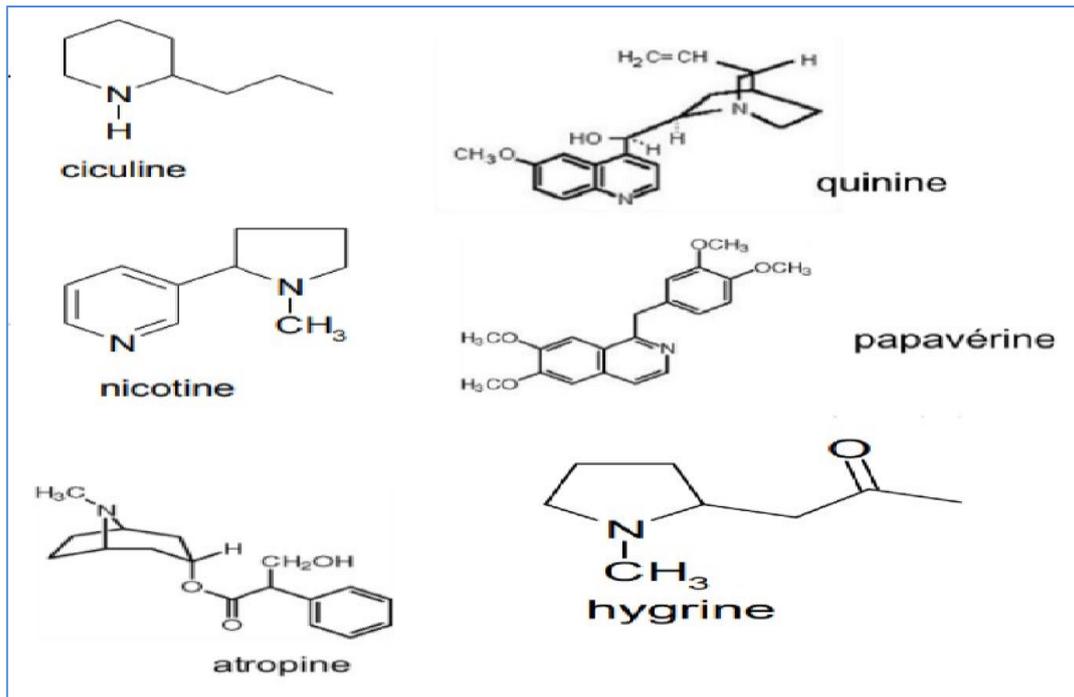


Figure 8 : Structure de quelques alcaloïdes (Sahraoui, 2014)

Le rôle des alcaloïdes dans les plantes est souvent inconnu, et leur importance dans le métabolisme de la plante n'est pas très bien définie (Lazar, 2005).

Certains alcaloïdes ont des propriétés antispasmodiques, anti-sécrétrices, anticancéreuses, neurotoxiques, antivirales, analgésiques, anti-allergiques, vasodilatatrices, hypnotiques, analgésiques, anti-inflammatoires, antimicrobiennes, hallucinogènes, antipyrétiques, antiparasitaires et antitumorales, (Rabbani et al., 1987 ; De Clercq, 2000 Guilbaud et al., 2001 ; Dewick, 2002 ; Küpeli et al., 2002 ; Guilbaud et al., 2002 ; Katoh et al., 2004 ; Lazar, 2005 ; Jiang et al., 2005 ; Mauro, 2006).

3. Les terpènes

L'appellation terpène vient du terme allemand «Terpen» (1866) originaire de «das Terpentin»: la térébenthine (Azouz, 2018). Les terpènes sont la classe la plus importante de métabolites secondaires avec plus de 25 000 composés. Ils peuvent être considérés comme des dérivés de l'isoprène ou du 2-méthyl-1,3-diène (C₅H₈) (figure 9), il existe donc 5 terpènes basés sur l'unité isoprène (figure 9) qui les compose (les terpènes proprement dits ou monoterpènes (C₁₀), les sesquiterpènes (C₁₅), les diterpènes (C₂₀), les triterpènes (C₃₀), les tétraterpènes (C₄₀), les polyterpènes (C₄₀₀₀)) (Merghem, 2009).

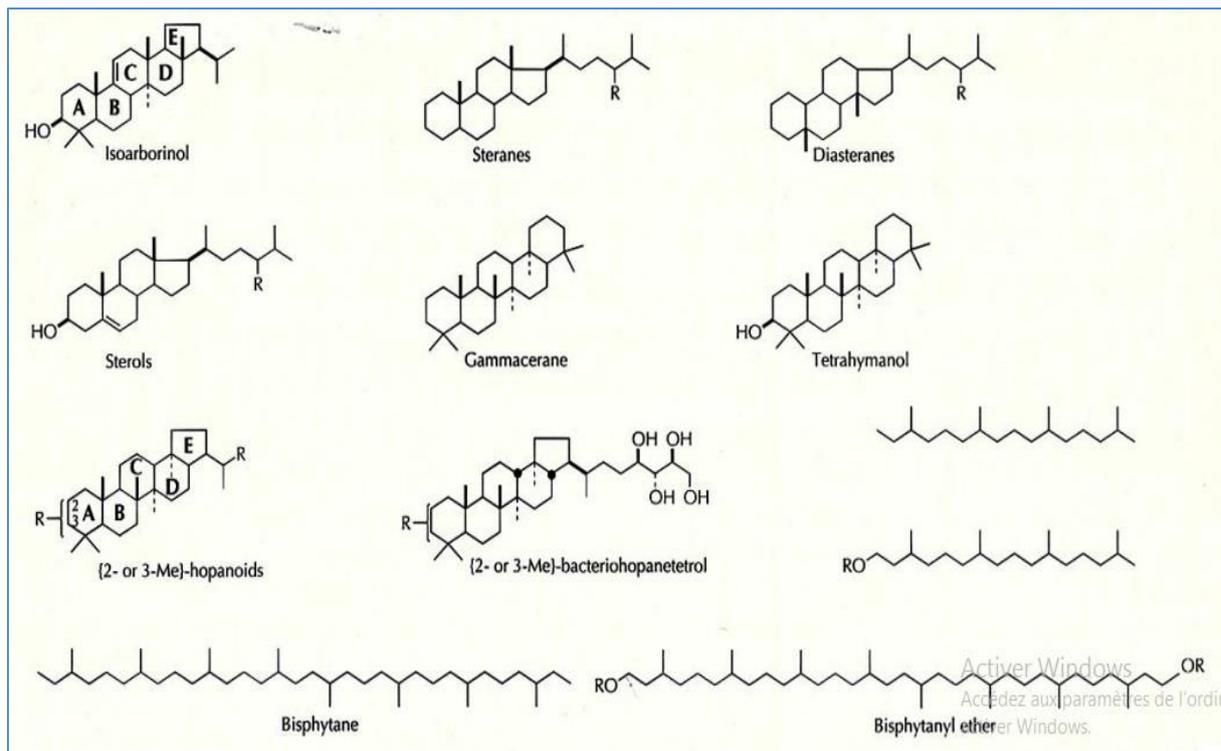


Figure 9 : Structure de quelques terpénoïdes (Ourisson et Nakatani, 1994)

Les terpènes sont produits naturellement par les plantes et se caractérisent par leur volatilité et leur forte odeur. Ils jouent un rôle important dans la photosynthèse des plantes (un composant de la chlorophylle), la photoprotection (caroténoïdes), la pigmentation et la capacité antioxydante (un composant de la vitamine A), et certains terpènes ont des propriétés défensives contre les herbivores et les insectes (Loveys et Wareing, 1971 ; Tanaka et al., 1989 ; Yamaura et al., 1991). Ses molécules se présentent en forme des huiles essentielles (Hopkins, 2003), qui sont utilisées en phytothérapie traditionnelle et font l'objet de recherches pour découvrir des effets antibactériens, antinéoplasiques ou autres effets pharmaceutiques.

Chapitre II

Généralités sur les extraits des plantes médicinales et les huiles essentielles

I. Les extraits des plantes

1. Définition

Les formulations galéniques sont conçues pour faciliter l'administration de tous les principes actifs des plantes médicinales. En fonction de l'effet thérapeutique recherché, l'usage traditionnel et la recherche ont développé des traitements végétaux permettant de ne retenir que les molécules d'intérêt. Les produits de phytothérapie sont fabriqués à partir de plantes fraîches, de plantes séchées ou d'extraits de plantes (figure 10).

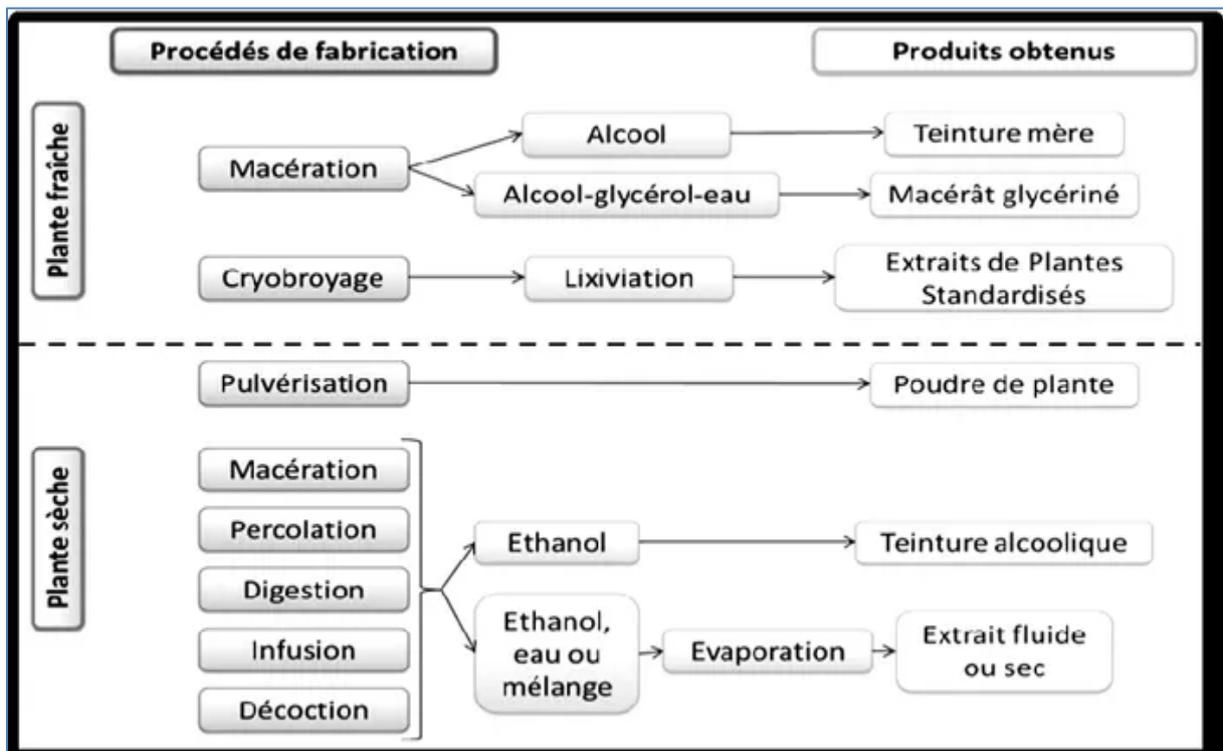


Figure 10 : Procédés de transformation des plantes médicinales (Gibellin, 2003)

Les extraits sont obtenus en traitant les plantes dans des solutions pulvérisables (éther, eau, alcool...) par différents procédés d'extraction, qui sont ensuite évaporées jusqu'à l'obtention d'une consistance liquide, lisse ou sèche. Ils sont donc classés selon leur consistance (Benghanou, 2009-2012).

L'origine de l'extraction des actifs végétaux se perd dans la nuit des temps. L'homme a depuis longtemps découvert les bienfaits des plantes et les premières techniques d'extraction de ce qu'on appelle aujourd'hui les « extraits ».

2. Techniques traditionnelles d'extraction

Selon les techniques traditionnelles, les plantes peuvent être préparées par trempage, décoction ou macération.

3. Techniques d'extraction modernes

Il existe plusieurs techniques modernes pour extraire les principes actifs des plantes médicinales. Celles-ci incluent : l'hydrodistillation, le dioxyde de carbone supercritique, le broyage cryogénique et la centrifugation différentielle.

II. Les huiles essentielles

1. Définition

Les huiles essentielles sont des mélanges de composés aromatiques de plantes, extraits par distillation à la vapeur ou au solvant (Smallfield, 2001). Dans la huitième édition de la Pharmacopée française (1965), les huiles essentielles (= essences = huiles volatiles) sont : « Les produits, généralement assez complexes dans leur composition, contenant les constituants volatils contenus dans les végétaux et qui interviennent plus ou moins dans la préparation procédé retouché. » (Bruneton, 1993).

2. Rôle physiologique

Beaucoup de plantes produisent les huiles essentielles en tant que métabolites secondaires, mais leur rôle exact dans le processus de la vie de la plante est inconnu (Rai et al., 2003). Il y a beaucoup de spéculation au sujet du "rôle" d'huiles essentielles des plantes. Bien entendu, plusieurs effets apparemment « utiles » ont été décrits : réduction de la compétition avec d'autres espèces végétales (effets allélopathiques) par inhibition chimique de la germination des graines, prévention de la microflore infectieuse par des propriétés fongicides et bactéricides, et protection contre les herbivores par goût et effets défavorables sur le système nerveux (Porter, 2001).

Certains auteurs pensent que les plantes utilisent les huiles pour repousser ou attirer les insectes, et dans ce dernier cas, pour favoriser la pollinisation (Belaïche, 1979).

3. Méthodes d'extraction

Il existe plusieurs méthodes d'extraction des huiles essentielles (Alkire et Simon, 1992 ; Bruneton, 1993 ; Parfum - L'expo, 2002; Sousa et al., 2002; Adio, 2005) :

3.1. Enfleurage et Macération

Cette technique, la plus ancienne, très coûteuse, est peu utilisée aujourd'hui. Pour les fleurs sensibles qui ne supportent pas une chaleur excessive, comme le jasmin, la violette et la rose. Les fleurs sont trempées dans de la graisse ou de l'huile et chauffées (bain-marie ou soleil) et étalées sur des cadres en bois pendant plusieurs jours.

3.2. Expression

C'est une technique simple où les écorces des agrumes sont pressées à froid pour extraire leurs huiles essentielles.

3.3. Distillation : Hydrodistillation

La distillation est la méthode la plus courante d'extraction des huiles essentielles. Les extraits de plantes sont portés à ébullition, les huiles essentielles s'évaporent alors avec les vapeurs dégagées, puis se condensent et se séparent de l'eau (figure 11).

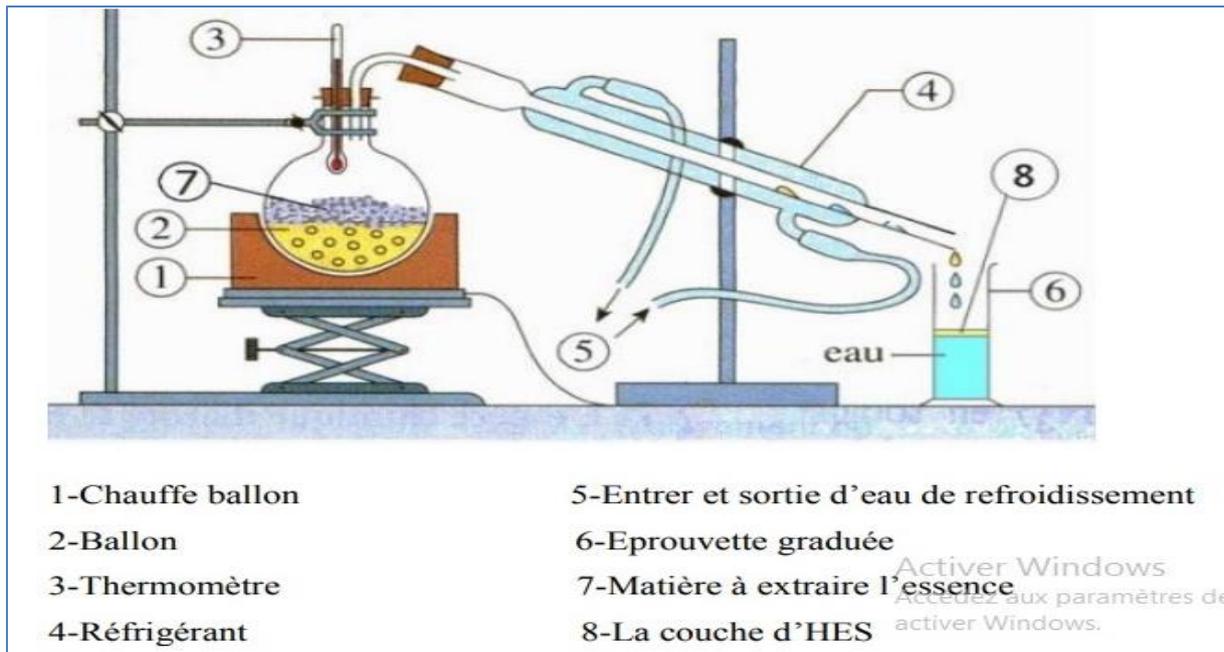


Figure 11 : Schéma du principe de la technique d'hydrodistillation (Pavida et al., 1976)

3.4. L'entraînement à la vapeur

Pour éviter certains phénomènes d'hydrolyse des composants des huiles essentielles ou des réactions chimiques qui pourraient altérer les résultats, des procédés de distillation à la vapeur ont été développés. La masse végétale repose sur une grille vers laquelle la vapeur est pulsée. Les cellules se distendent et les particules d'huile se libèrent. Ces dernières sont alors vaporisées et condensées dans un serpentin réfrigéré. La récupération de l'huile essentielle est la même que dans le cas de l'hydrodistillation (figure 12).

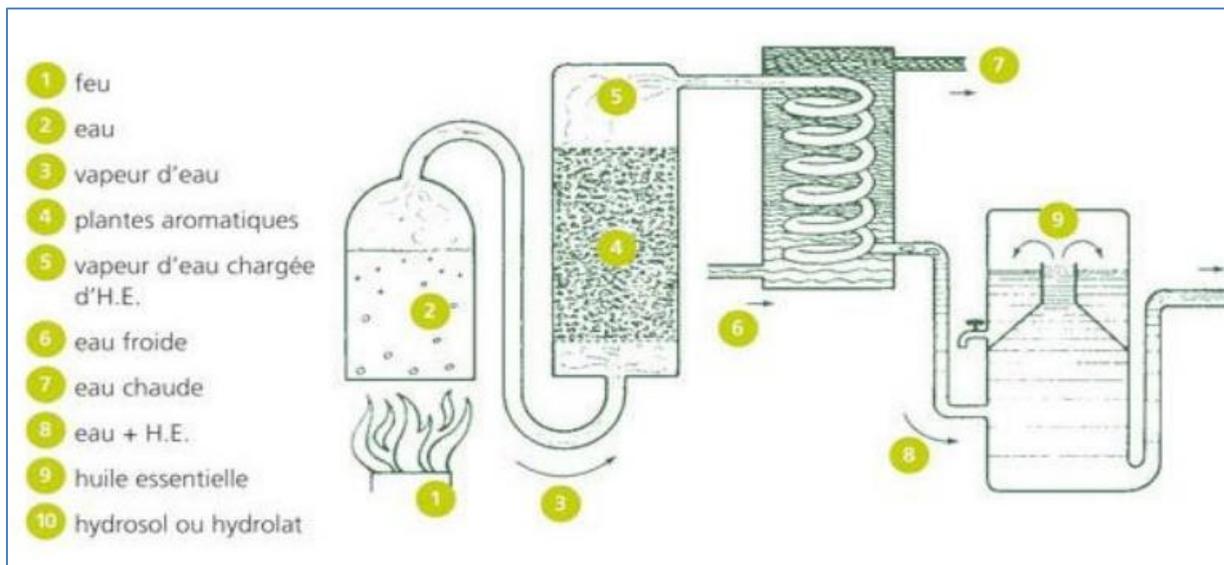


Figure 12 : Entraînement à la vapeur d'eau ascendante (Herzi, 2013)

3.5. L'extraction aux solvants volatils

Cette technique fonctionne également pour les fleurs qui ne résistent pas à la chaleur, et la distillation ne convient que pour les plantes avec des rendements suffisamment élevés d'huiles

essentiels, en utilisant des solvants extrêmement volatils tels que l'éther et l'hexane à évaporation rapide. Le solvant lave la charge qui est partiellement distillée après décantation et concentration. Ce solvant volatil est ensuite séparé du "concret" par filtration puis congelé entre -12°C et -15°C . La substance précieuse ainsi obtenue est à nouveau filtrée et concentrée sous basse pression (figure 13).

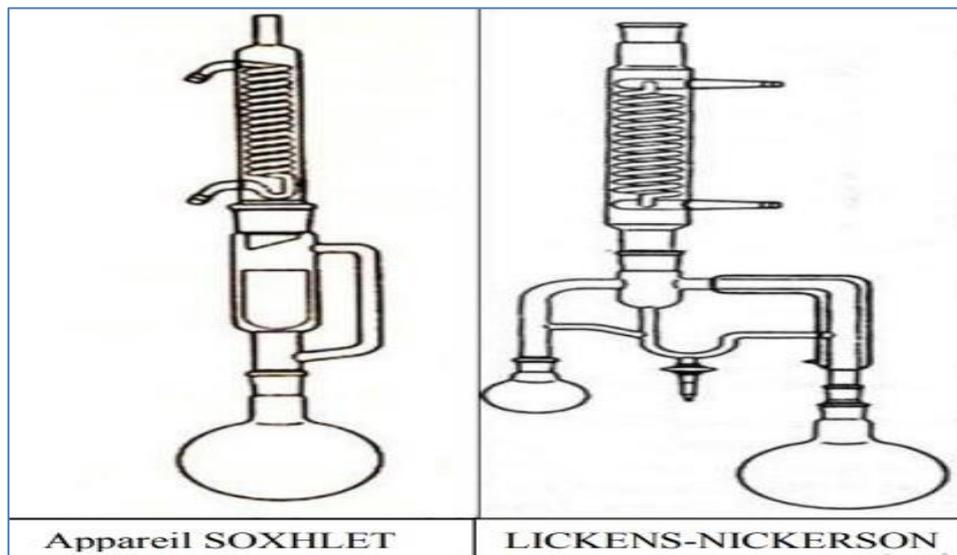


Figure 13 : Montage d'extraction par solvant (El Haib, 2011)

3.6. L'extraction au CO_2 supercritique

Il s'agit du dernier procédé d'extraction à froid de matière végétale à l'aide de dioxyde de carbone : le CO_2 , à des pressions et des températures supérieures à 31°C , le dioxyde de carbone est dans un état "supercritique", et la matière végétale est chargée dans un extracteur, qui est ensuite introduit sous pression et réfrigéré. Recueillir le mélange dans un vase d'expansion. Lorsque la pression y diminue, le CO_2 revient à son état gazeux et est complètement éliminé. L'extrait de plante est séparé et la matière première obtenue est proche du produit naturel d'origine et il n'y a pas de résidu de solvant (figure 14).

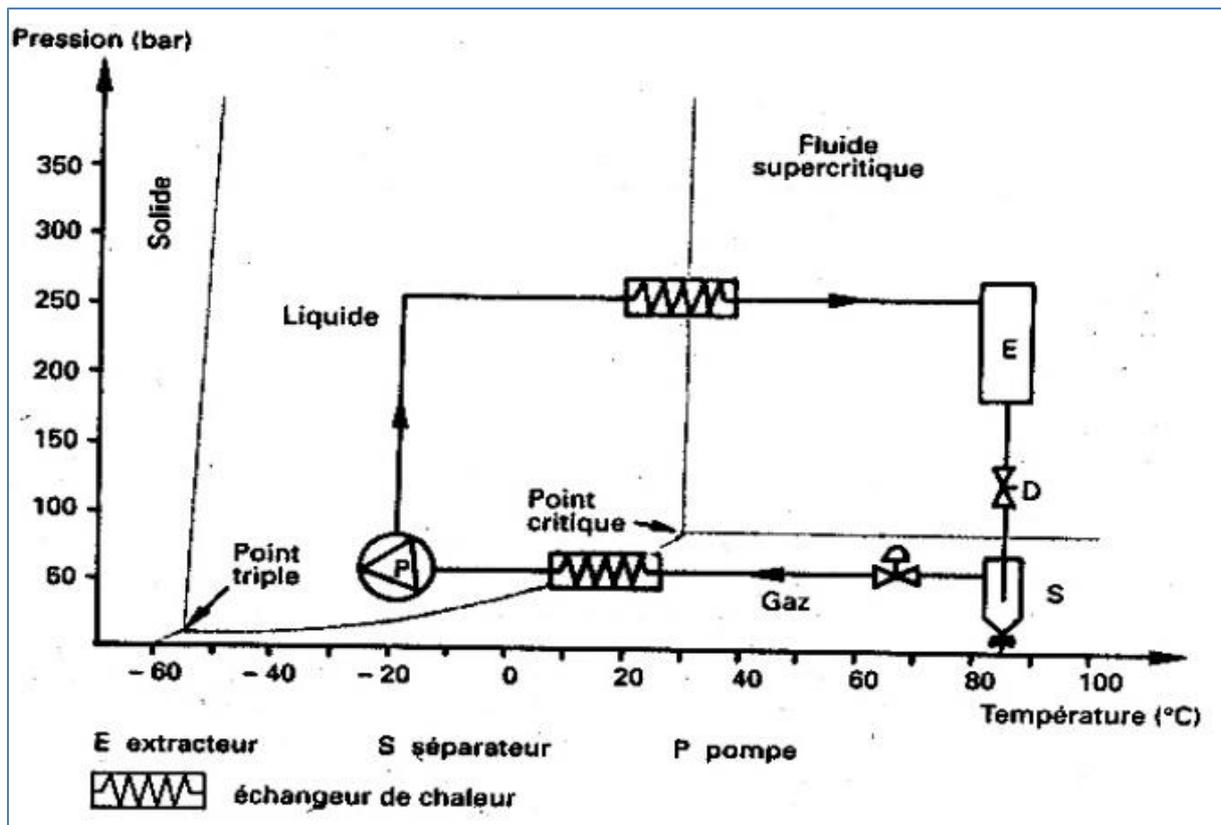


Figure 14 : Schéma de principe d'une extraction par CO₂ supercritique (Pellerin, 2001)

4. Composition chimique des huiles essentielles

Les huiles volatiles sont des mélanges très complexes constitués principalement de monoterpènes et de sesquiterpènes de formule générale (C₅H₈)_n. Les oxygénés dérivés de ces hydrocarbures comprennent les alcools, les aldéhydes, les esters, les éthers, les cétones, les phénols et les oxydes. Il existe plus de 1000 monoterpènes et 3000 sesquiterpènes. Selon Svoboda et Hampson (1999), d'autres composés comprennent le phénylpropane et certains composés contenant du soufre ou de l'azote. La figure 15 montre la structure de certains composants des huiles essentielles.

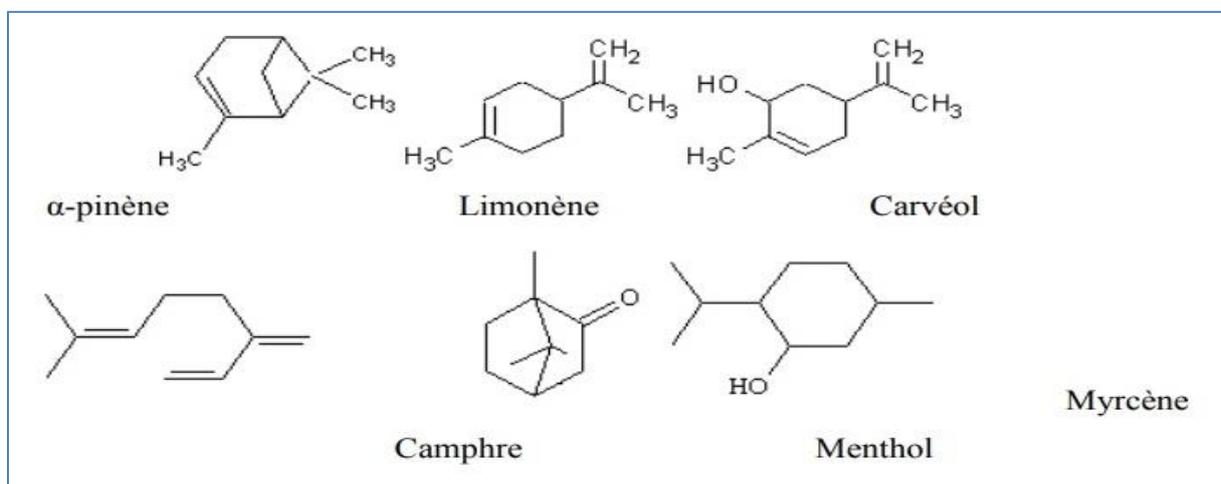


Figure 15: Structure de quelques substances rencontrées dans les huiles essentielles (Herzi, 2013)

5. Localisation et lieu de synthèse

Les huiles essentielles peuvent être stockées dans les feuilles, les fleurs, l'écorce, le bois, les racines, les rhizomes, les fruits et les graines de tous les organes végétaux. La synthèse et l'accumulation sont souvent associées à la présence de structures histologiques spécialisées, généralement localisées sur ou à proximité de la surface de la plante : cellules à l'huile essentielles des Lauraceae ou des Zingiberaceae, poils sécréteurs des Laniiacées, des poches sécrétrices des Myrtaceae ou des Rutaceae, canaux sécréteurs des Apiaceae ou des Asteraceae (Bruneton, 1993). Plusieurs types de tissus sécréteurs peuvent coexister simultanément dans une même espèce et même dans un même organe (Fahii, 1979; Fahn, 1988).

Les trichomes glandulaires sont le principal site de biosynthèse des huiles essentielles (figure16), et les plantes dépourvues de cette structure particulière ne peuvent synthétiser et stocker que des traces de monoterpènes. Par conséquent, la dynamique de développement de ces structures et les processus et mécanismes de sécrétion d'huile ont un impact direct sur la production de l'huile/ le potentiel du système producteur (Sharma et al., 2003).

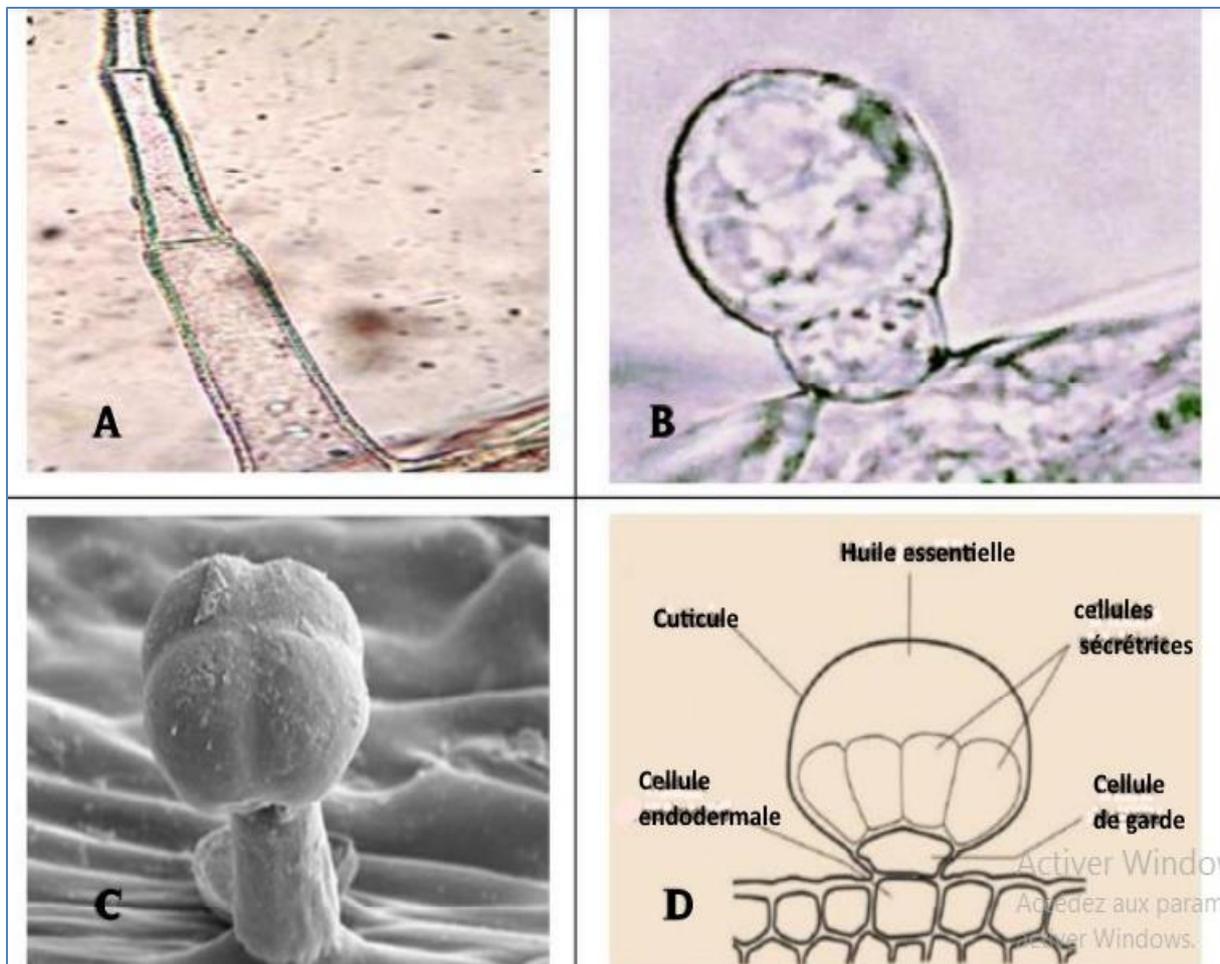


Figure 16 : Diversité des structures de sécrétion des huiles essentielles. (A): poil sécréteur de *Mentha pulegium*, (B): trichome glandulaire de *Mentha pulegium*, (C): trichome glandulaire de *Lippia scaberrima* et (D): structure de trichome glandulaire de *Thymus vulgaris* (Abadlia et Chebbour, 2014)

6. Biosynthèse

Les huiles essentielles sont les produits du métabolisme secondaire des plantes et comprennent généralement :

- Les matériaux volatils synthétisés via le précurseur isopentenyl pyrophosphate (IPP), constitué d'un mélange complexe de mono-sesquiterpènes et de matériaux oxygénés dérivés d'eux.
- Propanoïdes de phényl de la voie acide shikimique, et leurs composants de transformation biologique (Hatanaka et al., 1987).

Les terpènes constituent une famille de produits largement courants dans le règne végétal. Leur particularité structurale la plus importante est la présence dans leur squelette d'une unité isoprénique à cinq atomes de carbone (C₅H₈) reconnue par Wallach dès 1887. Cet isoprène (I) est à l'origine du concept de la "règle isoprénique" affirmée en 1953 par Ruzicka et accomplie par Lynen et al. (1958) et Bloch et al. (1959). Cette règle traite les diphosphates d'isopentényl II (appelés isoprènes actifs) comme de véritables précurseurs des molécules terpéniques ; par conséquent, ils sont également appelés isoprénoïdes.

La voie de synthèse moléculaire la plus communément acceptée pour le dIPP implique la condensation de deux molécules d'acétyl-CoA pour former l'acétoacétyl-CoA (figure 17). La réaction est d'abord catalysée par l'acétoacétyl-CoA thiolase couplée à la quinone Fe(2). La HMG CoA synthétase catalyse ensuite la fixation d'une troisième molécule d'acétyl CoA, produisant la 3-hydroxy-3-méthylglutaryl coenzyme A (HMG CoA). HMG CoA est également un substrat pour 2 autres enzymes spécifiques, la HMG CoA lyase (HMGL) et la 3-méthylglutaryl CoA hydratase (MGH). Cette réaction d'immobilisation de l'acétyl-CoA sur le groupe carbonyle est analogue à la réaction de l'acétyl-CoA entrant dans le cycle de Krebs par condensation sur l'oxaloacétate. L'HMG CoA réductase catalyse la réduction des groupes fonctionnels acides (impliqués dans les liaisons thioester) en alcools et produit du mévalonate.

Le groupe diphosphate est ensuite attaché à la fonctionnalité alcool primaire du mévalonate. Le mévalonate 5-diphosphate ainsi formé va réagir avec une troisième molécule d'ATP ; cette réaction fournit un composé instable qui va se décomposer spontanément en perdant à la fois la fonctionnalité alcool tertiaire et le groupe carbonyle libre. Il en résulte un dérivé à 5 atomes de carbone, l'isopentényl diphosphate (IPP), qui est la forme biologiquement active de la molécule d'isoprène.

L'IPP est l'intermédiaire clé dans la formation des composés terpéniques (figure 18). L'isomérisation de l'IPP en diphosphate de diméthylallyle (DMAPP) constitue la première phase de la formation des diphosphates des prényles. Cette réaction est catalysée par une enzyme hydrosoluble, l'isopentényl diphosphate isomérase (Lamarti et al., 1994; Dudareva et al., 2005).

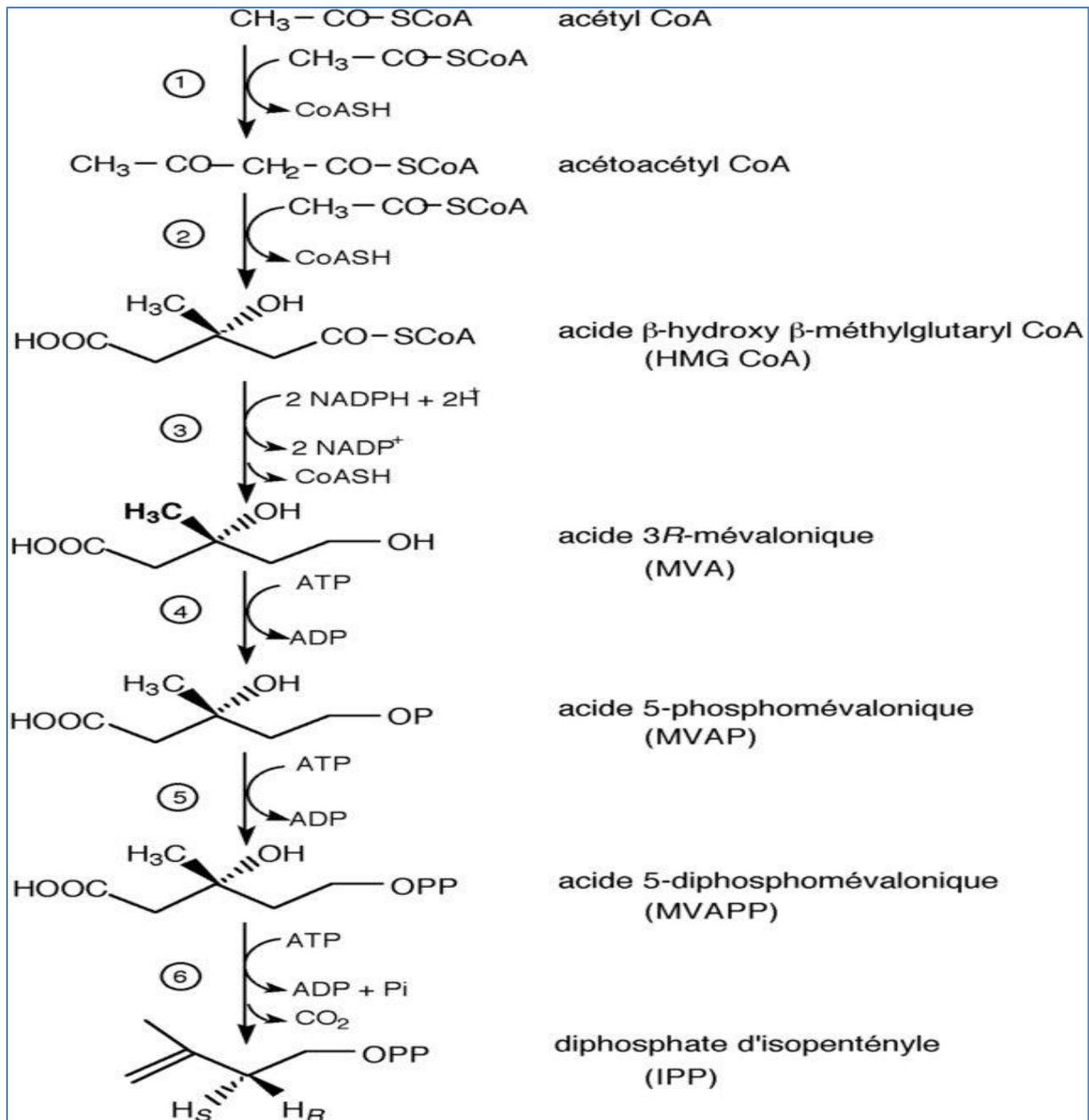


Figure 17 : Principales étapes de la biosynthèse du diphosphate d'isopentényle à partir de l'acétyl CoA (6, 34, 52, etc.) (Lamarti et al., 1994). 1 : acétoacétyl CoA thiolase, 2 : HMG CoA synthétase, 3 : HMG CoA réductase, 4 : mévalonate kinase, 5 : mévalonate 5-phosphate kinase, 6 : mévalonate 5-diphosphate décarboxylase

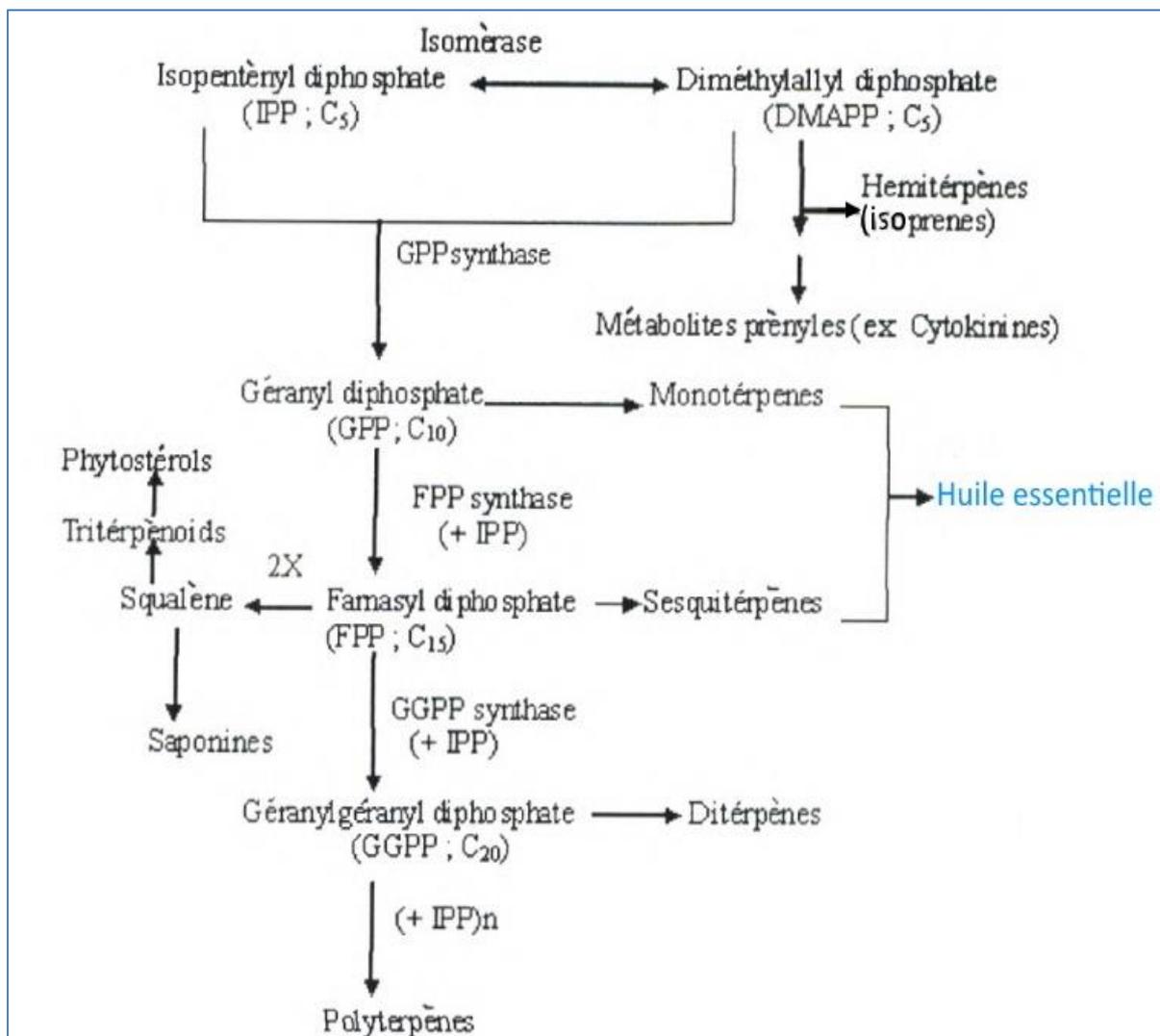


Figure 18 : Synthèse de différentes classes terpéniques chez les plantes (Dubey et al., 2003)

Les terpénoïdes sont classés selon le nombre d'unités isoprène en une série de structures homologues: hémiterpènes C₅ (1 unité isoprène), monoterpènes C₁₀ (2 unités isoprènes), sesquiterpènes C₁₅ (trois unités isoprènes), diterpènes C₂₀ (quatre unités isoprènes), triterpènes C₃₀ (six unités isoprène), tetraterpène C₄₀ (huit unités isoprène), polyterpènes (C₅)_n où n peut être 9-30 000.

La biosynthèse des terpénoïdes implique l'addition de l'unité isoprène avec son isomère pour former le geranyl diphosphate (GPP, C₁₀), condensé avec une autre unité IPP forment le diphosphate de farnésyl (FPP, C₁₅) à l'origine des sesquiterpènes.

La diversification des terpénoïdes vient de précurseurs parentaux compte tenu de la modification structurale par l'oxydation, de la réduction, l'isomérisation, l'hydratation, la conjugaison et/ou d'autres transformations (Dubey et al., 2003).

Systèmes enzymatiques : les systèmes hydrosolubles et membranaires peuvent étendre les chaînes d'isoprène pour générer une gamme complète de composés terpéniques avec 10, 15,

20 et 30 atomes de carbone (figure 18). Les enzymes impliquées sont des isomérases d'une part et une ou plusieurs isoprényltransférases d'autre part (Bruneton, 1993).

Les monoterpènes sont volatils, entraînés à la vapeur d'eau, ont généralement une odeur agréable et représentent l'essentiel des huiles essentielles (Bruneton, 1993).

7. Facteurs influençant la composition

La composition chimique et le rendement des huiles essentielles varient selon diverses conditions : environnement, génotype, origine géographique, période de récolte, séchage, lieu de séchage, température et durée de séchage, parasites, virus et herbes nuisibles (Svoboda et Hampson, 1999 ; Smallfield, 2001). C'est l'effet des huiles résultant de l'action combinée de leurs composés actifs et inactifs, qui peut affecter la biodisponibilité du composé actif, et plusieurs ingrédients actifs peuvent agir en synergie (Svoboda et Hampson, 1999).

Ajouter à la complexité des huiles volatiles (Svoboda et Hampson, 1999), les proportions des différents constituants d'une huile essentielle peuvent varier de façon importante tout au long du développement, aussi les chimiotypes ou races chimiques sont très fréquents chez les plantes aromatiques exemple, on compte pour *thymus villosus* sept chimiotypes différents (Bruneton, 1993).

Les conditions principales requises pour une production rentable en huile essentielle sont: bon matériel végétal, variété de la plante, le sol, équipement de distillation et le climat, (Smallfield, 2001).

8. Activités biologiques des huiles essentielles

Les huiles sont employées pour leur saveur et odeur en industrie des produits naturels et en industrie des parfums (Smallfield, 2001).

Les huiles ont des propriétés antiseptiques pour les poumons (Eucalyptus), dépuratives ou cicatrisantes (Lavande) (Caillard, 2003), activité analgésique (Origan, Thym) (Schwimmlé et al., 2001). Activité antibactérienne et antiparasitaire : Les terpènes ou terpénoïdes ont des effets sur les bactéries, les champignons, les virus et les protozoaires. De 1977 jusqu'au 1999 a été signalé que 60% des dérivés des huiles essentielles examinés sont inhibiteurs de mycètes tandis que 30% inhibent les bactéries. L'acide triterpénoïde bétulinique n'est qu'un des nombreux terpénoïdes qui ont un effet inhibiteur sur le VIH. Le mécanisme de l'action des terpènes n'est pas entièrement compris mais on pense qu'il s'agit de la rupture de la membrane par les composés lipophiles (Cowan, 1999).

Le carvacrol et le thymol possèdent une activité antibactérienne, activité antifongique contre les mycètes phytopathogènes (Schwimmlé et al., 2001), également l'huile essentielle de la Menthe pouliot dont le composé majoritaire est le R (+) Pulégone (82%) est doté d'un fort pouvoir antifongique contre *Penicillium* et *Mucor* (Belghazi et al., 2002).

Le nérolidol, un sesquiterpène actif de la plante de l'Amazonie *Viola surinamensis* possède une activité antimalaria, prouvée par les études de Lopes et al. (1999), dont l'huile essentielle

cause l'inhibition à 100% du développement de l'agent infectieux, cette activité est liée à l'inhibition de la biosynthèse des glycoprotéines.

Chez *Inula helenium* (Elecampane, en anglais), l'alandolactone et son isomère sont les constituants majeurs de l'huile essentielle et ont des propriétés antibactériennes notamment contre *Mycobacterium tuberculosis*, anti-protozoaires contre *Entamoeba histolytica*, qui cause des amibiases et antifongiques contre des pathogènes opportunistes comme certains dermatophytes (Pedneault et al., 2001).

Activité antioxydante : La capacité antioxydante des huiles volatiles est étroitement liée à la teneur totale en phénols (Stefanovits-Bányai et al., 2003). Le carvacrol est l'un des principaux composants de certaines huiles essentielles de Labiata (Lamiaceae) comme l'origan et le thym, et sa teneur peut atteindre 86 %. L'activité antioxydante de ces herbes a été attribuée au carvacrol, au thymol et à un autre phénol (Schwammle et al., 2001).

Chapitre III

Description botanique des
espèces médicinales
étudiées

I. La famille des Lamiaceae

1. Évolution du statut taxonomique

Parmi les classifications basées essentiellement sur des critères morphologiques et anatomiques, celles de Crète (1965) et de Cronquist sont les plus utilisées. Cependant, les classifications classiques ont été révisées en 2003 par APG II (Angiosperm Phylogenetic Group II), cela traduit les efforts faits en systématique pour tenir compte des dernières avancées en biologie moléculaire. Selon ces classifications, la famille des Lamiaceae est classée dans le tableau 3.

Tableau 3: Évolution du statut taxonomique de la famille de Lamiaceae

Classification classique Crète, 1965	Classification classique Cronquist, 1969	APG II (Angiosperm Phylogenetic Group II), 2003
	Domaine: Eucaryotes	
Règne: Végétal	Règne: Végétal	Règne: <i>Plantae</i>
	Division: <i>Magnoliophyta</i>	Embranchement: Spermaphytes
		Sous embranchement: Angiospermes
Classe: <i>Magnoliopsida</i>	Classe: <i>Magnoliopsida</i>	Classe: Eudicotylédones
Sous classe: Gamopétales	Sous – classe: Astéridées	Sous classe: <i>Asteridae (Euasteridae I)</i>
Série: Hypogynes		
Sous série: Isostémones		
Ordre: Lamiales	Ordre: Lamiales	Ordre: Lamiales
Famille: Labiées	Famille: Lamiacées	Famille: <i>Lamiaceae</i>

2. Caractéristiques morphologiques et botaniques des Lamiacées (Les Labiées)

Selon Judd et al. (2002), les Lamiacées comprennent 258 genres et 6970 espèces dont l'aire de dispersion est extrêmement étendue, mais avec une prépondérance pour les régions méditerranéennes: sauges, thyms, lavandes, romarins, caractérisent la flore des garrigues. Cette famille est exceptionnellement homogène: une Labiée est extrêmement facile à reconnaître.

Habitus : herbes ou arbustes, plantes aromatiques, jeunes tiges velues, glanduleuses, tétraogonales.

Feuilles : opposées-décussées, parfois verticillées, simples, parfois composées, dépourvues de stipules, adaptation des feuilles aux climats secs caractérisée par un limbe coriace, réduit et des poils sécréteurs.

Inflorescence : cymes terminales ou axillaires, condensées en verticille, parfois on observe des fleurs solitaires.

Fleur: calice régulier, parfois bilabié, généralement persistant. Corolle tubuleuse, souvent bilabiée, la lèvre inférieure a trois lobes, la supérieure a deux lobes. Disque nectarifère à la base de l'ovaire. Etamines généralement didynames, parfois deux fertiles et deux staminodiales, insérées sur la corolle ; anthères à déhiscence longitudinale ; connectif parfois

élargie. Ovaire supère bicarpellé ; carpelles divisés par une fausse cloison, formant quatre loges uniovulées ; style gynobasique, parfois terminal ; deux stigmates. Placentation axile ; un ovule solitaire par lobe, anatropé, unitégumenté.

Fruit: tétrakène formé par quatre nucules, parfois drupe. Graine avec un embryon droit, peu ou pas d'albumen (Spichiger et al., 2004).

3. Distribution et intérêt de la famille des Lamiacées

3.1. Distribution

Les Lamiacées sont cosmopolites, mais leur concentration en région méditerranéenne est très importante. Ce sont généralement des plantes en milieu ouvert (Spichiger et al., 2004).

3.1.1. Les principaux genres dans le monde

D'après Judd et al. (2002), les genres les plus importants selon le nombre d'espèces incluses sont: *Salvia* (800 spp.), *Hyptis* (400), *Clerodendrum* (400), *Thymus* (350), *Plectranthus* (300), *Scutellaria* (300), *Stachys* (300), *Nepeta* (250), *Vitex* (250), *Teucrium* (200), *Premna* (200) et *Callicarpa* (140). Un grand nombre de genres existe aux États-Unis continentaux et/ou au Canada ; outre ceux qui sont énumérés ci-dessus, on peut citer parmi les plus représentatifs : *Agastache*, *Ajuga*, *Collinsonia*, *Dicerandra*, *Dracocephalum*, *Glechoma*, *Hedeoma*, *Hyssopus*, *Lamium*, *Leonurus*, *Lycopus*, *Mentha*, *Monarda*, *Physosregia*, *Piloblephis*, *Prunella*, *Pycnanthemum*, *Pycnostachys*, *Satureja* et *Trichostema*.

3.1.2. Genres présents en Algérie

En Algérie, 24 genres sont répertoriés : *Mentha*, *Thymus*, *Lavandula*, *Prasium*, *Ajuga*, *Teucrium*, *Rosmarinus*, *Lamium*, *Phlomis*, *Ballota*, *Stachys*, *Salvia*, *Nepeta*, *Pitardia*, *Prunella*, *Cleonia*, *Marrubium*, *Sideritis*, *Melissa*, *Ziziphora*, *Satureja*, *Origanum*, *Thymbra* et *Lycopus* (Valdès et al., 2002).

3.2. Intérêt

Les lamiacées se caractérisent par des processus thermiques qui pénètrent en profondeur et conduisent à la production de « substances caloriques » : huiles ou essences éthérées dans les plantes et huiles grasses dans les graines. L'inhibition des processus floraux et la production d'arômes ont lieu dans les régions de la tige et des feuilles. Les lamiacées ont également leurs propres processus d'hydrocarbures intenses qui produisent des sucres et des amidons facilement digestibles : les galactanes (en particulier dans le genre *Stachys*) (Pelikan, 2003).

A. L'espèce *Mentha pulegium* L.

a. Description morphologique

Herbe vivace à tiges feuillées et fleuries presque à partir de la base, jusqu'au sommet; feuilles opposées, ovales lancéolées et munies d'un court pétiole; inflorescences en sous-groupes verticillés presque globuleux, plus ou moins espacés le long de la tige (figure 19). Les fleurs, qui apparaissent l'été, de juillet à fin septembre, sont de couleur bleu violacé claire, rose ou mauve ; son odeur aromatique rappelant la menthe poivrée (Gamisans et Jeanmonod, 1993 ; Baba Aissa, 1999).



Figure 19 : *Mentha pulegium* L. (Cliché Hadj ali, forêt de Zemmoura, Relizane, Février, 2019)

La menthe pouliot (*Mentha pulegium* L.), appelée localement « Fliou », est également appelée pouliot, pouliot royal, herbe aux puces, chasse puce, herbe de Saint Laurent. Elle pousse dans les lieux humides des plaines et des montagnes (Mossaddak, 1995).

Le spécimen de *Mentha pulegium* L. récolté dans la forêt de Zemmoura, Relizane (figure 20), a été préparé, soumis et confirmé à l'herbier du laboratoire LRSBG (Département de biologie, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université de Mascara, Algérie).



Figure 20 : Forêt de Zemmoura, Relizane (conservation des forêts de Relizane, 2019)

b. Distribution géographique

Mentha pulegium L. est une espèce généralement connue sous le nom de pennyroyal. C'est une plante indigène de l'Europe, l'Afrique du Nord et dans l'Asie Mineure et le proche Orient (Chalchat et al., 2000), assez commune surtout dans le Tell (Quézel et Santa, 1963).

c. Les composés chimiques

Huile essentielle : elle contient de la pulégone, de l'isopulégone, du menthol, du limonène... (Baba Aissa, 1999).

Le composant majoritaire de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* L. de l'Algérie est la pulégone (87,3%) (Beghidja et al., 2007); de Bulgarie : la pulégone (42,9- 45,4%) (Stoyanova et al., 2005); d'Uruguay ; la pulégone (73,4%) et l'isomenthone (12,9%) (Lorenzo et al., 2002); d'Egypte ; la pulégone (43,5%) et la piperitone (12,2%) (EL-Ghorab, 2006); de Tunisie : la pulégone (41,8%) et l'isomenthone (11,3%) (Mkaddem et al., 2007). Ces études ont montré trois chémotypes de *Mentha pulegium* L. avec les principaux composants de l'huile : (1) la pulégone, (2) piperitenone et/ou piperitone et (3) isomenthone/neoisomenthol (Topalov et Dimitrov, 1969; cook et al., 2007).

Dérivés d'acides hydroxycinnamiques : ≈5%, composés surtout d'acide rosmarinique (≈ 3%) (Lamison et al., 1990).

Flavonoïdes : diosmine, hespéridine (List et al. 1980).

Tanins (Baba Aissa, 1999).

d. Propriétés et usages

Les feuilles et la corolle de *Mentha pulegium* L. sont des antiseptiques et ont été utilisées pour traiter le rhume, l'empoisonnement, la sinusite, le choléra, la bronchite et la tuberculose (Zargari, 1990), elles sont aussi des antioxydants (EL-Ghorab, 2006).

Cette espèce est très utilisée pour soigner les rhumes, les maux de gorge, la toux et les infections pulmonaires; elle est aussi un excellent digestif (Bellakhdar, 1997 ; Hmamouchi, 2001 ; Hadj ali et al., 2022).

L'huile essentielle de *M. pulegium* L. possède une activité antibactérienne (Mahboubi et Haghi, 2008 ; Hajlaoui et al., 2009 ; Derwich et al., 2010).

L'odeur agréable du pouliot semble déplaire à certains parasites, et son pouvoir insecticide est bien établi. Autrefois, on se brûlait dans des locaux infestés par les puces, et on l'utilisait aussi sous forme de lotion, sur le pelage des animaux domestiques pour les débarrasser de ces nuisibles parasites (Baba Aissa, 1999).

La menthe pouliot est surtout employée en Italie, par exemple pour agrémenter les farces et les pâtés relevés. Elle est également recommandée pour assaisonner le boudin ou les saucisses aux herbes (Callery, 1997). En Algérie on l'apprécie beaucoup, si bien qu'on s'en sert pour préparer un plat traditionnel: le ragoût de pomme de terre au pouliot « batatafliou » (Baba Aissa, 1999).

B. L'espèce *Mentha spicata* L.

a. Description morphologique

Mentha spicata L. est une plante herbacée vivace à rhizome atteignant 30- 100 cm de hauteur. Les tiges sont dressées, à quatre angles, ramifiées et glabres. Les feuilles sont ovales à lancolées, de 2 à 7 cm de long avec des bords dentés. Les inflorescences sont denses, terminales, de 3 à 12 cm de long et de 5 à 10 mm de large (figure 21). Les fleurs pédicellées en épis élançés sont interrompues, roses ou blanches (Klinkenberg, 2010). L'espèce de menthe verte (*M. spicata* L.) est cultivée commercialement dans le monde entier pour être utilisée comme aromatisants pour les aliments et les médicaments (Abbaszadeh et al., 2009).



Figure 21 : *Mentha spicata* L. (Cliché Hadj ali, forêt de Belhacel, Relizane, Août, 2019)

Le spécimen de *Mentha spicata* L. récolté la forêt de Belhacel, Relizane (figure 22), a été préparé, soumis et confirmé à l'herbier du laboratoire LRSBG (Département de biologie, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université de Mascara, Algérie).



Figure 22 : Forêt de Belhacel, Relizane (conservation des forêts de Relizane, 2019)

b. Distribution géographique

Mentha spicata L. est originaire d'Asie occidentale tempérée (Liban, Syrie, Turquie, Chypre) et d'Europe du Sud-Est (ex : Yougoslavie, Albanie, Bulgarie, Grèce, Italie) (Carlier-Loy, 2015). Elle a été naturalisée dans de nombreux pays tempérés d'Asie, d'Europe (dont la France), du Brésil et d'Argentine. Elle pousse aux États-Unis, en Chine, en Turquie, au Japon, en Inde, au Pakistan, en Australie, en Nouvelle-Zélande, en Russie et au Canada. Elle croît dans des conditions humides, ensoleillées à mi-ombragées.

c. Les composés chimiques

Huile essentielle

Mentha spicata L. contenant environ 67,2 % de monoterpènes oxygénés, 7,5 % d'hydrocarbures sesquiterpéniques, 20,8 % d'hydrocarbures monoterpéniques, 1,2 % de sesquiterpènes oxygénés et 1,7 % d'autres composés ont été identifiés (Bardaweel et al., 2018). Parmi les monoterpènes, la carvone (22 % à 73 %) et le limonène (8 % à 31 %) sont les principaux constituants. Certains auteurs ont déclaré que l'arôme et la saveur de *M. spicata* L. sont dus à la présence de carvone (Hussain et al., 2010).

Le composant majoritaire de l'huile essentielle de *Mentha spicata* L. de l'Algérie est la carvone (48.5%) et le limonène (20.8%) (Brahmi et al., 2016). La pipéritone (81,18 %) et l'oxyde de pipériténone (94,8 %) étaient les principales huiles essentielles de *M. spicata* L. au Brésil (Sartoratto et al., 2004 ; Teixeira et al., 2014). *M. spicata* L. d'Iran a montré que l'isomenthone est le composant principal (39,1 %) (Zeinali et al., 2005). La menthone (62%), l'isomenthone (17%), le terpinène-4-ol (5) et le 1,8-cinéole (2%) ont été documentés comme les principaux constituants de *M. spicata* L. (Baser et al., 1999). Rasoli et al. (2008) ont examiné le profil des huiles essentielles de *M. spicata* d'Iran et ont signalé le limonène (48 %)

et la pipérotine (20,27 %) comme constituants importants. Pendant ce temps, 35 composition chimique a été documentée dans l'huile essentielle de *M. spicata* L., représentant environ 86,7% de linalol, 3,0% de germacrène D, 1,8 de β -caryophyllène et 1,1% de néo-dihydrocarvéol comme majeur (Kofidis et al., 2004).

Acides phénoliques

Les acides phénoliques sont l'un des composés actifs les plus importants de toute la plante. Des recherches antérieures sur *M. spicata* L. ont suggéré la présence d'acide rosmarinique et d'acide caféique comme principaux métabolites (Bahadori et al., 2018). L'acide chlorogénique a été isolé de *M. spicata* L. (Fatiha et al., 2015 ; Igoumenidis et al., 2016).

Flavonoïdes

Erenler et al. (2018) ont isolé quatre flavonoïdes des parties aériennes de *M. spicata* L. à l'aide d'une solution aqueuse et les ont identifiés par RMN, LC-TOF/MS et HPLC. L'apigénine a été identifiée par HPLC à partir de *M. spicata* L. (Dorman et al., 2003 ; Bimakr et al., 2011). La HPLC réalisée sur l'extrait éthanolique des feuilles a permis l'isolement et l'élucidation de la Diosmine et de la Lutéoline (Fatiha et al., 2015). Des composés de cirsilineol desmethylnobiletin thymusin ont également été retrouvés dans un extrait éthanolique de feuilles de cette plante (Voirin et al., 1999). La sidéritoflavone et la thymonine ont également été identifiées et quantifiées à partir des feuilles de *M. spicata* L. (Yamamura et al., 1998 ; Voirin et al., 1999).

Lignanes

Deux nouveaux lignanes nommés spicatolignan A et spicatolignan B ont été séparés de *M. spicata* L. (Zheng et al., 2007).

d. Propriétés et usages

Mentha spicata L. est une herbe ethnobotanique utilisée pour traiter une variété d'infections et de maladies. Bien que plusieurs types de recherche pharmacologique aient été effectués sur la base des constituants qui s'y trouvent. Beaucoup peuvent encore être étudiés et utilisés à des fins thérapeutiques. Elle possède aussi de nombreuses activités biologiques, antibactérienne, antifongiques, Anti-oxydantes, larvicides, anti-diabétiques, anticancéreuses, anti-inflammatoire et anti-nociceptive, hépatoprotectrice, antipyrétique, Évaluation psychopharmacologique, Amélioration des effets d'apprentissage et de mémoire, Potentiel antigénotoxique et Activité anti-androgène (Arumugam et Ramesh, 2009 ; Govindarajan et al., 2012 ; Yousuf et al., 2013 ; Zaidi and Dahiya, 2015 ; Alaklabi et al., 2016 ; Farr et al., 2016 ; Bayan et al., 2017 ; Ataabadi et al., 2017 ; Ben Saad et al., 2018 ; Wu et al., 2019 ; Bardaweel et al., 2018 ; Kehili et al., 2020).

C. L'espèce *Thymus vulgaris* L.

a. Description morphologique

Thymus vulgaris L. est une plante aromatique de 7 à 30 cm de hauteur à tiges arrondies ligneuses. Ses feuilles sont très petites, ovales, lancéolées, à bord roulé en dessous (figure 23). Les fleurs sont roses à blanches, de 4 à 6 mm de longueur (Fernandez, 2003).

Le spécimen de *Thymus vulgaris* L. récolté dans la forêt de Ramka, Relizane (figure 24), a été préparé, soumis et confirmé à l'herbier du laboratoire LRSBG (Département de biologie, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université de Mascara, Algérie).

Thymus vulgaris L. se présente toujours dans un état sauvage en plaines et collines (Kaloustian et al., 2003). Cette espèce spontanée croit abondamment dans les milieux arides, caillouteux et ensoleillés des bords de la mer à la montagne (Poletti, 1988).



Figure 23 : *Thymus vulgaris* L. (Cliché Hadj ali, forêt de Ramka, Relizane, Février, 2019)



Figure 24: Forêt de Ramka, Relizane (conservation des forêts de Relizane, 2019)

b. Distribution géographique

Thymus vulgaris L. est une herbe éternelle indigène de la région méditerranéenne occidentale et en Italie méridionale (Özcan et Chalchat, 2004). Elle est maintenant cultivée partout dans le monde comme thé, épice et plante médicinale (Kitajima et al., 2004).

c. Les composés chimiques

Thymus vulgaris L. est très riches en constituants:

Huile essentielle

La teneur en huile essentielle de la plante varie de 5 à 25 ml/Kg et sa composition fluctue selon le chémotype considéré (Bruneton, 1999) ; 30 composés ont été identifiés et caractérisés, les plus abondants sont respectivement : thymol (44,4-58,1 %), p-cymène (9,1-18,5 %), γ -terpinène (6,9-18,0 %), carvacrol (2,4- 4,2 %), linalol (4,0-6,2 %). L'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L. est caractérisé par sa teneur élevée du thymol (Guillén et Manzanos, 1998; Balladin et Headley, 1999; Hudaib et al., 2002).

Phénols totaux

Acide rosmarinique, Acide caféïque, Acide p-hydroxybenzoïque (Kulišić et al., 2006).

Flavonoïdes

Acacétine, Hispiduline, Cirsimaritine, Xanthomicrol, Scutellarine, Cirsilinéol, Thymonine, 8-méthoxycirsilinéol, Kampférol, Quercétine, Rutine (Regnault-Roger et al., 2004).

Vitamines

La composition en vitamines révèle la présence de la vitamine E (I-tocophérol) (4,4 mg/Kg) (Guillén et Manzanos, 1998).

Monoterpènes

(R)-p-cymen-9-yl β -D-glucopyranoside, 2- β -D-glucopyranosylthymoquinols, 5- β -D-glucopyranosylthymoquinols, (-)-angelicoidenol- β -D-glucopyranoside (Takeuchi et al., 2004).

Chez *Thymus vulgaris* L. de la Méditerranée occidentale on trouve sept chimiotypes différents (à thymol, à carvacrol, à géraniol, à linalol, à terpinéol, à trans-4- thuyanol, à cis-8-myrcénol et à cinéol) (Bruneton, 1999).

d. Propriétés et usages

Thymus vulgaris L. est largement répandue dans la médecine traditionnelle dans les traitements des gastroentérites et les affections broncho-pulmonaires. Elle possède aussi de nombreuses activités biologiques, antiseptique, antispasmodique (Vanaclocha et Cañigueral, 2003), expectorant, diurétique, stomachique, vermifuge (Hmamouchi, 1999), antioxydante (Viuda-Martos et al., 2010) et antimicrobienne (Kon et Rai, 2012).

Elle est utilisée pour le traitement des Parodontopathies : tuméfaction gingivale (77,7%), mauvaise haleine (63,1%) et saignement, gingival (75,7%) (Guessous, 2013) et contre les maladies du système digestif, respiratoire et du système cardio-vasculaire et les maladies rhumatologiques (Zeggwagh et al., 2013).

L'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L. est utilisée dans les industries alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques (Jordán et al., 2006).

En Europe et aux Etats-Unis, l'épice *Thymus vulgaris* L. est cultivé et utilisé dans l'assaisonnement des poissons, volailles, des potages et des légumes (Özcan et Chalchat, 2004).

II. La famille des Apiaceae

1. Évolution du statut taxonomique

Le nom commun d'Apium (connu dans l'Antiquité sous le nom de céleri) a été utilisé pour la première fois par Pline l'Ancien vers 50 après JC. Désigne des plantes semblables au céleri (Gledhill, 2008). Les ombellifères, décrites pour la première fois par le botaniste John Lindley en 1836, ont un nom latin dérivé du nom du genre Umbellifera, suffixé par -aceae, le féminin pluriel du latin -aceus "similaire" (Savory, 1962).

Les ombellifères (du latin umbella, parasol de umbra ombre) est un autre nom de cette famille, basé sur la structure des inflorescences disposées en ombelles qui leur donnent l'apparence de parasols. Cependant, le nom n'est pas basé sur le genre, mais sur la nomenclature végétale préférée de la famille des ombellifères, qui selon la Nomenclature Botanique Internationale (Umbelliferae) fait partie d'un nom dit conservateur, c'est-à-dire d'utilisation "conservation à long terme".

En 1672, le botaniste Robert Morison publie un livre sur les Ombellifères, la première monographie consacrée à la famille des plantes, intitulée *Plantarum umbelliferarum distribution nova* (Hutchinson, 1959).

2. Caractéristiques morphologiques et botaniques des Apiacées

Les ombellifères, également appelées ombellifères, représentent des plantes à fleurs telles que le céleri, la coriandre, le cumin, le fenouil, l'aneth, le fenouil, le persil ou les carottes. C'est une grande famille de 3700 espèces regroupées en 434 genres qui poussent dans les régions tempérées du globe (Magee et al., 2010). Les ombellifères sont représentées par quelques arbres et arbustes, mais surtout par des herbes annuelles, bisannuelles ou vivaces. Les feuilles des Ombellifères sont charnues, parfois fermes et disposées en alternance (Rameau et al., 1989). Le broyage des feuilles libère souvent une odeur parfumée ou nauséabonde. Les fleurs sont hermaphrodites, disposées en ombelles, constituées de 5 pétales. La pollinisation est effectuée par des mouches, des moustiques, des coléoptères ou des abeilles. Le fruit obtenu n'est pas charnu, les graines sont alors dispersées par le vent (Botineau, 2010).

3. Distribution

La famille des Apiacées est présente sur tous les continents habités, mais surtout dans les régions tempérées, notamment dans l'Ancien Monde. Elle est plus fréquente dans les régions montagneuses tempérées et relativement rare dans les régions tropicales (Filliat, 2012).

Ces genres sont répartis sur plusieurs continents, le continent asiatique prédominant (Djarri, 2011).

Tableau 04 : Répartition mondiale des genres d'Apiaceae (Heywood, 1996)

Continent	Genres	Endémiques
Afrique	126	50
Amérique	197	52
Asie	265	159
Australie	36	11
Europe	139	29

4. Genres présents en Algérie

Les Apiacées occupent une place importante dans la flore algérienne où ils sont représentés par 56 genres, 130 espèces (dont 24 endémiques) et 26 sous espèces (Quezel et Santa, 1963).

Tableau 05 : Genres d'Apiaceae rencontrés en Algérie (Quezel et Santa, 1963)

N°	Genre	Nombre d'espèce	Nombre de sous espèces	Espèces endémiques
1	<i>Ammi</i>	2		
2	<i>Ammiopsis</i>	1		
3	<i>Ammodaucus</i>	1		
4	<i>Ammoides</i>	2		1 (<i>A. atlantica</i>)
5	<i>Anethum</i>	1		
6	<i>Anthriscus</i>	2		
7	<i>Apium</i>	1		
8	<i>Bifora</i>	1		1 (<i>B. glaberrima</i>)
9	<i>Balansaea</i>	1		
10	<i>Brachyapium</i>	2		
11	<i>Bunium</i>	7		4 (<i>B. fontanesii</i> , <i>B. chaberti</i> , <i>B. elatum</i> , <i>B. crassifolium</i>)
12	<i>Bupleurum</i>	14		5 (<i>B. plantagineum</i> , <i>B. atlanticum</i> , <i>B. montanum</i> , <i>B. balansae</i> , <i>B. oligactis</i>)
13	<i>Capnophyllum</i>	1		
14	<i>Carum</i>	2		2 (<i>C. montanum</i> , <i>C. foetidum</i>)

15	<i>Caucalis</i>	4		1 (<i>C. bifrons</i>)
16	<i>Chaerophyllum</i>	1		
17	<i>Conium</i>	1		
18	<i>Conopodium</i>	1		
19	<i>Coriandrum</i>	1		
20	<i>Crithmum</i>	1		
21	<i>Cuminum</i>	1		
22	<i>Danaa</i>	1		
23	<i>Daucus</i>	1	8	1 (<i>D. reboudii</i>)
24	<i>Echinophora</i>	1		
25	<i>Elaeoselinum</i>	2		
26	<i>Eryngium</i>	7		
27	<i>Ferula</i>	5		2 (<i>F. Cossoniana</i> , <i>F. vesceritensis</i>)
28	<i>Foeniculum</i>	1	3	
29	<i>Helosciadium</i>	3		
30	<i>Heracleum</i>	1	2	
31	<i>Hippomarathrum</i>	1	2	
32	<i>Hohenackeria</i>	2		
33	<i>Hydrocotyle</i>	1		
34	<i>Kundmannia</i>	1		
35	<i>Magydaris</i>	2		
36	<i>Malabaila</i>	1	1	
37	<i>Margotia</i>	1		
38	<i>Oenanthe</i>	6		1 (<i>Oe. Virgata</i>)
39	<i>Orlaya</i>	3		
40	<i>Petroselinum</i>	1		
41	<i>Peucedanum</i>	3		1 (<i>P. munbyi</i>)
42	<i>Physocaulos</i>	1		
43	<i>Pimpinella</i>	2		1 (<i>P. battandieri</i>)
44	<i>Pituranthos</i>	4	5	4 (<i>P. reboudii</i> , <i>P. scoparius</i> , <i>P. battandieri</i> , <i>P. chloranthus</i>)
45	<i>Reutera</i>	1		
46	<i>Ridolfla</i>	1		
47	<i>Sanicula</i>	1		
48	<i>Scandix</i>	3	2	
49	<i>Seseli</i>	4		
50	<i>Sison</i>	1		
51	<i>Smyrnum</i>	2		
52	<i>Thapsia</i>	3		
53	<i>Tinguarra</i>	1		

54	<i>Tordylium</i>	1		
55	<i>Torilis</i>	2	3	
56	<i>Turgenia</i>	1		

5. Intérêt

Les plantes de cette famille ont une variété d'applications dans la nutrition, les boissons et les parfums, la médecine et les cosmétiques, ainsi que les insectifuges et les produits industriels. En outre, ils sont largement utilisés comme thérapies traditionnelles pour le traitement de diverses maladies, telles que les maladies gastro-intestinales, reproductives et respiratoires (Aćimović et al., 2015 ; Sayed-Ahmad et al., 2017).

A. L'espèce *Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr.

a. Description morphologique

Selon Bekhechi et al. (2010), l'*Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. est botaniquement connu sous plusieurs synonymes: *A. verticillata* (Desf.) Briq.; *Carum ammoides* (L.) Ball; *C. copticum* (L.) Benth. & Hook.; *Petroselinum ammoides* (W. D. J. Koch) Rchb.f.; *P. ammoides* (L.) Koch; *P. verticillata* Desf. ex. Duby; *Trachyspermum ammi* (L.) Sprague ex. Turill.; et *T. copticum* (L.) Link.



Figure 25 : *Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. (Cliché Hadj ali, forêt de Souk El Had, Relizane, Août, 2019)

Le spécimen d'*Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. récolté dans la forêt de Souk El Had, Relizane (figure 26), a été préparé, soumis et confirmé à l'herbier du laboratoire LRSBG (Département de biologie, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université de Mascara, Algérie).



Figure 26 : Forêt de Souk El Had, Relizane (conservation des forêts de Relizane, 2019)

L'*Ammoides pusilla* est une plante annuelle, de 15 à 35 cm de long (figure 25), givrée, à racine rotative allongée; tige dressée, striée, élancée, à nombreuses branches étalées; feuilles racinaires pinnatifides, à 3 -5 lobes trilobés étroits et rapprochés, tiges découpées en capillaires en verticilles ; ombelles petites, courbées avant la floraison, à 6-12 capillaires, de longueur très inégale, très courtes à l'intérieur ; feuilles zéro enroulées ; involucre à 5 folioles inégales, 3 soies, dont 2 en cuillère et aristées ; style prévenant, équivalent au stigmate ; petit fruit ovoïde (Benoît., 2012).

b. Distribution géographique

L'*Ammoides pusilla* (ou *verticillata*) est largement répandu dans les régions d'Europe méridionale et centrale, ainsi que dans les régions de la Méditerranée et de l'Afrique du nord. La plante est assez commun dans le nord de la Méditerranée, bien que très local en Afrique du Nord et rare dans certaines régions. Les habitats typiques comprennent les pâturages, les berges, les terres non cultivées; champs rudéraux, plaine de montagne, berges de rivières, bordures d'étangs, lits de rivières, oliveraies, sous-bois clairs, fossés, terrains vagues, lieux pierreux, défrichements forestiers, pâturages de basse montagne, forêts, bords de côte, collines escarpées et forêt méditerranéenne. L'*Ammoides pusilla* est une plante à feuilles caduques thérophyte, qui croît dans les sols argileux et calcaires et sur des substrats profonds, humides à bien alcalinisés, humides à bien drainés. L'espèce préfère les habitats mi-ombragés à ouverts, fleurit de mai à juillet et pousse dans des climats subhumides à subarides et arides (Quezel et Santa., 1963 ; Bendjabeur, 2019).

c. Les composés chimiques

Les composés majoritaires de l'huile essentielle d'*Ammoides pusilla* sont : le thymol, le limonène, le γ -terpinène, le ρ -cymène et le carvacrol, (Nigram et al., 1963 ; Balbaa et al., 1973 ; Karim et al., 1979 ; Gersbach et Reddy, 2002 ; Khajeh et al., 2004 ; Bekhechi, 2009).

Le criblage phytochimique des parties aériennes (tige, fleurs) a révélé une richesse en composés phénoliques : (polyphénols, tanins catéchiques, flavonoïdes, flavonoïdes libres (flavones), leucoanthocyanes, coumarines, anthocyanes et quinones libres), en composés terpéniques : (saponosides, stéroïdes, stérols triterpènes et huiles essentielles), en composés azotés (alcaloïdes), ainsi qu'en caroténoïdes (Oumessaad et al., 2011 ; Daira et al., 2016).

d. Propriétés et usages

Les qualités thérapeutiques d'*Ammoides pusilla* sont connues depuis les plus anciens dans la médecine populaire locale. Cette plante possède des caractéristiques précieuses et jouit d'une grande popularité (Sijelmassi, 1991). Par ailleurs, Merad-Chiall (1973) avance que l'infusion d'*Ammoides pusilla* est utilisée comme antipyrétique, rafraîchissante et antispasmodique (surtout conseillée dans les spasmes gastro-intestinaux). En outre, Ziyat et al. (1997) avancent que *Ammoides pusilla* est une plante aromatique utilisée comme fébrifuge, conseillée contre la grippe, et possède des propriétés thérapeutiques contre l'hypertension et/ou diabète.

Chapitre IV

Activités biologiques des plantes médicinales

I. Activités anti-oxydantes

L'oxygène est un élément essentiel pour la vie, responsable du fonctionnement normal de tout le système aérobie. Par contre l'O₂ est responsable d'un nombre de processus d'oxydation suivi de mauvaises conséquences comme le stress oxydatif (Garcia-Plazaola et al., 1999), la détérioration de la qualité des aliments ainsi que le désordre de la santé humaine qui est relié à l'oxydation des molécules biologiques (Ramarathnam et al., 1995).

1. Les radicaux libres et le stress oxydatif

Les radicaux libres, les molécules pro-oxydantes ou les espèces réactives de l'oxygène sont des espèces chimiques (atomes ou molécules) qui ont un seul électron (ou électron non apparié) dans leur enveloppe externe (Toussaint, 2008). Leur principal danger vient des dommages qu'ils peuvent causer lorsqu'ils réagissent avec des composants cellulaires importants tels que l'ADN ou les membranes cellulaires, avec le risque d'une prolifération cellulaire anormale, entraînant un dysfonctionnement ou la mort cellulaire, le cancer. Des radicaux libres nocifs sont produits dans l'organisme au cours du métabolisme normal, mais encore plus lorsqu'ils sont exposés à diverses agressions environnementales (maladies infectieuses, pollution, fumée de cigarette, radiations) (Tanguy, 2009).

Le stress oxydatif survient lorsque l'équilibre est perturbé au profit des radicaux libres. Cependant, une surproduction de ces molécules réactives ou des mécanismes antioxydants insuffisants peuvent conduire à un déséquilibre de la balance oxydant/antioxydant (Papazian et Roch, 2008).

2. Les antioxydants

2.1. Définition

Les antioxydants sont des agents réducteurs, mais les agents réducteurs ne sont pas nécessairement des antioxydants (Prior et Cao, 1999). Le terme « antioxydant » a été décrit comme « une substance qui, à de faibles concentrations, en présence d'un substrat oxydable, ralentit ou empêche significativement l'oxydation d'un substrat matériel » (Halliwell, 1995). Les « antioxydants alimentaires » sont formulés en petites quantités pour ralentir l'oxydation des composés facilement oxydables tels que les acides gras (Frankel et Mayer, 2000).

2.2. Mécanismes d'action

Antioxydants primaires ou piègeurs des radicaux libres

Cet antioxydant peut inhiber la réaction d'initiation de l'oxydation et la propagation de l'oxydation en participant au processus d'oxydation et en convertissant les radicaux libres en formes inactives.

Les antioxydants primaires sont généralement des composés phénoliques, capables de donner des atomes d'hydrogène aux radicaux libres et de les convertir en composés non radicalaires stables (Frankel et Mayer, 2000).

Antioxydants secondaires ou préventifs

Ils contiennent une variété de produits chimiques différents qui inhibent l'oxydation des lipides par différents mécanismes. Les antioxydants secondaires sont souvent associés à des facteurs inhibiteurs qui initient l'oxydation. Ce sont des substances qui décomposent les hydroperoxydes en alcools, tels que les thiols (glutathion, acides aminés soufrés) ou disulfures, les protecteurs UV (tels que le carotène), les métaux pro-oxydants (tels que le fer et le cuivre) Agents chélatants tels que l'acide citrique et la lécithine ou enfin des chélateurs d'oxygène tels que l'acide ascorbique (Rolland, 2004).

2.3. Classification

Plusieurs antioxydants synthétiques et certains composés naturels (tocophérol, acide ascorbique, bêta-carotène) sont officiellement autorisés pour une utilisation dans les aliments. Leur présence est également nécessaire dans les médicaments et les cosmétiques pour éviter leur dégradation. Cependant, des études toxicologiques ont identifié certains antioxydants synthétiques comme des sources dangereuses (Barlow, 1990; Evans et Reynhout, 1992).

2.3.1. Les antioxydants naturels

Il existe deux types de système de défense dans l'organisme:

Les antioxydants enzymatiques

- **Les superoxydes dismutases (SOD)**

Ces enzymes transforment le radical superoxyde (O_2^-) en H_2O_2 beaucoup moins réactif. Cette réaction considérée la plus rapide à ce jour, constitue le facteur déclencheur des mécanismes de la défense naturelle (Vouldoukis, 2004).

- **La catalase (CAT)**

La catalase est localisée principalement dans les peroxysomes et les mitochondries (Deaton et Marlin, 2003), elle se produit en abondance dans le corps, dont la plus grande partie de l'activité se fait dans le foie, suivie les érythrocytes, puis les poumons (Ratnam et al., 2006). Le principe est basé sur la disparition de l' H_2O_2 en présence de la source enzymatique (catalase) à 25 C° selon la réaction suivante:



- **La glutathion peroxydase (GPx)**

Glutathion peroxydase est une enzyme fondée sur le sélénium (Akbas et al., 2005). Elle utilise le glutathion pour catalyser la réduction d'une gamme d'hydroperoxydes organiques (ROOH) ou inorganiques (H_2O_2) (Matés, 2000) :



GSH: Glutathion réduit

GS-SG: disulfure de glutathion oxydé

- **La glutathion réductase**

Elle est une oxydoréductase permet de réduire le disulfure de glutathion en glutathion à l'aide de NADPH (Deponce, 2013):



Les antioxydants non enzymatiques

Contrairement aux antioxydants enzymatiques, la plupart de ces composants ne sont pas synthétisés par l'organisme et doivent être apportés par l'alimentation. Dans cette catégorie d'antioxydant nous retrouvons :

- **Les oligoéléments**

A. Le sélénium

Le sélénium est le 34^e élément de la classification périodique de Mendeleïev. Elle est membre de la famille chalcogen (Jacob et al., 2003). Il existe sous différents degrés d'oxydation. Tous les organismes peuvent assimiler l'oligo-élément sous ses formes sélénite SeO_3^{2-} ou séléniure H_2Se , mais l'assimilation de sa forme séléniate SeO_4^{2-} n'est possible que chez les plantes et les eubactéries (Läuchli, 1993).

Le sélénium, comme la majorité des oligo-minéraux, est essentiel à chaque système dans le corps. L'action la plus importante et la plus connue est son effet antioxydant, car il permet à l'organisme de produire la sélénocystéine, qui est une partie du centre actif de l'enzyme glutathion-peroxydase (Navarro-Alarcón et López-Martinez, 2000).

B. Le zinc

Le zinc est un élément métallique de symbole Zn et de numéro atomique 30. Le zinc est un oligoélément essentiel pour l'homme. Il fonctionne comme un antioxydant complexe, il participe aux activités de chélation enzymatique (superoxyde dismutase), stabilise les membranes cellulaires et inhibe la peroxydation lipidique (Stehbens, 2003).

- **Le glutathion (GSH)**

Le glutathion est un constituant intracellulaire ubiquiste présent à des concentrations millimolaires dans la plupart des cellules et micromolaires dans le plasma (Gerard-Monnier et Chodière, 1996). Dans des conditions physiologiques, le glutathion réduit (GSH) représente la très grande majorité du glutathion total (90 à 98%) ; Lorsque le GSH est soumis à un stress oxydatif, un pont disulfure, GSSG et/ou un pont disulfure mixte, GSSR, sont formés (R étant attaché à un autre thiol radical) (Stamler et Slivka, 1996). Le glutathion agit également comme co-substrat des enzymes antioxydantes telles que la glutathion peroxydase, la glutathion réductase et la transférase (Ravi et al., 2004). Le glutathion protège non seulement contre les radicaux oxygénés, mais aussi contre les peroxydes (Favier, 2003).

- **La vitamine E**

La vitamine E est un antioxydant majeur liposoluble découverte en 1922 par Evans et Bishop. Elle se concentre au niveau des membranes cellulaires et intracellulaires grâce à sa double affinité pour les lipides (sa chaîne latérale) et pour les protéines (son noyau chromanol). Ainsi

fixée, elle protège les acides gras insaturés des membranes contre l'oxydation, grâce à la mise en place de chaînes d'oxydoréductions faisant intervenir des molécules soufrées (cystéine, glutathion) et le sélénium (Jordan et Pattison, 1996).

• La vitamine C

La vitamine C est un antioxydant hydrosoluble considéré comme le plus efficace des antioxydants présents dans le sang (Frei et al., 1989). Dans l'alimentation, la vitamine C se manifeste par deux formes : l'acide ascorbique et l'acide déhydroascorbique.

La vitamine C est un antioxydant naturel qui améliore la fonction rénale après transplantation (Norio et al., 2003). Elle inhibe la peroxydation lipidique (Jonsson et al., 2003) et l'apoptose des cellules endothéliales (Dhar-mascareno et al., 2005).

• Les polyphénols

Les polyphénols sont synthétisés au niveau des plantes. Ils appartiennent au métabolisme secondaire et participent à la défense contre les agressions environnementales. Ce sont des phytomicronutriments et généralement des pigments responsables des teintes automnales des feuilles et des couleurs des fleurs et fruits (jaune, orange, rouge) (Middleton et al., 2000).

Les polyphénols ont des propriétés antioxydantes qui piègent les radicaux libres que notre corps produit constamment, ou les radicaux libres qui se forment en réponse aux attaques de notre environnement (cigarette, polluants, infections...) tels que O_2^- (anion superoxyde), HO_2 (radical perhydroxyle), H_2O_2 (peroxyde d'hydrogène), OH (radical hydroxyle), RO (radical alkoxy), ROO (radical peroxy), 1O_2 (oxygène singulet) (Middleton et al., 2000). La majorité des antioxydants dans notre alimentation sont des polyphénols. Nous consommons environ un gramme de polyphénols par jour, qui proviennent entièrement d'aliments d'origine végétale. Ils renforcent nos défenses naturelles contre le stress oxydatif, prévenant ainsi diverses maladies chroniques telles que le cancer et les maladies cardiovasculaires. L'effet protecteur des fruits et légumes est sans doute très lié à la présence des très nombreux polyphénols présents dans ces aliments (Gee et Johnson, 2001).

2.3.2. Les antioxydants synthétiques

En raison de leur efficacité, de leur prix abordable et de leur disponibilité, les antioxydants synthétiques sont fréquemment utilisés comme additifs alimentaires. Plusieurs antioxydants synthétiques, tels que l'hydroxyanisole butylé (BHA), l'hydroxytoluène butylé (BHT), la tert-butylhydroquinone (TBHQ), la 2,4,5-trihydroxybutanéphénone (THBP), le di-tert-butyl-4-hydroxyméthylphénol (IONOX-100), gallate de propyle (PG), gallate d'octyle (OG), acide nordihydroguaiarétique (NDGA) et 4-hexyl Hydroquinone (4HR) pour les cosmétiques et les huiles végétales (Guo et al., 2006).

Le PG et le BHA sont des antioxydants phénoliques synthétiques hautement actifs qui agissent en inhibant la chaîne de réactions d'initiation et en réduisant de la prooxidation des acides gras insaturés (Xiang et al., 2007). Malgré la puissance de leur activité antioxydante,

l'excès de ces antioxydants synthétiques (BHT, BHA, TBHQ) peut être toxique et peut même présenter un danger sur la santé humaine (Williams, 1994).

2.4. Techniques d'évaluation de l'activité antioxydante

2.4.1. Test de piégeage du radical DPPH

Le DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) est un radical libre stable avec un électron non apparié sur l'atome de pont d'azote. Cette délocalisation empêche la polymérisation du composé, qui reste sous une forme monomérique relativement stable à température ambiante. Cet état se traduit donc par l'apparition d'une couleur violet foncé, caractéristique des solutions DPPH. Lorsque le DPPH est réduit, cette couleur disparaît en présence d'antioxydants, se transformant en groupements picryl jaune pâle (figure 27); et la capacité des antioxydants dans le milieu à donner des protons est corrélée négativement avec l'intensité de la couleur (Sanchez-Moreno, 2002). La spectrophotométrie a été utilisée pour mesurer la délocalisation à 517 nm (Gulcin et al., 2003).

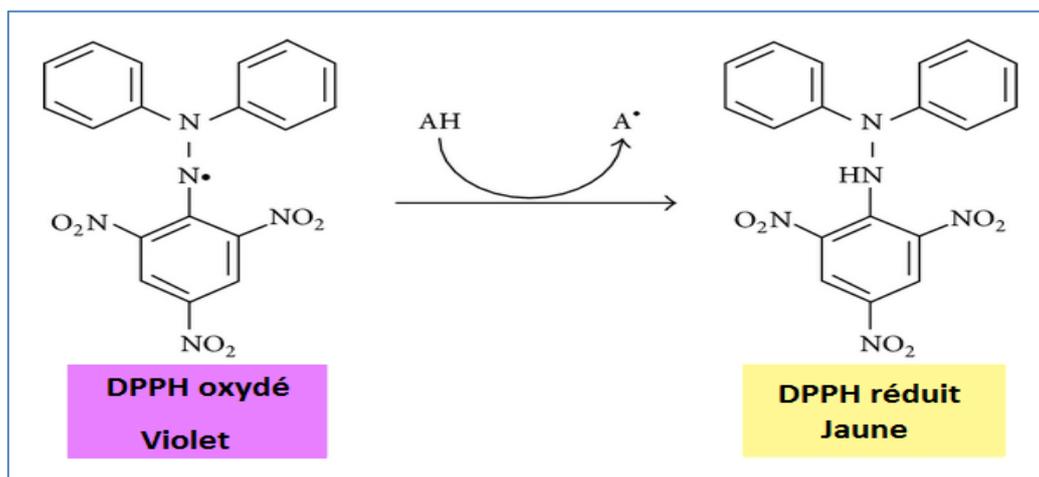


Figure 27 : Principe du test DPPH (Teixeira et al., 2013)

2.4.2. Test du blanchissement du β -carotène

Dans ce test l'activité antioxydante est déterminée en mesurant l'inhibition de la dégradation oxydative du β -carotène par les produits d'oxydation de l'acide linoléique.

En fait, l'oxydation de l'acide linoléique produit des radicaux peroxyde après extraction des atomes d'hydrogène des groupes méthylène. Ces radicaux libres vont alors oxyder le β -carotène hautement insaturé, faisant disparaître sa couleur rouge, contrôlée par spectrophotométrie à 490 nm (Shon et al., 2003). Cependant, la présence d'antioxydants peut neutraliser les radicaux libres dérivés de l'acide linoléique, empêchant ainsi l'oxydation et le blanchiment du bêta-carotène (Deba, 2008).

2.4.3. Test de réduction de fer (FRAP)

Cette technique est développée pour mesurer la capacité des antioxydants à réduire le fer ferrique (Fe^{3+}) présent dans le complexe $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ en fer ferreux (Fe^{2+}). En effet, le Fe^{3+} participe à la formation du radical hydroxyle par la réaction de Fenton. La détermination de

l'absorbance du milieu réactionnel se fait à 700 nm. Une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des antioxydants (Hubert, 2006).

2.4.4. La capacité antioxydante totale

Ce test a été proposé pour la première fois par Fiske et Subbarow (1925), qui l'ont développé pour déterminer les phosphates inorganiques par la formation de complexes phosphate vert-molybdène V qui peuvent être mesurés par spectrophotométrie. Plus tard, Chen et al. (1956) et Prieto et al. (1999) ont raffiné et modifié cette procédure. Il a été utilisé pour identifier plusieurs agents réducteurs.

Ce test est basé sur la réduction du molybdène VI (Mo_6^{6+}) en molybdène V (Mo_5^{5+}) par un échantillon extrait de plante. Cette réduction induit, à pH acide, la formation d'un complexe phosphate/ Mo_5^{5+} de couleur verte (Alam et al., 2013).

La réalisation de ce test est déterminée selon le protocole décrit par Prieto et al. (1999). Un volume de 0.1 ml d'huiles essentielles convenablement dilué est combinée dans un tube avec 1mL de solution composée d'acide sulfurique (0.6 N), de phosphate de sodium (Na_3PO_4 , 28 mM) et de molybdate d'ammonium. L'incubation des tubes à 95°C pendant 90 min. Après 6 minutes à température ambiante, l'absorbance a été mesurée à 695 nm pour un blanc contenant du méthanol à la place de l'extrait.

2.4.5. Pouvoir chélateur du fer

Le fer est un élément essentiel au fonctionnement physiologique normal, mais un excès de cet élément peut entraîner des dommages cellulaires. En raison de sa forte réactivité, le fer est connu pour son rôle pro-oxydant important dans l'oxydation des lipides (Gulcin, 2012). L'un des mécanismes d'action antioxydante est la chélation des ions de métaux de transition. Cette transition stimule la peroxydation lipidique en participant à l'accélération de cette peroxydation, aux hydroperoxydes lipidiques entre autres composés capables d'éliminer l'hydrogène, et par la persistance de la peroxydation lipidique (Miguel, 2010).

Pour évaluer le pouvoir chélatant d'un extrait donné, le composé stabilisant le plus couramment utilisé est la ferrozine (Gulcin, 2012). En effet, la ferrozine (figure 28) forme des complexes ferrozine- Fe^{2+} violets forts avec le fer libre présent dans le milieu réactionnel. La quantification spectrophotométrique de ce complexe à 562 nm dans un milieu de concentration en fer connue renseigne sur la quantité de fer non chélaté et donc sur la capacité de l'extrait à chélater cet élément. L'importance du pouvoir chélateur est liée à la clarté de la couleur de la solution contenant l'extrait (Zhao et al., 2006).

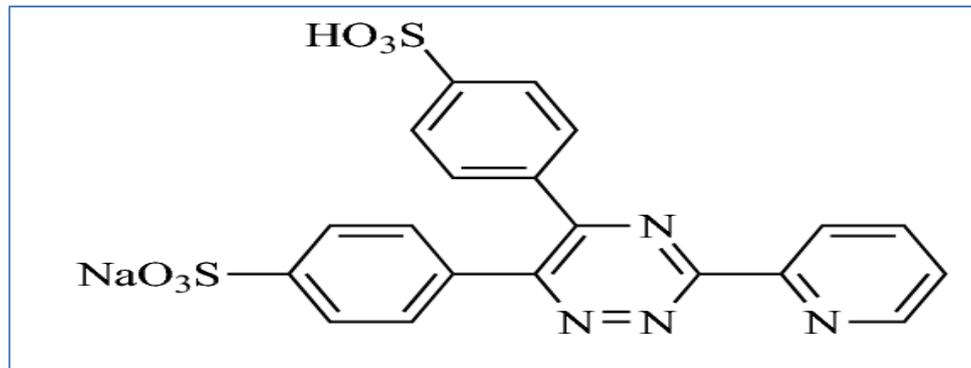


Figure 28 : Structure chimique de la ferrozine (Gulcin, 2012)

2.4.6. Piégeage du peroxyde d'hydrogène (H_2O_2)

L'une des méthodes les plus courantes pour évaluer la capacité de capture du peroxyde d'hydrogène est basée sur l'absorption directe de cette molécule dans la région UV à 230 nm (Santocono et al. 2006). Si la concentration de H_2O_2 diminue en capturant l'absorbance à cette longueur d'onde, quelle est également la raison de la diminution. Cependant, l'échantillon peut absorber à cette longueur d'onde, ce qui nécessite de l'introduire dans une mesure à blanc (mise à zéro automatique du spectrophotomètre).

La capacité des huiles essentielles à capter le peroxyde d'hydrogène a été estimée selon le protocole de Ruch et al. (1989). La méthode consiste à prélever un échantillon d'huile essentielle (10-62,5 μL), à le mélanger avec 300 μL de solution de peroxyde d'hydrogène (40mM en tampon phosphate), à ajuster le tout à 1mL de chaque tampon phosphate (50mM à pH 7,4). 40 minutes à 30°C, puis lire le blanc contrôle négatif à 230 nm.

Il faut souligner qu'à chaque fois l'absorbance de l'huile essentielle doit être éliminée par auto-zéro du spectrophotomètre à l'aide d'une solution contenant le même volume de tampon et d'huile essentielle. Les résultats peuvent être calculés en pourcentage d'inhibition et exprimés en IC_{50} pour cette activité antioxydante, comme décrit précédemment pour le DPPH.

II. Activité anti-inflammatoire

1. Inflammation

La réponse inflammatoire est une réponse normale, immédiate et transitoire à toute agression extérieure qui compromet l'intégrité de l'organisme. Elle nécessite une régulation fine, souvent bénéfique, pour éliminer les éventuels pathogènes et restaurer l'homéostasie des tissus lésés (Hotamisligil, 2017). Les réponses inflammatoires peuvent être déclenchées par divers facteurs : agents infectieux (bactéries, virus, parasites, etc.), substances étrangères, agents physiques, lésions tissulaires cellulaires post-traumatiques, etc. Selon la durée et la dynamique du processus inflammatoire, l'inflammation est divisée en deux catégories : aiguë et chronique (Mansour, 2015).

1.1. Phases de l'inflammation aiguë

L'inflammation aiguë est la phase initiale de l'inflammation (immunité innée), déclenchée par une réponse immédiate à court terme (jours à semaines) à un agresseur, généralement

d'apparition brutale et caractérisée par un fort exsudat vasculaire. Il s'agit d'un processus bénéfique par lequel le corps restaure son intégrité physiologique, qui guérit spontanément ou avec un traitement, mais peut laisser des séquelles si les lésions tissulaires sont graves. La réponse inflammatoire aiguë est schématiquement marquée par trois phases : phase vasculaire, phase cellulaire et phase de réparation (Bollen et al., 2017 ; Wirtz et al., 2017).

Phase vasculaire et plasmatique

Les manifestations cliniques de la réaction d'exsudation vasculaire sont quatre signes principaux : rougeur, chaleur, douleur et œdème et comprend trois phénomènes, le premier est l'hyperémie active, qui est associée à l'ouverture du sphincter précapillaire provoquée par la libération de facteurs humoraux (histamine, sérotonine, bradykinine), qui se traduit localement par une augmentation de l'apport sanguin et un ralentissement des courants circulants la congestion se manifeste cliniquement par une chaleur et une rougeur, suivies d'un gonflement et d'une douleur, et est causée par le passage d'un liquide appelé exsudat, composé d'eau et de protéines, dans le tissu conjonctif interstitiel ou lacune. Il s'agit d'un œdème inflammatoire dû à une perméabilité vasculaire accrue sous l'effet immédiat mais transitoire de l'histamine. L'extravasation leucocytaire est un troisième phénomène caractérisé par la migration des leucocytes hors des capillaires et des veinules et une accumulation au site de la lésion (figure 29). Elle affecte d'abord les cellules polymorphonucléaires (dans les 6 à 24 premières heures) puis plus tardivement (dans les 24 à 48 heures) sur les monocytes et les lymphocytes (Rousselet et Vignaud, 2005 ; Offenstadt et al., 2009).

Phase cellulaire

L'extravasation des leucocytes et la libération des cytokines sont à l'origine de l'activation cellulaire. Le premier point est celui des neutrophiles polymorphonucléaires, qui absorbent les éléments endommagés. Cette fonction repose sur la dégranulation des composants internes de la cellule, entraînant la sécrétion de protéases (élastase et collagénase) et la libération de radicaux libres.

Les macrophages ayant une capacité phagocytaire, ils ont pour fonction d'assurer la dissuasion. Il est associé aux lymphocytes et aux plasmocytes impliqués dans des réponses immunitaires spécifiques aux antigènes (Serhan et al., 2010).

Phase de réparation

Elle consiste à éliminer les agents pathogènes et les débris cellulaires et tissulaires. La réparation implique la formation de tissu conjonctif appelé granulation, qui remplace le tissu détruit lors de l'inflammation. Il comprend les leucocytes du tissu de granulation, les fibroblastes et les myofibroblastes, ainsi que les nouveaux vaisseaux sanguins, et est principalement composé d'acide hyaluronique, de collagène de types I et III et de fibronectine. La granulation évolue progressivement vers une cicatrice ou un remodelage du tissu conjonctif, identique au tissu préexistant au site de l'inflammation (Mescher, 2017).

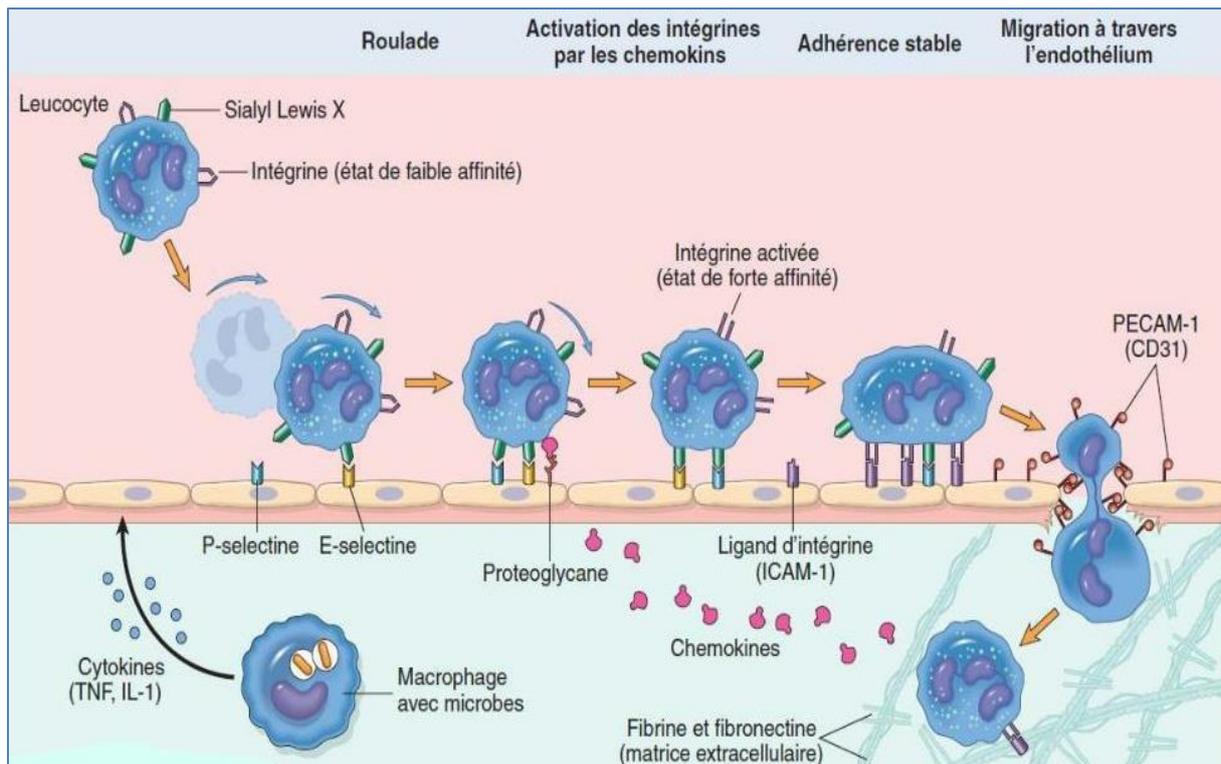


Figure 29 : Réaction vasculo-exsudative et processus de migration des neutrophiles (Mayadas et al., 2014).

1.2. Inflammation chronique

La persistance de la réponse inflammatoire et la perturbation de son contrôle physiologique conduisent à la transition de l'inflammation vers la chronicité. Elle est souvent associée à une résistance des agents pathogènes à la phagocytose, qui induit une inflammation chronique qui conduit finalement à de graves lésions tissulaires. D'autres types d'inflammation chronique sont causés par des maladies auto-immunes, dans lesquelles les auto-antigènes activent continuellement le système immunitaire. Elle se caractérise par une durée de plusieurs mois ou années et peut induire diverses maladies chroniques, notamment le cancer, les maladies neurodégénératives et l'athérosclérose (Von Hundelshausen et al., 2017 ; Kunnumakkara et al., 2018).

2. Thérapeutiques de l'inflammation

Les anti-inflammatoires sont des médicaments qui antagonisent le processus inflammatoire. Avec les analgésiques antipyrétiques tels que l'acide acétylsalicylique (aspirine), des propriétés anti-inflammatoires sont conférées à des doses élevées ou continues (Mohr et al, 2001). Les anti-inflammatoires sont principalement divisés en deux catégories :

2.1. Anti-inflammatoires

Un anti-inflammatoire est un médicament qui agit sur les conséquences physiopathologiques d'une réponse inflammatoire, quelle qu'en soit l'origine (Muster, 2005). Il existe deux grandes catégories (figure 30), les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) et les anti-

inflammatoires stéroïdiens (AIS) avec différentes cibles pharmacodynamiques (Adepo Apie, 2018).

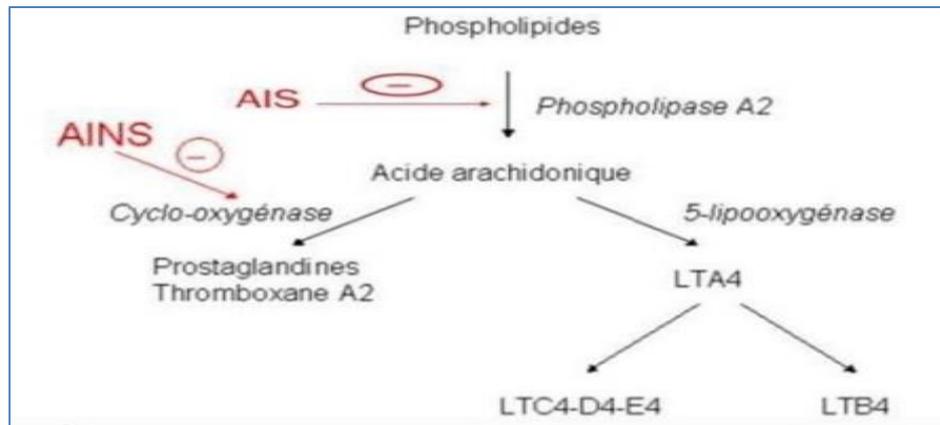


Figure 30 : Sites d'action des médicaments de l'inflammation (Adepo Apie, 2018)

2.1.1. Les anti-inflammatoires stéroïdiennes

Les anti-inflammatoires stéroïdiens (AIS) ou glucocorticoïdes sont des molécules synthétiques dérivées d'hormones naturelles (cortisone et cortisol) ou semi-synthétisées à partir d'extraits animaux ou végétaux (Kada, 2018). Ils représentent les traitements les plus efficaces pour les maladies inflammatoires chroniques telles que l'asthme, la polyarthrite rhumatoïde, les maladies inflammatoires de l'intestin et les maladies auto-immunes (Mansour, 2015). Comme pour les AINS, l'utilisation de glucocorticoïdes est associée à une variété d'effets secondaires. Le risque de ces effets indésirables augmente avec la durée du traitement et la dose. Diverses maladies peuvent être observées. Ces troubles peuvent être aigus, tels que l'hypertension artérielle, les perturbations de la synthèse naturelle des glucocorticoïdes au cours du traitement, l'euphorie psychotique avec insomnie et l'apparition d'ulcères gastroduodénaux. Les troubles chroniques peuvent également se manifester par des cataractes et une prise de poids (Henzen, 2003).

Mécanisme d'action

Le complexe récepteur-ligand formé pénètre dans le noyau où il se lie à un certain nombre d'éléments sensibles aux glucocorticoïdes dans la région promotrice du gène cible. Ainsi, les récepteurs sont attachés aux molécules d'ADN qui interagissent avec les facteurs de transcription essentiels, ce qui entraîne une expression génique accrue de gènes cibles spécifiques. Ce processus, appelé métabolisme, détermine la plupart des effets secondaires métaboliques et cardiovasculaires des glucocorticoïdes. La transcription de l'ADN en ARNm permet la synthèse de protéines spécifiques, dont la lipocortine, qui inhibe la phospholipase A2 membranaire, empêchant la formation d'acide arachidonique. Le mécanisme opposé est appelé trans-répression, dans lequel les récepteurs hormonaux activés interagissent avec des facteurs de transcription spécifiques et empêchent la transcription des gènes cibles (Adepo Apie, 2018).

- Les glucocorticoïdes bloquent la transcription de tous les gènes immunitaires, y compris le gène codant pour l'interleukine 2 (IL-2) (Barnes, 1998).
- Les glucocorticoïdes courants ne font pas la différence entre la transactivation et la transinhibition et affectent les gènes immunitaires « nécessaires » et « indésirables » qui régulent le métabolisme et la fonction cardiovasculaire. Actuellement, les efforts de recherche visent à trouver des glucocorticoïdes qui agissent de manière sélective sans supprimer le système immunitaire (Henzen, 2003).

2.1.2. Les anti-inflammatoire non stéroïdiens

Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) sont utilisés avec succès pour soulager la douleur, la fièvre et l'inflammation depuis plus de 3 000 ans, et ils sont encore utilisés chaque jour par des millions de patients dans le monde (Meziti, 2012). Ce sont des médicaments aux propriétés anti-inflammatoires, antipyrétiques et antalgiques et qui regroupent plusieurs familles chimiques. Ensemble, ils inhibent la synthèse des médiateurs lipidiques qui entraînent des effets délétères. Les AINS sont inégalement répartis dans l'organisme, mais favorisent leurs tissus cibles, les foyers inflammatoires et le système nerveux central (Ouahmed et al., 2013).

Mécanisme d'action

Les AINS « classiques » inhibent deux isoenzymes : la cyclooxygénase constitutive COX1 et la COX2 inductible. Le rapport d'inhibition COX1/COX2 détermine la probabilité d'effets indésirables. L'aspirine et l'indométhacine avec des taux d'inhibition COX1/COX2 élevés ont exposé plus d'effets indésirables que l'ibuprofène avec des taux d'inhibition COX1/COX2 faibles (Chiolero et al, 2000). Nous avons :

A. Inhibition réversible de la cyclooxygénase. Mécanisme d'action commun à la plupart des AINS, mais on peut distinguer :

A.1. Les inhibiteurs compétitifs (par exemple, le kétoprofène) entrent en compétition avec l'acide arachidonique et forment des complexes inhibiteurs enzymatiques qui se dissocient rapidement. Leurs effets sur les deux isoenzymes étaient indépendants du temps.

A.2. Inhibiteurs à interaction lente ou « inhibiteurs à liaison lente lente » (indométhacine par exemple), dont les effets sur la cyclooxygénase sont dépendants du temps. Ils forment des complexes intermédiaires rapidement dissociables avec des enzymes, qui évoluent ensuite en complexes lentement dissociables. Des études récentes suggèrent que le type d'inhibition de la cyclooxygénase par les AINS peut varier selon l'isoforme considérée, ce qui peut expliquer la « sélectivité » de certaines molécules pour l'isoenzyme (Daouphars, 2004).

B. Inhibition irréversible en fonction du temps de la cyclooxygénase : l'aspirine forme un dérivé acétylé de manière covalente de l'enzyme, entraînant une inactivation irréversible de la COX. Une fois l'enzyme inactivée, l'élimination de l'aspirine ne permettra pas la synthèse de PG jusqu'à ce que la COX soit à nouveau synthétisée (Brandstatter et al, 2010).

Le diclofénac

Le diclofénac est un anti-inflammatoire non stéroïdien appartenant à la famille des acides arylalcanoïques et un dérivé de l'acide phénylacétique. Sous forme alcoolique, il s'agit du [2(2,6-Dichlorophenyl) amino]phenyl]-méthanol (Clément, 2003). Il a des effets analgésiques et anti-inflammatoires directs aux stades précoces et tardifs de l'inflammation. Ce médicament est utilisé pour traiter l'arthrose, les rhumatismes inflammatoires et pour traiter les rhumatismes extra-articulaires. Le diclofénac est un AINS puissant qui bloque de manière réversible et non spécifique l'activité des cyclooxygénases 1 et 2, empêchant ainsi la conversion de l'acide arachidonique en prostaglandines et la production de thromboxane et de radicaux libres d'oxygène. Voie de la lipoxygénase, inhibant ainsi la formation de leucotriène B4 (LTB4). LTB4 est un médiateur de la douleur connu pour stimuler les nocicepteurs nerveux périphériques (Ouahmed et al., 2013).

2.1.3. Les anti-inflammatoire d'origine végétales

L'activité anti-inflammatoire des plantes est attribuée au fait qu'elles contiennent des métabolites secondaires biologiquement actifs tels que les polyphénols, les stérols, les alcaloïdes, les saponines, les coumarines, les terpènes, etc. Ces substances actives peuvent agir sur de multiples étapes de la réponse inflammatoire en inhibant le métabolisme de l'acide arachidonique, participant au mécanisme de transduction du signal d'activation cellulaire inflammatoire, à la synthèse de cytokines pro-inflammatoires, à l'expression de l'adhésion et à l'activation des facteurs nucléaires. Kappa. - Production d'espèces B et réactives de l'oxygène (Duwiejua et Zeitlin, 1993 ; Kherbache, 2018).

3. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire in-vitro

3.1. Test de stabilisation de la membrane des globules rouges

Selon le protocole de Kar et al. (2012), le test est basé sur l'effet de l'extrait végétal étudié sur la stabilisation des érythrocytes avec une solution étalon de référence après induction de l'hémolyse par une solution hypotonique associée à une température élevée. Les modèles d'érythrocytes et leurs membranes, qui sont facilement isolées du sang, partagent des similitudes avec d'autres membranes cellulaires (Shobana Vidhya, 2016). Lorsque les globules rouges sont exposés à des substances nocives telles que des milieux hypotoniques, leurs membranes se rompent, provoquant la libération d'hémoglobine et d'autres composants internes dans le liquide environnant.

Étant donné que la membrane des globules rouges est de composition similaire à la membrane lysosomale. L'hémolyse des solutions hypotoniques est associée à une accumulation excessive de liquide intracellulaire (Habibur et al., 2012 ; Labu et al., 2015).

3.2. Etude de l'activité anti-arthritique

L'activité anti-arthritique in vitro est étudiée par de la méthode de dénaturation des protéines sériques bovines (Katalinic et al., 2006) et de la méthode de dénaturation de l'albumine d'œuf.

4. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire in vivo

La recherche d'effets anti-inflammatoires visait à reproduire chez l'animal un phénomène inflammatoire aigu ou chronique qui serait traité par la plante étudiée. Le test de l'œdème à la carraghénine est le plus couramment utilisé ; il consiste à injecter une petite quantité de carraghénine dans la patte du rat, ce qui provoque une inflammation locale en quelques heures. Le volume des pattes a été mesuré toutes les heures pendant 6 et 24 heures. Ainsi, l'inflammation chez les rats témoins non traités et les effets anti-inflammatoires des substances et produits de référence administrés aux rats traités ont été déterminés. Ces techniques in vivo sont complétées par des tests in vitro qui renseignent sur le mécanisme d'action (Fleurentin et Hayon, 2007).

Certaines plantes ont également une activité analgésique périphérique démontrée in vivo. Deux types de tests sont utilisés pour rechercher les effets des analgésiques. Le test de torsion a montré une légère analgésie et les souris ont reçu une injection d'une substance douloureuse, telle que l'acide acétique, qui a provoqué l'étirement et la contraction des jambes. Le principal effet analgésique ou opioïde est mis en évidence par le test de la plaque chauffante : les souris sont placées sur une plaque chauffée à 56°C et le temps de réaction des animaux à la perception de la chaleur est mesuré (Fleurentin et Hayon, 2007). Des études sur les mécanismes d'action mis en jeu pourraient expliquer les effets anti-inflammatoires et antalgiques de ces plantes.

III. Activités antimicrobiennes

1. Généralités

Les HE et autres extraits de plantes aromatiques et médicinales sont connus de manière empirique pour leurs propriétés antimicrobiennes depuis l'Antiquité, qui n'ont pas été scientifiquement prouvés avant le début du XXe siècle. On croit que De La Croix en 1881 fut la première personne à effectuer une analyse antimicrobienne des vapeurs d'HE. Depuis de nombreuses autres recherches sur la composition chimique et les activités antimicrobiennes des HE ont été largement rapportées (Burt, 2004).

Les recherches sur les activités antimicrobiennes, le mode d'action et les utilisations potentielles des huiles volatiles et des extraits de plantes ont repris de la vigueur. Il semble y avoir un regain d'utilisation des méthodes traditionnelles comme alternatives potentielles aux antibiotiques, aux conservateurs chimiques dans les aliments (Holley et Patel, 2005) et les cosmétiques (Maccioni et al., 2002) et dans le traitement de diverses maladies infectieuses au cours des quatre dernières décennies. Cela est particulièrement vrai en ce qui concerne les huiles volatiles de plantes et leur évaluation antimicrobienne, comme le montre la gamme complète d'organismes contre lesquels les huiles volatiles ont été testées.

2. Principaux groupes de composés antimicrobiens dérivés de plantes

La plupart des plantes contiennent plusieurs composés dotés de propriétés antimicrobiennes pour la protection contre les agents agresseurs, en particulier les microorganismes. Selon Cowan (1999), les composés bioactifs antimicrobiens des plantes sont divisés en 5 classes principales consistant en : terpénoïdes et huiles essentielles ; composés phénoliques et

polyphénols ; alcaloïdes ; polypeptides et mélanges (extrait brut). Des exemples de certains composés antimicrobiens ainsi que leurs mécanismes antimicrobiens sont expliqués dans le tableau 6.

Tableau 6: Principaux groupes de composés de plantes avec leurs mécanismes antimicrobiens (Cowan, 1999).

Classe	Sous-classe	Exemples	Mécanisme
Composés phénoliques	Phénols Simples	Catéchol	Déprivation en substrat
		Epicatéchine	Rupture de la membrane
	Acides phénoliques	Acide cinnamique	/
	Quinones	Hypéricine	Adhésion liaison, complexe avec la paroi cellulaire, inactivation d'enzyme
	Flavonoïdes	Chryisine	Adhésion liaison
	Flavones	–	Complexe avec la paroi cellulaire
		Abyssinone	Inactivation d'enzyme Inhibition du HIV inverse transcriptase
	Flavonols	Totarol	?
	Tannins	Ellagitannins	Liaison protéine
			Adhésion liaison
Inhibition d'enzyme			
Déprivation en substrat			
Complexe avec la paroi cellulaire			
Rupture de la membrane			
Coumarines	Coumaphène ou warfarine	Complexation des ions métalliques	
		Interaction avec AND des eucaryotes (activité antiviral)	
Terpénoïdes, huiles essentielles	–	Capsaïcine	Rupture de la membrane
Alcaloïdes	–	Berbérine	Intercalation dans la paroi cellulaire et/ou ADN
		Pipérine	
Lectines and polypeptides	–	Agglutinine spécifique du mannose	Blocage de la fusion ou de l'adsorption of virale
		Falxatin	Formation des ponts disulfures

Polyacétylènes	–	8s-heptadeca2(Z), 9(Z)-diene4,6- diyne-1,8-diol	/
----------------	---	-------------------------------------------------------	---

3. Mécanisme d'action antimicrobienne

Les mécanismes d'action des composés naturels sont liés à la dégradation de la membrane cytoplasmique, à l'instabilité de la force motrice du proton (PMF), au flux d'électrons, au transport actif du contenu cellulaire et à la coagulation. Tous les mécanismes d'action n'agissent pas sur des cibles spécifiques et certains sites peuvent être affectés par d'autres mécanismes (Helander et al., 1998). Le mécanisme d'action antibactérien semble être lié à un grand nombre de composants complexes, en particulier dans les HE, plutôt qu'à des métabolites bioactifs spécifiques, ce qui peut conduire à différents modes d'action difficiles à identifier d'un point de vue moléculaire (Burt, 2004).

D'une manière générale, l'effet antibactérien des HE se décompose en trois étapes (Burt 2004 ; Turina et al, 2006).

- Premièrement, les HE augmentent la perméabilité membranaire par la propagation de composants hydrophobes dans les parois cellulaires bactériennes, entraînant une perturbation et une perte ultérieure de composants cellulaires.
- La seconde correspond à l'acidification au sein de la cellule, qui empêche la production d'énergie cellulaire (ATP) due à la perte d'ions, à la panne de la pompe à protons et à la diminution du potentiel membranaire (figure 31). En effet, les hydrocarbures cycliques agissent sur les ATPases, connues pour être localisées au niveau de la membrane cytoplasmique et entourées de molécules lipidiques. De plus, les hydrocarbures aliphatiques peuvent fausser les interactions lipoprotéiques, et des interactions directes de composés lipophiles avec des portions hydrophobes de protéines sont également possibles.
- La dernière mais non le moindre est la destruction du matériel génétique qui provoque la mort de la bactérie. De plus, plusieurs études ont montré que les HEs peuvent également se condenser avec le cytoplasme et perturber les lipides, les protéines, les parois cellulaires et les membranes cellulaires, entraînant une fuite macromoléculaire et une lyse ultérieure. De plus, certaines huiles essentielles stimulent la croissance du pseudomycélium, suggérant qu'elles peuvent agir sur les enzymes impliquées dans la synthèse des composants structuraux bactériens (Sikkema et al., 1994 ; Sikkema et al., 1995).

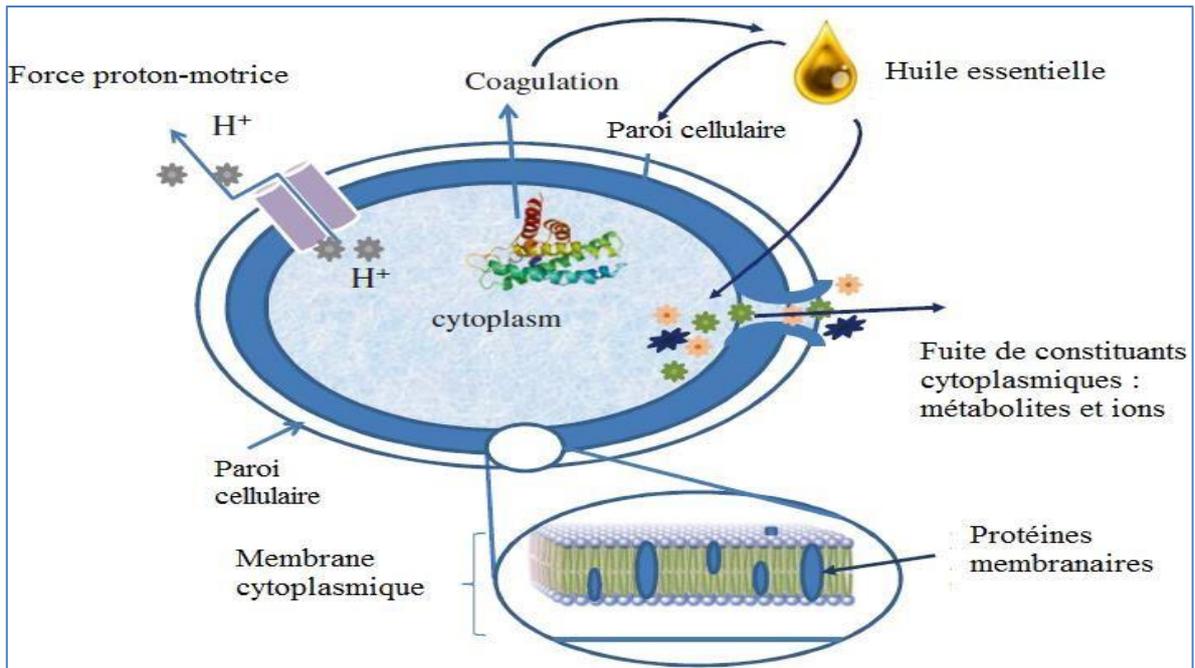


Figure 31 : Sites d'une bactérie dans lesquels des composés naturels sont actifs (Burt, 2004)

Deuxième partie
Etude
Ethnobotanique

Chapitre I

Description de la zone d'étude

I. Présentation de la région d'étude (Wilaya de Relizane)

Relizane a été connue sous l'appellation de «MINA» en rapport à l'Oued MINA ou se situait à l'époque l'ancienne ville. Son histoire remonte à l'ère des Numidiens entre 203 et 213 avant JC. Ses habitants étaient d'origine Berbère selon Ibn khaldoun. La région a été colonisée par les romains pendant cinq siècles. Son appellation ancienne «ICHILIZANE» signifie en langue berbère «la colline incendiée» en souvenir de passage des vandales dans la région est devenue aujourd'hui « Relizane ».

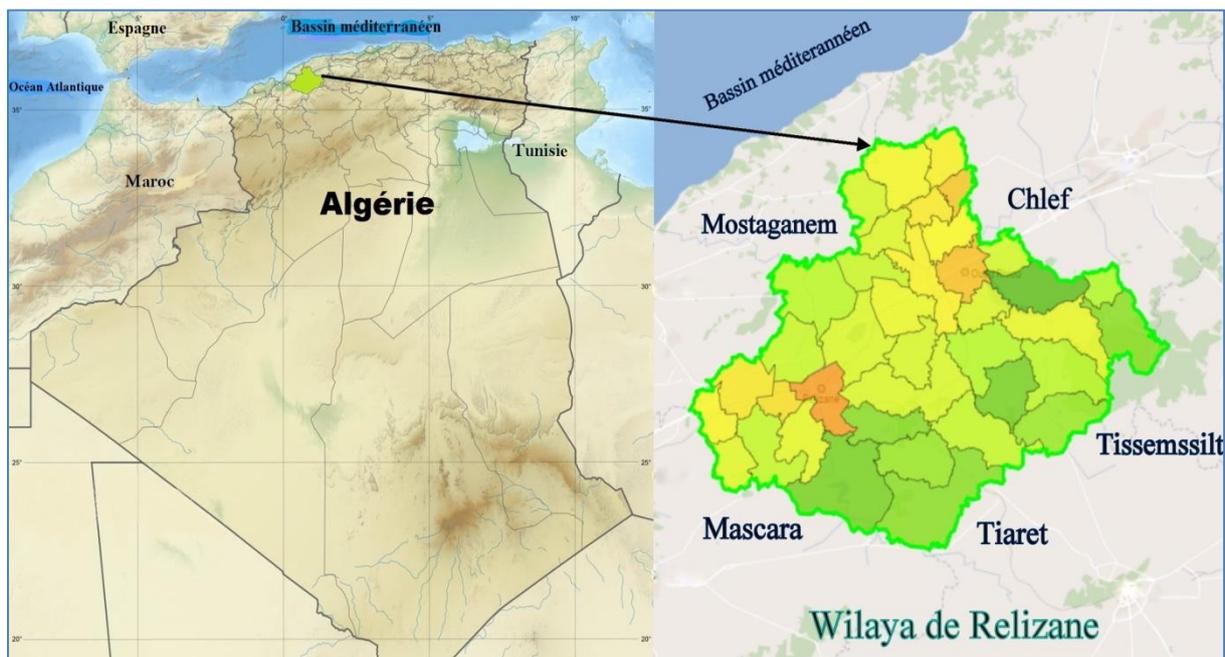


Figure 32 : Situation et découpage administratif de la wilaya de Relizane (Source : CCI MINA | Relizane, 2022)

La wilaya de Relizane située dans la chaîne de l'atlas tellien, elle se trouve dans une région des plus fertiles en terres agricoles et riche en ressources hydriques. Elle se situe au nord – ouest du pays comprise entre les latitudes: 35 44' 33 N et les longitudes: 0° 33' 33 E et sur une altitude de 98 mètre, s'étend sur une superficie totale de 4870,97 km² (BNEDER, 2008), et se distingue par sa position géographique stratégique qui fait d'elle un carrefour incontournable pour toute la région ouest (figure 32). Elle est limitée au Nord par la wilaya de Mostaganem, desservie par la RN90, la RN23 et RN04, à l'Est par la wilaya de Chlef, desservie par la RN 04 et le chemin de fer, au Sud par la wilaya de Tiaret desservie par RN23 et RN90 et le chemin de fer, et la wilaya de Tissemsilt dans le Sud–Est, à l'Ouest elle est limitée par la wilaya de Mascara.

La wilaya de Relizane a été créée en 1984 suite au dernier découpage territorial, elle compte 38 communes et 13 daïras (Relizane, El-matmar, Yellel, Zemmora, Mendes, Oued Rhiou, Djidiouia, El-hamadna, Ammi Moussa, Ain Tarik, Ramka, Mazouna, Sidi M'hmed Benali) (figure 33).

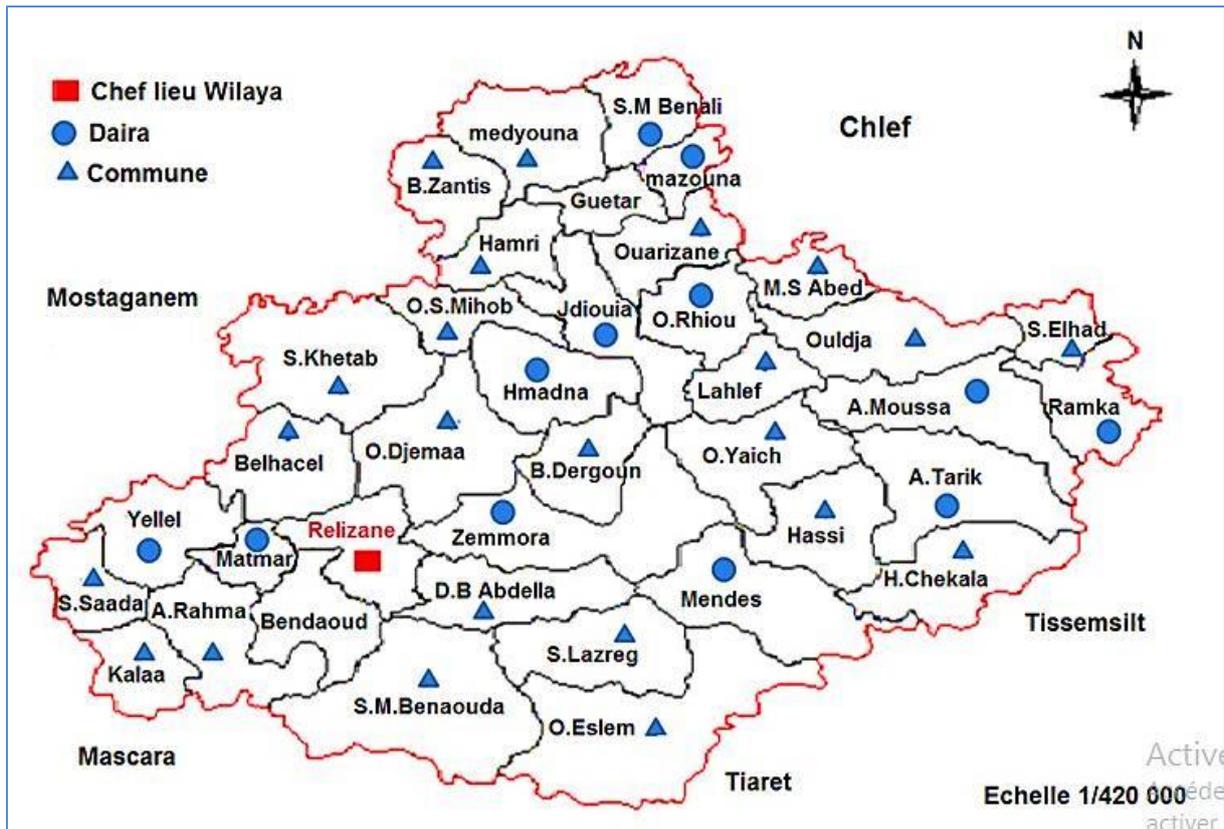


Figure 33 : Carte de répartition administrative de la wilaya de Relizane (source : DUAC de la wilaya de Relizane, 2012)

II. Le milieu physique

1. Relief

La partie montagneuse occupe 69 % du territoire de la Wilaya (figure 34), elle est constituée par :

- Les Monts de l'Ouarsenis: 248.821 ha soit 51%
- Les Monts des Beni-Chougrane: 21.915 ha soit 4 %
- Les Monts du Dahra: 50.758 ha soit 10 %
- Djebel Mkhalia et Bel Hacel: 14.298 ha soit 3%

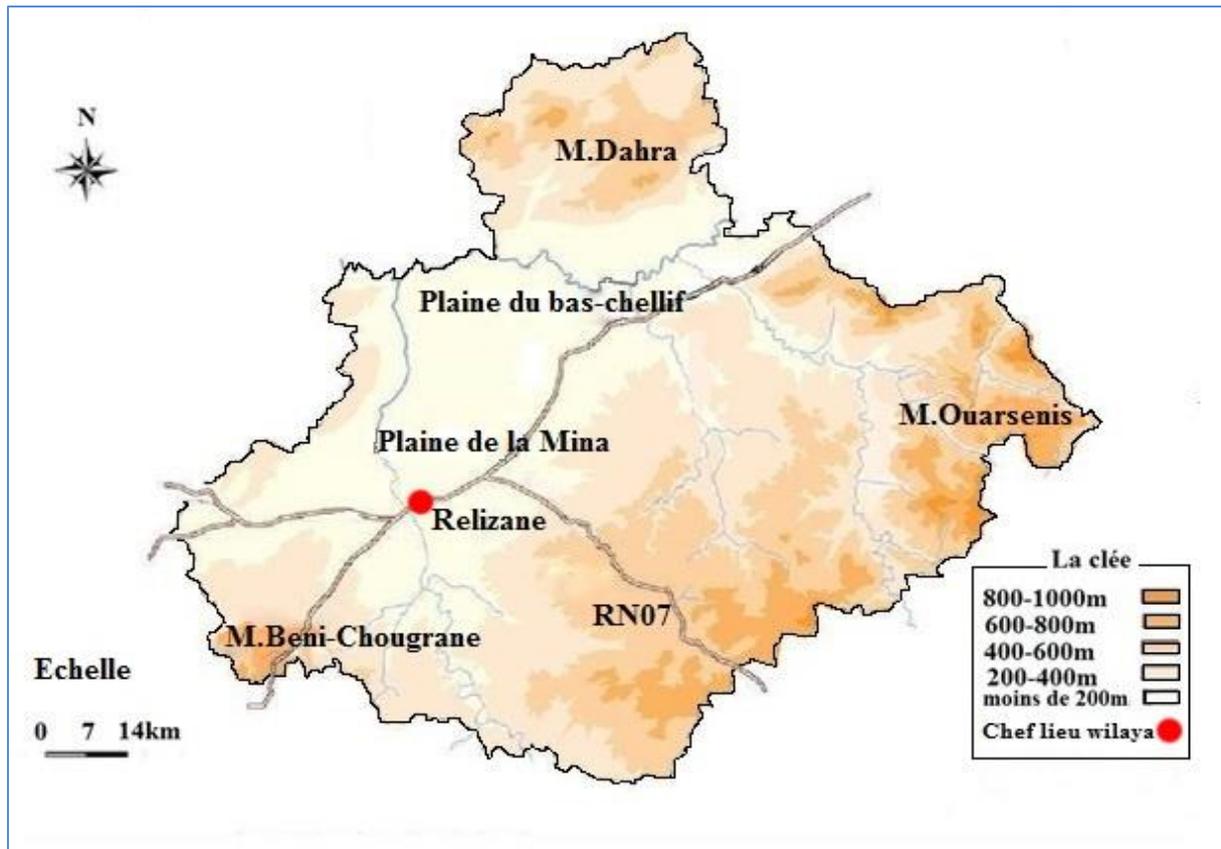


Figure 34 : Relief de la wilaya de Relizane (Source: La direction de planification et construction urbain de la wilaya de Relizane, 2012)

Cependant, la partie plaine représente 31% du territoire de la Wilaya. Le relief de la wilaya est composé de trois zones distinctes:

- Au nord le mont du Dahra qui couvre les communes de Mazouna, El-Guettar, S.M. Benali, Mediouna, Beni-Zenthis et une partie de la commune de Hamri.
- Le massif de l'Ouarsenis qui s'étale d'est en ouest sur l'ensemble de la partie sud de la wilaya relayé vers l'ouest par les monts de Beni-Chougrane. A l'ouest central se localise Djebel Mkhalia et Bel Hacel.
- Les plaines du bas-Chellif et de Mina occupent la partie centrale de la wilaya, et l'ensemble de ces zones recouvertes de végétation des différentes sortes d'arbres et de plantes, une série de vallées et les marécages comme oued Rhiou, oued Mina, bassin de Chellif vers le bas et Merdja Sidi Abed qui est connue par sa salinité.

2. Climat

La région de Relizane se caractérise par un climat semi-aride avec des températures variant de 7°C à 42°C, et une pluviométrie annuelle de près de 279 mm (figure 35 et 36). Des hivers froids et pluvieux et des étés chauds avec la chute de neige dans certaines régions où la hauteur au-dessus du niveau des mers est de 800 mètres et dans les montagnes de Ouarsenis et exactement dans les hautes montagnes de Bourokba ainsi que les montagnes de Beni-Chougrane, Mendes, Zemmora et Dahra.

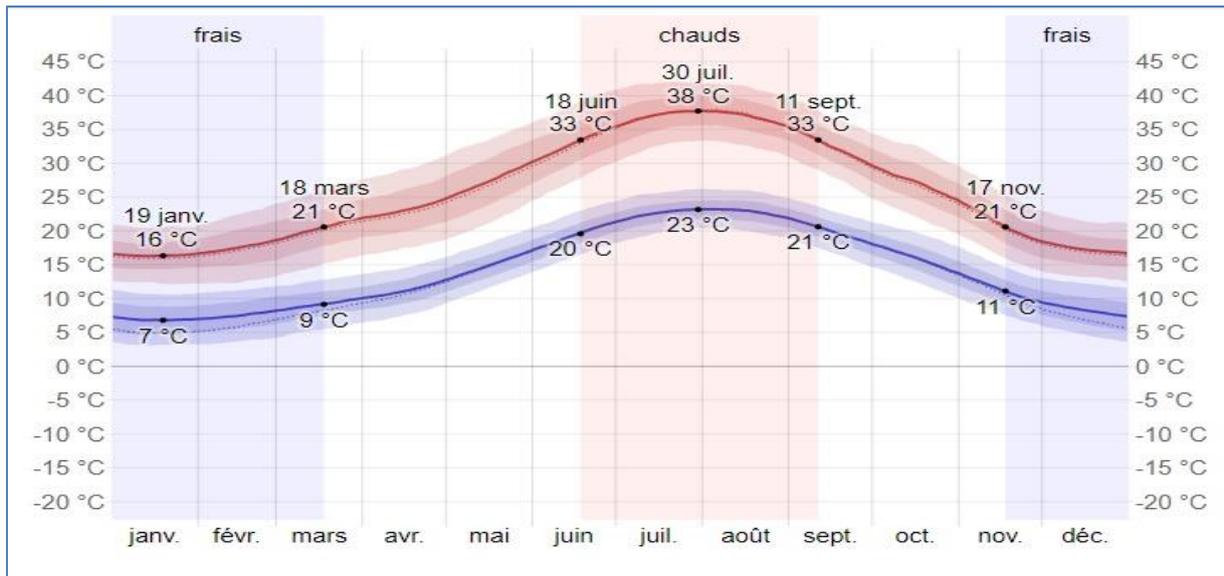


Figure 35 : Température moyenne maximale et minimale mensuelles en (°C) de la wilaya de Relizane durant la période (2014-2022) (source : Weather Spark, 2022)

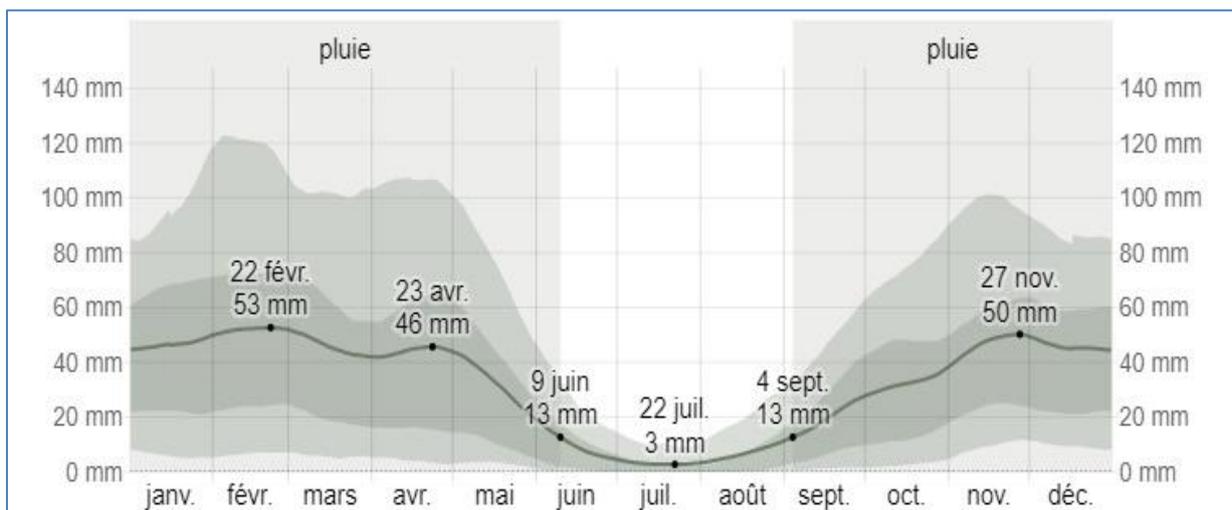


Figure 36 : Précipitations moyennes mensuelles (en mm) de la wilaya de Relizane durant la période (2014-2022) (source : Weather Spark, 2022)

Le diagramme (GAUSSEN et BAGNOULS, 1953), permet de donner les variations annuelles de températures et de précipitations tout en indiquant la durée et l'intensité de la période de sécheresse, également la durée de la période humide. La période de sécheresse se situe entre les deux points d'intersection de la courbe de précipitation et de températures. L'étude graphique de notre zone nous montre l'existence des périodes suivantes :

- une période sèche s'étalant sur 5 mois : de mi-mai à mi-septembre ;
- une période humide s'étalant sur 7 mois : de mi-septembre à mi-mai (figure 37).

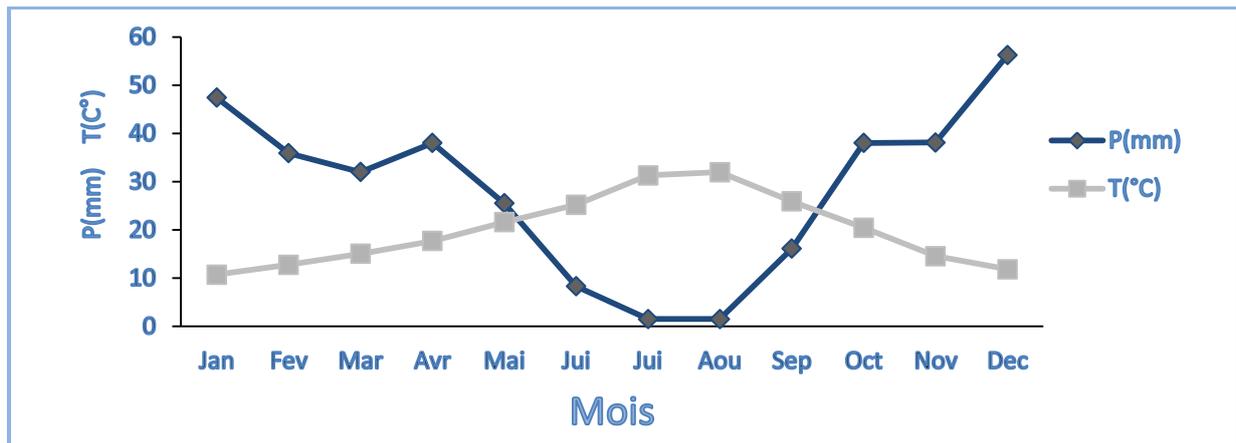


Figure 37 : Diagramme Ombrothermique de Gausson et Bangloulis (station de Relizane 1938-2002) (source : DSA, 2011)

3. Hydrogéologie

Le réseau hydrographique est peu dense. Il est constitué principalement de Chaâbats, des cours d'eau à écoulement temporaire. Ces derniers, prenant naissance souvent dans les massifs montagneux ou aux pieds des piémonts, formant les bassins versants des principaux oueds de la région qui sont oued Chellif, oued Mina et oued Rhiou. Sur le plan de structure géologique, la wilaya est subdivisée en quatre grandes zones :

- La zone sud correspondant au relief des monts de l'Ouarsenis, cette zone est pratiquement imperméable d'où prédominance de ruissellement.
- La zone des piémonts des massifs de l'Ouarsenis et de Beni-Chougrane où l'on remarque la présence de certaines aquifères (nappe des calcaires à lithothamnées de Oued Rhiou qui recèle de fortes potentialités en eau) et la nappe des sables du plateau de Zemmora (dont les ressources en eau emmagasinés demeurent faible).
- La troisième zone correspond à la plaine du Chellif et la Mina constituée de la nappe du complexe alluviale plioquaternaire, nappe de l'Astien et nappe miocène, elle constitue les principales ressources en eau souterraines de la wilaya.
- La quatrième zone correspondant aux monts du Dahra, nappe du pliocène et du miocène, elle recèle de très faibles potentialités en eau.

III. L'agriculture

Le secteur agricole est la vocation principale, il occupe une place particulièrement importante dans la vie économique de la wilaya. La superficie agricole est de 374 646 hectares dont la majorité est située dans le bas Chéelif et la plaine de Mina (DSA, 2015):

- Les terres agricoles (cultures associées aux parcours) couvrent une superficie importante de 374 646 ha soit 76,91% de la superficie totale de la wilaya.

- La superficie agricole utile (SAU) est estimée à 281875 ha, soit 75,23% de la superficie agricole totale.
- Les terres forestières (forêts, maquis et reboisements), occupent une superficie totale 60 289 ha soit un taux de boisement de la wilaya 12,37%. Elles se concentrent notamment sur les monts de l'Ouarsenis (39967 ha).
- Parcours (hors SAU) occupent une superficie de 43 800 ha correspondant à 8,92% de la superficie territoire de la wilaya.
- Terres improductives couvrent une superficie de 8 362 ha soit 1,8% de la superficie totale de la wilaya.

La zone de la montagne était la plus grande partie de la SAU, soit 39,67% de la SAU (111,839 ha sur 18 communes), la zone des basses plaines représente 35,53% de la SAU (100,134 ha sur 13 communes), et la zone des hautes plaines avec 24,80 % de la SAU (69,902 ha sur 7 communes). Les terres privées constituent 58% des terres agricoles totales et le patrimoine de l'Etat constitue 42% (DSA, 2012).

1. La production végétale

Le système de culture dominant est représenté par les grandes cultures associé à l'élevage avec une exception de certaines exploitations pratiquant la polyculture. Le tableau 7 dresse les superficies, les productions et les rendements pour chaque type de culture. La superficie réservée aux grandes cultures est de 57,75% de la SAU et les cultures fourragères ne représentent que 6,52% de la SAU.

Tableau 7 : Occupation du sol et la production végétale

<i>Culture</i>	<i>Superficie (Ha)</i>	<i>Production (Qx)</i>	<i>Rendement (Qx/Ha)</i>
Grande cultures :	162 800	2 142 912	/
Céréales	134 200	1 273 940	9,5
Fourrages	25 100	544 850	21,70
Légumes secs	3 500	324 122	92,60
Arboriculture :	20 012	/	/
Agrumes	4 535	363 320	80,11
Viticultures	3 851	52 200	13,55
Olives	11 108	249 145	22,42
Maraichage :	14 000	1 163 435	
Pomme de terre	1 825	428 875	235
Petit pois	6 300	85 875	13,63
Artichaut	2 360	209 956	59,78

Autres	3 515	/	/
Jachère	85 063	/	/
Jachère campagne 2008/2009	103 115	/	/
Jachère 2009/2010	91 438	/	/

Source : (DSA, 2012)

2. La production animale

L'activité principale de la région s'appuie sur l'élevage ovin qui représente 60,43% d'UGB (Unité gros bétail) total de la wilaya soit 66316,45 UGB, la part de bovin ne représente que 23,35 % d'UGB totale, soit 31130 têtes toutes races confondues (tableau 8).

Pour les petits élevages (tableau 9), les effectifs évalués sont de 4 000 000 sujets de poulets de chair, de 700 000 sujets de poules pondeuses et de 136 000 sujets pour les repro-chair. Enfin, pour l'apiculture on enregistre la présence de 15 600 ruches.

Tableau 8 : Représentation du cheptel

Espèces	Nombre (unité)	UGB (Unité gros bétail)	Besoin en UF (Unité fourragère)
Bovins (tête)	31 130	23446,45	70339350
Vaches laitières (tête)	20 300	17 000	51000000
BLM (Le Bovin Laitier Moderne)	7 100	7 100	21300000
BLA (Le Bovin Laitier Amélioré)	11 380	8 535	25605000
BLL (Le Bovin Laitier local)	1 820	1 365	4095000
Ovins (tête)	384 500	40 080	120240000
Dont brebis	221 500	22 150	66450000
Caprins (tête)	38 000	2 790	8370000
Dont chèvre	25 000	1 750	5250000
Total	453630	66316,45	198949350

Source : (DSA, 2012)

Tableau 9 : Représentation des petits élevages

Espèces	Effectif
Apiculteur (ruche)	15 600
Aviculture (sujets)	5 146 000
Ponte	700 000
Chair	4 000 000

Repro-chair	136 000
Couvoir	310 000

Source : (DSA, 2012)

IV. Les formations forestières

D'après BNEDER (2008), les formations forestières sont localisées au niveau de deux sous zones qui concernent à elles seules 94% de l'occupation forestière de la wilaya (figure 38) (voir annexe 1 et 2):

- Montagne de l'Ouarsenis de Relizane: **39 967 ha (66,3%)**
- Djebel Bou Barheat-Garet El Amra: **16 699 ha (27,7%)**

Les terres forestières (forêts, maquis et reboisements) occupent une superficie 60 289 ha correspondant à un taux de boisement de la wilaya estimé à 12,37%. Ces formations sont constituées pour un plus de la moitié des superficies en maquis (**52%**), alors que les forêts proprement dites ne représentent que **24,15%**. Ceci nous a permis de constater que la forêt de Relizane est une forêt dégradée, ces différents types de formation de la forêt sont répartis de la façon suivante:

Tableau 10 : Répartition des superficies forestières par type de formation

Type de formation	Superficie (ha)	Taux (%)
Maquis et maquis arborés	31 378	52,04
forêts proprement dites	14 562	24,15
reboisements	10 329	17,14
forêts incendies	4 020	6,67
Total	60 289	100

Source : (conservation de la wilaya de Relizane, 2011)

Les formations de Pin d'Alep sont largement dominantes, elles occupent une superficie de **26 446 ha** soit **91,47%** des superficies forestières cartographiques (forêts et reboisement = **28 911 ha**). Tant que les autres essences de moindre importance sont l'Eucalyptus, le Thuya, le Chêne liège et l'Acacia, souvent en mélange avec Pin d'Alep et dont la plupart sont issus de reboisements.

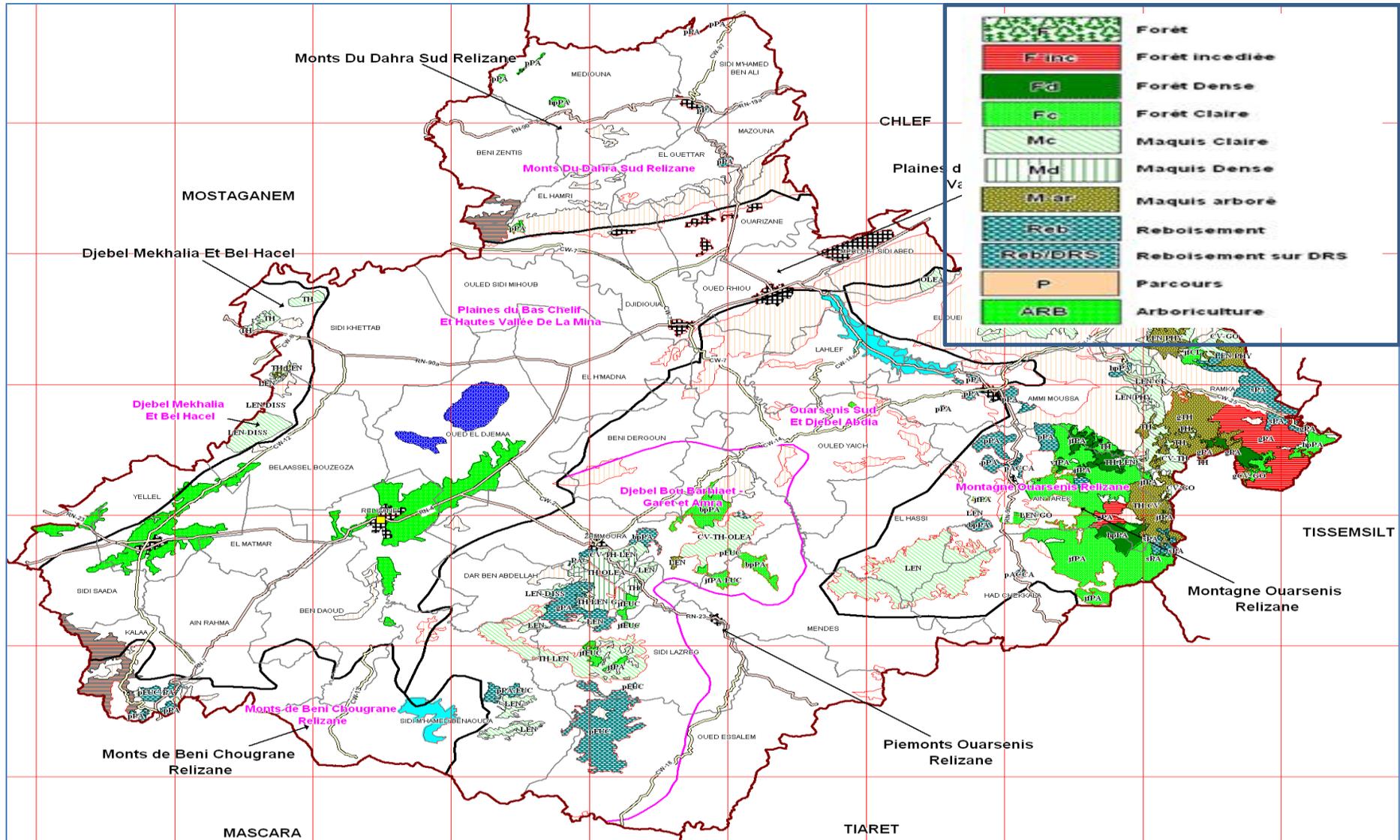


Figure 38 : Carte des formations forestières (Conservation des forêts de la wilaya de Relizane, 2012)

V. Le milieu humain

La population de la wilaya de Relizane est estimée à 785 921 habitants en 2022 (ONU, 2022), soit un taux de croissance de 2,31%, et la structure par âge de la population montre généralement une population jeune avec un âge moyen de 29 ans (figure 39 et 40).

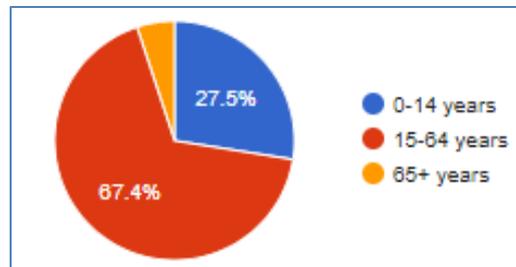


Figure 39: Les groupes d'âge dans la wilaya de Relizane, statistiques 2008 (source : DSA, 2017)

La structure par sexe est presque équilibrée, avec 49 % de femmes et 51 % d'hommes. En 2009, la population rurale représentait 43 % de la population totale, la population urbaine 57 % et la population active 28 % (DSA, 2011).

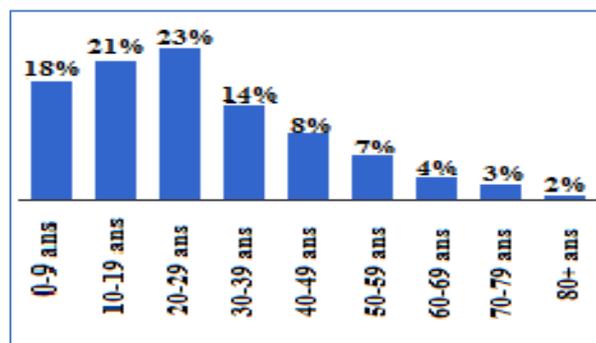


Figure 40 : Répartition de la population par âge dans la wilaya de Relizane (statistiques de 2008) (source : DSA, 2017)

Chapitre II

Etude sur terrain

I. Objectifs de l'étude

Cette étude ethnobotanique a été menée afin de connaître : la place de la médecine traditionnelle dans la wilaya de Relizane, identifier et décrire les espèces médicinales et aromatiques de la région et leurs utilisations traditionnelles.

Donc cette étude vise à approfondir nos connaissances et plus spécifiquement concernant la population locale de Relizane dans le nord-ouest de l'Algérie. À notre connaissance, il s'agit de la première enquête ethnobotanique menée dans la région.

II. La méthodologie de travail

A l'aide de 100 fiches questionnaires (annexe 3), une enquête ethnobotanique sur le terrain a été menée pendant la campagne (2019/2020) auprès des personnes en contact avec les plantes médicinales (les villageois, guérisseurs traditionnels et herboristes) à travers la région de Relizane. Le nombre de personnes interrogées est de 100, ayant entre 17 et 83 ans, répartis entre les deux sexes (45 masculins et 55 féminin), dont 25 à Zemmora, 17 à Mazouna, 23 à Ramka, 20 à Oued Rhiou et 15 à Yellel. Les figures 37 à 40 montrent leurs caractéristiques démographiques. L'outil de notre enquête est un formulaire constitué de : des questions concernant les informateurs (herboristes, guérisseurs traditionnels et villageois), des questions concernant la plante et des questions concernant les utilisations de cette plante, permettant d'évaluer la connaissance de la plante, l'utilisation, la prescription et le mode de préparation préconisé de chacun des tradipraticiens ou herboristes interrogés. Les informations sont obtenues en posant des questions directes aux informateurs de la région concernée. Les spécimens de référence ont été préparés et soumis à l'herbier du laboratoire LRSBG (Département de biologie, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université de Mascara, Algérie) pour trouver leurs noms scientifiques parce que les informateurs ont donné des noms locaux en arabe et/ou en langues tamazight. La taxonomie des espèces médicinales mentionnées par les informateurs a été identifiée selon la littérature standard (Quezel, 1962 ; Kaddem, 1990 ; Halimi, 1997 ; Benarba et al., 2015).

III. Résultats et discussion

Les résultats obtenus sont répertoriés selon les pratiques thérapeutiques, l'utilisation des plantes ainsi que le traitement des maladies.

1. Fréquence d'utilisation des plantes médicinales selon le profil des enquêtés

1.1. Utilisation des plantes médicinales selon le sexe et la situation familiale

L'utilisation d'espèces médicinales était plus fréquente chez les femmes (55 %) que chez les hommes (45 %) (figure 41). Ceci peut être attribué à la nature de la société algérienne puisque la femme est principalement responsable de la préparation des repas ménagers en utilisant souvent des recettes à base de plantes, et de prendre soin de la santé des enfants et des autres membres de la famille (Howard¹, 2003 ; Voeks, 2007). De même, plusieurs études démontrent que l'utilisation d'espèces médicinales à des fins thérapeutiques est une « connaissance sexuée » (Howard², 2003 ; Díaz-Reviriego et al., 2016). Récemment, il a été démontré que les femmes ont une connaissance plus diversifiée des plantes médicinales et partagent davantage leurs informations que les hommes (Da Costa et al., 2021). Néanmoins, l'effet du genre sur la

connaissance et l'utilisation des espèces médicinales diffère entre les continents, les sociétés et même les régions d'un même pays (Torres-Avilez et al., 2016).

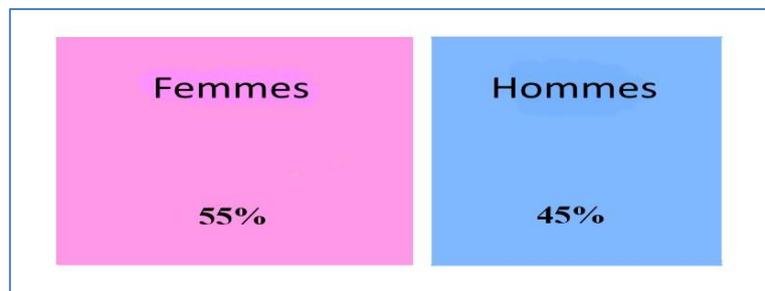


Figure 41 : Utilisation des plantes médicinales selon le sexe

D'autre part, l'utilisation d'espèces médicinales par les personnes mariées (84 %) pour traiter différents maux était plus importante (figure 42). Ces résultats concordent avec ceux rapportés par El Hafian et al. (2014) montrant que 70% des utilisateurs de plantes médicinales au Maroc étaient des personnes mariées. En outre, les études ethnobotaniques les plus récentes dans différents pays ont indiqué que la majorité (près de 70 % à 75 %) des utilisateurs de plantes médicinales étaient mariés (Zaher et al., 2018 ; Pathy et al., 2021).



Figure 42: Utilisation des plantes médicinales selon la situation familiale

1.2. Utilisation des plantes médicinales selon le niveau d'étude

La plupart des utilisateurs (38 %) de plantes médicinales étaient analphabètes, 26 % avaient fait des études primaires, 23 % avaient fait des études secondaires (figure 43), mais seulement 13 % avaient fait des études universitaires. Ces résultats concordent avec les études les plus récentes réalisées en Algérie et dans les pays voisins, qui montrent que la plupart des utilisateurs de plantes médicinales sont analphabètes. Miara et al. (2019) ont constaté que la majorité des informateurs de leur étude menée à Bordj Bouarirej (Est-Algérie) ou dans la steppe algérienne étaient analphabètes (Miara et al., 2018). Des résultats similaires ont été rapportés en Tunisie (Karous et al., 2021) et au Maroc (Douira et Zidane, 2015).

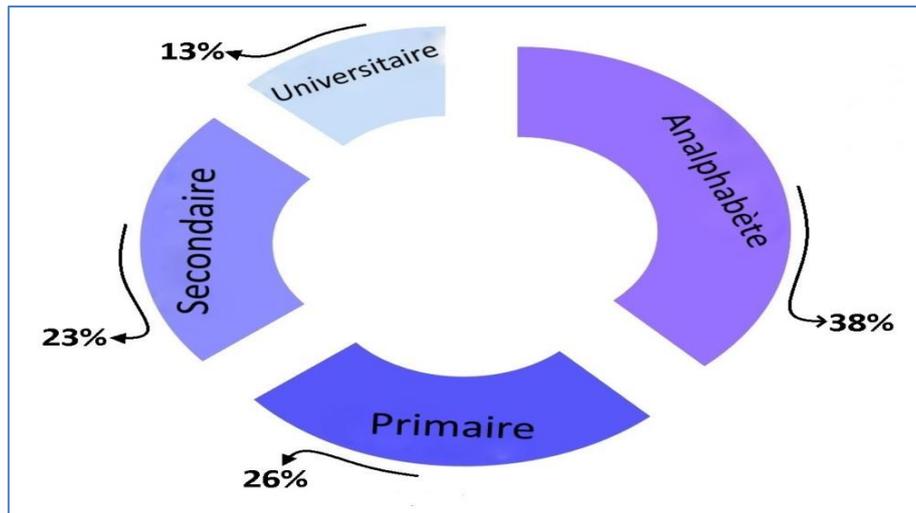


Figure 43 : Utilisation des plantes médicinales selon le niveau d'étude

1.3. Utilisation des plantes médicinales selon l'âge

Les personnes qui appartiennent à la classe d'âge de 30 à 60 ans connaissent bien la phytothérapie traditionnelle par rapport aux autres classes d'âges, de même, le manque d'intérêt pour la phytothérapie chez les personnes de tranche d'âge de <30ans s'explique par la méfiance particulièrement des jeunes qui ont tendance à ne plus trop croire en cette médecine traditionnelle (Mehdioui et Kahouadji, 2007). La connaissance des plantes médicinales et leurs propriétés sont généralement acquises suite à une longue expérience accumulée et transmise d'une génération à l'autre. La transmission de cette connaissance est en danger actuellement parce qu'elle n'est pas toujours assurée (Anyinam, 1995), et pour les personnes les plus âgées, l'utilisation des plantes médicinales (7,5%) ne représente pas un grand intérêt thérapeutique (figure 44).

Cela semble être généralisé dans les pays méditerranéens où l'âge moyen des personnes pratiquant la phytothérapie traditionnelle est élevé, dépassant souvent 50 ans (González-Tejero et al., 2008).

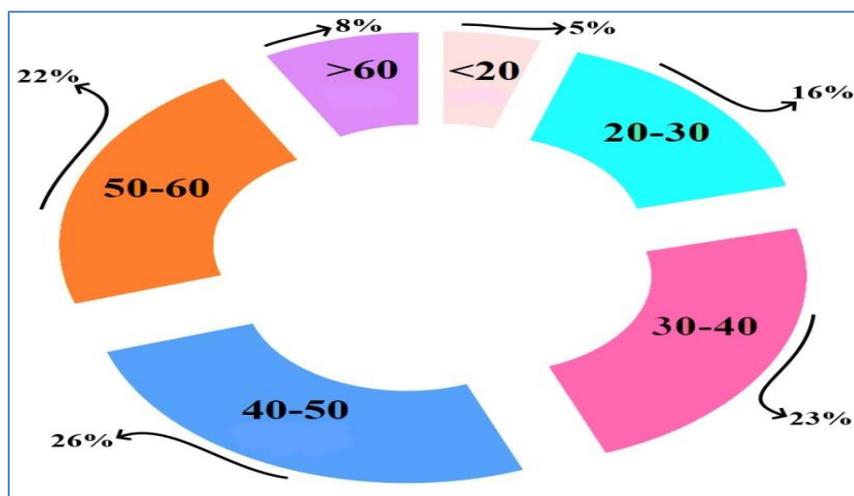


Figure 44 : Utilisation des plantes médicinales selon l'âge

2. Aspect floristique

L'analyse floristique des espèces enregistrées a révélé que les populations de la zone d'étude utilisaient 104 espèces appartenant à 46 familles botaniques. Six familles étaient dominantes et comptaient 45 espèces (43 %) ; ces familles sont Lamiacées (13 species, 12%), Apiacées (11 species, 10%), Compositées (8 species, 8%), Fabacées (5 species, 5%), et Brassicacées et Cupressacées avec 4 espèces chacune (4%) (figure 45). Ces résultats concordent parfaitement avec la plupart des études ethnobotaniques menées en Algérie (Benarba et al., 2015 ; Benarba, 2016 ; Ouelbani et al., 2016 ; Bouziane, 2016 ; Bouacherine et Razika, 2017 ; Zatout et al., 2021) et ailleurs, comme dans le bassin méditerranéen (El Hilah Fatima et al., 2015 ; Güler et al., 2015), en Irak (Ahmed, 2016) en Chine (Guo et al., 2017), et en Lituanie (Lipman, 2009). Récemment, nous avons constaté que les guérisseurs algériens pratiquant dans différentes régions d'Algérie utilisaient des espèces médicinales appartenant à cinq familles dominantes : Lamiacées (13%), Compositées (13%), Apiacées (7%), Rosacées et Fabacées (5% chacune) (Belhouala et Benarba, 2021). La prédominance de ces familles peut être attribuée à leur abondance dans la région. En fait, ils sont les plus représentés avec 557 espèces de Compositées ; 183 de Lamiacées, et 170 d'Apiacées (Dobignard et Chatelain, 2010).

2.1. Espèces les plus fréquemment citées

Les espèces médicinales les plus citées (figure 46) étaient : *Thymus vulgaris* L. (83 citations), *Olea oleaster* Hoffmanns. Link (80 citations), *Mentha spicata* L. (75 citations), *Eucalyptus salmonophloia* F.Muell. (71 citations), *Pimpinella anisum* L. (60 citations), *Spergularia rubra* L. (58 citations) et *Artemisia herba-alba* Asso (56 citations).

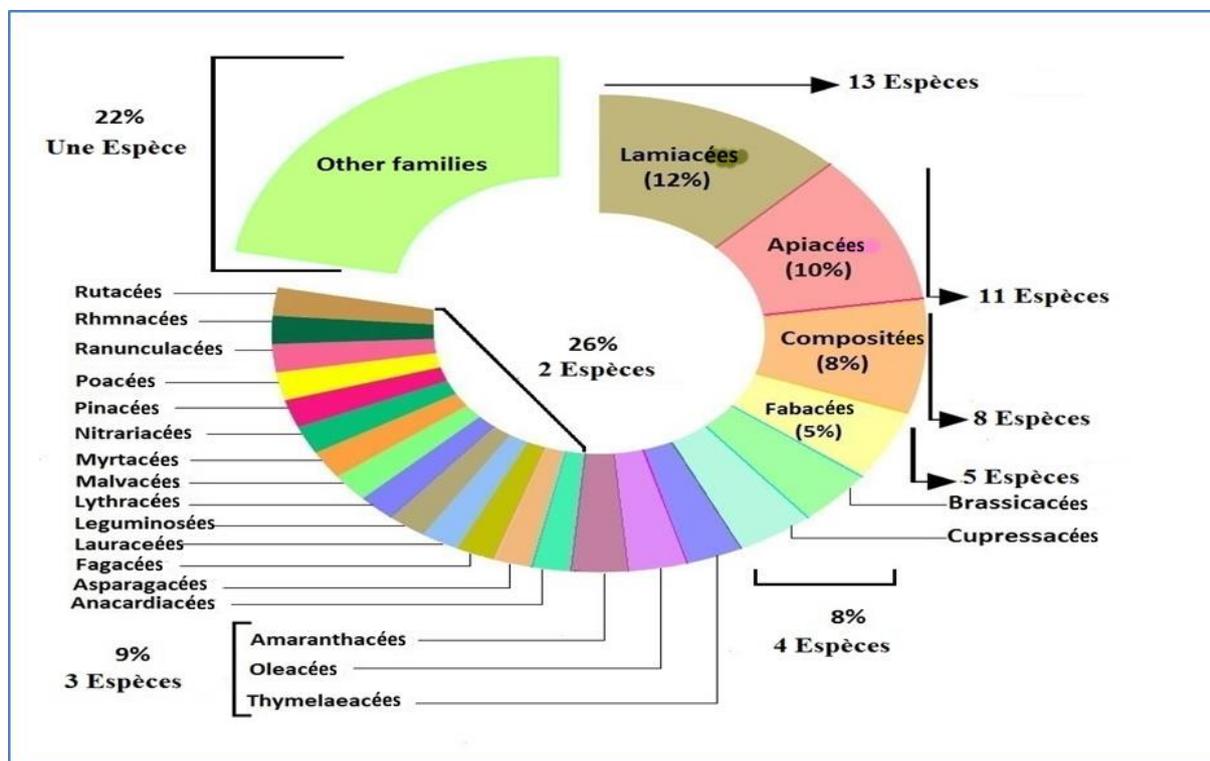


Figure 45 : Fréquence des familles botaniques

La dominance des espèces de *Mentha* a été signalée dans plusieurs études ethnobotaniques menées en Algérie (Benarba, 2016 ; Bouredja et al., 2017).

Nous avons récemment découvert qu'une espèce du genre *Thymus* (*T. lanceolatus*) était la plante médicinale la plus citée par les populations locales de l'extrême ouest de l'Algérie (Zatout et al., 2021). L'écorce et les parties aériennes de la plante sont utilisées dans la zone d'étude pour traiter les troubles respiratoires, les blessures et le diabète. Nos résultats corroborent les études démontrant que *T. vulgaris* L. et d'autres espèces de *Thymus* sont principalement utilisés dans les pays méditerranéens pour traiter les maladies respiratoires (Benarba et al., 2015 ; Teixidor-Toneu et al., 2016 ; Zatout et al., 2021). Les utilisations ethnomédicinales de *T. vulgaris* L. sont confirmées par plusieurs études démontrant ses propriétés antiseptiques, antibiotiques et antifongiques (Ekoh et al., 2014).

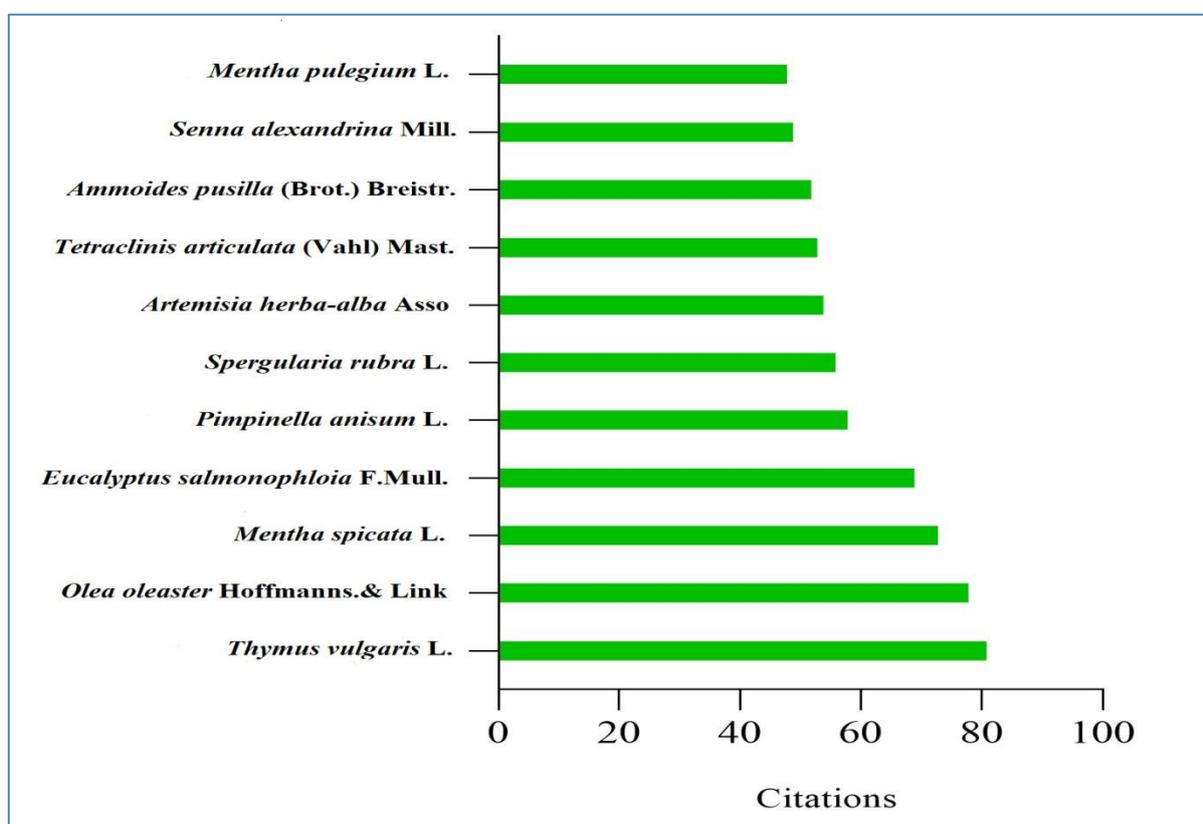


Figure 46 : Espèces les plus fréquemment cités

2.2. Aspect ethnobotanique et pharmacologique

A. Parties utilisées, mode de préparation et voies d'administration

Nous avons constaté que 104 espèces sont utilisées par la population rurale (tableau 11). En ce qui concerne les parties les plus utilisées, les feuilles se classaient au premier rang (27 %), suivies des fruits (13 %), des parties aériennes (feuilles) (12 %), des graines (10 %), des racines et de l'écorce (9 % chacune), des tiges (7 %) et, enfin, des fleurs (6 %) (figure 47). D'autre part, l'utilisation de la plante entière, du rhizome et des tubercules a été citée à moins de 6 %. Le fait que les feuilles soient la partie la plus fréquemment utilisée des plantes

concorde avec la majorité des études ethnobotaniques menées en Algérie (El Hadj et al., 2003 ; Bradai, 2014 ; Benarba et al., 2015 ; Benarba, 2016) et dans différentes régions du bassin méditerranéen (Skalli et al., 2019 ; Chaachouay et al., 2021). Dans une étude multirégionale menée en Algérie, on a constaté que les feuilles (29%) et les parties aériennes (comme la tige, les bourgeons, les feuilles, les fleurs et les fruits) (23%) étaient les parties végétales dominantes utilisées à des fins thérapeutiques (Belhouala et Benarba, 2021). De même, Baziz et al. (2020) ont signalé que les populations locales vivant dans les montagnes Aures (à l'extrême est de l'Algérie) utilisaient les feuilles plus fréquemment (28,86 %) que les autres régions. Comme nous l'avons constaté, Kefifa et al. (2020) ont constaté que les feuilles représentaient plus de 50 % des parties de plantes fréquemment utilisées par les populations locales dans la région semi-aride algérienne. La prédominance des feuilles peut être attribuée à leur collection facile, leur abondance et leur richesse en molécules bioactives produites par photosynthèse (Belhouala et Benarba, 2021).

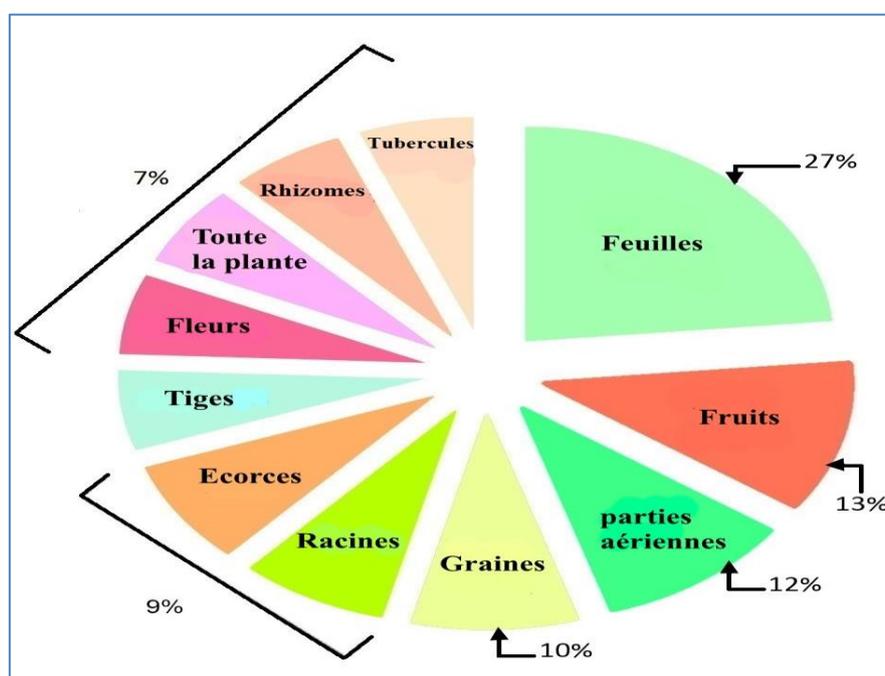


Figure 47: Parties de plantes utilisées en médecine traditionnelle

En ce qui concerne les modes d'administration, nos résultats ont montré que le mode principal était l'infusion (28 %), puis la décoction (26 %), la poudre (20 %), brute (10 %), le cataplasme (8 %), l'inhalation, la macération et la vapeur (2 %) et l'huile essentielle et le jus (1 %) (figure 48). Ces résultats concordent avec ceux précédemment rapportés dans différentes régions d'Algérie (Benarba et al., 2015 ; Benarba, 2016 ; Zatout et al., 2021).

De même, l'infusion et la décoction ont été considérées comme les principaux modes de préparation des remèdes à base de plantes en Algérie (Baziz et al., 2020 ; Alami Merrouni et Elachouri, 2020 ; Bouafia et al., 2021). Des résultats similaires ont été rapportés dans la plupart des études ethnobotaniques réalisées dans d'autres pays tels que le Nigeria (Ibrahim et al., 2021), le Maroc (Chaachouay et al., 2021) et la Tunisie (Karous et al., 2021). Ces résultats révèlent que la transmission des connaissances ancestrales sur l'utilisation des

plantes médicinales semble être très répandue dans toute l'Algérie. De plus, l'utilisation de la décoction et de l'infusion comme modes de préparation les plus fréquents peut être attribuée au fait que le chauffage permet l'extraction de molécules bioactives en plus de ses propriétés désinfectantes (Benarba et al., 2015).

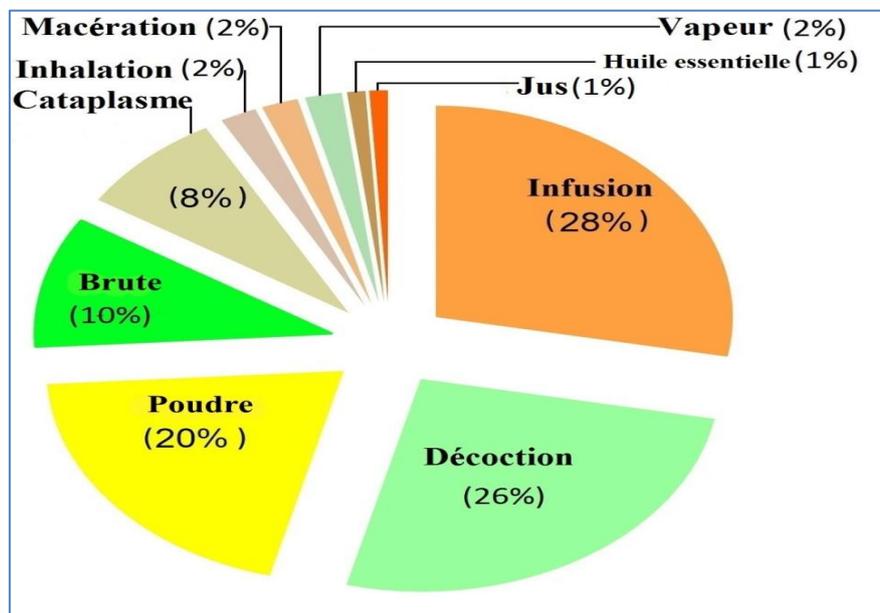


Figure 48 : Modes de préparation utilisés en médecine traditionnelle

La plupart des remèdes à base de plantes médicinales (66 %) sont prescrits par voie orale, tandis que 28 % sont utilisés par voie topique (figure 49). Nos résultats concordent avec les travaux antérieurs dans différentes régions de l'Algérie (Benarba et al., 2015 ; Benarba, 2016 ; Zatout et al., 2021 ; Belhouala et Benarba, 2021). Ces résultats confirment que l'ingestion orale et l'application topique sont les principales voies d'administration des plantes médicinales dans le monde (Reimers et al., 2018 ; Mrabti et al., 2019 ; Karous et al., 2021 ; Hosseini et al., 2021). La dominance de l'ingestion orale peut expliquer la prévalence des affections internes chez les populations locales dans la zone d'étude. De plus, l'ingestion orale peut être associée à une guérison rapide et améliorée. L'identification botanique précise et l'évitement de la surdose sont des facteurs importants.

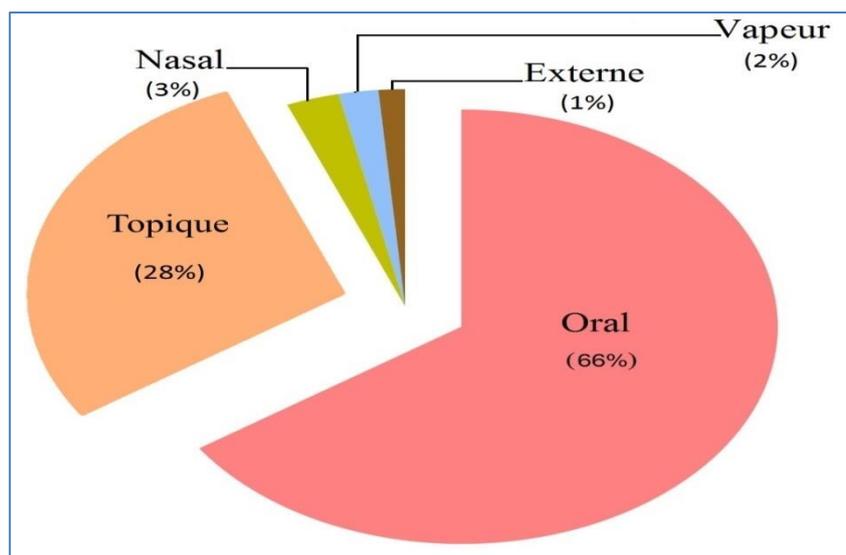


Figure 49 : Modes d'administration en médecine traditionnelle

B. Affections traitées par des plantes médicinales

Les affections ont été classées en neuf catégories selon les rapports d'utilisation mentionnés par les guérisseurs traditionnels de la zone d'étude (tableau 12).

Tableau 12 : Maladies regroupées par catégories d'affections

Catégorie	Maladies / troubles
Infections métaboliques	Diabète, goitre, perte de poids
Infections digestives	Hémorroïdes, ulcère d'estomac, maux d'estomac, dysenterie, coliques, gaz intestinal, constipation, colite, parasites, kyste hydatique, problèmes hépatiques, hépatite, problèmes biliaires, anémie, diarrhée, mal de dents, lithiase biliaire
Infections ostéo-articulaires	Rhumatisme, arthrite, inflammation, douleur corporelle
Infections génito-urinaires	Crampes menstruelles, infertilité, impuissance sexuelle, problèmes gynécologiques, Calculs du rein et de l'uretère, infections rénales, affections de l'urètre et des voies urinaires, cystite.
Infections respiratoires	Rhume, toux, asthme, bronchite, grippe, allergie
Infections dermatologiques	Maladies de la peau, infections fongiques, brûlures, Chute de cheveux
Infections neurologiques	Dépression, anxiété, vertiges, migraine, démence, , fièvre, immunité
Cancer	Tumeurs, cancers, métastases
Infections cardio-vasculaires	Cholestérol, hypertension artérielle, problèmes cardiaques

Les principales infections traitées à l'aide d'espèces médicinales étaient les maladies digestives (30 %), suivies des maladies respiratoires (19 %), génito-urinaires (11 %) et dermatologiques (10 %) (figure 50). Ces résultats concordent avec les plus récentes études ethnobotaniques révélant la prédominance des maladies digestives et respiratoires en Algérie (Benaïche et al., 2019 ; Yaïci et al., 2020) et dans les pays voisins (Slimani et al., 2016 ;

Hseini et al., 2017). Il semble qu'en plus de leur prévalence élevée, ces maladies sont relativement facilement diagnostiquées et leurs symptômes peuvent être traités séparément.

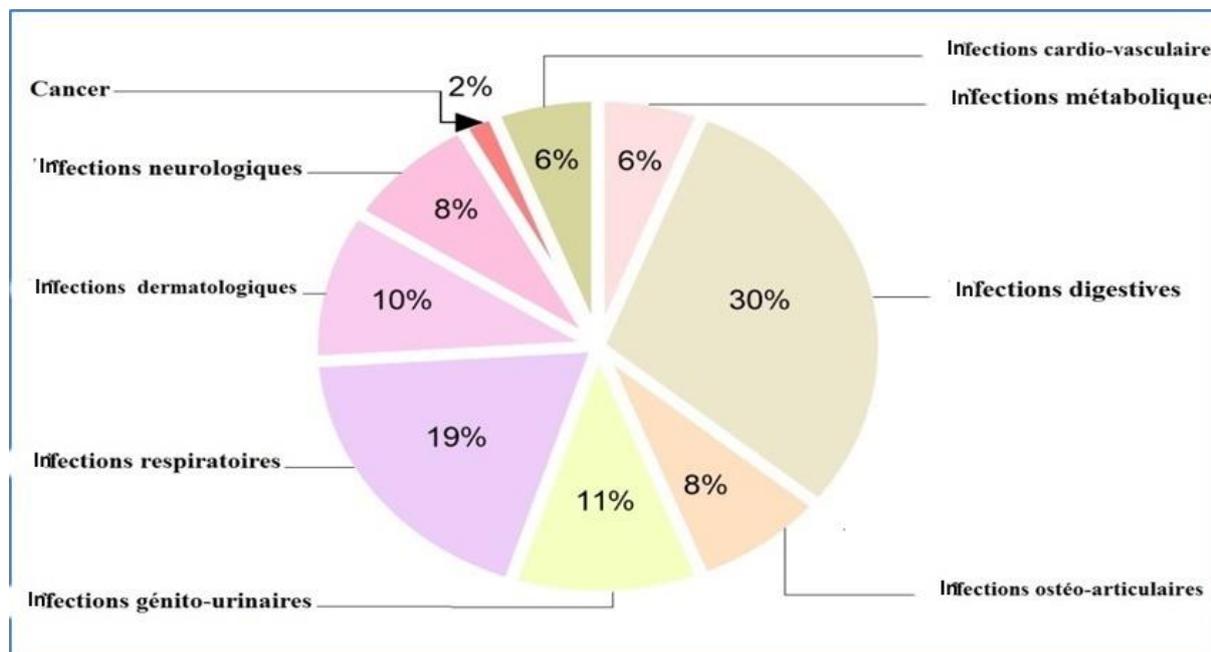


Figure 50 : Les maladies traitées par les plantes médicinales citées dans l'enquête

Conclusion

Selon nos propres recherches, il s'agit de la première étude couvrant différentes régions de la wilaya de Relizane (Nord-Ouest de l'Algérie). Nos résultats ont révélé des connaissances ethnomédicales riches et partagées. Au total, 104 espèces appartenant à 46 familles botaniques sont utilisées par les populations locales pour traiter différents maux. Les espèces médicinales fortement citées, telles que *Thymus vulgaris* L., *Olea oleaster* Hoffmanns. & Link, *Mentha spicata* L., and *Eucalyptus salmonophloia* F.Muell. devraient être davantage étudiées pour obtenir des niveaux de qualité tels que correspondent aux produits pharmaceutiques occidentaux.

Tableau 11 : Liste des plantes médicinales utilisées dans la région de Relizane

Famille	Nom botanique	Nom commun (nom en arabe)	Partie utilisée	Utilisations thérapeutiques	Méthode de préparation	Mode d'administration	Citations (%)
Amaranthaceae	<i>Atriplex halimus</i> L.	القطف	Feuilles	Antimicrobiens, infections des gencives, goitre, côlon	Décoction	Oral	25
	<i>Allium sativum</i> L.	ثوم	Fruits	Toux, grippe, perte de cheveux, hémorroïdes, hypertension	Brute	Oral	23
	<i>Allium cepa</i> L.	بصل احمر	Bulbes	Perte de cheveux, antiseptique, abcès cutané, douleur à l'oreille	Jus	Topique	20
Anacardiaceae	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	الضرو	racines, feuilles	Rhumatisme, brûlures d'estomac, côlon, hémorroïdes Grippe, pneumonie, toux	Décoction Inhalation	Oral Nasal	45
	<i>Pistacia atlantica</i> Desf.	بطم	Huile, résine	Maladies oculaires chez les animaux Tumeurs, insuffisance rénale	Poudre Brute	Topique Oral	22
Apiaceae	<i>Ammoides pusilla</i> (Brot.) Breistr.	النوخة	Partie aérienne	Antiseptiques, maladies articulaires	Cataplasme	Topique	
	<i>Ammi visnaga</i> (L.) Lam.	خلخة	Fruits	Grippe, fièvre, maux de tête, diarrhée Calculs rénaux, asthme, bronchite, lithotripsie, diurétique, coqueluche, problèmes circulatoires et vasodilatateur	Infusion/décoction Infusion/décoction	Oral Oral	54 40
	<i>Bunium mauritanicum</i> (Boiss. & Reut.) Batt.	تلغودة	Tubercules	Rhumatisme, gaz intestinal, tumeur, ulcère gastrique, diabète, oxydermes, hypothyroïdie, bronchite, calculs rénaux, angine, crise cardiaque	Poudre	Oral	38
	<i>Carum carvi</i> L.	كروية	Graines	Diarrhée, problèmes digestifs, côlon, obésité	Poudre	Oral	15
	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss	القصبير	P.aérienne, graines	Problèmes neurologiques (calmants), toux, cholestérol, rhumatismes, ménorragie, indigestion	Infusion	Oral	24
	<i>Thapsia garganica</i> L.	الدرياس	Racines	Douleurs articulaires, rhumatisme, gale	Cataplasme	Topique	20
	<i>Pimpinella anisum</i> L.	زريعة البسباس	P.aérienne, graines	Gaz intestinaux, colon	Décoction/infusion	Oral	60
Apocynaceae	<i>Apium graveolens</i> L.	كرافس	Partie aérienne	Toux, maladie rénale, maladie de la vésicule biliaire	Infusion	Oral	20
	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss	معدنوس	Partie aérienne	Grippe, maladie rénale, maladie de la vésicule biliaire	Infusion	Oral	22
	<i>Coriandrum sativum</i> L.	قصبير	Partie aérienne	Grippe	Infusion/brute	Oral	11
	<i>Cuminum cyminum</i> L.	كمون	graines	Obésité, diarrhée	Infusion	Oral	03
	<i>Nerium oleander</i> L.	الدقلى	Feuilles	Urticaire, champignon du pied	Décoction/ cataplasme/poudre	Topique	15
	Arecaceae	<i>Chamaerops humilis</i> L.	الدوم	Fruits	Grippe, hypertrophie de la prostate, hypertension, cholestérol, hémorroïdes Chute de cheveux	Brute	Oral
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia rotunda</i> L.	برسطم	Racines, feuilles	Mycose des pieds Cancer	Décoction Poudre Poudre	Topique Topique Oral	19
				Problèmes de rate, diarrhée, jaunisse, infections des reins et de la vessie, rhumatisme	Infusion	Oral	
	Asparagaceae	<i>Agave americana</i> L.	أغاف، سيبارا	Feuilles	Substitut alimentaire pour le sucre raffiné	Décoction	Oral
	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	السكوم	Ecorce, tige, racines	Perte d'appétit, lumbago, insuffisance rénale, analgésique cardiaque	Décoction/infusion	Oral	33

(Suite)

Tableau 11 : (Suite).

Famille	Nom botanique	Nom commun (nom en arabe)	Partie utilisée	Utilisations thérapeutiques	Méthode de préparation	Mode d'administration	Citations (%)
Brassicaceae	<i>Alyssum tortuosum</i> Willd.	تفر فرا	Racines	Stérilité chez la femme, exorcisme	Bain à vapeur	Vapeur	20
	<i>Lepidium sativum</i> L.	حب الرشاد	graines	Allergies saisonnières, anémie	Poudre	Oral	20
	<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav.	الجرجير	Feuilles	Rhumatisme, inflammation des gencives	Maceration/brute	Oral	11
	<i>Anastatica hierochuntica</i> L.	كف مريم	Toute la plante	Rhumes, dystocie, analgésiques, diabète	Infusion/maceration	Oral	10
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.	صبار، التين الهندي، نصرانية	Fruits, feuilles	Diarrhée, diabète, maladie du foie, cholestérol, côlon, problèmes digestifs, rhumatisme, hypertension, toux, pneumonie, allergies saisonnières, eczéma, plaies	brute	Oral/topique	25
Caryophyllaceae	<i>Spergulari arubra</i> (L.) J.Presl & C.Presl	قنات لجر	Partie aérienne	Problèmes rénaux et urinaires, lithalsas vésiculaires	Infusion	Oral	58
Cistaceae	<i>Cistus albidus</i> L.	أمجوج	fruits	Acné, peau sensible, hémorroïdes	Poudre	Topique	05
Compositae	<i>Dittrichia viscosa</i> (L.) Greuter	جذر الراسن صفصاف	Partie aérienne	Diarrhée, grippe, cholestérol Blessures, rhumatismes	Infusion/décoction Cataplasme	Oral Topique	20
	<i>Saussurea costus</i> (Falc.) Lipsch.	قسط هندي	Racines	Vers et maladies intestinales, exorcisme, toux, asthme, infections respiratoires, gaz intestinaux	Décoction/poudre	Oral	10
	<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn.	شوك النصارى	Graines, feuilles	Anorexie, diabète, maladies du foie, maladies de la rate	Infusion/décoction	Oral	21
	<i>Echinops ritro</i> L.	شوك الجمل شوك الحمار	Fleurs	Douleur dentaire, diurétique Tumeurs	Brute Cataplasme	Oral Topique	10
	<i>Artemisia herba-alba</i> Asso	الشيح الأبيض	Feuilles, fruits, branches	Maux d'estomac, gaz intestinaux, perte d'appétit, diurétique, diabète, vers intestinaux, côlon	Décoction	Oral	56
	<i>Artemisia arborescens</i> (Vaill.) L. <i>Artemisia absinthium</i> L.	الشهبية الشيح	Partie aérienne	Ulcère gastrique Problèmes digestifs, calculs rénaux, maladies respiratoires	Poudre/infusion Décoction	Oral Oral	08 40
Cucurbitaceae	<i>Anacyclus pyrethrum</i> (L.) Lag.	تي غانطس	Toute la plante	Infertilité chez la femme	Bain à vapeur	Vapeur	08
	<i>Citrullus colocynthis</i> (L.) Schrad.	حنظل	Toute la plante	Maladies pulmonaires, constipation, rhumatismes, tumeurs Mites de laine	Décoction Brute	Oral Externe	11
Cupressaceae	<i>Juniperus phoenicea</i> L.	عرعار لحم	Feuilles	Rhumatisme, grippe	Décoction/poudre	Oral	48
	<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	طلاقة	Feuilles	Rhumatisme, grippe	Décoction	Oral	09
	<i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Mast.	عرعار	Feuilles, fruits, tige	Toux, grippe, inflammation des poumons, rhumatismes	Décoction/infusion	Oral	55
	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	السرو	Feuilles, fruits, branches.	Problèmes neurologiques, grippe, hémorroïdes, arthrite Plaies	Décoction/infusion Cataplasme	Oral Topique	16
Ericaceae	<i>Arbutus unedo</i> L.	اللتج	Fruits	Diarrhée, problèmes de circulation sanguine	Brute	Oral	43
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	خروع	Huile extraite des graines	Constipation Cheveux cassants, plaies, gale	Huile Huile	Oral Topique	07

(Suite)

Tableau 11 : (Suite).

Famille	Nom botanique	Nom commun (nom en arabe)	Partie utilisée	Utilisations thérapeutiques	Méthode de préparation	Mode d'administration	Citations (%)
	<i>Acacia horrida</i> (L.) Willd.	الطلح	Feuilles	Estomac, cancer	Décoction	Oral	24
	<i>Ceratonia siliqua</i> L.	خروب	Fruits, écorce	Côlon, maux d'estomac, diarrhée, vomissements, indigestion, gaz intestinal, anémie, hypertension, cholestérol, problèmes osseux et articulaires, diurétique pendant l'allaitement, ovaires polykystiques, pneumonie, toux	Décoction/infusion	Oral	11
Fabaceae	<i>Trigonella foenum-graecum</i> L.	الحلبة	graines	Problèmes neurologiques, perte d'appétit, tranquilisant pour bébé, diabète, maladie cardiaque, ulcère gastrique, pneumonie, diurétique, asthme	Décoction/poudre	Oral	48
	<i>Senna alexandrina</i> Mill.	سنا المكى	Feuilles	Furoncles Côlon, constipation, maux d'estomac, vers intestinaux	Cataplasme Infusion/décoction/maceration	Topique Oral	51
	<i>Calicotome villosa</i> (Poir.) Link	القندور	Parties aiguilles des malles	Verrues	Brute	Topique	02
Lamiaceae	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill	خزامة	Feuilles	Maladies vénériennes, côlon, brûlures d'estomac, diarrhée, maladie rénale, brûlures, maladies infantiles	Infusion/décoction	Oral	40
	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	إكليل الجبل	Feuilles	Diabète, toux, rhumatisme, après l'accouchement, côlon	Infusion	Oral	35
	<i>Thymus vulgaris</i> L.	زعرور	Ecorce, p.aérienne	Pneumonie, grippe, toux Plaies Diabète	Infusion/inhalation Cataplasme Poudre	Oral/nasal Topique Oral	83
	<i>Teucrium polium</i> L.	جعينة	Feuilles	Brûlures d'estomac, maux de tête, côlon, maladies vénériennes, rhumatisme	Infusion	Oral	10
	<i>Mentha pulegium</i> L.	فليو	Feuilles	Grippe, maladies vénériennes, brûlures d'estomac, maladies urinaires	Infusion/poudre	Oral	50
	<i>Melissa officinalis</i> L.	المرساط	Partie aérienne	Maladie pulmonaire, maux de tête, crampes abdominales, fièvre, douleurs menstruelles, stress	Infusion	Oral	18
	<i>Marrubium vulgare</i> L.	التمرير	Partie aérienne	Stérilité chez la femme Mal de dos	Bain à vapeur Cataplasme	Vapeur Topique	11
	<i>Mentha spicata</i> L.	النعناع	Partie aérienne	Antiseptique, hypertension, stress, difficulté à se concentrer, grippe, spasme, pneumonie, sinusite, indigestion	Infusion/décoction	Oral	75
	<i>Lavandula stoechas</i> L.	الحلح	Bourgeons floraux Feuilles	Toux, calculs rénaux, maladies de la rate, maladies du foie, gaz intestinaux, cholestérol, maux d'estomac	Infusion	Oral	44
	<i>Thymus mastichina</i> (L.) L.	جرتيل	Ecorce, p.aérienne	Spasmes, pneumonie, blessures, côlon, perte d'appétit	Cataplasme Décoction	Topique Oral	04
	<i>Teucrium fruticans</i> L.	جعدة	Feuilles	Maux d'estomac, maux de tête, côlon, maladies génitales, rhumatismes	Infusion	Oral	10
	<i>Ajuga iva</i> (L.) Schreb.	شندفورة	Toute la plante	Rhume, troubles digestifs, fièvre, douleurs gastriques, hémorroïdes, hypertension, diabète, diarrhée, rhumatisme, stress, infertilité chez la femme, parasites internes	Décoction/infusion/poudre	Oral	17
	<i>Salvia officinalis</i> L.	الميرمية	Feuilles	Chute de cheveux Asthme, blessures, maladie du foie, problèmes menstruels	Décoction Décoction	Topique Oral	13

(Suite)

Tableau 11 : (Suite).

Famille	Nom botanique	Nom commun (nom en arabe)	Partie utilisée	Utilisations thérapeutiques	Méthode de préparation	Mode d'administration	Citations (%)
Fagaceae	<i>Quercus ilex</i> L.	الدباغ، الكروث	Bouchon, racines	Maladies urinaires, maux d'estomac, côlon	Décoction	Oral	13
	<i>Quercus suber</i> L.	البلووط	Bouchon, racines	Problèmes digestifs	Décoction	Oral	15
Iridaceae	<i>Crocus vernus</i> (L.) Hill	زعفران	stigmates	Toux, asthme, problèmes digestifs, hypertension, gaz intestinaux	Cataplasme	Topique	07
Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> L.	الجوز	Ecorce	Mauvaise haleine, jaunissement des dents, inflammation des gencives	Brute	Topique	09
Lauraceae	<i>Laurus nobilis</i> L.	الرند	Feuilles	Diabète, maladies digestives, maladies cardiovasculaires, grippe, problèmes menstruels	Infusion	Oral	14
	<i>Cinnamomum verum</i> J.Presl	قرفة	Ecorce	Poux, plaies Toux, angine de poitrine	Cataplasme Poudre	Topique Oral	18
Leguminosae	<i>Retamamono sperma</i> (L.) Boiss.	الرتم	Feuilles	Douleurs menstruelles Plaies	Infusion Poudre	Oral Topique	30
	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	عرق السوس	Racines, stolon	Maladies intestinales, urinaires, pulmonaires et bronchiques, constipation, maladie inflammatoire, ulcère rhumatisme, tumeurs	Décoction	Oral	30
Linaceae	<i>Linum usitatissimum</i> L.	زريرة الكتان	Graines	Colon, ulcère gastrique, perte de cheveux, problèmes de circulation sanguine, allergies saisonnières	poudre Poudre	Topique Oral	23
Lythraceae	<i>Punica granatum</i> L.	الرمان	Feuilles	Blessures, brûlures d'estomac, troubles digestifs, nausées, maux de tête, côlon, inflammation de la gorge, vers d'estomac	Infusion	Oral	20
	<i>Lawsonia inermis</i> L.	الحناء	Membrane fruitière Feuilles, fleurs, écorce	Aphtes, hémorroïdes Astringent, diarrhée, pourriture des ongles Blessures, fracture osseuse, gale chronique Chute de cheveux	Poudre Décoction Cataplasme Poudre	Topique Oral Topique Topique	15
Malvaceae	<i>Malva parviflora</i> L.	خبيز	Feuilles	Diabète, inflammation des muqueuses, grippe, rhume, toux, maladies de l'estomac, diurétiques	Décoction/brute	Oral	17
Myristicaceae	<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.	الكرديه	Fleurs	Maladies neurologiques	infusion/décoction	Oral	05
	<i>Myristica fragrans</i> Houtt.	جوزة الطيب	Graines, noix et masse	Antiseptique, stimulant general	Brute	Oral	05
Myrtaceae	<i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & L.M.Perry	القرنفل	bourgeons floraux	Antiseptique, antispasmodique, antibactérien, maladies du système nerveux, allergies saisonnières, toux, asthme, pneumonie	Infusion, poudre	Oral	19
	<i>Eucalyptus salmophloia</i> F.Muell.	الكاليبتوس	Feuilles Ecorce	Grippe, rhume, asthme, sinusite, fièvre, pneumonie Caries dentaires	Inhalation/décoction Poudre	Nasal/oral Topique	71
Nitrariaceae	<i>Peganum harmala</i> L.	الحرمل	Racines, feuilles, graines	Plaies, hypertension, inflammation, vers intestinaux, hémorroïdes, douleurs dentaires Rhumatisme, bronchite, toux Exorcisme	Décoction Poudre vapeur	Oral Oral Externe	25

(Suite)

Tableau 11 : (Suite).

Famille	Nom botanique	Nom commun (nom en arabe)	Partie utilisée	Utilisations thérapeutiques	Méthode de préparation	Mode d'administration	Citations (%)
Oleaceae	<i>Olea oleaster</i> Hoffmanns. & Link	الزيتون	Feuilles, fruits, huile extraite des fruits	Diabète, cholestérol, toux, rhume, hypertension Douleurs dentaires, douleurs gingivales, ulcères de la bouche et mauvais haleine, spasmes musculaires	Infusion Huile	Oral Topique	80
	<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	الزرد (زيتون)	Feuilles	Herpès oculaire chez les animaux	Poudre	Topique	05
	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	الكتم	Racines, feuilles	Fièvre, vésicule biliaire	Décoction/infusion	Oral	20
Oxalidaceae	<i>Oxalis pes-caprae</i> L.	حموضة	Partie aérienne	Côlon	Brute	Oral	05
Papaveraceae	<i>Papaver rhoeas</i> L.	بن نعمان	pétales	Otalgie, diarrhée, vomissements, troubles gastro-intestinaux	Maceration	oral	12
Pinaceae	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	التايدة	Racines, écorce	Infections cutanées chez les bébés, champignons de la peau Problèmes d'estomac	Poudre Décoction	Topique Oral	15
	<i>Pinus maritima</i> L.	الصنوبر البحري	Feuilles, fruits, écorce, bourgeons, résine	Diurétique, maladies pulmonaires, cystite, maladies articulaires	Décoction	Oral	44
Plantaginaceae	<i>Globularia alypum</i> L.	تاسلغا	Feuilles, fleurs, branches	Diabète, vers intestinaux, calculs rénaux, cholestérol, constipation, rhumatisme	Décoction/infusion/poudre	Oral	25
				Verrues, eczéma, blessures	Cataplasme	Topique	
Plumbaginaceae	<i>Armeria arenaria</i> (Pers.) Schult.	الوضمي	Racines	Tonique sexuel, stérilité Conjonctivite de l'herpèsvirus félin	Infusion Poudre	Oral Topique	06
Poaceae	<i>Ampelodesmos mauritanicus</i> (Poir.) T.Durand & Schinz	الديس	Feuilles	Maladies allergiques	Infusion/décoction	Oral	04
	<i>Zea mays</i> L.	الذرى	Graines	Urinary diseases, rheumatism Colon for babies	Infusion Poudre	Oral Oral	04
Pteridaceae	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	الزيتانة	Toute la plante	Flu, asthme	Raw	Oral	09
Ranunculaceae	<i>Nigella arvensis</i> L.	سانوج	Graines	Diabetes, headache, seasonal allergies, neurological problems	Décoction/infusion/poudre	Oral	10
	<i>Nigella sativa</i> L.	حبة البركة	Graines	Maladies respiratoires, cancer, allergies saisonnières, anémie, perte de cheveux, obésité, troubles digestifs, toux, maux de tête, infections articulaires, plaies, hypertension, vers intestinaux	Poudre	Oral	25
Rhamnaceae	<i>Rhamnus alaternus</i> L.	مليس	Ecorce, feuilles, fruits.	Jaunisse, constipation, bon tonique pour le foie et la rate	Infusion	Oral	07
	<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.	السدرة	Feuilles, fruits, écorce	Troubles du sommeil, anémie, cancer, coqueluche, cholestérol, diarrhée, hépatite, problèmes gastriques, anorexie, calculs rénaux Inflammation de la peau, croûtes cutanées, exorcisme Chute de cheveux	Infusion/brute Poudre	Oral Topique Topique	17
Rosaceae	<i>Prunus cerasus</i> L.	حب الملوك	Feuilles	Immunité faible, maladies urinaires	Décoction, infusion	Oral	07

(Suite)

Tableau 11 : (Suite).

Famille	Nom botanique	Nom commun (nom en arabe)	Partie utilisée	Utilisations thérapeutiques	Méthode de préparation	Mode d'administration	Citations (%)
Rutaceae	<i>Ruta montana</i> (L.) L.	فيجل	Partie aérienne	Hypertension, maladies vénériennes, toux, rhume, grippe, diabète Douleur articulaire	Infusion Poudre/cataplasme	Oral Topique	31
	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	ليمون	Fruits	Allergie saisonnière, angine de poitrine, grippe, toux, pneumonie, nausées	Jus Inhalation	Oral Nasal	25
Salvadoraceae	<i>Salvadora persica</i> L.	سواك	Branches	Mauvaise haleine, jaunissement des dents, inflammation des gencives	Brute	Topique	12
Thymelaeaceae	<i>Thymelaea hirsuta</i> (L.) Endl.	المثنان	Feuilles, Ecorce	Fausse couche, serrage de l'utérus, plaies, carie dentaire Stérilité chez la femme, brûlures d'estomac, oxydes, constipation, hémorroïdes	Cataplasme Infusion/décoction	Topique Oral	35
Urticaceae	<i>Aquilaria malaccensis</i> Lam.	عرق غريس	Ecorce	Cancer, hypothyroïdie, cicatrices, diabète, grippe	Poudre	Oral	27
	<i>Daphne gnidium</i> L.	لزار	Feuilles, écorce	Perte de cheveux, constipation, diurétique	Décoction	Topique	07
	<i>Urtica dioica</i> L.	الحريفة	Partie aérienne	Problèmes rénaux et urinaires, lithalsas vésiculaires, rhumatismes Hémorroïdes Chute de cheveux	Infusion Poudre Décoction	Oral Topique Topique	33
Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i> L.	الدالية	Feuilles	Astringent, anti-inflammatoire, diabète, hypertension, maladies cardiaques	Décoction, infusion	Oral	13
Zingiberaceae	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	الزنجبيل	Rhizomes	Cholestérol, toux, gaz intestinal, rhume, grippe, antibiotiques, diabète	Décoction, infusion	Oral	45

Troisième partie
Etude
phytochimique

Chapitre I

Matériels et méthodes

I. Matériel végétal

1. Critères de sélection des plantes

Afin d'isoler de nouvelles substances à partir de plantes, trouvant ainsi de nouvelles voies d'application dans les domaines de la pharmacie et de la cosmétique, et de mettre en place les stratégies d'isolement les plus efficaces, une sélection rigoureuse des plantes à étudier est recommandée. Dans cette optique, les informations de terrain recueillies auprès des thérapeutes et guérisseurs traditionnels, ainsi que l'utilisation empirique de diverses préparations traditionnelles, ont attiré notre attention sur la sélection des plantes étudiées.

2. Récolte

Les quatre taxons choisis (*Mentha spicata* L., *Mentha pulegium* L., *Thymus vulgaris* L., *Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr.) ont été récoltés dans quatre stations situées dans la wilaya de Relizane (tableau 13 ; figure 51) durant l'année 2019/2020. *Mentha spicata* L. et *Thymus vulgaris* L. ont été recueilli en août, cependant *Mentha pulegium* L. et *Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. ont été collectés en février. Après la récolte le matériel végétal, nous avons procédé au séchage à une température ambiante (20-25°C) pendant environ un mois à l'air libre, jusqu'à la stabilisation de leur masse afin d'éviter d'éventuelles risques d'oxydation des polyphénols et de préserver au maximum d'intégrité des molécules. Ensuite, les échantillons ont été récupérés dans des sacs propres et stockés à l'abri de la lumière et l'humidité jusqu'au jour des manipulations.

Tableau 13 : Coordonnées des espèces étudiées

Station	Altitude	Latitude	Longitude	Espèce
S1 (Souk El Had)	495 m	35°57'23" N	1°14'53" E	<i>Ammoides pusilla</i> (Brot.) Breistr.
S2 (Ramka)	350 m	35° 51' 0 "N	1° 19' 60 "E	<i>Thymus vulgaris</i> L.
S3 (Zemmora)	270 m	35°43'21" N	0°45'36" E	<i>Mentha pulegium</i> L.
S4 (Belhacel)	58 m	35° 50' 26 "N	0° 29' 56 "E	<i>Mentha spicata</i> L.

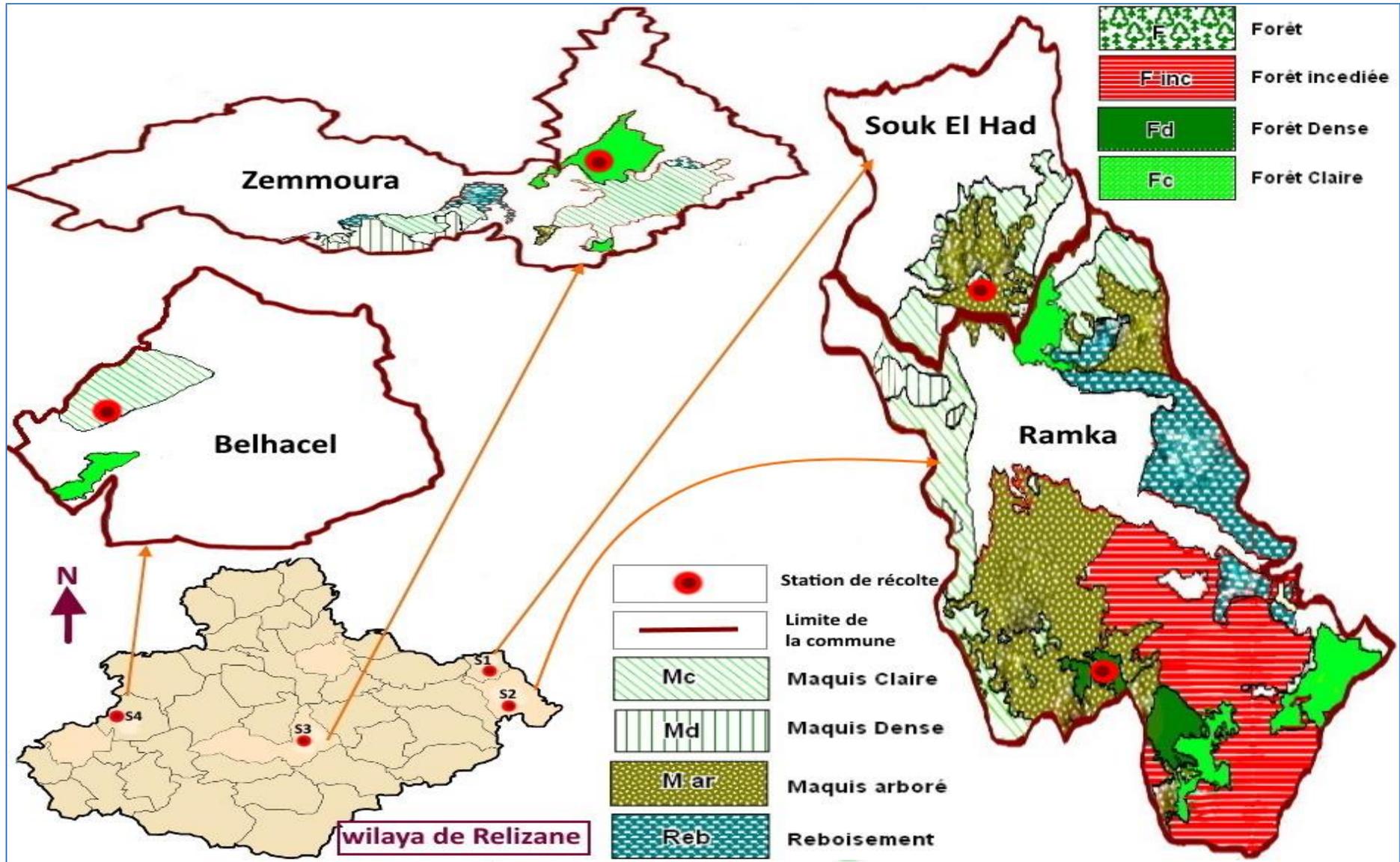


Figure 51 : Localisation des espèces étudiées (Conservation des forêts de la wilaya de Relizane, 2021)

II. Préparation des extraits aqueux

Les parties aériennes de chaque plante sont soumises à la décoction dans l'eau distillée (10% m/v) pendant 15-20 minutes (figure 52). Après refroidissement, la solution est filtrée sur une gaze puis sur papier Whatman et le filtrat est évaporé à sec dans l'étuve à 45°C pendant 2-3 jours pour donner des extraits aqueux bruts (Belhattab et al., 2004). Cette opération est répétée 3 fois.

III. Rendement d'extraction

Le rendement d'extraction (%) a été calculé selon la méthode décrite par Tian et al. (2012) comme suit :

$$\text{Rendement d'extraction \%} = (\text{Masse d'extrait sec} / \text{Masse de plante sèche}) \times 100$$

IV. Screening phytochimique

1. Principe

Le criblage phytochimique est un moyen important de mettre en évidence les familles chimiques présentes dans un médicament donné. Cependant, il ne fournit pas d'informations sur les propriétés des molécules chimiques. Le principe repose sur l'utilisation de réactions de précipitation pour former des complexes insolubles, ou sur l'utilisation de réactions de coloration (conjugaison ou instauration dans des molécules) pour former des complexes colorés.

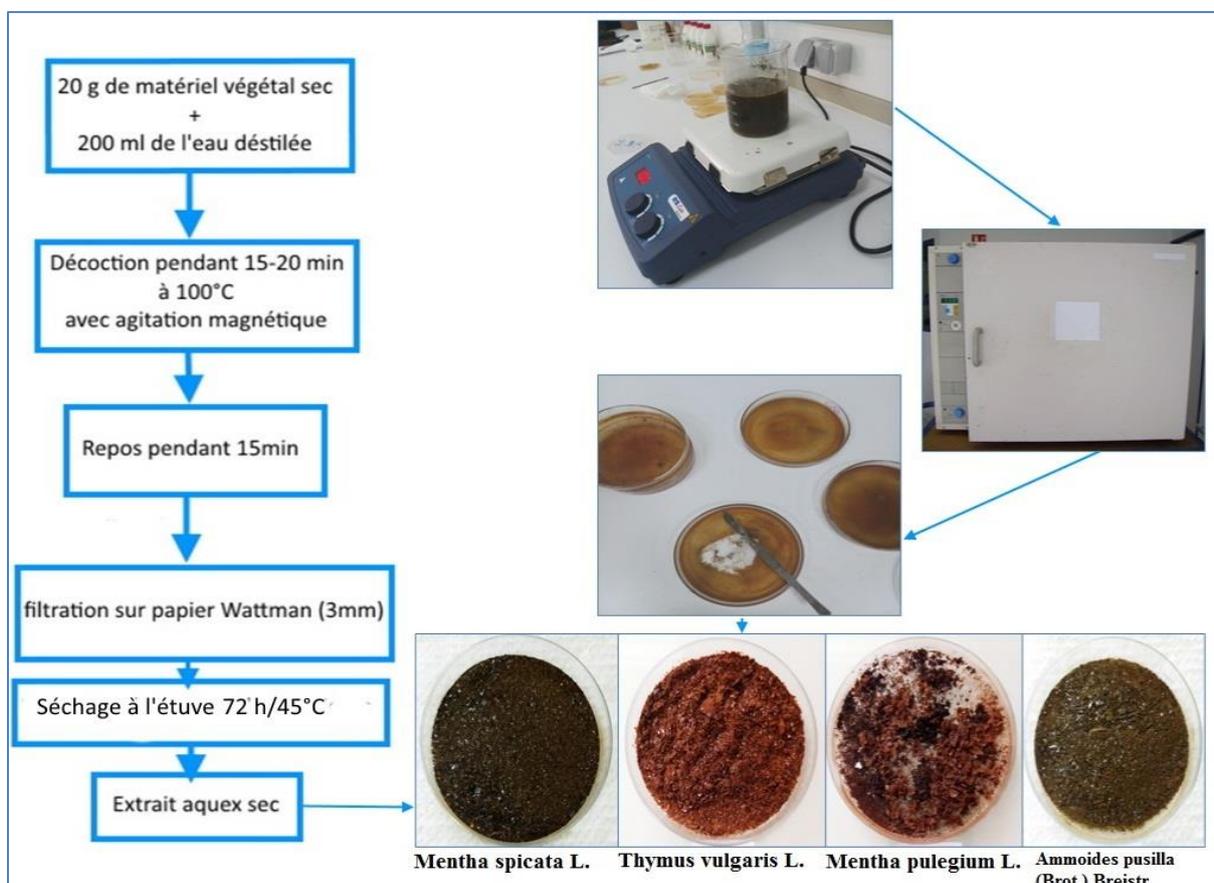


Figure 52 : Protocole d'extraction des plantes (décoction)

2. Analyse qualitative

Il s'agit d'une étude qualitative visant à investiguer les principaux groupes chimiques (phénols, alcaloïdes, coumarine, tanins, etc.). Les tests de caractérisation sont basés sur des réactions de précipitation et de complexation, formant des complexes insolubles et colorés. La couleur observée est causée par l'utilisation de réactifs appropriés, généralement due à la conjugaison ou à l'établissement dans la molécule (Harbone, 1998 ; Rai et Carpinella, 2006). Le criblage qualitatif a été effectué à l'aide d'un extrait aqueux de décoction à 5 % selon les méthodes standard (Trease et Evans, 2002 ; Janarthanan et Kumar, 2013 ; Roghini et Vijayalakshmi, 2018) suivantes :

2.1. Flavonoïdes

Test de shinoda, environ 0,5 de chaque portion a été dissoute dans de l'éthanol, réchauffée puis filtrée. Trois morceaux de copeaux de magnésium ont ensuite été ajoutés au filtrat, suivis de quelques gouttes de conc. HCl. Une coloration rose, orange ou rouge à pourpre indique la présence de flavonoïdes.

2.2. Antocyanes

On ajoute à 5 ml l'extrait 5%, quelques gouttes d'HCL. Une coloration vire au rouge conclut à la présence d'anthocyanes.

2.3. Irridoïdes

On ajoute à 2 ml l'extrait, quelques gouttes d'HCL avec un peu de chauffage, si la coloration vire au bleu, on conclue la présence des irridoides.

2.4. Tanins totaux

On ajoute à 5 ml l'extrait, quelques gouttes de FeCl₃. La présence de tanins est caractérisée par une coloration bleue noire.

2.5. Tanins galliques et catéchiques

On ajoute à 5 ml l'extrait 5%, quelques gouttes de FeCl₃ et 2g d'acétate de sodium. Si la coloration vire au bleu foncé, on conclue la présence des tanins galliques, et si coloration vire au vert foncé, on conclue la présence des tanins catéchiques.

2.6. Quinones

Pour 1 ml d'extrait, 1 ml d'acide sulfurique concentré a été ajouté. La formation de couleur rouge indique la présence de quinones.

2.7. Coumarines

1 ml d'hydroxyde de sodium à 10 % a été ajouté à 1 ml de l'extrait. La formation de couleur jaune indique la présence de coumarines.

2.8. Antraquinones

Pour 1 ml d'extrait de fruit quelques gouttes de solution d'ammoniac à 10% ont été ajoutées, l'apparence de précipité de couleur rose indique la présence d'antraquinones.

2.9. Phlobatannins

Quelques gouttes d'acide chlorhydrique à 2 % ont été ajoutées à 1ml de l'extrait. L'apparence du précipité de couleur rouge indique la présence de phlobatannines.

2.10. Stéroïdes

À 1 ml d'extrait de fruit, on ajoute un volume égal de chloroforme et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. L'aspect de l'anneau brun indique la présence de stéroïdes et l'aspect de l'anneau brun bleuâtre indique la présence de phytostéroïdes.

2.11. Phytostéroïdes

Test de stéroïdes. L'apparence de couleur marron bleuâtre indique la présence des phytostéroïdes.

2.12. Terpenoïdes

0,5 ml de l'extrait a été traité avec 2 ml de chloroforme et d'acide sulfurique conc. . La formation de couleur brun-rouge à l'interface indique la présence de terpenoïdes.

2.13. Phénols

2 ml d'eau distillée suivie de quelques gouttes de chlorure ferrique à 10 % a été ajoutée à 1ml de l'extrait. La formation de couleur bleue ou verte indique la présence de phénols.

2.14. Glycosides

A 2 ml d'extrait, 3 ml de chloroforme et 10% de solution ammoniacale ont été ajoutés. La formation de couleur rose indique la présence de glycosides.

2.15. Saponines

2 ml d'extrait, 2 ml d'eau distillée ont été ajoutés et agités dans un cylindre gradué pendant 15 min sur la longueur. Elle a entraîné la formation d'une couche de mousse de 1 cm qui indiquait la présence de saponines.

2.16. Alcaloïdes

À 2 ml d'extrait, 2 ml d'acide chlorhydrique concentré ont été ajoutés. Ensuite, quelques gouttes de réactif de Mayer ont été ajoutées. La présence de couleur verte ou de précipité blanc indique la présence d'alcaloïdes.

2.17. Sucres réducteurs

Le mélange de 1 ml d'extrait et 1 ml de solution de Fehling est soumis à bain marine. L'apparence de couleur rouge brique indique la présence des sucres réducteurs.

3. Analyse quantitative

Pour évaluer la quantité des composés polyphénoliques dans l'extrait aqueux, on utilise les méthodes colorimétriques basées sur l'utilisation du spectrophotomètre UV-visible.

3.1. Dosage des polyphénols totaux

La teneur totale en phénolique a été déterminée à l'aide du réactif Folin–ciocalteu et exprimée en équivalents d'acide gallique (GAE) (Singleton et Ross, 1965). Le réactif folin–ciocalteu contient des métaux comme le polytungstène. Le contenu phénolique de l'échantillon réduit le métal et change la couleur du jaune au bleu prussien. L'intensité de la couleur est directement proportionnelle au contenu phénolique.

A 1.25 ml de Folin–ciocalteu ajouter 1 ml de carbonate de sodium Na_2CO_3 et 0.25 ml d'extrait et incuber à température ambiante pendant 90 min. L'absorbance est mesurée à 764 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalent acide gallique/g de matière végétale sèche (mg EAG/g sec) par référence à une courbe d'étalonnage de l'acide gallique. La gamme d'étalonnage est une série de dilution (50/50) de solution mère d'acide gallique (200mg/l).

3.2. Dosage des flavonoïdes

La détermination de la teneur totale en flavonoïdes a été réalisée par la méthode du trichlorure d'aluminium (AlCl_3) selon le protocole de Dewanto et al. (2002). La formation d'une liaison covalente entre le trichlorure d'aluminium et l'hydroxyle (OH) du flavonoïde produit un complexe jaune.

A 1 ml d'extrait dilué (0,01 g/10 ml de même solvant d'extraction), on ajoute 0.3 ml de nitrite de sodium (NaNO_2), après 5 min, on ajoute 0,3 ml de trichlorure d'aluminium (AlCl_3) et après 6 min on ajoute 2 ml d'hydroxyde de sodium (NaOH). L'absorbance a été mesurée à 510 nm. Les résultats sont exprimés en équivalent mg de quercétine/g de matière sèche végétale en référence à la courbe d'étalonnage de la quercétine. La gamme d'étalonnage est une série de dilutions (50/50) de la solution mère de quercétine (200 mg/l).

3.3. Dosage des tanins condensés (TCs)

La teneur en tanins condensés est déterminée selon la méthode spectrophotométrique à la vanilline (Julkunen-Titto, 1985). Cette méthode dépend de la réaction de la vanilline avec le groupement flavonoïde terminal des TCs et la formation de complexes rouges.

Un volume de 50 μl de chaque extrait a été ajouté à 1500 μl de la solution vanilline/méthano à 4 %, puis mélangé vigoureusement. Ensuite, un volume de 750 μl de l'acide chlorhydrique concentré (HCl) a été additionné. Le mélange obtenu est laissé réagir à température ambiante pendant 20 min. L'absorbance est mesurée à 500 nm. La gamme d'étalonnage est une série de dilutions (50/50) de la solution mère de catéchine (200 mg/l).



Figure 53 : Les réactifs utilisés pour l'analyse quantitative

V. Huiles essentielles

1. Procédés d'extraction

100 g des parties aériennes séchées ont été soumises à l'hydrodistillation pendant 1 h avec 500 ml d'eau distillée à l'aide d'un appareil de type Clevenger (figure 54). Trois répétitions ont été effectuées pour le matériel végétal dans les mêmes conditions (100 g). L'huile obtenue a été séparée et conservée dans une bouteille en verre recouverte d'aluminium à 4 °C dans l'obscurité pour une analyse plus approfondie.

Le rendement a été calculé à l'aide de l'équation suivante : Rendement en huile essentielle (%) = (poids de l'huile extraite (g) / poids des pièces aériennes séchées (g)) x 100.

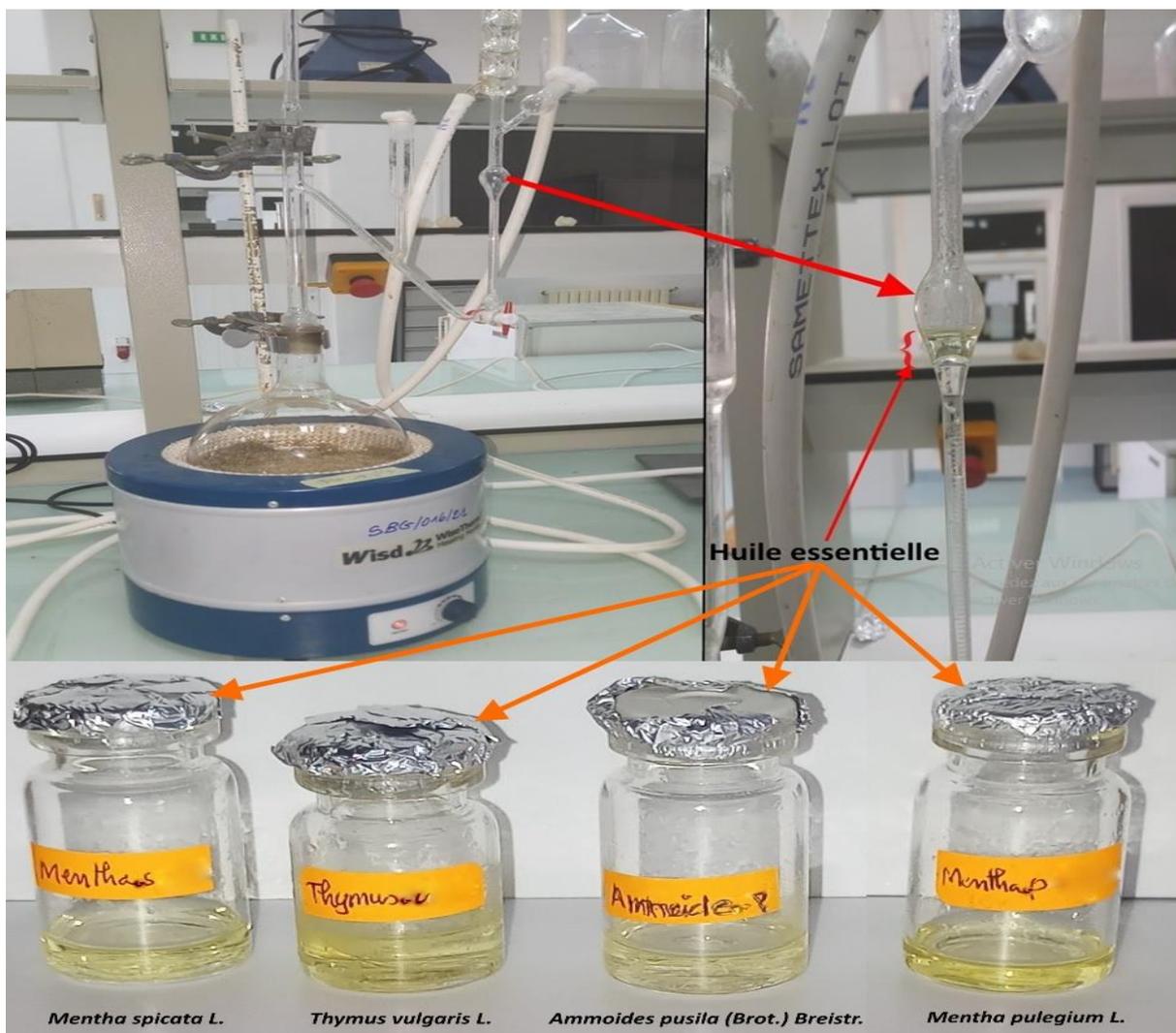


Figure 54 : Hydrodistillateur de type Clevenger pour l'extraction de l'huile essentielle

2. Analyse par chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse (CG-SM)

L'analyse chimique des constituants des huiles essentielles a été effectuée avec un Shimadzu TQ8030 GC-MS. Les conditions d'instrumentation GC-MS sont indiquées dans le tableau 14 :

Tableau 14 : Conditions de l'analyse GC-MS

Colonne	Cire Stabilwax (polyéthylène glycol) : 30 m 0,32 mmID 0,25 um df
Température de l'injecteur	230 °C
Programme de température du four	60 °C maintenus pendant 6 min, augmentés de 5 °C/min à 220 °C et maintenus pendant 10 min
Température de la source d'ions	200 °C
Température d'interface	230 °C
m/z Plage en mode d'acquisition complète	45-600
Temps de coupe solvant	3 min
Débit total	60,8 ml/min
Vitesse linéaire	43,3 cm/s
Gain du détecteur	0,80 kV +0,00 kV
Vitesse linéaire	43,3 cm/s
Volume d'échantillon injecté	10 ul

CG-SM, spectrométrie de masse par chromatographie en phase gazeuse; m/z, rapport masse-charge

VI. Activités biologiques *in vitro*

1. Activités anti-oxydantes

1.1. Activité de piégeage du radical DPPH

L'Activité de piégeage des radicaux de la DPPH a été évaluée selon la description de Katalinic et al. (2006). Les dilutions d'huiles essentielles/Extraits (125, 250, 500, 1000 ug/ml) ont été préparées dans de l'éthanol absolu, puis 1ml de chaque dilution a été ajoutée à 2 ml de dilution méthanolique de DPPH ($10^{-4}M$). Les mélanges ont été incubés dans l'obscurité pendant 16 minutes ; ensuite, l'absorbance a été mesurée à 517 nm contre un blanc L'acide ascorbique a été utilisé comme contrôle positif (figure 55). L'activité de piégeage des radicaux libres du DPPH est indiquée par le degré de transformation de la couleur du violet au jaune indique (Chaves et al., 2020) qui est exprimé en pourcentage de piégeage à l'aide de la formule : $[(ADPPH - AS)/ADPPH] \times 100$, où AS est l'absorbance de la solution contenant l'échantillon et ADPPH est l'absorbance de la solution DPPH. La concentration de l'échantillon fournissant 50 % d'inhibition (IC_{50}) a été calculée en traçant les pourcentages d'inhibition par rapport aux concentrations de l'échantillon.

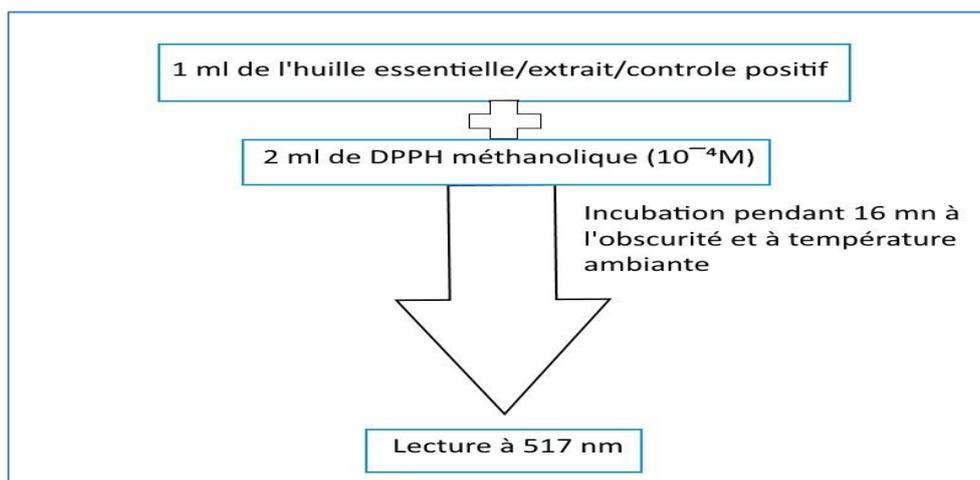


Figure 55 : Protocole d'évaluation d'activité de piégeage du radical DPPH

1.2. Pouvoir réducteur du fer

Le pouvoir réducteur des huiles essentielles et des extraits a été évalué en utilisant la méthode décrite par Oyaizu (1986). 1 ml de concentration différente d'Huile essentielle/extrait (125, 250, 500, 1000ug/ml) a été combiné avec du tampon phosphate (2.5 ml, 0.2 mol/L, pH 6.6) et du ferricyanure de potassium $[K_3Fe(CN)_6]$ (2.5 ml, 1%). Le mélange a été incubé à 50°C pendant 20 min, puis centrifugé pendant 10 minutes à 3000 tr/min (MSE Mistral 2000, UK) avec une quantité (2.5 ml) d'acide trichloroacétique (10%) ajoutée. La solution a été combinée avec de l'eau distillée (2.5 ml) et du $FeCl_3$ dans la couche supérieure (2.5 ml) (0.5 ml, 0.1 %) (figure 56). La concentration d'échantillon fournissant 50% d'absorbance (IC_{50}) a été calculée en traçant l'absorbance à 700 nm par rapport à la concentration d'échantillon correspondante.

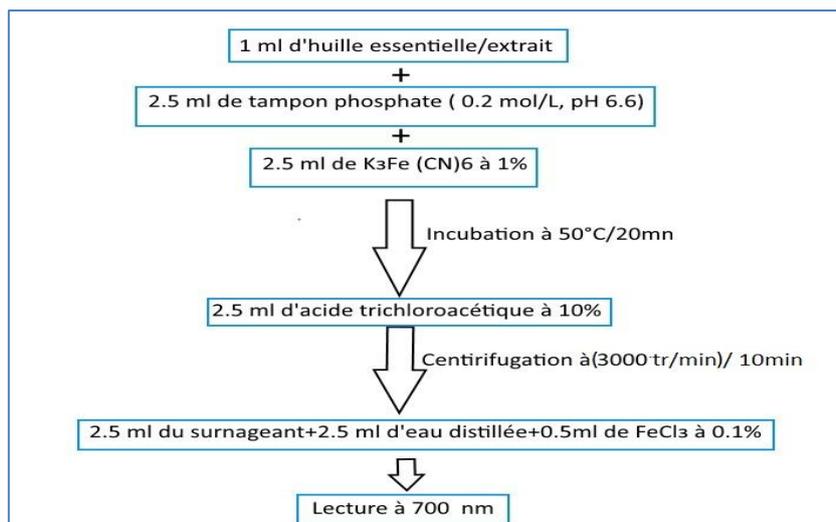


Figure 56 : Protocole d'évaluation de pouvoir réducteur du fer

1.3. Capacité anti-oxydante totale (TAC)

L'activité anti-oxydante totale (TAC) a été déterminée selon la méthode d'Ahmed et al. (2014). Le réactif phosphomolybdate a été préparé en mélangeant 100 ml de phosphate de sodium 28 mM, 100 ml d'acide sulfurique 0.6 M et 100 ml de solutions de molybdate d'ammonium 4 mM. A 3 ml de réactif phosphomolybdate, 300 µl de différentes concentrations (125, 250, 500, 1000ug/ml) d'huile essentielle/extrait ont été ajoutés et incubés dans l'obscurité pendant 90 min à 95°C (figure 57). L'absorbance a été mesurée par spectrophotométrie à 765 nm. La concentration d'HE/extrait aqueux à laquelle on observe 50% d'inhibition (IC₅₀) est calculée en µg/ml.

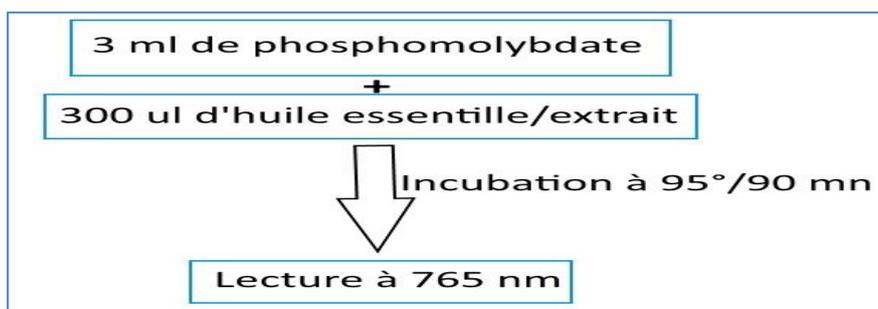


Figure 57 : Protocole d'évaluation de capacité anti-oxydante totale

2. Activités anti-inflammatoires

2.1. Stabilisation de la membrane HRBC

L'activité anti-inflammatoire a été dosée à l'aide de la méthode de stabilisation de la membrane des globules rouges humains (Rahman et al., 2015). Du sang a été prélevé sur un volontaire humain en bonne santé qui n'avait pas utilisé d'AINS pendant deux semaines avant l'expérience et combiné avec un volume équivalent de solution d'Alsever (2 % de dextrose, 0.8 % de citrate de sodium, 0.5 % d'acide citrique et 0.42 % de NaCl) et centrifugé à 3000 tr/min pendant 10 min. Les cellules concentrées ont été lavées avec de l'isosaline et une suspension à 10 % a été préparée. Différentes concentrations d'huile essentielle/extrait (125, 250, 500 ug/ml) ont été préparées et 1 ml de tampon phosphate, 2 ml d'hyposolution saline et

0,5 ml de solution HRBC ont été ajoutés à chaque concentration. Il est incubé 30 min à 37°C puis centrifugé 20 min à 3000 tr/min (figure 58). La concentration d'hémoglobine de la solution surnageante a été mesurée par spectrophotométrie à 560 nm à l'aide de la formule suivante : Stabilisation de la membrane (%) = $100 - \left[\frac{(A_1 - A_2)}{A_1} \times 100 \right]$, où A_1 est l'absorbance de la solution saline tamponnée hypotonique seule. et A_2 est l'absorbance de l'échantillon d'essai. Différentes concentrations de diclofénac sodique ont été utilisées comme médicament de référence pour ce test.

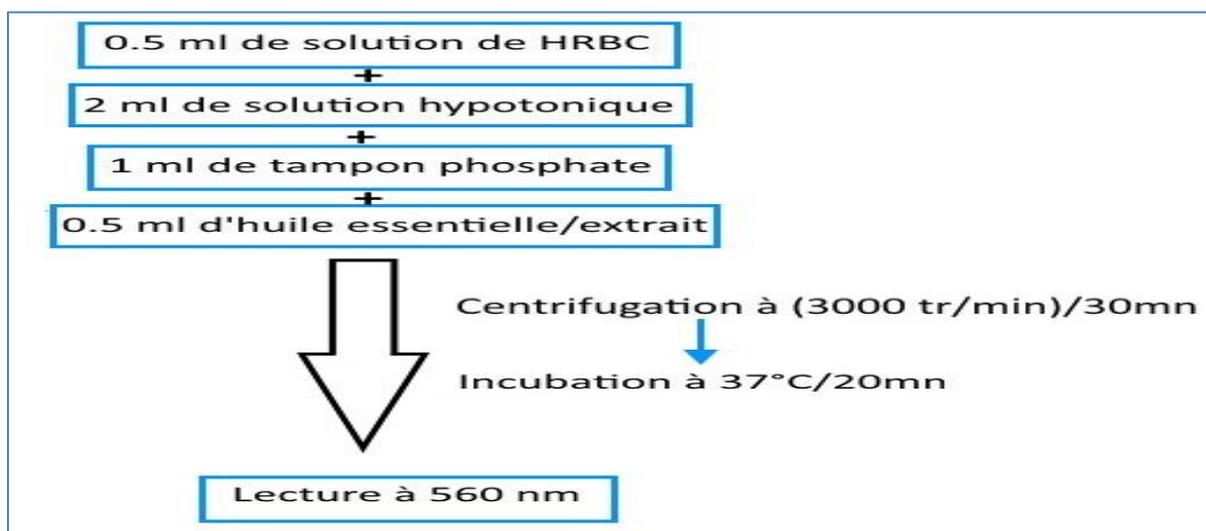


Figure 58 : Protocole d'évaluation de L'activité anti-inflammatoire (méthode de stabilisation de HRBC)

2.2. Activités d'inhibition de la dénaturation des protéines

2.2.1. Inhibition de la dénaturation de l'albumine sérique bovine (BSA)

0.45 ml (0,5 % w/V BSA) a été combiné avec 0.05 ml de différentes concentrations (50, 100, 250 ug/ml) d'huile essentielle/extrait et le médicament de référence diclofénac sodique (50, 100, 250 ug/ml). Les échantillons ont été incubés à 37°C pendant 20 min avant d'être portés à 57°C pendant 3 min. Ajouter 2.5 ml de tampon phosphate aux solutions susmentionnées une fois qu'elles ont refroidi (figure 59). A 255 nm, l'absorbance a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible. Le témoin représente 100 % de dénaturation des protéines. Le diclofénac sodique a été utilisé pour comparer les résultats. Le pourcentage d'inhibition de la dénaturation des protéines a été calculé à l'aide de l'équation suivante : Inhibition de la dénaturation des protéines (%) = $100 - \left[\frac{(A_1 - A_2)}{A_1} \times 100 \right]$, où A_1 est l'absorbance de la solution à tester et A_2 est la absorption du contrôle (Rahman et al. 2015).

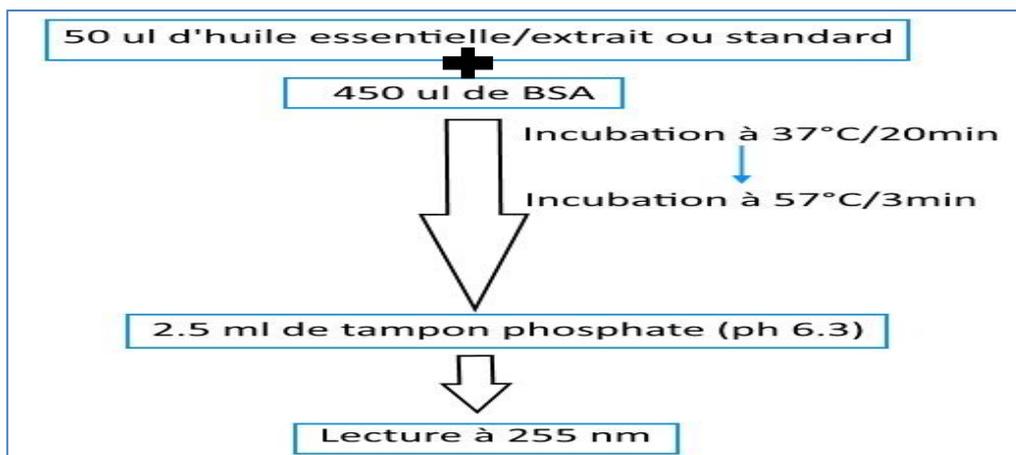


Figure 59 : Protocole d'évaluation de L'activité anti-inflammatoire (inhibition de la dénaturation de l'albumine sérique bovine (BSA))

2.2.2. Inhibition de la dénaturation de l'albumine d'œuf

Le mélange réactionnel (5 ml) contenait 2 ml d'HE (125, 250, 500, 1000 ug/ml), 0,2 ml d'albumine d'œuf de poule fraîche et 2,8 ml de solution saline tamponnée au phosphate (PBS, pH 6,4). Le témoin était un volume comparable d'eau bidistillée. Les mélanges ont ensuite été incubés à 70°C pendant 5 min après 15 min d'incubation à 37 ± 2°C. L'absorbance a été mesurée à 660 nm après refroidissement, en utilisant le véhicule comme blanc. Le médicament de référence, le diclofénac sodique, a été utilisé à des concentrations de 125, 250, 500, 1000 ug/ml et a été manipulé de la même manière pour la détermination de l'absorbance (figure 60). Le pourcentage d'inhibition de la dénaturation des protéines a été calculé à l'aide de l'équation suivante : Inhibition de la dénaturation des protéines (%) = $[(A_2 - A_1) / A_2] \times 100$, où A_1 est l'absorbance de l'échantillon à tester et A_2 est l'absorbance du Contrôle (Rahman et al. 2015).

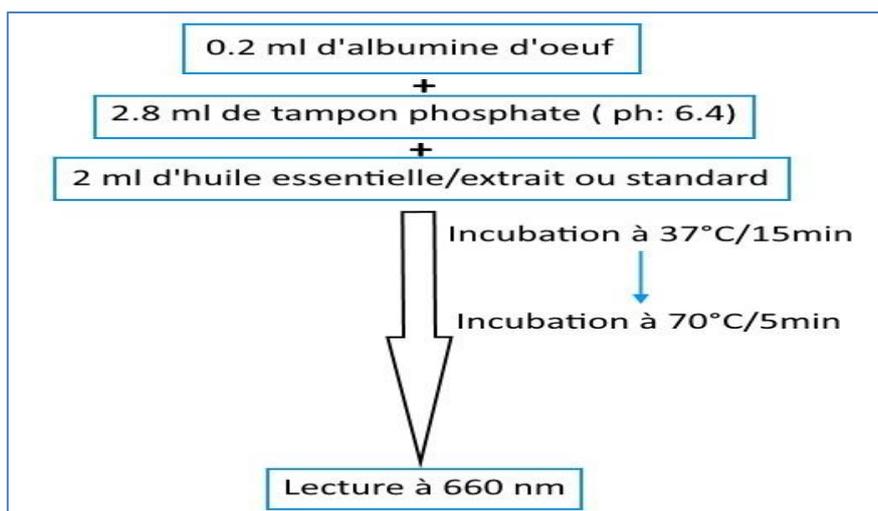


Figure 60 : Protocole d'évaluation de L'activité anti-inflammatoire (Inhibition de la dénaturation de l'albumine d'œuf)

3. Activités antibactériennes

L'activité antibactérienne des huiles essentielles et des extraits aqueux a été testée contre trois bactéries pathogènes, *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) et *Escherichia coli* (ATCC 25922). Les souches de référence ont été obtenues auprès du Laboratoire de Microbiologie, Université de Mascara, Algérie.

Avant le test de l'activité antibactérienne on a réalisé une revivification des souches dans un bouillon nutritif puis une vérification de la pureté par coloration de Gram. Les souches bactériennes ont été incubées dans un bouillon Muller-Hinton (MH) (Oxoid Ltd, UK) à 37°C pendant 24h. La concentration d'inoculum bactérien utilisé a été normalisée à 10⁶ UFC/ml. Les analyses de diffusion sur disque, de concentration minimale inhibitrice (MIC) et de concentration minimale bactéricide (MBC) ont été effectuées. Toutes les analyses ont été réalisées en triple.

3.1. Diffusion de disque

L'activité antibactérienne des huiles essentielles et des extraits étudiés a été déterminée par la méthode de diffusion sur disque décrite précédemment par (Bauer, 1966 ; NCCLS, 1999 ; De Billerbeck, 2007), avec quelques modifications. Brièvement, des boîtes de Pétri stériles ont été préparées en versant 20 ml de gélose Muller-Hinton (MH) (Oxoid Ltd, UK) fondue (45°C). Les boîtes ont été laissées sécher pendant 15 min. Sur le milieu solide, une suspension d'inoculum standardisé (0.1 ml de 10⁶ UFC/ml) a été étalée. Les inoculum ont été laissés sécher pendant 5 min. Cinq disques de papier filtre stérile (Whatman N°1) de 6 mm ont été déposés sur la surface d'une gélose Muller-Hinton (MH) (Oxoid Ltd, UK). Ensuite, une goutte de 10 µl de chaque diméthylsulfoxyde (DMSO), acide acétique et différentes concentrations des huiles essentielles (pure, 0.1, 0.5 mg/ml)/extraits (2.5, 5, 10 mg/ml) a été déposée sur les disques (figure 61).

Les boîtes ont été maintenues 15 min à température ambiante pour permettre la diffusion des huiles essentielles des extraits, puis elles ont été incubées à 37°C pendant 18 à 24h. Les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés et documentés après incubation. L'acide acétique a été utilisé comme témoin positif et le DMSO comme témoin négatif.

L'activité antimicrobienne a été classée comme décrit par Mutai et al. (2009) comme suit (réponse très forte : diamètre de la zone \geq 30 mm ; réponse forte : diamètre de la zone 21–29 mm ; réponse modérée : diamètre de la zone 16–20 mm ; réponse faible : diamètre de la zone 11–15 mm ; peu ou pas de réponse : diamètre de zone \leq 10 mm). Toutes les analyses ont été réalisées en triple.

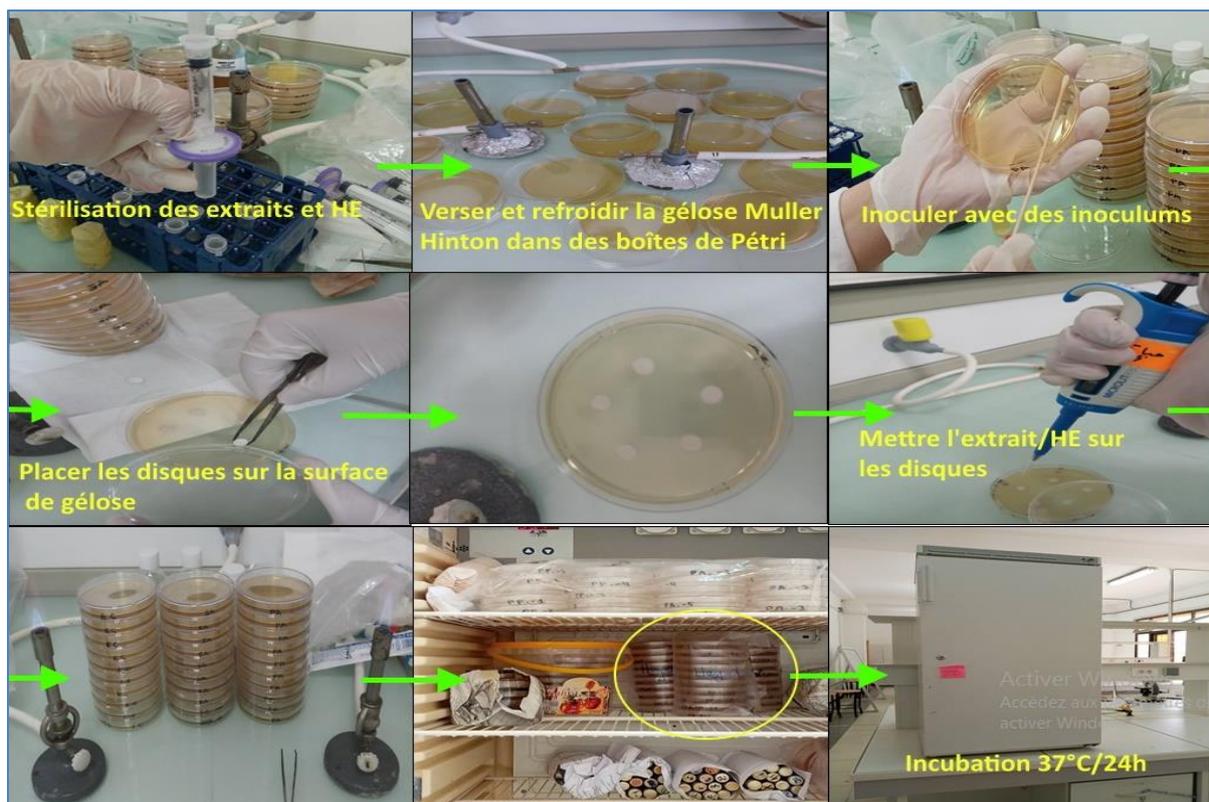


Figure 61 : Protocole de test de sensibilité aux antimicrobiens

3.2. Concentration Minimale Inhibitrice (CMI)

Les Concentrations Minimales Inhibitrices (CMI) des huiles essentielles et des extraits contre les microorganismes testés ont été déterminées par la méthode de microdilution en bouillon (Güllüce et al., 2004). Les souches microbiennes ont été cultivées pendant une nuit à 37°C et ont été mises en suspension dans du bouillon Mueller-Hinton (Oxoid Ltd, UK). Ensuite, la concentration finale des suspensions microbiennes a été ajustée à 10^6 UFC/ml, ce qui a été confirmé par des comptages viables. La CMI a été déterminée par dilution des huiles essentielles dans du DMSO (0.1, 0.2, 0.3, 0.4 mg/ml) et des extraits dans l'eau distillée (0.625, 1.25, 2.5, 5 mg/ml), les dilutions ont été préparées dans une plaque de microtitration 96 puits stérile comprenant un contrôle positif (MHB+inoculum), un contrôle négatif de croissance (MHB +DMSO) et un contrôle de stérilité (MHB+DMSO+huile/extrait de test). La plaque a ensuite été recouverte avec le couvercle de la plaque stérile et incubées à 37 ° C pendant 24 h (figure 62 et 64). Les puits ont ensuite été examinés à la recherche de signes de croissance indiqués par la présence de « pastilles » blanches sur leur fond et la CMI a été définie comme la concentration la plus faible qui inhibait la croissance bactérienne visible. Toutes les analyses ont été réalisées en triple.

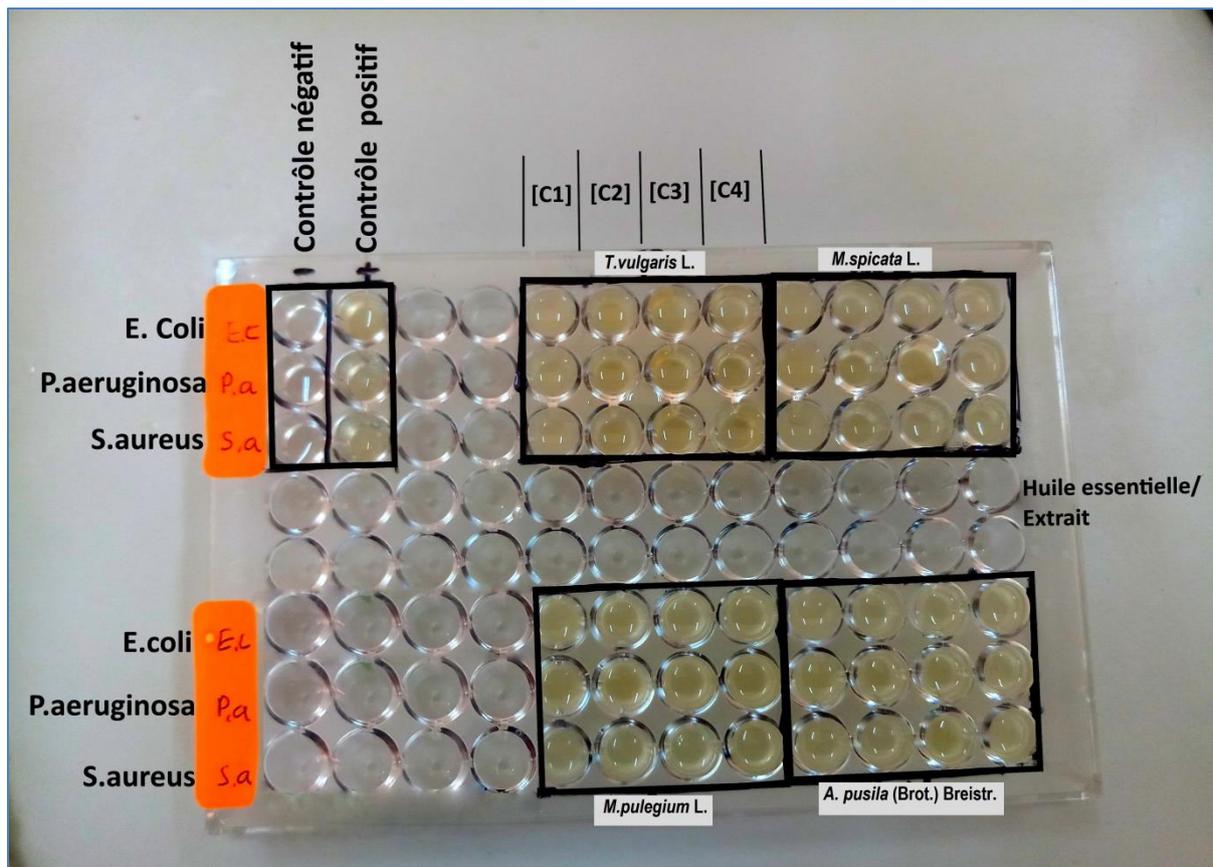


Figure 62 : La détermination de CMI par la méthode de micro-dilution

3.3. Concentration minimale bactéricide (CMB)

Pour la détermination de CMB, les bactéries de chaque puits inhibé ont été sous-cultivées sur une boîte de gélose MH (Oxoid Ltd, UK) et incubées pendant 24 h supplémentaires à 37 ° C dans des conditions aérobies (figure 63 et 64). La dilution minimale à laquelle aucune croissance bactérienne n'a été observée a été considérée comme le MBC de l'HE (Özogul et al., 2022). Toutes les analyses ont été réalisées en triple.

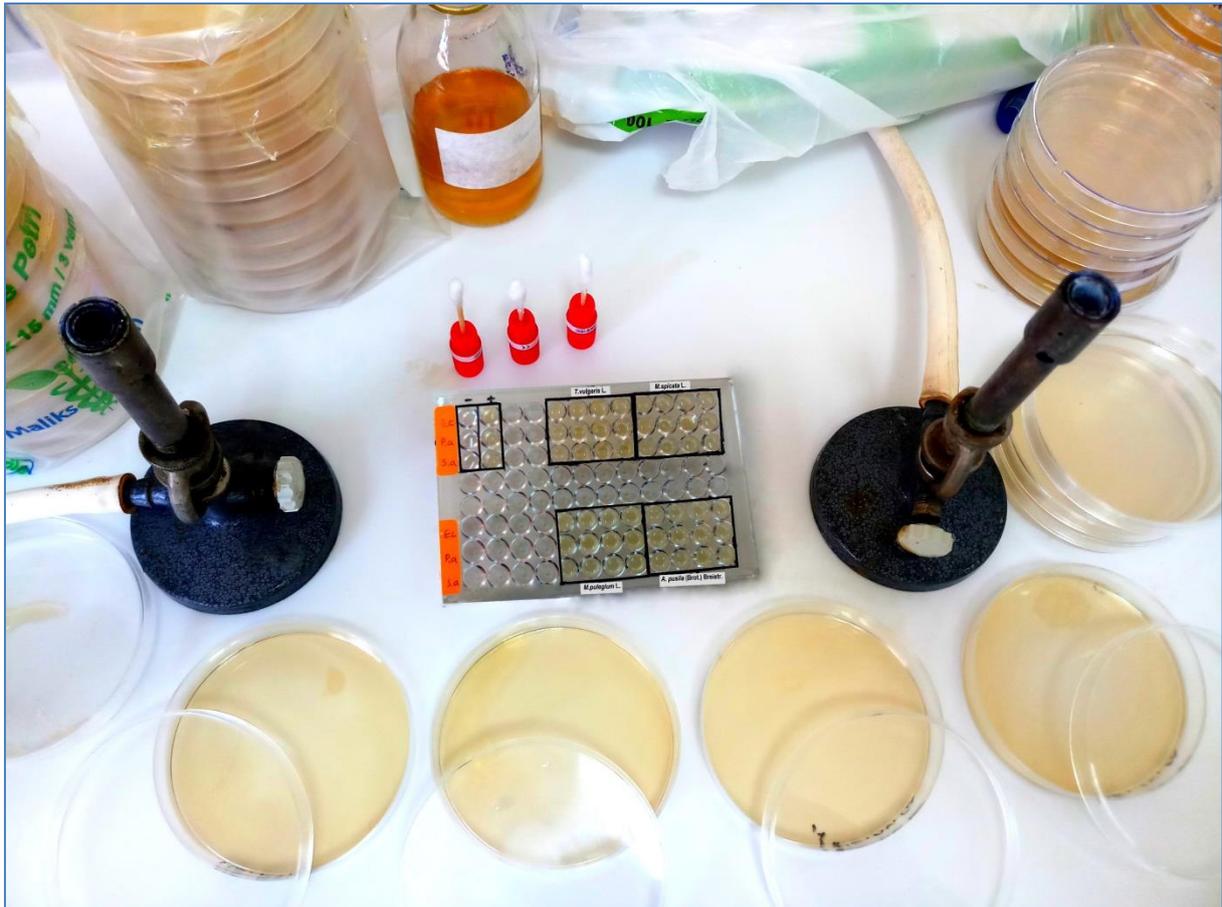


Figure 63 : La détermination de CMB en milieu solide

VII. Analyses statistiques

L'analyse statistique des résultats a été réalisée à l'aide du logiciel Graph Prism version 8. Les valeurs moyennes des données sont présentées, avec leurs écarts-types (moyenne \pm SD : $n = 3$). Les comparaisons statistiques ont été faites par one-way ANOVA suivie du test de Student, et la signification statistique a été définie comme (non significatif, $p < 0,05$, $p < 0,01$, $p < 0,001$ et $p < 0,0001$).

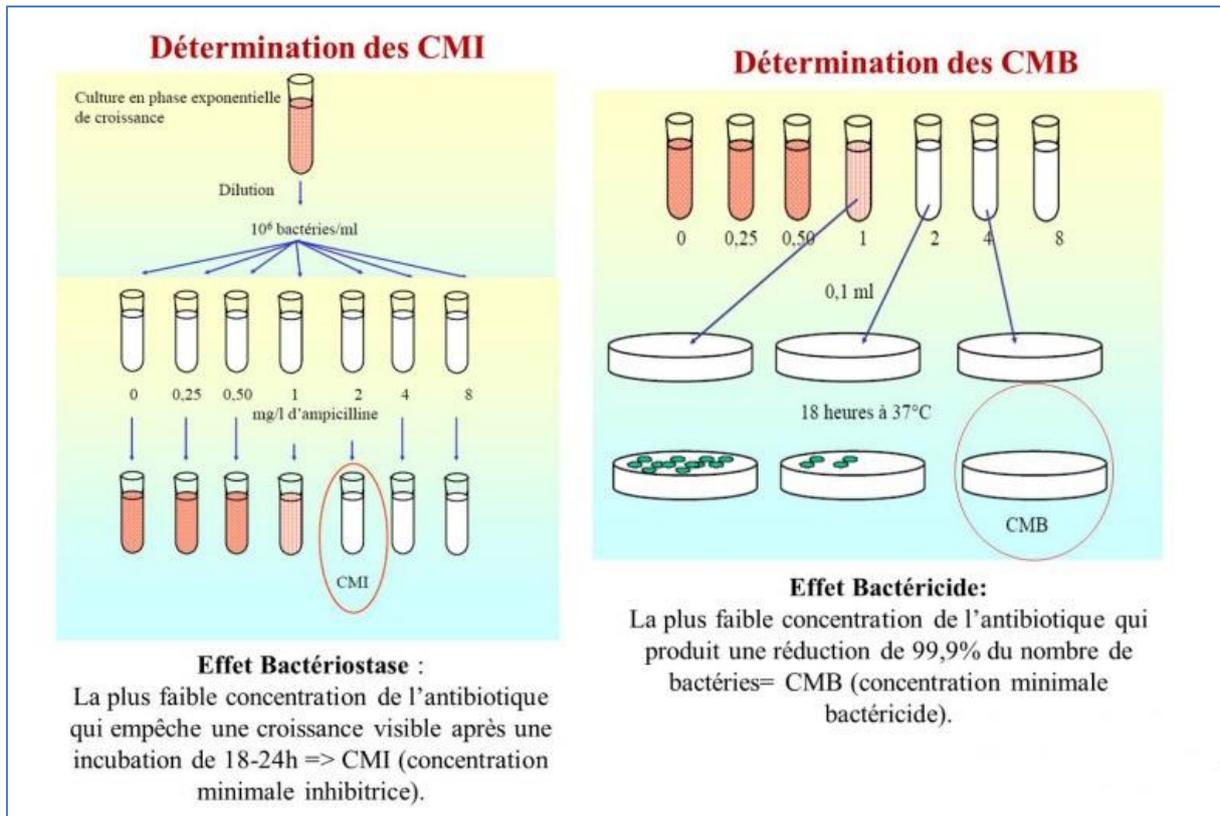


Figure 64 : Un schéma expliquant la détermination de CMI et CMB (Diene, 2016)

Chapitre II

Résultats et discussions

I. Rendements des extractions aqueuses

L'extraction aqueuse des parties aériennes des plantes *Mentha spicata* L., *Mentha pulegium* L., *Thymus vulgaris* L. et *Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. est effectuée par la décoction a donné des rendements variant de 28.71 à 32.63%. Les résultats sont illustrés sur le tableau 16 et représentés par la figure 65 suivants :

Tableau 16 : Le rendement d'extraction de l'extrait aqueux des plantes étudiées (en % de matière sèche \pm écart type)

Espèce	Rendement %
<i>Mentha spicata</i> L.	30.16 \pm 0.11
<i>Mentha pulegium</i> L.	31.8 \pm 0.26
<i>Ammoides pusilla</i> (Brot.) Breistr.	28.71 \pm 0.18
<i>Thymus vulgaris</i> L.	32.63 \pm 0.17

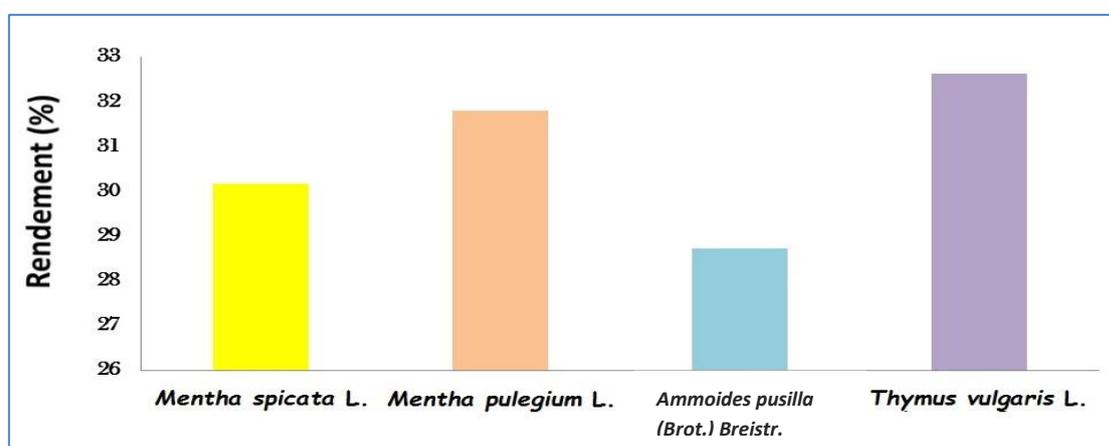


Figure 65 : Rendement (%) d'extraits décoctés

Les rendements obtenus pour les espèces étudiées sont pratiquement égaux. Le rendement élevé de l'extraction par décoction pour toutes les espèces s'explique par le simple fait que l'eau est un solvant hautement polaire et est connue pour extraire une grande variété de molécules, y compris de grandes quantités de substances non phénoliques telles que les glucides et les protéines (Bonnaillie et al., 2012). Pour le confirmer, une étude scientifique de Mahmoudi et al. (2013), évaluant la technique optimale pour l'extraction des polyphénols totaux, des flavonoïdes et des tanins condensés des artichauts, et ont constaté que la décoction avait le rendement d'extraction le plus élevé par rapport à la macération et aux trois solvants (méthanol, éthanol et acétone).

Le résultat du rendement de *Mentha spicata* L., est beaucoup plus supérieur à ceux rapporté par Kanatt et al. (2007) ; Menani et Ferchichi (2020) avec un taux de rendement de 6% et 23.6% respectivement. Quant à *Mentha pulegium* L., des études antérieures faites sur cette espèce ont pu démontrer un rendement d'extraction de l'extrait aqueux de 16.8% et 22% (Saker, 2012; Jebali et al., 2022), ce qui est beaucoup plus inférieur à notre valeur. Pour *Thymus vulgaris* L., des études menées pour par Yakhlef et al. (2011) et Latreche et al. (2021)

ont enregistré des rendements inférieurs à nôtres : 20.05 % et 15.5 % respectivement. Semblables à *Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr., nos résultats sont supérieurs à ceux rapportés par Hafiane et al. (2018) ont rapporté un rendement de 18,33 %.

La variation du rendement peut être attribuée également à l'origine géographique de la plante et aux polarité des différents composants, la génétique de la plante, les paramètres morphologiques et écologiques, ainsi que la durée de séchage, l'organe végétal utilisé, le stade de la croissance et la méthode d'extraction (Viljoen et al., 2006 ; Sefidkon et al., 2007; Akrouf et al., 2009; Khlifi et al., 2013; Ali et al., 2014; Bouden, 2019).

II. Etude phytochimique des extraits aqueux

1. Analyse qualitative

L'évaluation préliminaire de la composition phytochimique des parties aériennes traitées des plantes sélectionnées pour cette étude a permis de mettre en évidence la présence de quelques groupes chimiques illustrés dans l'annexe 5 et représentés dans le tableau ci-dessous:

Tableau 17 : Résultats de criblage phytochimique des plantes étudiées

Composé phytochimique	<i>Mentha spicata</i> L.	<i>Thymus vulgaris</i> L.	<i>Ammoides pusilla</i> (Brot.) Breistr.	<i>Mentha pulegium</i> L.
Anthocyanes	+	++	+	+
Irridoides	–	–	+	–
Tanins totaux	+++	++	++	++
Tanins galliques	+++	++	++	++
Tanins catéchi-ques	+++	++	++	++
Quinones	+++	+++	+++	+
Coumarines	+	+	+	–
Anthraquinones	+	+	+	–
Phlobatannins	–	–	–	–
Stéroïdes	+++	+++	+++	+++
Phytostéroïdes	–	–	–	–
Terpenoïdes	+++	+++	+++	+
Phénols	+++	+++	+++	+++
Glycosides	–	–	–	–
Saponines	+++	+++	+++	+++
Flavonoïdes	++	++	++	+++
Alcaloïdes	+++	+++	+++	+++
Sucres réducteurs	+++	+++	+++	+++

(+) : présence, (++) : plus ou moins riche, (+++) : très riche, (-) : absence.

À la lumière de ces résultats, les parties aériennes des plantes testées possèdent à peu près les mêmes substances actives: alcaloïdes, saponosides, polyphénols, flavonoides (flavanones), tanins catéchi-ques, coumarines et les anthocyanes tandis que les irridoides, les coumarines, les phlobatannins, les phytostéroïdes et les glycosides sont absents. En revanche *Mentha pulegium* L. est pauvre en anthraquinones et en coumarines et *Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. est pourvue en irridoides.

Selon les travaux de Saker (2012) ; Bouttine et Benterrouche (2018) ; Jebali et al. (2022), les phénols, les tanins, les flavonoïdes et d'autres substances actives sont révélés dans l'extrait de *Mentha pulegium* L.. Nos résultats sont en accord avec ceux trouvés par Tamert (2016) avec la présence des substances actives exemple d'alcaloïdes.

En parallèle, *Mentha spicata* L. est marquée par sa richesse en flavonoïdes, en tanins et en polyphénols (Mahendran et al., 2021)).Cependant Kanatt et al. (2007) ont rapporté que les feuilles de *Mentha spicata* L. sont riches en composés phénoliques. Les feuilles de cette plante contenaient un large éventail de constituants phytochimiques, y compris des terpenoïdes, des quinones, des tanins, des flavonoïdes, du phénol et des anthocyaniques (El-Haoud et al., 2018).

Plusieurs études phytochimiques ont tenté d'élucider les phyto-constituants de *Thymus vulgaris* L., rapportent que cette espèce présente différents composants bioactifs dans toutes ses parties, et sont doués d'importants effets biologiques et pharmacologiques (Tamert, 2016 ; Habashy et al., 2018 ; Amamra, 2019 ; Boukerika et al., 2019).Nos résultats sont en concordance avec ceux obtenus par Yakhlef (2010); Tamert et al. (2017). En effet, ils ont indiqué la présence des flavonoïdes, des tanins, des terpenoïdes, des anthraquinones, et des alcaloïdes dans les feuilles, tandis qu'on remarque l'absence des irridoides, phlobatannins, phytosteroides et des glycosides dans la partie aérienne de notre plante.

Les résultats de screening phytochimique d'*Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. mentionnés dans le tableau 17 révèlent la présence en grande abondance de divers phyto-composants. Ces résultats corroborent ceux obtenus par les travaux de Toubal al. (2012); Daira et al. (2016) ; Belkhodja et al. (2020). En effet, ces derniers ont affirmé la présence des tanins, des flavonoïdes, des saponosides, des alcaloïdes et des terpènoïdes, alors que Asekenye (2016) ; Hafiane et al. (2018) ont signalé respectivement l'absence des alcaloïdes et des quinones libres.

La nature des composés phytochimiques mis en évidence sont connues pour leurs propriétés pharmacologiques et biologiques intéressantes qui aident à l'étude de l'utilisation des plantes ; ce sont essentiellement : les flavonoïdes, agissant souvent comme antioxydants, anti-inflammatoires, anti-allergiques, antispasmodiques et hépatoprotecteurs (Bruneton, 2009; Rahman et al., 2006). Les tanins ont des propriétés astringentes, antidiarrhéiques, antioxydantes, antiseptiques et anti-inflammatoires (Hennebelle et al., 2004), et les coumarines ont des propriétés antioxydantes. Les alcaloïdes Quant à eux, ils sont connus pour leurs propriétés antalgiques, cytotoxiques et anti-arythmiques (Zenk et Juenger, 2007). Ces métabolites secondaires jouent également un rôle important dans la défense des plantes contre les agressions extérieures, et leur distribution change au cours du développement des plantes, peut-être en raison de facteurs environnementaux qui stimulent leur biosynthèse.

Plusieurs facteurs externes peuvent affecter la production de métabolites secondaires. Assad et al. (1997) ont démontré que la composition du sol est un puissant facteur environnemental qui permet la modification chimique.

2. Analyse quantitative

Les résultats de l'analyse quantitative sont illustrés dans l'annexe 6.

2.1. Dosage des polyphénols

L'estimation de la quantité des polyphénols dans les différents extraits est évaluée par la méthode utilisant le réactif Folin-Ciocalteu. Les teneurs sont déterminées en se référant à des courbes d'étalonnage tracées en fonction de différentes concentrations d'acide gallique (figure 66), les résultats sont présentés dans le tableau 18.

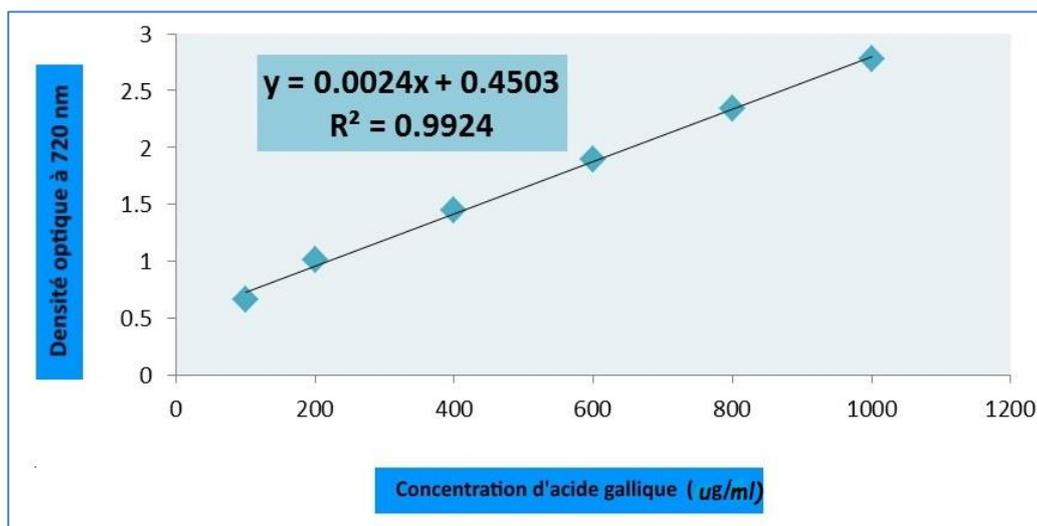


Figure 66 : Courbe d'étalonnage des phénols totaux réalisée par l'acide gallique

Tableau 18 : Concentrations moyennes en phénols totaux des parties aériennes des plantes (en mg/g de matière sèche ± écart type)

Extraits aqueux	Contenu phénolique total (mg EAG/g) ±ET
<i>Mentha spicata</i> L.	41.32 ± 0.19
<i>Mentha pulegium</i> L.	72.52±0.12
<i>Thymus vulgaris</i> L.	67.48±0.84
<i>Ammoides pusilla</i> (Brot.) Breistr.	64.25±0.33

Selon le tableau 18, les valeurs des composants phénoliques des différents plantes varient entre 41.32 ± 0.19 mg EAG/g d'extrait et 72.52±0.12 mg EAG/g d'extrait. On remarque que les polyphénols sont significativement très réponsus dans toutes les plantes étudiées. En effet, plusieurs auteurs ont rapporté que *Mentha pulegium* L., *Mentha spicata* L. et *Thymus vulgaris* L. ont un profil riche en composés phénoliques qui peuvent contribuer à ses activités biologiques (Kanatt et al., 2007 ; Tamert, 2016 ; Politeo et al., 2018 ; Yakoubi et al., 2021 ; Latreche et al., 2021). En revanche, plusieurs études ont rapporté respectivement un taux trop faible de polyphénols (2.5±0.070 mg EAG/g; 9.52 ± 0.11 mg EAG/g) pour *Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. (Hafiane et al., 2018 ; Belkhodja et al., 2020). Cette variabilité des teneurs en polyphénols par rapport aux travaux antérieurs pourrait être liée aux conditions climatiques du

biotope, des différentes méthodes d'extraction, de la saison de récolte (Boutlelis, 2014), et la variété de la zone géographique (Benrachou, 2012).

2.2. Dosage des flavonoïdes

Les résultats du dosage des flavonoïdes sont mentionnés sur le tableau 19. Les teneurs sont déterminées en se référant à des courbes d'étalonnage tracées en fonction de différentes concentrations de la quercétine (figure 67).

Tableau 19 : Teneurs moyennes des flavonoïdes des parties aériennes des plantes (en mg/g de matière sèche \pm écart type)

Extraits aqueux	Teneurs moyennes en flavonoïdes (mg EQe/g) \pm ET
<i>Mentha spicata</i> L.	11.97 \pm 0.44
<i>Mentha pulegium</i> L.	37.96 \pm 0.43
<i>Thymus vulgaris</i> L.	8.72 \pm 0.36
<i>Ammoides pusilla</i> (Brot.)Breistr.	10.55 \pm 0.40

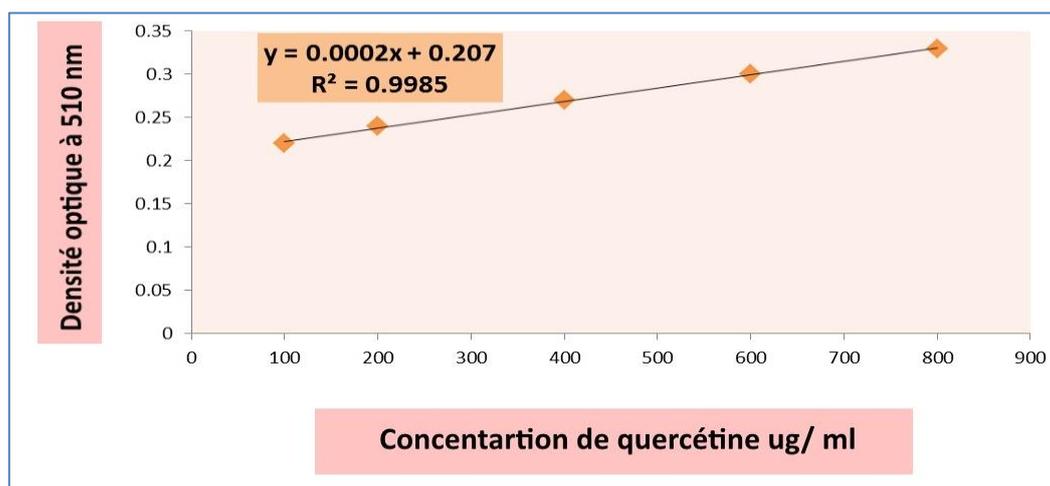


Figure 67: Courbe d'étalonnage des flavonoïdes réalisée par la quercétine

Le dosage des flavonoïdes au niveau des quatre extraits, indique que *Mentha pulegium* L. est le plus riche en flavonoïdes qui sont de l'ordre de 37.96 \pm 0.43 mg EQe/g. Au contraire, Tamert et al. (2017) ; Politeo et al. (2018) ont trouvé respectivement que l'extrait aqueux de *Mentha pulegium* L. a donné un taux nettement inférieur à nos résultats (6,43 \pm 0,15 mg EQe/g ; 12.70 \pm 0.00 mg EQe/g).

En ce qui concerne la plante de l'*Ammoides pusilla* (Brot.)Breistr., la teneur en flavonoïdes est supérieure à celles rapportées par Hafiane et al. (2018) ; Belkhodja et al. (2020), elles étaient respectivement de 1.875 \pm 0.013 mg EQe/g et 4.75 \pm 0.05 mg EQe/g.

Tandis que, plusieurs travaux ont trouvé des résultats similaires aux nôtres concernant *Mentha spicata* L. et *Thymus vulgaris* L. avec une concentration égale respectivement à 13.5 \pm 1.38 mg EQe/g et 7.63 \pm 0.08 mg EQe/g (Kanatt et al., 2007 ; Amamra, 2019).

2.3. Dosage des tanins condensés (TCs)

Les résultats illustrés sur le tableau 20 et représentés par la figure 68 correspondent aux concentrations moyennes en tanins condensés déterminés sur les parties aériennes des plantes sélectionnées.

Tableau 20 : Concentrations moyennes en tanins condensés des parties aériennes des plantes (en mg/g de matière sèche \pm écart type)

Extraits aqueux	Teneurs moyennes en tanins condensés (mg EC/g) \pm ET
<i>Mentha spicata</i> L.	102.37 \pm 1.28
<i>Mentha pulegium</i> L.	44.86 \pm 1.24
<i>Thymus vulgaris</i> L.	32.99 \pm 0.80
<i>Ammoides pusilla</i> (Brot.)Breistr.	13.06 \pm 0.59

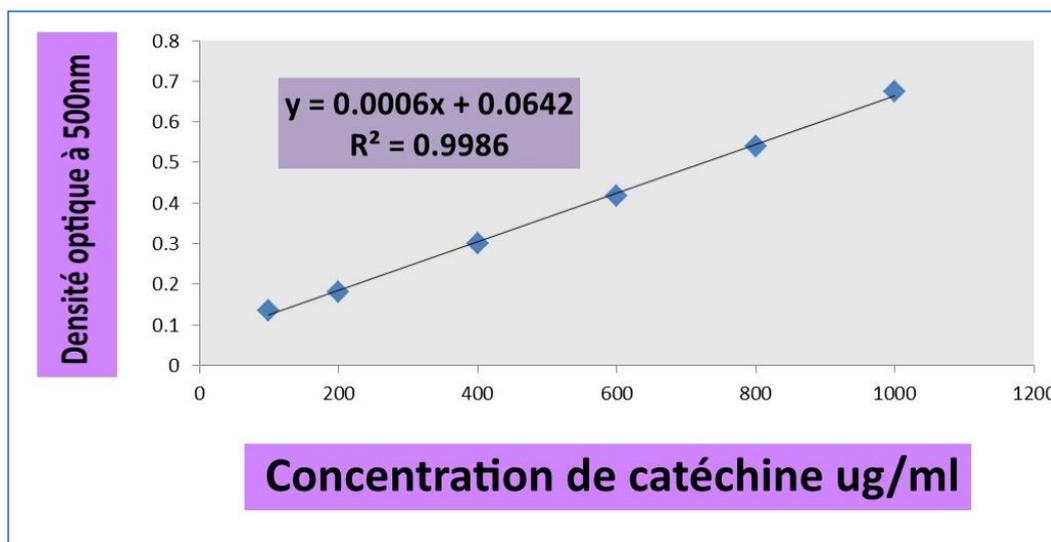


Figure 68 : Courbe d'étalonnage des tanins réalisée par le catéchine

Pour la teneur en tanins des extraits des plantes, la haute valeur est marquée pour l'extrait aqueux de *Mentha spicata* L. avec une moyenne de 102.37 \pm 1.28 mg EC/g. En outre, nous constatons que notre résultat de l'extrait aqueux de *Mentha spicata* L. est très significative à celles de l'extrait aqueux chloroforme (41,58 \pm 0,87 mg EC/g) et l'extrait éthanolique (42 \pm 2,82 mg EC/g) rapportés par Adrar et al. (2017). Cela pourrait être dû à la nature biochimique des tanins condensés qui sont des polymères riche en groupements hydroxyles qui sont solubles dans les solvants polaires (Schofield et al., 2001).

En revanche, Tamert, 2016 ; Belkhodja et al. (2020) ; Jebali et al. (2022) ont enregistré des valeurs en tanins condensés inférieurs aux nôtres pour *Mentha pulegium* L., *Thymus vulgaris* L. et *Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr., elles étaient respectivement de 4.35 \pm 0.02 mg EC/g, 0,564 \pm 0,070 % et 8.64 \pm 0.02 mg EC/g.

III. Huiles essentielles

1. Rendement des huiles essentielles

Les rendements moyens en huiles essentielles des parties aériennes de *M. spicata* L., *M. pulegium* L., *T. vulgaris* L. et d'*A. pusilla* (Brot.) Breistr. extraites par hydrodistillation, ont été calculés en fonction de la masse du matériel végétal traité. Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 21 et représentés dans la figure 69.

Tableau 21 : Les rendements en huiles essentielles des plantes étudiées

Huile essentielle	<i>M. spicata</i> L.	<i>M. pulegium</i> L.	<i>T. vulgaris</i> L.	<i>A. pusilla</i> (Brot.) Breistr.
Rendement (%)	1.21± 0.04	1.63 ± 0.05	2.39±0.03	2.17±0.02

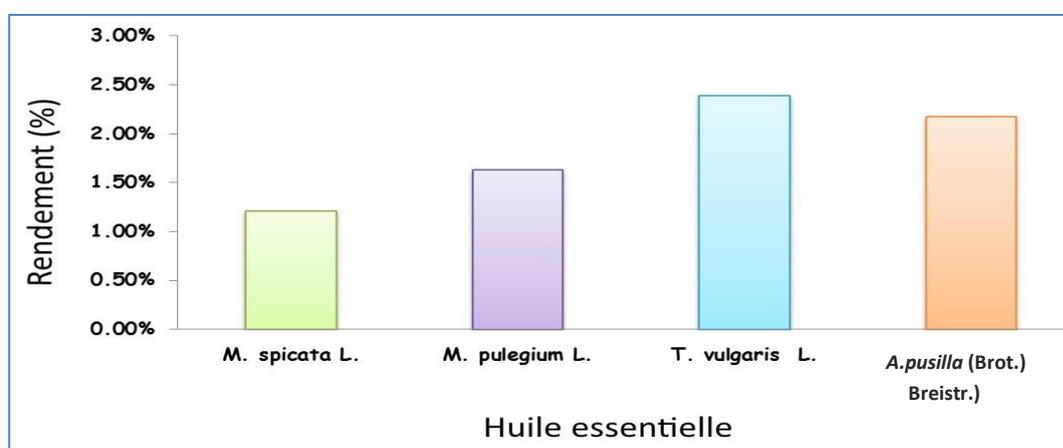


Figure 69 : Les rendements en huiles essentielles des plantes étudiées

Le rendement en huiles essentielles des plantes était largement variable, où *T. vulgaris* L. présente le rendement le plus élevé (2.39±0.03 %) non seulement en comparaison avec les autres plantes de genre différent mais aussi avec la même espèce des autres régions algériennes: celles de El-Tarf et Blida. Cettes dernière ont présenté un taux egale respectivement à 1.22±0.26% ; 1.58% (Bouguerra et al., 2017 ; Mansouri et al., 2018), ce qui confirme que la région d'origine influence beaucoup la sécrétion en l'huile d'une plante aromatique. En revanche, le taux de *T. vulgaris* L. est presque semblable à celui obtenu dans la région d'Ain Défla (2.7%) (Sidali et al., 2014). Différentes études menées en régions maghrébines (1% ; 3.6%) (Imelouane et al., 2009 ; Zantar et al., 2015) et africaines (0.55% ; 1%) (Tchoumboungang et al., 2009 ; Oraby et al., 2013) démontrent une certaine variabilité des rendements.

Le rendement en huiles essentielles d'*A. pusilla* (Brot.) Breistr. est relativement proche à celui obtenu dans d'autres régions d'Algérie (Telemcen) (2.1 %) (Bekhechi et al., 2010), (Ain Temouchent) (1.1%)(Tefiani et al., 2016), et d'autres pays voisins : Maroc (2 %) (El Ouariachi et al., 2011) et Tunisie (2.7 %) (Souhail et al., 2017). D'autre part, des résultats supérieurs à nôtres ont été obtenus par *A. pusilla* (Brot.) Breistr. récoltée dans des autres

régions algériennes : Telemcen (3%), Oran (4%) (Kambouche et El-Abed, 2003 ; Metidji, 2017).

Le taux de *M. pulegium* L. est presque semblable à celui obtenu dans d'autres régions d'Algérie (El-Kala) (1,8 %) (Benabdallah et al., 2017), et d'autres pays (Maroc (1,78 %), Tunisie (1,5 %) et Grèce (1,6 %)) (Snoussi et al., 2008 ; Ntalli et al., 2010 ; Ahmed et al., 2018). En outre, le rendement de l'huile essentielle de *M. spicata* L. s'est établi à 1,1 % et 1,3 % pour les autres régions d'Algérie (Bejaia, Saida) respectivement (Allali et al., 2013 ; Brahmi et al., 2016) et d'autres pays (Tunisie (1,1 %), Maroc (1,2 %) et Pakistan (1,2 %)) (El Hassani et al., 2010 ; Hussain et al., 2010 ; Snoussi et al., 2015).

2. Analyse GC-MS et composition chimique des huiles essentielles

Les résultats de Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (GC-MS) des huiles essentielles de *M. spicata* L., *M. pulegium* L., *T. vulgaris* L. et d'*A. pusilla* (Brot.) Breistr. sont présentés respectivement dans les tableaux 22/23/24/25.

Tableau 22 : Principaux composants chimiques de l'huile essentielle de *Mentha spicata* L.

N°	Composés	% Aire
1	"KW3 AUS EPIGLOBULOL"	0.22
2	(-)- β -Bourbonene	0.57
3	(E)-2-Hexenal	0.12
4	(E)-Calamene	0.20
5	[2.1.2.1]PARABENZENOPHAN-9,24-DIPHENYLDIOL	0.09
6	1,1-diphenyl-3-silolene	0.09
7	1,3-Dicyclohexyl-1-[5-phenyl-2,4-pentadienoyl]urea	0.10
8	1,4,6-trichlorobenzene	0.11
9	1,4-Dioxan-2-one	0.16
10	1,8-Cineole	8.62
11	17-HYDROXYPREGN-4-EN-20-YN-3-ONE	0.29
12	1-Epi-Bicyclosesquiphellandrene	0.30
13	1H-1,3A-ETHANOPENTALEN-5-OL, HEXAHYDRO-, TRANS-	0.13
14	1-Hydroxychloridene	0.10
15	1-Oct-3-enylacetate	0.10
16	1-Undecanyl-2,5-divinylcyclopentanol	0.24
17	2-(4-nitropyrazolyl)propanohydrazide	0.12
18	2-[4-(3-bromophenyl)-3H-1,5-benzodiazepin-2-yl]-5-methylphenol	0.21
19	24-Methylpollinastanol	0.13
20	2-cyclohexylidene hydrazine carboxamide	0.09
21	2-ethyl-4-methylimidazolin	0.15
22	2-Indanone, hexahydro-3a-methyl-, trans-	0.11
23	4-(Methoxycarbonyl)benzyl chloride	0.11
24	4-CYCLOPROPYL-2-METHOXYPHENOL	0.16
25	4-Ethoxycarbonyl-5-methyl-2-trichloromethyl-2-oxazoline	0.11
26	4-HYDROXY-3-[3-(4-PENTYLOXY-PHENYL)-ACRYLOYL]-CHROMEN-2-ONE	0.14
27	5-bromopyridin-2-ol	0.12
28	9-HYDROXYARISTOL-1(10)-EN-2-ONE	0.12
29	Aromadendrene	0.41
30	Borane	0.09
31	Calamenen-3,5(10)-diene	0.15
32	Calcamine	0.14
33	Camphene	0.10
34	Carhydrine	0.31
35	Carisoprodol	0.09
36	Carvacrol	0.44

37	<u>Carvone</u>	<u>28.87</u>
38	Caryophyllene oxide	3.04
39	Caryophyllene	2.23
40	Chlorthal	0.09
41	<u>cis-Thujanol</u>	<u>1.71</u>
42	cis-Thujopsene	0.43
43	CYCLOPENTADECASILOXANE, TRIACONTAMETHYL-	0.09
44	<u>Dihydrocarveol</u>	<u>2.61</u>
45	Dihydroedulan II (cis)	0.11
46	ETHYL 4-{4-[(ETHOXYCARBONYL)AMINO]BENZYL}PHENYL CARBAMATE	0.09
47	Eudesma-4,11-dien-2-ol	0.09
48	Fenchone	0.72
49	FUROXANE, 3,4-DIACETYL-, DIOXIME	0.12
50	Geranyl caproate	0.10
51	<u>Germacrene D</u>	<u>3.89</u>
52	Germacrenol	0.17
53	Globulol	0.17
54	g-Muurolene	0.38
55	Guaja-1(10),11-dien-15-al	0.25
56	Hexanol <ethyl->	0.38
57	Humulene	0.19
58	Imidazole, 4,5-dibromo-2-trifluoromethyl-	0.19
59	Isobornyl acetate	0.26
60	Jasmone	<u>1.02</u>
61	<u>Limonene</u>	<u>7.15</u>
62	linalool	0.13
63	Methyl 4-(methoxymethoxy)-2-butyrate	0.11
64	Methyl 9,10-dihydroxystearate	0.09
65	Methyl atisan-18-oate	0.14
66	MOLYBDENUM, TETRAKIS(.ETA.3-2-PROPENYL)-	0.11
67	Myrcene	0.48
68	Myrtenyl acetate	0.35
69	Niflumic acid	0.09
70	Octadecamethylcyclononasiloxane	0.11
71	Octyl cyclobutanecarboxylate	0.12
72	Oxpoconazole	0.10
73	p-Cymène	0.15
74	Pentanoic acid	0.25
75	Piperitenone	0.54
76	Piperitone	0.45
77	p-Menth-1-en-4-ol	0.64
78	POGOSTOL	0.14
79	PREGNAN-20-ONE, 3,11-DIHYDROXY-17,21-BIS[(TRIMET	0.11
80	Pulegone	0.18
81	PYRIDINE, 3,6-DIBUTYL-2-(ETHYLTHIO)-	0.11
82	Sabinene	0.57
83	Spathulenol	0.42
84	Terpineol	0.37
85	Thymol	0.48
86	<u>trans-Carveol</u>	<u>1.2</u>
87	trans-Carveyl acetate	0.26
88	Tricyclo[3.3.1.0(3,7)]nonane, 9,9-ethylenedioxy-1-hydroxymethyl-	0.11
89	Valencen Isoeremophilene	0.11
90	Verbenol	0.18
91	α -Cadinol	0.6
92	α -Cubebene	0.12
93	α -Ocimene	0.37
94	α -terpinène	0.29

95	α -Terpinolene	0.14
96	β -Ocimene	0.10
97	β -Cyclogermacrane	0.72
98	β -elemene	0.39
99	<u>β-Pinène</u>	<u>1.02</u>
100	γ -Terpinene	0.56
	Total Identifié(%)	81.5

Les principaux constituants de l'huile essentielle de *Mentha spicata* L. étaient la carvone (28,87 %), suivi du 1,8-Cineole (8,62 %), le limonène (7,15 %), le germacrène D (3,89 %), l'oxyde de caryophyllène (3,04 %), le dihydrocarveol (2,61 %), le cis-thujanol (1,71 %), le trans-carveol (1,2 %), le β -pinène (1,02 %) et Jasmone (1,02 %). Ces résultats étaient relativement semblables à ceux de Brahmi et al. (2016) qui ont enregistré la carvone (48,5 %), le limonène (20,8 %), le 1,8-cinéole (5,4 %), le β -caryophyllène (3,4 %), le germacrène D (3,4 %) et le β -pinène (1,1 %) comme principaux composants de l'huile essentielle de *Mentha spicata* L. récoltée à Bejaia (région nord de l'Algérie). De plus, *M. spicata* qui pousse à Setif (nord-est de l'Algérie) a présenté du carvone (59,40 %), du limonène (6,12 %), du 1,8-cinéole, du germacrène-D (04,66 %), du β -caryophyllène (2,969 %), du β -bourbonene (2,796 %), du α -terpinéol (1,986 %) et du terpinène-4-ol (1,120 %) (Boukhebti et al., 2011). Cependant, la carvone était le composé majeur similaire dans cette espèce récoltée dans différents pays (Portugual (41,1%), Maroc (29,0%) et Bangladesh (73,29%)), consistant avec nos découvertes (Chowdhury et al., 2007 ; Znini et al., 2011 ; Martins et al., 2012).

Tableau 23 : Principaux composants chimiques de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* L.

N°	Composés	% Aire
1	γ -Muuroleone	0.24
2	β -Pinène	0.51
3	α -Terpineol	0.19
4	α -Terpinene	0.06
5	ZINC2545815	0.12
6	Triclopyr methyl ester	0.07
7	trans-Sobrerol	0.12
8	trans-Carveol	0.18
9	TETRADECANOIC ACID	0.12
10	TESTOSTERONE, TRIFLUOROACETATE	0.14
11	Terpinen-4-ol	0.60
12	TAZETTINE	0.08
13	Sobrerol, cis-(-)-	0.12
14	SILIKONFETT	0.25
15	SILANE, [CYCLOHEXANEDIYLBIS(OXY)]BIS[TRIMETHYL-, CIS-	0.15
16	Silane, [(4-ethoxycyclohexyl)oxy]trimethyl-	0.09
17	Silanamine, 1,1,1-trimethyl-N-(pentafluorophenyl)-	0.14
18	Sabinene	0.29
19	<u>Pulegone</u>	<u>5.57</u>
20	p-Menth-2,8-dien-1-ol	0.07
21	<u>Piperitone</u>	<u>19.8</u>
22	Piperitone oxide	0.06
23	<u>Piperitenone</u>	<u>33.84</u>
24	Phthalic acid	0.46
25	PHOSPHINE OXIDE, DICYCLOHEXYL-	0.07
26	Pentaethylene glycol	0.09
27	<u>Thymol</u>	<u>4.08</u>

28	p-Cymène	0.15
29	p-2-menthen-1-ol	0.07
30	O-Methylthymol	0.16
31	Octyl cyclobutanecarboxylate	0.14
32	Obtusifoliol, TMS derivative	0.09
33	norandrostane	0.06
34	methyl N-(2-hydroxyethyl)-N-methylcarbamate	0.20
35	methyl 5,8,11-heptadecatrienoate	0.24
36	Methyl 2,5-dimethoxy-3,6-dichlorobenzoate	0.16
37	METHANONE, DIPHENYL-	0.07
38	<u>Menthone</u>	0.5
39	<u>Limonene</u>	0.76
40	Isothymol methyl ether	0.18
41	Isopulegon	0.06
42	Humulene	0.47
43	Hexanol <ethyl->	0.20
44	Hexahydrofarnesyl acetone	0.13
45	Hexa-1,4-dien-3-one, 5-amino-6,6,6-trichloro-1-(2-thienyl)-	0.16
46	GLYCINE, N-[N-[N-[N-(N-CARBOXY-L-THREONYL)-L-ALANYL]-L-LEUCYL]-L-LEUCYL]-, N-BENZYL METHYL ESTER	0.09
47	GERMACYCLOPENTANE, 1-BUTYL-1-ETHYNYL-	0.07
48	Germacrene D	0.06
49	ethyl bromocrotonate	0.22
50	ethyl 2-ethyl-3-methyl-3-phenyloxirane-2-carboxylate	0.14
51	Ethyl 2,6-dimethyl-3-oxotridecanoate	0.12
52	Ethene	0.11
53	EINECS 260-686-4	0.12
54	Diethyl sebacate	0.13
55	Diacetyl-formyl-amine	0.07
56	CYCLOPENTADECASILOXANE, TRIACONTAMETHYL-	0.07
57	<u>Cyclododecasiloxane, tetracosamethyl</u>	2.07
58	CIS-4-(4-NITROPHENYL)-CYCLOHEXANOL	0.08
59	Chavibetol	0.21
60	CBMicro_013366	0.12
61	Caryophyllene	0.18
62	<u>Carvone</u>	0.43
63	Carvacrol	0.15
64	CARBONOTHIOIC ACID, O-ETHYL S-[1-(2-METHOXYPHENYL)-1H-TETRAZOL-5-YL] ESTER	0.11
65	β-Orcinaldehyde	0.34
66	β-Bourbonene	0.07
67	BENZO[B]SELENOPHENE-3-CARBOXYLIC ACID, 2-FORMYL-	0.11
68	BACCHOTRICUNEATIN C	0.06
69	Amyl ethyl ketone	0.12
70	Alodane	0.06
71	Adrenaline tetraacetate	0.07
72	Adipic acid	0.06
73	9-Octadecene	0.28
74	9-BUTYLANTHROAT	0.13
75	6-Methyl-3,20-dioxo-6,21-bis[(trimethylsilyl)oxy]pregn-4-en-17-	0.13
76	<u>6-Allyl-o-cresol</u>	0.94
77	4-Methylfluoren	0.10
78	4-ETHOXY-2-PENTANONE	0.06
79	4-CYCLOOCTATETRAENYLBUT-1-ENE	0.06
80	4-(3,3-DIMETHYL-1-BUTYNYL)-4-HYDROXY-2,6,6-TRIMETHYL-2-CYCLOHEXEN-1-ONE	0.09
81	3-OCTANOL	0.34
82	3-Ethenylcholestan-3-ol	0.12
83	3,3,6-Trimethyl-4-ethyl-2-heptanone	0.11
84	2-Thiazolemethanol, 4-(2-chlorophenyl)-	0.12
85	2-Propanol	0.11

86	2-Piperidinemethanamine	0.12
87	2-Phenanthreneacetic acid, tetradecahydro-7-hydroxy-1,4b,8,8-tetramethyl-10-oxo-,methyl ester	0.09
88	2-isopropyl-4-methylanisole	0.22
89	2-ETHOXYETHYL 2-METHYL-5-OXO-7-(2-THIENYL)-4-(3-THIENYL)-1,4,5,6,7,8-HEXAHYDRO-3 QUINOLINECARBOXYLATE	0.09
90	2-Eicosanol	0.14
91	2,7-Dimethyl-1-benzothiophene	0.12
92	2,4-D Glycine conjugate	0.12
93	2,3-Dibromosuccinic acid	0.06
94	1-Tripropylsilyloxycyclopentane	0.08
95	1-S-OCTYL-1-THIO-D-GLUCITOL	0.06
96	18-Crown-6	0.08
	Total Identifié (%)	80.52

Les principaux constituants de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* L. étaient la pipériténone (33,84 %), suivie par la pipéritone (19,8 %), la pulégone (5,57 %), le thymol (4,08 %), le cyclododécalosiloxane, tétracosaméthyl (2,07 %), le 6-allyl-o-crésol (0,94 %), le limonène (0,76 %), le terpinène-4-ol (0,6 %), le β -pinène (0,51 %), la menthone (0,5 %), l'humulente (0,47 %), l'acide phtalique (0,46 %) et la carvone (0,43 %). Nos résultats en cohérence avec ceux de Boukhebti et ali.(2011) qui ont rapporté que la pulégone, la menthone, la pipériténone et la pipéritone étaient les principales composantes de l'huile essentielle de *Mentha pulegium* L. recueillie à Sétif (nord-est de l'Algérie). D'autres études antérieures ont eu lieu dans la région voisine du Maroc ont montré piperitone (31,27%) et piperitenone (22,98%), comme composant principal dans l'huile essentielle (Ainane et al., 2018). De même, dans d'autres études en Iran, la piperitone et la piperitenone ont montré une valeur de 38,00 % et 33,0 % (Mahboubi et al., 2008). En outre, Stoyanova et al. (2005) (Bulgarie) et Agnihotri et al. (2005) (Inde) ont révélé que la pulégone, la piperitone et la piperitenone étaient les principaux composés.

Tableau 24 : Principaux composants chimiques de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L.

N°	Composés	% Aire
1	ZIRCONIUM, DICHLORO[(DIMETHYLSILYLENE)BIS[(1,2,3,3A,7A-.ETA.)-1H-INDEN-1-YLIDENE	0.06
2	<u>β-Pinène</u>	1.04
3	2,5-PYRROLIDINEDIONE, 1-(2-BROMO-3,3-DIMETHYLBUTYL)-	0.07
4	2,4-Diamino-5-methyl-6-[2-naphthylthioacetamido]quinazoline	0.08
5	(+)-3-Carene	0.09
6	3-Heptanone	0.10
7	<u>α-Terpinene</u>	1.26
8	Limonene	0.45
9	p-2-menthen-1-ol	0.33
10	1,2-DIPHENYL-1-ETHANONE-1-PHENYLHYDRAZONE	0.06
11	3,3''-Diacetoxy-2,3':2',2'':3'',2'''-quaterbenzo[b]thiophene	0.06
12	<u>γ-Terpinene</u>	9.61
13	β -Ocimene	0.12
14	3-Octanone	0.14
15	Methyl methanethiolsulfonate	0.06
16	<u>p-Cymène</u>	6.35
17	DODECYLCHLOROPHENYL-DIDODECYLHYDROPHENYL-SULFIDE	0.09
18	Lycofawcine, dehydro-	0.09
19	Cholest-2-eno[3,2-b]pyridine, 4'-chloro-	0.07
20	1,1,2,2-Tetramethyltetra-butyl cyclotetrasilane	0.09
21	Macdougallin	0.06
22	Fenchone	0.22

23	Hexanol <ethyl->	0.17
24	3-NICOTINOYL-5-(3-NITROBENZYLIDENE)RHODANINE	0.08
25	1-Octen-3-OL	0.25
26	4-Thujanol, stereoisomer	0.38
27	2-(2,5,5-TRIMETHYL-2-CYCLOPENTYL)ETHANAL	0.08
28	benzyl-dimethyl-[(6,6,9-trimethyl-3-pentyl-6a,7,8,10a-tetrahydrobenzo[c]chromen-1-yl)oxy]silane	0.06
29	Camphore	0.17
30	α -Gurjunene	0.24
31	Pregn-5-en-3-ol, 21-bromo-20-methyl-, (3.beta.)-	0.11
32	Methyl (11-hydroxy-2,6-dimethyl-4,5,10-trioxo-1,2,4,5,6,8,9,10-octahydroisochromeno[7,6-f]indazol-8-yl)acetate	0.10
33	3,4-Bis(dibromomethyl)nitrobenzene	0.07
34	3-Thiocarbamoyl-1-.beta.-d-ribofuranosylpyrazolo[3,4-d]pyrimidin-4-5H-one	0.06
35	4-Cyclopentene-1,3-dione, 4-propyl-	0.17
36	2,4-Dichlorophenoxy Acetyl Valine	0.10
37	2-(3-amino-phenyl)-2-methyl-propionic acid ethyl ester	0.06
38	Linalool	2.52
39	Caryophyllene	0.35
40	Alloaromadendrene	0.40
41	Terpinen-4-ol	0.29
42	Isothymol methyl ether	0.67
43	4,4'-Dibromo-2,2'-sulfinyl diphenol	0.14
44	4-Chloro-N-[(E)-(2-chlorophenyl)methylidene]-3-nitroaniline	0.09
45	Butaperazine-d6	0.12
46	Dihydrocarvone	0.20
47	Ecdysterone 22-O-benzoate	0.07
48	1-[3-(4-CHLOROPHENYL)-5-METHYL-4-ISOXAZOLYL]-3-(DIMETHYLAMINO)-2-PROPEN-1-ONE	0.09
49	2-(4-METHYL-QUINOLINYL)THIOACETYL-THIAZOLE[3,2-A]QUINOLINIUM-1-OXIDE	0.09
50	9-Heptadecene-4,6-diyn-8-ol, (Z)-	0.09
51	Pulegone	0.16
52	1,4-bis(1,2,2-trichloroethenyl)benzene	0.06
53	MANNOFURANOSIDE, 1-BROMO-2,3-O-ETHYLBORANDIYL-5,6-O-ISOPROPYLIDENE	0.12
54	Pinocarveole	0.10
55	2-[5-ETHOXYCARBONYL-3-(4-FLUORO-PHENYL)-4-METHYL-3H-THIAZOL-2-YLIDENE]-MALONIC ACID DIMETHYL EST	0.06
56	2-Butyl-3a,4,7,7a-tetrahydroisindole-1,3-dione	0.07
57	Humulène	0.11
58	CHOLESTANE-3,7-DIOL, 3-ACETATE, (3.BETA.,5.ALPHA.,7.BETA.)-	0.09
59	b-Isocrinamine	0.06
60	(ENDO)-METHYL 3-METHYLENE-2-(4-METHYL-3-PENTENYL)BICYCLO[2.2.1]HEPT-5-ENE-2-CARBOXYLATE	0.09
61	Methyl N-acetyl-S-(2-(acetyloxy)cyclohexyl)-L-cysteine	0.09
62	1,1,4,4,7,7,10,10-OCTAMETHYL-13,14-(TETRACHLOROBUTADIENO)CYCLOTETRADECA-2,5,8,11-TETRAYNE	0.16
63	Verbenyl acetate	0.11
64	6.ALPHA.-CADINA-4,9-DIENE, (-)-	0.12
65	Viridiflorene	0.25
66	Ethyl (2Z)-3-(dimethylamino)-3-ethoxy-2-propenoate	0.06
67	1-2-Bornanol	0.39
68	Cycloocta-1,3,2-oxathiaborole, 2-ethyl-	0.06
69	Glyceryl-1-palmitate-2,3-distearate	0.09
70	Piperitone	0.13
71	Bicyclo[8.1.0]undeca-2,6-diene, 3,7,11,11-tetramethyl-, [1S-(1R*,2Z,6E,10S*)]-	0.30
72	D-Carvone	0.95
73	Pennogenin, 24-hydroxy-	0.07
74	OCTANE-1,5-D2	0.06
75	γ -Amorphene	0.21
76	Indone,2-bromo-3-(6,7-dimethoxy-1-isoquinolyl)-5,6-dimethoxy	0.06
77	Isositsirikine	0.06
78	PREGNANE-3,11-DIAMINE, (3.ALPHA.,5.ALPHA.,11.ALPHA.)-	0.06
79	1-Hydroxy-2,2,5,5-tetramethyl-4-(p-tolyl)-3-imidazole-3-oxide	0.06
80	N(2)-BENZOYL-N(1)-(1-METHYL-5-OXO-2-PYRROLIDINYLIDENE) ACETAMIDINE	0.06

81	Cumal	0.12
82	2,5-Difurfurylfuran	0.06
83	2,4-Octadiene-1-ol acetate	0.08
84	<SANS NOM>	0.13
85	1-4-chloro-2-nitrophenyl	0.06
86	1,3,5-Triacetyl-4-tosyl sedoheptulesan	0.07
87	Octane	0.08
88	Etiocolanediol	0.06
89	1-METHYL-2-ACETYLMETHYL-3-DIACETYLMETHYL-1,2,3,4-TETRAHYDROQUINOXALINE	0.06
90	Benzenesulfonamide, 4-nitro-	0.10
91	3-BROMO-7,7'-DIMETHYL-4,4'-DIHYDROXY-1,1'-BINAPHTHALENE-5,5',8,8'-TETTRONE	0.12
92	Piperitenone	0.18
93	4-METHYL-2-QUINOLINYL-THIAZOLE[3,2-A]QUINOLINIUM-1-OXIDE	0.06
94	2,4-Dichloro-6-iodophenoxyacetic acid,ethyl ester	0.07
95	APATELINE	0.06
96	2-(1-Non-8-enyl)-5-(1-hex-5-enyl).delta.1—pyrroline	0.08
97	2-METHOXY-4-(4-MORPHOLINYL)-6-(1H-PYRROL-1-YL)-1,3,5-TRIAZINE	0.06
98	3',4',5',6'-Tetrabromobenzo[1',2'-b]-1,4-diazabicyclo[2.2.2]octane	0.06
99	Pregn-5-ene-20-ol, 3,17-bis[(trimethylsilyl)oxy]-, (3.beta.,20S)-	0.06
100	3,5'-Dimethyl-6-nitro-8-methoxy-spiro(2H-benzo(b)pyran-2:2'-1',3'-benzodithiolane)	0.07
101	3-tert-Butyl-1-ethynyl-4-methoxycyclohexanol #	0.11
102	[1-(4-BROMO-PHENYL)-2,6,6-TRIMETHYL-4-OXO-4,5,6,7-TETRAHYDRO-1H-INDOL-3-YL]-ACETIC ACID	0.06
103	N-[3-Aminophenyl]-1-piperidincarbothioamide	0.07
104	5-TERT-BUTYL-2-[5-(5-TERT-BUTYL-1,3-BENZOXAZOL-2-YL)-2-THIENYL]-1,3-BENZOXAZOLE #	0.08
105	2-(2-METHOXY-ETHYL)-2,8-DIAZA-SPIRO[5.5]UNDECANE-1,3,9-TRIONE	0.09
106	7-ACETYLAMINO-4-CHLORO-3-ETHOXYISOCOUMARIN	0.07
107	1-[2-(ADAMANTAN-1-YLOXY)-ETHYL]-4-(5-METHYL-THIOPHEN-2-YL)-1,4-DIHYDRO-PYRIDINE-3,5-DICARBOXYLIC AC	0.08
108	9-Oxotricyclo[3.3.1.0(3,7)]nonane-1,3-dicarboxylic acid, dimethyl ester	0.06
109	Spiro[5.alpha.-androstane-3,2'-thiazolidine], 3'-acetyl-	0.03
110	INDOLIZINO[1,2-B]QUINOLIN-9(11H)-ONE, 8-[(FORMYLOXY)METHYL]-7-(1-OXOPROPYL)-	0.07
111	4-(2-Chlorophenyl)-3-morpholin-4-yl-1H-pyrrole-2-carboxylic acid, methyl ester	0.10
112	Morphinan-6-one, 4,5-epoxy-14-hydroxy-8-(2-hydroxyethoxy)-3-methoxy-17-methyl-, (5.alpha.,8.beta.)-	0.07
113	Espatulenol	0.18
114	MILBEMYCIN B, 5-O-DEMETHYL-28-DEOXY-5-O-[(1,1-DIMETHYLETHYL)DIMETHYLSILYL]-6,28-EPOXY-13-HYDROXY-2	0.06
115	DIISOPROPYLINDENE GALACTOSE	0.06
116	Thymol	3.40
117	3-OXOALLOBETULANE	0.07
118	Carvacrol	50.70
119	1,2,3,4-Tetrachlorobutane	0.08
120	2-(3-CHLOROPHENOXY)-N'-{[5-(DIMETHYLAMINO)-2-FURYL]METHYLIDENE}ACETOHYDRAZIDE	0.06
121	Dimethyl 1,2-di(2-methyl-1-propenyl)tricyclo[3.1.0.0(2,4)]hexane-3,6-dicarboxylate	0.07
122	Benzoxazole-2-thiol, 5,7-dichloro-	0.08
123	(1,2-EPOXY-4-ISOPROPENYL-1-[(METHOXYMETHOXY)METHYL]CYCLOHEXANE	0.11
124	BENZENE, 1-(1,1-DIMETHYLETHYL)-4-(1,5,5-TRIMETHOXY-2,5-CYCLOHEXADIEN-1-YL)-	0.06
125	TRIMETHYL[(2E)-1-METHYL-2-BUTENYL]GERMANE #	0.06
126	NICKEL, CYCLOPENTADIENYL-(1-BUTYL-3-PROPYLALLYL)-	0.06
127	9-[2-Deoxy-.beta.-d-ribohexopyranosyl]purin-6(1H)-one	0.07
128	6-[1-(PALMITOYLOXY)ETHYL]-1-PHENAZINECARBOXYLIC ACID #	0.10
129	1,3-Cyclohexanedione, 2-(2-hydroxy-6-oxo-1-cyclohexen-1-yl)-2-(methoxymethyl)-	0.06
130	Pregn-4-ene-3,6-dione	0.08
131	2-(3,5-DICHLORO-6-DIMETHYLAMINOPYRIDYLOXY)-2-PROPIONIC ACID	0.06
132	Ethyl 2-hydroxyvalerate	0.09
133	Tetracosamethyl-cyclododecasiloxane	0.11
	Total identifié %	90.14

Les principaux constituants de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L. étaient le carvacrol (50.70 %), suivie par le γ -Terpinene (9.61 %), le p-Cymène (6.35 %), le thymol (3.40 %), le linalool (2.52 %), le α -Terpinene (1.26 %), le β -Pinène (1.04 %). Nos résultats en cohérence avec ceux d'Abdelli et al. (2019) qui ont rapporté que le carvacrol (89.15-82.42%), le γ -terpinene (0.43-4.50%), le thymol (0.77-2.78%), le p-cymene (0.85-2.38%), le trans-sabinene hydrate (2.34-2.09%) et le β -caryophyllene (1.36-1.87%) étaient les principales composantes de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L. recueillie à Mostaganem (nord-ouest de l'Algérie). Une autre étude similaire à la nôtre a été réalisée par Mansouri et al. (2018) dans la région d'El-Tarf (nord-est algérien), ils ont trouvé que le carvacrol (73.03%), le p-cymen (9.99%), le β -caryophyllene (3.63%) et le γ -terpinene (3.02%) étaient les principaux constituants. En outre, Abdelli et al. (2017) ont révélé que le principal composant étant le thymol avec 59.5 % et 67.3 % en huile essentielle de *T.vulgaris* L. de Mostaganem et de Telemcen, respectivement, tandis que le carvacrol n'a été trouvé que sous forme de traces.

Tableau 25 : Principaux composants chimiques de l'huile essentielle d'*Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr.

N°	Composés	% Aire
1	β -Pinène	0.13
2	Tribromotrichlorocyclohexane	0.08
3	Sabinene	0.15
4	Myrcene	0.27
5	(E,Z)-1,2-Diethylidenecyclopentane	0.12
6	α -Terpinene	0.29
7	<u>Limonene</u>	<u>4.13</u>
8	β -phellandrène	0.29
9	<u>γ-Terpinene</u>	<u>7.86</u>
10	<u>p-Cymene</u>	<u>10.35</u>
11	α -Terpinolene	0.10
12	2-[3,4-Dichloroanilino]-4,6-bis(trichlorométhyl)-S-triazine	0.16
13	6H-1,4-Diazepin-6-one, 2,3-dihydro-5,7-diméthyl-, 4-nitrophenylhydrazone	0.09
14	METHYL 12-OXOEICOSAN-1,20-DIOATE	0.09
15	5-METHYL-2-(4-METHYLPHENYL)-5-(2-THIENYL)-1,2,4-TRIAZOLIDINE-3-THIONE #	0.08
16	<SANS NOM>	0.26
17	N'-(E)-(3-HYDROXYPHENYL)METHYLIDENE]-2-PHENYLCYCLOPROPANECARBOHYDRAZIDE #	0.10
18	Vinyl amyl carbinol	0.11
19	.eta.4--(1-phenyl-3,4-diméthylphosphole)tricarbonyliron]-P]pentacarbonylmolybdenum	0.10
20	Eburnamenine-14-méthanol, 14,15-dihydro-14-hydroxy-, (3.alpha.,14.beta.,16.alpha.)-	0.10
21	4-THUJANOL, STEREOISOMER	0.33
22	3-(1-ETHYL-3,5-DIMETHYL-1H-PYRAZOL-4-YL)-1-(4-iodo-phenyl)-PROPENONE	0.12
23	1-tert-Butyl-3-[3-diméthylaminométhyl-4-diméthyl(tert-butyl)silyloxyphenyl]azetid-2-one	0.12
24	6H-DIBENZO[B,D]PYRAN, 6A,7,8,10A-TETRAHYDRO-6,6,9-TRIMETHYL-3-PENTYL-1-[(TRIMETHYLSILYL)OXY]-,	0.10
25	Perhydrodi[1,3]dioxolo[4,5-b:4,5-d]pyran, 2,2,7,7-tetraméthyl-3a-(bromométhyl)	0.17
26	Thieno[3,4-d]1,3-dioxin-7-carboxylic acid, 2,4-dihydro-2,2-diméthyl-5-méthylthio-4-oxo-, ethyl ester	0.16
27	5-CHLORO-7-INDO-8-METHOXYQUINOLINE	0.08
28	β -Cyclocitral	0.15
29	Butane <1,4-dimercapto>	0.08
30	Molybdenum, tricarbonyl-4-méthyl-benzocyclobutene	0.08
31	Linalool, formate	0.09
32	p-2-menthen-1-ol	0.16
33	CIS-2-ACETOXY-3-METHYLENE-8-METHYLTRICYCLO[5.4.0.1(1,4)]DODECANE	0.09
34	1,2,3,4,6,7,8-HEPTACHLORODIBENZODIOXIN	0.15
35	1, 2, 3-TRIAZOLE-4, 5-DICARBOXILIC ACID, 1-ETHYL-	0.09
36	1-Bromo-4-chloro-2,3,5,6-tetra-fluorobenzene	0.08

37	BICYCLO[2.2.1]HEPTAN-2-OL, 1,3,3-TRIMETHYL-	0.10
38	<u>Thymol methyl ether</u>	2.19
39	<u>L-4-terpineol</u>	1.07
40	Isothymol methyl ether	0.39
41	1-PHENANTHRENECARBOXYLIC ACID, TETRADECAHYDRO-1,4A,8-TRIMETHYL-7-[2-[2-(METHYLAMINO)ETHO	0.09
42	2-PHENYLETHYL 4-(2,5-DIMETHOXYPHENYL)-2-METHYL-5-OXO-1,4,5,6,7,8-HEXAHYDRO-3-QUINOLINECARBO	0.11
43	Bicyclo[4.1.0]heptan-3-ol, 3,7,7-trimethyl-, [1S-(1.alpha.,3.beta.,6.alpha.)]-	0.12
44	3-(4-METHOXY-PHENYL)-5-PHENYL-4,5-DIHYDRO-PYRAZOLE-1-CARBOTHIOIC ACID AMIDE	0.11
45	N-[4-(4-CHLORO-PHENOXY)-PHENYL]-2-(4-HYDROXY-6-METHYL-PYRIMIDIN-2-YLSULFANYL)-ACETAMIDE	0.12
46	HEPTANE-1,7-DIAMINE, N,N-DIETHYL-N'-(1-ISOCHROMANYLMETHYL)-	0.17
47	N-(PENTABROMOPHENYL)ETHYLENEDIAMINE	0.09
48	URIDINE, 2',3'-O-(1-METHYLETHYLIDENE)-	0.10
49	COPPER, [6,7,8,9,16,17-HEXAHYDRO-5H-DIBENZO[F,M][1,4,8,12]TETRAAZACYCLOPENTAD ECINATO(2-)-N5,N9,	0.11
50	CHOLESTA-9(11),17(20),24-TRIENE-3,6-DIOL, (3.BETA.,5.ALPHA.,6.ALPHA.)-	0.09
51	Prednisone	0.09
52	N-(2-PROPENYL)-3-ACETOXYMORPHINAN	0.14
53	o-Diisopropylbenzene	0.41
54	CYCLOPENTANEBUTANOIC ACID, 1-HYDROXY-.BETA.-OXO-, METHYL ESTER	0.10
55	4-ACETYL-1-(5-BROMO-2-PYRIDINYL)-5-(2,4-DIMETHOXYPHENYL)-3-HYDROXY-1,5-DIHYDRO-2H-PYRROL-2-O	0.16
56	1-[4-(3-CHLORO-4-MORPHOLIN-4-YL-PHENYL)-1-(4-CHLORO-PHENYL)-5-(3,4-DIMETHOXY-PHENYL)-4,5-DIHYD	0.11
57	Alpha Terinyl Acetate	0.17
58	NICKEL, [1,2,3,23-TETRAHYDRO-1,2,2,7,8,12,13,17,18-NONAMETHYL-22H-BILINE-1-CARBONITRILATO(2-)-N21,N	0.08
59	3,3,5,5-TETRACHLORO-6-ETHOXY-6-METHYL-2-(TRICHLOROMETHYL)-4-PYRIDONE	0.10
60	Acetylphthalimide	0.11
61	Anthraquinone, 1,8-bis(trifluoromethylsulfonyloxy)-	0.11
62	Thieno[2,3-d]-1,3-diseleno-2-thione	0.14
63	2-Cyclohexen-1-one, 2-methyl-5-(1-methylethenyl)-	0.30
64	2, 5-DICARBADODECABORANE-2, 5-DICARBOXAMIDE, N, N'-BIS(1-METHYLCARBOXYMETHYL)-	0.13
65	8, 8'-BIS(NAPHTHALENE-1-CARBOXILIC ACID),	0.10
66	(5,6,7-Triacetoxy-4b,8-dimethyl-2-oxo-2,3,4,4a,4b,5,6,7,8,8a,9,10-dodecahydro-phenanthren-1-yl)-acetic acid, methyl ester	0.09
67	OLEAN-12-ENE-3,16,21,22,28-PENTOL, 21-(2-METHYL-2-BUTENOATE), [3.BETA.,16.ALPHA.,21.BETA.(Z),22.ALPHA	0.11
68	2-Chloro-4-[dichloromethyl]-6-[trichloromethyl]pyrimidine	0.15
69	6-ACETOXYCITRONELLAL	0.15
70	4,5-DIBROMO-1,2,7,8-TETRAHYDRO-1,8-DIOXA-2,7-DITHIA-3,6-	0.13
71	1.alpha.-(Hydroxymethyl)-7.alpha.,8.alpha.-dimethyl-7-(2-(3-furyl)ethyl)bicyclo[4.4.0]dec-2-ene 2-carboxylic acid, methyl ester	0.08
72	ANDROSTANE, SILANE DERIV.	0.12
73	6-Oxabicyclo[3.1.0]hex-2-en-4-one, 1,2,3,5-tetraphenyl-	0.15
74	STAXANTHIN	0.09
75	Trimethylsilyl 6-phenoxyhexanoate	0.11
76	3-Chloro-6-[3,4-dichlorophenyl]pyridazine	0.11
77	Octadecanoic acid, 9,10-dihydroxy-, methyl ester, (R@,R@)-	0.10
78	Pyrazolo[4,3-c]pyrane, 2,3,3a,4,6,7-hexahydro-2-acetyl-6,6-dimethyl-3-phenyl-	0.13
79	7-(2-(3-TRIEMTYLSILOXY-1(E)-OCTENYL)-3,5-DI(TRIMETHYLSILOXY)CYCLOPENTYL)HEPTANOIC ACID METH	0.08
80	PROSTA-5,10,13-TRIEN-1-OIC ACID, 15-[(DIMETHYLSILYL)OXY]-9-OXO-, METHYL ESTER, (5Z,13E,15S)-	0.11
81	ZINC CHLORIDE NONAMETHYL PORPHINE COMPLEX	0.11
82	HYDROPEROXIDE, 2-METHYLENE-5-(1-METHYLETHYL)-3-CYCLOHEXEN-1-YL, (1S-TRANS)-	0.11
83	3-PHENYL-PROPIONIC ACID N'-(2,6-DI-PIPERIDIN-1-YL-PYRIMIDIN-4-YL)-HYDRAZIDE	0.08
84	Phthiocol	0.09
85	3-Hydroxyiminocyclopentan-2-one-1-carboxylic acid	0.09
86	Diethyl benzylmalonate	0.11
87	Dicyclohexanol, 1,1'-ethenediyl-1,1'-diyl-	0.07
88	4-BROMO-3-METHOXY-2-THIOPHENECARBOXYLIC ACID #	0.08
89	COPPER, BIS(2,6-DIMETHYL-3,5-HEPTANEDIONATO-O,O')-, (SP-4-1)-	0.12
90	Nicotinonitrile, 2-chloro-4-(methoxymethyl)-6-methyl-5-nitro-	0.08
91	2,8-Dichloro-4-methylquinoline	0.09
92	4-ACETOXY-1-METHOXYCARBONYL-2-METHYL-3-PHENYLAMINO-1,2,3,4-TETRAHYDROPYRIDINE	0.16
93	Homocysteine, N,O,S-tris(trimethylsilyl)-	0.08

94	Furazan-3-carbohydrazide, 4-amino-N2-(4-pyridylmethylene)-	0.09
95	Piperitenone	0.09
96	2,4,5-TRICHLORO-6-(1-PIPERIDINYL)NICOTINONITRILE	0.13
97	9H-XANTHÈNE-9-ONE, 1,3,6-TRIS(ACÉTYLOXY)-2,4,5-TRICHLORO-8-MÉTHYL-	0.08
98	Dihydromorphinone, 3-desoxy-3-bromo-	0.10
99	Tetrakis(O-triméthylsilyl)-8,2'-thioanhydroxanthosine	0.08
100	Strophanthidin	0.10
101	3-(2-Méthoxyphényl)-3-pentanol	0.36
102	Imidazole, 4-fluoro-5-carbohydrazino-1-triacétylribofuranosyl-	0.09
103	Diéthyl 2-phthalimidomalonate	0.08
104	3-Cyclohexène-1-propanoïque, .alpha.-chloro-.beta.-hydroxy-, pentylester	0.08
105	PYRIDINE, 1,2,3,4-TÉTRAHYDRO-1-MÉTHYL-5-(1-MÉTHYL-2-PIPERIDINYL)-	0.10
106	1,2-Benzènedicarboxylique, 3,4,5,6-tétrachloro-	0.11
107	Thymol	45.24
108	Carvacrol	1.13
109	HYDRAZINECARBOTHIOAMIDE, N-2-PROPENYL-	0.08
110	N'-[AMINO(CHLORO)DIPHENYLPHOSPHORANYL]-P,P-DIPHENYL-N-(1-PHÉNYLÉTHYL)PHOSPHINIMIDIC AMID	0.08
111	2,6-DIMÉTHYL-4-PHÉNYL-3,5-PYRIDINEDICARBOXYLIQUE ACIDE	0.09
112	Octaéthylène glycol-dodécylmonoéthère	0.10
113	1,1'-BIPHÉNYL, 2,2',3,3',4,4'-HEXACHLORO-	0.08
114	1,3,5-TRIAZINE, 2-ÉTHOXY-4-PHÉNYL-6-[[[[[3-(TRIFLUOROMÉTHYL)PHÉNYL]SULFONYL]AMINO]CARBONYL]	0.09
	Total identifié %	85.38

L'analyse chimique d'huile essentielle d'*Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. a révélé que les principaux composants étaient : le thymol (45.24%), suivie par le p-Cymène (10.35%), le γ -Terpinène (7.86%), le limonène (4.13%), le thymol méthyl éther (2.19%), le carvacrol (1.13%) et le L-4-terpinéol (1.07%). Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par Souhail et al. (2017) à des pourcentages de 39.26%, 28.97%, 13.69%, et 7.33% de thymol, γ -terpinène p-cymène et de méthyl-thymol respectivement à Seliana (nord de la Tunisie).

Dans le même pays, l'Algérie, mais dans des régions différentes (Sétif et Oran), deux types d'huiles essentielles ont été signalés. L'huile essentielle isolée des plantes récoltées à Sétif était majoritairement constituée de thymol et de γ -terpinène (Laouer et al., 2003), alors que chez les plantes récoltées à Oran, l'isothymol prédominait dans leur huile essentielle (de Sousa et al., 2012). Dans une autre étude, une autre huile essentielle riche en alcool de cumin (44 %) a été trouvée, obtenue à partir des parties aériennes d'*A. pusilla* récoltées à Tlemcen (nord-ouest de l'Algérie) (Tefiani et al., 2016).

IV. Activités biologiques in vitro

1. Activités anti-oxydantes

Les résultats des activités anti-oxydantes sont illustrés dans l'annexe 7.

1.1. Activité de piégeage du radical DPPH

L'évaluation de l'activité de piégeage du radical DPPH des extraits aqueux et des huiles essentielles des espèces sélectionnées est présentée dans le tableau 26 et illustrées dans la figure 70.

Tableau 26 : IC₅₀ des plantes étudiées (Activité de piégeage du radical DPPH)

Produit		DPPH (IC ₅₀) mg/ml
Acide ascorbique		3,67±0.004
<i>Mentha spicata</i> L.	Extrait aqueux	10.91±0.038
	Huile essentielle	8.74±0.273
<i>Mentha pulegium</i> L.	Extrait aqueux	6.00±0.016
	Huile essentielle	4.53±0.048
<i>Thymus vulgaris</i> L.	Extrait aqueux	28.18±0.059
	Huile essentielle	15.65±0.044
<i>Ammoides pusilla</i> (Brot.) Breistr.	Extrait aqueux	7.50±0.024
	Huile essentielle	2.77±0.055

Chaque valeur du tableau est représentée par la moyenne ± SD (n = 3). Les moyennes ne partageant pas la même lettre sont significativement différentes (LSD) au niveau de probabilité P <0,05 dans chaque colonne. IC₅₀ est la concentration d'inhibiteur (antioxydant) nécessaire pour diminuer 50% du taux des radicaux libres.

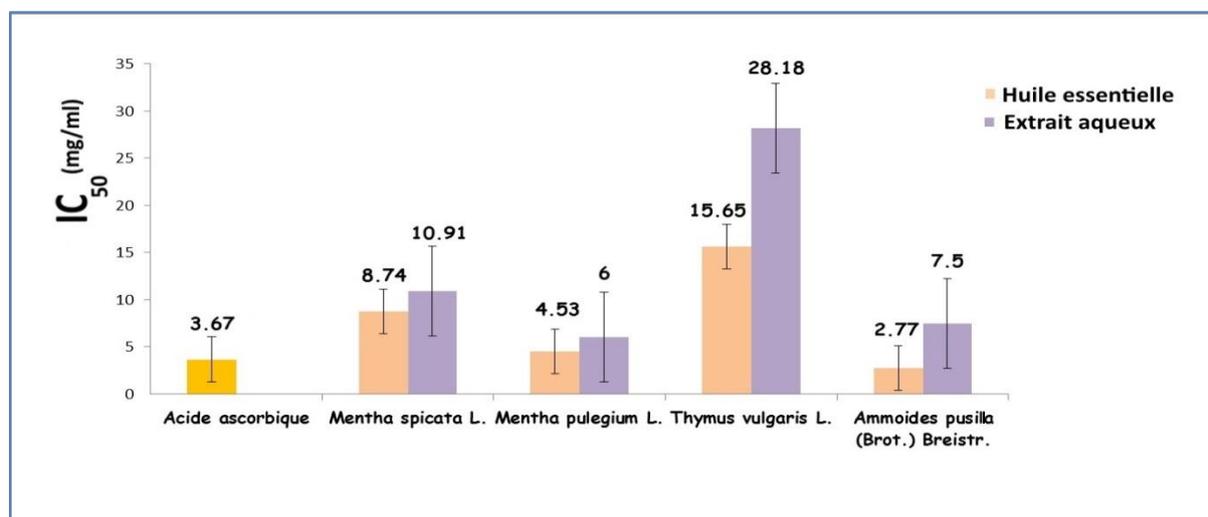


Figure 70 : Effet piégeur des radicaux DPPH exprimé en IC₅₀ (mg/ml), les valeurs représentent la moyenne ± SD (n=3) (P <0,05).

D'après les résultats, on constate que tous les extraits aqueux et les huiles essentielles testés possèdent une capacité antiradicalaire dose-dépendante. En effet, plusieurs études sur les extraits et les huiles essentielles des différentes espèces végétales montrent que les familles de Lamiacées et Apiacées possèdent les activités anti-oxydantes les plus fortes (Lamaison et

Petitjeanfreytet, 1991; Zheng et Wang, 2001 ; Shan, 2004; Nickavar et al., 2006 ; Tomi et al., 2011 ; Barros et al., 2015 ; Brahmi et al., 2016 ; Ahmed et al., 2018).

De plus, les huiles essentielles ont enregistré des pourcentages d'inhibition plus élevés que les extraits aqueux, dont le meilleur résultat est enregistré chez l'huile essentielle de l'*Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr., suivi par l'huile essentielle de *Mentha pulegium* L., *Mentha spicata* L. et *Thymus vulgaris* L. Cela peut être dû à la teneur en monoterpènes. En effet, il est extrêmement important de souligner qu'il existe une corrélation positive entre le potentiel d'activité antioxydante et la quantité des monoterpènes. De plus, comme indiqué dans les données de la littérature (Bellakhdar, 1997 ; Jukić et Milo, 2005 ; Bicas et al., 2011), l'activité antioxydante de l'huile essentielle pourrait être attribuée à sa teneur relativement élevée en monoterpènes oxygénés tels que la carvone, le carvacrol et le thymol.

L'*Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. avait une activité de piégeage du radical DPPH plus élevée comparativement au standard testé (acide ascorbique) avec une IC₅₀ de 2.77±0.055 mg/ml. Ces résultats approuvent l'efficacité antioxydante de l'huile essentielle de l'*A.pusilla*. (Tefiani et al., 2015).

1.2. Pouvoir réducteur du fer (PR)

Les résultats de notre étude montrent que les différents extraits aqueux, les huiles essentielles et l'acide ascorbique ont la capacité de capter l'ion ferreux avant qu'ils ne soient complexés par la ferrozine (figure 71, tableau 27).

Tableau 27 : IC₅₀ des plantes étudiées (Pouvoir réducteur du fer)

Produit		PR (IC ₅₀) mg/ml
Acide ascorbique		0.373±0.002
<i>Mentha spicata</i> L.	Extrait aqueux	0.638±0.001
	Huile essentielle	0.362±0.004
<i>Mentha pulegium</i> L.	Extrait aqueux	0.638±0.001
	Huile essentielle	0.012±0.0489
<i>Thymus vulgaris</i> L.	Extrait aqueux	0.013±0.000
	Huile essentielle	0.272±0.001
<i>Ammoides pusilla</i> (Brot.) Breistr.	Extrait aqueux	0.015±0.000
	Huile essentielle	0.004±0.000

Chaque valeur du tableau est représentée par la moyenne ± SD (n = 3). Les moyennes ne partageant pas la même lettre sont significativement différentes (LSD) au niveau de probabilité P <0,05 dans chaque colonne. IC₅₀ est la concentration d'inhibiteur (antioxydant) nécessaire pour diminuer 50% du taux du Fe⁺³.

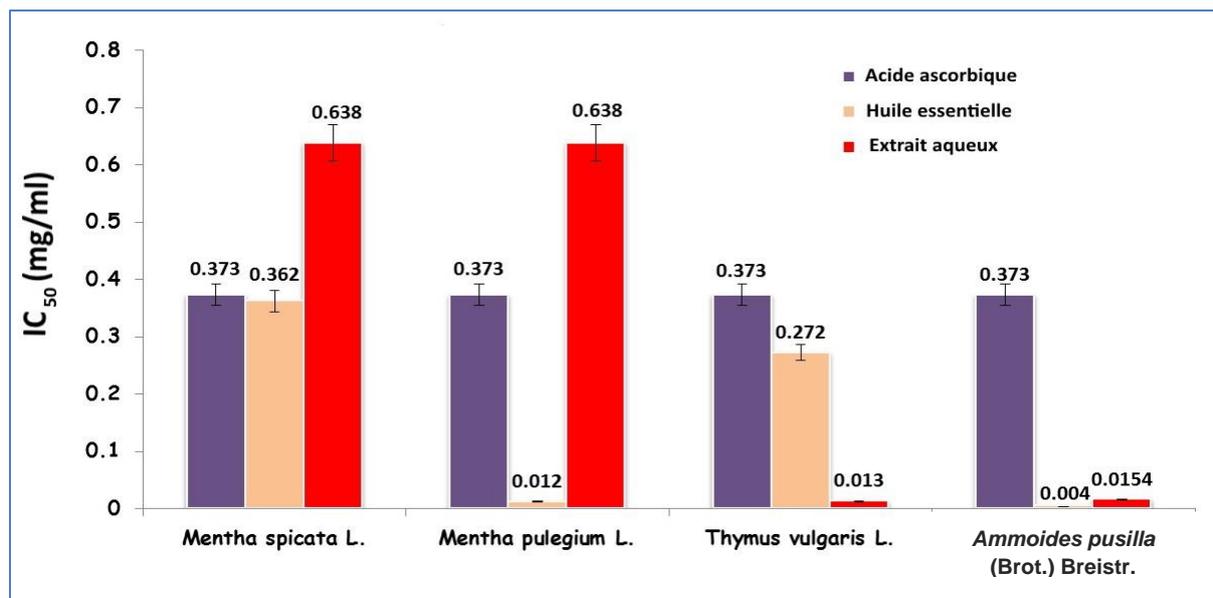


Figure 71 : Pouvoir réducteur des ions ferreux exprimé en IC₅₀ (mg/ml), les valeurs représentent la moyenne ± SD (n=3) (P <0,05).

Tous les échantillons ont pu réduire les ions ferriques (Fe³⁺) en ions ferreux correspondants (Fe²⁺). En comparaison avec le standard, l'HE de l'*Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. a montré l'activité de pouvoir réducteur la plus élevée avec une IC₅₀ de 0.004±0.000 mg/ml, suivie de l'HE de *Mentha pulegium* L. (0.012±0.0489 mg/ml), l'extrait aqueux de *Thymus vulgaris* L. (0.013±0.000 mg/ml), l'extrait aqueux d'*Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. (0.015±0.000 mg/ml), l'HE de *Thymus vulgaris* L. (0.272±0.001 mg/ml), l'HE de *Mentha spicata* L. (0.362±0.004 mg/ml). L'importance de l'activité antioxydante des plantes confirme la présence des composés phénoliques (Fecka et Turek, 2008 ; Shamohamadi et al., 2014 ; Tefiani et al., 2015 ; Brahmi et al., 2016).

Le pouvoir réducteur de l'extrait aqueux de *Thymus vulgaris* L. était plus élevé que l'HE, ceci peut être démontré par la diversification chimique des extraits aqueux. En fait, Von Gadow et al. (1997) ; Koleva et al. (2000) ont noté que les extraits décoctés sont constitués par plusieurs composés comme l'acide rosmarinique, l'acide caféique, l'acide p-hydroxybenzoïque, l'apigénine, la lutéoline et la quercétine. Ces substances possèdent des capacités élevées du piégeage de radical libre. Elles sont aussi responsables des cinétiques les plus rapides.

1.3. Capacité anti-oxydante totale (TAC)

La Capacité anti-oxydante totale des huiles essentielles et des extraits aqueux est exprimé en nombre d'équivalent d'acide ascorbique à partir d'une courbe d'étalonnage, établie en utilisant l'acide ascorbique comme référence (figure 72).

L'évaluation de la capacité anti-oxydante totale des extraits aqueux et des huiles essentielles est présentée dans le tableau 28 et illustrées dans la figure 73.

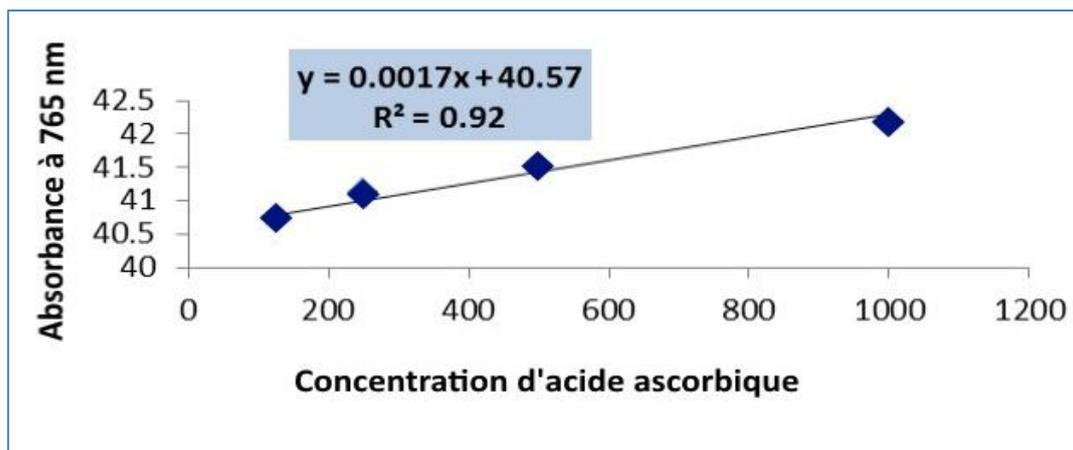


Figure 72 : Courbe étalon de l'acide ascorbique pour la mesure de la capacité anti-oxydante

Tableau 28 : IC₅₀ des plantes étudiées (capacité anti-oxydante totale)

Produit		TAC (IC ₅₀) mg/ml
Acide ascorbique		5.54±0.04
<i>Mentha spicata</i> L.	Extrait aqueux	14.25±0.08
	Huile essentielle	6.91±0.03
<i>Mentha pulegium</i> L.	Extrait aqueux	43.94±0.18
	Huile essentielle	6.66±0.05
<i>Thymus vulgaris</i> L.	Extrait aqueux	3.02±0.01
	Huile essentielle	7.15±0.08
<i>Ammoides pusilla</i> (Brot.) Breistr.	Extrait aqueux	33.67±0.17
	Huile essentielle	9.60±0.060

Selon le test de capacité antioxydante totale, l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L. a enregistré un taux d'activité anti-oxydante plus élevé que le standard (Acide ascorbique) avec une IC₅₀ de 3.02±0.01 mg/ml. Ceci est en accord avec d'autres études de ces HEs. Al-Asmari et al. (2017) ; Crespo et al. (2019) ont également découvert que *T. vulgaris* L., riche en pinène, thymol et caryophyllène, était un puissant antioxydant.

Les deux huiles essentielles (*Mentha pulegium* L. et *Mentha spicata* L.) avaient des valeurs similaires au standard avec une IC₅₀ de 6.66 ± 0.053 mg/ml, 6.91 ± 0.032 mg/ml et 5.54 ± 0.045 mg/ml respectivement. Cela confirme la capacité antioxydante des huiles essentielles de ces plantes (Barros et al., 2015 ; Brahmi et al., 2016).

L'huile essentielle de l'*Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. a enregistré une capacité antioxydante importante avec une IC₅₀ de 9.60±0.060 mg/ml. Ce résultat approuve l'efficacité antioxydante de cette plante (Nickavar et al., 2006 ; Tomi et al., 2011 ; Tefiani et al., 2015).

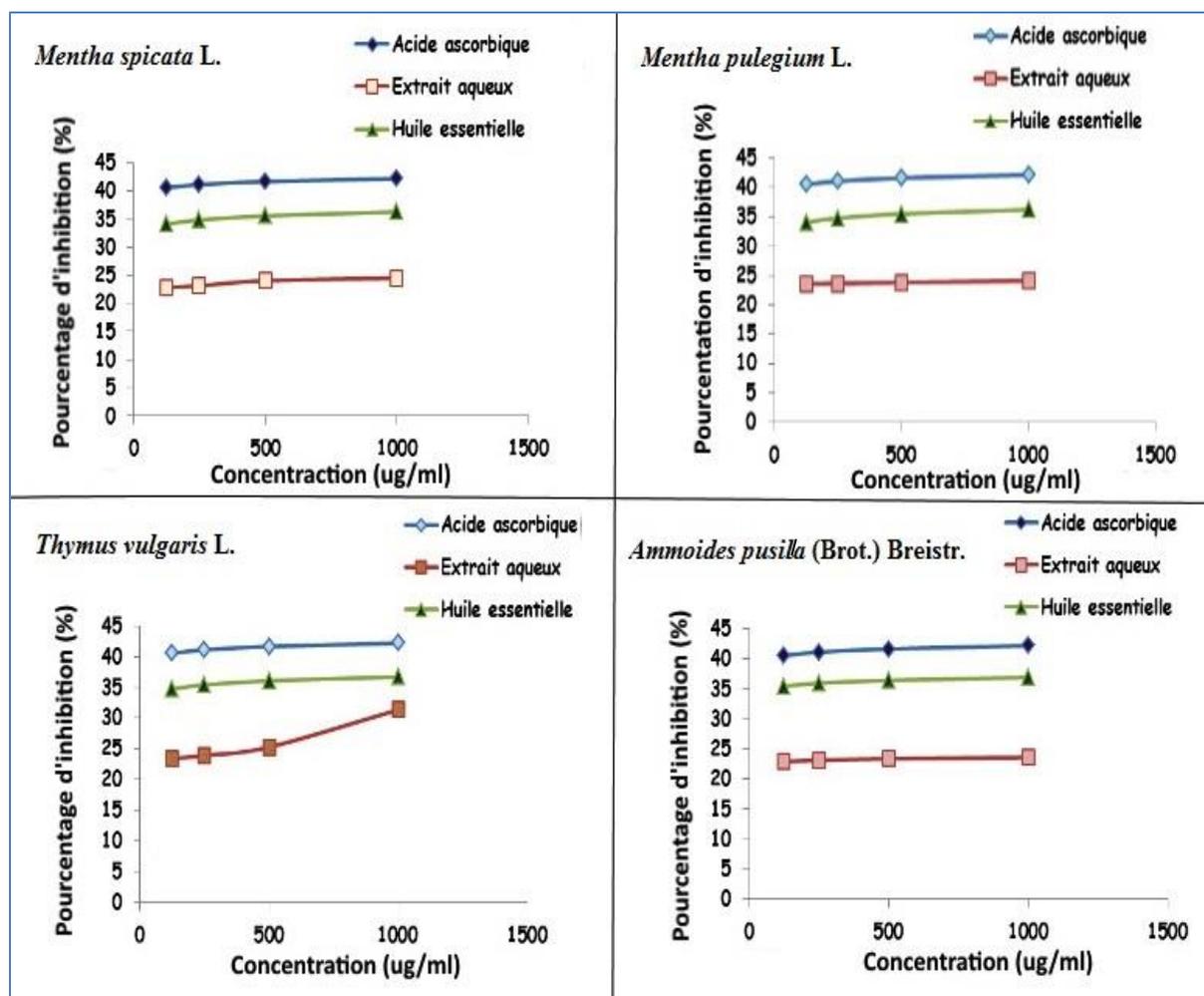


Figure 73: Profile de la capacité anti-oxydante totale des huiles essentielles et des extraits aqueux

2. Activités anti-inflammatoires

Les résultats obtenus de l'activité anti-inflammatoires sont présentés dans les figures 74-76

2.1. Stabilisation de la membrane HRBC

Dans le test de la stabilisation de la membrane HRBC, les plantes testées (huile essentielle ; extrait aqueux) aux concentrations de 100, 250 et 500 µg/ml ont montré (*Mentha pulegium* L. : 37.77, 44.23 et 50.69% ; 61.82, 74.55 et 85.48%), (*Mentha spicata* L. : 27.03, 30.81 et 34.59% ; 55.66, 59.64 et 91.05%), (*Thymus vulgaris* L. : 34.76, 35.41 et 36.06% ; 55.06, 80.11 et 96.02%) et (*Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. : 35.47, 35.94 et 36.41% ; 62.62, 86.08 et 89.29%) de protection de HRBC respectivement en solution hypotonique, tandis que le diclofénac standard à 50, 100 et 250 µg/ml a montré respectivement 58.05, 66.8 et 75.54 % de protection de HRBC en solution hypotonique (figure 74).

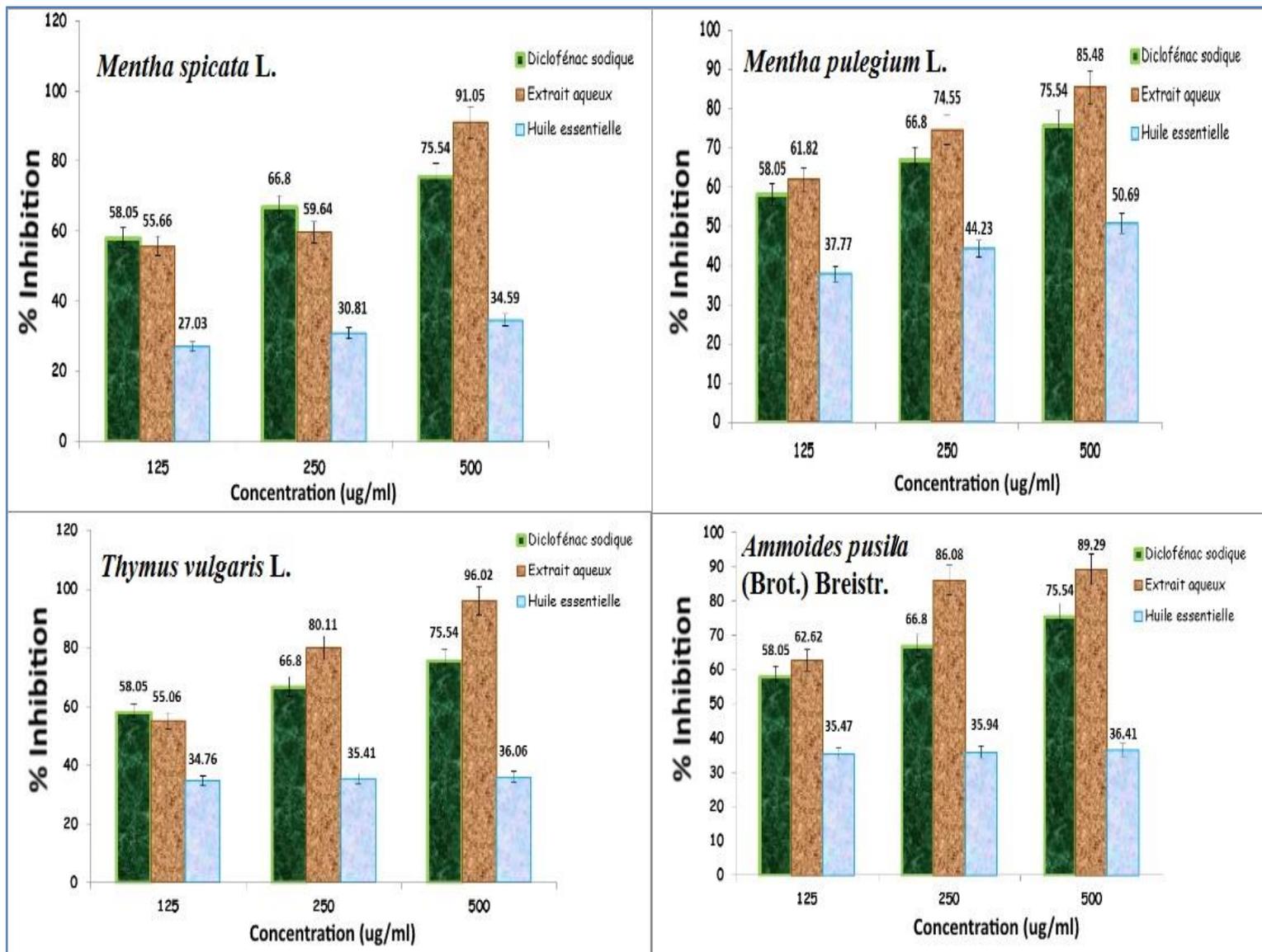


Figure 74 : Activité de stabilisation membranaire HRBC des huiles essentielles et des extraits aqueux des plantes sélectionnées

2.2. Activités d'inhibition de la dénaturation des protéines

2.2.1. Inhibition de la dénaturation de l'albumine sérique bovine (BSA)

Toutes les plantes (huile essentielle ; extrait aqueux) avaient une meilleure activité anti-inflammatoire par la méthode de dénaturation du sérum bovin que le standard largement utilisé (le diclofénac sodique), qui ont montré (*Mentha pulegium* L. : 97.87, 98.26 et 98.65% ; 92.79, 93.07 et 95.96%), (*Mentha spicata* L. : 98.19, 99.01 et 99.84% ; 90.95, 94 et 98.95%), (*Thymus vulgaris* L. : 98.01, 98.05 et 98.56% ; 92, 94.37 et 99.03%) et (*Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. : 94.2, 94.78 et 95.96% ; 98.01, 98.19 et 98.96%) d'inhibition de la dénaturation du sérum bovin à des concentrations de 100, 250 et 500 µg/ml alors que le diclofénac standard a montré 88.07, 91.97 et 95.87% d'inhibition de la dénaturation du sérum bovin (figure 75).

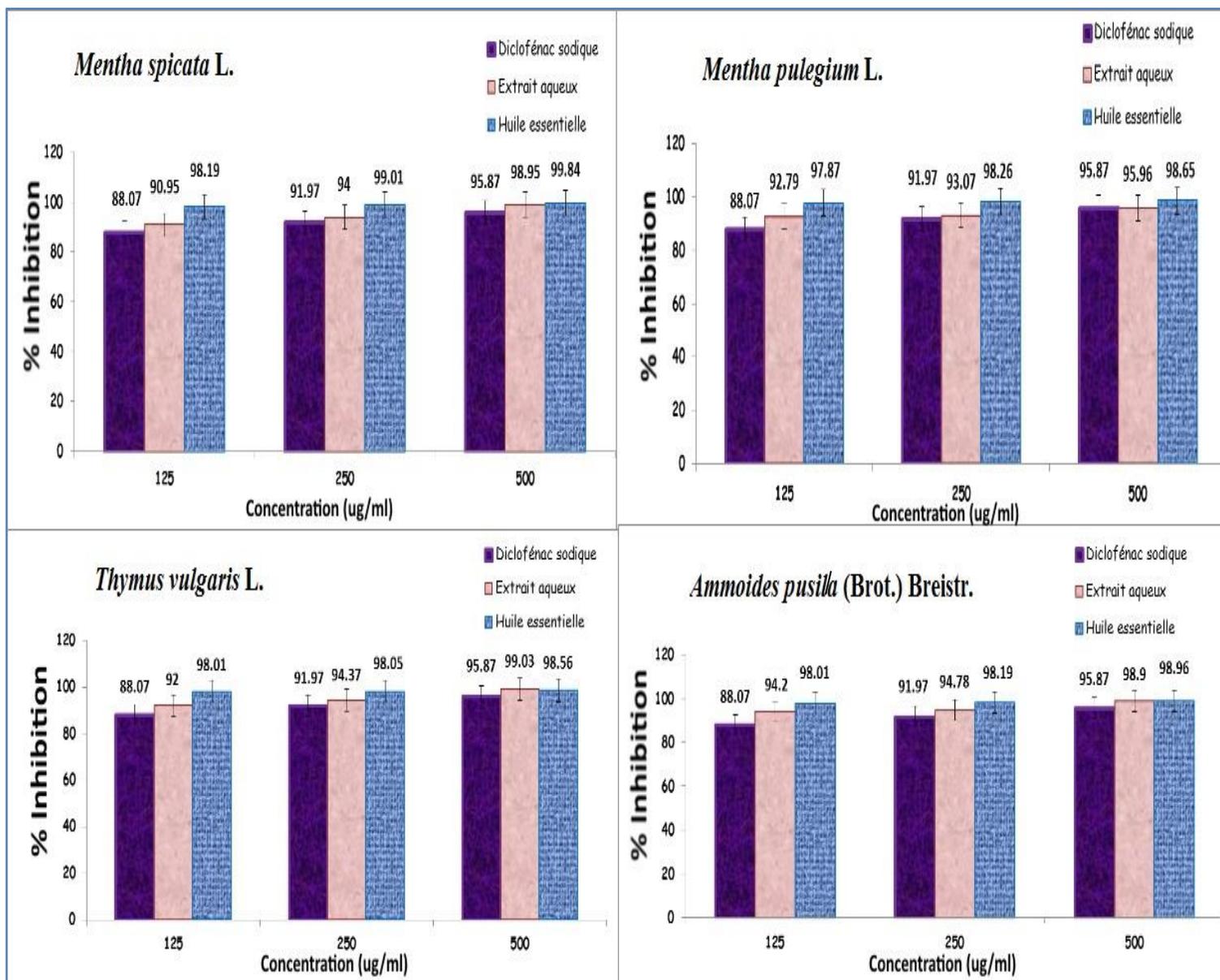


Figure 75 : Activité d'inhibition de la dénaturation des protéines de l'albumine sérique bovine des huiles essentielles et des extraits aqueux des plantes sélectionnées

2.2.2. Inhibition de la dénaturation de l'albumine d'œuf

L'activité anti-inflammatoire par la méthode de dénaturation de l'albumine d'œuf à des concentrations de 100, 250 500 et 1000 ug/ml a montré (*Mentha pulegium* L. : 64.93, 65.34, 65.75 et 66,16 %; 68.01, 68.19 et 68.2%), (*Mentha spicata* L. : 67.84, 67.95, 68.07 et 68,19%; 56.87, 69.07 et 72.07%), (*Thymus vulgaris* L. : 65.63, 65.99 et 66.25%; 68.01, 68.19 et 68.45%) et (*Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. : 67.04, 67.22 et 67.75% ; 68.1, 68.28 et 68.78%) alors que le diclofénac standard à 100, 250, 500 et 1000 ug/ml a montré 80.00, 81.20, 82.40 et 83.60 % d'inhibition de la dénaturation de l'albumine d'œuf (figure 76).

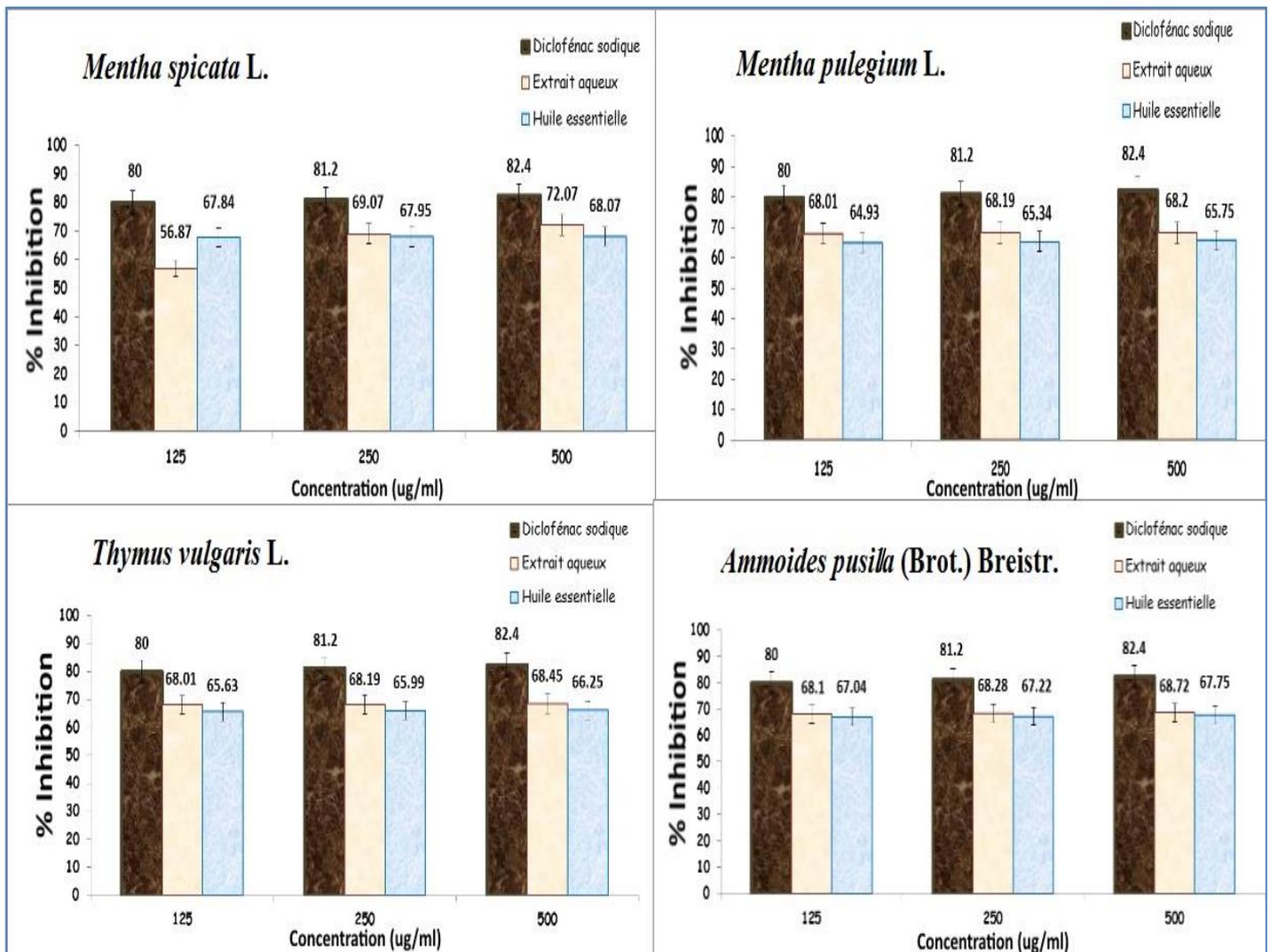


Figure 76 : Activité d'inhibition de la dénaturation de l'albumine d'œuf des huiles essentielles et des extraits aqueux des plantes sélectionnées

L'impact hémolytique de la solution hypotonique est causé par une accumulation excessive de liquide dans la cellule, ce qui provoque la rupture de la membrane cellulaire. Les composés ayant des activités de stabilisation de la membrane devraient donc fournir une protection significative de la membrane cellulaire contre les produits chimiques nocifs (Anokwuru et al., 2012). Le test de stabilisation de la membrane HRBC est utilisé pour déterminer l'activité anti-inflammatoire. D'après nos résultats, toutes les plantes ont montré une propriété significative de stabilisation membranaire, ce qui suggère que son activité anti-inflammatoire observée dans cette étude, pourrait être liée à l'inhibition de la libération de phospholipases qui déclenchent la formation de médiateurs inflammatoires (Ghosh et al. 2015).

Il a été démontré que de nombreux traitements anti-inflammatoires inhibent la dénaturation des protéines induite par la chaleur de manière dose-dépendante (Estrada et al., 2010). Dans notre étude, les plantes testées inhibent la dénaturation des protéines induite par la chaleur et

peuvent être l'une des raisons de posséder une activité anti-inflammatoire. Nos résultats ont confirmé le test de stabilisation de la membrane HRBC.

De plus, plusieurs études sur la carvone et le limonène (les principaux composants de *M.spicata* L.) ont montré qu'il démontre un potentiel anti-inflammatoire dans une variété de modèles de maladies (Raphael et al., 2003 ; Yoon et al., 2010; Rufino et al., 2015). Selon Kabir et al. (2020), de nombreux membres de la famille des monoterpènes (comme la piperitenone et la pipéritone, les constituants majeurs de notre huile de *M. pulegium* L., également la carvone, le 1,8 cinéole et le limonène pour notre *M.spicata* L.) exercent une fonction pharmacologique intéressante comme anti-inflammatoire.

La richesse des huiles essentielles de *T.vulgaris* L. et *A.pusilla* (Brot.) Breistr. en thymol et carvacrol, lui confère des effets utiles dans le contrôle des processus inflammatoires présents dans de nombreuses infections (Braga et al., 2006 ; Can Baser et al., 2008; Landa et al., 2009 ; Ghori et al., 2016).

La présence des composés phénoliques en abondance dans les extraits décoctés, pourrait contribuer aux effets anti-inflammatoires démontrés dans cette étude (Aquilano et al. 2008 ; Oliviero et al., 2018 ; Yahfoufi et al., 2018).

En accord avec nos résultats, d'autres travaux ont trouvé que *M. pulegium* L., *M.spicata* L., *T.vulgaris* L. et *A.pusilla* (Brot.) Breistr. avaient des effets anti-inflammatoires significatifs in vivo et in vitro (Arumugam et al., 2008 ; Belkhodja et al., 2020; Messaoudi et al., 2021 ; Pandiyan et al., 2022).

Tableau 29 : Les valeurs d'inhibition des essais totaux DPPH, Pouvoir réducteur (RP), TAC, HRBC, Albumine sérique bovine (BSA), Albumine d'œuf (EA) ont été analysées par programme ANOVA ($p < 0,05$) par rapport à Acide ascorbique et Diclofénac sodique

Method	Significant<0.05/positive control	<i>M.pulegium</i>		<i>M.spicata</i> L.		<i>T.vulgaris</i>		<i>A.pusilla</i> (Brot.)Breistr.	
		L.	E.A	H.E	E.A	H.E	E.A	H.E	E.A
DPPH	Significant $p < 0.05$ /Ascorbic acid	**	N.S	****	*	*	*	*	****
RP	Significant $p < 0.05$ /Ascorbic acid	****	***	****	****	*	**	N.S	N.S
TAC	Significant $p < 0.05$ /Ascorbic acid	****	N.S	****	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
HRBC	Significant $p < 0.05$ / Diclofenac sodium	***	*	***	N.S	***	N.S	***	N.S
BSA	Significant $p < 0.05$ / Diclofenac sodium	****	N.S	**	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S
EA	Significant $p < 0.05$ / Diclofenac sodium	****	N.S	***	N.S	**	*	*	*

N.S : non Significatif, ** Significatif à $p < 0.01$, * Significatif à $p < 0.001$, **** Significatif à $p < 0.0001$**

H.E : Huile essentielle, **E.A** : Extrait aqueux

3. Activités antibactériennes

Les résultats obtenus dans l'étude de l'activité antibactérienne des huiles essentielles et des extraits aqueux des *M.pulegium* L., *M.spicata* L., *T.vulgaris* L. et *A.pusilla* (Brot.) Breistr. sont illustrés dans les tableaux 30-34 et présentés dans les figures 77-84.

Tableau 30 : Diamètres des zones d'inhibition (mm), sensibilité microbienne vis- à-vis de l'huile essentielle et de l'extrait aqueux de *M.spicata* L.

<i>M.spicata</i> L.	Concentrations (mg/ml)	Diamètres des zones d'inhibitions (mm) et sensibilité des souches					
		Escherichia coli		Pseudomonas aeruginosa		Staphylococcus aureus	
		D	S	D	S	D	S
Huile essentielle	Pure	29.66±0.47	+	29.66±2.05	+	15.00±1.41	+
	0.1	17±0.81	+	15±1.41	+	14±1.63	+
	0.5	11±1.63	+	11.33±0.94	+	13.33±0.47	+
Extrait aqueux	10	13±1.63	+	13.83±1.02	+	13.5±1.47	+
	5	11.66±2.62	+	12.33±0.47	+	12±0.81	+
	2.5	08±0.81	±	10±0.81	+	09±1.41	±



Figure 77: Activité antimicrobienne de l'extrait aqueux de *M.spicata* L.

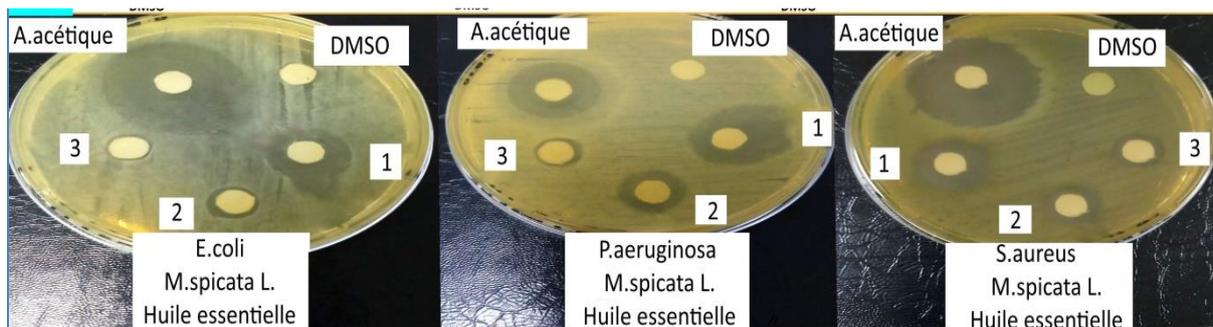


Figure 78: Activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *M. spicata* L.

Tableau 31 : Diamètres des zones d'inhibition (mm), sensibilité microbienne vis- à-vis de l'huile essentielle et de l'extrait aqueux de *M. pulegium* L.

<i>M. pulegium</i> L.	Concentrations (mg/ml)	Diamètres des zones d'inhibitions (mm) et sensibilité des souches					
		Escherichia coli		Pseudomonas aeruginosa		Staphylococcus aureus	
		D	S	D	S	D	S
Huile essentielle	Pure	34.66±1.24	+	17.66±1.69	+	17.00±1.63	+
	0.1	20±1.63	+	15.33±0.47	+	14±1.63	+
	0.5	13±0.81	+	13±0.81	+	12±0.81	+
Extrait aqueux	10	15.66±0.47	+	17±1.81	+	14.33±0.47	+
	5	13±1.41	+	15.66±2.62	+	13±1.41	+
	2.5	10±0.81	+	13±1.63	+	11.33±0.47	+

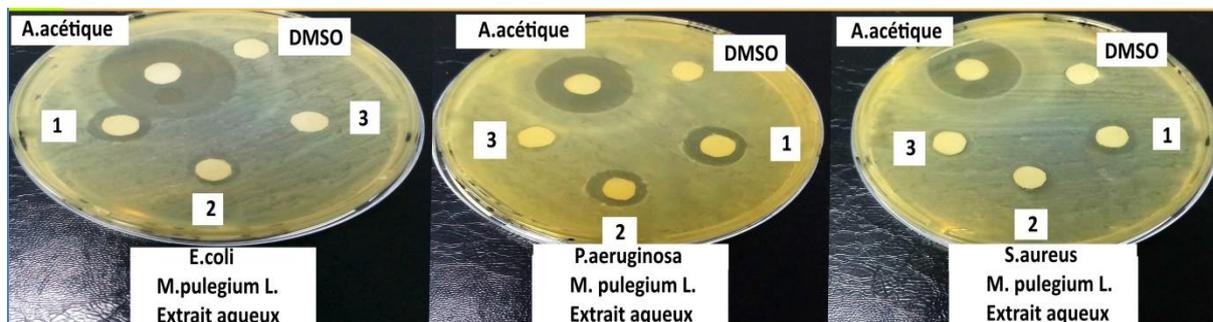


Figure 79: Activité antimicrobienne de l'extrait aqueux de *M. pulegium* L.

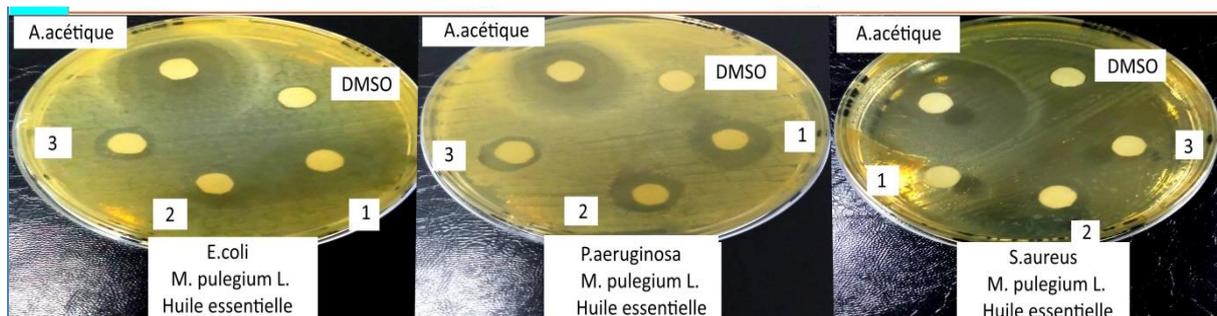


Figure 80: Activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *M. pulegium L.*

Tableau 32: Diamètres des zones d'inhibition (mm), sensibilité microbienne vis- à-vis de l'huile essentielle et de l'extrait aqueux de *T. vulgaris L.*

<i>T. vulgaris L.</i>	Concentrations (mg/ml)	Diamètres des zones d'inhibitions (mm) et sensibilité des souches					
		Escherichia coli		Pseudomonas aeruginosa		Staphylococcus aureus	
		D	S	D	S	D	S
Huile essentielle	Pure	40±1.81	+	37±1.81	+	14.33±1.24	+
	0.1	14±1.41	+	20.66±2.62	+	10.33±0.94	+
	0.5	12±0.81	+	13±1.63	+	09.33±0.47	±
Extrait aqueux	10	13±1.81	+	15.33±1.24	+	15±0.81	+
	5	11±0.81	+	11±0.81	+	13±0.81	+
	2.5	09±	±	09.33±0.47	±	12±1.63	+

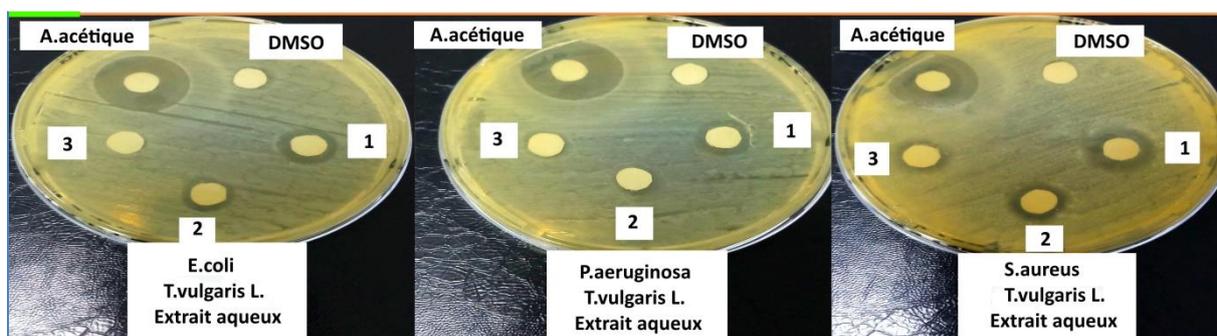


Figure 81: Activité antimicrobienne de l'extrait aqueux de *T. vulgaris L.*

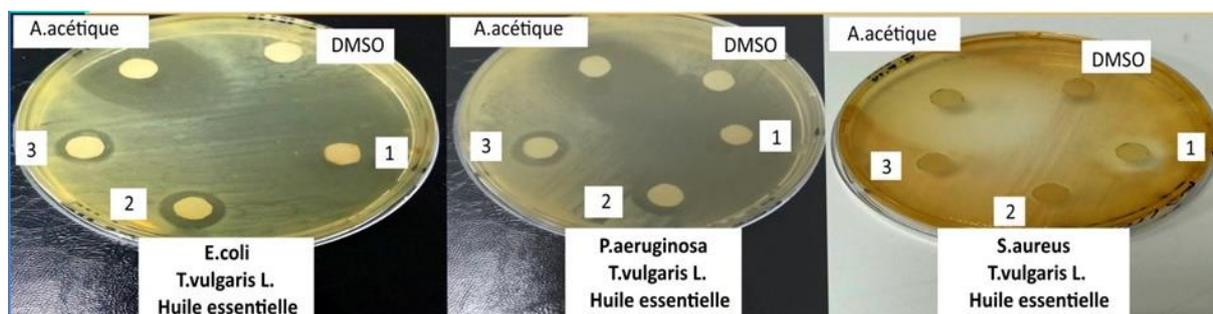


Figure 82: Activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *T.vulgaris* L.

Tableau 33: Diamètres des zones d'inhibition (mm), sensibilité microbienne vis- à-vis de l'huile essentielle et de l'extrait aqueux d'*A.pusilla* (Brot.) Breistr.

<i>A.pusilla</i> (Brot.) Breistr.	Concentrations (mg/ml)	Diamètres des zones d'inhibitions (mm) et sensibilité des souches					
		Escherichia coli		Pseudomonas aeruginosa		Staphylococcus aureus	
		D	S	D	S	D	S
Huile essentielle	Pure	36±1.81	+	19.33±0.94	+	26.66±1.24	+
	0.1	20±1.41	+	15.33±0.94	+	13±0.81	+
	0.5	11±1.63	+	10±0.81	+	12±1.63	+
Extrait aqueux	10	12±1.81	+	14±1.81	+	14±1.81	+
	5	11.33±0.47	+	10±1.41	+	13.33±0.47	+
	2.5	10±0.81	±	08±1.63	±	11.33±0.94	+

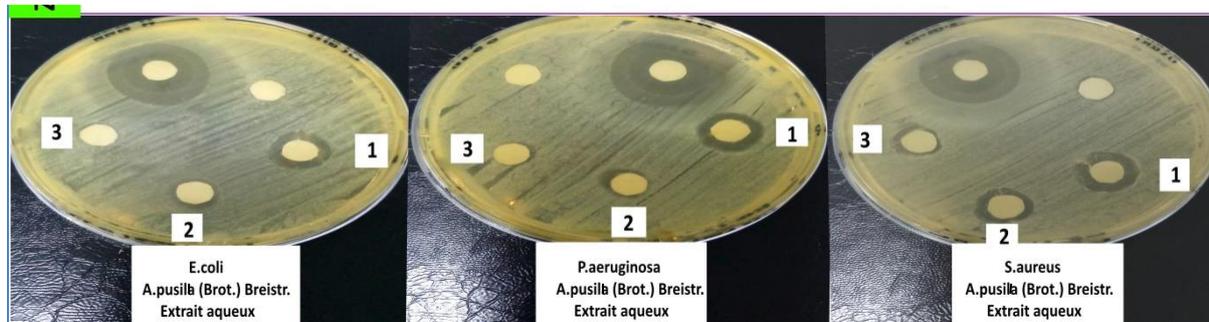


Figure 83: Activité antimicrobienne de l'extrait aqueux d'*A.pusilla* (Brot.) Breistr.

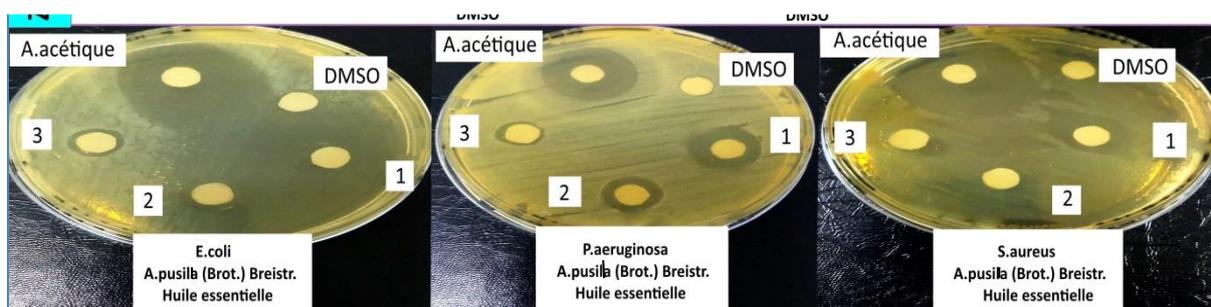


Figure 84: Activité antimicrobienne de l'huile essentielle d'*A. pusilla* (Brot.) Breistr.

Tableau 34: Zone d'inhibition (ZI), concentration minimale inhibitrice (MIC) et concentration minimale bactéricide (MBC) des plantes étudiées

Organisme d'essai	Échantillon de test	ZI±SD * (mm)	MIC (mg/ml)	MBC (mg/ml)
Escherichia coli	DMSO	0	Pas fait	-
	Contrôle positif	36±0.81	Pas fait	-
	<i>M. spicata</i> L. (H.E)	29.66±0.47	0.3	>0.4
	<i>M. spicata</i> L. (E.A)	13±1.63	1.25	>5
	<i>M. pulegium</i> L. (H.E)	34.66±1.24	0.3	0.3
	<i>M. pulegium</i> L. (E.A)	15.66±0.47	2.5	>5
	<i>T. vulgaris</i> L. (H.E)	40±1.81	0.3	0.3
	<i>T. vulgaris</i> L. (E.A)	13±1.81	2.5	>5
	<i>A. pusilla</i> (Brot.) Breistr. (H.E)	36±1.81	0.3	0.3
	<i>A. pusilla</i> (Brot.) Breistr. (E.A)	12±1.81	2.5	>5
Pseudomonas aeruginosa	DMSO	0	Pas fait	-
	Contrôle positif	21.66±0.94	Pas fait	-
	<i>M. spicata</i> L. (H.E)	29.66±2.05	0.2	0.4
	<i>M. spicata</i> L. (E.A)	13.83±1.02	1.25	>5
	<i>M. pulegium</i> L. (H.E)	17.66±1.69	0.2	0.3
	<i>M. pulegium</i> L. (E.A)	17±1.81	2.5	>5
	<i>T. vulgaris</i> L. (H.E)	37±1.81	0.4	0.4
	<i>T. vulgaris</i> L. (E.A)	15.33±1.24	2.5	>5
	<i>A. pusilla</i> (Brot.) Breistr. (H.E)	19.33±0.94	0.3	0.4
	<i>A. pusilla</i> (Brot.) Breistr. (E.A)	14±1.81	2.5	>5
Staphylococcus aureus	DMSO	0	Pas fait	-
	Contrôle positif	34.66±0.47	Pas fait	-
	<i>M. spicata</i> L. (H.E)	15.00±1.41	0.1	0.3
	<i>M. spicata</i> L. (E.A)	13.5±1.47	1.25	5
	<i>M. pulegium</i> L. (H.E)	17.00±1.63	0.4	0.4
	<i>M. pulegium</i> L. (E.A)	14.33±0.47	2.5	>5
	<i>T. vulgaris</i> L. (H.E)	13.33±1.24	0.3	0.4
	<i>T. vulgaris</i> L. (E.A)	15±0.81	2.5	>5
	<i>A. pusilla</i> (Brot.) Breistr. (H.E)	26.66±1.24	0.3	0.3
	<i>A. pusilla</i> (Brot.) Breistr. (E.A)	14±1.81	2.5	>5

*Diamètre du disque 6 mm moyenne de trois essais consécutifs. Évaluation statistique des huiles essentielles et des extraits aqueux contre *E.coli*, *P.aeruginosa* et *S.aureus*. Tous les résultats sont en moyenne \pm SD (n=3). (Niveau de signification, $\alpha=0,05$).

Les espèces de *Mentha*, de *Thymus* et d'*Ammoides* ont été étudiées pour leurs propriétés antibactériennes contre une variété de bactéries (Kapp, 2015 ; Kon et Rai, 2012 ; Laouer et al., 2003). Selon ces études, les huiles essentielles sont des antibactériens plus efficaces que les extraits polaires, en raison de la présence de monoterpènes oxygénés dans leurs compositions chimiques (Mkaddem et al., 2009 ; Hajlaoui et al., 2009 ; Teixeira et al., 2012). L'activité bactéricide et bactériostatique a été détectée dans les gammes de concentration de 1/1 à 1/1000 (V/V) et 1–5 mg/mL, respectivement (Brahmi et al., 2017).

Avec le test de diffusion sur disque d'agar, les huiles et les extraits se sont avérées actives contre *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*. *Escherichia coli* était la plus sensible souche testée à l'huile de *M.pulegium* L. avec la zone d'inhibition la plus forte ($34,66 \pm 1,24$ mm). Le *Pseudomonas aeruginosa* et le *Staphylococcus aureus* se sont avérés sensibles avec une zone d'inhibition de $17,66 \pm 1,69$ et $17,00 \pm 1,63$ mm respectivement. Les principaux constituants de cette huile, la piperitenone et la pipéritone, sont connus pour présenter une activité antimicrobienne contre les souches bactériennes : *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*. Les huiles essentielles riches en piperitenone et pipéritone ont démontré une activité antibactérienne potentielle (Mahboubi et al., 2008). Les hydrocarbures monoterpènes, tels que le sabinène, les terpinènes et le limonène ont également montré des propriétés antimicrobiennes (Güllüce et al., 2003 ; Soković et al., 2004 ; Al-Burtamani et al., 2005). La valeur de la CMI de l'HE de *M.pulegium* L. est quasiment identique à celle obtenue par Elhoussine et al.(2010) [60] . En fait, les valeurs de CMI étaient respectivement de 0,41mg/ml, 0,32mg/ml et 0,12mg/ml contre *E. coli*, *P. aeruginosa* et *S.aureus*. Les valeurs de MBC (0,3, 0,3 et 0,4mg/ml) étaient suffisantes pour tuer respectivement *E. coli*, *P. aeruginosa* et *S. aureus*. En comparant nos résultats à ceux de Bouyahya et al. (2017), les valeurs de CMI : MBC (0,5 :1 mg/ml, 2 :2mg/ml et 0,25 :0,25 mg/ml) étaient les plus élevées contre *E. coli*, *P. aeruginosa* et *S.aureus* respectivement.

L'HE de *M.spicata* L. a montré une forte activité antimicrobienne contre *E. coli* et *P.aeruginosa* avec une zone d'inhibition de $29,66 \pm 0,47$ et $29,66 \pm 2,05$ mm respectivement. Non similaire, l'huile a montré une activité antimicrobienne modérée contre *S. aureus* avec une zone d'inhibition de $15,00 \pm 1,41$ mm. Pour expliquer cet effet, Bader et al. (2003) ; sivropoulou et al. (1995) ; Snoussi et al. (2015) ont rapporté que la carvone, le 1,8-cinéole et le limonène étaient responsables de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de *M.spicata* L..

La richesse des huiles essentielles de *T.vulgaris* L. (Lalami et al., 2013) et *A.pusilla* (Brot.) Breistr. (Laouer et al., 2003) en thymol et carvacrol, lui confère des effets utiles dans le contrôle des processus bactériens présents dans de nombreuses infections.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'étude ethnobotanique des plantes médicinales de la région de Relizane résulte de l'importance de ces plantes sur le double plan, scientifique en établissant un certains nombre de caractéristiques générales des recettes recensées et sur le plan socio-économique : l'importance de la valorisation des plantes médicinales comme source de produits ayant une valeur économique et de revenus.

La série d'enquêtes ethnobotaniques (100) nous a révéler une multitude de renseignements :

❖ **Sur le plan floristique** : parmi les 46 familles botaniques recensées, les Lamiacées (13 espèces ; 12%) et les Apiacées (11 espèces ; 10%) sont les plus représentées.

❖ **Sur le plan de l'usage thérapeutique** : ces plantes possèdent des usages thérapeutiques multiples et variés. Nombreuses maladies sont traitées. Ces observations sont compatibles avec celles portant sur les plantes à usages thérapeutiques dans la région méditerranéenne.

❖ **Sur le plan phytochimique** : le screening phytochimique des trois lamiacées (*Mentha spicata* L., *Mentha pulegium* L., *Thymus vulgaris* L.) et d'une Apiacée (*Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr.), choisies des forêts de Relizane a permis de mettre en évidence la présence de différentes classes de métabolites ayant de grandes valeurs thérapeutiques (flavonoïdes, tanins, alcaloïdes et coumarines...). En outre, la quantification des composés polyphénoliques a montré que le taux des phénols totaux varie de 413.24 à 725.28 mg EAG/g de matière sèche, le taux des flavonoïdes est de 8.72 à 37.96 mg EQe/g de matière sèche, tandis que le taux des tanins condensés est de 130.66 à 1023.71 mg EC/g de matière sèche.

Par ailleurs, l'extraction des huiles essentielles des parties aériennes des plantes étudiées par hydrodistillation a révélé que les composés chimiques les plus abondants dans l'huile essentielle de *Mentha pulegium* L. sont la piperitenone et la pipéritone avec un pourcentage de (53,64%). Pour *Mentha spicata* L. la présence de carvone, de 1,8-Cinéole et de limonène avec un pourcentage de (44,64 %). Tandis que le Carvacrol (50,70 %) et le Thymol (45,24 %) constituent les principaux composants chimiques de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* L. et d'*Ammoides. pusilla* (Brot.) Breistr. respectivement.

Les activités biologiques des extraits décoctés et des huiles essentielles varient en fonction de l'espèce et du type de l'extrait testé. Dans la plupart des résultats, les huiles essentielles ont enregistré des pourcentages d'inhibition plus élevés que les extraits aqueux.

Les résultats de test de 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH), ont montré que les huiles essentielles d'*Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. et *Mentha pulegium* L. possèdent les activités anti-oxydantes les plus importantes avec un IC₅₀ de 2.77 et 4.53 mg/ml. Les concentrations inhibitrices 50 (IC₅₀) dans le test de pouvoir réducteur du fer variant de 0.004 à 0.638 mg/ml, les meilleurs résultats étant enregistrés chez l'espèce de l' *d'Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr.. En revanche, *Thymus vulgaris* L. a enregistré des capacités anti-oxydantes totales (TAC) plus

importantes que le standard utilisé (acide ascorbique) et les autres espèces, avec un IC₅₀ de 3.02 et 7.15 mg/ml pour l'extrait aqueux et l'huile essentielle respectivement.

Les activités anti-inflammatoires a montré que les quatre espèces étudiées possèdent des capacités d'inhibition modérées à fortes par rapport au diclofénac sodique.

De plus, les résultats des tests antimicrobiens ont révélé que les espèces utilisées sur les micro-organismes avaient une propriété inhibitrice significative (MIC et MBC), les résultats varient de 0.1 à 2.5 mg/ml pour MIC et de 0.3 à >5 mg/ml pour MBC. *Thymus vulgaris* L. a enregistré une forte inhibition antibactérienne avec un diamètre d'inhibition de 59 et 57 mm contre *E. coli* et *P. aeruginosa* respectivement, et qui a donné un effet synergétique avec le contrôle positif utilisé (acide acétique).

Cette étude peut être considérée comme une source d'information importante puisqu'elle apporte la preuve que les espèces étudiées (*Mentha spicata* L., *Mentha pulegium* L., *Thymus vulgaris* L. et *Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr.) possèdent un potentiel antioxydant, antimicrobien et anti-inflammatoire. De même, elle valide scientifiquement l'utilisation traditionnelle de ces plantes et montre l'intérêt de leur future exploitation. Ces résultats peuvent être approfondis par des travaux en perspectives :

- Le fractionnement des extraits et l'identification des molécules bioactives responsables des différentes activités biologiques par HPLC et par d'autres techniques plus performantes.
- L'évaluation de l'effet antioxydant in-vitro et in-vivo de de chaque composé phénolique pris séparément pour comprendre le mode d'action et mettre en évidence le principe actif et/ou une éventuelle synergie entre les différents composants phénoliques.
- L'étude du mode d'action, et du rapport des interactions entre les différents composants chimiques dans les extraits responsables de l'effet antimicrobien.
- Les combinaisons des HEs avec d'autres antibiotiques dans la lutte contre la résistance bactérienne.
- L'évaluation in-vivo et in-vitro d'autres activités biologiques des quatre plantes telles que l'effet sur l'activité anti-cancéreuse et l'inflammation chronique, par la méthode de cytotoxicité.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

-A-

- **Abadlia, M., & Chebbour, A. (2014).** Etude des huiles essentielles de la plante *mentha piperita* et tester leurs effets sur un modèle biologique des infusoires. *Mémoire présentée à l'université de costantine1, faculté de science et de la nature, (2013/2014).*
- **Abbaszadeh, B., Farahani, H., Valadabadi, S., & Moaveni, P. (2009).** Investigations of variations of the morphological values and flowering shoot yield in different mint species at Iran. *J. Hortic. For.* 1 (7), 109–112.
- **Abdelli, W., Bahri, F., Romane, A., Höferl, M., Wanner, J., Schmidt, E., & Jirovetz, L. (2017).** Chemical composition and anti-inflammatory activity of Algerian *Thymus vulgaris* essential oil. *Natural product communications, 12(4), 1934578X1701200435.*
- **Abdiche, S., & Guergour, H. (2011).** Etude phytochimique et évaluation de l'activité antimicrobienne d'une plante médicinale *Rhamnus alaternus* de la commune de Larbaatche (wilaya de Boumerdes).
- **Acimović, M. G., Kostadinović, L. M., Popović, S. J., & Dojčinović, N. S. (2015).** Apiaceae seeds as functional food. *Agricultural Sciences (Belgrade), 60(3), 237-246.*
- **Adepo, apie, A. (2018).** Evaluation des activités anti-inflammatoire et antioxydante de l'extrait hydro-éthanolique de l'écorce de racines de *Dichrostachys cinerea* L. Wight et Arn. (Fabaceae). Thèse de doctorat. *URF science pharmaceutiques et biologiques.*
- **Adouane, S. (2016).** *Etude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région méridionale des Aurès* (Dissertation doctorale, Université Mohamed Khider-Biskra).
- **Adrar, S. E., Bouzid, O., & Ouamara, L. (2017).** Evaluation de l'activité anti-oxydante des extraits des feuilles de *Mentha spicata* L.
- **Agnihotri, V. K., Agarwal, S. G., Dhar, P. L., Thappa, R. K., Kapahi, B. K., Saxena, R. K., and Qazi, G. N. (2005).** Essential oil composition of *Mentha pulegium* L. growing wild in the north-western Himalayas India. *Flavour and Fragrance Journal, 20(6), 607-610.*
- **Ahmad, S., Alam, K., Wariss, H. M., Anjum, S., & Mukhtar, M. (2014).** Ethnobotanical studies of plant resources of Cholistan desert, Pakistan. *Int J Sci Res, 3(6), 1782-8.*
- **Ahmed, A., Ayoub, K., Chaima, A. J., Hanaa, L., and Abdelaziz, C. (2018).** Effect of drying methods on yield, chemical composition and bioactivities of essential oil obtained from Moroccan *Mentha pulegium* L. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 16, 638-643.*
- **Ahmed, A., Ayoub, K., Chaima, A. J., Hanaa, L., and Abdelaziz, C. (2018).** Effect of drying methods on yield, chemical composition and bioactivities of essential oil obtained from Moroccan *Mentha pulegium* L. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 16, 638-643.*
- **Ahmed, D., Fatima, M., & Saeed, S. (2014).** Phenolic and flavonoid contents and anti-oxidative potential of epicarp and mesocarp of *Lagenaria siceraria* fruit: a comparative study. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine, 7, S249-S255.*
- **Ahmed, H. M. (2016).** Ethnopharmacobotanical study on the medicinal plants used by herbalists in Sulaymaniyah Province, Kurdistan, Iraq. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 12(1), 1-17.*
- **Ainane, A., Khammour, F., Elkouali, M., Talbi, M., Abba, E. H., Cherroud, S., and Ainane, T. (2018).** Chemical Study by GC-MS of the Essential Oils of Certain Mints Grown

In the Region of Settat (Morocco): *Mentha Piperita*, *Mentha Pulegium* and *Mentha Spicata*. *Drug Des. Intellect. Prop. Int. J*, 1, 124-127.

- **Akbas, S.H., Yegin, A., & Ozben, T. (2005)**. Effect of pentylenetetrazol-induced epileptic seizure on the antioxidant enzyme activities, glutathione and lipid peroxidation levels in rat erythrocytes and liver tissues. *Clinical Biochemistry*. 38 (11): 1009-1014.
- **Akrouf, A., El Jani, H., Amouri, S., & Neffati, M. (2009)**. Screening of antiradical and antibacterial activities of essential oils of *Artemisia campestris* L., *Artemisia herba alba* Asso, & *Thymus capitatus* Hoff. and Link. growing wild in the Southern of Tunisia. *Recent Research in Science and Technology*, 2(1).
- **Alaklabi, A., Arif, I. A., Ahamed, A., Manilal, A., Surendrakumar, R., & Idhayadhulla, A. (2016)**. Larvicidal, nematicidal, antifeedant and antifungal, antioxidant activities of *Mentha spicata* (Lamiaceae) root extracts. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 15(11), 2383-2390.
- **Alam, Md. N., Bristi, N. J. & Rafiquzzaman, Md. (2013)**. Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 21: 143–152
- **Al-Asmari, A. K., Athar, M. T., Al-Faraidy, A. A., & Almuhaiza, M. S. (2017)**. Chemical composition of essential oil of *Thymus vulgaris* collected from Saudi Arabian market. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(2), 147-150.
- **Al-Burtamani, S. K. S., Fatope, M. O., Marwah, R. G., Onifade, A. K., & Al-Saidi, S. H. (2005)**. Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of the essential oil of *Haplophyllum tuberculatum* from Oman. *Journal of ethnopharmacology*, 96(1-2), 107-112.
- **Ali, I. B. E. H., Bahri, R., Chaouachi, M., Boussaïd, M., & Harzallah-Skhiri, F. (2014)**. Phenolic content, antioxidant and allelopathic activities of various extracts of *Thymus numidicus* Poir. organs. *Industrial Crops and Products*, 62, 188-195.
- **Allali, H., Chikhi, I., Dib, M. E., Muselli, A., Fekih, N., Meliani, N., and Costa, J. (2013)**. Antioxidant activity and chemical analysis of *Mentha spicata* cultivated from west northern region of Algeria by headspace solid phase micro-extraction and hydro-distillation. *Nat Prod*, 9(6), 258-263.
- **Al-Shethry, L. et al. (2018)**. Bienfaits du thym dans la lutte contre les bactéries et les virus. [en ligne], consulté le 20 janvier 2022. URL : <https://www.sayidaty.net/node/808311/%D8%B5%D8%AD%D8%A9-%D9%88%D8%B1%D8%B4%D8%A7%D9%82%D8%A9/%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A8-%D8%A7%D9%84%D8%A8%D8%AF%D9%8A%D9%84/%D9%81%D9%88%D8%A7%D8%A6%D8%AF-%D8%A7%D9%84%D8%B2%D8%B9%D8%AA%D8%B1-%D9%81%D9%8A-%D9%85%D8%AD%D8%A7%D8%B1%D8%A8%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%A8%D9%83%D8%AA%D9%8A%D8%B1%D9%8A%D8%A7-%D9%88%D8%A7%D9%84%D9%81%D9%8A%D8%B1%D9%88%D8%B3%D8%A7%D8%AA>
- **Amamra, S. (2019)**. Phytochimie et activités antioxydante et Antimicrobienne des extraits et des Fractions du *Fraxinus excelsior* et du *Thymus vulgaris* (Dissertation doctorale).
- **Menani, A., Ferchichi, F. (2020)**. Evaluation des exo-interactions et d'activité antioxydante d'un remède traditionnel.
- **Aniszewski, T. (2007)**. Alkaloids-Secrets of Life: Alkaloid Chemistry, Biological Significance, Applications and Ecological Role. Elsevier.

- **Anokwuru, C. P., Adaramola, F. B., Akirinbola, D., Fagbemi, E., and Onikoyi, F. (2012).** Antioxidant and anti-denaturing activities of defatted and non-defatted methanolic extracts of three medicinal plants in Nigeria. *Researcher*, 4(5), 56-62.
- **Anonyme. (2020).** *Ammoides pusilla*. [en ligne], consulté le 15 janvier 2022. URL : <https://ar-ar.facebook.com/Ainfezza.Dz13/photos/%D8%A7%D9%84%D9%86%D9%88%D8%AE%D8%A9-%D9%84%D9%87%D8%A7-%D9%81%D9%88%D8%A7%D8%A6%D8%AF-%D8%AC%D9%85%D8%A9-%D9%85%D9%86-%D8%A8%D9%8A%D9%86%D9%87%D8%A7-%D8%A7%D9%84%D9%82%D8%B6%D8%A7%D8%A1-%D8%B9%D9%84%D9%89-%D8%A7%D9%84%D8%B2%D9%83%D8%A7%D9%85-%D8%A8%D8%AD%D9%88%D9%84-%D8%A7%D9%84%D9%84%D9%87-%D8%A8%D8%B9%D8%AF-%D8%BA%D9%84%D9%8A%D9%87%D8%A7-%D9%88%D8%A5%D8%B6%D8%A7%D9%81%D8%A9-%D9%82%D8%B7%D8%B1%D8%A7%D8%AA/2971258179617156/>
- **Anyinam, C. (1995).** Ecology and ethnomedicine: exploring links between current environmental crisis and indigenous medical practices. *Social science & medicine*, 40(3), 321-329.
- **Aquilano, K., Baldelli, S., Rotilio, G., & Ciriolo, M. R. (2008).** Role of nitric oxide synthases in Parkinson's disease: a review on the antioxidant and anti-inflammatory activity of polyphenols. *Neurochemical research*, 33(12), 2416-2426.
- **Arumugam, P., & Ramesh, A. (2009).** Antigenotoxic and antioxidant potential of aqueous fraction of ethanol extract of *Mentha spicata* (L.) against 4-nitroquinoline-1-oxide-induced chromosome damage in mice. *Drug and Chemical Toxicology*, 32(4), 411-416.
- **Arumugam, P., Priya, N. G., Subathra, M., & Ramesh, A. (2008).** Anti-inflammatory activity of four solvent fractions of ethanol extract of *Mentha spicata* L. investigated on acute and chronic inflammation induced rats. *Environmental toxicology and pharmacology*, 26(1), 92-95.
- **Asekenye, C., (2016).** Evaluation de quelques activités biologiques de l'huile essentielle et extrait aqueux d'*Ammoides verticillata* récoltée dans la région de Tlemcen. [en ligne], consulté le 28 Janvier 2022. URL : <http://di.univ-blida.dz:8080/jspui/handle/123456789/6412>
- **Assad, Y. O. H., Torto, B., Hassanali, A., Njagi, P. G. N., Bashir, N. H. H., & Mahamat, H. (1997).** Seasonal variation in the essential oil composition of *Commiphora quadricincta* and its effect on the maturation of immature adults of the desert locust, *Schistocerca gregaria*. *Phytochemistry*, 44(5), 833-841.
- **Ataabadi, M. S., Alae, S., Bagheri, M. J., & Bahmanpoor, S. (2017).** Role of essential oil of *Mentha Spicata* (spearmint) in addressing reverse hormonal and Folliculogenesis disturbances in a polycystic ovarian syndrome in a rat model. *Advanced pharmaceutical bulletin*, 7(4), 651.
- **Attisso, M. A. (1983).** Phytopharmacologie et phytothérapie. *Médecine traditionnelle et couverture des soins de santé: 335p. Genève, OMS.*
- **Azouz, L. (2018).** Structure et propriétés des biomolécules : Chapitre V. Les terpènes, Le cours de Chimie Organique II (Université de Béjaia). [en ligne], consulté le 28 janvier 2022. URL : <https://elearning.univ-bejaia.dz/course/info.php?id=5196>

- **Baba Aissa, F. (1991).** Les plantes médicinales en Algérie. (Alger: Bouchéne et Ad Diwan).
- **Baba Aissa, F. (1999).** Encyclopédie des plantes utiles (Flore d'Algérie et du Maghreb). Substances végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident, Ed. Edas, 178 p.
- **Bachir, R. G. & Benali, M. (2012).** Antibacterial activity of the essential oils from the leaves of *Eucalyptus globulus* against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(9), 739-742.
- **Bader, A., Flamini, G., Cioni, P. L., & Morelli, I. (2003).** Essential oil composition of *Achillea santolina* L. and *Achillea biebersteinii* Afan. collected in Jordan. *Flavour and Fragrance Journal*, 18(1), 36-38.
- **Bahadori, M. B., Zengin, G., Bahadori, S., Dinparast, L., & Movahhedini, N. (2018).** Phenolic composition and functional properties of wild mint (*Mentha longifolia* var. *calliantha* (Stapf) Briq.). *International journal of food properties*, 21(1), 183-193.
- **Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. & Idaomar M. (2008).** Biological effects of essential oils - a review. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 446-475.
- **Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006).** Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food chemistry*, 99(1), 191-203.
- **Balbaa, S. I., Hilal, S. H., & Haggag, M. Y. (1973).** The volatile oil from the herb and fruits of *Carum copticum* at different stages of growth. *Planta Medica*, 23(04), 312-320.
- **Balladin, D.A., & Headley, O. (1999).** Evaluation of solar dried thyme (*Thymus vulgaris* Linné) herbes. *Renewable Energy*, 17: 523-531.
- **Balouiri, M., Sadiki, M., Koraichi Ibsouda, S. (2016).** Methods for *in vitro* evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6: 71-79.
- **Baratta M. T., Dorman H. J. D., Deans S. G., Figueiredo A. C., Barroso J. G., Ruberto G. (1998).** Antimicrobial and antioxidant properties of some commercial essential oils. *Flavour and fragrance journal*, 13(4):235-244.
- **Bardaweel, S. K., Bakchiche, B., ALSalamat, H. A., Rezzoug, M., Gherib, A., & Flamini, G. (2018).** Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and Antiproliferative activities of essential oil of *Mentha spicata* L.(Lamiaceae) from Algerian Saharan atlas. *BMC complementary and alternative medicine*, 18(1), 1-7.
- **Barlow, S.M. (1990).** Toxicological aspects of antioxidants used as food additives. ed. Hudson B.J.F. *Food Antioxidants*, Elsevier, Amsterdam, pp: 253-307.
- **Barnes, P.J. (1998).** Anti-inflammatory actions of glucocorticoids: molecular mechanisms. *Clinical science*, 94.
- **Baser, K. H. C., Kürkçüoğlu, M., Tarımcılar, G., & Kaynak, G. (1999).** Essential oils of *Mentha* species from Northern Turkey. *Journal of Essential Oil Research*, 11(5), 579-588.
- **Bauer, A. W. (1966).** Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disc method. *Am J clin pathol*, 45, 149-158.
- **Bayani, M., Ahmadi-Hamedani, M., & Javan, A. J. (2017).** Study of hypoglycemic, hypocholesterolemic and antioxidant activities of Iranian *Mentha spicata* leaves aqueous extract in diabetic rats. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR*, 16(Suppl), 75.
- **Baziz, K., Maougal, R. T., & Amroune, A. (2020).** An ethnobotanical survey of spontaneous plants used in traditional medicine in the region of Aures, Algeria. *European Journal of Ecology*, 6(2).
- **Beghidja N., Bouslimani N., Benayache F., Benayache S., & Chalchat J.C. (2007).**

Composition of the oils from *Mentha pulegium* grown in different areas of the east of Algeria. *Chemistry of Natural Compounds*, 43(4): 481- 483.

- **Bekhechi, C., Boti, J. B., Bekkara, F. A., Abdelouahid, D. E., Casanova, J., & Tomi, F. (2010).** Isothymol in Ajowan essential oil. *Natural Product Communications*, 5(7), 1934578X1000500726.
- **Bekhechi, C., Boti, J. B., Bekkara, F. A., Abdelouahid, D. E., Casanova, J., & Tomi, F. (2010).** Isothymol in Ajowan essential oil. *Natural Product Communications*, 5(7), 1934578X1000500726.
- **Beldi, M., Merzougui, H., & Lazli, A. (2021).** Etude ethnobotanique du Pistachier lentisque *Pistacia lentiscus* L. dans la wilaya d'El Tarf (Nord-est algérien)-. *Ethnobotany Research & Applications*, 21(09), 1-17.
- **Belhattab, R., Larous, L., Kalantzakis, G., Boskou, D., & Exarchou, V. (2004).** Antifungal properties of *Origanum glandulosum* Desf. extracts. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 2, 69-73.
- **Belhouala, K., & Bachir, B. (2021).** Medicinal plants used by traditional healers in Algeria. A multi-regional ethnobotanical study. *Frontiers in Pharmacology*, 3172.
- **Belkhodja, H., Belhouala, K., & Nehal, S. (2020).** Phytochemical Screening and Evaluation of the Antiarthritic Potential of *Ammoides pusilla* Aqueous Extract on Freund's Adjuvant-Induced Rheumatoid Arthritis. *Pharmaceutical Sciences*, 27(2), 170-182.
- **Belkhodja, H., Belhouala, K., & Nehal, S. (2020).** Phytochemical Screening and Evaluation of the Antiarthritic Potential of *Ammoides pusilla* Aqueous Extract on Freund's Adjuvant-Induced Rheumatoid Arthritis. *Pharmaceutical Sciences*, 27(2), 170-182.
- **Bellakhdar, J. (1997).** *Pharmacopée marocaine traditionnelle*. Ibis press.
- **Beloued, A. (1998).** Plantes médicinales d'Algérie. (Alger : Office de publications universitaires), pp.5-6.
- **Ben Saad, A., Rjeibi, I., Alimi, H., Ncib, S., Bouhamda, T., & Zouari, N. (2018).** Protective effects of *Mentha spicata* against nicotine-induced toxicity in liver and erythrocytes of Wistar rats. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(1), 77-83.
- **Benabdallah, A., Boumendjel, M., Aissi, O., Rahmoune, C., Boussaid, M., and Messaoud, C. (2018).** Chemical composition, antioxidant activity and acetylcholinesterase inhibitory of wild *Mentha* species from northeastern Algeria. *South African Journal of Botany*, 116, 131-139.
- **Benaiche, H., Bouredja, N., & Alioua, A. (2019).** Ethnobotanic study of medicinal plants used in Oran, Algeria. *Bangladesh Journal of Botany*, 48(4), 1163-1173.
- **Benarba, B. (2016).** Medicinal plants used by traditional healers from South-West Algeria: An ethnobotanical study. *Journal of Intercultural ethnopharmacology*, 5(4), 320.
- **Benarba, B., Belabid, L., Righi, K., amine Bekkar, A., Elouissi, M., Khaldi, A., & Hamimed, A. (2015).** Ethnobotanical study of medicinal plants used by traditional healers in Mascara (North West of Algeria). *Journal of ethnopharmacology*, 175, 626-637.
- **Bendjabeur, S. (2019).** *Etude phytochimique et activités biologique des huiles essentielles et des extraits éthanoliques de *teucrium polium* subsp *capitatum* *thymus algeriensis* et *ammoides verticillata** (Dissertation doctorale).
- **Benhamza, L. (2008).** *Effets biologiques de la petite centauree *Erythraea centaurium** (Dissertation doctorale, pour obtenir le diplôme de Doctorat d'état (Université Mentouri de constantine).
- **Benhamza, L., & Hamdi, P. Y. (2008).** Effets biologiques de la petite centaurée *Erythraea centaurium* (L.) Pers.

- **Benrachou, N. (2012).** *Etude des caractéristiques physicochimiques et de la composition biochimique d'huiles d'olive issues de trois cultivars de l'Est algérien* (Dissertation doctorale, Annaba).
- **Bicas, J. L., Molina, G., Dionísio, A. P., Barros, F. F. C., Wagner, R., Maróstica Jr, M. R., & Pastore, G. M. (2011).** Volatile constituents of exotic fruits from Brazil. *Food Research International*, 44(7), 1843-1855.
- **Bimakr, M., Rahman, R. A., Taip, F. S., Ganjloo, A., Salleh, L. M., Selamat, J., ... & Zaidul, I. S. M. (2011).** Comparison of different extraction methods for the extraction of major bioactive flavonoid compounds from spearmint (*Mentha spicata* L.) leaves. *Food and bioproducts processing*, 89(1), 67-72.
- **Bloomfield, S. F. (1991).** Methods for assessing antimicrobial activity. In: Mechanisms of Action of Chemical Biocides: Their Study and Exploitation S. P. Denyer and W. B. Hugo. Blackwell, Oxford, pp. 1-22.
- **BNEDER. (2008).** Etude relative à la caractérisation et à la délimitation des zones montagnes et des massifs montagneux «massif des Beni-Chougrane». Alger, 210 p.
- **Bock, B., & Tison, J. M. (2012).** Revisions nomenclurales et taxonomiques (note n 2). Bulletin de la Societe Botanique du Centre-Ouest (nouv. ser.), 43, 209-220.
- **Bock, B., Bouzat, J.C., Charissou, I., Château, A., et al. (2022).** *Mentha pulegium* L. [en ligne], consulté le 22 mai 2022. URL : <https://www.preservons-la-nature.fr/flore/taxon/1351.html>
- **Bollen, J., Trick, L., Llewellyn, D., & Dickens, C. (2017).** The effects of acute inflammation on cognitive functioning and emotional processing in humans: A systematic review of experimental studies. *Journal of Psychosomatic Research*, 94, 47–55.
- **Bonnaillie, C., Salacs, M., Vassiliova, E., & Saykova, I. (2012).** Etude de l'extraction de composés phénoliques à partir de pellicules d'arachide (*Arachis hypogaea* L.). *Revue de génie industriel*, 7, 35-45.
- **Botineau, M. (2010).** *Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs*. Tec & doc.
- **Bouacherine, B., & Razika, H. (2017).** *Biodiversité et valeur des plantes médicinales dans la phytothérapie: Cas de la région de Ben Srouf (M'sila)* (Dissertation doctorale, Université de m'sila). [en ligne], consulté le 22 mai 2022. URL : <http://www.secheresse.info/spip.php?article79616>
- **Bouafia, M., Amamou, F., Gherib, M., Benaïssa, M., Azzi, R., & Nemmiche, S. (2021).** Ethnobotanical and ethnomedicinal analysis of wild medicinal plants traditionally used in Naâma, southwest Algeria. *Vegetos*, 34(3), 654-662.
- **Bouasla, A., & Bouasla, I. (2017).** Ethnobotanical survey of medicinal plants in northeastern of Algeria. *Phytomedicine*, 36, 68-81.
- **Bouden, I. (2019).** *Etude de l'activité antiarthritique, antioxydante et antimicrobienne des extraits de Matricaria pubescens* (Thèse de Doctora).
- **Boudjelal, A., Henchiri, C., Sari, M., Sarri, D., Hendel, N., Benkhaled, A., & Ruberto, G. (2013).** Herbalists and wild medicinal plants in M'Sila (North Algeria): An ethnopharmacology survey. *Journal of ethnopharmacology*, 148(2), 395-402.
- **Bouguerra, N., Djebbar, F. T., & Soltani, N. (2017).** Algerian *Thymus vulgaris* essential oil: chemical composition and larvicidal activity against the mosquito *Culex pipiens*. *International Journal of Mosquito Research*, 4(1), 37-42.
- **Boukerika, S., Boumimiz, S., Hariti, S., & Rezzagui, A. E. (2019).** Activité antioxydante de *Thymus vulgaris* L., *Cynoglossum creticum* Mill. et d'*Arum italicum* Mill. de la wilaya de Jijel (étude in vitro) (Dissertation doctorale, Université de Jijel).

- **Boukhebti, H., Chaker, A. N., Belhadj, H., Sahli, F., Ramdhani, M., Laouer, H., and Harzallah, D. (2011).** Chemical composition and antibacterial activity of *Mentha pulegium* L. and *Mentha spicata* L. essential oils. *Der Pharmacia Lettre*, 3(4), 267-275.
- **Bouredja, N., Mekdad, H., & Baghdadi, K. (2017).** Ethnobotany and floristic study of medicinal plants used in the treatment of respiratory diseases in the industrial region (Arzew) Oran, Algeria. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 1(2), 41-48.
- **Boutabia, L., Telailia, S., Cheloufi, R., & Chefrou, A. (2010).** La flore médicinale du massif forestier d'Oum Ali (Zitouna-wilaya d'El Tarf-Algérie): inventaire et étude ethnobotanique. *Acte des 15èmes Journées Scientifiques de l'INRGREF: «Valorisation des Produits Forestiers Non Ligneux*, 28-29.
- **Boutlelis, D. A. (2014).** *Etude phytochimique et activité antimicrobienne, antioxydante, antihépatotoxique du Marrube blanc ou Marrubium vulgare* L. (Dissertation doctorale, Université Badji Mokhtar de Annaba, Département de Biologie).
- **Bouttine, I., & Benterrouche, I. E. (2018).** Constituants bioactifs et activités biologiques de *Satureja hispidula* et *Mentha pulegium* (Dissertation doctorale, Université de Jijel).
- **Bouyahya, A., Abrini, J., Et-Touys, A., Bakri, Y., & Dakka, N. (2017).** Indigenous knowledge of the use of medicinal plants in the North-West of Morocco and their biological activities. *European Journal of Integrative Medicine*, 13, 9-25.
- **Bouziane, Z. (2016).** Contribution à l'étude ethnobotanique des plantes médicinales de la région d'Azail (Tlemcen–Algérie). Mémoire. Université Aboubakr belkaïd–Tlemcen. [en ligne], consulté le 20 janvier 2022. URL : <http://dspace.univ-tlemcen.dz/handle/112/12090>
- **Bradai, B. M. (2014).** Diversité et utilisation des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien dans la pharmacopée saharienne. Cas de la région du Souf. *Revue El-Wahat pour les Recherches et les Etudes*, 7(2), 18-26.
- **Braga, P. C., Dal Sasso, M., Culici, M., Bianchi, T., Bordoni, L., & Marabini, L. (2006).** Anti-inflammatory activity of thymol: inhibitory effect on the release of human neutrophil elastase. *Pharmacology*, 77(3), 130-136.
- **Brahmi, F., Adjaoud, A., Marongiu, B., Falconieri, D., Yalaoui-Guellal, D., Madani, K., and Chibane, M. (2016).** Chemical and biological profiles of essential oils from *Mentha spicata* L. leaf from Bejaia in Algeria. *Journal of Essential Oil Research*, 28(3), 211-220.
- **Brahmi, F., Khodir, M., Mohamed, C., & Pierre, D. (2017).** Chemical composition and biological activities of *Mentha* species. *Aromatic and medicinal plants-Back to nature*, 10, 47-79.
- **Bramwell, D., Raven, P., & Syngé, H. (2002).** Implementing the global strategy for plant conservation. *Plant Talk*, 30, 32-37.
- **Brandstätter, H., Caroline, Samer, F, Ribi, Valérie, & Piguet, C, (2010).** Réactions d'hypersensibilité immédiates aux anti-inflammatoires non stéroïdiens : allergie ou pseudo-allergie. *Revu Med Suisse*, 6, 1345.
- **Briguiche, H., & Zidane, L. (2016).** Ethnobotanical study of medicinal plants from El-Jadida City (Morocco). *Lazaroa*, 37, 145-151.
- **Brousse, C. (2011).** Une analyse historique et ethnobotanique des relations entre les activités humaines et la végétation prairiale. *Fourrages (Versailles)*, (208), 245-251.
- **Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3^{ème} édition. Paris. Technique et Documentation. 1120p.
- **Bruneton, J. (1993).** *Pharmacognosie: phytochimie plantes médicinales* (No. 581.634 B7).

- **Bruneton, J. (1999).** Pharmacognosie-Phytochimie: Plantes médicinales. 3ème édition Tech & Doc-médicales internationales.
- **Bruneton, J. (2009).** *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (4e éd.)*. Lavoisier.
- **Burt S. (2004).** Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3):223-253.

-C-

- **Callery, E. (1997).** Das große Buch der Kräuter, Anbau, Verarbeitung und Verwendung von 50 beliebigen Kräutern, Könnemann Verlags-gesellschaft mbH, Köln.
- **Can Baser, K. H. (2008).** Biological and pharmacological activities of carvacrol and carvacrol bearing essential oils. *Current pharmaceutical design*, 14(29), 3106-3119.
- **Canillac, N., & Mourey, A. (2004).** Effects of several environmental factors on the anti-*Listeria monocytogenes* activity of an essential oil of *Picea excelsa*. *International journal of food microbiology*, 92(1), 95-103.
- **Carlier-Loy, P. (2015).** *Mentha spicata: description et utilisations en thérapeutique et en agriculture comme antigerminatif sur la pomme de terre* (Dissertation doctorale, université de Picardie Jules Verne).
- **Chaachouay, N., Douira, A., & Zidane, L. (2021).** Herbal medicine used in the treatment of human diseases in the Rif, Northern Morocco. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 47(1), 131-153.
- **Chabrier, J. Y. (2010).** Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie [Thèse]. Nancy: Université Henri Poincaré faculté de pharmacie.
- **Chalchat J.C., Gorunovic M.S., Maksimovic Z.A., & Petrovic S.D. (2000).** Essential oil of wild growing *Mentha pulegium* L. from Yugoslavia. *Journal of Essential Oil Research*. 12: 598-600.
- **Chandrasekaran, M. & Venkatesalu, V. (2004).** Antibacterial and antifungal activity of *Syzygium jambolanum* seeds. *Journal of Ethnopharmacology*, 91, 105-108.
- **Charline, D. (2017).** Phétotyrapie. Santé sur le Net. [en ligne], consulté le 28 janvier 2022. URL : <https://www.sante-sur-le-net.com/sante-quotidien/sante-naturelle/phytotherapie/>
- **Chaves, N., Santiago, A., and Alías, J. C. (2020).** Quantification of the antioxidant activity of plant extracts: Analysis of sensitivity and hierarchization based on the method used. *Antioxidants*, 9(1), 76.
- **Chehma, A., & Djebbar, M. R. (2008).** Les espèces médicinales spontanées du Sahara septentrional algérien: distribution spatio-temporelle et étude ethnobotanique. *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 17, 36-45.
- **Chen, P. S., Toribara, T. Y., & Warner, H. (1956).** Microdetermination of phosphorus. *Anal. Chem.* 28, 1756-1763.
- **Chermat, S., & Gharzouli, R. (2015).** Ethnobotanical study of medicinal flora in the North East of Algeria-An empirical knowledge in Djebel Zdim (Setif). *J Mater Sci Eng*, 5, 50-9.
- **Chiolero, A, Würzner, G, & Burnier, M, (2000).** Les inhibiteurs sélectifs de la cyclooxygénase de type 2: moins d'effets rénaux que les anti-inflammatoires non stéroïdiens classiques, *Néphrologie*, 21.
- **Choi, H. J., Song, J. H., Park, K. S., & Kwon, D. H. (2009).** Inhibitory effects of quercetin 3-rhamnoside on influenza A virus replication. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 37(3-4), 329-333.

- **Chowdhury, J. U., Nandi, N. C., Uddin, M., and Rahman, M. (2007).** Chemical constituents of essential oils from two types of spearmint (*Mentha spicata* L. and *M. cardiaca* L.) introduced in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 42(1), 79-82.
- **Clark, G. S. (1995).** Coumarin. *PERFUMER AND FLAVORIST*, 20, 23-34.
- **Clément, R. P. (2005).** Aux racines de la phytothérapie: entre tradition et modernité (1re partie). *Phytotherapie*, 3(4), 171-175.
- **Clement, S. M, (2003).** Les intoxications des animaux de compagnie par les médicaments à usage humain. *GUERCIA, école nationale vétérinaire d'Alfort*, 71 .
- **Communiqué de l'Académie nationale de médecine, 6 décembre (2006)** [archive]
- **Cook C.M., Maloupa E., Kokkini S., & Lanaras T. (2007).** Differences between the inflorescence, leaf and stem essential oils of wild *Mentha pulegium* plants from Zakynthos Greece. *Journal of Essential oil Research*. 19: 239–244.
- **Coolborn, A. F., & Bolatito, B. (2010).** Antibacterial and phytochemical evaluation of three medicinal plants. *J Nat Prod*, 3, 27-34.
- **Cosentino, S. C. I. G., Tuberoso, C. I. G., Pisano, B., Satta, M. L., Mascia, V., Arzedi, E., & Palmas, F. (1999).** In-vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian thymus essential oils. *Letters in applied microbiology*, 29(2), 130-135.
- **Cotonou, B. (2013).** Étude ethnobotanique des plantes utilisées dans le traitement du diabète chez les femmes enceintes à Cotonou et Abomey-Calavi (Bénin). *Journal of Animal & Plant Sciences*, 18(1), 2647-2658.
- **Cowan M. M. (1999).** Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*.
- **Crespo, Y. A., Sánchez, L. R. B., Quintana, Y. G., Cabrera, A. S. T., Del Sol, A. B., & Mayancha, D. M. G. (2019).** Evaluation of the synergistic effects of antioxidant activity on mixtures of the essential oil from *Apium graveolens* L., *Thymus vulgaris* L. and *Coriandrum sativum* L. using simplex-lattice design. *Heliyon*, 5(6), e01942.

-D-

- **da Costa, F. V., Guimarães, M. F. M., & Messias, M. C. T. B. (2021).** Gender differences in traditional knowledge of useful plants in a Brazilian community. *PloS one*, 16(7), e0253820.
- **Daira, N. E. H., Maazi, M. C., & Chefrour, A. (2016).** Contribution à l'étude phytochimique d'une plante médicinale (*Ammoides verticillata* Desf. Briq.) de l'Est Algérien. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 85(1), 276-290.
- **Dangles, O., & Deluzarche, M. (1994).** Flavonoïdes et anthocyanes. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 88(768), 1609-1617.
- **Daouphars, M. (2004).** *Mécanismes d'action des AINS en relation avec la prolifération cellulaire et l'apoptose* (Dissertation doctorale, Université Henri Poincaré-Nancy 1).
- **De Billerbeck, V. G. (2007).** Huiles essentielles et bactéries résistantes aux antibiotiques. *Phytothérapie*, 5(5), 249-253.
- **De Clercq, E. (2000).** Current lead natural products for the chemotherapy of human immunodeficiency virus (HIV) infection. *Medicinal research reviews*, 20(5), 323-349.

- **De la Charie, T. et al. (2022).** Comment utiliser et préparer les plantes médicinales ?. Compagnie des Sens. [en ligne], consulté le 24 mai 2022. URL : <https://www.compagnie-des-sens.fr/comment-utiliser-les-plantes-medicinales/>
- **de Sousa Barros, A., de Morais, S. M., Ferreira, P. A. T., Vieira, Í. G. P., Craveiro, A. A., dos Santos Fontenelle, R. O., and de Sousa, H. A. (2015).** Chemical composition and functional properties of essential oils from *Mentha* species. *Industrial Crops and Products*, 76, 557-564.
- **de Sousa, J. P., de Araújo Torres, R., de Azerêdo, G. A., Figueiredo, R. C. B. Q., da Silva Vasconcelos, M. A., & de Souza, E. L. (2012).** Carvacrol and 1, 8-cineole alone or in combination at sublethal concentrations induce changes in the cell morphology and membrane permeability of *Pseudomonas fluorescens* in a vegetable-based broth. *International journal of food microbiology*, 158(1), 9-13.
- **Deaton, C.H.M., & Marlin, D.J. (2003).** Exercise-associated oxidative stress. *Clinical Techniques in Equine Practice*. 2(3): 278-91.
- **Deba, F., Dang Xuan, T., Yasuda, M., & Tawata, S. (2008).** Chemical composition and antioxidant, antibacterial and antifungal activities of the essential oils from *Bidens pilosa* Linn. Var. *Radiata*. *Food Control*. 19: 346-352.
- **Delille, L. (2007).** Les plantes médicinales d'Algérie. ed Berti.
- **Deponte, M. (2013).** *Glutathione catalysis and the reaction mechanisms of glutathione-dependent enzymes*, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects*. 1830 (5): 3217-3266.
- **Derridj, A., Ghemouri, G., Meddour, R., & Meddour-Sahar, O. (2009, March).** Approche ethnobotanique des plantes médicinales en Kabylie (wilaya de Tizi Ouzou, Algérie). In International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants-SIPAM2009 853 (pp. 425-434).
- **Derwich E., Benziane Z., & Boukir A. (2010).** GC/MS analysis and antibacterial activity of the essential oil of *Mentha pulegium* grown in Morocco. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 6(3): 191-198.
- **Descheemaeker, K. (2004).** *Nutri-et phytothérapie. Dveloppements rcents-1*. Garant.
- **Dewanto, V., Wu, X., Adom, K. K., & Liu, R. H. (2002).** Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(10), 3010-3014.
- **Dewick, P. M. (2002).** Medicinal natural products: a biosynthetic approach. John Wiley & Sons.
- **Dhar-mascareno, M., Carcamo, J.M., & Golde, D.W. (2005).** Hypoxiareoxygenation-induced mitochondrial damage and apoptosis in human endothelial cells are inhibited by vitamin C. *Free Radical Biololy and Medecine*. 38: 1311-1322.
- **Díaz-Reviriego, I., Fernández-Llamazares, A., Salpeteur, M., Howard, P. L., & Reyes-García, V. (2016).** Gendered medicinal plant knowledge contributions to adaptive capacity and health sovereignty in Amazonia. *Ambio*, 45(3), 263-275.
- **Diene, S. M. (2016).** Détermination de la sensibilité et de la résistance des bactéries aux agents Antimicrobiens. AEMIP 2016. [en ligne], consulté le 28 juillet 2021. URL : <file:///C:/Users/love2/Downloads/Fiche-2017-Sensibilit%C3%A9-et-R%C3%A9sistance-aux-Antimicrobiens.pdf>
- **Djarri, L., Medjroubi, K., & Seguin, E. (2011).** Contribution à l'étude des huiles essentielles et des métabolites secondaires de trois plantes Algériennes de la famille des Apiaceae.

- **Djeddi-S. (2018).** *Les huiles essentielles" des mystérieux mi tabolites secondaires."*. OMNISCRIPITUM.
- **Dobignard, A., & Chatelain, C. (2010).** Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord (4 vol.). Genève, *CJBG*, 283-286.
- **Dorman, H. D., Koşar, M., Kahlos, K., Holm, Y., & Hiltunen, R. (2003).** Antioxidant properties and composition of aqueous extracts from *Mentha* species, hybrids, varieties, and cultivars. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(16), 4563-4569.
- **dos Santos Grasel, F., Ferrão, M. F., & Wolf, C. R. (2016).** Development of methodology for identification the nature of the polyphenolic extracts by FTIR associated with multivariate analysis. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 153, 94-101.
- **Douira, A., & Zidane, L. (2015).** Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le traitement du diabète, et des maladies cardiaques dans la région d'Izarène (Nord du Maroc). *Journal of Applied Biosciences*, 86, 7940-7956.
- **Dounias, E., Rodrigue, W., & Petit, C. (2000).** Revue de la littérature ethnobotanique pour l'Afrique Centrale et l'Afrique de l'Ouest= Review of ethnobotanical literature for Central and West Africa." *Bulletin du Réseau africain d'ethnobotanique*, 2, 5-117.
- **Dubey, V. S., Bhalla, R., & Luthra, R. (2003).** An overview of the non-mevalonate pathway for terpenoid biosynthesis in plants. *Journal of biosciences*, 28(5), 637-646.
- **Duwiejua, M., & Zeitlin, I J, (1993).** Plants as source of anti-inflammatory substances. In: *Drugs from Natural Products: Pharmaceuticals and Agrochemicals*. Harvey A L. Eds, *Taylor & Francis (Royaume- Uni)*, pp: 153.

-E-

- **Edris, A. E. & Farrag, E. S. (2003).** Antifungal activity of peppermint and sweet basil essential oils and their major aroma constituents on some plant pathogenic fungi from the vapor phase. *Food/Nahrung*, 47(2), 117-121.
- **Ekoh, S. N., Akubugwo, E. I., Ude, V. C., & Edwin, N. (2014).** Anti-hyperglycemic and anti-hyperlipidemic effect of spices (*Thymus vulgaris*, *Murraya koenigii*, *Ocimum gratissimum* and *Piper guineense*) in alloxan-induced diabetic rats. *Int J Biosci*, 4(2), 179-87.
- **El Hadj, M. O., Hadj-Mahammed, M., Zabeirou, H., & Chehma, A. (2003).** Importance des plantes spontanées médicinales dans la pharmacopée traditionnelle de la région de Ouargla (Sahara Septentrional-Est Algérien). *Sciences & Technologie. C, Biotechnologies*, 73-78.
- **El Hafian, M., Benlandini, N., Elyacoubi, H., Zidane, L., & Rochdi, A. (2014).** Étude floristique et ethnobotanique des plantes médicinales utilisées au niveau de la préfecture d'Agadir-Ida-Outanane (Maroc). *Journal of Applied Biosciences*, 81, 7198-7213.
- **El Haib, A. (2011).** *Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques* (Dissertation doctorale, Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier).
- **El Hassani, F. Z., Zinedine, A., Alaoui, S. M., Merzouki, M., & Benlemlih, M. (2010).** Use of olive mill wastewater as an organic amendment for *Mentha spicata* L. *Industrial Crops and Products*, 32(3), 343-348.

- **El Hilah, F. B. A., Dahmani, J., Belahbib, N., & Zidane, L. (2015).** Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans le traitement des infections du système respiratoire dans le plateau central marocain. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 25(2), 3886-3897.
- **El Ouariachi, E., Tomi, P., Bouyanzer, A., Hammouti, B., Desjobert, J. M., Costa, J., & Paolini, J. (2011).** Chemical composition and antioxidant activity of essential oils and solvent extracts of *Ptychotis verticillata* from Morocco. *Food and chemical toxicology*, 49(2), 533-536.
- **El-Ghorab, A.H. (2006).** The chemical composition of *Mentha pulegium* L. essential oil from Egypt and its antioxidant activity. *Journal of Essential Oil Bearing Plant*. 9: 183–195.
- **El-Haoud, H., Boufellous, M., Berrani, A., Tazougart, H., & Bengueddour, R. (2018).** Screening phytochimique D'une plante medicinale: *mentha spicata* L. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*, 7, 226-233.
- **Elhoussine, D., Zineb, B., & Abdellatif, B. (2010).** GC/MS analysis and antibacterial activity of the essential oil of *Mentha pulegium* grown in Morocco. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 6(3), 191-198.
- **Erenler, R., Telci, I., Elmastaş, M., Akşit, H., Gül, F., TÜFEKÇİ, A. R., ... & KAYIR, Ö. (2018).** Quantification of flavonoids isolated from *Mentha spicata* in selected clones of Turkish mint landraces. *Turkish Journal of Chemistry*, 42(6), 1695-1705.
- **Estrada, G. S., Jiménez, S. L., Alarcon, P. J. C., and Vargas, L. J. (2010).** Application of ultrasound in the dissolution of potential antiophidian compounds from two ethanolics extracts of two species of Heliconias. *Ultrasonics sonochemistry*, 17(5), 756-759.
- **Evans R.J., & Reynhout G.S. (1992).** Alternates to synthetic antioxidants. *Food Science and human Nutrition*. 29: 27-42.
- **Evans, W. C., & Trease, G. E. (2002).** *Pharmacognosy* (pp. 25-26). London: Saunders.

-F-

- **Farnsworth, N. R., Akerele, O., Bingel, A. S., Soejarto, D. D., & Guo, Z. (1986).** Place des plantes médicinales dans la thérapeutique. *Bulletin of the World Health Organization*, 64(2), 159.
- **Farr, S. A., Niehoff, M. L., Ceddia, M. A., Herrlinger, K. A., Lewis, B. J., Feng, S., ... & Morley, J. E. (2016).** Effect of botanical extracts containing carnosic acid or rosmarinic acid on learning and memory in SAMP8 mice. *Physiology & behavior*, 165, 328-338.
- **Fatiha, B., Didier, H., Naima, G., Khodir, M., Martin, K., Léocadie, K., ... & Pierre, D. (2015).** Phenolic composition, in vitro antioxidant effects and tyrosinase inhibitory activity of three Algerian *Mentha* species: *M. spicata* (L.), *M. pulegium* (L.) and *M. rotundifolia* (L.) Huds (Lamiaceae). *Industrial crops and products*, 74, 722-730.
- **Favier, A. (2003).** Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité Chimique*. 108-115.
- **Fawzia, B. (2015).** *Etude phytochimique et activités biologiques de deux plantes médicinales sahariennes Rumex vesicarius L. et Anvillea radiata Coss.* & Dur (Doctoral dissertation, Thèse De Doctorat de l'Université De Abou Bekr Belkaid, Telmcen: 144p).
- **Fecka, I., & Turek, S. (2008).** Determination of polyphenolic compounds in commercial herbal drugs and spices from Lamiaceae: thyme, wild thyme and sweet marjoram by chromatographic techniques. *Food Chemistry*, 108(3), 1039-1053.
- **Fernandez, M. (2003).** Quelques plantes médicinales et leurs fonctions. Ed. Aenigma, 63p.

- Filliat, P. (2012). Les plantes de la famille des Apiacées dans les troubles digestifs.
- Fiske, C. H., & Subbarow, I. P. (1925). The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.* 66, 375–379.
- Fleurentin, J., & Hayon, J. C. (2007). *Les plantes qui nous soignent: traditions et thérapeutique*. Ed. Ouest-France.
- Fleuriet, A., Jay-Allemand, C., & Macheix, J. J. (2005). Composés phénoliques des végétaux un exemple des métabolites secondaires d'importance économique. *Presses polytechniques et universitaires romandes*, 121, 216.
- Forment, M., and Roques, H. (1941). Répertoire des plantes médicinales et aromatiques d'Algérie. (Paris: OFALAC).
- Frankel, E.N., & Meyer, A.S. (2000). The problems of using one-dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. *Journal of science of food and agriculture*. 80: 1925-1941.
- Frei, B., England, L., & Ames, B.N. (1989). Ascorbate is an outstanding antioxidant in human blood plasma. *Proceedings of the National Academy of Sciences. U.S.A.* 86 (16): 6377–6381.
- Fürst, R., & Zündorf, I. (2015). Evidence-based phytotherapy in Europe: where do we stand?. *Planta medica*, 81(12/13), 962-967.

-G-

- Gamisans, J., & Jeanmonod, D. (1993). Catalogue des plantes vasculaires de la Corse (seconde édition). *Edition des conservatoires et jardins botaniques de la ville de Genève, Chambésy*. 258p.
- Garcia-Plazaola, J.I., & Becerril, J.M. (1999). A rapid HPLC method to measure lipophilic antioxidants in stressed plants: simultaneous determination of carotenoids and tocopherols. *Phytochemical Analysis*. 10: 307-313.
- Gayet, C. (2018). *Guide de poche de phytothérapie*. Éditions Leduc. s.
- Gee, J.M., & Johnson, I.T. (2001). Polyphenolic compounds: interactions with the gut and implications for human health (01-182). *Current Medicinal Chemistry*. 8: 11.
- Gérard-Monnier, D., & Chaudière, J. (1996). Métabolisme et fonction antioxydante du glutathion. *Pathologie Biologie*. 44: 77-85.
- Gersbach, P. V., & Reddy, N. (2002). Non-invasive localization of thymol accumulation in *Carum copticum* (Apiaceae) fruits by chemical shift selective magnetic resonance imaging. *Annals of botany*, 90(2), 253-257.
- Ghedira, K. (2005). Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*, 3(4), 162-169.
- Ghorbani, A., Naghibi, F., & Mosadegh, M. (2006). Ethnobotany, ethnopharmacology and drug discovery.
- Ghori, S. S., Ahmed, M. I., Arifuddin, M., & Khateeb, M. S. (2016). Evaluation of analgesic and anti-inflammatory activities of formulation containing camphor, menthol and thymol. *Int. J. Pharm. Pharm. Sci*, 8, 271-274.
- Ghosh, S., Saha, K., Dasgupta, S. C., & Gomes, A. (2015). In vitro and in vivo anti-arthritic and anti-inflammatory activity of *Bungarus fasciatus* venom. *J. Toxins*, 2(1), 5-8.
- Gledhill, D. (2008). *The names of plants*. Cambridge University Press.

- **González-Tejero, M. R., Casares-Porcel, M., Sánchez-Rojas, C. P., Ramiro-Gutiérrez, J. M., Molero-Mesa, J., Pieroni, A., ... & ElJohrig, S. (2008).** Medicinal plants in the Mediterranean area: synthesis of the results of the project Rubia. *Journal of Ethnopharmacology*, 116(2), 341-357.
- **Govindarajan, M., Sivakumar, R., Rajeswari, M., & Yogalakshmi, K. (2012).** Chemical composition and larvicidal activity of essential oil from *Mentha spicata* (Linn.) against three mosquito species. *Parasitology research*, 110(5), 2023-2032.
- **Guessous, H. (2013).** La phytothérapie dans le traitement des parodontopathies au Maroc : «enquête épidémiologique ». Thèse en Médecine Dentaire. Faculté de Médecine Dentaire, Rabat.
- **Guilbaud, N., Kraus-Berthier, L., Meyer-Losic, F., Malivet, V., Chacun, C., Jan, M., ... & Pierré, A. (2001).** Marked antitumor activity of a new potent acronycine derivative in orthotopic models of human solid tumors. *Clinical Cancer Research*, 7(8), 2573-2580.
- **Guilbaud, N., Léonce, S., Tillequin, F., Koch, M., Hickman, J. A., & Pierré, A. (2002).** Acronycine derivatives as promising antitumor agents. *Anti-cancer drugs*, 13(5), 445-449.
- **Guillén, M.D., & Manzanos, M.J. (1998).** Study of the composition of the different parts of a Spanish *Thymus Vulgaris* L. *plqnt. Food chemistry*. 63 (3): 373-383.
- **Gulcin, I. (2012).** Antioxidant activity of food constituents: an overview. *Arch. Toxicol*, 86:345-391.
- **Gulcin, I., Mshvildadze, V., Gepdiremen, A., & Elias, R. (2003).** Antioxidant activity of saponins isolated from ivy: alpha-hederin, hederasaponin-C, hederacolchiside-E and hederacolchiside-F. *Planta Medica*. 70: 561-563.
- **Güler, B., Manav, E., & Uğurlu, E. (2015).** Medicinal plants used by traditional healers in Bozüyük (Bilecik–Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 173, 39-47.
- **Güllüce, M., Sökmen, M., Daferera, D., Açar, G., Ozkan, H., Kartal, N., Polissiou, M., Sökmen, A., & Şahin, F. (2003).** In Vitro Antibacterial, Antifungal, and Antioxidant Activities of the Essential Oil and Methanol Extracts of Herbal Parts and Callus Cultures of *Satureja hortensis*
- **Güllüce, M., Adıgüzel, A., Ögütçü, H., Şengül, M., Karaman, I., & Şahin, F. (2004).** Antimicrobial effects of *Quercus ilex* L. extract. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 18(3), 208-211.
- **Güllüce, M., Sökmen, M., Daferera, D. I. M. I. T. R. A., Açar, G., Özkan, H., Kartal, N. U. K. E. T., ... & Şahin, F. (2003).** In vitro antibacterial, antifungal, and antioxidant activities of the essential oil and methanol extracts of herbal parts and callus cultures of *Satureja hortensis* L. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(14), 3958-3965.
- **Guo, L., Xie, M.Y., Yan, A.P., Wan, Y.Q., & Wu, Y.M. (2006).** Simultaneous determination of five synthetic antioxidants in edible vegetable oil by GC-MS. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 386(6): 1881-1887.
- **Guo, J. J., Han, J., Wang, S. L., & Liu, J. Y. (2017).** An ethnobotanical survey of medicinal plants used for the ailment of diabetes mellitus in Changzhi city of Shanxi province, China. *Biomed. Res*, 28(3), 1370-1377.
- **Gurib-Fakim, A. (2006).** Medicinal plants: traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular aspects of Medicine*, 27(1), 1-93.

- **Habashy, N. H., Serie, M. M. A., Attia, W. E., & Abdelgaleil, S. A. (2018).** Chemical characterization, antioxidant and anti-inflammatory properties of Greek *Thymus vulgaris* extracts and their possible synergism with Egyptian *Chlorella vulgaris*. *Journal of Functional Foods*, 40, 317-328.
- **Habibur, R., Chinna Eswaraiah, M., Vakati, K. & Madhavi, P. (2012).** In-vitro studies suggest probable mechanism of Eucalyptus oil for anti-inflammatory and anti-arthritic activity. *Int J Phytopharm*, 2(3): 81-83.
- **Hadj ali, H., Souidi, Z., Benarba, B., & Belhouala, K. (2022).** An ethnobotanical study of the traditional uses of medicinal and aromatic plants of the regions of Relizane (North-West Algeria). *International Journal of Environmental Studies*, 1-23.
- **Hafiane, N., Ounnas, D., & Ayat, A. A. (2018).** Contribution à la recherche de l'effet indésirable (hémolytique) de la patrie aérienne des trois plantes médicinales in vitro *Origanum Vulgare*, *Lavandula Steochas* et *Ammoides verticillata*.
- **Hajlaoui, H., Trabelsi, N., Noumi, E., Snoussi, M., Fallah, H., Ksouri, R., & Bakhrouf, A. (2009).** Biological activities of the essential oils and methanol extract of two cultivated mint species (*Mentha longifolia* and *Mentha pulegium*) used in the Tunisian folkloric medicine. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 25: 2227–2238.
- **Halimi, A. (1997).** Plantes médicinales : Guide des plantes médicinales en Algérie. (Alger: A.N.N).
- **Halliwell, B. (1995).** Antioxydant characterisation. *Methodology and mechanism*. 49: 1341-1348.
- **Hammer K. A., Carson C. F., & Riley T. V. (1999).** Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86: 985-990.
- **Harborne, A. J. (1998).** *Phytochemical methods a guide to modern techniques of plant analysis*. Springer science & business media.
- **Harborne, J. B., & Williams, C. A. (2000).** Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55(6), 481-504.
- **Harrag, A. (2021).** Etude ethnobotanique et pharmacognosique des plantes médicinales de la région de Setif (Dissertation doctorale).
- **Heim, K. E., Tagliaferro, A. R., & Bobilya, D. J. (2002).** Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. *The Journal of nutritional biochemistry*, 13(10), 572-584.
- **Heinrich, M., Ankli, A., Frei, B., Weimann, C., & Sticher, O. (1998).** Medicinal plants in Mexico: Healers' consensus and cultural importance. *Social science & medicine*, 47(11), 1859-1871.
- **Helander, I. M., Alakomi, H.-L., Latva-Kala, K., Mattila-Sandholm, T., Pol, I., Smid, E. J., Gorris, L. G. M., & Von Wright, A. (1998).** Characterization of the Action of Selected Essential Oil Components on Gram-Negative Bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 3590-3595.
- **Hennebelle, T., Sahpaz, S., & Bailleul, F. (2004).** Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, 2(1), 3-6.
- **Henzen, C. (2003).** Traitement aux glucocorticoïdes: risques et effets secondaires. *Forum médical suisse*, 19, 442,446.
- **Herzi, N. (2013).** *Extraction et purification de substances naturelles: comparaison de l'extraction au CO2-supercritique et des techniques conventionnelles* (Doctoral dissertation).
- **Heywood, V. H. (1996).** *Les plantes à fleurs: 306 familles de la flore mondiale*. Nathan.

- **Hili P., Evans C. S., & Veness R. G. (1997).** Antimicrobial action of essential oils: the effect of dimethylsulphoxide on the activity of cinnamon oil. *Letters in Applied Microbiology*, 24: 269-275.
- **Hmamouchi, M. (1999).** Les plantes médicinales et aromatiques marocaines. *Editions Fedala, Mohammedia*.
- **Hmamouchi, M. (2001).** Les plantes médicinales et aromatiques marocaines. *2^{ème}. Ed.* 389 p.
- **Hoffmann, D. (2003).** *Medical herbalism: the science and practice of herbal medicine*. Simon and Schuster.
- **Holley, R. A. & Patel, D. (2005).** Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology*, 22:273–292.
- **Hopkins, W. G. (2003).** *Physiologie végétale*. De Boeck Supérieur.
- **Horváth, G., Jám bor, N., Végh, A., Böszörményi, A., Lemberkovics, É., Héthelyi, É., ... & Kocsis, B. (2010).** Antimicrobial activity of essential oils: the possibilities of TLC–bioautography. *Flavour and fragrance journal*, 25(3), 178-182.
- **Hosseini, S. H., Bibak, H., Ghara, A. R., Sahebkar, A., & Shakeri, A. (2021).** Ethnobotany of the medicinal plants used by the ethnic communities of Kerman province, Southeast Iran. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 17(1), 1-35.
- **Hotamisligil, G. S. (2017).** Inflammation, metaflammation and immunometabolic disorders. *Nature*, 542(7640), 177–185.
- **Howard, P. L. (2003).** Women and plants: Gender relations in biodiversity management and conservation. (London: Zed books).
- **Howard², P. (2003).** The major importance of 'minor' resources: women and plant biodiversity. Report 2003 (London: International Institute for Environment and Development).
- **Hseini, S., Kahouadji, A., Lahssissene, H., & Tijane, M. (2007).** Analyses floristique et ethnobotanique des plantes vasculaires médicinales utilisées dans la région de Rabat (Maroc occidental). *Mediterranean Botany*, 28, 93.
- **Hubert, A.J. (2006).** Caractérisation biochimique et propriétés biologiques des micronutriments du germe de soja. Etude des voies de sa valorisation en Nutrition et santé humaine. Thèse de Doctorat en qualité et sécurité des aliments de l'Institut National Polytechnique de Toulouse. France. 174p.
- **Hudaib, M., Speroni, E., Pietra, A.M.D., & Carvin, V. (2002).** GC/MS evaluation of thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil composition and variations during vegetative cycle. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 29: 691-700.
- **Hussain, A. I., Anwar, F., Nigam, P. S., Ashraf, M., & Gilani, A. H. (2010).** Seasonal variation in content, chemical composition and antimicrobial and cytotoxic activities of essential oils from four *Mentha* species. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(11), 1827-1836.
- **Hussain, A. I., Anwar, F., Shahid, M., Ashraf, M., & Przybylski, R. (2010).** Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of essential oil of spearmint (*Mentha spicata* L.) from Pakistan. *Journal of Essential Oil Research*, 22(1), 78-84.
- **Hutchinson, J. (1959).** The families of flowering plants. Vol. II. Monocotyledons. The families of flowering plants. Vol. II. Monocotyledons. (2nd Ed).

- **Ibrahim, A. O., Adelakun, K. M., Adedeji, A. S., Alaye, S. A., & Oyediran, O. B. (2021).** Ethnobotanical survey of anti-malarial plants used in Ilorin metropolis, Nigeria. *Journal of Phytochemistry and Therapeutics*, 20(1), 502-517.
- **Igoumenidis, P. E., Lekka, E. G., & Karathanos, V. T. (2016).** Fortification of white milled rice with phytochemicals during cooking in aqueous extract of *Mentha spicata* leaves. An adsorption study. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 589-596.
- **Ilbert, H., Hoxha, V., Sahi, L., Courivaud, A., & Chailan, C. (2016).** Le marché des plantes aromatiques et médicinales: analyse des tendances du marché mondial et des stratégies économiques en Albanie et en Algérie.
- **Imelouane, B., Amhamdi, H., Wathelet, J. P., Ankit, M., Khedid, K., & El Bachiri, A. (2009).** Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of thyme (*Thymus vulgaris*) from Eastern Morocco. *Int. J. Agric. Biol*, 11(2), 205-208.
- **Imene, S. E. D. D. I. K. I., & Amira, Z. A. O. U. I. (2020).** *Etude ethnobotanique de quelques plantes médicinales de la région de Bordj Bou Arreridj* (Doctoral dissertation).
- **Iserin, P. (2001).** Larousse encyclopédie des plantes médicinales. *Identification, Préparations, soins. 2nd edition, Dorling Kindersley Limited, Londres.*
- **Iserin, P., Masson, M., & Restellini, J. P. (Eds.). (2007).** Encyclopédie des plantes médicinales. Larousse.

-J-

- **Jacob, C., Giles, G.I., Giles, N.M., & Sies H. (2003).** Sulfur and selenium: the role of oxidation state in protein structure and function. *Angewandte Chemie International Edition in English*. 42: 4742- 4758.
- **Janarthanan, M., & Kumar, M. S. (2013).** Qualitative and quantitative analysis of phytochemical studies on selected seaweeds *acanthopora spicifera* and *sargassum wightii*. *International Journal of Engineering Research and Development*, 7(3), 11-15.
- **Jaradat, N., Hussien, F., Al Ali, A., Alniss, H., & Dweikat, M. (2015).** Phytoconstituents, free radical scavenging potential, total phenols and total flavonoids assessments for violet horned poppy from Jerusalem Mountains. *J Mater Environ Sci*, 6(10), 2958-2966.
- **Jean, B. (2009).** *Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (4e éd.)*. Lavoisier.
- **Jebali, J., Ghazghazi, H., Aouadhi, C., ELBini-Dhouib, I., Ben Salem, R., Srairi-Abid, N., ... & Rigane, G. (2022).** Tunisian Native *Mentha pulegium* L. Extracts: Phytochemical Composition and Biological Activities. *Molecules*, 27(1), 314.
- **Jebali, J., Ghazghazi, H., Aouadhi, C., ELBini-Dhouib, I., Ben Salem, R., Srairi-Abid, N., ... & Rigane, G. (2022).** Tunisian Native *Mentha pulegium* L. Extracts: Phytochemical Composition and Biological Activities. *Molecules*, 27(1), 314.
- **Jiang, S., Zeng, Q., Gettayacamin, M., Tungtaeng, A., Wannaying, S., Lim, A., ... & Fang, D. (2005).** Antimalarial activities and therapeutic properties of febrifugine analogs. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 49(3), 1169-1176.
- **Jonsson, O., Lindgard, A., Foe A., Gondalia, J., Aneman, A., & Soussi, B. (2003).** Enhanced post-ischemic recovery in rabbit kidney after pretreatment with an indeno-indol compound and ascorbate monitored in vivo by 31P magnetic resonance spectroscopy. *Scandinavian Journal of Urology and Nephrology*. 37: 450-455.
- **Jordan, F.T.W., & Pattison, M. (1996).** Poultry Diseases. 4th edition. *London. GB. W. B.*

Saunders Company. 546p.

- **Jordán, M.J., Martínez, R.M., Goodner, K.L., Baldwin, E.A., & Stomayer, J.A. (2006).** Seasonal Variation of *Thymus vulgaris* L. essential oils composition. *Industrial Crops and products*.24: 253-263.
- **Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., & Stevens, P. (2002).** Botanique systématique: une perspective phylogénétique. *De Boeck université*. 467p.
- **Jukić, M., & Miloš, M. (2005).** Catalytic oxidation and antioxidant properties of thyme essential oils (*Thymus vulgaris* L.). *Croatica chemica acta*, 78(1), 105-110.

-K-

- **Kabangu, K. (1988).** La médecine traditionnelle africaine (Vol. 25). CRP.
- **Kabir, A., Cacciagrano, F., Tartaglia, A., Lipsi, M., Ulusoy, H. I., & Locatelli, M. (2020).** Analysis of monoterpenes and monoterpenoids. In *Recent Advances in Natural Products Analysis* (pp. 274-286). Elsevier.
- **Kada, S. (2018).** *Recherche d'extraits de plantes médicinales doués d'activités biologiques* (Dissertation doctorale).
- **Kaddem, S. (1990).** Les plantes médicinales en Algérie. Identification, description, principe actif, propriété et usage traditionnel de plantes communes en Algérie. (Alegria: IBN SINA).
- **Kaloustian, J., El-Moselhy, T.F., & Portugal, H. (2003).** Chemical and thermal analysis of the biopolymers in thyme (*Thymus vulgaris*). *Thermochimica Acta - Journal - Elsevier*. 401: 7786.
- **Kambouche, N., & El-Abed, D. (2003).** Composition of the volatile oil from the aerial parts of *Trachyspermum ammi* (L.) Sprague from Oran (Algeria). *Journal of Essential Oil Research*, 15(1), 39-40.
- **Kanatt, S. R., Chander, R., & Sharma, A. (2007).** Antioxidant potential of mint (*Mentha spicata* L.) in radiation-processed lamb meat. *Food chemistry*, 100(2), 451-458.
- **Kaper, J. B., Nataro, J. P., & Mobley, H. L. (2004).** Pathogenic escherichia coli. *Nature reviews microbiology*, 2(2), 123-140.
- **Kapp, K. (2015).** Polyphenolic and essential oil composition of *Mentha* and their antimicrobial effect.
- **Kar, B., Kumar, R. S., Karmakar, I., Dola, N., Bala, A., Mazumder, U. K., & Hadar, P. K. (2012).** Antioxidant and in vitro anti-inflammatory activities of *Mimusops elengi* leaves. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(2), S976-S980.
- **Karim, A., Ashraf, M., & Bhatti, M. K. (1979).** Studies on the essential oils of Pakistani species of the family Umbelliferae: XXXVI-Pycnocycla aucheriana, Dence (bibibuto) seed oil. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*.
- **Karous, O., Ben Haj Jilani, I., & Ghrabi-Gammar, Z. (2021).** Ethnobotanical study on plant used by semi-nomad descendants' community in Ouled Dabbeb—Southern Tunisia. *Plants*, 10(4), 642.
- **Katalinic, V., Milos, M., Kulisic, T., & Jukic, M. (2006).** Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. *Food chemistry*, 94(4), 550-557.
- **Katoh, M., Matsune, R., Nagase, H., & Honda, T. (2004).** Stereocontrolled synthesis of a potent antimalarial alkaloid, (+)-febrifugine. *Tetrahedron letters*, 45(33), 6221-6223.

- **Kefifa, A., Saidi, A., Hachem, K., & Mehalhal, O. (2020).** An ethnobotanical survey and quantitative study of indigenous medicinal plants used in the Algerian semi-arid region. *Phytothérapie*, 18(3-4), 204-219.
- **Kehili, S., Boukhatem, M. A., Belkadi, A., Boulaghmen, F., Ferhat, M. A., & Setzer, W. N. (2020).** Spearmint (*Mentha spicata* L.) essential oil from tipaza (Algeria): in vivo anti-inflammatory and analgesic activities in experimental animal models. *Acta Pharmaceutica Hungarica*, 90(1), 15-26.
- **Khajeh, M., Yamini, Y., Bahramifar, N., Sefidkon, F., & Pirmoradei, M. R. (2005).** Comparison of essential oils compositions of *Ferula assa-foetida* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. *Food chemistry*, 91(4), 639-644.
- **Kherbache, A. (2018).** *Propriétés anti-inflammatoire et antioxydante des extraits d'anacyclus clavatus* (Dissertation doctorale).
- **Khelifi, D., Sghaier, R. M., Amouri, S., Laouini, D., Hamdi, M., & Bouajila, J. (2013).** Composition and anti-oxidant, anti-cancer and anti-inflammatory activities of *Artemisia herba-alba*, *Ruta chalpensis* L. and *Peganum harmala* L. *Food and chemical toxicology*, 55, 202-208.
- **Kim J., Marshal M. R., & Wie C-I. (1995).** Antibacterial activity of some essential oils components against five foodborne pathogens. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 43: 2839-2845.
- **Kitajima, J., Ishikawa, T., Urabe, A., & Satoh, M. (2004).** Monoterpenoids and their glycosides from the leaf of thyme. *Phytochemistry*. 65: 3279-3287.
- **Klinkenberg, B. (2010).** *Mentha spicata* L. *E-Flora BC: Electronic Atlas of the Plants of British Columbia. Lab for Advanced Spatial Analysis, Department of Geography, University of British Columbia. Vancouver, BC.*
- **Kofidis, G., Bosabalidis, A., & Kokkini, S. (2004).** Seasonal variation of essential oils in a linalool-rich chemotype of *Mentha spicata* grown wild in Greece. *Journal of Essential oil research*, 16(5), 469-472.
- **Koleva, I. I., Niederländer, H. A., & van Beek, T. A. (2000).** An on-line HPLC method for detection of radical scavenging compound in complex mixtures. *Analytical Chemistry*, 72(10), 2323-2328.
- **Kon, K., & Rai, M. (2012).** Antibacterial activity of *Thymus vulgaris* essential oil alone and in combination with other essential oils. *Bioscience*. 4: 50-56.
- **Kraus, T. E., Dahlgren, R. A., & Zasoski, R. J. (2003).** Tannins in nutrient dynamics of forest ecosystems-a review. *Plant and soil*, 256(1), 41-66.
- **Kulišić, T., Dragović-Uzelac, V., & Miloš, M. (2006).** Antioxydant activity of aqueous tea infusions prepared from Oregano, Thyme and Wild Thyme. *Food Technology and Biotechnology*. 44(4): 485-492.
- **Kunnumakkara, A. B., Sailo, B. L., Banik, K., Harsha, C., Prasad, S., Gupta, S. C., Bharti, A. C., & Aggarwal, B. B. (2018).** Chronic diseases, inflammation, and spices: How are they linked? *Journal of Translational Medicine*, 16(14).
- **Küpel, E., Koşar, M., Yeşilada, E., & Başer, K. H. C. (2002).** A comparative study on the anti-inflammatory, antinociceptive and antipyretic effects of isoquinoline alkaloids from the roots of Turkish *Berberis* species. *Life sciences*, 72(6), 645-657.

- **Labu, Z.K., Laboni, F.R., Tarafdar, M., Howlader, M.S.I. & Rashid, M.H. (2015).**

Membrane stabilisation as a mechanism of anti-inflammatory and thrombolytic activities of ethanolic extract of arial parts of *Spondias pinanata* (family: Anacardiaceae). *PhOL*, 2(8): 44-51.

- **Lakhdari, W., Dehliz, A., Acheuk, F., Mlik, R., Hammi, H., Doumandji-mitiche, B., ... & Chergui, S. (2016).** Ethnobotanical study of some plants used in traditional medicine in the region of Oued Righ (Algerian Sahara). [en ligne], consulté le 28 mai 2021. URL : <http://dspace.ensa.dz:8080/jspui/handle/123456789/1871>
- **Lalami, A. E. O., Fouad, E. A., Ouedrhiri, W., Chahdi, F. O., Guemmouh, R., & Greche, H. (2013).** Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de deux plantes aromatiques du centre nord marocain: *Thymus vulagris* et *Thymus satureioidis*. *Les technologies de laboratoire*, 8(31).
- **Lamaison, J.L., Petitjean-Freytet, C., & Carnat, A. (1990).** Teneurs en acide rosmarinique, en dérivés hydroxycinnamiques totaux et activité antioxydante chez les Apiacées, les Borraginacées et les Lamiacées médicinales. *Annales Pharmaceutiques Françaises*. 48: 103–108.
- **Lamaison, J. L., Petitjean-Freytet, C., & Carnat, A. (1991).** Medicinal Lamiaceae with antioxidant properties, a potential source of rosmarinic acid. *Pharmaceutica Acta Helveticae*, 66(7), 185-188.
- **Lamarti, A., Badoc, A., Deffieux, G., & Carde, J. P. (1994).** Biogénèse des Monoterpènes–II–La chaîne isoprénique. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 133, 79-99.
- **Lambert R. J. W., Skandamis P. N., Coote P. J., & Nychas G. J. E. A. (2001).** Study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*, 91: 453-462.
- **Landa, P., Kokoska, L., Pribylova, M., Vanek, T., & Marsik, P. (2009).** In vitro anti-inflammatory activity of carvacrol: Inhibitory effect on COX-2 catalyzed prostaglandin E2 biosynthesis. *Archives of pharmacal research*, 32(1), 75-78.
- **Laouer, H., Zerroug, M. M., Sahli, F., Chaker, A. N., Valentini, G., Ferretti, G., ... & Anaya, J. (2003).** Composition and antimicrobial activity of *Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. essential oil. *Journal of Essential Oil Research*, 15(2), 135-138.
- **Latreche, B., Kaci, A. A., & Baya, A. (2021).** *Etude de l'activité antioxydante des extraits des feuilles de Thymus vulgaris* (Doctoral dissertation, Université de Mohamed Boudiaf-M'Sila).
- **Läuchli, A. (1993).** Selenium in Plants: Uptake, Functions, and Environmental Toxicity. *Botanica Acta*. 106: 455.
- **Lazar, T. (2005).** Chemistry of Natural Products. By SV Bhat, BA Nagasampagi and M. Sivakumar.
- **Leto, C., Tuttolomondo, T., La Bella, S., & Licata, M. (2013).** Ethnobotanical study in the Madonie Regional Park (Central Sicily, Italy)—Medicinal use of wild shrub and herbaceous plant species. *Journal of ethnopharmacology*, 146(1), 90-112.
- **Levine, M. M. (1984).** Escherichia coli infections. Bacterial vaccines, 187-235.
- **Lipman, E. (Ed.). (2009).** Report of a working group on medicinal and aromatic plants. Bioversity International.
- **List, P. H., Hörhammer, L., Roth, H. J., & Schmid, W. (1980).** Hagers Hundbuch der Pharmazeutischen Praxis, 4. Aufl., Bde. Ibis VIII, Springer- Verlag, Berlin, Heidelberg, NewYork.
- **Lopez, P., Sanchez, C., Battle, R., & Nerin, C. (2005).** Solid- and vapor-phase antimicrobialactivities of six essential oils: Susceptibility of selected foodborne bacterial and

fungal strains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(17), 6939–6946.

- **Lorenzo, D., Paz D., Dellacassa, E., Davies P., Vila, R., & Caniguera, L. (2002).** Essential oils of *Mentha pulegium* and *M. rotundifolia* from Uruguay. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 45: 519–524.
- **Lori, L., & Devan, N. (2005).** Un guide pratique des plantes médicinales pour les personnes vivant avec VIH. *Anadian AIDS Treatment Information Exchange*.
- **Loveys, B. R., & Wareing, P. F. (1971).** The red light controlled production of gibberellin in etiolated wheat leaves. *Planta*, 98(2), 109-116.
- **Lugasi, A. (2003).** The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta biologica szegediensis*, 47(1-4), 119-125.

-M-

- **Maccioni A. M., Anchisi C., Sannay A., Sarduy C. & Dessi S. (2002).** Preservative systems containing essential oils in cosmetic products. *International Journal of Cosmetic. Science*, 24, 53-59.
- **Macheix, J. J., Fleuriet, A., & Jay-Allemand, C. (2005).** *Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique*. PPUR presses polytechniques.
- **Magee, A. R., Calviño, C. I., Liu, M., Downie, S. R., Tilney, P. M., & Wyk, B. E. V. (2010).** New tribal delimitations for the early diverging lineages of Apiaceae subfamily Apioideae. *Taxon*, 59(2), 567-580.
- **Mahboubi, M., & Hagi, G. (2008).** Antimicrobial activity and chemical composition of *Mentha pulegium* L. essential oil. *Journal of ethnopharmacology*, 119(2), 325-327.
- **Mahendran, G., Verma, S. K., & Rahman, L. U. (2021).** The traditional uses, phytochemistry and pharmacology of spearmint (*Mentha spicata* L.): A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 278, 114266.
- **Mahmoudi, S., Khali, M., & Mahmoudi, N. (2013).** Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Nature & Technology*, (9), 35.
- **Maiza, K., De La Perriere, R. B., & Hammiche, V. (1993).** Pharmacopée traditionnelle saharienne: Sahara septentrional. In *Actes du 2^{ème} Colloque Européen d'Ethnopharmacologie et de la 11^{ème} Conférence internationale d'Ethnomédecine, Heidelberg*.
- **Malaisse, F. (2004).** Ressources alimentaires non conventionnelles. *Tropicultura*, 22, 30-36.
- **Manning, S. D. (2010).** *Escherichia coli* infections. Infobase Publishing.
- **Manou I., Bouillard L., Devleeschouwer M. J. & Barel A. O. (1998).** Evaluation of the preservative properties of *Thymus vulgaris* essential oil in topically applied formulations under a challenge test. *Journal of Applied Microbiology*, 84, 368-376.
- **Mansour, A. (2009).** Investigation phytochimique de l'extrait n-Butanol de l'espèce *Centaurea africana*.
- **Mansour, S. (2015).** Evaluation de l'effet anti inflammatoire de trois plantes médicinales: *Artemisia absinthium* L, *Artemisia herba alba* Asso et *Hypericum scarboides*, Étude in vivo. *Oran: Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf*.
- **Mansouri, N., Aoun, L., Dalichaouche, N., & Hadri, D. (2018).** Yields, chemical composition, and antimicrobial activity of two Algerian essential oils against 40 avian multidrug-resistant *Escherichia coli* strains. *Veterinary World*, 11(11), 1539.

- **Marouf A.M. (2022).** Distribution des différentes familles de la flore de l'Algérie en fonction du nombre d'espèces* (ce nombre comprend aussi bien les espèces définies en tant que telles que les sous-espèces, les variétés et les hybrides). *Plantes Natives D'Algérie*.
- **Marino M., Bersani C., & Comi G. (2001).** Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from *Lamiaceae* and *Compositae*. *International Journal of Food Microbiology*, 67, 187–195.
- **Marschner, H. (1995).** Mineral nutrition of higher plants 2nd edn. *Institute of Plant Nutrition University of Hohenheim: Germany*.
- **Marston A. & Hostettmann K (1999).** Biological and chemical evaluation of plant extracts and subsequent isolation strategy, 67-80. In: L. Bohlin et al. (eds.), *Bioassay Methods in Natural Product Research and Drug Development*, Kluwer Academic Publishers.
- **Martins, M. R., Tinoco, M. T., Almeida, A. S., & Cruz-Morais, J. (2012).** Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of three essential oils from Portuguese flora.
- **Mauro, N. M. (2006).** Synthèse d'alcaloïdes biologiquement actifs: la (+)-anatoxine-a et la (±)-camptothécine. *Th. Doctorat, université Joseph Fourier-GRENOBLE, 1*, 186.
- **Mayadas, T. N., Cullere, X., & Lowell, C. A. (2014).** The multifaceted functions of neutrophils. *Annual Review of Pathology*, 9, 181–218.
- **Meddour, R., & Meddour-Sahar, O. (2015).** Medicinal plants and their traditional uses in Kabylia (Tizi Ouzou, Algeria). *Arabian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 1(2), 137-151.
- **Medić-Šarić, M., Jasprica, I., Smolčić-Bubalo, A., & Mornar, A. (2004).** Optimization of chromatographic conditions in thin layer chromatography of flavonoids and phenolic acids. *Croatica chemica acta*, 77(1-2), 361-366.
- **Medjroubi, K., Benayache, F., León, F., & Bermejo, J. (2003).** Complete assignment of the ¹³C and ¹H NMR spectra of two known guaianolides isolated from *Centaurea musimomum*. *Rev. Colomb. Quim*, 32, 17-25.
- **Mehdioui, R., & Kahouadji, A. (2007).** Etude ethnobotanique auprès de la population riveraine de la forêt d'Amsittène: cas de la Commune d'Imi n'Tlit (Province d'Essaouira). *Bulletin de l'Institut scientifique, Rabat, section Sciences de la vie*, 29, 11-20.
- **Merad-Chiall, R. (1973).** *Contribution à la connaissance de la pharmacopée traditionnelle algérienne* (Doctoral dissertation, Alger.).
- **Mergheim, R. (2009).** Eléments de biochimie végétale. *Edition Bahaeddine*, 107-133.
- **Merrouni, I. A., & Elachouri, M. (2020).** Anticancer medicinal plants used by Moroccan people: Ethnobotanical, preclinical, phytochemical and clinical evidence. *Journal of Ethnopharmacology*, 266, 113435.
- **Mescher, A. L. (2017).** Macrophages and fibroblasts during inflammation and tissue repair in models of organ regeneration. *Regeneration (Oxford, England)*, 4(2), 39–53.
- **Messaoudi, M., Rebiai, A., Sawicka, B., Atanassova, M., Ouakouak, H., Larkem, I., ... & Benchikha, N. (2021).** Effect of Extraction Methods on Polyphenols, Flavonoids, Mineral Elements, and Biological Activities of Essential Oil and Extracts of *Mentha pulegium* L. *Molecules*, 27(1), 11.
- **Metidji, N., (2017).** Contribution À L'étude Des Effets Antibactériens, Antifongique Et Antioxydant D'*ammoides Verticillata* Récoltée Dans La Région De Tlemcen. Mémoire de Master. [en ligne], consulté le 20Janvier 2022. URL :<https://www.theses->

algerie.com/3283462010164826/memoire-de-master/universite-saad-dahleb---blida/contribution-%C3%A0-l-%C3%A9tude-des-effets-antibact%C3%A9riens-antifongique-et-antioxydant-d-ammoides-verticillata-r%C3%A9colt%C3%A9e-dans-la-r%C3%A9gion-de-tlemcen

- **Meziti, H. (2018).** *Evaluation de l'effet anti-inflammatoire et antioxydant des extraits de Malva parviflora L* (Doctoral dissertation).
- **Miara, M. D., Bendif, H., Hammou, M. A., & Teixidor-Toneu, I. (2018).** Ethnobotanical survey of medicinal plants used by nomadic peoples in the Algerian steppe. *Journal of ethnopharmacology*, 219, 248-256.
- **Miara, M. D., Bendif, H., Rebbas, K., Rabah, B., Hammou, M. A., & Maggi, F. (2019).** Medicinal plants and their traditional uses in the highland region of Bordj Bou Arreridj (Northeast Algeria). *Journal of Herbal Medicine*, 16, 100262.
- **Miara, M. D., Teixidor-Toneu, I., Sahnoun, T., Bendif, H., & Hammou, M. A. (2019).** Herbal remedies and traditional knowledge of the Tuareg community in the region of Illizi (Algerian Sahara). *Journal of Arid Environments*, 167, 65-73.
- **Middleton, E.J., Kandaswami, C., & Theoharides, T.C. (2000).** The Effects of Plant Flavonoids on Mammalian Cells: Implications for Inflammation, heart disease and cancer. *Pharmacology Review*. 52(4): 673-751.
- **Miguel G., Simões M., Figueiredo A.C., Barroso J.G., Pedro L.G. & Carvalho, L. (2004).** Composition and antioxidant activities of the essential oils of *Thymus caespititius*, *Thymus camphoratus* and *Thymus mastichina*. *Food Chem.*, 86: 183-188.
- **Mills, S., & Bone, K. (2000).** *Principles and practice of phytotherapy. Modern herbal medicine.* Churchill Livingstone.
- **Mkaddem, M., Bouajila, J., Ennajar, M., Lebrihi, A., Mathieu, F., & Romdhane, M. (2009).** Chemical composition and antimicrobial and antioxidant activities of *Mentha* (*longifolia* L. and *viridis*) essential oils. *Journal of food science*, 74(7), M358-M363.
- **Mkaddem, M., Boussaid, M., & Fadhel, N. B. (2007).** Variability of volatiles in Tunisian *Mentha pulegium* L. (Lamiaceae). *Journal of Essential Oil Research*, 19(3), 211-214.
- **Mohammedi, Z. (2006).** Etude du pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelques plantes de la région de Tlemcen. *Mémoire de Magister. Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen*. 105p.
- **Mohr, K., Iüllmann, H., & Ziegler, A. (2001).** Atlas de poche de pharmacologie. Flammarion, *Médecine-Science*. 384
- **Morot-Gaudry, J. F. (2010).** Les Lignines. *Introduction, Académie d'Agriculture de France*.
- **Mossaddak, B. (1995).** Investigation du polymorphisme chimique via la caractérisation chimiotaxinomique des menthes cultivées au Maroc, Thèse de DES en sciences physiques, spécialité chimie organique, Université Mohammed V, Faculté des Sciences de Rabat.
- **Moussa, M. T. B., Hadeif, Y., Bouncer, H., Oudjehih, M., Beichi, F., Aouidane, S., & Benaldjia, H. (2020).** Enquête ethnobotanique sur *Matricaria pubescens* (DESF.) SCHULTZ (Asteraceae) auprès de la population des régions sud est d'Algérie Ethnobotanical survey on *Matricaria pubescens* (DESF.) SCHULTZ (Asteraceae) among the population of the south-eastern regions of Algeria. *Thérapeutique*, 35(88), 1-17.
- **Mrabti, H. N., Jaradat, N., Kachmar, M. R., Ed-Dra, A., Ouahbi, A., Cherrah, Y., & Faouzi, M. E. A. (2019).** Integrative herbal treatments of diabetes in Beni Mellal region of Morocco. *Journal of integrative medicine*, 17(2), 93-99.
- **Muster, D. (2005).** Médicaments de l'inflammation. *EMC-Stomatologie*, 1(1), 21-29.

• **Muthu, C., Ayyanar, M., Raja, N., & Ignacimuthu, S. (2006).** Medicinal plants used by traditional healers in Kancheepuram District of Tamil Nadu, India. *Journal of Ethnobiology and ethnomedicine*, 2(1), 1-10.

-N-

• **Nasab, F. K., & Khosravi, A. R. (2014).** Ethnobotanical study of medicinal plants of Sirjan in Kerman Province, Iran. *Journal of ethnopharmacology*, 154(1), 190-197.

• **National Committee. Clinical Laboratory Standards. (1999).** Performance standards for antimicrobial disc susceptibility test. Approved Standard. NCCLS Publication M2-A5, Villanova, PA, USA.

• **Navarro-Alarcon, M., & Lopez-Martinez, M.C. (2000).** Essentiality of selenium in the human body: relationship with different diseases. *Science of the Total Environment*. 249(1-3): 347-71.

• **Nickavar, B., Abolhasani, F. S., Kamalinejad, M., Khani, M. R., & Mojab, F. (2006).** Free radical scavenging activity of ethanolic extracts from some Apiacean species. *Planta Medica*, 72(11), P_220.

• **Nigam, I. C., Shakum, W., & Levi, L. (1963).** Determination of trace constituents of oil of ajowan. *Perfum. Essent. Oil Rec.*, 54, 25-28.

• **Nogaret, A. S. (2011).** *La phytothérapie: se soigner par les plantes*. Editions Eyrolles.

• **Norio, K., Wikstrom, M., Salmela, K., Kyllonen, L., & Lindgren, L. (2003).** Ascorbic acid against reperfusion injury in human renal transplantation. *Transplant International*. 16: 578-583.

• **Ntalli, N. G., Ferrari, F., Giannakou, I., & Menkissoglu-Spiroudi, U. (2010).** Phytochemistry and nematocidal activity of the essential oils from 8 Greek Lamiaceae aromatic plants and 13 terpene components. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(13), 7856-7863.

-O-

• **Offenstadt, G., Boles, J.-M., Bollaert, P.-E., Jaeger, A., Saulnier, F., Wolff, M., & Zéni, F. (2009).** Réanimation médicale. *Elsevier Masson*, France.

• **Oliviero, F., Scanu, A., Zamudio-Cuevas, Y., Punzi, L., & Spinella, P. (2018).** Anti-inflammatory effects of polyphenols in arthritis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(5), 1653-1659.

• **Oraby, M. M., & El-Borollosy, A. M. (2013).** Essential oils from some Egyptian aromatic plants as an antimicrobial agent and for prevention of potato virus Y transmission by aphids. *Annals of Agricultural Sciences*, 58(1), 97-103.

• **Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2000).** Principes méthodologiques généraux pour la recherche et l'évaluation relatives à la médecine traditionnelle.

• **Organisation mondiale de la Santé (OMS). (2002).** Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2002-2005 (No. WHO/EDM/TRM/2002.1). Genève.

• **Ouahmed, H. E., Ziane, K., & Tiab, S. (2013).** Activité anti-inflammatoire et évaluation de la toxicité in vivo des extraits éthanoliques de l'écorce d'*Ulmus campestris*.

- **Ouattara, S. (2005).** Biodiversité et Plantes Médicinales & Aromatiques menacées de disparition en Afrique de l'Ouest. Training course on 'Cultivation, Post-harvesting and processing technologies of MAPs in developing countries 'Bamako, 25-29 juillet 2005, 15p
- **Ouelbani, R., Bensari, S., Mouas, T. N., & Khelifi, D. (2016).** Ethnobotanical investigations on plants used in folk medicine in the regions of Constantine and Mila (North-East of Algeria). *Journal of Ethnopharmacology*, 194, 196-218.
- **Ould El Hadj, M., Hadj-Mahammed, M., & Zabeirou, H. (2003).** Place des plantes spontanées dans la médecine traditionnelle de la région d'Ouargla (Sahara septentrional est).
- **Oumessaad, T., Abdelghani, D., & Chérifa, H. (2011).** Phytochemical study and antimicrobial activity of *Ammoides verticillata*, an Algerian endemic species. *Current Opinion in Biotechnology*, (22), S143.
- **Ourisson, G., & Nakatani, Y. (1994).** The terpenoid theory of the origin of cellular life: the evolution of terpenoids to cholesterol. *Chemistry & biology*, 1(1), 11-23.
- **Oyaizu, M. (1986).** Studies on products of browning reaction antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *The Japanese journal of nutrition and dietetics*, 44(6), 307-315.
- **Özcan, M., & Chalchat, J.C. (2004).** Aroma profile of *Thymus vulgaris* L. Growing Wild in Turkey. *Bulg. Journal of Plant Physiology*. 30 (4): 68-73.
- **Özogul, Y., El Abed, N., & Özogul, F. (2022).** Antimicrobial effect of laurel essential oil nanoemulsion on food-borne pathogens and fish spoilage bacteria. *Food Chemistry*, 368, 130831.

-P-

- **Padulosi, S., Leaman, D., & Quek, P. (2002).** Challenges and opportunities in enhancing the conservation and use of medicinal and aromatic plants. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 9(4), 243-267.
- **Pandiyan, I., Sri, S. D., Indiran, M. A., Rathinavelu, P. K., Prabakar, J., & Rajeshkumar, S. (2022).** Antioxidant, anti-inflammatory activity of *Thymus vulgaris*-mediated selenium nanoparticles: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, 25(3), 241.
- **Papazian, L., & Roch, A. (2008).** Le syndrome de détresse respiratoire aiguë. *Edition Springer*. 153 p.
- **Pascal, C., Poncet-Legrand, C., Imberty, A., Gautier, C., Sarni-Manchado, P., Cheynier, V., & Vernhet, A. (2007).** Interactions between a non glycosylated human proline-rich protein and flavan-3-ols are affected by protein concentration and polyphenol/protein ratio. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(12), 4895-4901.
- **Pathy, K. K., Flavien, N. B., Honoré, B. K., Vanhove, W., & Van Damme, P. (2021).** Ethnobotanical characterization of medicinal plants used in Kisantu and Mbanza-Ngungu territories, Kongo-Central Province in DR Congo. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 17(1), 1-15.
- **Pavia, D. L., Lampman, G. M., & Kriz, G. S. (1976).** Introduction to organic laboratory techniques: a contemporary approach (pp. 434-442). Philadelphia: Saunders.
- **Pelikan W. 2003.** L'homme et les plantes médicinales. Tome 2. *Triades paris*. 284 p.
- **Pellerin, P. (2001).** Extraction par le CO₂ à l'état supercritique. In *Annales des falsifications, de l'expertise chimique et toxicologique* (Vol. 93, No. 954, pp. 51-62).
- **Pelt, J. M. (1980).** *Les drogues: leur histoire, leurs effets*. Doin.

- **Pierre, M., & Lys, M. (2007).** *Secrets des plantes*. Editions Artemis.
- **Pietta, P. G. (2000).** Flavonoids as antioxidants. *Journal of natural products*, 63(7), 1035-1042.
- **Pincemail, J., Degrune, F., Voussure, S., Malherbe, C., Paquot, N., & Defraigne, J. O. (2007).** Effet d'une alimentation riche en fruits et légumes sur les taux plasmatiques en antioxydants et des marqueurs des dommages oxydatifs. *Nutrition clinique et métabolisme*, 21(2), 66-75.
- **Poisson, J. E. (2009).** Alcaloïdes. *Encyclopædia Universalis*. [en ligne], consulté le 28 juin 2022. URL : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/alcaloïdes/>
- **Poletti, A. (1988).** Fleurs et plantes médicinales. 2ème Ed. Delachaux & Niestlé S. A. Suisse. Pp: 103 et 131.
- **Politeo, O., Bektašević, M., Carey, I., Jurin, M., & Roje, M. (2018).** Phytochemical composition, antioxidant potential and cholinesterase inhibition potential of extracts from *Mentha pulegium* L. *Chemistry & biodiversity*, 15(12), e1800374.
- **Prabhu, S., Vijayakumar, S., Yabesh, J. M., Prakashbabu, R., & Murugan, R. (2021).** An ethnobotanical study of medicinal plants used in pachamalai hills of Tamil Nadu, India. *Journal of Herbal Medicine*, 25, 100400.
- **Prance, G. T., Beentje, H., Dransfield, J., & Johns, R. (2000).** The tropical flora remains undercollected. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 67-71.
- **Prieto P., Pineda M. & Aguilar M. (1999).** Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: Specific application to the determination of vitamin E. *Analytical Biochemistry*, 269(2): 337-341.
- **Prior, R.L., et Cao, G. (1999).** *In vivo* total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. *Free Radical Biology and Medicine*. 27: 1173-1181.

-Q-

- **Quezel, P. & Santa, S. (1962).** Nouvelle Flore d'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales. (Paris: CNRS).

-R-

- **Rabbani, G. H., Butler, T., Knight, J., Sanyal, S. C., & Alam, K. (1987).** Randomized controlled trial of berberine sulfate therapy for diarrhea due to enterotoxigenic *Escherichia coli* and *Vibrio cholerae*. *Journal of Infectious Diseases*, 155(5), 979-984.
- **Rahman, H., Eswaraiah, M. C., & Dutta, A. M. (2015).** In-vitro anti-inflammatory and anti-arthritic activity of *Oryza Sativa* Var. joha rice (an aromatic indigenous rice of Assam). *Am Eurasian J Agric Environ Sci*, 15(1), 115-121.
- **Rahman, I., Biswas, S. K., & Kirkham, P. A. (2006).** Regulation of inflammation and redox signaling by dietary polyphenols. *Biochemical pharmacology*, 72(11), 1439-1452.
- **Rahmat, A., Kumar, V., Fong, L.M., Endrini, S., & Sani, H.A. (2003).** Determination of total antioxidant activity in three types of local vegetables shoots and the cytotoxic effect of their ethanolic extracts against different cancer cell lines. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*.12: 308-311.
- **Rai, M., & Carpinella, M. C. (2006).** *Naturally occurring bioactive compounds*. Elsevier.
- **Ramarathnam, N., Osawa, T., Ochi, H., & Kawakishi, S. (1995).** The contribution of plant

food antioxidants to human health. *Trends Food Science and Technology*. 6: 75-82.

- **Rameau, J. C., Mansion, D., & Dumé, G. (1989).** *Flore forestière française: Plaines et collines* (No. 1). Forêt privée française.
- **Raphael, T. J., & Kuttan, G. (2003).** Immunomodulatory activity of naturally occurring monoterpenes carvone, limonene, and perillic acid. *Immunopharmacology and immunotoxicology*, 25(2), 285-294.
- **Rasooli, I., Gachkar, L., Yadegarinia, D., Bagher Rezaei, M., & Alipoor Astaneh, S. (2008).** Antibacterial and antioxidative characterisation of essential oils from *Mentha piperita* and *Mentha spicata* grown in Iran. *Acta alimentaria*, 37(1), 41-52.
- **Ravi K., Ramachandran B., & Subramanian S. 2004.** Effect of *Eugenia Jambolana* seed kernel on antioxidant defense system in streptozotocin-induced diabetes in rats. *Life Sciences*. 75: 2717–2731.
- **Regnault-Roger, C., Ribodeau, M., Hamraoui, A., Bateau, I., Blanchard, P., Gil-Munoz, M.I., & Barberan, F.T. (2004).** Polyphenolic compounds of Mediterranean *Lamiaceae* and investigation of orientational effects on *Acanthoscelides obtectus* (Say). *Journal of Stored Products Research*. 40: 395-408.
- **Reimers, E., Cusimamani, E., Rodriguez, E., Zepeda del Valle, J., Polesny, Z., & Pawera, L. (2018).** An ethnobotanical study of medicinal plants used in Zacatecas state, Mexico. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 87(2).
- **Ribeiro, R. V., Bieski, I. G. C., Balogun, S. O., & de Oliveira Martins, D. T. (2017).** Ethnobotanical study of medicinal plants used by Ribeirinhos in the North Araguaia microregion, Mato Grosso, Brazil. *Journal of ethnopharmacology*, 205, 69-102.
- **Rodriguez A., Nerin C., & Batlle R. (2008).** New cinnamon-based active paper packaging against *Rhizopus stolonifer* food spoilage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(15), 6364–6369.
- **Roghini, R., & Vijayalakshmi, K. (2018).** Phytochemical screening, quantitative analysis of flavonoids and minerals in ethanolic extract of *Citrus paradisi*. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 9(11), 4859-4864.
- **Rolland, Y. (2004).** Actualités des lipides en cosmétique. *Antioxydants naturels végétaux*. OCL.
- **Rousselet, M., & Vignaud, J. M. (2005).** Inflammation et pathologie inflammatoire. *Association française des enseignants et chercheurs en anatomie pathologie (AFECAP)*, 1-57.
- **Ruch R. J., Cheng S. J. & Klaunig J. E. (1989).** Prevention of cytotoxicity and inhibition of intercellular communication by antioxidant catechins isolated from Chinese green tea. *Carcinogen*, 10: 1003–1008
- **Rufino, A. T., Ribeiro, M., Sousa, C., Judas, F., Salgueiro, L., Cavaleiro, C., & Mendes, A. F. (2015).** Evaluation of the anti-inflammatory, anti-catabolic and pro-anabolic effects of E-caryophyllene, myrcene and limonene in a cell model of osteoarthritis. *European journal of pharmacology*, 750, 141-150.

-S-

- **Şahin, F., Güllüce, M., Daferera, D., Sökmen, A., Sökmen, M., Polissiou, M., ... & Özer, H. (2004).** Biological activities of the essential oils and methanol extract of *Origanum vulgare* ssp. *vulgare* in the Eastern Anatolia region of Turkey. *Food control*, 15(7), 549-557.
- **Sahraoui, W. (2014).** Les alcaloïdes. Laboratoire de Pharmacognosie, univ.ency-education.

- **Saker, I. (2012).** Etude phytochimique et activités biologiques d'une plante de la région de M'Sila *Mentha pulegium* L (Dissertation doctorale, Université de Mohamed Boudiaf de M'Sila).
- **Salie F., Eagles P. F. K., & Lens H. M. J. (1996).** Preliminary antimicrobial screening of four South African Asteraceae species. *Journal of Ethnopharmacology*, 52(1): 27-33.
- **Sanchez-Moreno, C. (2002).** Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *International Journal of Food Science and Technology*. 8: 121-137.
- **Sangare, M. M., Sina, H., Dougnon, J., Bayala, B., Ategbro, J. M., & Dramane, K. L. (2012).** Etude ethnobotanique des plantes hépatotropes et de l'usage traditionnel de *Gomphrena celosioides* Mart.(Amaranthaceae) au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6(6), 5008-5021.
- **Sanogo, R., Maiga, A., & Diallo, D. (2006).** activités analgésique et anti-inflammatoire des extraits de *Maytenus senegalensis*, *Stereospermum kunthianum* et *Trichilia emetica* utilisées dans le traitement traditionnel des dysménorrhées au Mali. *Pharm Med Trad Afr*, 14, 123-36.
- **Santocono M., Zurria M., Berrettini M., Fedeli D. & Falcioni G. (2006).** Influence of astaxanthin, zeaxanthin and lutein on DNA damage and repair in UVA-irradiated cells. *J. Photochem. Photobiol. B Biol.*, 85: 205–215.
- **Sarker, S. D., & Nahar, L. (2018).** An introduction to computational phytochemistry. In *Computational phytochemistry* (pp. 1-41). Elsevier.
- **Sartoratto, A., Machado, A. L. M., Delarmelina, C., Figueira, G. M., Duarte, M. C. T., & Rehder, V. L. G. (2004).** Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, 35, 275-280.
- **Savory, T. H. (1962).** Naming the living world.
- **Sayed-Ahmad, B., Talou, T., Saad, Z., Hijazi, A., & Merah, O. (2017).** The Apiaceae: Ethnomedicinal family as source for industrial uses. *Industrial crops and products*, 109, 661-671.
- **Schauenberg P., & Paris F. (1997).** Guide des plantes médicinales. Ed. Delachaux et Niestlé, Paris, 396 P.
- **Schofield, P., Mbugua, D. M., & Pell, A. N. (2001).** Analysis of condensed tannins: a review. *Animal feed science and technology*, 91(1-2), 21-40.
- **Schultes, R. E. (2012).** Medicinal Plants and the Legacy of Richard E. Schultes.
- **Sebai, M., & Boudali, M. (2012).** La phytothérapie entre la confiance et la méfiance. Mémoire professionnel.
- **Sefidkon, F., Abbasi, K., Jamzad, Z., & Ahmadi, S. (2007).** The effect of distillation methods and stage of plant growth on the essential oil content and composition of *Satureja rechingeri* Jamzad. *Food chemistry*, 100(3), 1054-1058.
- **Serhan, C. N., Ward, P. A., & Gilroy, D. W. (Eds.). (2010).** Fundamentals of inflammation. *Cambridge University Press*.
- **Shahmohamadi, R., Sariri, R., Rasa, M., & Aghamali, M. (2014).** Antioxidant activity of gilani *Mentha pulegium* during growth. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS*, 17(3), 380-387.
- **Shobana, S. & Vidhya, R. (2016).** Evaluation of in vitro hemolytic activity of different parts of *Abutilon indicum* (Linn.). *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5(5): 1182–1196
- **Shon, M.Y., Kim, T.H., & Sung, N.J. (2003).** Antioxidants and free radical scavenging

activity of *Phellinus baumii* (Phellinus of Hymenochaetaceae) extracts. *Food Chemistry*. 82: 593-597.

- **Sidali, L., Brada, M., Fauconnier, M. L., & Lognay, G. (2014).** Composition chimique et activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* du Nord d'Algérie. *PhytoChem and BioSub Journal*, 8(3).
- **Sijelmassi, A. (1991).** Les plantes médicinales du Maroc. 2e éd. *Le Fennec*, 199.
- **Sikkema J., de Bont J. A., & Poolman B. (1994).** Interactions of cyclic hydrocarbons with biological membranes. *J. Biol. Chem.*, 269 (11):8022–8.
- **Sikkema J., de Bont J. A., & Poolman B. (1995).** Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. *Microbiology Reviews*, 59(2):201-22.
- **Singh, S. & Ernst, E. (2014).** Médecines douces : info ou intox ?, Paris, Cassini, 407 p.
- **Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965).** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- **Sivropoulou, A., Kokkini, S., Lanaras, T., & Arsenakis, M. (1995).** Antimicrobial activity of mint essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(9), 2384-2388.
- **Skalli, S., Hassikou, R., & Arahou, M. (2019).** An ethnobotanical survey of medicinal plants used for diabetes treatment in Rabat, Morocco. *Heliyon*, 5(3), e01421.
- **Slimani, I., Najem, M., Belaidi, R., Bachiri, L., Bouiamrine, E. H., Nassiri, L., & Ibjibjen, J. (2016).** Étude ethnobotanique des plantes médicinales utilisées dans la région de Zerhoun-Maroc-[Ethnobotanical Survey of medicinal plants used in Zerhoun region-Morocco-]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 15(4), 846.
- **Snoussi, M., Hajlaoui, H., Noumi, E., Usai, D., Sechi, L. A., Zanetti, S., & Bakhrouf, A. (2008).** In-vitro anti-Vibrio spp. activity and chemical composition of some Tunisian aromatic plants. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 24(12), 3071-3076.
- **Snoussi, M., Noumi, E., Trabelsi, N., Flamini, G., Papetti, A., & De Feo, V. (2015).** *Mentha spicata* essential oil: chemical composition, antioxidant and antibacterial activities against planktonic and biofilm cultures of Vibrio spp. strains. *Molecules*, 20(8), 14402-14424.
- **Sofowora, A. (2010).** *Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique*. KARTHALA Editions.
- **Soković, M., Ristić, M., & Grubišić, D. (2004).** Chemical composition and antifungal activity of the essential oil from *Juniperus excelsa* berries. *Pharmaceutical Biology*, 42(4-5), 328-331.
- **Souhail, N., Sifaoui, I., Hassine, D. B., Bleton, J., Bonose, M., Moussa, F., ... & Abderrabba, M. (2017).** *Ammoides pusilla* (Apiaceae) essential oil: Activity against *Acanthamoeba castellanii* Neff. *Experimental parasitology*, 183, 99-103.
- **Spichiger, R-E., Vincetv, S., Murielle., F., & Jeanmonod, D. (2004).** Botanique systématique des plantes à fleurs. Une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des régions tempérées et tropicales. *Troisième édition revue et corrigée*.
- **Stamler, J.S., & Slivka, A. (1996).** Biological chemistry of thiols in the vasculature and in vascular-related disease. *Nutrition Review*. 54: 1-30.
- **Stehbens, W.E. (2003).** Oxidative stress, toxic hepatitis, and antioxidants with particular emphasis on zinc. *Experimental and Molecular Pathology*. 75(3): 265-76.
- **Stoyanova, A., Georgiev, E., Kula, J., & Majda, T. (2005).** Chemical composition of the essential oil of *Mentha pulegium* L. from Bulgaria. *Journal of Essential Oil Research*, 17(5), 475-476.

• **Strang, C., & Bat, C. (2006).** Larousse médical. *Ed Larousse.*

-T-

- **Tabuti, J. R., Lye, K. A., & Dhillon, S. S. (2003).** Traditional herbal drugs of Bulamogi, Uganda: plants, use and administration. *Journal of ethnopharmacology*, 88(1), 19-44.
- **Takeuchi, H., Lu, Z.G., & Fujita, T. (2004).** New monoterpene glucoside from the aerial parts of thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Bioscience, biotechnology and biochemistry*. 68 (5): 1113-1134.
- **Tamert, A. (2016).** *Labiées des monts de Tessala (wilaya de Sidi Bel abbès): histologie et phytochimie* (Doctoral dissertation).
- **Tamert, A., Latreche, A., & Aouad, L. (2017).** Criblage phytochimique et activité antimicrobienne des extraits de *Thymus serpyllum* et de *Thymus vulgaris* du mont de Tessala (Algérie occidentale). *Phytothérapie*, 15(6), 384-394.
- **Tanaka, S., Yamaura, T., Shigemoto, R., & Tabata, M. (1989).** Phytochrome-mediated production of monoterpenes in thyme seedlings. *Phytochemistry*, 28(11), 2955-2957.
- **Tanguy, M., & Begué-Simon, A. M. (2009).** Antioxydants Première partie: les antioxydants dans l'alimentation. *Médecine*, 5(6), 256-260.
- **Tchoumboungang, F., Dongmo, P. M. J., Sameza, M. L., Mbanjo, E. G. N., Fotso, G. B. T., Zollo, P. A., & Menut, C. (2009).** Larvicidal activity against *Anopheles gambiae* Giles and chemical composition of essential oils from four plants cultivated in Cameroon. *Biotechnologie, Agronomie, Societe et Environnement*, 13(1), 77-84.
- **Tefiani, C., Riazi, A., Belbachir, B., Lahmar, H., Aazza, S., Figueiredo, A. C., & Miguel, M. G. (2016).** *Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr. from Algeria: Effect of harvesting place and plant part (leaves and flowers) on the essential oils chemical composition and antioxidant activity. *Open Chemistry*, 14(1), 343-350.
- **Teixeira, J., Gaspar, A., Garrido, E.M., Garrido, J. & Borges, F. (2013).** Hydroxycinnamic Acid Antioxidants: An Electrochemical Overview. *Bio. Med. Research International*. 11 p.
- **Teixeira, B., Marques, A., Ramos, C., Batista, I., Serrano, C., Matos, O., ... & Nunes, M. L. (2012).** European pennyroyal (*Mentha pulegium*) from Portugal: Chemical composition of essential oil and antioxidant and antimicrobial properties of extracts and essential oil. *Industrial Crops and Products*, 36(1), 81-87.
- **Teixeira, M. L., Cardoso, M. D. G., Figueiredo, A. C. S., Moraes, J. C., Assis, F. A., de Andrade, J., ... & de Albuquerque, L. R. M. (2014).** Essential oils from *Lippia origanoides* Kunth. And *Mentha spicata* L.: Chemical composition, insecticidal and antioxidant activities. *American journal of plant sciences*, 2014.
- **Teixidor-Toneu, I., Martin, G. J., Ouhammou, A., Puri, R. K., & Hawkins, J. A. (2016).** An ethnomedicinal survey of a Tashelhit-speaking community in the High Atlas, Morocco. *Journal of ethnopharmacology*, 188, 96-110.
- **Tian, Y., Zeng, H., Xu, Z., Zheng, B., Lin, Y., Gan, C., & Lo, Y. M. (2012).** Ultrasonic-assisted extraction and antioxidant activity of polysaccharides recovered from white button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Carbohydrate Polymers*, 88(2), 522-529.
- **Tomi, P., Bouyanzer, A., Hammouti, B., Desjobert, J. M., Costa, J., & Paolini, J. (2011).** Chemical composition and antioxidant activity of essential oils and solvent extracts of *Ptychotis verticillata* from Morocco. *Food and chemical toxicology*, 49(2), 533-536.
- **Topalov, V., & Dimitrov, S. (1969).** Studies on the content and quality of essential oil from

some peppermint species from Bulgarian Flora. *Plant Science*. 6: 77– 83.

- **Torres-Avilez, W., Medeiros, P. M. D., & Albuquerque, U. P. (2016).** Effect of gender on the knowledge of medicinal plants: systematic review and meta-analysis. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 2016.
- **Toubal, O., Djahoudi, A., Henchiri, C., & Bouazza, M. (2012).** Phytochemical screening and antimicrobial evaluation of the aqueous extracts of *Ammoides verticillata*, an endemic species. *Journal of Life Sciences*, 6(3), 243-247.
- **Toussaint, B. (2008).** Oxygène et stress oxydants, Faculté de Médecine de Grenoble (UJF).
- **Turina A. V., Nolan M. V., Zygadlo J. A., & Perillo M. A. (2006).** Natural terpenes: self-assembly and membrane partitioning. *Biophysical Chemistry*, 122(2): 101-113.

-V-

- **Valdès, B., Rejdali, M., Achhal El Kadmiri, A., Jury, J.L., & Montserrat, J.M. (2002).** Catalogue des plantes vasculaires du nord du Maroc incluant des clés d'identification. Volume II.
- **Vanaclocha, B., & Cañigual, S. (2003).** Fitoterapia: Vademecum de Prescripción. 4th Ed. Masson. Barcelona. 1092 p.
- **Vanholme, R., Demedts, B., Morreel, K., Ralph, J., & Boerjan, W. (2010).** Lignin biosynthesis and structure. *Plant physiology*, 153(3), 895-905.
- **Véla, E., & Benhouhou, S. (2007).** Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *Comptes rendus biologiques*, 330(8), 589-605.
- **Viljoen, A. M., Demirci, B., Başer, K. H. C., Potgieter, C. J., & Edwards, T. J. (2006).** Microdistillation and essential oil chemistry—a useful tool for detecting hybridisation in *Plectranthus* (Lamiaceae). *South African Journal of Botany*, 72(1), 99-104.
- **Viuda-Martos, M., Ruiz Navajas, Y., Sánchez Zapata, E., Fernández-López, J., & Pérez-Álvarez, J. A. (2010).** Antioxidant activity of essential oils of five spice plants widely used in a Mediterranean diet. *Flavour and Fragrance Journal*, 25(1), 13-19.
- **Voeks, R. A. (2007).** Are women reservoirs of traditional plant knowledge? Gender, ethnobotany and globalization in northeast Brazil. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 28(1), 7-20.
- **Voirin, B., Bayet, C., Faure, O., & Jullien, F. (1999).** Free flavonoid aglycones as markers of parentage in *Mentha aquatica*, *M. citrata*, *M. spicata* and *M. x piperita*. *Phytochemistry*, 50(7), 1189-1193.
- **Von Gadow, A., Joubert, E., & Hansmann, C. F. (1997).** Comparison of the antioxidant activity of rooibos tea (*Aspalathus linearis*) with green, oolong and black tea. *Food chemistry*, 60(1), 73-77.
- **Von Hundelshausen, P., Agten, S. M., Eckardt, V., Blanchet, X., Schmitt, M. M., Ippel, H., Neideck, C., Bidzhekov, K., Leberzammer, J., Wichapong, K., Faussner, A., Drechsler, M., Grommes, J., van Geffen, J. P., Li, H., Ortega-Gomez, A., Megens, R. T. A., Naumann, R., Dijkgraaf, I., ... & Weber, C. (2017).** Chemokine interactome mapping enables tailored intervention in acute and chronic inflammation. *Science Translational Medicine*, 9(384).
- **Vouldoukis, I., Conti, M., & Krauss, P. (2004).** With gliadin-combined plant superoxide dimutase extracts promotes antioxidant defences and protects against oxidative stress.

Phytotherapy Research. 18: 957-962.

-W-

- **Wang, J., & Mazza, G. (2002)**. Effects of anthocyanins and other phenolic compounds on the production of tumor necrosis factor α in LPS/IFN- γ -activated RAW 264.7 macrophages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(15), 4183-4189.
- **Weather Spark**. [En ligne], consulté le 28 mai 2022. URL : <https://fr.weatherspark.com/y/42387/M%C3%A9t%C3%A9o-moyenne-%C3%A0-Relizane-Alg%C3%A9rie-tout-au-long-de-l'ann%C3%A9e#Figures-CloudCover>
- **Wichtl, M., & Anton, R. (2003)**. Plantes thérapeutiques: tradition, pratique officinale, science et thérapeutique. 2e éd, Édition Tec & Doc. *Lavoisier, Paris*.
- **Williams, G.M. (1994)**. Interventive prophylaxis of liver cancer. *European Journal of Cancer Prevention*. 3: 89-99.
- **Wirtz, S., Popp, V., Kindermann, M., Gerlach, K., Weigmann, B., Fichtner-Feigl, S., & Neurath, M. F. (2017)**. Chemically induced mouse models of acute and chronic intestinal inflammation. *Nature Protocols*, 12(7), 1295–1309.
- **Wu, Z., Tan, B., Liu, Y., Dunn, J., Martorell Guerola, P., Tortajada, M., ... & Ji, P. (2019)**. Chemical composition and antioxidant properties of essential oils from peppermint, native spearmint and scotch spearmint. *Molecules*, 24(15), 2825.

-Y-

- **Yahfoufi, N., Alsadi, N., Jambi, M., & Matar, C. (2018)**. The immunomodulatory and anti-inflammatory role of polyphenols. *Nutrients*, 10(11), 1618.
- **Yaici, K., Dahamna, S., & Toumi, M. (2020)**. Contribution to the floristic and ethnobotanic study of the most utilized medicinal plants in the Sétifian Tell (south of the Tamentout forest) east Algeria. *Mediterranean Botany*, 41(1), 55-65.
- **Yakhlef, G. (2010)**. *Etude de l'activité biologique des extraits de feuilles de Thymus vulgaris L. et Laurus nobilis L.* (Doctoral dissertation, Université de Batna 2).
- **Yakhlef, G., Laroui, S., Hambaba, L., Aberkane, M. C., & Ayachi, A. (2011)**. Évaluation de l'activité antimicrobienne de *Thymus vulgaris* et de *Laurus nobilis*, plantes utilisées en médecine traditionnelle. *Phytothérapie*, 9(4), 209-218.
- **Yakoubi, R., Megateli, S., Sadok, T. H., & Gali, L. (2021)**. Photoprotective, antioxidant, anticholinesterase activities and phenolic contents of different Algerian *Mentha pulegium* extracts. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 34, 102038.
- **Yamaura, T., Tanaka, S., & Tabata, M. (1991)**. Participation of phytochrome in the photoregulation of terpenoid synthesis in thyme seedlings. *Plant and cell physiology*, 32(5), 603-607.
- **Yasser, K., Abdallah, M., & Abdelmadjid, B. (2018)**. Étude ethnobotanique de quelques plantes médicinales dans une région hyper aride du Sud-ouest Algérien «Cas du Touat dans la wilaya d'Adrar». *Journal of Animal & Plant Sciences*, 36(2), 5844-5857.
- **Yasser, K., Abdallah, M., & Abdelmadjid, B. (2018)**. Étude ethnobotanique de quelques plantes médicinales dans une région hyper aride du Sud-ouest Algérien «Cas du Touat dans la wilaya d'Adrar». *Journal of Animal & Plant Sciences*, 36(2), 5844-5857.

- **Yebouk, C., Redouan, F. Z., Benítez, G., Bouhbal, M., Kadiri, M., Boumediana, A. I., ... & Merzouki, A. (2020).** Ethnobotanical study of medicinal plants in the Adrar Province, Mauritania. *Journal of ethnopharmacology*, 246, 112217.
- **Yoon, W. J., Lee, N. H., and Hyun, C. G. (2010).** Limonene suppresses lipopolysaccharide-induced production of nitric oxide, prostaglandin E2, and pro-inflammatory cytokines in RAW 264.7 macrophages. *Journal of oleo science*, 59(8), 415-421.
- **Yousuf, P. M. H., Noba, N. Y., Shohel, M., Bhattacharjee, R., & Das, B. K. (2013).** Analgesic, Anti-Inflammatory and Antipyretic Effect of *Mentha spicata* (Spearmint).

-X-

- **Xiang, Q., Gao, Y., & Xu, Y.H. (2007).** Capillary electrophoresis-amperometric determination of antioxidant propyl gallate and butylated hydroxyanisole in foods. *Analytical Science*. 23(6): 713-717.

-Z-

- **Zaher, A., Boufellous, M., Jaber, H., El Hartiti, H., Barrahi, M., Ouhssine, M., & Bourkhiss, B. (2018).** Ethnobotanical study of medicinal plants used in the province of Sidi Slimane (Morocco). *Journal of Biosciences and Medicines*, 6(09), 25.
- **Zaidi, S., & Dahiya, P. (2015).** In vitro antimicrobial activity, phytochemical analysis and total phenolic content of essential oil from *Mentha spicata* and *Mentha piperita*. *International Food Research Journal*, 22(6), 2440.
- **Zantar, S., El Garrouj, D., Pagán, R., Chabi, M., Laglaoui, A., Bakkali, M., & Zerrouk, M. H. (2015).** Effect of harvest time on yield, chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Thymus vulgaris* and *Mentha pulegium* essential oils. *European Journal of Medicinal Plants*, 8(2), 69-77.
- **Zargari, A. (1990).** Herbal Medicines. *Publication of Tehran University, Tehran*, pp. 14–18.
- **Zatout, F., Benarba, B., Bouazza, A., Babali, B., Bey, N. N., & Morsli, A. (2021).** Ethnobotanical investigation on medicinal plants used by local populations in Tlemcen National Park (extreme North West Algeria). *Mediterranean Botany* 42, e69396.
- **Zeggwagh, A.A., Lahlou, Y., & Bousliman, Y. (2013).** Survey of toxicological aspects of herbal medicine used by a herbalist in Fes, Morocco. *Pan Afr Med J*. 14: 125.
- **Zeinali, H., Arzani, A., Razmjoo, K., & Rezaee, M. B. (2005).** Evaluation of oil compositions of Iranian mints (*Mentha* spp.). *Journal of Essential Oil Research*, 17(2), 156-159.
- **Zenk, M. H., & Juenger, M. (2007).** Evolution and current status of the phytochemistry of nitrogenous compound. *Phytochemistry*, 68(22-24), 2757-2772.
- **Zhao, H., Dong, J., Lu J., Chen, J., Li, Y., & Shan, L. (2006).** Effect of extraction solvent mixtures on antioxidant activity evaluation and their extraction capacity and selectivity for free phenolic compounds in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(19): 7277-7286.
- **Zheng, J., Chen, G. T., Gao, H. Y., Wu, B., & Wu, L. J. (2007).** Two new lignans from *Mentha spicata* L. *Journal of Asian natural products research*, 9(5), 431-435.
- **Zheng, W., & Wang, S. Y. (2001).** Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 49(11), 5165-5170.

- **Ziyyat, A., Legssyer, A., Mekhfi, H., Dassouli, A., Serhrouchni, M., & Benjelloun, W. (1997).** Phytotherapy of hypertension and diabetes in oriental Morocco. *Journal of ethnopharmacology*, 58(1), 45-54.
- **Znini, M., Bouklah, M., Majidi, L., Kharchouf, S., Aouniti, A., Bouyanzer, A., & Al-Deyab, S. S. (2011).** Chemical composition and inhibitory effect of *Mentha spicata* essential oil on the corrosion of steel in molar hydrochloric acid. *Int. J. Electrochem. Sci*, 6(3), 691-704.
- **Zomaa, A. (2019).** *Mentha spicata* L. [En ligne], consulté le 22 avril 2022. URL : <https://www.facebook.com/oliveoil55/posts/pfbid0Pzw62gUW2rDHyxYekuCvKxg6R7DvVbti6dNEx17oXTJB4FGMgiJBscccc5wsFB6pl>

Annexes

Annexe 1

Tableau: liste des zones et sous zones homogènes

Zone	Sous-zone	Superficie ha	Typologie	
			%	
Djebel Mekhalia et Bel Hcel montagne de l'Ouarsenis Relizane	Djebel Mekhalia et Bel Hcel	14 298	3	Agricole
	montagne de l'Ouarsenis Relizane	83 990	1	Forestière
Mont de Beni Chougrane Relizane	Mont de Beni Chougrane Relizane	21 915	4	Agricole
	Mont du Dahra sud de Relizane	50 758	1	Agricole
Piémont Ouarsenis Relizane	Djebel Bou Barhiet-Garet et Amra	79 087	1	Agricole /forestière
	Ouarsenis sud et Djebel Abdia	85 744	1	Agricole
			8	
Plaine du Bas Chelif et hautes vallées de La Mina	Plaine du Bas Chelif et hautes vallées de La Mina	151 305	3	Agricole
			1	
Total		487 097	1	0
			0	0

Source: résultat de la planification des cartes forestières BNEDER, 2008

Annexe 2

Tableau : répartition des types d'occupation du sol par sous zone homogène à Relizane

Sous zone	Terres agricoles				Terres forestières								Terres de parcours		Autres occupations			Total
	C	C+E	C+P	ARB	F	FInc	M	Mar(CL)	Mar(EUC)	Mar(PA)	Reb	Reb/DRS	P	P+E	Seb Ben Zian	Seb MTAT cheraga	URB	
Djebel Bou Barhiaet	28181	5466	25531		2303		9176		61		5094	65	2940				174	79087
Djebel Mekhalia et Bel Hacel	9607		1560	610			2091			53			377					14298
Montagne Ouarsenis Relizane	5672	1479	18774		11938	4020	13666	483	5764	3946	150	18015					83	83990
Monts de Beni Chougrane Relizane	1886	5766	11057				84				596		503	1161	847		15	21915
Monts du Dahra Sud	25297		17395		295		295				233		7402				136	21915
Ouarsenis sud et Djebel et Djebel Abdia	36876		39178		295							245	7005		1964		450	85744
Plaines du Bas chelif et hautes vallée de la Mina	101809	626	29885	7990									5458	939		1963	2487	151305
Total	209329	13337	143380	8600	14562	4020	25017	483	61	5817	9869	460	41700	2100	2906	1693	418	487097
%	77				12								9		2			100

Source : BNEDER, 2008

Annexe 2 (la suite)

C : culture

C+E : culture sur terres érodées

ARB : arboriculture

Pe : plan d'eau

Urb : urbain

C+P : culture associées aux parcours

Seb : sebkha

P : parcours

P+E : parcours sur terres érodées

Reb : reboisement

Reb/DRS : reboisement sur DRS

M : maquis

Mar (CL) : maquis arboré de chêne liège

Mar(EUC) : maquis arboré d'Eucalyptus

Mar(PA) : maquis arboré de pin d'Alep

Finc : forêt incendie

F : forêt

Annexe 3

**Questionnaire
Plantes médicinales et phytothérapie**

Numéro de fiche :
Date :
Localité :
Plante concernée :

Informateur

Age : <20/ 20-30/ 30-40/ 40-50/ 50-60/ >60
Situation familiale : Marié(e)/ Célibataire
Sexe : Homme/ Femme
Niveau académique : Analphabète/ Primaire/ Secondaire/ Universitaire
Source d'information : Herboriste/ Villageois/ Citadin/ Guérisseur

Matériels végétaux

Nom vernaculaire :.....
Nom scientifique :.....
Plante seule/Association possible (de plantes) :
.....
Usage de la plante : Thérapeutique/Cosmétique/Autres
Partie utilisée : Tige/ Fleurs/ Fruits/ Graine/ Partie aérienne/Écorce / Tubercules/ Rhizome/
Bulbe/ Feuilles/ Plante entière/ Racine/Autres combinaisons
.....
Mode de préparation : Déconction/ Infusion/ Macération/ Poudre/ Cataplasme/ Inhalation/
Vapeur/ Jus/ Huile essentielle/ Brute
Mode d'administration : Oral/ Topique/ Vapeur/ Externe/ Nasal

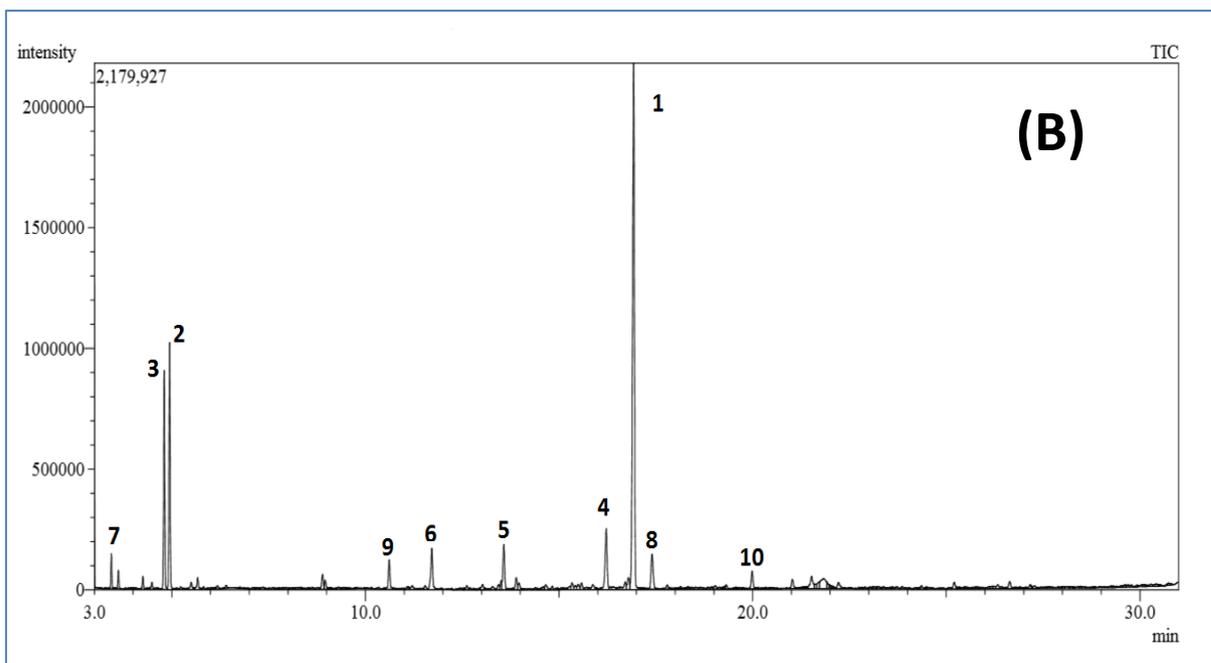
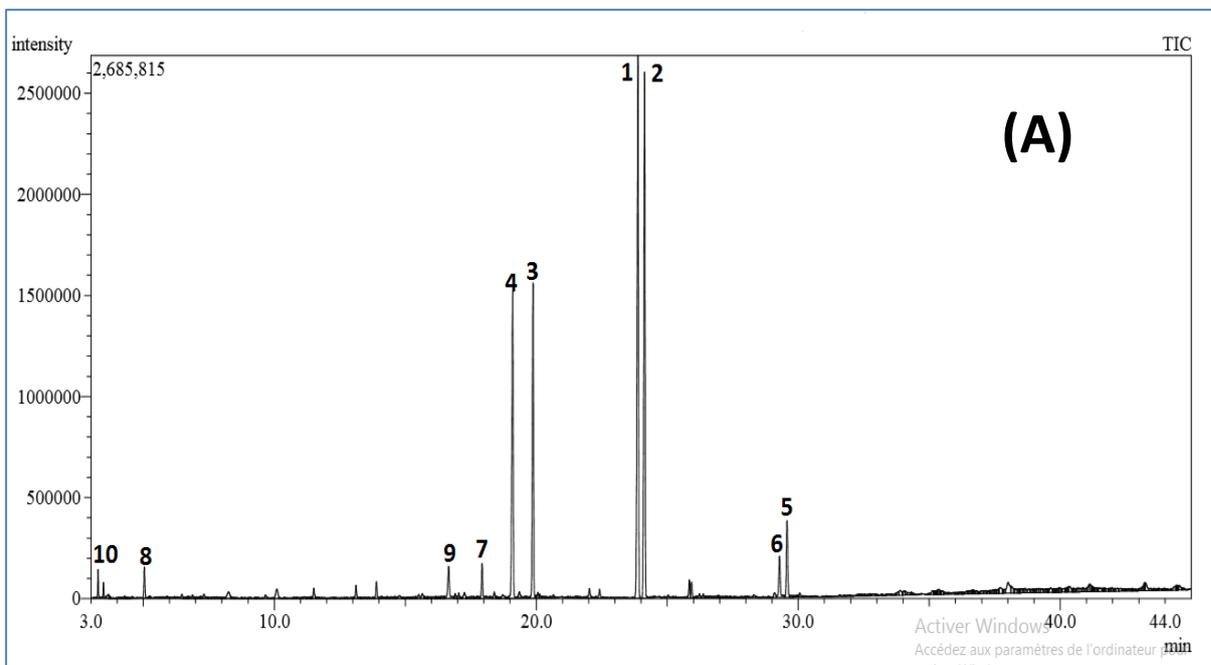
Utilisation

Type de maladie :
Affections métaboliques/ Affections digestives/ Affections ostéo-articulaires/ Affections
génito-urinaires/ Affections respiratoires/ Affections dermatologiques/ Affections
neurologiques/ Cancer
Affections cardio-vasculaires
Propriétés des Plantes :
Antiseptique/Calmante/ Tonique / Carminative/ Cholagogue/ Duéritique / Astringente/
Purgative/ Analgésique/ Autres

Annexe 4

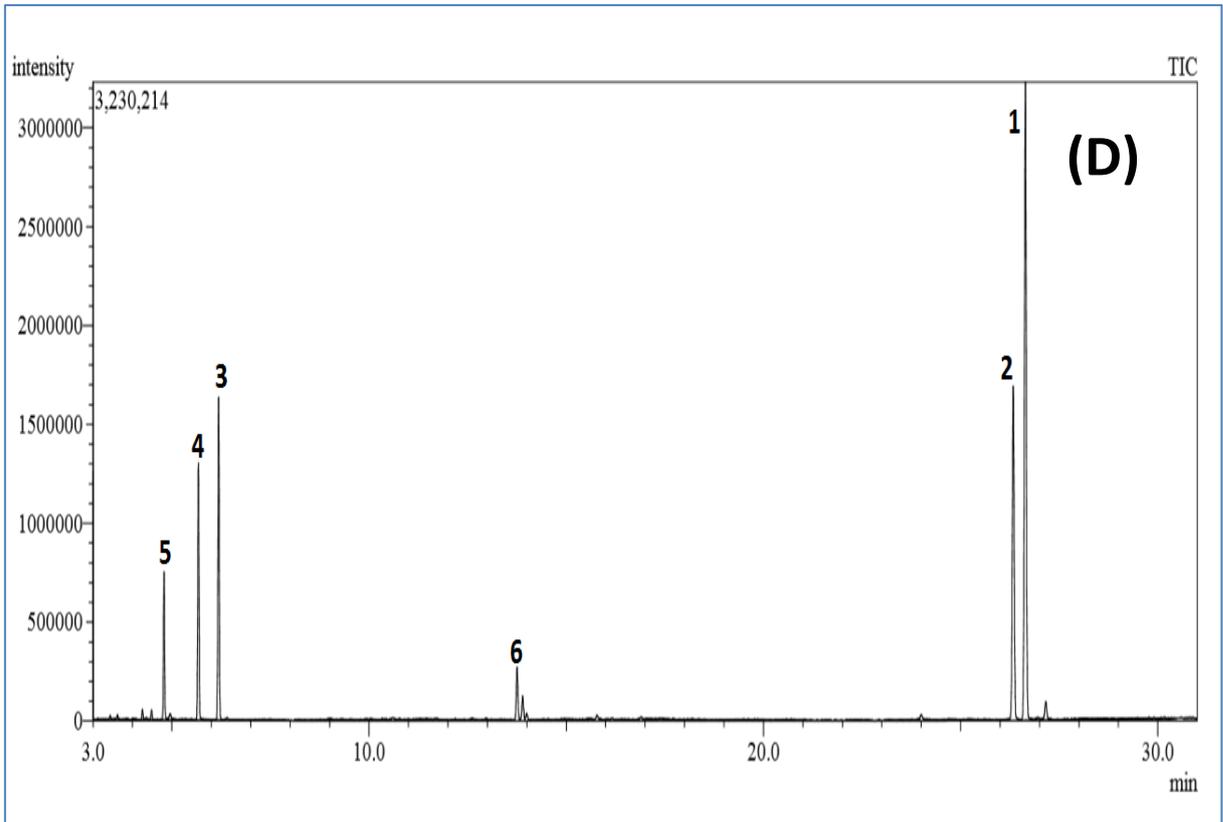
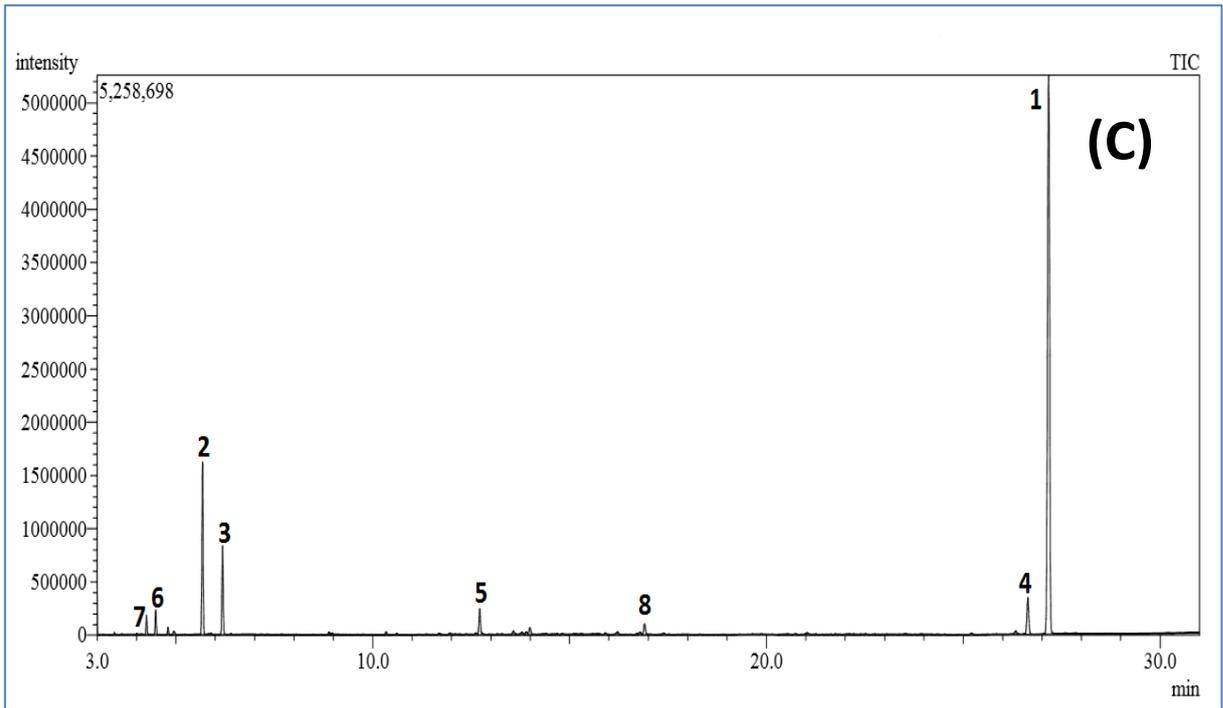
Chromatogramme des huiles essentielles de la partie aérienne des plantes étudiées

(A): *Mentha pulegium* L., (B): *Mentha spicata* L., (C): *Thymus vulgaris* L., (D): *Ammoides pusilla* (Brot.) Breistr.



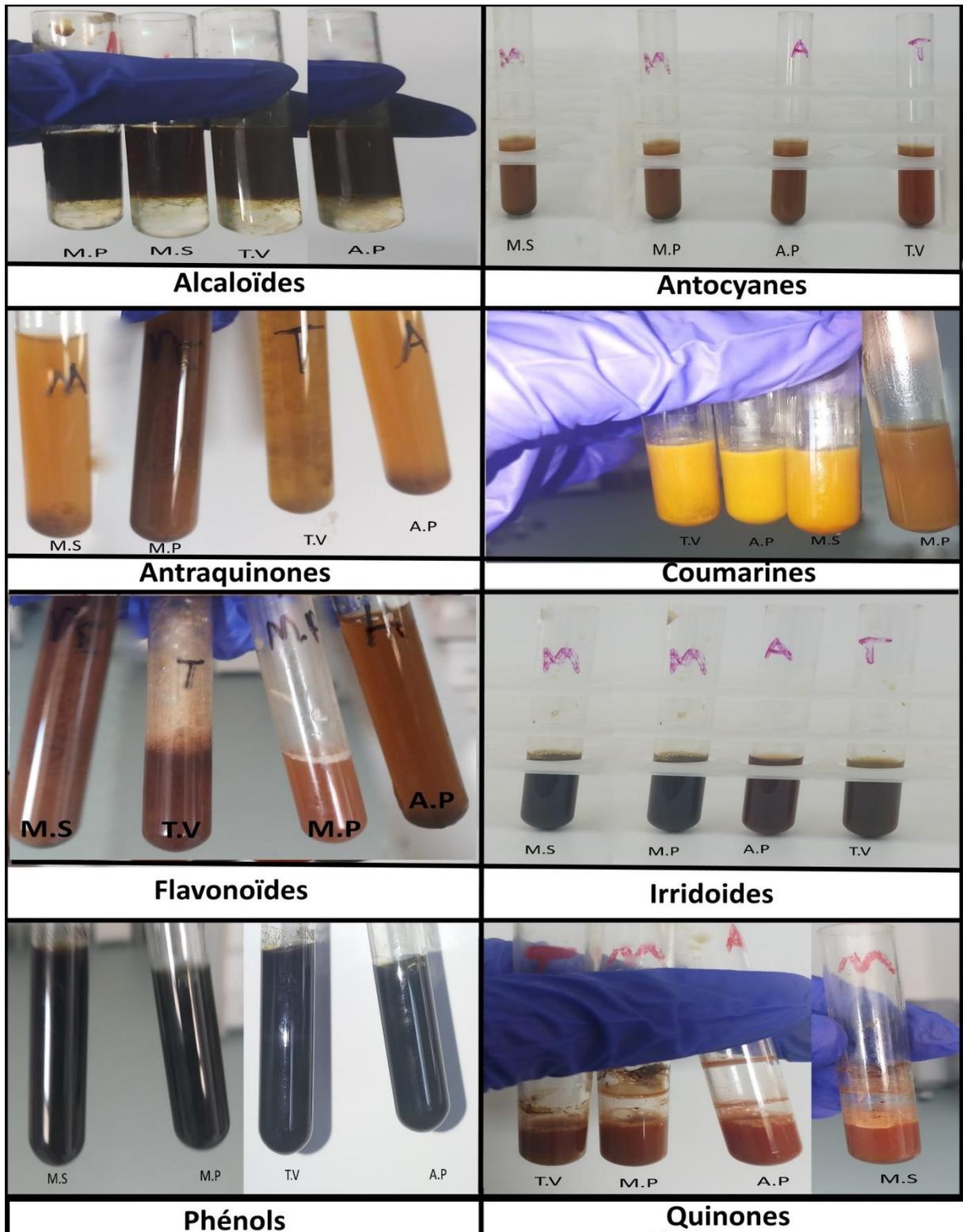


Annexe 4 (la suite)

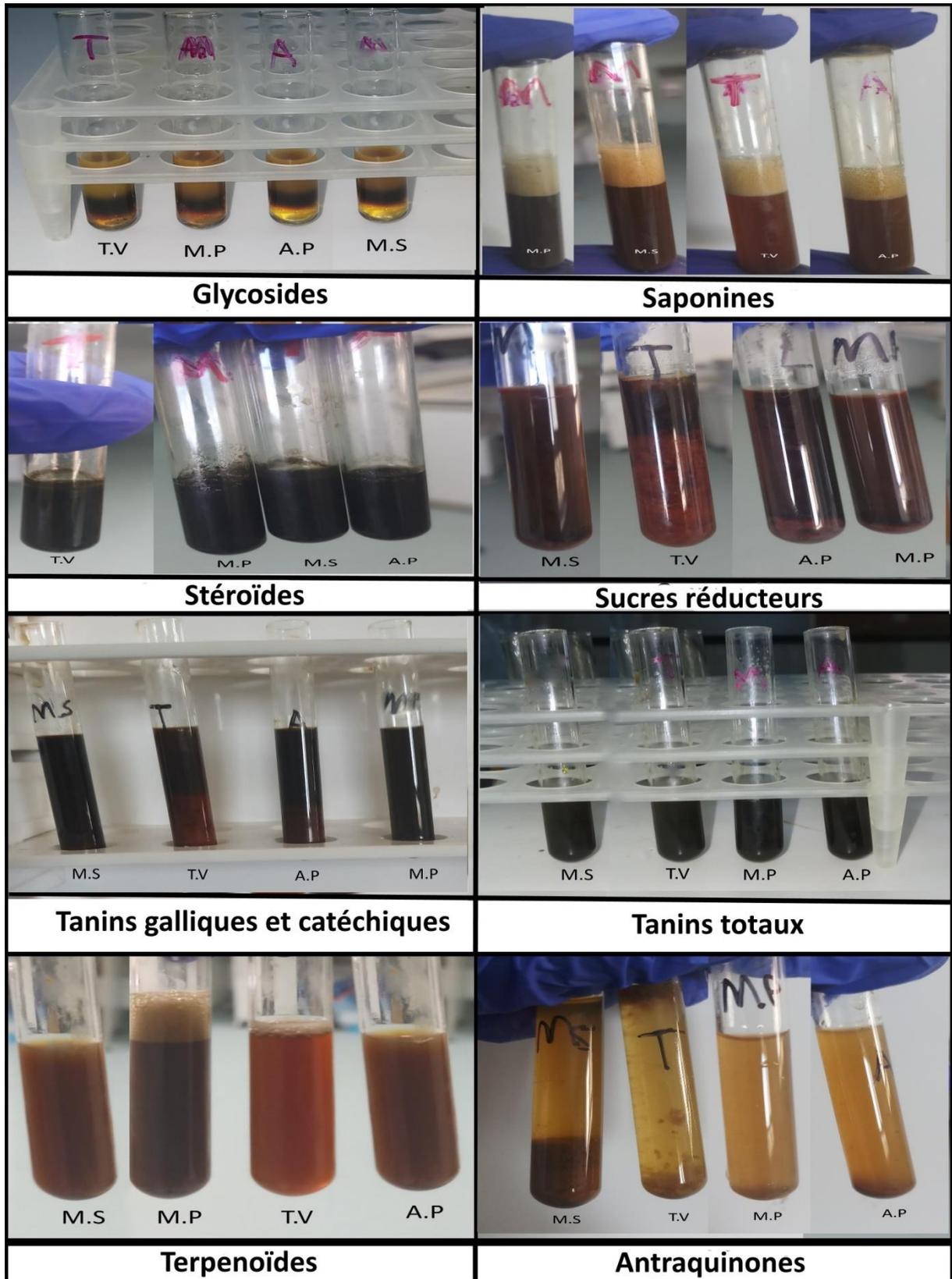


Annexe 5

Photos montrant le screening phytochimique de quelques composés de la partie aérienne des plantes étudiées

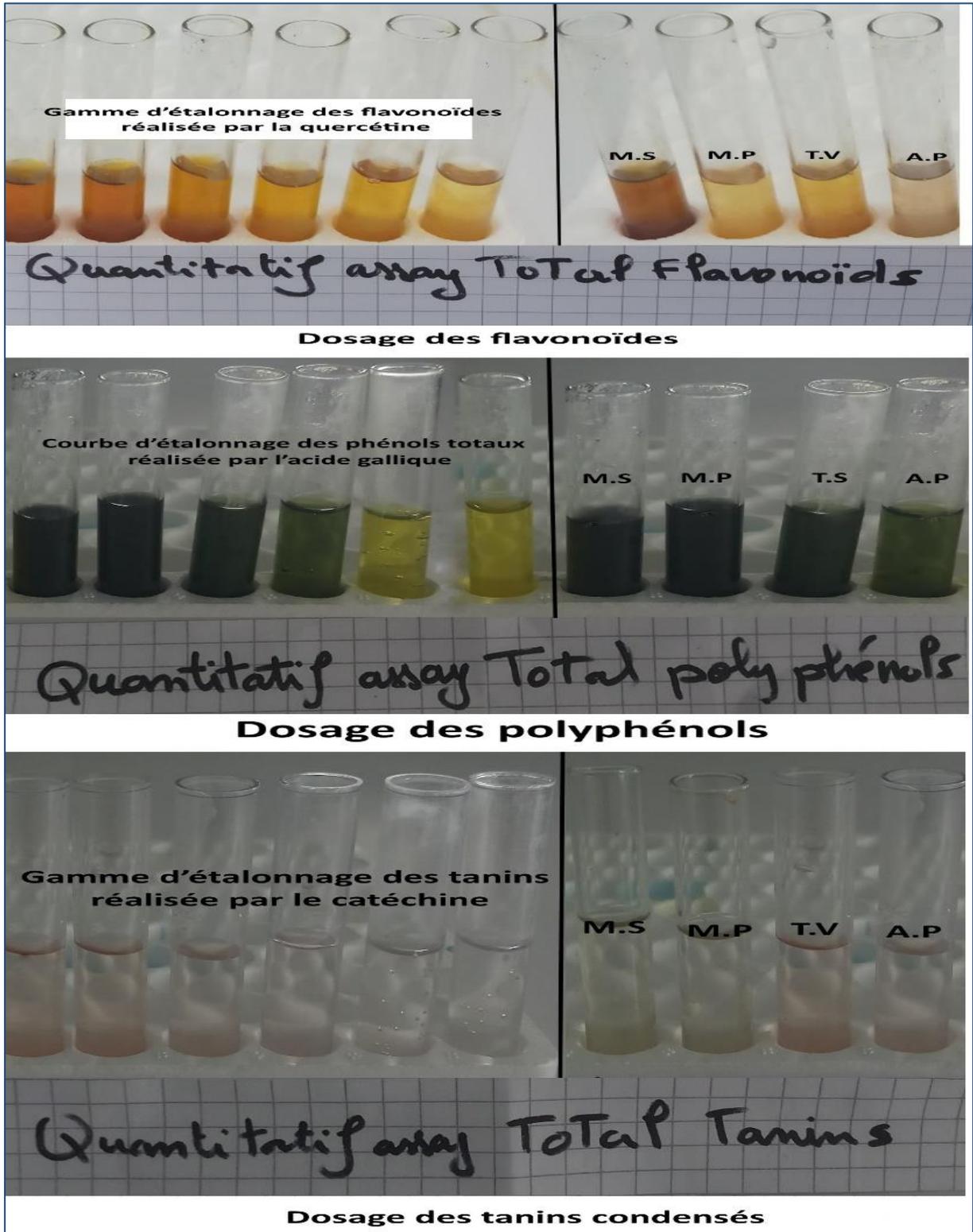


Annexe 5 (la suite)



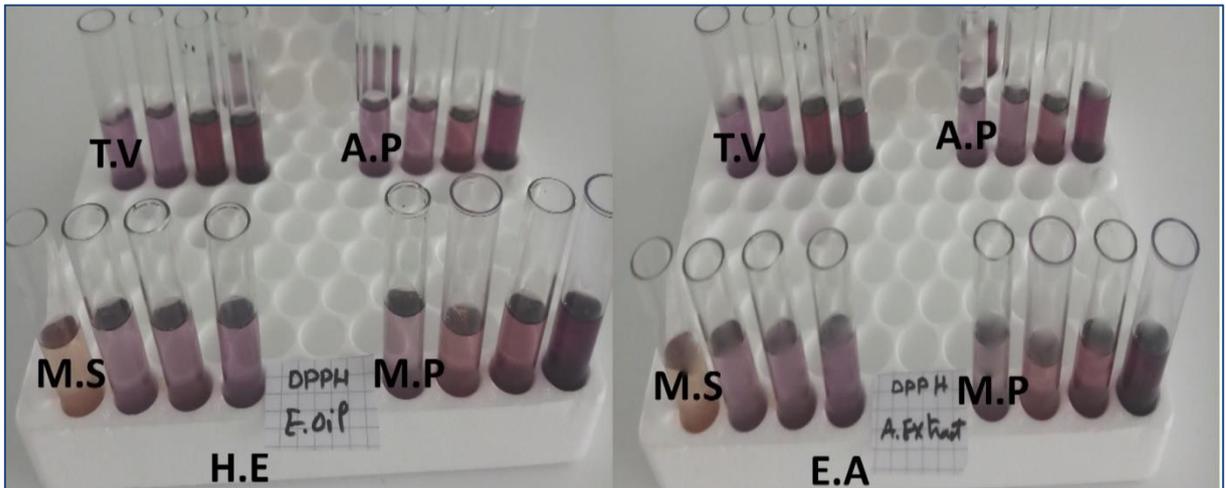
Annexe 6

Photos montrant les résultats de l'analyse quantitative de la partie aérienne des plantes étudiées

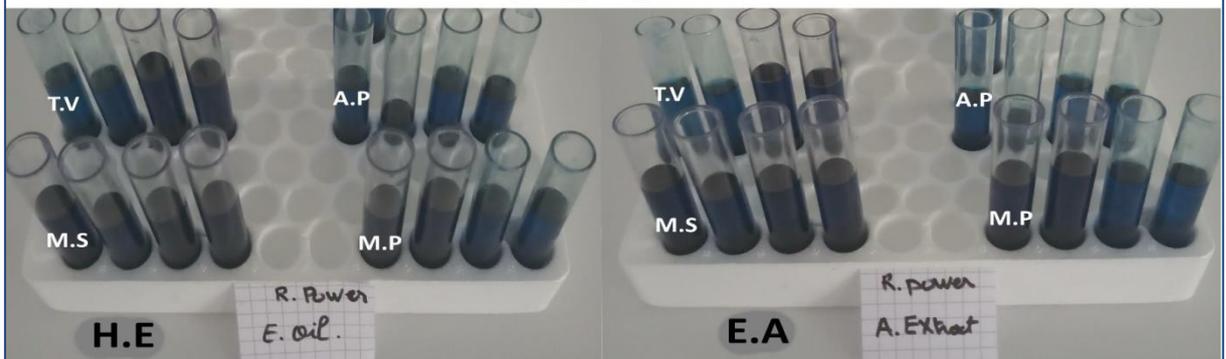


Annexe 7

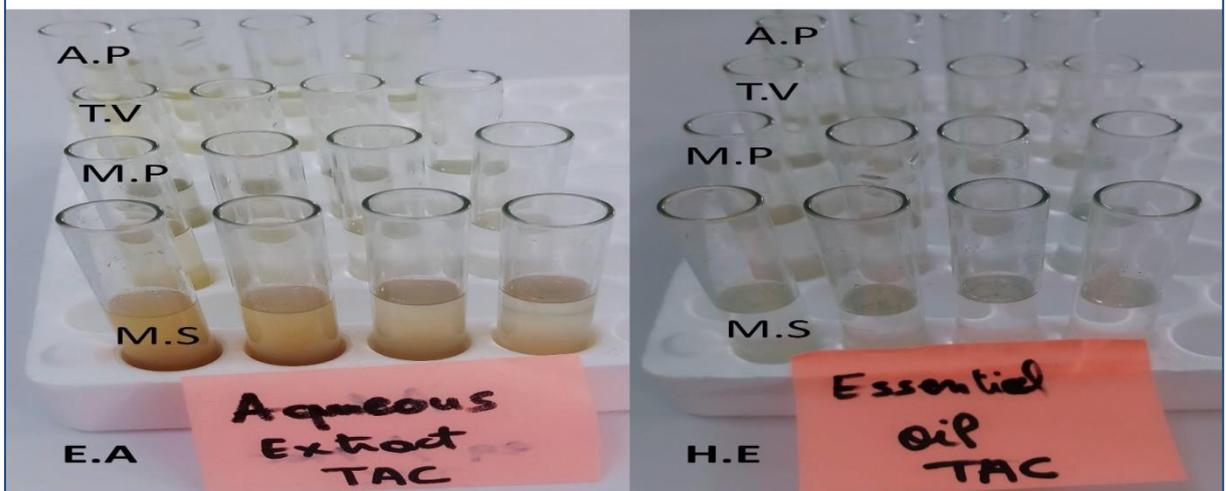
Photos montrant les résultats des activités anti-oxydantes de la partie aérienne des plantes étudiées



Activité de piégeage du radical DPPH



Pouvoir réducteur du fer



Capacité anti-oxydante totale (TAC)

Travaux scientifiques

Travaux scientifiques

Communications nationales :

- Hadj ali Hayat, Souidi Zahira et Benarba Bachir. Etude phytochimique et évaluation des activités anti-oxydantes et antibactériennes de *Thymus vulgaris* L.. 1^{er} séminaire national sur les substances naturelles, Biotechnologie et innovation (SNBI, 2021). Université de Sidi Belabbas, Algérie. 26-27 octobre 2021.

Communications internationales :

- Hadj ali Hayat, Souidi Zahira et Benarba Bachir. Biodiversité et valeur des plantes médicinales utilisées en thérapeutique dans la région de Zemmora (Relizane-Algérie). In the Sixth MGIBR International Workshop of Aromatic, Medicinal and condiment plants Virtues and development prospects. Université de Telemcen, Algérie. 21-22 December 2020.
- Hadj ali Hayat, Souidi Zahira et Benarba Bachir. Etude floristique et ethnobotanique de la flore médicinale et aromatique d'une localité dans la région de Relizane, Algérie : role et caractéristique. The third international symposium medicinal plants and materials (MPM 2020). Université de Tebessa, Algérie. 25-27 février 2020.

