



جامعة العربي التبسي - تبسة
Université Larbi Tébessi - Tébessa

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la
recherche scientifique

Université Larbi Tébessi – Tébessa



كلية العلوم الدقيقة وعلوم الطبيعة والبيئة
FACULTÉ DES SCIENCES EXACTES
ET DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'étude

Département : Sciences de la matière

Filière : Chimie

Option : Chimie organique

**ETUDE DES ACTIVITES
ANTIOXYDANTES DES EXTRAITS
DE LA PLANTE *TEUCRIUM
POLIUM.L***

Présenté par :

Mellouk Nouara

Tatar Imene

Devant les membres du jury :

Kalla Ali	MCA	U.Larbi Tébessi	Président
Haouam Chahrazed	MAA	U.Larbi Tébessi	Encadreur
Mansouri Elkhader	MCB	U.Larbi Tébessi	Examineur

Date de soutenance : le 23/06/2021

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Résumé

Teucrium polium.L est une espèce de la flore algérienne spontanée, elle est aussi une plante médicinale aromatique appartenant à la famille des lamiacées, largement utilisée en médecine traditionnelle dans de nombreuses pathologies.

L'objectif de ce travail est de mener une recherche des composés chimiques contenus dans la plante étudiée, par l'examen phytochimique. Ces tests sont basés sur la colorimétrie, la précipitation, la fluorescence, etc.

Les extraits utilisés pour les tests seront obtenus par ébullition à reflux, pendant une heure de 50g de la matière végétale dans 300 ml de solvant, suivie d'une filtration du mélange (extrait aqueux, extrait éthanolique, extrait étherique).

Une extraction a été accompli au niveau des feuilles pour extraire les polyphénols, nous avons utilisé des solvants de différente polarité (éther de pétrole, dichlorométhane, acétate d'éthyle, n-butanol) pour extraire le maximum de ces composés et en laisser les sécher.

L'étude de l'activité antioxydante a été testée par deux méthodes : la mesure de la capacité de piégeage du radical libre DPPH et la mesure du pouvoir réducteur du fer en utilisant l'acide ascorbique comme standard pour les deux méthodes. Les résultats ont montré une activité antioxydante de l'extrait d'acétate d'éthyle largement plus importante (plus grande) que celles des autres extraits pour l'espèce. La capacité antioxydante des extraits étudiés est classé dans l'ordre décroissant suivant : Acétate d'éthyle > n-Butanol > aqueux > dichlorométhane.

Finalement, les hydrolats (hydrolat des feuilles 4h, hydrolat des feuilles 6h, hydrolat des racines 4h) n'ont pas une activité antioxydante remarquable, d'après les résultats obtenus, sauf L'hydrolat des racines 6h qui a une capacité antioxydante importante.

Mots clés : *Teucrium polium.L*, Polyphénols, Activité antioxydante, DPPH, IC50.

المخلص

Teucrium polium.L هو نوع من النباتات الجزائرية العفوية؛ أيضا عبارة عن نبات طبي عطري ينتمي إلى عائلة *lamiaceae* وتستخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي للعديد من الامراض الهدف من هذا العمل هو إجراء بحث عن المركبات الكيميائية الموجودة في النبات المدروس، عن طريق الفحص الكيميائي النباتي، وتعتمد هذه الاختبارات على قياس الألوان، الترسيب، الدراسة الضوئية للمستخلصات المستخدمة في الاختبارات.

يتم الحصول عليها عن طريق الغليان، لمدة ساعة، 50 غرام من المادة النباتية في 300 مل من المذيب، يتبعاً ترشيح الخليط (مستخلص مائي، مستخلص ايثانولي، مستخلص ايثر) تم إجراء استخلاص على مستوى الاوراق لاستخراج البوليفينول، استخدمنا مذيبات ذات قطبية مختلفة (ايثر البترول، ثنائي كلور الميثان، بيوتانول ، ethyl-acetate) لاستخراج أكبر قدر ممكن من هذه المركبات مع تركهم لكي يجفوا.

تم اختبار دراسة النشاط المضاد للأكسدة بطريقتين: قياس قدرة كسح الجذور الحرة DPPH وقياس القدرة المرجعة للحديد بواسطة استخدام حمض الاسكوربيك كمعيار لكننا الطريقتين.

وأظهرت النتائج أن نشاط مضاد الاكسدة ethyl acetate أكبر بكثير من المستخلصات الاخرى وتصنف مضادات الاكسدة من المستخلصات المدروسة بالترتيب التنازلي التالي: اسيتات الايثيل ، بيوتانول ،مائي، ثنائي كلور الميثان، وأخيرا الهيدروولات (محلول مائي من الأوراق لمدة 4 ساعات، محلول مائي من الأوراق لمدة 6 ساعات، محلول مائي من الجذور لمدة 4 ساعات، محلول مائي من الجذور لمدة 6 ساعات) ليس لها نشاط مضاد للأكسدة حسب النتائج التي تم الحصول عليها.

لكن القدرة المعتبرة المضادة للأكسدة المحلول المائي للجذور لمدة 6 ساعات تم تقييمها.

الكلمات الدالة: *Teucrium polium.L*, Polyphénols, Activité antioxydante, DPPH, IC50

ABSTRACT

Teucrium Polium L is a species of the spontaneous Algerian flora. In addition,

It is a medicinal plant Aromatic belonging to the family of lamiaceae, widely used in traditional medicine for many pathologies.

The objective of this work is to conduct a search for chemical compound contained in the plant studied, by phytochemical examination. These tests are based on colorimetry, precipitation, fluorescence, etc.

The extracts used for the tests will be obtained by boiling at reflux, for one hour of 50g of the plant material in 300ml of solvent, followed by a filtration of the mixture (aqueous extract, ethanolic extract, etheric extract).

Extraction has been completed at the leaves to extract poly-phenols, we used solvents of different polarity (petroleum ether, dichloro-methane, ethyl acetate, n-butanol) to extract the maximum of these compounds and let them dry.

The study of the antioxidant activity has been tested by two methods: the measurement of the trapping capacity of the free radical DPPH and the measurement of the reducing power of the iron using ascorbic acid as standard for both methods.

The results showed an antioxidant activity of acetate extract is very important (the biggest) than other extracts. The antioxidant capacity of the studied extracts is classified in the following decreasing order: ethyl acetate > N-butanol > aqueous > dichloromethane

Finally, the hydrolats (hydrolats of leaves 4h and 6h, hydrolate of the roots 4h) do not have an antioxidant activity, according to the results obtained. Except hydrolative of 6H roots, that has an important antioxidant capacity.

Key words: *Teucrium polium.L*, Polyphenol, Antioxidant activity, DPPH, IC50.

Remerciement

Nous tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant de m'avoir donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre plus grand remerciement à nos Très chers parents pour leur soutien moral et leurs encouragements.

Nous tenons à témoigner de notre profonde gratitude et remerciements notre encadreur M^{me} Haouam Ch, qui m'a honorée de sa confiance en acceptant la direction de ce mémoire et a fait preuve de patience à mon égard, pour son aide précieuse qu'elle nous a fournis, ses conseils et ses orientations objectifs pendant notre travail. Je tiens à la saluer pour sa disponibilité, sa générosité et son ouverture d'esprit qui ont su me laisser une large marge de liberté pour mener à bien ce travail.

Nous exprimons notre estime et nos vifs remerciements aux honorables membres de jury pour avoir accepté d'examiner et juger ce modeste travail.

A tous nos collègues et à tous les étudiants de la 2^{ème} année master chimie organique, promotion 2021.

Enfin, nos remerciements sont présentés à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, ainsi qu'à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à notre formation.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail Aux êtres les plus chers :

Mes très chers Parents pour l'amour inconditionnel qui m'accompagnent depuis toujours, pour le soutien dans mes choix, les tendres encouragements et les grands sacrifices que vous m'avez apporté durant ces années de formation.

Merci pour votre présence, que Dieu vous garde pour moi.

Je dédie ce modeste travail également

A mon cher neveu Ahmed Racim

A mes frères

A mes sœurs

A tous ceux qui m'aiment

A tous ceux que j'aime... A tous mes amies.... A tous mes camarades de promotion pour ces années passées ensemble, dans les meilleurs moments comme dans les pires. Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.

A tout ceux ou celles qui ont croisé mon chemin.

Nouara.



Dédicace

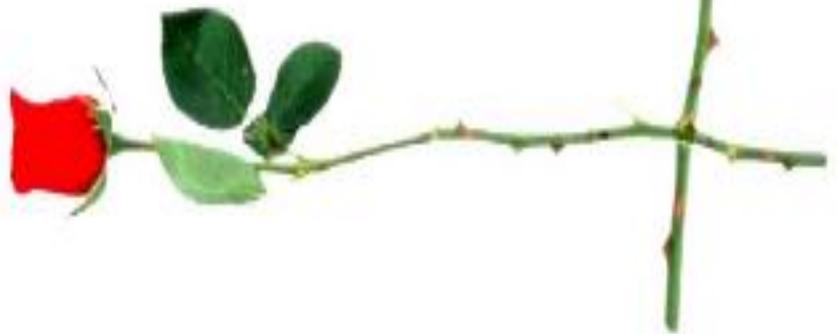
Je voudrais dédier ce travail :

À mes chères parentes qui m'a toujours aidé et soutenue par ses prières durant
tout mon cycle d'étude,

À mes chères sœurs. À tous mes amis et mes collègues d'études.

Je tiens également à remercier tous mes amis et mes collègues qui m'ont aidé.

Imene.



Liste des abréviations

MeOH : Méthanol.

DPPH : 2,2- Diphényle-1-icrylhydrazyle.

CCM : chromatographie sur couche mince.

Rf : Rapport frontal.

R : Rendement.

ERO : Espèces réactifs oxygénés.

ERN : Espèces réactives azotées.

ARP : Pouvoir anti- radicalaire.

UV : Ultraviolet.

HE : Huile essentielle.

(V/V) : Volume par volume.

IC50 : Concentration inhibitrice.

(I%) : Pouvoir d'inhibition.

(%) : Pourcentage

TBHQ : Tributyl-hydro-quinone.

BHA : Butyl-hydroxy-anisole.

mg : Milligramme

mL : Millilitre

DCM : Dichloro-méthane.

A.E : Acétate d'éthyle.

NB : n-butanol.

AQ : Aqueux.

HF4h : Hydrolat des feuilles (4h).

HF6h : Hydrolat des feuilles (6h).

HR4h : Hydrolat des racines (4h).

HR6h : Hydrolat des racines (6h).

LISTE DES ABREVIATIONS

[K₃Fe(CN)₆] : Ferricyanure de potassium.

TP : *Tocrium Polium*.

Abs1 : Absorbance du contrôle.

Abs2 : Absorbance de l'extrait.

nm : Nanomètre

μL: Microlitre

FRAP : Ferric Reducing Antioxydant Power

Liste des schémas

N	Titre	Page
1	Des équations sur les antioxydants primaires	33
2	Les étapes de fractionnement des polyphénols de <i>Polium Teucrium</i> <i>L</i>	61
3	Principe de piégeage des radicaux libres de DPPH	64

Liste des figures

N	Titre	Page
1	Structure de Phénol	08
2	Structure de Flavonoïde	08
3	Quelques exemples de flavonoïdes	09
4	Structure des tanins	10
5	Structure des Anthocyanes	10
6	Structure de base de coumarine	11
7	Structure de Saponine	11
8	Structure des Anthraquinones	12
9	Exemple d'un polysaccharide	12
10	Quelques exemples des lamiacées	14
11	Montage d'entraînement à la vapeur d'eau	19
12	Montage d'extraction par Hydro distillation	20
13	Montage d'extraction au CO2 supercritique	21
14	Montage d'extraction assisté par micro-ondes	22
15	Le montage de Soxhlet	23
16	Expression mécanique à froid	23
17	Structure chimique de quelques constituants des huiles essentielles	24
18	Structure du tocophérol	31
19	Structure de la β - carotène	31
20	Les systèmes de défense contre les radicaux libres	33
21	Répartition géographique de la famille des Lamiacées dans le Monde entier	41
22	Distribution de <i>Teucrium Polium</i> l en Afrique	43
23	Aspect morphologique de <i>Teucrium polium</i> L	44
24	La situation géographique de la zone récolte	55
25	Montage de l'extraction par Clevenger	58
26	Préparation d'extrait brut de <i>Teucrium Polium</i> L	61
27	Révélation des activités antioxydants des extraits et des hydrolats (racines, feuilles)	73
28	Pouvoir réducteur de l'extrait dichlorométhane	73
29	Pouvoir réducteur de l'extrait d'acétate d'éthyle	74
30	41 : Pouvoir réducteur de l'extrait n-butanol	75

LISTE DES FIGURES

31	Pouvoir réducteur de l'extrait aqueux	75
32	Variation du pourcentage d'inhibition de DPPH de quatre extraits.	76
33	Histogramme d'IC 50% des extraits phénoliques	76
34	Secteurs d'ARP des extraits phénoliques	77
35	Histogramme des pourcentages d'inhibition des radicaux libres DPPH des extraits phénoliques	77
36	L'absorbance de l'hydrolat des feuilles (4h)	78
37	Figure l'absorbance de l'hydrolat des feuilles (6h)	78
38	L'absorbance de l'hydrolat des racines (4h)	79
39	L'absorbance de l'hydrolat des racines (6h)	80
40	Variation des pourcentages d'inhibition des radicaux libres DPPH des hydrolats	80
41	Histogramme des pourcentages d'inhibition des radicaux libres DPPH des hydrolats	81
42	Pouvoir réducteur des extraits et de l'acide ascorbique	81

Liste des tableaux

N	Titre	Page
1	Exemple des plantes médicinales	13
2	L'utilisation thérapeutique des huiles essentielles	27
3	Les avantages et les inconvénients des différentes méthodes d'extraction	28
4	Principaux antioxydants enzymatiques	29
5	Principaux systèmes antioxydants non enzymatiques endogènes	29
6	Principaux systèmes antioxydants non enzymatiques exogènes	30
7	Les principaux antioxydants synthétiques	30
8	Principaux types d'espèces réactives oxygénées	34
9	Position systématique de <i>Teucrium polium</i>	42
10	Composition phytochimique de <i>Teucrium Polium L</i>	47
11	Résultat des tests phytochimiques effectués sur les extraits de feuilles	67
12	Résultat des tests phytochimiques effectués sur les extraits de racines	69
13	Rendement des extraits phénoliques	72
14	Résultat de l'activité antioxydant de l'extrait de dichlorométhane	73
15	Résultat de l'activité antioxydant de l'extrait d'acétate d'éthyle	74
16	Résultat de l'activité antioxydant de l'extrait n-butanol	74
17	Résultat de l'activité antioxydant de l'extrait aqueux	75
18	Résultat de l'activité antioxydant d'hydrolat des feuilles (4h)	77
19	Résultat de l'activité antioxydant d'hydrolat des feuilles (6h)	78
20	Résultat de l'activité antioxydant d'hydrolat des racines (4h)	79
21	Résultat de l'activité antioxydant d'hydrolat des racines (6h)	79

Table des matières

Liste des Abréviations	
Liste des Figures	
Liste des Tableaux	
Liste des Schémas	
Introduction Générale	01
CHAPITRE I : Les plantes médicinales	
I. Les plantes médicinales	05
I.1.Généralité	05
I.2.Quelques définitions	05
I.2.1.Plante médicinale	05
I.2.2.Médicament à base de plantes	06
I.3.Les grandes familles de plantes aromatiques	07
I.4.Eléments actifs des plantes médicinales	07
I.5.Exemple des plantes médicinales	13
CHAPITRE II : Les huiles essentielles et l'activité antioxydant	
II. Les huiles essentielles et l'activité antioxydant	18
II.1.Les huiles essentielles	18
II.1.1.Historique	18
II.1.2.Définition des huiles essentielles	19
II.1.3.Méthodes d'extraction des huiles essentielles	19
II.1.3.1.Entrainement à la vapeur	19
II.1.3.2.Hydro-distillation	20
II.1.3.3.Extraction au CO2 supercritique	20
II.1.3.4.Extraction par micro-ondes	21
II.1.3.5.Extraction par solvants organiques volatils (soxhlet)	22
II.1.3.6.Expression mécanique à froid	23
II.1.3.7.L'enfleurage	23
II.1.4.Composition chimique des huiles essentielles	24
II.1.4.1.Terpènes et terpénoïdes	25

TABLE DES MATIERES

II.1.4.2.Composés aromatiques	25
II.1.4.3.Composés d'origine diverse	25
II.1.5.Localisation des huiles essentielles dans la plante	25
II.1.6.Conservation des huiles essentielles	26
II.1.7.Effet thérapeutique des huiles	26
II.1.8.Les avantages et les inconvénients des techniques d'extractions des huiles essentielles	28
II.1.9. Définition d'hydrolat ou de l'eau florale	28
II.2.Généralités sur les activités antioxydants	28
II.2.1.Définition	28
II.2.2.Les différents types d'antioxydants	29
II.2.2.1.Les antioxydants enzymatiques	29
II.2.2.2.Les antioxydants non enzymatiques	29
II.2.3.Les antioxydants des lipides alimentaires	30
II.2.3.1.Les antioxydants de synthèse	30
II.2.3.2.Les antioxydants naturels	31
II.2.2.3.Les antioxydants et l'alimentation	32
II.2.2.4.Les différents classes d'antioxydants	32
II.2.2.5.Radical libre	33
II.2.2.6.Stress oxydatif	33
II.2.2.7.Les espèces réactives oxygénées	34
CHAPITRE III : La Famille des lamiacées et Teucrium polium.L	
III. La Famille des lamiacées et Teucrium polium.L	40
III.1.Famille des lamiacées	40
III.1.1.Présentation	40
III.1.2.Distribution géographique des lamiacées	40
III.1.2.1.En monde	40
III.1.2.2.En Algérie	41
III.1.3.L'importance de la famille des lamiacées	41
III.2.Teucrium Polium.L	42
III.2.1.Présentation de la plante	42
III.2.1.1.Nom du la plante	42

TABLE DES MATIERES

III.2.2.Habitat et répartition géographique	42
III.2.3.Description de la plante	43
III.2.4.Les sous espèces de <i>Teucrium polium.L</i>	44
III.2.5.Utilisations en médecine traditionnelle	44
III.2.6.Données pharmacologiques	45
III.2.7.Effets anticancéreux	46
III.2.8.Données toxicologiques	46
III.2.9.Composition phytochimique	47
CHAPITRE IV : Matériels et Méthodes	
I.1.Matériel végétal	55
II. Screening phytochimique	55
II.1.Macération à l'eau distillée	56
II.1.1.Recherche d'amidon	56
II.1.2.Recherche des saponosides	56
II.1.3.Recherche des tanins galliques	56
II.1.4.Recherche des anthocyanes	56
II.2.Macération à l'éthanol	56
II.2.1.Recherche des flavonoïdes	56
II.2.2.Recherche des tanins catéchiques	56
II.2.3.Recherche des composés réducteurs	57
II.2.4.Recherche des coumarines	57
II.2.5.Recherche des stérols et stéroïdes	57
II.3.Macération à l'acide sulfurique (H ₂ SO ₄)	57
II.3.1.Recherche des alcaloïdes	57
II.3.2.Recherche d'hétérosides	57
III. Extraction sélectives	58
III.1.Extraction des huiles essentielles de « <i>Teucrium polium.L</i> »	58
III.2.Extraction des hydrolats de « <i>Teucrium polium.L</i> »	58
III.2.Calcul du rendement	59
III.2.1.Extraction des poly- phénols	59
IV. Détermination de l'activité antioxydant	62

TABLE DES MATIERES

IV.1.Réduction du fer par la méthode FRAP	62
IV.1.1.Principe	62
IV.1.2.Procédure expérimentale	62
IV.2.Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazil)	62
IV.2.1.Méthode spectroscopique	62
IV.2.1.1.Mode opératoire	63
IV.2.2.Révélation par CCM	64
CHAPITRE V : Résultats et Discussion	
V.1. Révélation phytochimiques	66
V .2. Rendement des extractions	71
V .2.1. Rendement de l'huile essentielle de Teucrium polium.L	71
V .2.2. Rendement des extraits phénoliques	71
V .3. Résultats des activités antioxydants	71
V .3.1.Piégeage du radical libre DPPH	71
V .3.1.1. Révélation par CCM	71
V .3.1.2. Les résultats de l'activité antioxydant des extraits phénoliques des feuilles	72
V .3.1.3. Les résultats de l'activité antioxydant des hydrolats des feuilles	76
V .3.1.4. Les résultats de l'activité antioxydant des hydrolats des racines	78
V .4. Réduction de fer(FRAP)	80

Introduction Générale

Dans les temps anciens, les populations humaines utilisent les éléments de leur environnement, en particulier les plantes. De nos jours encore et malgré les progrès spectaculaires accomplis dans les domaines scientifiques, une bonne partie de la population mondiale, jusqu'à 80% dans les pays en voie de développement, ont recours aux plantes pour se soigner [1].

Dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que les plantes aromatiques et médicinales ont toujours occupées une place importante en médecine, dans la composition des parfums. On utilise ces plantes pour l'extraction de l'huile essentielle, soit comme Arôme dans l'industrie agroalimentaire [2].

Quand on parle de la richesse naturelle des plantes médicinales en Afrique, on mentionne particulièrement notre pays l'Algérie [3].

L'Algérie, par sa situation géographique elle contient un grand nombre de plantes aromatiques qui poussent dans la zone de la méditerranée aussi les lamiacées qui sont riches en huiles volatiles.

L'espèce que nous avons étudiée est : ***Teucrium polium* L**

«Khayatta ou Djaâda, Gattaba» est une plante médicinale qui relève à la famille des lamiacées. Cette plante est connue en phytothérapie traditionnelle par sa richesse en produits du métabolisme secondaire et particulièrement en huiles essentielles et polyphénols [4].

Dans cette optique nous avons proposé un travail ayant pour objectif général : l'étude des activités antioxydantes des extraits de la plante *Teucrium Polium* L.

Pour cela, notre étude a été réalisée en cinq chapitres :

- Dans le premier chapitre nous avons exposé une étude bibliographique qui comporte les plantes médicinales (définition, les éléments actifs, quelques exemples des plantes médicinales..)
- Dans le deuxième chapitre nous avons exposé les huiles essentielles et l'activité antioxydante, la première partie parle sur huiles essentielles, leurs répartitions botaniques, les différentes méthodes d'extraction, leurs compositions chimiques. La deuxième partie porte sur l'activité antioxydante (définition, les classes et les types).
- Le troisième chapitre comporte des informations sur la famille des lamiacées, et des notions sur la plante de *Teucrium Polium* L.
- Le quatrième chapitre concerne la partie expérimentale de notre travail, ou on a décrit la méthode d'extraction des hydrolats (à cause du rendement des huiles presque nul dans notre recherche) et des extraits, l'étude de leur activité antioxydante par le

INTRODUCTION GENERALE

piégeage du radical DPPH, méthode de FRAP.

- Une discussion des résultats obtenus lors cette étude est établie au dernier chapitre.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

[1] R.S.Mamadou, et al. Etude phytochimique, activités antiradicalaire, antibactérienne et antifongique d'extraits de *Sebastiania chamaelea* (L.) Müll. Arg. Journal de la Société OuestAfricaine de Chimie, 2014. 37 : p. 10-17.

[2] Y.KONKO, Caractérisation chimique des huiles essentielles de différentes provenances de *Thymus satureioides* C. & B. dans le Sud-Ouest Marocain et évaluation de leur potentiel bioinsecticide contre *Varroa destructor* Anderson & Trueman (Arachnida: Acari: Varroidae) dans le Gharb. Thèse de Doctorat, Ecole Nationale ForestIre, 2014 ;

[3] S.BENHAMED, F.TABAI, Séparation et détermination structurale et métabolite econdaire d'une plante algérienne-activité biologique, activité anticorrosion. Mémoire, Université Kasdi Merbah-Ouargla, Algérie, 2017

[4] HAMMOUDI.R, Activités biologiques de quelques métabolites secondaires extraits de que lques plantes médicinales du Sahara méridional algérien, Thèse de Doctorat, UniversitéKASDI Merbah, Ouargla ,2015.

CHAPITRE I

LES PLANTES MEDICINALES



I. Les plantes médicinales :

I.1.Généralité :

Les plantes médicinales étaient et sont encore utilisées comme remèdes pour se soigner surtout dans les pays en voies de développements, des remèdes retrouvés dans la nature et pas chers et qui, avec le progrès de la chimie et de la pharmacologie, servent aujourd'hui à l'industrie pharmaceutique d'exemples pour la synthèse des médicaments non seulement lorsque les constituants des plantes sont utilisés directement comme agents thérapeutiques, mais aussi de sources pour l'invention de nouvelles molécules. Le nombre total de plantes utilisées par l'industrie pharmaceutique, cosmétique et agroalimentaire reste très difficile à estimer [1].

I.2. Quelques définitions :

De nos jours, la phytothérapie est définie comme l'utilisation des plantes médicinales et des médicaments à base de plantes à des fins thérapeutiques ou préventives. Il faut donc aujourd'hui distinguer l'utilisation des plantes médicinales, définies par la Pharmacopée européenne de celle des médicaments à base de plantes définis par l'Organisation Mondiale de la Santé [2].

I.2.1. Plante médicinale :

Il existe plusieurs définitions pour parler d'une plante médicinale mais, pour faire simple, ce terme désigne une plante ou une partie d'une plante possédant des propriétés médicamenteuses par l'action synergique de ses composés actifs sans avoir des effets nocifs aux doses recommandées.

En France, selon la circulaire N° 346 du code de la santé publique (CSP) du 2 juillet 1979, une plante médicinale est définie comme « une plante présentant des propriétés médicamenteuses, sans avoir ni ne pouvant avoir aucune utilisation alimentaire, condimentaire et hygiénique » [3].

Mais cette définition exclue que les plantes peuvent aussi être utilisée pour leurs propriétés condimentaires et alimentaires comme le cas du clou de girofle. La pharmacopée française X^{ème} édition donne une définition plus précise de plantes médicinale est ou en admettant leur usage comme produits condimentaires, alimentaires ou hygiéniques « Sont des drogues végétales dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses » [4].

Ces différentes plantes sont classées selon les deux listes suivantes :

-La liste A « plantes médicinales utilisées traditionnellement » composée de 365 plantes [5].

- La liste B « plantes médicinales utilisées traditionnellement en l'état ou sous forme de préparation dont les effets indésirables potentiels sont supérieurs aux bénéfices thérapeutiques attendus ». Composée de 123 plantes [5].

Ces tableaux sont mis à jour, ceci permet d'ajouter ou de retirer des plantes en fonction des recherches scientifiques et de la réglementation [6].

Selon la pharmacopée britannique 2013 « Les plantes médicinales sont principalement des plantes entières, fragmentées ou brisées, des algues, des champignons ou des lichens, non transformés, généralement sous forme séchées mais parfois fraîches. Certains exsudats qui n'ont pas fait l'objet d'un traitement spécifique sont également considérés comme des plantes médicinales. Les médicaments à base de plantes sont précisément définis par le nom scientifique botanique selon le système binominal (genre, espèce variété et auteur » [7].

L'approche scientifique des plantes médicinales, avec les études pharmacologiques et toxicologiques, a permis de décrypter leur composition chimique, de mettre en évidence les effets thérapeutiques ou encore de déterminer les doses thérapeutiques ou toxiques de certaines plantes [8].

A la différence d'un médicament chimique dont l'action est ciblée par la molécule de synthèse sur un site récepteur, les propriétés thérapeutiques d'une plante médicinale viennent de l'action synergique de l'ensemble de ses différents éléments. Mais aussi de récentes études pharmacologiques ont montré la reconnaissance spécifique des récepteurs naturels du cerveau de certaines molécules naturelles végétales tels les récepteurs cannabiniques [9, 10, 11].

L'action de la phytothérapie dépend donc de la composition de la plante, et celle-ci commande l'utilisation de la plante entière « totem » plutôt que les principes actifs isolés [11].

I.2.2. Médicament à base de plantes :

Ce sont des médicaments dont les principes actifs sont exclusivement des drogues végétales et /ou des préparations à base de drogue(s) végétale(s).

Les composants à effets thérapeutiques connus sont des substances ou des groupes de substances, définis chimiquement, dont la contribution à l'effet thérapeutique d'une drogue végétale ou d'une préparation est connue.

Les traceurs sont les composants d'une drogue végétale, définis chimiquement et importants pour la réalisation des contrôles.

I.3. Les grandes familles de plantes aromatiques :

Les espèces aromatiques sont retrouvées en grande majorité chez les végétaux supérieurs et dans un nombre limité de familles :

- *Les Lamiacées* : thym, lavande, sauge, menthe, romarin, origan, marjolaine, sarriette...
- *Les Myrtacées* : eucalyptus, giroflier...
- *Les Rutacées* : citron, orange, bergamote...
- *Les Cupressacées* : cyprès, genévrier...
- *Les Pinacées* : sapin, pin, cèdre...
- *Les Apiacées* : coriandre, fenouil, anis, carvi...
- *Les Astéracées* : camomille romaine, matricaire, armoise, estragon, hélichryse, absinthe...
- *Les Lauracées* : laurier noble, cannelle de Ceylan, bois de rose camphrier, ravintsara...
- *Les Géraniacées* : géranium bourbon et géranium rosat...
- *Les Myrtacées* : eucalyptus, giroflier, myrte, niaouli, melaleuca (tea tree) ...
- Plus rarement, les *Poacées* (citronnelle de Java, palmarosa, lemon-grass), les *Éricacées* (Gaulthérie), les *Annonacées* (ylang-ylang), *Zingiberacées* (gingembre) [12,13].

I.4. Eléments actifs des plantes médicinales :

Ce n'est que récemment que les éléments actifs à l'origine des actions thérapeutiques des plantes ont été isolés et étudiés. Parmi ces composés, l'homme utilise dans son arsenal thérapeutique principalement des hétérosides, des alcaloïdes, des huiles essentielles et des tanins. Les végétaux nous fournissent aussi des Vitamines, des oligoéléments et des antibiotiques [14].

Phénol :

Il existe une très grande variété de phénols, de composés simples comme l'acide salicylique, molécule donnant par synthèse l'aspirine, à des substances plus complexes comme les composés phénoliques auxquels sont rattachés les glucosides.

Les phénols sont anti inflammatoires et antiseptiques [15].

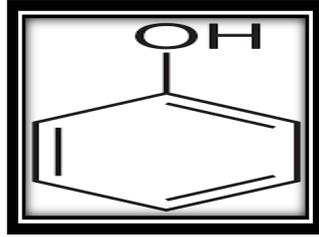


Figure 1 : Structure de Phénol

Flavonoïdes :

Les flavonoïdes, présents dans la plupart des plantes, sont des pigments poly- phénoliques qui contribuent à colorer les fleurs et les fruits en jaune ou en blanc. Ils sont un important champ d'action et possèdent de nombreuses vertus médicinales.

Certains flavonoïdes ont aussi des propriétés anti-inflammatoires et antivirales et des effets protecteurs sur le foie [15].

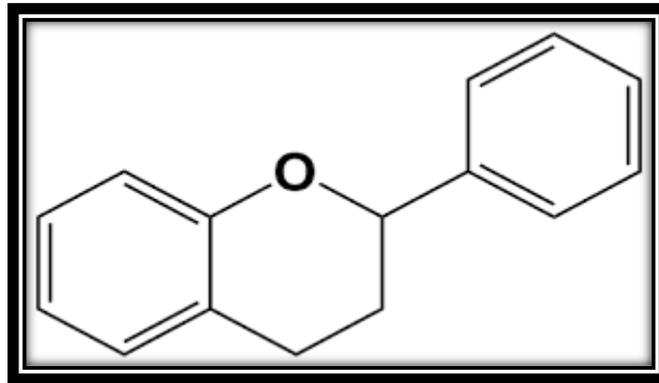


Figure 2: structure de Flavonoïde

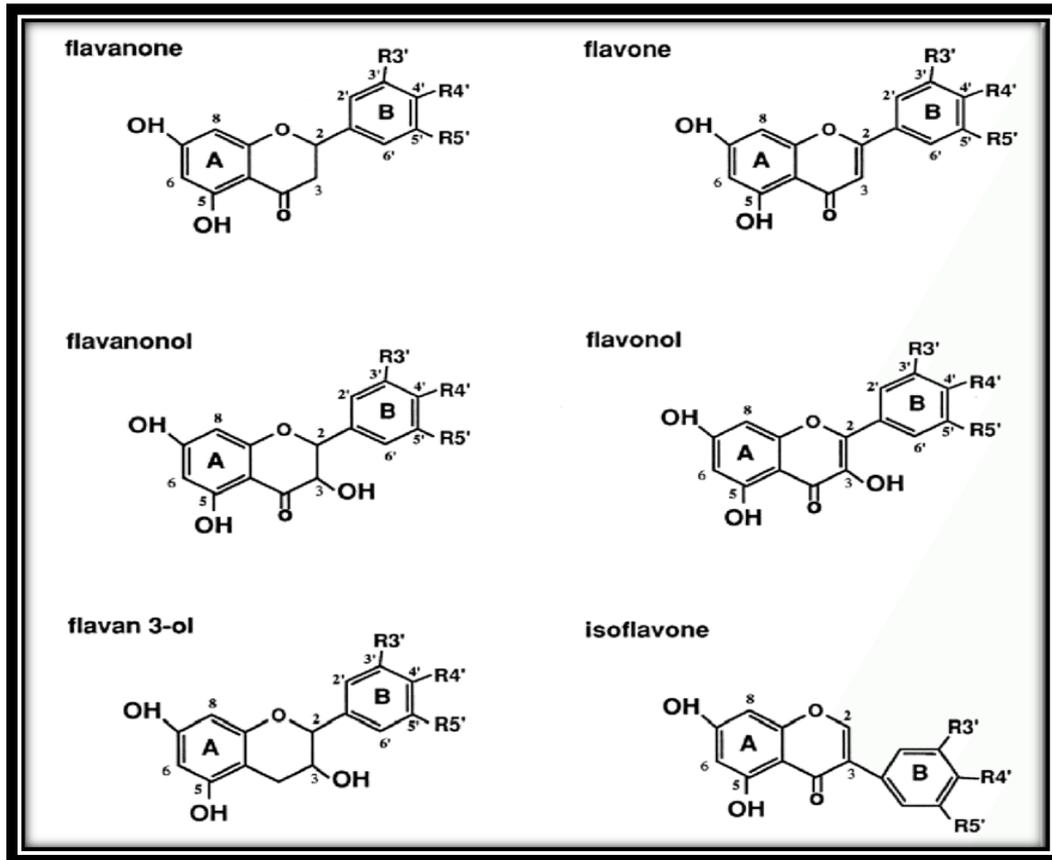


Figure 3 : Quelques exemples de flavonoïdes

Tanins :

Toutes les plantes contiennent des tanins à un degré plus ou moins élevé [15], les tanins sont des substances poly-phénoliques de structures variées ayant en commun la propriété de tanner la peau c'est –à-dire de la rendre imputrescible.

Ces substances ont en effet la propriété de se combiner aux protéines, ce qui explique leur pouvoir tannant [14]. Ils permettent de stopper les hémorragies et déluter contre les infections. Les plantes riches en tanins sont utilisées pour rendre les tissus souples comme dans le cas des veines variqueuses, pour drainer les sécrétions excessives comme dans la diarrhée et pour réparer les tissus en dommages par un eczéma ou une brûlure [15].

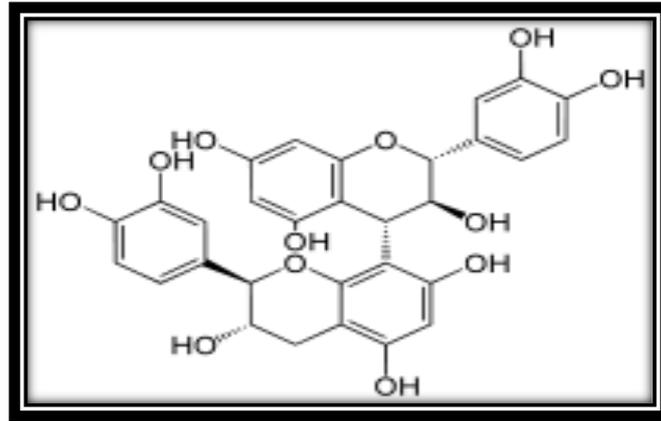


Figure 4 : Structure des tanins

Anthocyanes :

Les anthocyanes sont des substances à propriété vitaminiques P, Elles diminuent la perméabilité des capillaires et augmentent leur résistance, elles sont préconisées dans le traitement de certaines maladies vasculaires : fragilité capillaire, insuffisance veineuse et symptomatologie hémorroïde [14].

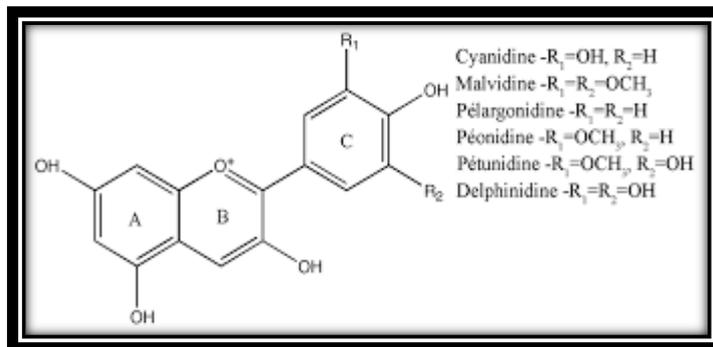


Figure 5 : structure des Anthocyanes

Coumarines :

Les coumarines se trouvent dans de nombreuses espèces végétales et possèdent des propriétés très diverses. Les coumarines du marronnier contribuent à fluidifier le sang alors que les furanocoumarines contenu dans le céleri soignent les affections cutanées [15].

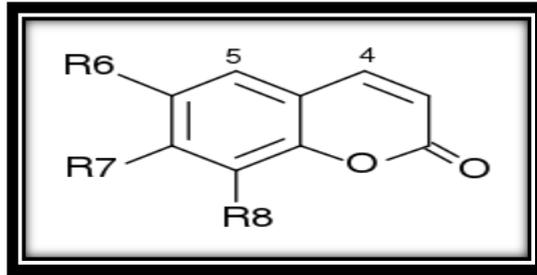


Figure 6 : Structure de base de Coumarine

Saponines :

Les saponines prennent leur nom au fait que, comme le savon, elles produisent de la mousse quand on les plonge dans l'eau. Les saponines existent sous deux formes, les stéroïdes et les triterpénoïdes.

Les saponines triterpénoïdes, contenues dans la réglisse ont une activité hormonale moindre. Elles sont souvent expectorantes et facilitent l'absorption des aliments [15].

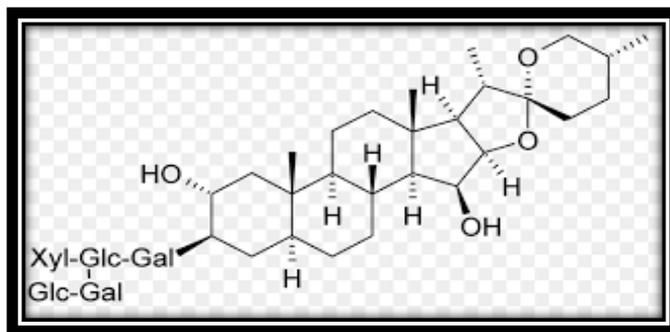


Figure 7: Structure de Saponine

Anthraquinones :

Ce sont les principaux constituants de plantes comme le séné (Cassia Senna) et la rhubarbe de Chine (Rheum palmatum) qui, toutes deux, agissent sur la constipation. Elles ont un effet irritant et laxatif sur le gros intestin provoquent des contractions des parois intestinales et stimulent les évacuations environ dix heures après la prise [15].

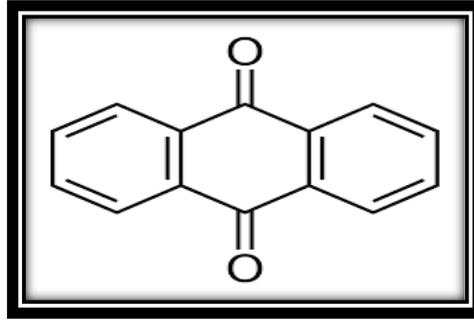


Figure 8 : Structure des Anthraquinones

Polysaccharides :

Ce sont des unités complexes de molécules de sucre liées ensemble que l'on trouve dans toutes les plantes. Du point de vue de la phytothérapie, les polysaccharides les plus importants sont les mucilages visqueux et les graines.

Certains polysaccharides comme les glucomannanes et les pectines sont utilisés en cosmétologie [15].

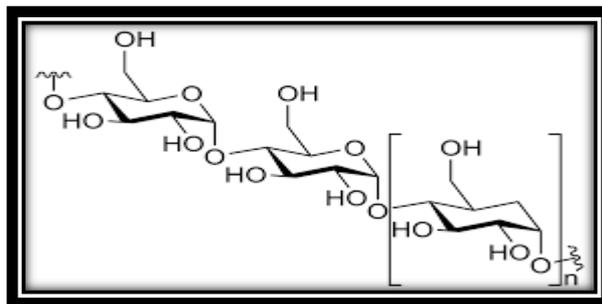


Figure 9 : Exemple d'un polysaccharide

Les Huiles essentielles :

Les huiles essentielles extraites des plantes par distillation comptent parmi les plus importants principes actifs des plantes. Elles sont largement employées en parfumerie.

Les huiles essentielles contenues telles quelles dans les plantes sont des composés oxygénés, parfois d'origine terpénoïdes et possédant un noyau aromatique. Les huiles essentielles ont de multiples propriétés. Ce sont utilisées en raison de leurs propriétés stimulantes ou inhibitrices notamment dans la désinfection les activités cellulaires des plantes ou animaux [15].

I.5. Exemple des plantes médicinales :

Tableau 1 : Exemple des plantes médicinales

Nom français	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Familles	Utilisations
Armoise Blanche	Artemisia helba alba	شيج Chih	Astéracées	Gastrologie
Eucalyptus	Eucalyptus globulus	كاليتوس	Myrtacées	Expectorant et fluidifiant (utiliser pour traiter les bronchites, la toux, pneumonie)-antiseptique
Jujubier officinale	Ziziphus Lotus	Sedra سدرة	Rhamnacées	Les douleurs des reins et calculs rénaux, favorise la prise de poids et accroît la force musculaire.
Sauge Officinale	Salvia Officinalis	مريمية	Lamiacées	Traitement du colon, diabète, régulation des hormones, amaigrissante. Digestifs, douleurs d'estomac, ballonnements, spasmes
Genévrier de Phénicie	Jeniperus Communis	العرعار	Cupressacées	Onctif digestifs et apéritif, stimule l'estomac et favorise l'élimination des gaz-Diurétique-anti-inflammatoires, hémorroïdes, varices
Germandrée polium	Teucrium Polium	خياطة Khayata	Lamiacées	Cicatrisation des ulcères gastroduodénaux, douleurs abdominales et gastriques.



Armoise blanche



Eucalyptus



Sauge officinale



Jujubier officinale



Genévrier de Phénicie Germandrée polium

Figure 10 : Quelques exemples des lamiacées

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE :

- [1] Plantes Médicinales .Disponible sur <https://blog-herbeo.fr/plantes-medicinales/>
- [2] Les médicaments à base de plantes peuvent-ils complètement remplacer les médicaments actuels : Quels sont les inconvénients de la phytothérapie ? .Disponible sur:<http://phytotherapie-tp1s.e-monsite.com/pages/quelles-sont-lesinconvundefinednients-de-la-phytothundefinedrapie.html>.
- [3] Liste A des plantes médicinales utilisées traditionnellement. Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé. Disponible sur : https://ansm.sante.fr/searchengine/general_search?SearchText=plantes+medicinales&ok=Valider
- [4] Liste B des plantes médicinales utilisées traditionnellement en l'état ou sousforme de préparation dont les effets indésirables potentiels sont supérieurs aux bénéfiques thérapeutiques attendus. Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé. Disponible sur : https://ansm.sante.fr/searchengine/general_search?SearchText=plantes+medicinales&ok=Valider
- [5] Qu'est-ce qu'une plante médicinale ? Disponible sur <http://www.doctissimo.fr/html/dossiers/phytotherapie/articles/16260-plantemedicinale.htm>.
- [6] La liste des plantes médicinales qui peuvent être vendues par des personnes autres que les pharmaciens. Agence Nationale de Sécurité du Médicament et des produits de santé. Disponible sur : https://ansm.sante.fr/searchengine/general_search?SearchText=plantes+medicinales&ok=Valider
- [7]British pharmacopoeia 2013 volume IV : herbal drugs, herbal drug preparations and herbal medicinal products.
- [8]Dr Claire Laurent-Berthoud. Tisanes : Guide pratique pour toute la famille Prévenir, soulager et se soigner au naturel. Édition Jouvence 2013
- [9] Les grands principes de l'homéopathie : <http://www.doctissimo.fr/sante/homeopathie/principes-homeopathie/principes-delhomeopathie>.
- [10] Herbéo aime la phytothérapie avec les Suspensions Intégrales de Plantes Fraîches. Disponible sur : <http://blog-herbeo.fr/tag/phytotherapie/>
- [11]Des principes actifs au totum de la plante .consulte le 21/06/2019.Disponible sur : <https://www.pileje.fr/expertises/phytotherapie/totum>

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [12] Familles de plantes à huiles essentielles⁶⁸ [Internet]. Disponible sur : <https://www.compagniedes-sens.fr/familles-plantes-huiles-essentielles/>
- [13] Search — The Plant List [Internet]. Disponible sur : <http://www.theplantlist.org/tpl/search?q>
- [14] MEHANI.M, Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'Eucalyptus Camendulensis dans la région d'Ouargla, thèse doctorat. Université de KASDI Merbah, Ouargla, 2015.
- [15] Bruneton.J Pharmacognosie et phyto-chimie plantes médicinales, 2ieme édition Paris, France, Lavoisier.1993.

CHAPITRE II
LES HUILES ESSENTIELLES
ET
L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE



II. LES HUILES ESSENTIELLES ET L'ACTIVITE ANTIOXYDANT :

II.1.LES HUILES ESSENTIELLES :

II .1.1.Historique :

Au XVIIIe siècle, sous le règne de Louis XIV, les huiles essentielles ont été très couramment employées pour se parfumer. Demanchy dans son ouvrage sur «l'art du distillateur des Eaux Fortes» en 1755 décrit un appareil de distillation utilisant la vapeur d'eau [1]. Le Codex de 1837 contient la description de mélisse des Carmes, composée vers 1600. L'utilisation des huiles essentielles (parfums et aromates) fut étroitement associée à la phytothérapie et remonte à la haute antiquité [1]. La première utilisation est datée de 40000 ans avant notre ère, quand l'huile essentielle de la première Utilisation est datée de 40000 ans avant notre ère, quand l'huile essentielle de [2]. En Andalousie vers le XIIIe siècle, les Arabes ont perfectionné les méthodes de distillation pour la fabrication des parfums. Ils produisent de nombreux parfums particulièrement à Damas. Ibn Sinaï, a maîtrisé la technique d'extraction des essences, aussi Rosa centifolia qui développe l'utilisation de nombreuses huiles essentielles [2]. À Le milieu du XIXe siècle et sa révolution industrielle, l'extraction artisanale des huiles essentielles transformera en une exploitation industrielle de la distillation à la vapeur d'eau. En 1975, Pierre Franchomme apporte une notion fondamentale, le chémotype aujourd'hui nommé chimiotype, et montre son importance pour réduire les échecs thérapeutiques, les effets secondaires ou les risques de toxicité [1,3].

La médecine Ayurvédique (Sciences de la Vie) a codifié l'usage de nombreuses plantes aromatiques. Il y a 3000 ans, de nombreuses formules de bains et de massages utilisaient la cannelle, la cardamome, la coriandre, le gingembre, la myrrhe et de nombreuses autres plantes aromatiques. Shen Nung rédigea le plus ancien traité de phytothérapie dans lequel il cite de nombreuses plantes aromatiques telles que la cannelle de Chine (*Cinnamomum cassia*) ou le camphre (*Cinnamomum camphora*) [1,2].

Autour du bassin méditerranéen, l'usage des plantes aromatiques occupait une place prépondérante aussi bien dans la vie quotidienne que lors des rituels dans les civilisations égyptienne, hébraïque, grec et romaine [1]. A partir de 1200 ans avant l'ère, les Grecs et les Romains grands navigateurs et commerçants, étaient de grands utilisateurs d'onguents et de parfums Ils croyaient aux vertus des plantes aromatiques pour restaurer la vie sexuelle [2].

II.1.2. Définition des huiles essentielles :

Le mot « huile » est une substance grasse ou liquide, insoluble dans l'eau à cause de leur caractère hydrophobe. Le mot « essentielle » fait référence au parfum, à l'odeur plus ou moins forte dégagée par la plante [4].

Dans les temps anciens, les hommes ont inventé des techniques d'extraction des essences des plantes afin de pouvoir les utiliser pour en faire des médicaments, des cosmétiques, des parfumes [5].

Ces substances possèdent un noyau aromatique surtout de composés terpéniques, volatils et très concentrées en principes actifs.

Elles possèdent de nombreuses propriétés biologiques utilisées comme antiseptiques et antimicrobiens dans diverses infections [6].

Ainsi, la méthode d'obtention des huiles essentielles intervient de façon déterminante dans le rendement en huile et dans sa composition. Les huiles essentielles peuvent être obtenues par diverses méthodes [7].

II.1.3. Méthodes d'extraction des huiles essentielles :

II.1.3.1. Entraînement à la vapeur d'eau :

Cette technique ne met pas en contact direct avec l'eau et la matière végétal, la vapeur d'eau fournie par une chaudière traverse la matière végétale située au-dessus d'une grille.

Dans le dernier de cette technique le mélange (eau + huile essentielle) est ensuite véhiculé vers le condenseur et l'essencier avant d'être séparé en phase organique (l'huile essentiel) et en phase aqueuse (l'eau) [8].

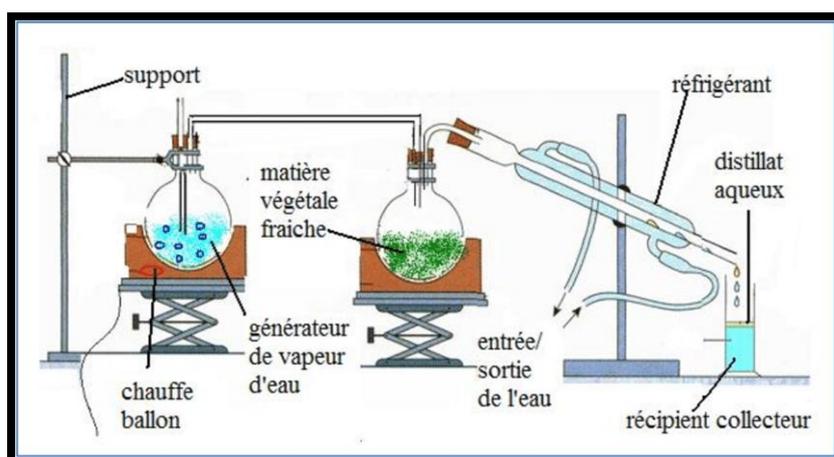


Figure 11 : Montage d'entraînement à la vapeur d'eau

II .1.3.2. Hydro distillation :

C'est une technique ancienne qui est très utilisée, leur principe correspond à une distillation hétérogène. Le procédé consiste à mettre la matière première végétale dans un ballon et immerger la avec l'eau distillé. Ensuite réaliser le dispositif d'hydro distillation au cleverger, ouvrir le robinet pour permettre une circulation d'eau dans le réfrigérant après allumer le chauffe ballon. La chaleur permet l'éclatement des cellules végétales et la libération des molécules odorantes qui y sont contenues. Ces molécules aromatiques forment avec la vapeur d'eau un mélange azéotropique.

Les vapeurs sont condensées dans un réfrigérant et les huiles essentielles se séparent de l'eau par différence de densité [8].



Figure 12: Montage d'extraction par Hydro distillation

II.1.3.3. Extraction au CO2 supercritique :

C'est une technique Très moderne consiste à faire passer un courant de CO₂ à haute pression qui fait éclater les poches à essence et entraîne les substances aromatiques dans la masse végétale (en générale les fleurs) [9].

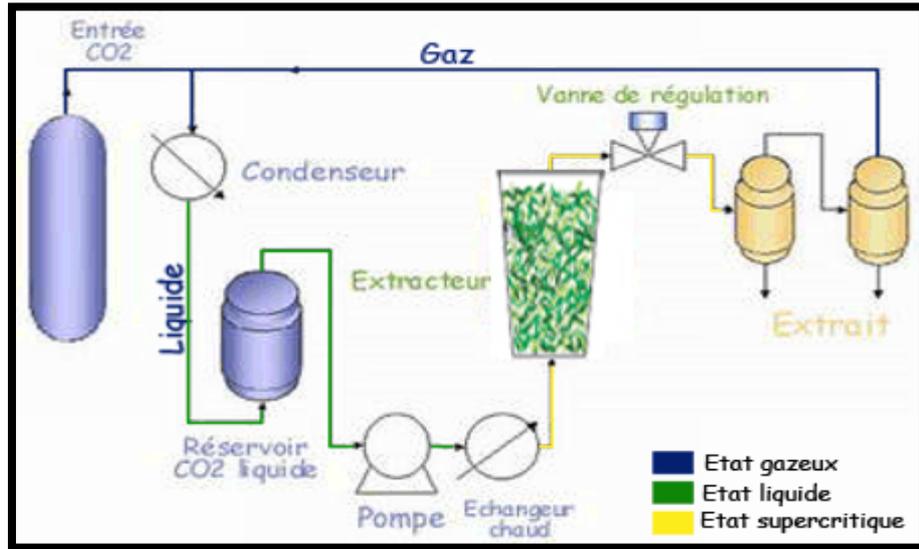


Figure 13 : Montage d'extraction au co2 supercritique

II.1.3.4. Extraction par micro-ondes :

Est un procédé d'extraction d'une substance de n'importe quelle matrice végétale chauffer par micro-ondes dans une enceinte close dans laquelle la pression est réduite de manière séquentielle. Les composés volatils sont entraînés par la vapeur d'eau formée à partir de l'eau propre à la plante. Ils sont ensuite récupérés à l'aide des procédés classiques de condensation, refroidissement et décantation. Ce procédé permet un gain de temps (temps d'extraction divisé par 5 à 10) et d'énergie (température plus basse) considérable. La composition de l'huile essentielle obtenue par ce procédé est bien souvent semblable à celle obtenue avec un procédé d'entraînement à la vapeur traditionnel. Cette technique présente donc beaucoup d'avantages : technologie verte, économie d'énergie et de temps, investissement initial réduit [10].

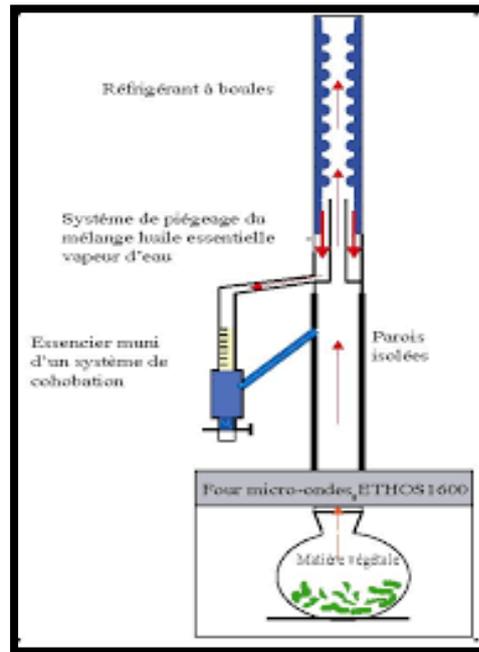


Figure 14 : Montage d'extraction assisté par micro-ondes

II.1.3.5. Extraction par solvants organiques volatils :(Soxhlet)

L'extraction par solvant organique volatil est une technique sélective qui reste très pratiquée. Les solvants les plus utilisés sont l'hexane, cyclohexane, l'éthanol et le dichlorométhane et l'acétone.

- Les rendements sont généralement plus importants par rapport à la distillation.
- Le choix du solvant : le méthanol, l'éthanol, l'éther de pétrole ou encore le dichlorométhane.
- Cette technique d'extraction a été récemment combinée aux micro-ondes et aux ultrasons. [11]

Cette technique d'extraction par soxhlet évite l'action hydrolysant de l'eau ou de la vapeur d'eau [12]. Elle consiste à placer dans un extracteur un solvant volatil et la matière végétale à traiter. Le produit obtenu est appelé « concrète ». Cette concrète pourra être par la suite brassée avec de l'alcool absolu, filtrée et glacée pour en extraire les cires végétales. Après une dernière concentration, on obtient une « Absolue » [11]

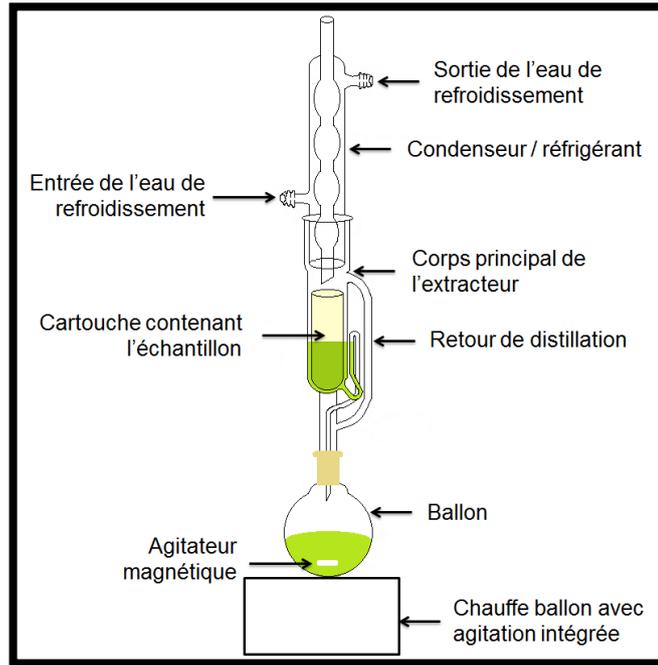


Figure 15 : Le montage de Soxhlet

II.1.3.6. Expression mécanique à froid :

L'extraction par expression mécanique à froid est un procédé mécanique est réalisé uniquement pour les fruits de la famille botanique des Rutacées comme (citron, orange, bergamote, mandarine, etc.)[13].

L'huile essentielle est séparée du jus de fruit par un procédé mécanique de décantation à froid. En effet, contrairement aux HE uniquement constituées de molécules volatiles, les essences, quant à elles, renferment des composés non volatiles comme des flavonoïdes ou encore des stéroïdes [14].

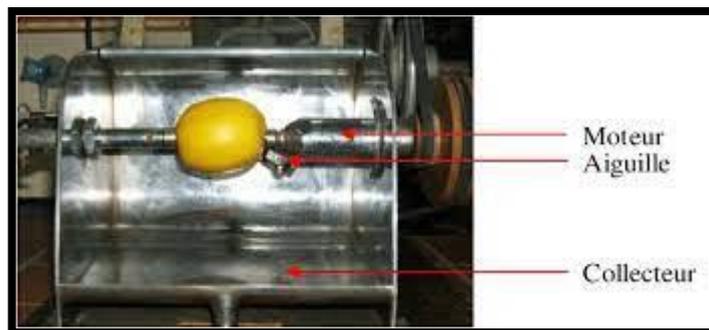


Figure 16 : Expression mécanique à froid

II.1.3.7. L'enfleurage :

Dans cette technique, les végétaux, en général les fleurs, sont mises en contact avec un corps gras qui se sature d'huile essentielle. Le corps gras est ensuite épuisé par un solvant puis évaporé sous vide [15].

CHAPITRE II : LES HUILES ESSENTIELLES ET L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE

II.1.4. Composition chimique des huiles essentielles :

Sont des mélanges complexes dissous l'un dans l'autre pour former des solutions homogènes. Ces constituants appartiennent à deux groupes sont : le groupe des terpénoïdes d'une part et le groupe des composés aromatiques dérivés du phényle propane d'autre part [16].

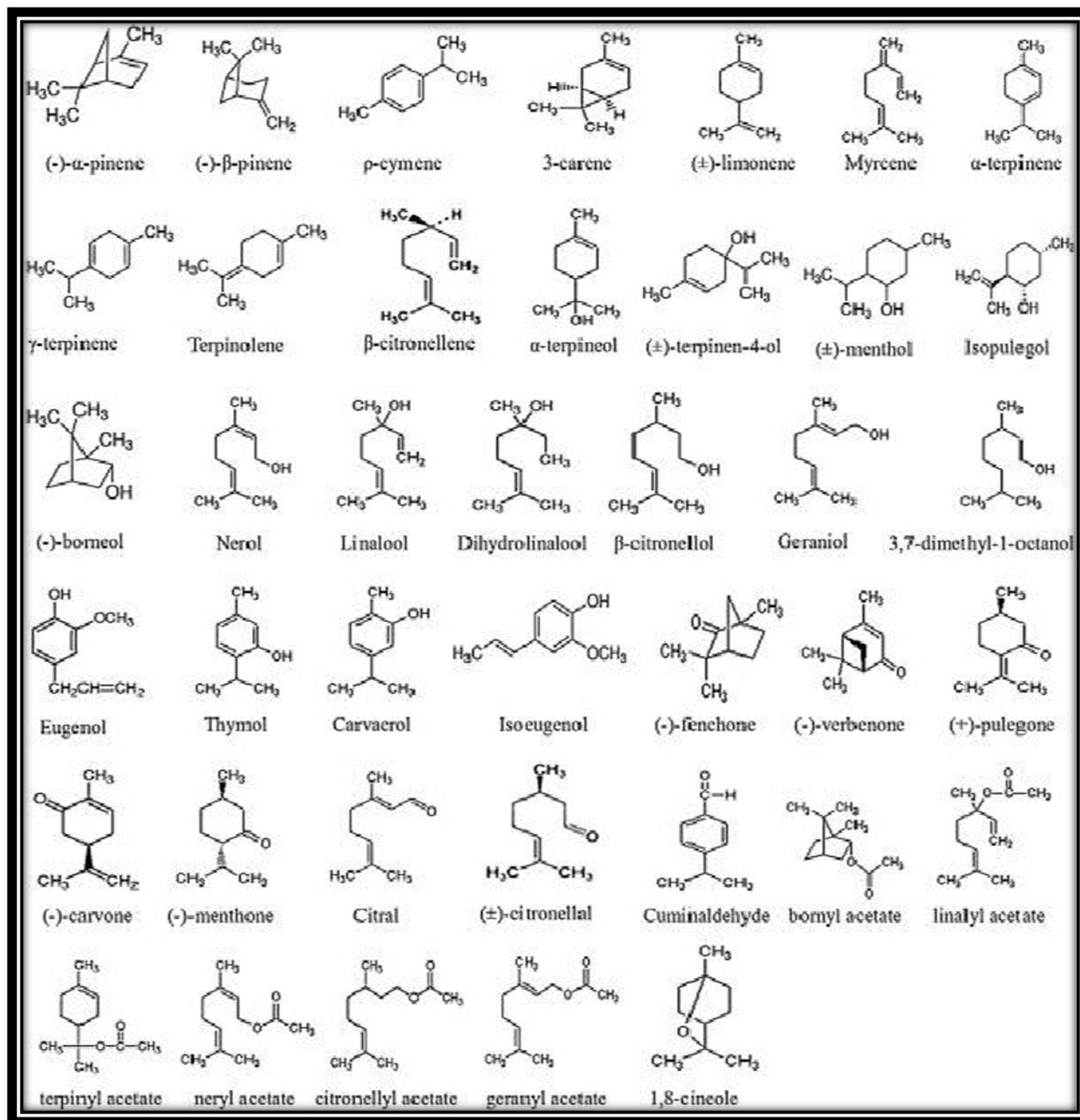


Figure 17: Structure chimique de quelques constituants des huiles essentielles [17].

II.1.4.1. Terpènes et terpénoïdes :

Les terpénoïdes sont des métabolites secondaires. Leur classification est basée sur le nombre de répétition de l'unité de base : Hémi-terpène (C5), mono-terpènes(C10), sesquiterpènes (C15), di-terpènes (C20). [4]

✓ **Mono-terpènes :**

- Dans cette catégorie, il existe de nombreuses molécules fonctionnalisées, à avoir, par exemple :
- Alcools : acyclique (géraniol, citronellol), monocycliques (menthol), bicyclique (Bornéol).
- Aldéhydes : le plus souvent acycliques (géraniol, néral, citronellal).
- Cétones : acycliques (tagétone), monocyclique (menthone, isomenthone, carvone pulégone), bicycliques (camphre, fenchone). Monocyclique (acétate de menthyle), bicycliques (acétate d'isobomyle).
- Esters : acycliques (acétate ou propionate de linalyle, acétate de citronellyle).
- Ethers : 1,8 cinéole eucalyptol) mais aussi les éthers cycliques tétrahydrofuraniques ou di- et tétrahydropyraniques [4].

✓ **Sesquiterpènes :**

Forment une classe de molécule de la famille des terpènes. Elle contient plus de 3000 molécules [4].

II.1.4.2. Composés aromatiques :

Moins courants dans les HE. Très souvent, il s'agit d'allyle et de Très propénylphénol. On peut citer en exemple l'eugénol qui est responsable de l'odeur du clou de girofle [18].

II.1.4.3. Composés d'origine diverse :

En générale, ils sont de faibles poids moléculaire, entraînés lors de l'hydro-distillation, sont des hydrocarbures aliphatiques à chaîne linéaire ou ramifiée porteurs de différentes fonctions.

Par exemple : l'heptane et la paraffine dans l'essence de camomille [18].

II.1.5. Localisation des huiles essentielles dans la plante :

On peut être trouvée l'huile essentielle dans certaines parties des plantes aromatiques et leurs organes botaniques comme suivant :

- **Les fleurs :** oranger, rose, lavande, le bouton floral (girofle) ;
- **Les feuilles :** eucalyptus, menthe, thym, laurier, aiguilles de pin et sapin ;
- **Les organes souterrains :** racines ;

CHAPITRE II : LES HUILES ESSENTIELLES ET L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE

- **Les fruits** : fenouil, anis, épicarpes des Citrus ;
- **Les graines** : noix de muscade ;
- **Le bois et les écorces** : cannelle, bois de rose ;

Les huiles essentielles sont stockées dans des cellulaires spécialisées par exemple Cellules à poils sécréteurs (comme dans la menthe), et ont vraisemblablement un rôle défensif protection du bois contre les insectes et les champignons [19].

II.1.6. Conservation des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont généralement des huiles volatiles. On peut les conserver dans un flacon brun, hermétiquement fermé, protégé de l'air, de la lumière et des variations de température [20].

La durée de conservation d'une HE, si on a respecté les bonnes conditions de stockage, est environ 3 ans [21], à une température maximale de 25 °C [22].

II.1.7. Effet thérapeutique des huiles essentielles :

Les huiles essentielles sont largement utilisées en thérapie .Ces effets thérapeutiques sont résumés dans le tableau suivant : [23]

CHAPITRE II : LES HUILES ESSENTIELLES ET L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE

	<p>Camomille</p>	<p>Contre la dépression et les insomnies, soulager les problèmes de la peau.</p>
	<p>Jasmin</p>	<p>Soulage les dépressions, les problèmes respiratoires, normalise la circulation et améliore la digestion.</p>
	<p>Menthe</p>	<p>Soulage la fatigue, les irritations cutanées.</p>
	<p>Pin</p>	<p>Aide à résoudre les problèmes rénaux, soulage les problèmes respiratoires.</p>
	<p>Rose</p>	<p>Soulage les stress, soulage les maux de tête.</p>
	<p>Lavande</p>	<p>Soulage les insomnies, Les indigestions, Les maux de tête, Les douleurs musculaires.</p>

Tableau 2 : L'utilisation thérapeutique des huiles essentielles [24]

CHAPITRE II : LES HUILES ESSENTIELLES ET L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE

II.1.8. Les avantages et les inconvénients des techniques d'extractions des huiles essentielles :

Méthode d'extraction	Avantages	Inconvénients
L'hydro-distillation	-Rendement plus grand.	-Temps d'extraction plus long. -Plus grand quantité d'eau. -Perte de quelques composés volatils.
L'entraînement à la vapeur	-Rendement acceptable. -Pas des réactions d'hydrolyses.	-
L'extraction par micro-onde	-Moins d'énergie. -Le temps d'extraction est très court.	-
L'extraction par des solvants organiques	-Rendement plus important par rapport aux autres méthodes.	-Grand volume de solvant. -Reste des solvants est toxique dans l'extrait. -Long temps de l'opération a exigé (Plusieurs heures).

Tableau 3 : Les avantages et les inconvénients des différentes méthodes d'extraction [25].

II.1.9. Définition d'hydrolat ou de l'eau florale :

Ce sont des composés très actifs et efficaces. En générale, Les hydrolats contiennent certains composés aromatiques des huiles essentielles (moins de 5%). On trouve beaucoup les acides dans les hydrolats car ils sont hydrosolubles [26].

Et aussi eau florale séparée de l'huile essentielle à la sortie de l'occupant, riche en molécules aromatiques [27].

2. Généralités sur les activités antioxydants :

2.1. Définition :

En 1955, HALLIWELL a donné une définition large du terme antioxydant : «toute substance qui, présente à faible quantité comparée à celle du substrat oxydable, retarde ou prévient d'une manière significative l'oxydation de ce substrat » [28].

Les antioxydants sont aussi des substances capables de neutraliser ou de réduire les dommages causés par les radicaux libres dans l'organisme et permettent de maintenir au niveau de la cellule des concentrations non-cytotoxiques de (ROS) [29].

CHAPITRE II : LES HUILES ESSENTIELLES ET L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE

2.2. Les différents types d'antioxydants :

II.2.2.1. Les antioxydants enzymatiques :

Enzyme	Code enzymatique	Mode action	Références
Catalase	EC1.15.1.6	Elle catalyse la dismutation du H ₂ O ₂ en H ₂ O.	[30,31]
Glutathion peroxydase	EC1.11.1.19	Enzyme tétramérique à sélénium qui permet de réduire le H ₂ O ₂ en H ₂ O. En oxydant le glutathion. [29,30]	[32,33]
Superoxyde dismutase	EC1.15.1.1	Métalloenzyme qui intervient dans la première réaction chimique d'élimination de l'anion superoxyde. Elle catalyse la dismutation de l'anion superoxyde en H ₂ O ₂ . Il existe plusieurs isoformes selon le métal utilisé par l'enzyme (cuivre/zinc, manganèse, fer).	[34,35]

Tableau 4 : Principaux antioxydants enzymatiques

II.2.2. 2. Les antioxydants non enzymatiques :

On peut les diviser en deux parties : Les antioxydants non enzymatiques endogènes et les antioxydants non enzymatiques exogènes.

✓ Les antioxydants non enzymatiques endogènes :

Molécule	Mode action	Références
Coenzyme Q (ubiquinone)	La CoQ10 contribue à prolonger l'effet antioxydant de la vitamine E.	[36]
Protéines chélatrices	La transferrine, la ferritine, la céruloplasmine, l'albumine, la métallothionéine et la myoglobuline agissent en diminuant la disponibilité d'agents pro-oxydants (Fe ²⁺ /Fe ³⁺ ou Cu ²⁺ /Cu ³⁺).	[37]
Glutathion (GSH)	Le GSH a un rôle dans la protection des lipides des protéines et des acides nucléiques contre l'oxydation. Il agit également en synergie la vitamine (C/ E).Aussi comme co-substrat d'enzymes antioxydants (glutathion peroxydase, glutathion réductase et transférase).	[38]

CHAPITRE II : LES HUILES ESSENTIELLES ET L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE

Tableau 5 : Principaux systèmes antioxydants non enzymatiques endogènes

✓ **Les antioxydants non enzymatiques exogènes :**

Molécule	Mode action	Références
b-carotène	Le b-carotène est un piègeur des radicaux (1O_2 , ROO^{\bullet} -et OH^{\bullet}). Il est capable d'inhiber les chaînes de peroxydations lipidiques.	[39]
Vitamine E	La vitamine E intercepte le radical (LOO^{\bullet}) limitant la réaction en chaîne de la peroxydation lipidique.	[40]
Vitamine C	La vitamine C est un piègeur des radicaux (H_2O_2 , O_2^{\bullet} -et OH^{\bullet}). Elle permet la régénération de la forme non radicalaire de la Vitamine E.	40] [41]
Flavonoïde	Les flavonoïdes ont un effet protecteur sur les dégâts de l'ADN induits par les radicaux+x hydroxyyles.	[42]
Vitamine A	La vitamine A protège les lipides contre l'oxydation.	[42]
Poly – phénols	Les polyphénols sont capables de piéger des espèces radicalaires pour extraire les métaux de transition tels que le fer et le cuivre.	[34, 35]

Tableau 6 : Principaux systèmes antioxydants non enzymatiques exogènes

II.2.3. Les antioxydants des lipides alimentaires :

II.2.3.1. Les antioxydants de synthèse :

Antioxydant	Propriétés	Références
2,6-ditertiobutyl 4-Méthylphénol (BHT)	-liposoluble ; -antioxydant primaire ; -protection de la vitamine A et B.	[43, 44]
Butylhydroxyanisole (BHA)	-liposoluble ; -efficacité inférieure à celle du BHT ; - protection de la vitamine A et B.	[43, 44]

CHAPITRE II : LES HUILES ESSENTIELLES ET L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE

Gallates et ses dérivés: -gallate d'octyle, -gallate de dodécyle, -gallate de propyle	-dérivés d'un produit ; -naturel (acide gallique) ; -liposoluble	[43]
Tributylhydroquinone (TBHQ)	-légèrement soluble dans les graisses ; -utilisé aux Etats-Unis et interdit au sein de l'Union européenne.	[45, 46]

Tableau 7 : Les principaux antioxydants synthétiques

II.2.3.2. Les antioxydants naturels :

✓ Tocophérols « vitamine E » (E 306-E 309) :

Les tocophérols sont des méthyles tocols. La molécule tocol constitue la structure de base des tocophérols, constituée d'un noyau hydroxychromane (extrémité hydrophile) sur le quel est fixé une chaîne entièrement saturée (extrémité hydrophobe)[47].

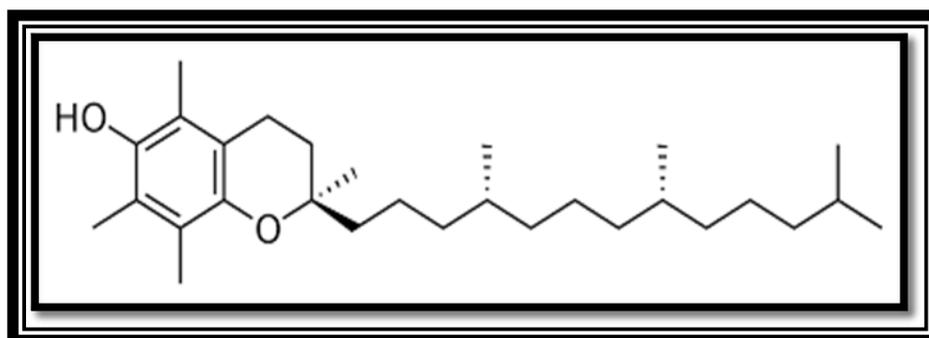


Figure 18 : Structure du tocophérol [48].

✓ Les caroténoïdes :

Les caroténoïdes sont composés d'un enchaînement d'unités isopréniques et un noyau cyclique porteur de diverses fonctions. Les caroténoïdes exercent leurs activités anti oxydantes à base température en diminuant la réactivité de l'oxygène singulet, comme des piègeurs radicaux libres des acides gras ou des synergistes avec les tocophérols [49].

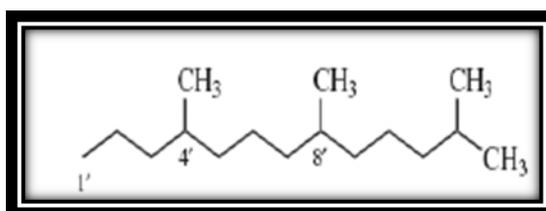


Figure 19 : Structure de la β -carotène [50]

II.2.2.3. Les antioxydants et l'alimentation :

Ces antioxydants naturels comprennent notamment les polyphénols, les caroténoïdes et les vitamines qui présentent de divers d'effets biologiques, notamment anti-inflammatoires, anti-âge, anti-athérosclérose et anticancéreux [51].

On trouve de nombreux antioxydants dans l'alimentation, que ce soit dans les fruits, les légumes ou les boissons.

En effet, l'alimentation joue un rôle très important dans l'apport en antioxydants exogènes qui vont venir soutenir l'effet des antioxydants endogènes [52].

Une bonne alimentation, riche en antioxydants, aide le corps à contrer les dangers potentiels causés par les (ERO)[53].

II.2.2.4. Les différentes classes d'antioxydants :

On peut classer les antioxydants en fonction de leur mécanisme d'action en antioxydants primaires et antioxydants secondaires [54].

✓ Les antioxydants primaires ou « radicalaires » :

Ces antioxydants permettent l'élimination des radicaux libres primaires, selon les réactions suivantes :

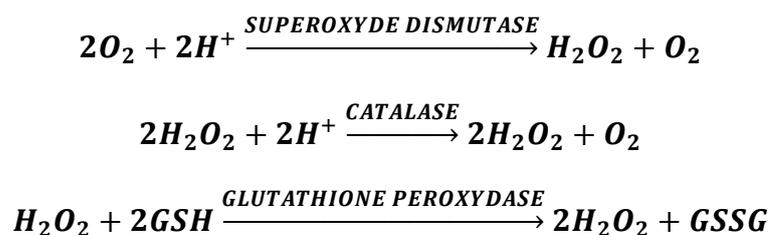


Schéma 01: des équations sur les antioxydants primaires [55].

✓ Les antioxydants secondaires ou « préventifs » :

Ce sont des molécules exogènes. Contrairement aux enzymes antioxydants, une molécule d'antioxydant piège un seul radical libre. Pour pouvoir à nouveau travailler, cette molécule d'antioxydant doit donc être régénérée par d'autres systèmes [55].

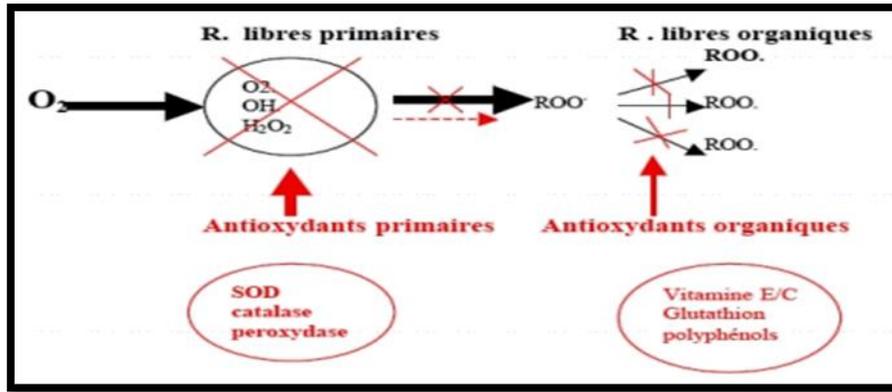


Figure 20 : Les systèmes de défense contre les radicaux libres [56].

II.2.2.5. Radical libre :

Les radicaux libres sont des atomes ou des molécules portant un électron non apparié [55]. L'ensemble des radicaux libres primaires est souvent appelé "espèces réactives de l'oxygène" (ROS). Elle inclut les radicaux libres de l'oxygène: radical superoxyde $O_2^{\bullet-}$, radical hydroxyl OH^{\bullet} , monoxyde d'azote NO^{\bullet} , mais aussi certains dérivés oxygénés réactifs non-radicalaires dont la toxicité est importante: l'oxygène singulet 1O_2 , peroxyde d'hydrogène H_2O_2 , peroxydinitrite $ONOO$ [29].

II.2.2.6. Stress oxydatif :

Appelé aussi stress oxydant ou pression oxydatif est un déséquilibre profond de la balance entre les pro-oxydants et les antioxydants [57].

Ce déséquilibre peut potentiellement conduire à des dommages structuraux et fonctionnels [58].

Une augmentation de la présence des espèces réactives oxygénées (ERO) et des espèces réactives azotées (ERN) est le résultat d'une augmentation de leur production ou d'une diminution du système antioxydant chargé de les neutraliser [59].

II.2.2.7. Les espèces réactives oxygénées :

Symbolisés par le symbole (ERO) et appelé aussi dérivés réactifs de l'oxygène (DRO). Ces molécules sont très réactives chimiquement en raison de la présence d'électrons de valence non-appariés dans leur orbitale la plus externe. L'équilibre est rétabli soit par oxydation (perte de cet électron libre) ou réduction (gain d'un autre électron). Il existe également d'autres molécules radicalaires qui sont des dérivées d'autre atome comme l'azote tel que le monoxyde d'azote NO•, l'anhydride nitreux N₂O₃, et l'ion peroxy nitrite ONOO⁻ [58].

Classification des ERO	
Espèces radicalaires	Espèces non radicalaires
- Anion superoxyde (O ₂ • ⁻) - Radicale hydroxyle (OH•) - Monoxyde d'azote (NO•)	- Peroxyde d'hydrogène (H ₂ O ₂) - Oxygène singulier (1O ₂) - Acide hypochlorique (HOCl)

Tableau 8 : Principaux types d'espèces réactives oxygénées [58].

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- [1] I. Rasooli, M.L.Moosavi, M.B.Rezaee, K.Jaimand, J.Agric.Sci.Technol.2002, 4,127.
- [2] M.Mahboubi,F.Ghazian Bidgoli,Phytome dicine 2010 ,17,771.
- [3] S.Zanetti, S.Cannas,P.Molicotti,A.Bua ,M. Cubeddu, S.Porcedda, B.Marongiu, L.A.Sechi, Interdiscipl.Perspect.Infect.Dis.2010, Article ID 931530.
- [4] Brunton J.Pharmacognosie photochimie plantes médicinales 3ème édition. Paris
- [5] Padrini F., Lucheroni M.T. (1996). Le grand livre des huiles essentielles. Ed.de Vecchi.
- [6] Les grands principes de l'homéopathie :
<http://www.doctissimo.fr/sante/homeopathie/principes-homeopathie/principes-de-lhomeopathie>
- [7] <http://dspace.univ>
- [8] MEHANI.M, Activité antimicrobienne des huiles essentielles d'Eucalyptus camendulensis dans la région d'Ouargla, thèse doctorat. Université de KASDI Merbah, Ouargla, 2015.
- [9]<http://tpehuilesessentiellesetsante.e-monsite.com/pages/i-les-huiles-essentielles-uneutilisation-millenaire/definition/b-les-differentes-techniques-d-extraction-des-huilesessentielles>. Html
- [10] P. MARIANNE., étude des huiles essentielles d'espèces végétales de la flore laurentienne : composition chimique, activité pharmacologique et hémi-synthèse, mémoire, université du Québec, 2008.
- [11] D. BENOUALI., Extraction et identification des huiles essentielles, mémoire de master, université Mohamed Boudiaf d'Oran, 2016.
- [12]Marie Elisabeth LUCCHESI. 2005, Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. Université de La Réunion, thèse.
- [13] Elhaib A. Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformation catalytique [thèse] Toulouse : Université de Toulouse. 2011.
- [14] Lacoste S. Ma bible de la phytothérapie [magazine]. Edition : Quotidien Malin, 2014
- [15]<http://morike.crifpe.ca/telechargements/pdf/bakk.pdf>
- [16]Dorosso Sonate J. Composition chimique des huiles essentielles extraites de plantes aromatiques de la zone soudanienne du Burkina Faso : valorisation. Université Ouagadougou. 2002.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [17] Taleb Toudert K. extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région de la Kabylie évaluation de leurs effets sur la broche du niébé. Tizi ouzou, UMMTO, 2015.
- [18] Chouiteh O. composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de *Glycyrrhiza glabra* [thèse] Oran : Université d'Oran 2012.
- [19] Bernard.T, Periau.F, Brav.O, Delmas.M & Gaset A (1988) Extraction des huiles essentielles. Chimie et Technologie. Information chimie, 1988.
- [20] Site 8 : <http://www.armenza.com>
- [21] Courtial S. précis d'aromathérapie vétérinaire à l'usage des pharmaciens d'officine [thèse]. Université de Nantes, faculté de pharmacie. 2005
- [22] Direction Européenne de la qualité du médicament et soins de santé (deQm). Pharmacopée Européenne 8.0. Tome I. 8^e édition. Strasbourg : Conseil de l'Europe, 2013, 1568p.
- [23] Bruneton.J Pharmacognosie et phyto- chimie plantes médicinales, 2^{ème} édition Paris, France, Lavoisier.1993.
- [24] Bruneton.J, Pharmacognosie, phytochimie. Plantes médicinales, Edition Technique et documentation, 3^{ème} Edition Lavoisier, Paris, 2004
- [25] Hameurlaine Samir. 2009, Mise en évidence des huiles essentielles contenues dans les plantes *Pituranthos scoparius* et *Rhanterium adpressum* de la région de Ghardaïa. Ouargla, mémoire de magister.
- [26] Naili.N EP Kesraoui ; 2013 Activité antibactérienne du Cumin velu *Ammodaucus leucotrichus* Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'études médicales Spécialisées (DEMS) en Botanique médicale et Cryptogamie
- [27] Eugénia Pinto, Luís Vale-Silva, Carlos Cavaleiro, Lígia Salgueiro; 2009 : Antifungal activity of the clove essential oil from *Syzygium aromaticum* on *Candida*, *Aspergillus* and dermatophyte species
- [28] ANONYME 1 (2007): www.eastman.com
- [29] Favier A. Le stress oxydant : intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'Actualité chimique* 2003 ; 108-117.
- [30] Asmat U., Abad K. and Ismail K. (2015). Diabetes mellitus and oxidative stress - A concise review. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 24, 547-553.
- [31] Lehucher-michel M. P, Lesgards j. F., Delubac O., Stocker p., Durand P., Prost M. (2001). Stress oxydant et pathologies humaines : Bilan et perspectives préventives. *La Presse médicale*, vol. 30, no21, pp. 1076-1081.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [32] Brigelius-Flohé R. and Maiorino M. (2013). Glutathione peroxidases. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1830, 3289-3303.
- [33] THÉRON P. (2003). Le sélénium : Un oligo-élément essentiel pour la santé humaine. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 38 (4), p. 250-256.
- [34] Fukai T. and Ushio-Fukai M. (2011). Superoxide dismutases : role in redox signaling, vascular function, and diseases. *Antioxidants & Redox Signaling*. 15(6), 1583-1606.
- [35] Johnson, F. AND Giulivi, C. (2005). Superoxide dismutases and their impact upon human health. *Molecular Aspects of Medicine*, 26(4-5), pp.340-352.
- [36] Vašková J., Vaško L. and Kron I. (2012). Oxidative processes and antioxidativemetaloenzymes. In ElMis-siry M.A. *Antioxidant enzyme*. First edition, InTech : Croatia. 19-58.
- [37] Lyn Patrick N.D. (2006). Lead Toxicity Part II: The Role of Free Radical Damage and the Use of Anti-oxidants in the Pathology and Treatment of Lead Toxicity. *Alternative medicine review* .11(2), 114-127.
- [38] Lü J.M., Lin P.H., Yao Q. and Chen C. (2010). Chemical and molecular mechanisms of antioxidants: experimental approaches and model systems. *Journal of cellular and molecular medicine*. 14(4), 840-860.
- [39] Gonzalez-Gallego J., Sanchez-Campos S. and Tunon M.J. (2007). Anti-inflammatory properties of dietary flavonoids. *Nutricion Hospitalaria*. 22 (3), 287-293.
- [40] Mirończuk-Chodakowska I., Witkowska A.M. and Zujko M.E. (2017). Endogenous non-enzymatic anti-oxidants in the human body. *Advances in medical sciences*. 63(1), 68-78.
- [41] Holmström K. M. and Finkel T. (2014). Cellular mechanisms and physiological consequences of redox-dependent signaling. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*. 15(6), 411-421.
- [42] Nimse, S.B., Pal, D. (2015). Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. *RSC Advances*, 5, 27986-28006.
- [43] SHERWIN E.R. (1978). Oxidation and antioxidants in fat and oil processing. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 55, 809-814.
- [44] ALAIS C., LINDIN G. & MICLO L. (2003). *Biochimie alimentaire*. Ed. DUNOD.
- [45] HELME J.P., CHAZON J.B. & PERRIN J.L. (1990). Les antioxydants, *In* : « Actifs et additifs en cosmétologie ». *Technique & documentation*
- [46] SHAHIDI F. (2008). Antioxidants: extraction, identification, application and efficacy measurement. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 7(8), 3325-3330.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [47] KALMAL-ELDIN A. & ANDERSON R. (1997). A multivariate study on the correlation between tocopherol content and fatty acid composition in vegetable oils. *Journal of American Oil Chemists Society*, 74, 375-380.
- [48] KHALIL A. (2002). Mécanismes moléculaires de l'effet protecteur de la vitamine E dans l'athérosclérose. *Canadian Journal of Physiologic Pharmacol*, 80, 662-669.
- [49] KAMAL-ELDIN A. (2005). Minor components of fats and oils. *Appelqvist, Lipids*, 6, 319-359.
- [50] LÉGER C.L. (2006). Anti-oxydants d'origine alimentaire : diversité, modes d'action antioxydante, interactions. *OCL*, 13 (1), 59-69.
- [51] Atta, A.H., & Mouneir, S.M. (2004). Antidiarrhoeal activity of some Egyptian medicinal plant extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 92, (2-3): 303-309.
- [52] Guillouty A. 2016. Plantes médicinales et antioxydants. Thèse de Doctorat, Université de Toulouse III, France.
- [53] Vetrani, C., Costabile, G., Di Marino, L., Rivellese, A. A. (2013). Nutrition and oxidative stress: a systematic review of human studies. *Inter J Food Sci Nutr*, 64(3), 312-326.
- [54] MC CLEMENTS D.J. & DECKER E.A. (2000). Lipid oxidation in oil-in-emulsions: impact of molecular environment on chemical reactions in heterogeneous food systems. *Journal of Food Science*, 65(8), 1270-1282.
- [55] Dacosta Y. Les phytonutriments bioactifs : 669 références bibliographiques. Ed. Yves Dacosta, Paris, 2003, p. 317.
- [56] Kohen R. and Nyska A. Invited Review: Oxidation of Biological Systems: Oxidative Stress Phenomena, Antioxidants, Redox Reactions, and Methods for Their Quantification. *Toxicol. Path.* 2002; 30: 620-650
- [57] Haleng J, Pincemail J, Defraigne JO, et al (2007) Le stress oxydant. *Rev Med Liege* 62:628-38.
- [58] Ayoub Bensakhria; (2018). Toxicologie générale : Le stress oxydatif. *Rev : Recherche Gate* 16 :70-81.
- [59] Malardé L. (2012). Activité physique et produits dérivés du soja : Intérêts dans la prise en charge du stress oxydant associé au diabète de type 1. Thèse de doctorat. Université Rennes 2. Pp. 49-52.

CHAPITRE III
LA FAMILLE DES LAMIACES
ET
TEUCRIUM POLIUM.L



III. LA FAMILLE DES LAMIACEES ET *TEUCRIUM POLIUM .L* :

III.1. Famille des Lamiacées :

III.1.1. Présentation :

La famille des lamiacées (labiées) du Latin (Labia) lèvre signifiant que les fleurs ont une forme caractéristique à deux lèvres, comprend environs 6970 espèces réparties en 240 genres. Cette famille est l'une des premières à être distinguées par les botanistes et ceci par la particularité de ses caractères. Ce sont généralement des plantes herbacées odorantes, à tiges quadrangulaires, feuilles en général, opposées sans stipules. Le plus souvent hermaphrodites, les fleurs pentamères, sont généralement réunies en cymes axillaires plus ou moins contractées simulant souvent des verticilles, ou encore condensées au sommet des tiges, et simulant des épis fruit constitué par 4 akènes plus ou moins soudés par leur face interne .Cette famille est donc caractérisée par :

- ✚ Une corolle gamopétale irrégulière à deux lèvres, la supérieure formée de deux pétales, l'inférieure de trois ;
- ✚ Quatre étamines dont deux plus longues ;
- ✚ Ovaire de deux carpelles recoupés par une cloison et comprenant ainsi quatre loges à une graine chacun (tétra chaine) ;
- ✚ Des feuilles opposées et, souvent, une tige de section carrée.

Ces caractères varient selon les genres :

- ✚ Corolle presque régulière (Mentha) ;
- ✚ Deux étamines (Salviac) ;

Elles sont surtout des plantes méditerranéennes qui ne se rencontrent guère que dans la région présaharienne et dans l'étage supérieur du Hoggar, sauf la famille des Lamiacées est très importante dans la flore algérienne, mais certains genres sont de détermination délicate en raison de la variabilité extrême des espèces [1].

III.1.2. Distribution géographique des lamiacées :

III.1.2.1. En monde :

Les lamiacées comprennent environ 3000 espèces dont l'aire de dispersion est extrêmement étendue, mais avec une prépondérance pour les régions méditerranées : Thymus, lavandes, Romarins, qui caractérisent la flore des garrigues. Les lamiacées sont rares, par contre, dans les régions arctiques et en haute montagne (Guignard et *al*, 2004). Les labiées sont

surtout des plantes méditerranéennes qui au Sahara ne se rencontrent guère que dans la région présaharienne [2].

III.1.2.2. En Algérie :

Dans la flore de l'Algérie, les Lamiacées sont représentées par 28 genres et 146 espèces, Certains genres sont de détermination délicate en raison de la variabilité extrême des espèces [3].



Figure 21: Répartition géographique de la famille des Lamiacées dans le Monde entier (D'après Tabti et Tahdjerit, 2017)

III.1.3. L'importance de la famille des Lamiacées :

Les Labiacées sont les plus connues pour leurs huiles. La famille est aussi célèbre pour la présence de diterpénoids à ses membres [3]. Cette famille est l'une des principales sources culinaires. Les espèces de *Mentha*, *thymus*, *Salvia*, *Origanum*, *Ocimum* sont utilisées comme arôme alimentaires, et légumes. En outre, plusieurs espèces de la famille sont utilisées dans les techniques traditionnelles et médecine moderne. L'Algérie est le berceau des traditions et des connaissances phytothérapeutiques.

Un très grand nombre de genres de la famille des Lamiaceae sont des sources riches enterpénoides, flavonoides et iridiodes glycosylés. Le genre *Phlomis* comprend près de 100 espèces est particulièrement riche en flavonoides, phénylethanoides, et en iridoïdes glycosilés.

Le genre *Salvia* (sauge), comprenant près de 900 espèces majoritairement riches enditerpénoides [4] et le genre *Marrubium* (*Marrube*) comprend près de 30 espèces qui peuvent se trouver dans un nombreux pays du globe [5].

Une étude récente sur l'antioxydant des plantes médicinales au nouveau Mexique est montrée sur le tableau 01 [6].

III.2. *Teucrium Polium L* :

III.2.1. Présentation de la plante :

III.2.1.1. Nom du la plante :

✓ **Nom commun :**

Mountain germander (Anglais), pouliot de montagne, germandrée tomenteuse, germandrée blanc-grisâtre (Français) ; poliot, camendrio di montagna, timo bianco, polio primo (Italien), j'ada, khayata, Katabet ledjrah (Arabe) [7].

✓ **Nom scientifique :**

Teucrium polium L, synonyms: *Teucrium tomentosum*, *Teucrium gnaphalodes*, *Teucrium chamaedrys* et *Teucrium capitatum* [8].

✓ **Systématique :**

La classification botanique de *Teucrium polium* est présentée dans le tableau 1.

Tableau 9 : Position systématique de *Teucrium polium* [9].

<i>Classification</i>	<i>Plante</i>
Règne	Plantae
Ordre	Lamiales
Famille	Dioscoreaceae Lamiaceae
Genre	Tamus Teucrium
Espèce	<i>Teucrium polium L.</i>

III.2.2. Habitat et répartition géographique :

Teucrium polium Lest plus souvent herbacées dans toutes les régions et plus spécialement dans les régions méditerranéennes et l'Europe méridionale et les endroits secs [10].

Le genre *teucrium* est représenté en Iran par 13 espèces, en Turquie par 27 espèces. Une vingtaine de cette espèce poussent spontanément en Algérie, elles prédominent la région du tell [11].

Teucrium polium L est une espèce rare, très réponsus dans le haut plateau, ainsi dans l'atlas saharien [12].



Figure 22 : Distribution de *Teucrium Polium.L* en Afrique

III.2.3. Description de la plante :

C'est une plante tomenteuse, blanchâtre, vivace de 10 à 30 cm moyennement velue à odeur forte et désagréable, les tiges sont nombreuses, ligneuses à la base révolutes, en général à marges, grêles, dressées ascendantes, plus ou moins ramifiées, les feuilles sessiles, oblongues ou linéaires, cunéiformes, crénelées, à bords plus ou moins enroulés régulièrement dentés d'une couleur vert pâle en dessus, blanches en dessous. Les inflorescences en têtes denses capituliformes serrés ; les fleurs jaunâtres et globuleuses ou ovoïdes, courtement, pédonculés, calice petit (3 à 4 mm) en cloche, à dents courtes triangulaires presque égaux, très velus. Corolle à tube ne dépassant pas le calice, velu en dehors, à lobes <latéraux linéaires, le médian ovoïde ; les fruits murs et sec d'un couleur noir, légèrement creusés, de rocailleur et sèche.

La floraison est en avril à juin ; les fleurs sont d'un jaune doré de 5 mm et la récolte en printemps-été ; commun dans les broussailles et les friches [13].



Figure 23 : Aspect morphologique de *Teucrium polium* L

III.2.4. Les sous espèces de *teucrium polium* L :

Selon Ozanda (1977) les espèces les plus répons de *teucrium polium* en Algérie sont :

T.aureiforme, *T.luten*, *T.flavoriens*, *T.helichrysoide*, *T.thymoidus*, *T.aurasiacum*, *T.cylindricum*, *T.capitatum*, *T.polium*, *T.chevalieriet*, *T.gyreii*.

A - *teucrium polium ssp.capitatum* : lobe calices nus capitule composes (Espagne Baléares).

B- *teucrium polium ssp.cylindricum* : Inflorescences plus longue que large, nettement spiciformes, les terminales sont sessiles [14].

D-*Teucrium Polium ssp.aurasionum* : tiges et feuilles vertes en entière, ces dernières presque plantes, petites prostrée à tiges florifères. Les tiges à feuilles au moins parties blanchâtres, plantes plus élevées [15].

D- *Teucrium Polium ssp.polium* : capitule simple, lobe calice velu, polis gris (région méditerranéenne occidentale).

E- *Teucrium Polium ssp.pii.fontii* : lobe calice plus au moins nus, feuilles 1.5 cm [16].

Il y a autres espèces comme *T. dunence*, *T. algarbiense*, *T. spinosum*, *T. aritatum*, *T. resupinatum*, *T. lusitanicum*, *T. reverchonii*, *T.similatum*, *T. turdetanum*, *T. rotundifolium*, *T. haenseleri*, *T.campanulatum .L*, *T. fruticans. L*, *T. pseudochamaepitys L*[17].

III.2.5. Utilisations en médecine traditionnelle :

Déjà utilisée comme fébrifuge chez les anciens Egyptiens, *Teucrium polium* L. possède les propriétés communes aux plantes amères et aromatiques, c'est-à-dire qu'elle est tonique, appétitive, fébrifuge, vermifuge et carminatif. Elle combat la paresse de l'ensemble du tube digestif et celle du foie, on l'utilise dans les maladies de l'estomac, les bronchites chroniques, les troubles de digestion et les douleurs abdominales [18]. Depuis longtemps, on utilise la germandrée, en infusion, pour combattre la goutte, les rhumatismes, la fièvre, la bronchite

chronique et les mucosités abondantes. En bain de bouche, elle soigne les gingivites, et, en lotion, elle accélère la cicatrisation des blessures [19,20].

III.2.6. Données pharmacologiques :

Plusieurs recherches ont démontré certains effets pharmacologiques attachés à l'utilisation de Germandrée tomenteuse, parmi lesquelles on invoque l'action antibactérienne, anti-inflammatoire, anti-ulcerogène, anti-nociceptive, antispasmodique, antidiabétique, diurétique, hypolipidémique, antifongique, antagoniste du calcium et cytotoxique [21,22,23,24].

Récemment, quelques rapports dans la littérature dévoilent des effets antioxydants des extraits bruts de *T. polium* [25].

Par conséquent, d'autres investigations sont nécessaires maintenant pour élucider le mécanisme de l'action pharmacologique et identifier les composants bioactifs responsables de telles actions afin d'expliquer leur efficacité thérapeutique.

- **Anti-nociceptive, antispasmodique :**

L'extrait aqueux des parties aériennes de *T. polium* a montré des effets antispasmodiques et anti-nociceptifs. D'autres études affirment des propriétés antiscérolaires de son extrait éthanolique contre la douleur comparables à ceux de l'hyoscine et de l'indométacine ; et suggère son emploi en thérapies antispasmodiques chez l'homme. La présence des flavonoïdes et des stérols pourrait être responsable de l'activité anti-inflammatoire de cette plante [26, 27].

- **Antidiabétique :**

L'extrait aqueux de *T. polium* a montré un effet hypoglycémiant chez les rats. La propriété insulino-tropique de cet extrait a été encore évaluée, *in vitro*, en utilisant des îlots pancréatiques de rat [28]. Les données ont indiqué l'extrait brut aqueux est capable de réduire le taux du glucose sérique principalement en augmentant la sécrétion d'insuline par le pancréas par comparaison aux îlots témoins. Cependant, les composés responsables de l'activité hypoglycémique ne sont pas encore élucidés [29,30].

- **Antifongique :** l'extrait de *T. polium* a été employé dans le traitement des abcès fongiques [31].

- **Antipyrétique, Antimicrobien :**

L'extrait éthanolique de *T. Polium* présente un effet antipyrétique contre la levure et la pyrexie de carragénine. Le mécanisme de l'hyperthermie de carragénine a été liée à un dégagement des prostaglandines au site de l'injection par l'irritant en inhibant la synthèse de prostaglandines au niveau périphérique [32]. Cette hypothèse est renforcée par le fait que cet extrait peut empêcher la formation d'œdème. Cependant, l'extrait de *T. polium* a montré une remarquable activité antibactérienne contre les bactéries Gram positive et Gram négative. D'autre part, il présente des degrés élevés de résistance à nombreux agents antimicrobiens [33,34].

- **Cytotoxique :**

Les résultats montrent que l'extrait éthanolique de *T. polium* dispose un potentiel antitumoral très efficace par l'inhibition, *in vivo*, de la génération de colonies de quelques lignées cellulaires en milieu d'agarose et la suppression leurs croissance [35]. Toutefois, l'extrait aqueux de *T. polium* augmente la cytotoxicité négociée contre *N*-méthyl-*N*-nitro-*N*-nitrosoguanidine sur des cultures de cellules primaires des hépatocytes des rats et réduit significativement les index mitotiques et les cellules nécrotiques [36].

III.2.7. Effets anticancéreux :

Il a été montré que l'extrait décocté des feuilles de *T.polium* a un effet sur le cancer du foie [37]. *Teucrium polium* peut également inhiber l'invasion cellulaire et les capacités de métastase des cellules cancéreuses de la prostate humaine grâce à la restauration du complexe E-Cadhérine/ Caténine, en outre, elle peut provoquer une apoptose massive dans deux lignées de cellules cancéreuses des poumons humains [38, 39]. Par ailleurs, cette plante peut inhiber le cancer gastrique. En effet, les nanoparticules d'argent (AgNPs) sont l'un des nanomatériaux les plus fréquemment utilisés dans les domaines industriels et biomédicaux en raison de leur stabilité chimique, de leur bonne biocompatibilité, de leurs propriétés antimicrobiennes et anticancéreuses, de leur conductivité électrique élevée et de leurs excellentes propriétés optiques ; en utilisant l'extrait de feuille de *Teucrium polium* pour produire ces nanoparticules d'argent stables. Ces dernières présentent une activité anticancéreuse significative contre la lignée cellulaire de cancer gastrique humain MNK45 [40].

III.2.8. Données toxicologiques :

L'expérimentation chez les souris a montré que l'extrait de *Teucrium polium* L. induit une nécrose hépatique [41]. Cette nécrose peut également être obtenue par l'administration d'un extrait enrichi en diterpènes [42]. D'autre part, le dosage cytotoxique *in vitro* sur trois lignées de cellules cancéreuses humaines a montré que les huiles les plus antiprolifératives ont été celles

de *T. polium* ssp. *Capitatum* (DL50 = 52,7 µg / ml) [43,44]. L'effet cytotoxique de ces huiles a été évalué aussi par Bigham et al. (2010) sur les stades larvaires de *Musca domestica* pour une DL50 à 80 ppm. Cette étude a indiqué que l'effet larvicide de l'huile essentielle de *Teucrium polium* peut être dû à ses effets néfastes sur les enzymes digestives. Les travaux de Rafieian-Kopaei et Baradaran (2013) ont montré qu'après 28 jours d'administration d'extrait hydroalcoolique de *Teucrium polium L.* chez des rats, des lésions rénales, y compris la dégénérescence, destruction et vacuolisation des reins, sont apparues en comparaison au groupe témoin.

III.2.9. Composition phytochimique :

Plusieurs études, basées sur l'analyse des extraits de *Teucrium polium* par les méthodes chromatographiques, ont montré la présence de plusieurs composés incluant principalement les polyphénols et les flavonoïdes [45,46,47,48], les iridoïdes, les tannins, les huiles essentielles, en particulier, les diterpénoïdes et les monoterpènes [49, 50, 51], des glycosides phénylétanoïdes notamment le poliumoside B [52], et des esters d'acides gras [53,54], ainsi que des alcaloïdes [55,56] (Tableau 10).

Tableau 10 : Composition phytochimique de *Teucrium Polium .L*

Classe	Composés majeurs	Références
Flavonoïdes	Lutéoline, apigénine, diosmetine, cirsimaritrine, cirsilole, cirsilinoléol, 5-hydroxy-6, 7,3',4' tétraméthoxyflavone, salvigenin e, apigénine 5- galloylglucoside, apigénine-7-glucoside, vicénine, lutéoline-7-glucoside, catéchine, epicatéchine.	[57, 58, 59, 60,61]
Huiles essentielles	α - pinène, β - pinène, myrténal, terpinol, α - humulène, spathulenol, β- myrcène, germacrène B, germacrène D, bicyclogermacrène, linalool, Carvacrol, α-thujène, camphène.	[62,63, 64,65]
Glycosides	Verbascoside et poliumoside (phénylétanoïde)	[66,67]
Diterpénoïdes Néoclérodanes	Sept néo-clérodanes (teupolins VI - XII) et onze autres ont été isolés.	[68,69]

Références BIBLIOGRAPHIQUES :

- [1] BELKHODJA.H, Effet des biomolécules extraites à partir de différentes plantes de la région de Mascara : Evaluation biochimique des marqueurs d'ostéoarticulation et de l'activité biologique'' thèse doctorat, Université de li-Mustapha stambouli Mascara, 2015.
- [2] Ozenda, P. (1991 ,2004). Flore et végétation du Sahara. 3èmeEd.CNRSedition, Paris. P.399.
P
- [3] Bendif, H. (2017). Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae: *Ajuga iva* (L.) Schreb., *Teucrium polium* L., *Thymus munbyanussubsp. Coloratus* (Boiss. &Reut.) Greuter&Burdet et *Rosmarinus eriocalyx* Jord &Fourr., thèse de doctorat, l'école normale supérieure de KOUBA-Alger, département des sciences naturelles, biotechnologie végétale, P. 26.
- [4] Rivera Nunez, D., Obon de Gastro C, (1992).Palaeoethnobotany and archaeobotany of the labiatae in Europe and Near East.In Harley, R.M. Reynolds, T.,Advances in labiatae science. Edition; Royal BotanicalGardens, Kew, London.
- [5] A. Kabouche (2005). Thèse de doctorat d'état chimie, université de Constantine, Algérie
- [6] T.j.Vanderjagt, R. Ghattas, D.J. Vanderjagt, M Crossey, (2002). Comparaison of the total antioxydant content of 30 widely used medicinal plants of New Mexico.
Life Sciences
- [7] Krache I. Evaluation des effets toxiques des extraits methanoliques de *tamus communis* l. et *teucrium polium* l. sur des rats blancs albino wistar. Mémoire de magister, université Farhat Abbes -Sétif- 2009.
- [8] Autore G., Capasso F., De Fusco R., Fasulo M.P., Lembo M., Mascolo N., Menghini A. Antipyretic and antibacterial actions of *Teucrium polium* (L.). *Pharmacol. Res. Commun*, 1984, 1, 16: 21–29.
- [9] Rasekh, H.R., Yazdanpanah, H., Hosseinzadeh, L., Bazmohammadi, N., Kamalinejad, M. Acute and subchronic toxicity of *Teucrium polium* total extract in rats. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 2005, 4: 245-249.
- [10] G. Forkman, et S. Martens, metabolic engineering and applications of flavonoids. *Current Opinion in Biotechnology*, 2001, 12, 155-160.
- [11] P. Quenzel et S.Santa, Nouvelle flore de l'Algérie dt des régions désertiques méridionales, Ed : CNRS ? Paris, p : 45.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [12] Quenzel et S.Santa, Nouvelle flore de l'Algérie des régions désertiques méridionales, Ed : CNRS ? Paris, p : 45.
- [13] FOURMENT. et ROQUES., 1942 - Répertoire des plantes Médicinales et Aromatiques d'Algérie : 159p.
- [14] Quenzel et S.Santa, Nouvelle flore de l'Algérie dt des régions désertiques méridionales, Ed : CNRS ? Paris, p : 45.
- [15] Quenzel et S.Santa, Nouvelle flore de l'Algérie dt des régions désertiques méridionales, Ed : CNRS ? Paris, p : 45.
- [16] H.H, R. Rasedkh khoshnoud et M. Manssour Khani, hypolipidemic effects of *Teucrium polium* in rate. Ed : Fitoterapia, 2001,pP : 937-939.
- [17] S. Nurdan et U. Aysel, Antimicrobial activities and usage in folkloric médecine of some Lamiacrae species growing in Mugla, Turkey. EurAsian Journal of BioScience EurAsia J BioSci, 2007, 4,28-37.
- [18] Rajabalian S., 2008. Methanolic extract of *Teucrium polium* L. potentiates the cytotoxic and apoptotic effects of anticancer drugs of vincristine, vinblastine and doxorubicin against a panel of cancerous cell lines. *Exp Oncol.*, 30(2):133-8.
- [19] Debuigne G., 1972. Dictionnaire des plantes qui guérissent. Librairie Larousse. Pp.130
- [20] Gharaibeh M.N., Elayan H.H. Salhab A.S., 1988. Hypoglycaemic effects of *Teucrium polium*. *J. Ethnopharm.*, 24, 93-99
- [21] Autore, G., Capasso, F., De Fusco, R., Fasulo, M.P., Lembo, M. ,Mascolo N., Menghini A. (1984). Antipyretic and antibacterial actions of *Teucrium polium* (L.) *Pharmacol. Res. Commun.* 1:16.
- [22] Suleiman, M. S., Abdul-Ghani, A.S., Al-khalil, S., AMIN, R. (1988). Effect of *Teucrium polium* boiled leaf extract intestinal motility and blood pressure. *Journal of Ethnopharmacology*, 22: 111-116.
- [23] Abdullah, A., Karimpour, H., Monsef-Esfehani H. (2003). Antinociceptive effects of *Teucrium polium* L. total extract and essential oil in mouse writhing test. *Pharmacol. Res.* 48:31-35.
- [24] Esmaeili, M.A., Yazdanparast, R. (2004). Hypoglycaemic effect of *Teucrium polium*: studies with rat pancreatic islets. *J Ethnopharmacol.* 95:27-30.
- [25] Ljubuncic, P., Dakwar, S., Portnaya, I., Cogan, U., Azaizeh, H., Bomzon, A. (2006). Aqueous extracts of *Teucrium polium* possess remarkable antioxidant activity in vitro *Advance AccessPublication.* 3(3):329-338.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [26] Abdollahi , A., Karimpour, H., Monsef-Esfehani H. (2003). Antinociceptive effects of *Teucrium polium* L. total extract and essential oil in mouse writhing test. *Pharmacol. Res.* 48:31-35.
- [27] Kaileh, M., Berghe, W.V., Boone, E., Essawi, T., Haegeman, G. (2007). Screening of indigenous Palestinian medicinal plants for potential anti-inflammatory and cytotoxic activity. *J.Ethnopharmacol.* 113:510-516.
- [28] Esmaeili, M.A., Yazdanparast, R. (2004). Hypoglycaemic effect of *Teucrium polium*: studies with rat pancreatic islets. *J Ethnopharmacol.* 95:27-30.
- [29] Rasekh, H.R, Khoshnood-Mansourkhani, M.J., Kamalinejad, M. (2001). Hypolipidemic effects of *Teucrium polium* in rats. *Fitoterapia.* 72:937-939.
- [30] Kaileh, M., Berghe, W.V., Boone, E., Essawi, T., Haegeman, G. (2007). Screening of indigenous Palestinian medicinal plants for potential anti-inflammatory and cytotoxic activity. *J.Ethnopharmacol.* 113:510-516.
- [31] Esmaeili, M.A., Yazdanparast, R. (2004). Hypoglycaemic effect of *Teucrium polium*: studies with rat pancreatic islets. *J Ethnopharmacol.* 95:27-30.
- [32] Shakhanbeh, J., Atrouce, O. (2001). *Teucrium polium* inhibits nerve conduction and carrageenan induced inflammation in the rat skin. *Turk J Med Sci.* 3:15-21.
- [33] Autore, G., Capasso, F., De Fusco, R., Fasulo, M.P., Lembo, M., Mascolo N., Menghini A. (1984). Antipyretic and antibacterial actions of *Teucrium polium* (L.) *Pharmacol. Res. Commun.* 1:16.
- [34] Aggelis, G., Athanassopoulos, N., Paliogianni, A., Komaitis, M. (1998). Effect of *Teucrium polium* L. extract on the growth and fatty acid composition of *Saccharomyces cerevisiae* and *Yarrowia lipolytica*. *Antonie van Leeuwenhoek.* 73: 195–198.
- [35] Nematollahi-Mahani, S.N., Rezazadeh-Kermani M., Mehrabani M., Nakhaee N. (2004). Cytotoxic Effects of *Teucrium polium* on Some Established Cell Lines. *Pharmaceut. Biol. Ababstract.* 45:295 -298.
- [36] Khader, M., Eckl, P.M., Bresgen, N. (2007). Effects of aqueous extracts of medicinal plants on MNNG-treated rat hepatocytes in primary cultures. *J.Ethnopharmacol.* 112 :199-202.
- [37] Movahedi A, Basir R, Rahmat A, Charaffeddine M, Othman F. (2014). Remarkable Anticancer Activity of *Teucrium polium* on Hepatocellular Carcinogenic Rats. Evidence Based Complementary and Alternative Medicine. Volume 2014 Article ID 726724: 1-9.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [38] Kandouz M, Alachkar A, Zhang L, Dekhil H, Chehna F, Yasmeen A, et al. (2010). Teucrium polium plant extract inhibits cell invasion and motility of human prostate cancer cells via the restoration of the E-cadherin/catenin complex. *J Ethnopharmacol.* 129 (3):410-5.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.10.035>.
- [39] Haïdara K, (2011) Alachkar A, Al Moustafa A. Teucrium polium plant extract provokes significant cell death in human lung cancer cells. *Health;* 3:366-9.
<https://doi.org/10.4236/health.2011.36062>.
- [40] Hashemi, N. Tasharofi, M. Mahmoudi **Saber** (2019). Green synthesis of silver nanoparticles using Teucrium polium leaf extract and assessment of their antitumor effects against MNK45 human gastric cancer cell line. Elsevier.18. P-P14
<https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2020.127889>
- [41] Fiorentino A., D'Abrosca B., Pacifico S., Scognamiglio M., D'Angelo G., Gallicchio M., Chambery A., Monaco P., 2011. Structure elucidation and hepatotoxicity evaluation against HepG2 human cells of *neo-clerodane* diterpenes from *Teucrium polium* L.
Phytochemistry, 72 (16) : 2037-2044
- [42] Kabouche A., Kabouche Z., Ghannadi A., Sajjadi S.E., 2007. Analysis of the essential oil of *Teucrium polium* ssp. *Aurasiacum* from Algeria. *J. Essent. Oil Res.*, 19:44-46
- [43] Menichini F., Conforti F., Rigano D., Formisano C., Piozzi F., Senatore F., 2009. Phytochemical composition, anti-inflammatory and antitumour activities of four *Teucrium* essential oils from Greece. *Food Chemistry*, 115: 679-686
- [44] Elmasri W.A., Hegazy M.E.F., Aziz M., Koksal E., Amor W., Mechref Y., Hamood A.N., Cordes D.B., Paré P.W., 2014. Biofilm blocking sesquiterpenes from *Teucrium polium*. *Phytochemistry*, 103: 107-113
- [45] Proestos C, Sereli D, Komaitis M. (2004). Determination of phenolic compound in aromatic plants by RP-HPLC and GC-MS. *Food Chem.*95:44-52.
- [46] Sharififar F, Dehghn-Nudeh G, Mirtajaldini M.(2009). Major flavonoids with antioxidant activity from *Teucrium polium* L. *Food Chem* 112:885-888.
- [47] Boumerfeg S, Baghiani A, Djarmouni M, Ameni D, Adjadj A, Belkhiri F, Charef N, Khennouf S. (2012). Inhibitory activity on xanthine oxidase and antioxidant properties of *Teucrium polium* L. extracts. *Chin. Med.* 3:30-41.
- [48] Bendjabeur S, Benchabane , Bensouici C , Hazzit M , Baaliouamer A , Bitam A. (2018) .Antioxidant and anticholinesterase activity of essential oils and ethanol extracts of *Thymus algeriensis* and *Teucrium polium* from Algeria . *Journal of Food Measurement and Characterization* 12:2278–2288

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [49] Ramnathan S.P, Slavoff S.A, Grundel E, White K.D, Mazzola E, Koblenz D, Rader J. (2005). Isolation and characterisation of selected Germander diterpenoids from authenticated *Teucrium chamaedrys* and *T. canadense* by HPLC, HPLC-MS and NMR. *Phytochem. Anal.* 17:243-250.
- [50] Mahmoudi R, Nosratpour S. (2013). *Teucrium polium* L. essential oil: phytochemical component and antioxidant proprieties. *IFRJ.* 20 (4):1697-1701.
- [51] Bruno M, Bondi ML, Rosselli S. (2002). Neoclerodane diterpenoids from *Teucrium montbretii* subsp *libanoticum* and their absolute configuration. *J Nat Prod* 65: 142-146.
- [52] De Marino S, Festa C, Zollo F, Incollingo F, Raimo G, Evangelista Dollah MA, Parhizkar S, Abdul Latiff L, Hafanizam Bin Hassan M. (2012). Antioxidant activity of phenolic and phenylethanoid glycosides from *Teucrium polium* L. *Food. Chem.* 133:21-28.
- [53] Boulila A, Béjaoui A, Messaoud C, Boussaid M. (2008). Variation of volatiles in Tunisian populations of *Teucrium polium* L. (Lamiaceae). *Chem Biodivers* 5: 1385–1400.
- [54] Hachicha SF, Barrek S, Skanji T, Zarrouk H, Ghrabi ZG. (2009). Fatty acid, tocopherol, and sterol content of three *Teucrium* species from Tunisia. *Chem Nat Comp* 45: 304–308.
- [55] Shakhanbeh J, Atrouce O. (2000). *Teucrium polium* Inhibits Nerve Conduction and Carrageenan Induced Inflammation in the Rat Skin. *Turk. J. Med. Sci.* 3:15-21.
- [56] Parsaee H, Shafiee-Nick R. (2006). Anti-Spasmodic and anti-nociceptive effects of *Teucrium polium* aqueous extract. *Iran Biomed. J.* 10 (3) :145-149.
- [57] Boumerfeg S, Baghiani A, Djarmouni M, Ameni D, Adjadj A, Belkhiri F, Charef N, Khennouf S. (2012). Inhibitory activity on xanthine oxidase and antioxidant properties of *Teucrium polium* L. extracts. *Chin. Med.* 3:30-41.
- [58] Kadifkava Panovska T, Kulevanova S, Stefova M. (2005). In vitro antioxidant activity of some *Teucrium* species (Lamiaceae). *Acta Pharm.* 55:207-214.
- [59] Hasani P, Yasa N, Vosough-Ghanbari S, Mohammadirad A, Dehghan G, Abdollahi M. (2007). In vivo antioxidant potential of *Teucrium polium*, compared to α -tocopherol. *Acta. Pharm.* 57:123-127.
- [60] Al Bahtiti; (2012). *Teucrium polium* extracts jordanian ja'adeh. *Asian J. Agric. Sci.* 4(6): 379-382.
- [61] Bahramikia S, Yazdanparast R. (2012). Phytochemistry and medicinal properties of *Teucrium polium* L. (Lamiaceae). *Phytother. Res.* 26: 1581-1593.
- [62] Bendjabeur S, Benchabane, Bensouici C, Hazzit M, Baaliouamer A, Bitam A. (2018). Antioxidant and anticholinesterase activity of essential oils and ethanol extracts of *Thymus*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

algeriensis and *Teucrium polium* from Algeria . *Journal of Food Measurement and Characterization* 12:2278–2288

[63] Mahmoudi R, Nosratpour S. (2013). *Teucrium polium* L. essential oil: phytochemical component and antioxidant properties. *IFRJ*.**20** (4):1697-1701.

[64] Skouti E, Kattah A, Alachkar A, Ben Hedda J, Vincieri.(2012). Biochemical, antinociceptive and hepatotoxic effects of the chronic administration of *Teucrium polium* essential oil in rats. *Int. J-Pharm. Sci.*4 (3) :193-197.

[65] Belmekki N, Bendimerad N, Bekhechi C, Fernandez X. (2013). Chemical analysis and antimicrobial activity of *Teucrium polium* L. essential oil from western Algeria. *J. Med. Plants Res.* 7 (14) :897-902.

[66] De Marino S, Festa C, Zollo F, Incollingo F, Raimo G, Evangelista Dollah MA, Parhizkar S, Abdul Latiff L, Hafanizam Bin Hassan M.(2012).Antioxidant activity of phenolic and phenylethanoid glycosides from *Teucrium polium* L. *Food. Chem.* 133:21-28.

[67] Rasekh H.R, Khoshnood-Mansourkhani M.J, Kamalinejad M. (2001). Hypolipidemic effects of *Teucrium polium* in rats. *Fitoterapia* **72**:937-939.

[68] Fiorentino A, D' Abrosca B, Pacifico S, Scognamiglio M, D' Angelo G, Gallicchio M, Chambery A, Monaco P.(2011). Structure elucidation and hepatotoxicity evaluation against HepG2 human cells of neo-clROSdane diterpenes from *Teucrium polium* L. *Phytochem.* 72 :2037-2044.

[69] Pacifico S, D' Abrosca B, Scognamiglio M, D' Angelo G, Gallicchio M, Galasso S, Monaco P, Antonio F.(2012). NMR-based metabolic profiling, in vitro antioxidant, and hepatotoxic assessment of partially purified fractions from Golden germander (*Teucrium polium* L.) methanolic extract. *Food Chem.*135 : 1957-1967.

CHAPITRE IV

MATERIELS ET METHODES



IV. Matériels et méthodes :

I.1. Matériel végétal :

Le matériel végétal est constitué de la partie aérienne de la plante *Teucrium Polium L* qui a été récolté de la région Skanska (Tébessa) en février 2021.

Les feuilles sont séchées à l'ombre dans un endroit sec et aéré et à température ambiante pendant quelques jours, puis le matériel végétal a été broyé à l'aide d'un broyeur électrique et pesé, le broyat obtenu a été conservé dans un sachet en papier à température ambiante, dans un endroit sec et à l'abri de l'humidité et de la lumière jusqu'à son utilisation.

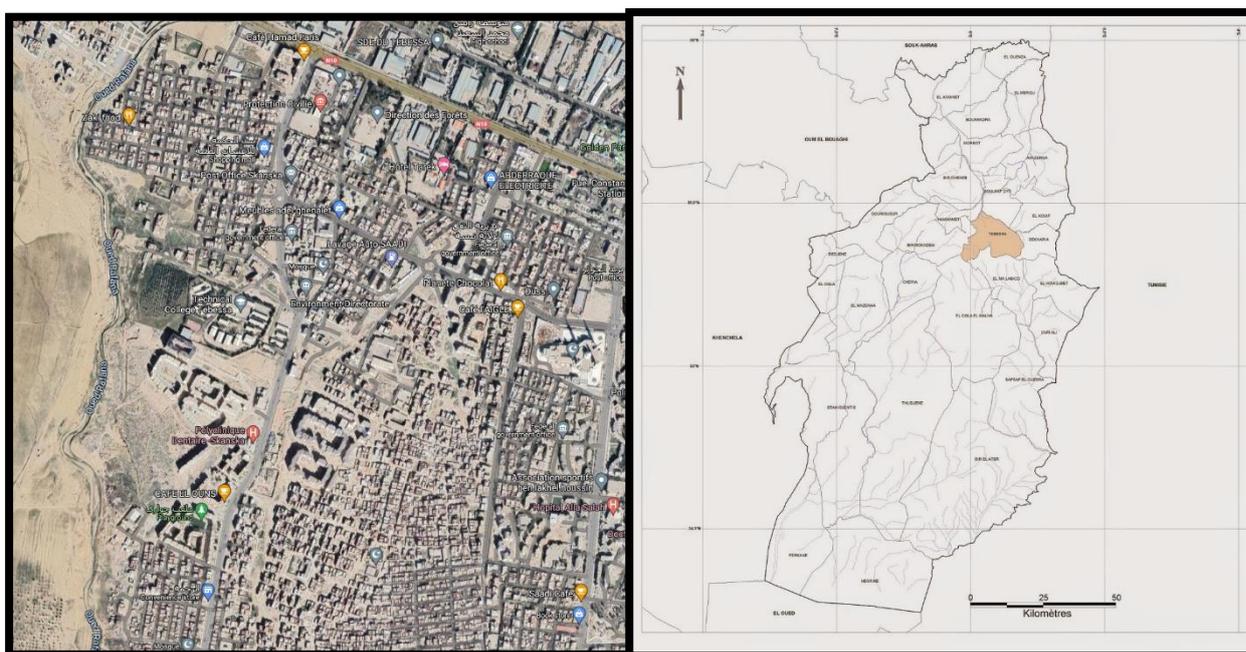


Figure 24 : La situation géographique de la zone de récolte

II. SCREENING PHYTOCHIMIQUE :

La détection des différentes familles de composés chimiques existantes dans la plante est l'un des objectifs essentiels de l'examen phytochimique. Ceci constitue la première étape de la recherche des molécules actives présentes dans la plante étudiée.

Les tests phytochimiques sont basés sur des essais de solubilités, des réactions de coloration et de précipitation, ainsi que des examens sous lumière ultraviolette.

Dans notre travail, nous avons exposé le matériel végétal aux différentes voies de macérations.

Les extraits utilisés pour les tests ont été obtenus après une ébullition à reflux pendant une heure, de 50 g du matériel végétal dans 300 ml de solvant, suivie d'une filtration du mélange [1].

II.1. Macération dans l'eau distillée :

II.1.1. Recherche d'amidon :

Le test effectué consiste à chauffer 5 ml de l'extrait aqueux avec 10 ml d'une solution saturée de NaCl dans un bain-marie jusqu'à ébullition. Ensuite on a ajouté le réactif d'amidon.

- Un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration bleue violacée [1].

II.1.2. Recherche des saponosides :

La détection des saponosides est réalisée en ajoutant 1,5 ml d'eau distillée à 2 ml de l'extrait aqueux, puis la solution est fortement agitée. Après 20 minutes la teneur en saponosides est évaluée [1].

- Pas de mousse = test négatif.
- Mousse moins de 1 cm = test faiblement positif.
- Mousse de 1-2 cm = test positif.
- Mousse plus de 2 cm = test très positif.

II.1.3. Recherche des tanins galliques :

La présence des tanins est mise en évidence en ajoutant à 1 ml de l'extrait aqueux 1 ml d'eau distillée et 1 à 2 gouttes de solution diluée de $FeCl_3$.

- L'apparition d'une coloration bleue-verte indique la présence des tanins galliques [1].

II.1.4. Recherche des anthocyanes :

Leur présence est révélée en traitant 2 ml d'extrait aqueux avec 2 ml HCl (2N) ensuite on ajoutant quelques gouttes de NH_4OH . Un test positif est révélé par une coloration rose-rouge qui vire au bleu violacé [2, 3].

II.2. Macération dans l'éthanol :

II.2.1. Recherche des flavonoïdes :

La recherche des flavonoïdes est effectuée par un traitement de 5 ml d'extrait éthanolique avec 1 ml d'HCl concentré et de 0,5 g de tournures de magnésium.

- La présence des flavonoïdes est mise en évidence si une couleur rose ou rouge se développe après 3 minutes [1].

II.2.2. Recherche des tanins catéchiques :

La présence des tanins est effectuée en ajoutant à 1 ml d'extrait éthanolique 2 ml d'eau distillée et 2 à 3 gouttes de solution diluée de $FeCl_3$.

- Un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration verte ou bleue-verte [1].

II.2.3. Recherche des composés réducteurs :

Leurs détections consistent à traiter 1 ml d'extrait éthanolique avec 2 ml d'eau distillée et 20 gouttes de liqueur de Fehling, puis chauffer le tous.

- Un test positif est révélé par la formation d'un précipité rouge-brique [1].

II.2.4. Recherche des coumarines :

Leur détection consiste à évaporer à sec 5 ml de la solution éthérique extraite. Dissoudre le résidu obtenu dans 1 ml d'eau chaude, puis diviser le volume en deux parties. Prendre le demi-volume comme témoin et ajouter à l'autre volume 0,5 ml de NH_4OH (10 %), ensuite mettre deux tâches sur un papier filtre et les examiner sous la lumière UV.

- La présence des coumarines est indiquée par une fluorescence intense [1].

II.2.5. Recherche des stérols et stéroïdes :

La révélation de ces composés suit le protocole opératoire ci-dessous :

- Evaporer à sec 10 ml d'extrait éthanolique.
- Traiter le résidu obtenu avec 10 ml de chloroforme anhydre puis filtré le mélange.
- Mélanger 5 ml de la solution chloroformique avec 5ml d'anhydride acétique.
- Ajouter quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.
- Agiter, puis laisser la solution reposer.
- Un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration violacée temporaire virant au vert (maximum d'intensité en 30 minutes à 21 °C) [1].

II.3. Macération dans l'acide sulfurique (H_2SO_4) :

Ajouter 10 ml de H_2SO_4 dilué (1/10) à 10g de la poudre végétale dans un erlenmeyer de 250 ml. Laisser agiter et macérer pendant 24h à la température ambiante du laboratoire. Après filtrer sur papier laver à l'eau distillée de manière à obtenir environ 10 ml de filtrat [3].

II.3.1. Recherche des alcaloïdes :

- 1ml de filtrat +5 gouttes du réactif de Wagner s'il apparait un précipité brun c'est qu'on est en présence d'alcaloïdes [3].

II.3.2. Recherche d'hétérosides :

Pour ces composés leurs détections se fait comme suite :

- Evaporer 10 ml d'extrait éthanolique à sec.
- Dissoudre le résidu obtenu dans 0,5 ml d'anhydride acétique et 0,5 ml de chloroforme, puis filtrer.

- Traiter le filtrat par la réaction de Liebermann-Burchardt. Si cette réaction donne des colorations :
- Verte bleue : présence d'hétérosides stéroïdiques.
- Verte violette : présence d'hétérosides triterpéniques [1].

III. EXTRACTIONS SELECTIVES :

Après la détermination des différentes familles de composés présentent dans la plante étudiée, nous avons ciblé les familles qui sont prépondérantes dans cette dernière. Par conséquent, une extraction de ces familles selon des méthodes d'extractions sélectives a été élaborée, suivie par des analyses quantitatives et qualitatives des extrais.

III.1. Extraction des huiles essentielles de «*Teucrium Polium*» :

L'extraction des huiles essentielles a été réalisée par hydro-distillation avec un appareil de type **Clevenger** au sein du laboratoire de chimie de l'université de Tébessa, on utilise 100 ml d'eau distillée pour chaque 40 g de matériel végétal fraîche (les feuilles), chauffé à reflux à l'aide d'un chauffe-ballon pendant 4 à 6 heures. Les échantillons des huiles essentielles des feuilles obtenus ont été conservé à -4 °C.

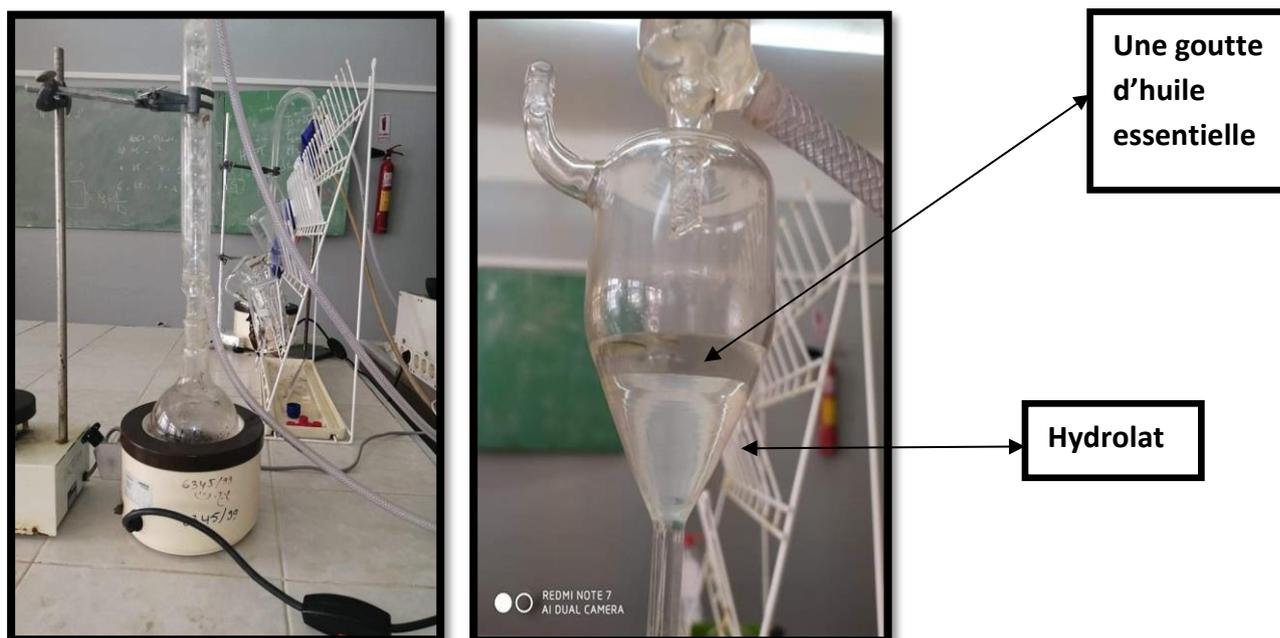


Figure 25 : Montage de l'extraction par Clevenger

III.2. Extraction d'hydrolat de *Teucrium Polium L* :

L'extraction d'hydrolat a été réalisée par extraction liquide- liquide avec du chloroforme comme solvant (50 ml 3fois).

La phase organique d'hydrolat obtenue a été conservée à froid.

III.2. Calcul du rendement :

III. 1. Extraction des polyphénols :

L'extraction des polyphénols a été effectuée par macération de 70 g de la poudre des feuilles broyées à froid dans 1000 ml d'un mélange méthanol-eau (**70 :30**) trois fois pendant 24 heures. Les filtrats obtenus ont été évaporés à pression réduite à 50 °C [4]. **Le schéma 1** illustre le protocole opératoire de l'extraction.

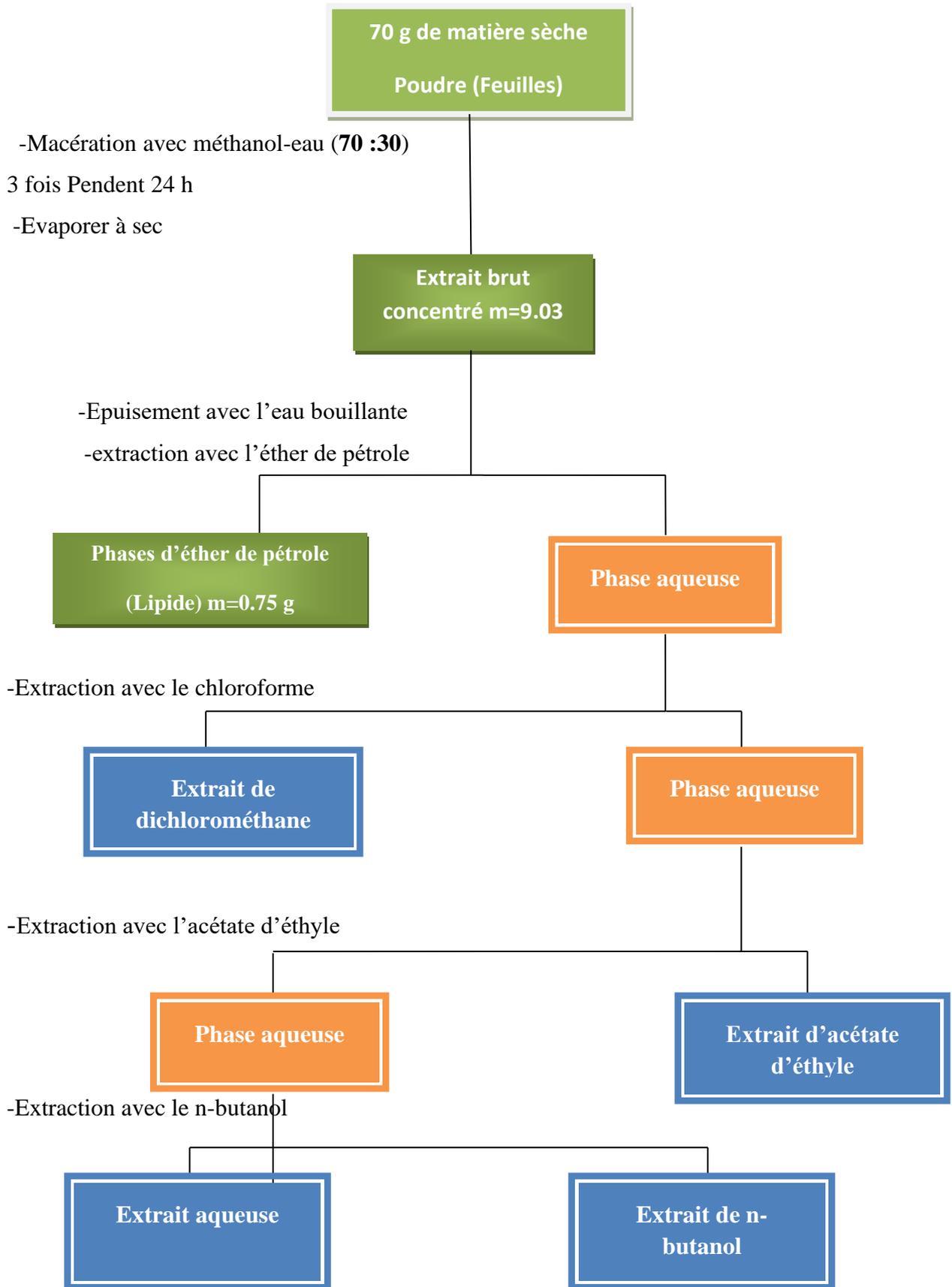


Schéma 1 : les étapes de fractionnement des polyphénols [5].



Broyage les feuilles après séchage



Macération dans 1000ml d'un mélange méthanol-eau (70 :30) trois fois pendant 24 h



Filtration sous vide



Evaporation à sec

Figure 26 : Préparation d'extract brut de *Teucrium Polium. L*

IV. DETERMINATION DE L'ACTIVITE ANTIOXYDANTE :

IV.1. Réduction du fer par la méthode de FRAP :

IV.1.1. Principe :

Le principe de cette méthode est basé sur la réaction de réduction du Fe^{3+} présent dans le complexe ferrocyanure de potassium en Fe^{2+} , la réaction est révélée par le virement de couleur jaune du fer ferrique (Fe^{3+}) en couleur bleu vert du fer ferreux (Fe^{2+}), l'intensité de cette coloration est mesurée par spectrophotométrie à 700 nm.

IV.1.2. Procédure expérimentale :

Le protocole expérimental utilisé est celui de la technique de YILDRIM, MAVI, KARA [6] : Les différentes concentrations des extraits (0.5 ml) sont mélangées avec 1.25 ml de la solution tampon phosphate (0.2 M, pH 6.6) et 1.25 ml de ferricyanure de potassium [$K_3Fe(CN)_6$] à (1%) sont incubés à 50°C pendant 20 min, puis refroidi à température ambiante.

Après, 2.5 ml de l'acide trichloracétique (10%) est additionnée pour stopper la réaction. Les tubes sont centrifugés à 3000 tours pendant 10 min.

En fin, 1.25 ml du surnageant de chaque concentration est mélangé avec 1.25 ml de l'eau distillée et 250 μ L de $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ (0.1%). L'absorbance est mesurée à 700 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV contre une solution blanc préparée de même manière mais on a remplacé l'extrait par de l'eau distillée.

IV.2. Piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazil):

IV.2.1. Méthode spectroscopique :

✓ Principe :

La réduction du radical libre DPPH (2,2 diphényl-1-picrylhydrazyl) par un antioxydant peut être suivie par la spectrophotométrie UV-visible.

Le DPPH possède un électron célibataire sur l'atome d'azote, caractérise par une couleur violette et un pic d'absorption spectral maximal à 517nm. En présence d'antioxydant l'électron célibataire devient apparié, ce qui conduit à la décoloration de DPPH du violet (forme radicalaire DPPH \cdot) au jaune (forme réduite DPPH-H) [8], selon la réaction suivante :



Explication :

AH c'est un composé capable de donner un H^+ au radical DPPH (schéma 2). Cette décoloration est représentative de la capacité des extraits à piéger ces radicaux libres, Loin de toutes activités enzymatiques [7].

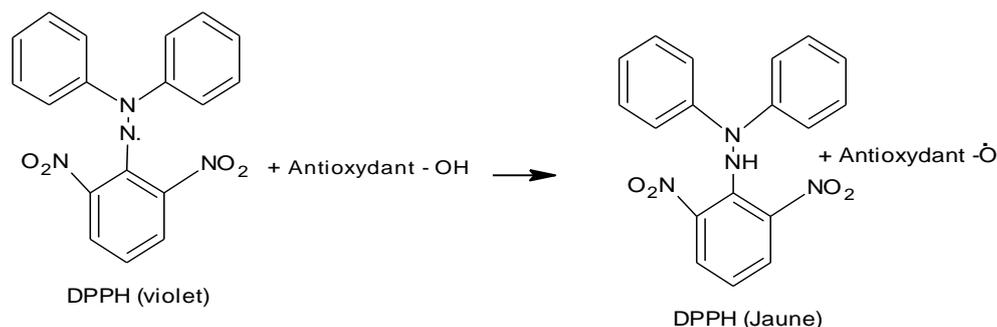


Schéma 2 : Principe de piégeage des radicaux libres de **DPPH**

IV.2. 1. 1. Mode opératoire :

✓ **Préparation des solutions (extraits) :**

0,1 mg d'extrait dans 100 ml de méthanol (solution mère 1 mg/ ml). A partir de cette solution, préparer les différentes concentrations (1 ; 0.5 ; 0.25 ; 0.125 mg/ml).

Le protocole est réalisé par un test anti radicalaire contre le DPPH mesuré au spectrophotomètre UV. On introduit 3 ml d'une solution de DPPH.

✓ **Préparation de la solution (DPPH) :**

Dissoudre 0.004 mg de DPPH dans 100 ml de méthanol.

Le protocole est réalisé par un test anti-radicalaire contre le DPPH mesuré au spectrophotomètre UV. Dans un tube à essai sec et stérile, on introduit 3 ml de la solution méthanolique de DPPH préparé, 1 ml de solutions des extraits sont ajoutés et le mélange est vigoureusement agité pendant 30 secondes à l'aide d'un vortex. Après une incubation de 30 mn à température ambiante et à l'abri de la lumière, les absorbances sont mesurées à 517 nm contre une solution blanc qui contient 3ml de solution DPPH et 1 ml de méthanol [7].

✓ **Méthode de calcul :**

L'évaluation de l'activité anti-radicalaire est exprimée en pourcentage selon la relation suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = [(\text{Abs1} - \text{Abs2}) / \text{Abs1}] \times 100$$

Abs 1 : Absorbance du contrôle.

Abs 2 : Absorbance de l'extrait.

Les résultats expérimentaux sont exprimés selon la moyenne des valeurs.

Le pouvoir anti-radicalaire :

$$ARP = \frac{1}{IC50\%}$$

IV.2.2. Révélation par CCM :

Il s'agit de déposer des spots des extraits à tester sur des plaques de gel de silice en aluminium (CCM). Après séchage des plaques CCM, elles sont giclées dans une solution méthanoïque de DPPH à 2 mg/ml. Des activités anti-radicalaires apparaissent sous forme de spots de couleur jaune-blanc sur fond violet [9].

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

- [1] [1] K.Mazari, N.Bendinerad, C.Benkhechi, W.Fernandez. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of essential Oil Isolated from algerian juniperus phonecea L. and Cupressus. Medicinal Plants Research, 2010,4(10) :959-964.
- [2] Paris et al. 1969.
- [3] TALEB-TOUDERT Karima, extraction et caractérisation des huiles essentielles de dix plantes aromatiques provenant de la région Kabylie, mémoire de docteur, biologie animale et végétale, Université MOULOUD MAMMARI de Tizi-Ouzou, (2015), p 2728-29.
- [4] Internationnal Journal of Innovation and Scientific research ISSN 2351-8014 Vol. 17 NO. Aug. 2015, pp.24-33.
- [5] P. Cara. Précis de technologie et de chimie industrielle. Tome 3. Ed. Balliere J.B. et fils. France, Paris, 1953.
- [6] Wu C., Huang M., Lin Y., ju H., Ching H. Antioxydant properties of antioxydant of Cortex fraxini and its simple coumarines. Food Chem., 2007, 104 : 1464-1471.
- [7] Z. Hadbaoui Evaluation de l'activité antioxydant des fractions lipidiques, proteiques et phénoliques de sorgho et de mil locaux. These de doctorat : Université de Kasdi Merbah Ouargla-Algérie, 2012.
- [8] Adams. RP.Junipers of the world: The genus Juniperus. Trafford Publishing, Vancouver, BC, Canda, 2004.
- [9] RP. Adams, RP.Junipers of the world: The genus Juniperus. Trafford Publishing 2nd ed Vancouver, BC, Canda, 2004.

CHAPITRE : V

RESULTATS ET DUSCUTION



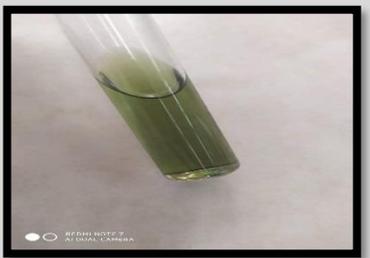
V. RESULTATS ET DISCUSSION :

V.1. REVELATION PHYTOCHIMIQUE (SCREENING) :

L'étude phytochimique du « *Teucrium Polium* » a été réalisée par des tests effectués au laboratoire, ce qui nous a permis de détecter les différents composés chimiques contenus dans cette plante. Les résultats des essais réalisés sur les deux parties (feuilles et racines) sont regroupés dans les tableaux 7 et 8 respectivement.

Tableau 11 : Résultat des tests phytochimiques effectués sur les extraits de feuilles

Famille des composés	Etat de test	Image
Amidons	-	
Saponosides	+++	
Tanins galliques	+++	
Anthocyanes	+++	
Flavonoïdes	-	

des tanins catéchiques	+++	
Composés réducteurs	++	
Coumarines	+	
Stérols et stéroïdes	++	
Alcaloïdes	++	
Hétérosides	+	

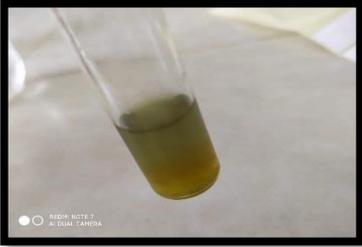
Quinones libres	+	
Terpénoides	++	

Tableau12 : Résultat des tests phytochimiques effectués sur les extraits de racines

Familles des composés	Etat de test	Image
Amidons	-	
Saponosides	+++	
Tanins galliques	+++	

Anthocyanes	+++	
Flavonoïdes	-	
Tanins catéchiques	+++	
Composés réducteurs	++	
Coumarines	+	
Stérols et stéroïdes	-	

Alcaloïdes	++	
Hétérosides		
Quinones libres	+	
Terpénoides	++	

- Test négatif (-), test positif (+), test faiblement positif (++) , test fortement positif (+++).

Les résultats cités dans les deux tableaux, montrent que l'existence des saponosides, des tanins galliques, des tanins catéchiques et des anthocyanes en quantités importantes dans des parties étudiées de *Teucrium Polium L*(les feuilles et les racines).

Ces parties sont riches également en composés réducteurs, alcaloïdes et terpénoides. Tandis que les quantités des coumarines et les quinones libres sont faibles.

L'absence d'amidons, flavonoïdes, et dérivés anthracénitiques libres.

La présence des stérols et stéroïdes dans les feuilles. Mais ils ne se trouvent pas dans les racines.

V .2. Rendement des extractions :

V .2.1 Rendement de l'huile essentielle de *Teucrium Polium L* :

Après plusieurs tentatives d'extractions réalisées par hydrodistillation nous avons trouvés que des gouttes des huiles essentielles dispersées dans un volume d'hydrolat, donc la carence des huiles essentielles de cette plante dans la période de février à mars a été confirmée.

V .2.2 Rendement des extraits phénoliques :

L'extraction de *Teucrium Polium* par des solvants de polarités croissantes a permis d'obtenir en plus de l'extrait bruts cinq extraits différents : l'extrait a été obtenue de l'épuisement de l'extrait brut par l'eau bouillante, cet extrait sous forme d'un résidu noté (y). Les autres extraits : dichlorométhane, celui d'acétate d'éthyle, butanolique, et aqueux.

Les rendements correspondants sont exprimés en pourcentage de masse de chaque extrait par rapport à la masse de matière végétale sèche.

Le tableau 13 contient les rendements d'extraction des extraits phénolique.

Tableau 13 : Rendement des extraits phénoliques

Extrait	Masse(g)	Rendement (%)
Brut	9.03	12.9
Résidu (y)	0.75	1.07
Dichlorométhane	0.39	0.55
Acétate d'éthyle	0.2	0.28
n-Butanol	1.02	1.45
Aqueux	6.47	9.24

Le rendement le plus élevé a été observé avec l'extrait brut 12.9 %, suivi par l'extrait aqueux 9.24 %, alors que les autres extraits ont été obtenues avec un faible rendement.

Donc la quantité des polyphénols en extrait sec varient, d'une plante à une autre de la même famille, du solvant d'extraction, du coefficient de diffusion du solvant, et aussi en fonction des paramètres d'extraction de ces composés.

V .3. Résultats des activités antioxydantes :

V .3.1. Piégeage du radical libre DPPH :

V .3.1.1. Révélation par CCM :

L'activité antioxydante de tous les extraits et les hydrolats des racines et des feuilles de *Teucrium Polium.L* a été évalué par leurs activités inhibitrices de la formation des radicaux DPPH contre.

CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSION

Dans ce test les quatre extraits ainsi que les quatre hydrolats (Les feuilles 4h, 6h ; les racines 4h, 6h). Ont été déposés sur CCM à un volume de 0.25ml/spot. Les résultats des deux testes CCM-DPPH sont illustrés dans la figure ci-dessous :

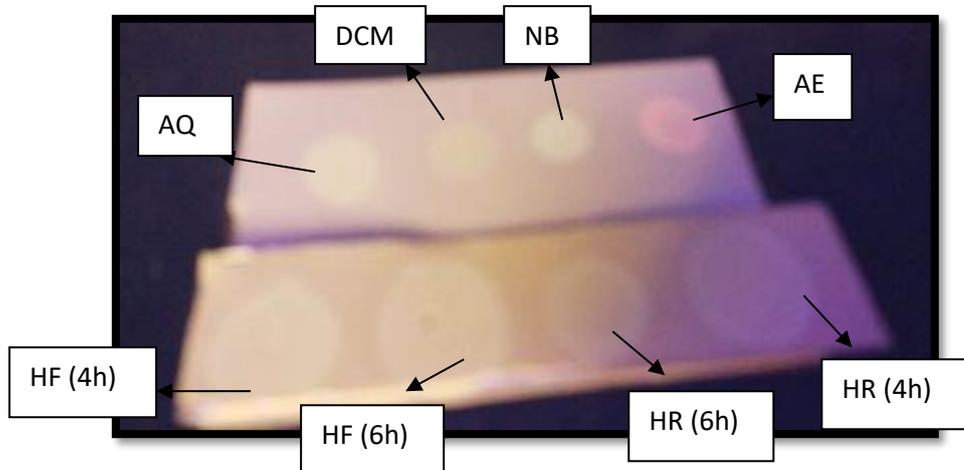


Figure 27 : Révélation des activités antioxydantes des extraits et des hydrolats (racines, feuilles)

L'activité anti-radicalaire contre DPPH de tous les extraits et les hydrolats a été confirmée par la spectrophotométrie UV-visible. Les résultats obtenus révèlent que les extraits : acétate d'éthyle et n-butanol et l'hydrolat des racines 6h présentent un bon potentiel antioxydant.

V .3.1.2. Les résultats de l'activité antioxydante des extraits phénoliques des feuilles :

Tableau 14: Résultat de l'activité antioxydante de l'extrait de dichlorométhane

Concentration (mg/ml)	Absorbance
1	0.270
0.5	0.390
0.25	0.405
0.125	0.412

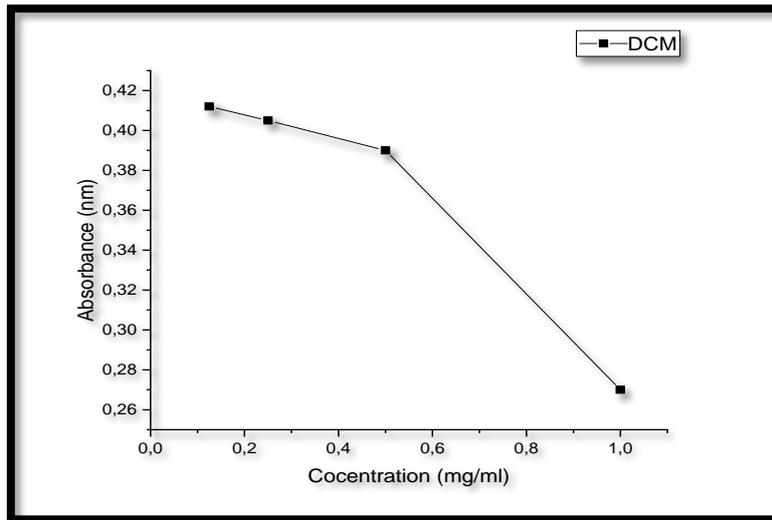


Figure 28 : Pouvoir réducteur de l'extrait dichlorométhane

Tableau 15 : Résultat de l'activité antioxydante de l'extrait d'acétate d'éthyle

Concentration (mg/ml)	Absorbance
1	0.055
0.5	0.058
0.25	0.183
0.125	0.397

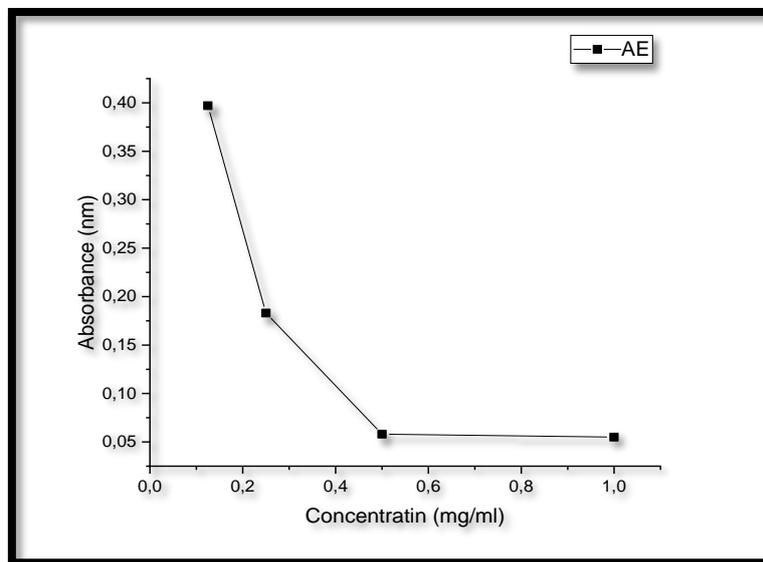


Figure 29 : Pouvoir réducteur de l'extrait d'acétate d'éthyle

Tableau 16 : Résultat de l'activité antioxydante de l'extrait n-butanol

Concentration (mg/ml)	Absorbance
1	0.032
0.5	0.041
0.25	0.047
0.125	0.119

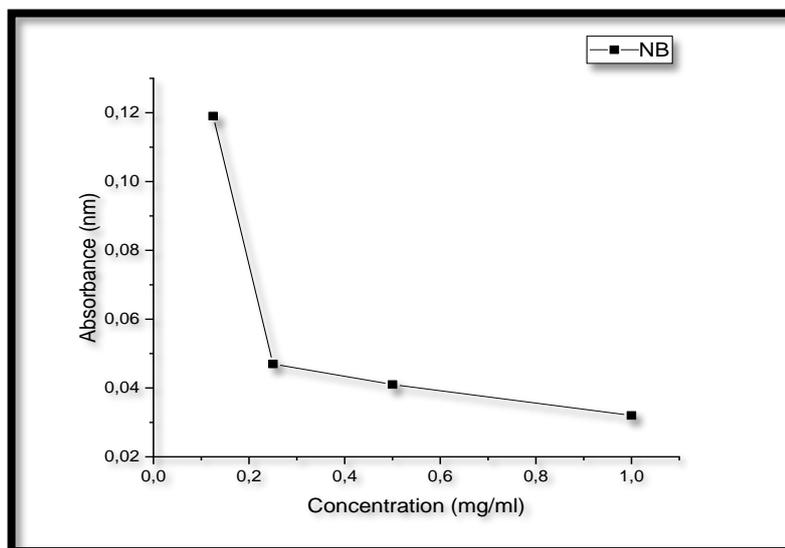


Figure 30 : Pouvoir réducteur de l'extrait n-butanol

Tableau 17 : Résultat de l'activité antioxydante de l'extrait aqueux

Concentration (mg/ml)	Absorbance
1	0.095
0.5	0.128
0.25	0.357
0.125	0.420

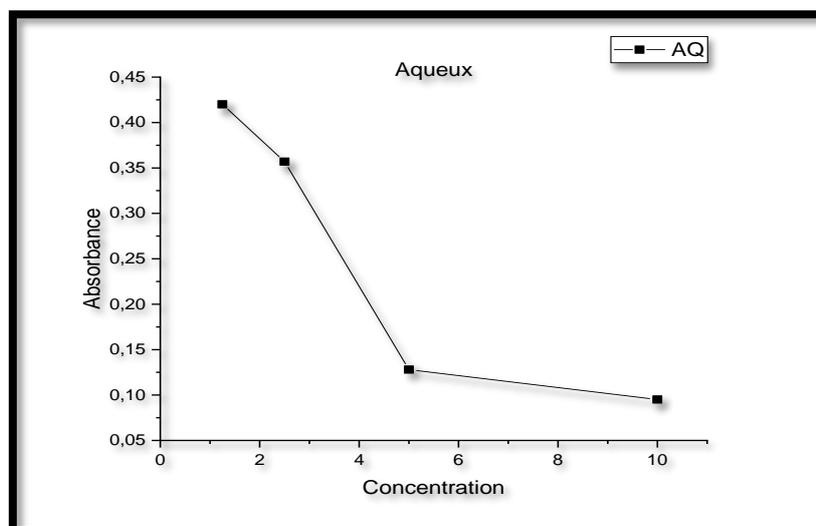


Figure 31 : Pouvoir réducteur de l'extrait aqueux

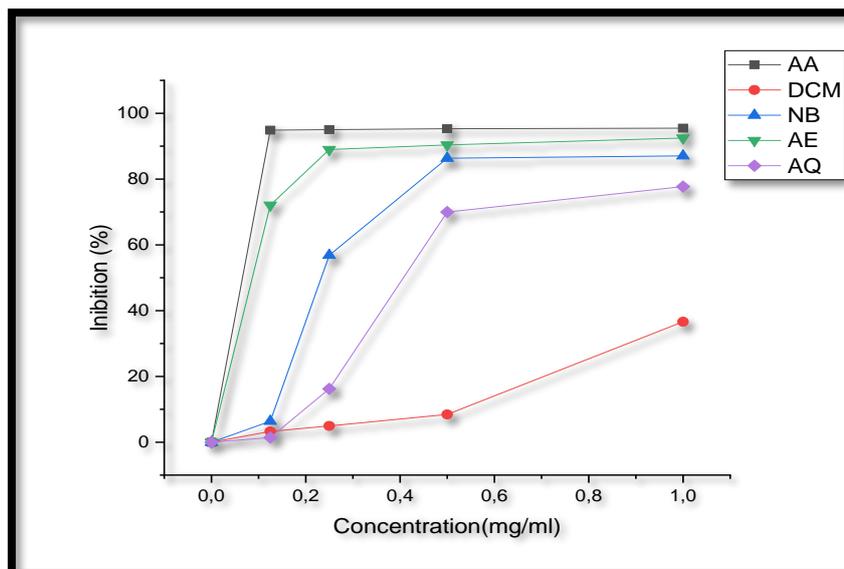


Figure 32 : Variation du pourcentage d'inhibition de DPPH de quatre extraits de TP

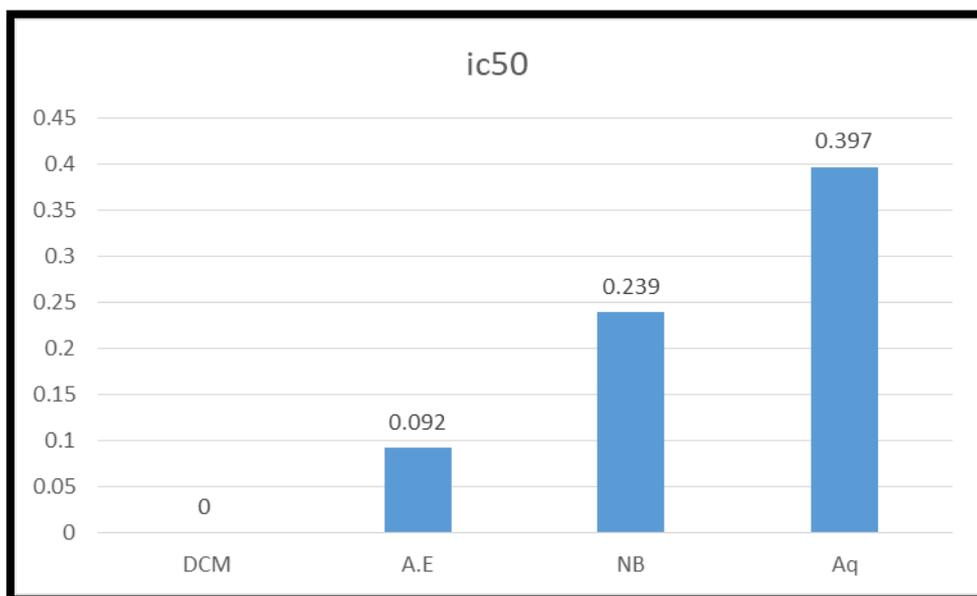


Figure 33 : Histogramme d' IC 50% des extraits phénoliques de TP

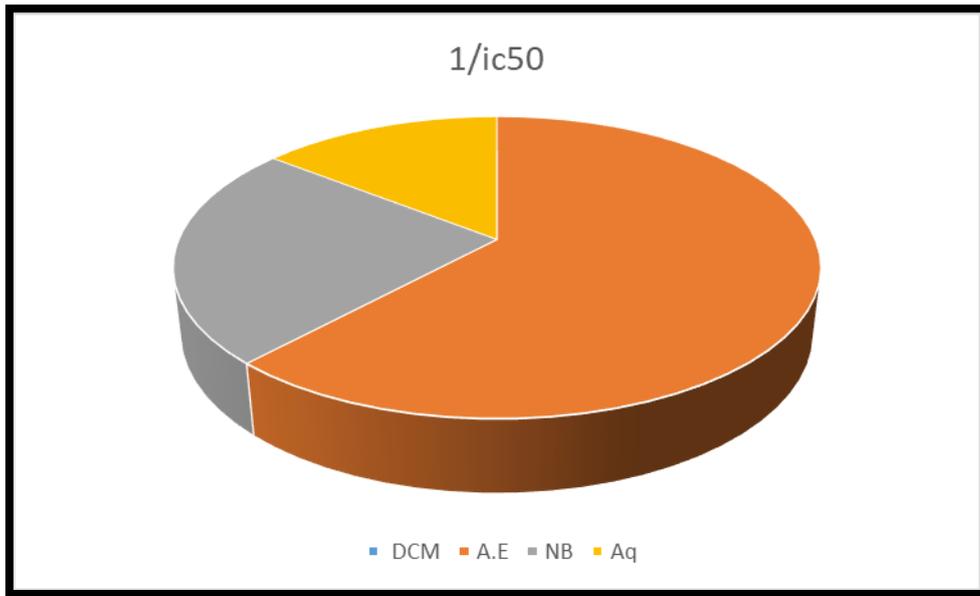


Figure 34 : Secteurs d'ARP des extraits phénoliques

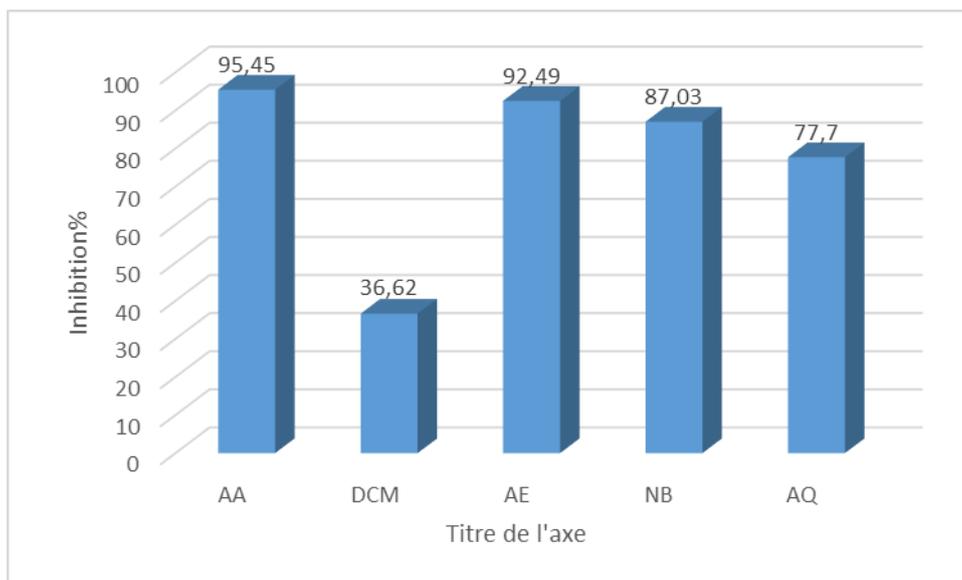


Figure 35 : Histogramme des pourcentages d'inhibition des radicaux libres DPPH des extraits phénoliques

V .3 .1. 3. Les Résultats de l'activité antioxydante des hydrolats des feuilles :

Tableau 18 : Résultat de l'activité antioxydant d'hydrolat des feuilles (4h)

Concentration (mg/ml)	0.4	0.8	1.2	1.6	2
Absorbance (nm)	0.620	0.631	0.643	0.658	0.669

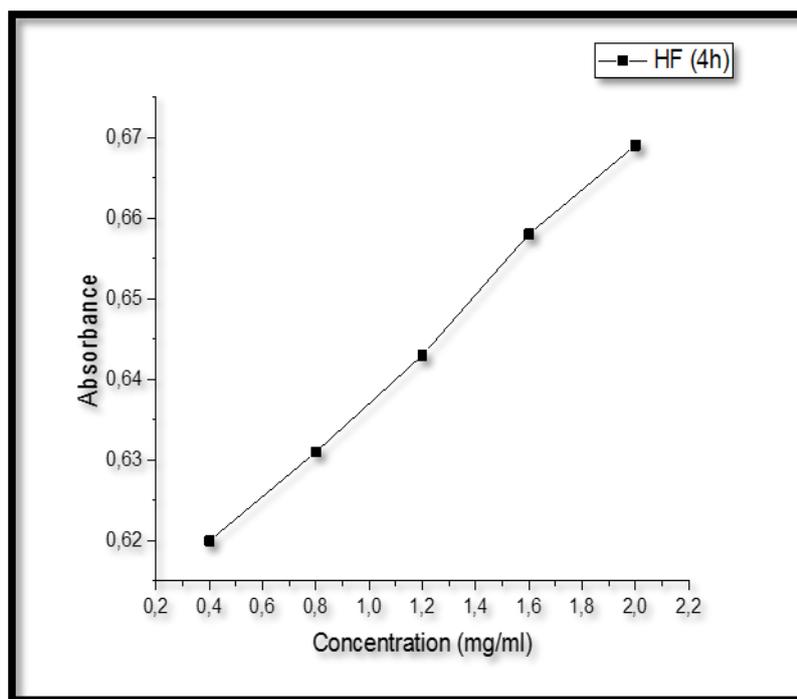


Figure 36 : L'absorbance de l'hydrolat des feuilles (4h)

Tableau 19 : Résultat de l'activité antioxydant d'hydrolat des feuilles (6h)

Concentration (mg/ml)	0.4	0.8	1.2	1.6	2
Absorbance (nm)	0.603	0.625	0.631	0.647	0.648

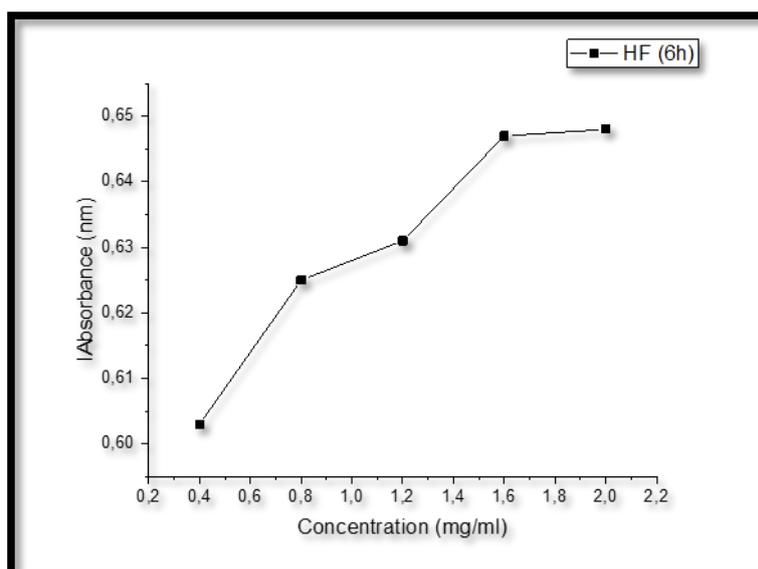


Figure 37 : l'absorbance de l'hydrolat des feuilles (6h)

V .3. 1. 4. Les résultats de l'activité antioxydant des hydrolats des racines :

Tableau 20 : Résultat de l'activité antioxydant d'hydrolat des racines (4h)

Concentration (mg/ml)	0.4	0.8	1.2	1.6	2
Absorbance (nm)	0.617	0.631	0.637	0.644	0.653

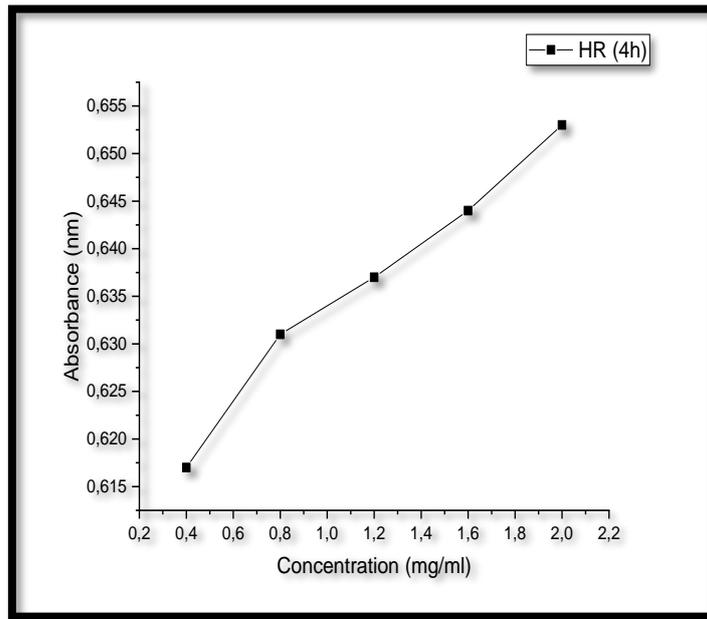


Figure 38 : L'absorbance de l'hydrolat des racines (4h)

Tableau 21 : Résultat de l'activité antioxydant d'hydrolat des racines (6h)

Concentration (mg/ml)	0.4	0.8	1.2	1.6	2
Absorbance (nm)	0.151	0.179	0.259	0.481	0.584

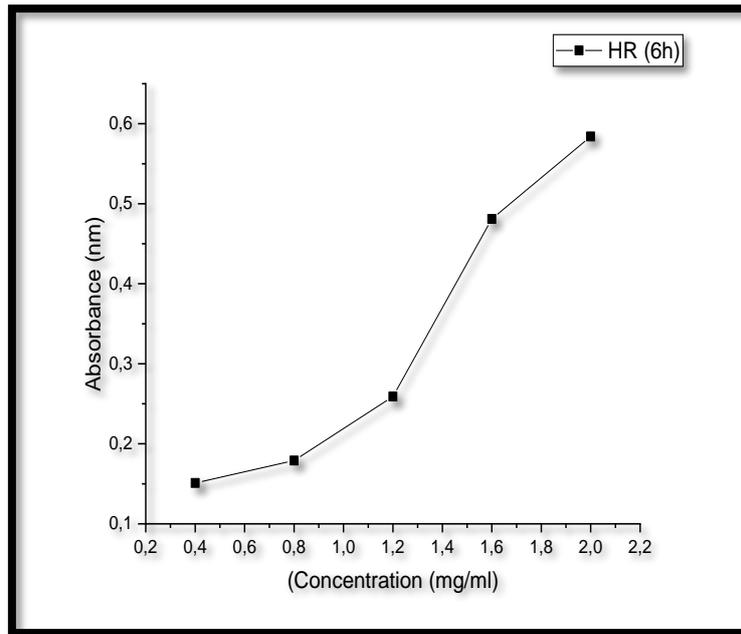


Figure 39 : L'absorbance de l'hydrolat des racines (6h)

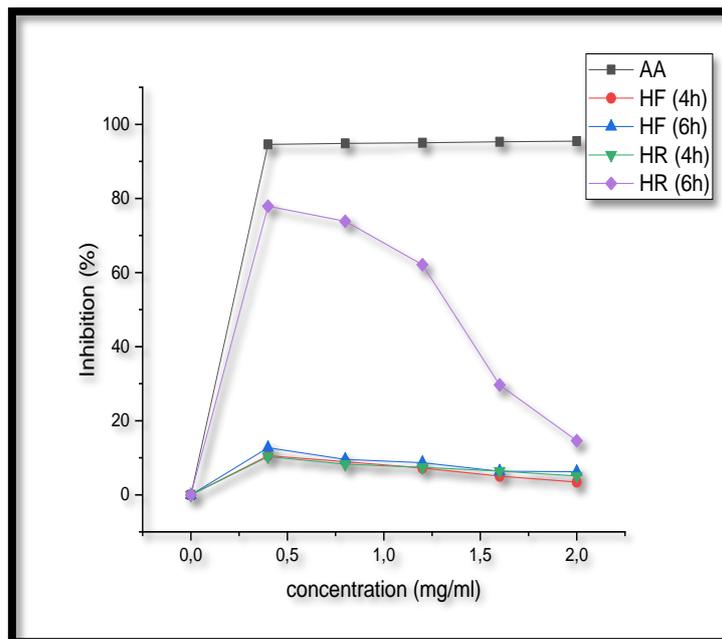


Figure 40 : Variation des pourcentages d'inhibition des radicaux libres DPPH des hydrolats

D'après les résultats obtenus, les hydrolats présentent une diminution d'inhibition par rapport aux concentrations utilisées. On observe que l'inhibition de l'hydrolat des racines (6h) est plus élevée que l'inhibition des autres hydrolats. Donc l'HR (6h) plus actif par rapport aux trois hydrolats (HR 4h, HF 4h, HF 6).

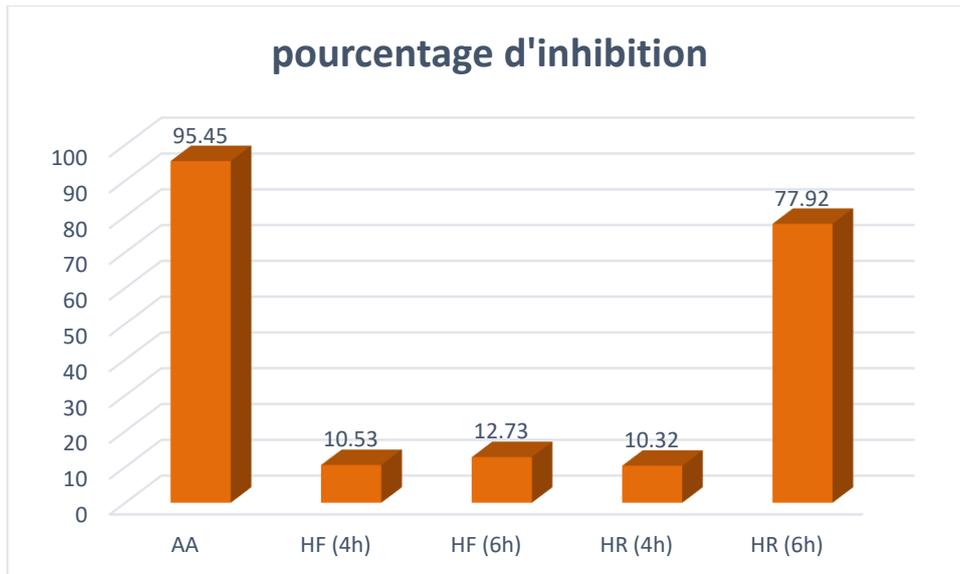


Figure 41 : Histogramme des pourcentages d'inhibition des radicaux libres DPPH des hydrolats

V .4. Réduction de fer (FRAP) :

L'évaluation de l'activité antioxydant par réduction du fer est une méthode très utilisée pour différencier les phases qui comportent plus d'activités antioxydants, les pouvoirs réducteurs des solutions des différents extraits sont mesurés à 700 nm. Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure54 ci-dessous

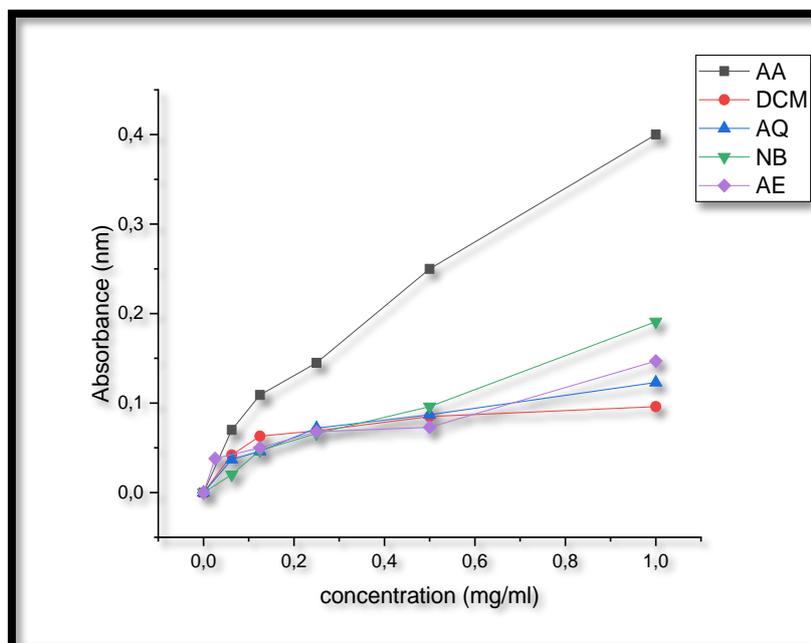


Figure 42 : Pouvoir réducteur des extraits et de l'acide ascorbique

D'après les résultats obtenus, tous les extraits présentent une diminution proportionnelle de la réduction du fer par rapport aux concentrations utilisées. L'extrait NB est le plus actif

CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSION

suivi par l'extrait d'AE. Le pouvoir de réduction des extraits : AQ est moyennement actif par rapport aux deux extraits précédents, tandis que l'extrait DCM est le (-) actif.

Conclusion

Les plantes médicinales restent toujours un domaine qui attire la curiosité des chercheurs. Dans le cadre de la mise en valeur des substances naturelles nous avons tenté à travers notre thème d'étudier une espèce appelée : *Teucrium Polium L.* Dans la région de Tébessa (SKANSKA), qui présente de nombreuses vertus médicinales.

Dans un premier lieu les résultats de notre étude phytochimique de la plante nous a montré que la plante étudiée est riche en principes actifs.

La révélation phytochimique réalisée, a mis en évidence la présence de divers métabolites secondaires tels que : polyphénols, (saponosides, tanins galliques, anthocyanes, tanins catéchiqes, composés réducteurs, coumarines, alcaloïdes, quinones libres) dans les feuilles et les racines, et l'absence d'amidon, flavonoïdes et les dérivées anthracénitiques libres dans les feuilles et les racines dans cette plante.

Les rendements des extraits réalisés sur les feuilles de *Teucrium polium L* sont relativement importants. Le rendement le plus élevé a été observé avec l'extrait aqueux (9.24%), suivi par l'extrait n-butanol (1.45%), alors que les autres extraits ont été obtenus avec des faibles rendements.

Le rendement des huiles essentielles de *Teucrium Polium L* presque nul, donc la plante collectée au mois de février jusqu'à mars a une grande carence en huiles essentielles.

Cette différence peut être attribuée à la nature climatique de la région.

Le pouvoir antioxydant des extraits et des hydrolats sont remarquable. Ces résultats sont confirmés par deux méthodes : la réduction du fer et le piégeage du radical libre.