



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة زيان عاشور-الجلفة

Université Ziane Achour –Djelfa

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Agronomiques et Vétérinaires

Projet de Fin D'étude En vue de l'obtention du Diplôme de Master en

Filière: Science Alimentaires

Spécialité: Agro-Alimentaire et Contrôle de Qualité

Thème

**Caractérisation phytochimique des extraits de
Teucrium polium L.(région de Djelfa).**

Présenté par : GUERNA SAAD

Devant le jury :

Président :Mr. CHIEB T.

Promotrice:Mme KHEMKHAM A.

Examineur :Mme KHREISSAT N.

Année Universitaire 2022/2023

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, je tiens à remercier ma promotrice Mme : KHEMKHAM A., pour son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail.

Mes vifs remerciements vont également aux membres du jury au président de jury Mr. Chieb Maitre de conférences B et l'examinatrice Mme Khreissat Maitre de Assistante A pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner mon travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Je ne laisserai pas cette occasion passer, sans remercier tous les enseignants de la spécialité Agro-Alimentaire et Contrôle de Qualité et surtout (KACIMI .M).

DEDICACE

Louange a ALLAH, seigneur des mondes, paix et bénédiction au sceau des prophètes et messagers .je dédie ce travail à :

*Qui m'a élevé et allumé ma vie et m'a aidé à prier et à prier l'être humain le plus précieux,
ma MERE bien-aimée.*

*A ceux qui ont travaillé dur dans mon chemin et m'ont appris les sens de la lutte et m'ont
conduit à ce que je suis mon PERE.*

A mes frères : ADEL.

A mes sœurs : HADJER, RYM et SLSABYLE.

*Enfin de compte, je demande à DIEU tout puissant de faire en sorte que ce travail
profite à tous les étudiants en attente de leur diplôme.*

SOMMAIRE

Liste des tableaux	C
Liste des figures	D
Liste des abréviations	E
Chapitre 01 : Généralités sur <i>Teucrium polium</i>	04
I.1. Famille des Lamiacées	04
I.2. Genre <i>Teucrium</i>	04
I.2.1. Répartition et écologie	05
I.2.2. Utilisation en médecine traditionnelle	05
I.3. <i>Teucrium polium</i>	06
I.3.1. Description botanique	06
I.3.2. Taxonomie	08
I.3.3. Noms vernaculaires	08
I.3.4. Habitat et répartition géographique dans le monde	09
I.3.5. Distribution géographique en Algérie	09
I.3.6. Utilisation en médecine traditionnelle	11
Chapitre II : Les métabolites secondaires	
II.1. Alcaloïdes	13
II.1.1. Définition	13
II.1.2. Classification des Alcaloïdes	13
II.1.3. Structure chimique	13
II.1.4. Rôle des alcaloïdes	14
II.2. Flavonoïdes	14
II.2.1. Définition	14
II.2.2. Structure et classification	15
II.3. Composés phénoliques	16
II.3.1. Définition	16
II.3.2. Classification	16
II.3.4. Acide phénolique	16
II.3.5. Chimie des composés phénoliques	17
II.4. Tannins	17
II.4.1. Définition	17
II.4.2. Classification	18
A- Tanins hydrolysables	18
B- Tanins condensés	18
II.4.3. Classification des tanins en fonction de leur structure et propriétés	19
II.4.4. Propriétés des tannins	20
II.5. Triterpènes	20
II.5.1. Définition	20
II.5.2. Structure générale et classification	21
II.6. Saponines	22
II.6.1. Définition	22
II.6.2. Structure chimique des saponines	23
II.7. Anthraquinones	23
II.7.1. Définition	23
II.8. Stérols	23

II.8.1. Définition	23
II.9. Composés réducteurs	24
II.9.1. Définition	24
Chapitre III : Matériel et Méthodes	
III.1. Matériel végétale	26
III.1.2. Site d' échantillonnage	26
III.1.3. Matériel de Laboratoire	27
III.1.3.1. Appareillages et materiel	27
III.1.3.2. Solvants et réactifs	27
III.2. Méthodes	28
III.2.1. Extraction de l'huile essentielle	28
III.2.1.1. Hydrodistillation	28
III.2.1.2. Extraction liquide-liquide	28
III.2.1.3. Evaporation	29
III.3. Rendement de l'huile essentielle	30
III.4. Préparation de l'extrait hydroalcoolique	30
III.5. Screening phytochimique	31
III.6. Dosage des phenols totaux	32
III.6.1. Préparation de l'acide gallique standard pour l'étalonnage	33
III.6.2. Préparation des échantillons	33
Chapitre IV : Résultats et discussion	
VI.1. Rendement d' Extraction	35
VI.1.1. Rendement de l'huile essentielle	35
VI.1.2. Rendement de l'extrait hydroalcoolique	35
VI.2. Screening phytochimique	35
VI.3. Dosage de la teneur en phenol totaux	44
Conclusion	48
Résumé	57

Liste des tableaux

Tableau 01: Classification taxonomique de <i>Teucrium polium</i>	08
Tableau 02: Classification des terpénoïdes	22
Tableau 03: Test de recherche des alcaloïdes	36
Tableau 04: Test de recherche des anthraquinones libres	37
Tableau 05: Test de recherche des tritépènes	38
Tableau 06: Test de recherche des flavonoïdes dans <i>Teucrium polium</i> .	39
Tableau 07: Test de recherche des tanins.	40
Tableau 08: Test de recherche des composés réducteurs	41
Tableau 09: Test de recherche des stérols	41
Tableau 10: Test de recherche des saponines	42
Tableau 11: Comparaison des travaux antérieurs sur le criblage phytochimique de <i>T. polium</i>	44
Tableau 12: Résultats de mesure d'absorbance pour l'acide gallique.	45

Liste des figures

Figure 01: <i>Teucrium polium</i> L	07
Figure 02: Les feuilles et les fleurs du <i>Teucrium polium</i>	07
Figure 03: Aires de distribution du <i>Teucrium polium</i> en Algérie	10
Figure 04: Structure de base des flavonoïdes	15
Figure 05: Structure de l'acide caféique	16
Figure 06: Structure de tanins hydrolysables	18
Figure 07: Structures chimiques des unités monomériques constitutives des tanins condensés	19
Figure 08: Structure chimique des saponines former des solutions moussantes en présence d'eau	23
Figure 09: Schéma de base et numérotation des stérols	24
Figure 10: Plante de <i>teucrium polium</i>	26
Figure 11: Localisation géographique de la zone d'étude.	27
Figure 12: Montage de l'extraction des huiles essentielles	28
Figure 13: Les étapes Extraction Liquide-Liquide	29
Figure 14: Les étapes évaporation du solvant (ether diéthylique)	30
Figure 15: Alcaloïdes dans <i>Teucrium polium</i>	36
Figure 16: Anthraquinones libres dans <i>Teucrium polium</i>	37
Figure 17: Triterpènes dans <i>Teucrium polium</i>	38
Figure 18: Flavonoïdes dans <i>Teucrium polium</i>	39
Figure 19: Tanins dans <i>Teucrium polium</i>	40
Figure 20: Composés réducteurs dans <i>Teucrium polium</i> .	40
Figure 21: Détection des stérols <i>Teucrium polium</i>	42
Figure 22: Saponines dans <i>Teucrium polium</i>	43
Figure 23: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique	45

Liste des abréviations

Teuc po : Teucrium polium.

% : Pourcentage.

al: Collaborateurs.

Kg: Kilogramme.

Cm : Centimètre.

G : Gramme.

ml : Millilitres.

g: gramme.

NH₄OH: Ammoniaque ou hydroxyde d'ammonium.

CHCl₃ : Chloroforme.

HCl: Acide chlorhydrique.

H₂SO₄: Acide sulfurique.

FeCl₃: Perchlorure ferrique ou chlorure ferrique.

Mg: Magnésium.

ml : millilitre.

M' : masse d'huile essentielle obtenu en (g).

M : masse de matière végétale sèche exprimé en (g).

°C : température en degré Celsius.

Min: minutes.

C: teneur phénolique totale d'extrait sec.

c: concentration d'acide gallique obtenue à partir de la courbe de calibration en mg/mL.

V: volume d'extrait en ml.

m: masse d'extrait en gramme.

EGA: Equivalent acide gallique.

Introduction

Les plantes médicinales ont été connues depuis l'antiquité et utilisées par l'homme comme médicament pour prévenir, soigner ou soulager des diverses maladies. Ces plantes prennent leur capacité thérapeutique comme le pouvoir antimicrobien et antioxydant, à partir de ses métabolites primaires et secondaires ou par la synergie entre les deux ou entre les différents composés de chaque type de métabolite. Parmi les métabolites secondaires on distingue les composés phénoliques qui sont considérés comme des fortes antioxydants et aussi des antimicrobiens (ZEGHAD, 2009 ; LEHOUT et LAIB, 2015; OULADLAID et HADJKOUIDER, 2018).

L'Algérie compte dans sa flore un grand nombre de plantes médicinales appartenant à différentes familles botaniques et poussant aussi bien dans les zones fertiles du sahel que dans les hauts plateaux et les zones arides et désertiques (DRIDI, 2018).

Les métabolites secondaires sont aussi très exploités par l'homme dans les différents domaines : dans le domaine culinaires comme colorants et arômes, dans le domaine agricole comme herbicides et dans le domaine médicale comme antibiotiques, antioxydant, drogues...etc (DRIDI, 2018).

Les plantes médicinales contiennent un grand nombre de molécules actives d'intérêt multiple mis à profit dans l'industrie, alimentation, cosmétologie et en dermopharmacie. Parmi ces molécules, on retrouve, les coumarines, alcaloïdes, acides phénoliques, tannins, lignanes, terpènes et flavonoïdes (BAHORUN, 1997). Les flavonoïdes possèdent potentiellement des activités biologiques, anti-inflammatoires, anticancérogènes, antimicrobiennes et anti-oxydantes (OUNIS et BOUMAZA, 2018).

Dans l'objectif de valoriser la flore algérienne et en vue de substituer les molécules chimiques à visées thérapeutiques ou industrielles par des molécules naturelles sans effets adverses, ce travail de mémoire s'inscrit dans cette optique et vise à élargir les connaissances quant aux plantes aromatiques et médicinales.

La plante sujette de notre étude appartient à la famille des Lamiaceae, nommée *Teucrium polium*. En médecine traditionnelle, elle a une place importante en raison de ses indications thérapeutiques (OUNIS et BOUMAZA, 2018).

Notre document est divisé en quatre chapitres, le premier chapitre présente des généralités sur la plante *Teucrium polium*. Le deuxième chapitre présente des généralités sur les métabolites secondaires. Le troisième chapitre présente la méthodologie du travail, et le dernier chapitre présente les résultats et leur discussion et en fin une conclusion.

Chapitre I :

Généralités sur *Teucrium polium*

I.1. Famille des Lamiacées

La famille des Lamiaceae (labiées) du Latin (Labia) lèvre signifiant que les fleurs ont une forme caractéristique à deux lèvres, comprend environ 6970 espèces réparties en 240 genres (HAMMOUDI, 2015; FELLAH, 2019). 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 (tétrachaine) ;
- Des feuilles opposées et, souvent, une tige de section carrée (OUNIS et BOUMAZA, 2018).

Ces caractères varient selon les genres : corolle presque régulière (*Mentha*) ou unilabiée (*Teucrium*); deux étamines (*Salvia*) (QUEZEL et SANTA, 1963). Elles sont surtout des plantes méditerranéennes, qui ne se rencontrent guère que dans la région présaharienne et dans l'étage supérieur du Hoggar, sauf les trois espèces *Marrubium deserti*, *Salvia aegyptiaca* et *Teucrium polium* qui sont plus largement répandues. La famille des Lamiaceae est très importante dans la flore algérienne, mais certains genres sont de détermination délicate en raison de la variabilité extrême des espèces (QUEZEL et SANTA, 1963); HAMMOUDI, (2015); (OUNIS et BOUMAZA, 2018).

I.2. Genre *Teucrium*

Nom générique des germandrées désignant en Latin *teucrium* en grec *teukpion* troie, ou de *teucros*, prince troyen qui aurait découvert les propriétés médicinales de la plante. Le genre *Teucrium*, les germandrées (MAIZI et al, 2019), regroupe environ 260 espèces de plantes herbacées ou de sous-arbrisseaux de la famille des Lamiacées (DRIDI et al, 2016;

MOUSTAPHA et al, 2011), On les retrouve un peu partout à travers le monde, mais elles sont particulièrement nombreuses dans le bassin méditerranéen (MAIZI et al, 2019).

Nous pouvons citer quelques exemples de quelques espèces appartenant à ce genre: *Teucrium chamaedrys*L. *Teucrium cubense* Jacq., *Teucrium veronicoï* des Maxim., *Teucrium scorodonia* L., *Teucrium flavum* L., *Teucrium fruticans*, *Teucrium scordium*L. (*Germandrée Teucrium polium*L (MAIZI et al, 2019).

I.2.1. Répartition et écologie

Le genre *Teucrium* comprend plus de 300 espèces (GHASMI et al, (2009); AIT CHAOUCEA, (2018); ALVIRI et al, 2021); DUDUKU et al, (2011); DMOUR et al, (2020); JARADAT, (2015); QABAHA et al, (2021); ILAGHINEZHAD et al, (2020); YUKSEL et al, (2019); BACHTARZI, (2018); CHABANE, (2021);MITIC et al, (2012); KHALED-KHODJA, (2014);MARZOUK et al, 2018), généralement aromatiques poussant à l'état spontané dans diverses régions du globe. Il est largement présent dans le bassin méditerranéen et plus particulièrement en Algérie où sont recensées respectivement 21 espèces. *Teucrium polium* L. Est une plante à fleurs, très abondante dans le bassin méditerranéen (l'Europe, Nord de l'Afrique et Nord-Ouest d'Asie) (DRIDI, 2018).

Le genre *Teucrium* comprend environ 300 espèces dans le monde et 12 espèces réparties en Iran, dont *T. macrum* et *T. persicum* poussent exclusivement en Iran. Les autres espèces sont les suivantes : *T. orientale*, *T. oliverianum*, *T. procerum*, *T. parviflorum*, *T. hircanicum*, *T. scordium*, *T. melissoides*, *T. chamaedrys*, *T. polium* et *T. stocksianum*, qui poussent en Iran, en Turquie, en Irak, dans le Caucase, Syrie, Liban, Afghanistan, Pakistan, Turkménistan, Asie centrale, Europe et Afrique du Nord (ALVIRI et al, 2021), Ainsi réparti sur différent pays du bassin circum méditerranée le genre *Teucrium*(Lamiaceae)est représenté en Iran par 13 espèces dont l'orientale avec quatre sous-espèces accroissant se sont : orientale, d'espèce d'orientale de *Teucrium*, glabrescens, d'espèce d'orientale de *Teucrium*, taylori, d'espèce d'orientale de *Teucrium*, le gloetrichum, d'espèce d'orientale de *Teucrium* (SOUDANI et TIBERMACHINE, 2006).

I.2.2. Utilisation en médecine traditionnelle

Le genre *Teucrium* est très utilisé en pharmacopée traditionnelle depuis plus de 2000 ans dans de nombreuses régions du monde. Ses feuilles sont utilisées en cuisine et à

des fins médicinales, en particulier pour le traitement des troubles intestinaux et gastriques. Il est également utilisé pour soulager les douleurs viscérales et diminuer la glycémie. La plante est utilisée comme dépuratif et remède des maladies du foie et de l'hypertension et dans le traitement des ulcères gastéro - duodénaux et de l'hyperlipidémie (BACHTARZI, 2018).

I.3. *Teucrium polium*

I.3.1. Description botanique

Teucrium polium (figures 01 et 02) est une espèce très variable ; de nombreuses sous espèces ont été décrites dont certaines sont parfois érigées au rang d'espèce. C'est une plante herbacée vivace à odeur forte et désagréable. Elle se différencie des autres genres de Lamiaceae par la corolle ne possédant qu'une lèvre inférieure à cinq lobes (OUNIS et BOUMAZA, 2018).

C'est une plante tomenteuse, blanchâtre, vivace de 10 à 30 cm (OUNIS et BOUMAZA, (2018) ; BENTAHAR et LAMRI, (2018) ; MALKI, (2017); DRIDI et al, (2016), de hauteur (JARADAT, 2015). Moyennement velue à odeur forte et désagréable, les tiges sont nombreuses, ligneuses à la base révoluée, 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 verte pâle en dessus, blanches en dessous (OUNIS et BOUMAZA, 2018).

Les fleurs jaunâtres et globuleuses ou blanches-tomenteuses portant des feuilles opposées sessiles, linéaires-lancéolées ou oblongues, courtement, pédonculés, calice petit (3 à 4 mm) en cloche, à dents courtes triangulaires presque égaux, très velus (OUNIS et BOUMAZA, 2018).

Corolle à tube ne dépassant pas le calice, velu en dehors, à lobes latéraux linéaires, Le médian ovoïde; les fruits murs et sec d'une 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 (OUNIS et BOUMAZA, 2018).

Cette dernière est une plante vivace, pubescente, aromatique plante de 20–50 cm de haut, à poils blancs ou gris sur les tiges, avec des feuilles vert-grisâtre et des fleurs blanches

(CHABANE et *al*, 2021). Les deux faces des feuilles, les calices et les jeunes tiges sont recouverts de trichomes glandulaires et de poils, formant ce qu'on appelle un indumentum à leur surface (MALKI, 2017).



Figure 01: *Teucrium polium* L (DRIDI, 2018).



Figure 02: Les feuilles et les fleurs du *Teucrium polium* L (BENTAHAR et LAMRI, 2018).

Teucrium polium: Appartient à la série quatre :

- Corolle bilabée; lèvre inférieure de la corolle à cinq lobes inégaux corolle caduque blancherocaille.
- Calice vert grisâtre.

- Feuilles linéaires ou lancéolées à marge en général révolutée, denticulées-crênelées, inflorescences en têtes denses capituliformes ou un peu allongées, à bractées florales réduites mais semblent aux feuilles.
- Feuilles linéaires vert grisâtre à marge pratiquement entière, quelques-unes: seulement crênelées. Cf supra : ssp *Thymoides* (pomel ; battindrie), feuilles à marge distinctement crênelée.
- Espèces très polymorphes où la détermination des micro-morphes reste toujours délicate (SOUDANI et TIBERMACHINE, 2006).

I.3.2. Taxonomie

Taxonomie botanique de la plante *Teucrium polium* est représentée dans le tableau suivant (MERDJI et ZEMMIT,(2020) ;DRIDI, 2018; BENTAHAR et LAMRI, (2018); MAALKI, (2017)) :

Tableau 01: Classification taxonomique de *Teucrium polium*

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Teucrium</i>
Espèce	<i>Teucriumpolium</i>

I.3.3. Noms vernaculaires

- En français: Germandrée blanc-grisâtre, Germandrée tomenteuse, Germandrée polium, Poliodemontagnes.
- En arabe: jaada; gataba et khayatitlajrah (DRIDI, 2018).
- Nom scientifique : *Teucrium polium* subsp. *capitatum* (L.) Briq.
- Nom latin : Germandrée tomenteuse.
- Synonymes: *Teucrium tomentosum*, *Teucrium gnaphalodes*.
- *Teucrium chamaedryset Teucrium capitatum* (MESSAOUDI,2022).

Les noms communs de *T. polium* L. sont d'aja, j'ada, (عجندعج arabe) ; polium, pouliot de montagne, germandée tomenteuse (français); germandrée, montagne germandrée, germandrée feutrée, thym de chat, hulwort (anglais); camendrio di montagna, polio, polio primo, timobianco (italien); poleigamandre, berggamandre (allemand) (JARADAT, 2015).

I.3.4. Habitat et répartition géographique dans le monde

La plante est commune dans les régions méditerranéennes et l'Europe, l'Asie du Sud, et l'Afrique du Nord et (SOUDANI et TIBERMACHINE, (2006); MALKI, (2017), dans les endroits secs, prairies et garrigues. Une vingtaine de cette espèce pousse spontanément (MALKI, 2017).

T. polium pousse en abondance dans le Sud-ouest de l'Asie, Europe et l'Afrique de Nord. C'est une plante méditerranéenne, commune dans l'Atlas saharien, le Tefedest et les montagnes du Hoggar, moins fréquent ailleurs (plus rare dans le piémont plus rare au Sahara septentrional, au Tassili des Ajjer, au Tademaït). Elle pousse surtout dans les lits pierreux des oueds et dans les roches, en Altitude entre 1200 et 2600 mètres (MEDJDOUB, 2022).

Ce genre comprend 12 espèces en l'ora d'Iran. Dont parmi elles, *Teucrium hyrcanicum* L. est sauvagement distribué dans le nord et le nord-ouest du pays (GHASEMI et al, 2009).

C'est une plante à fleurs qui pousse dans les zones rocheuses sèches et les endroits pierreux des collines, montagnes et déserts de presque toute la Méditerranée pays, Asie du Sud-Ouest, Europe et Nord Afrique (DMOUR et al, 2020).

I.3.5. Distribution géographique en Algérie

Le genre *Teucrium* est une grande plante polymorphe largement distribuée principalement dans les zones sablonneuses et rocheuses des régions méditerranéennes, d'Europe, d'Afrique du Nord et les régions tempérées de l'Asie, en particulier les régions du sud-ouest de l'Asie (JARADAT, 2015).

En Algérie, *Teucrium polium* est représenté par 12 sous-espèces comprenant le *T. polium* le plus courant L. subsp. *Polium* et *T. polium* L. subsp. *Capitatum* (CHABANE et

al,2021). Dont vingt sont que l'on trouve en abondance dans la flore d'Algérie (AIT CHAOUCHEAF et al, 2018).

Selon SOUDANI et TIBERMACHINE, (2006), les espèces les plus répandues de *Teucrium* en Algérie sont : *pseudo-chamaepitys*, *campanulatumbotrys*, *flavum*, *Kabylicum*, *lucidum*, *Polium*, *mauritanicum*, *montanum*, *compactum*, *albidum*, *bracteatum*, *buxifolium*, *atratum*, *santaequél* et *simonneau*, *ramosissim*, *scordiodes*, *fruticans*, *Spinousum*, *resupinatum*. Une vingtaine de cette espèce poussent spontanément en Algérie, elles prédominent dans la région du Tell (MALKI, 2017).

Teucrium polium est une espèce rare, très répandue dans les hauts plateaux algérois, oranais et Constantinois, aussi dans l'Atlas saharien oranais, algérois. Elle se rencontre aussi du sommet de chélia jusque dans l'étage saharien, connue comme étant héliophile. Commun dans l'atlas saharien d'une part, le Tefedest et les montagnes du Hoggar d'autre part; plus rare au Sahara septentrional, au Tassilet des Ajjer, au Tademaït (SOUDANI et TIBERMACHINE, 2006), et de la région de Tamanrasset (Sahara méridional Algérien) (HAMMOUDI, 2012).



Figure 03: Aires de distribution du *Teucrium polium* en Algérie (BENTAHAR et LAMRI, (2018).

I.3.6. Utilisation en médecine traditionnelle

En médecine traditionnelle africaine, *Teucrium polium* est utilisée dans les périodes de stress, car il permet de se relaxer, de se détendre en augmentant la force et la relaxation des muscles, il entraîne également la diminution de l'anxiété et la lutte contre la fatigue et l'agressivité et favorise le sommeil et permet également la stimulation de la mémoire, et l'augmentation de la concentration et la lucidité. Elle possède également une action bénéfique sur la digestion. Ses propriétés antistress et antioxydantes permettent de lutter contre le vieillissement de la peau. La médecine populaire confère au *Teucrium polium* de nombreuses propriétés pour traiter les inflammations et les rhumatismes. Son extrait a démontré des pouvoirs hypotenseurs, antispasmodiques, antibactériens et antipyrétiques diaphorétiques, tonifiant, des effets analgésiques, et des effets antioxydants. L'extrait aqueux de *Teucrium polium* a longtemps été utilisé en Iran pour le traitement du diabète et possède des effets hypolipidémiques (BACHTARZI, 2018).

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 (MEDJDOUB, 2022).

Depuis longtemps, la germandrée est utilisée 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 (MEDJDOUB, 2022).

CHAPITRE II :

Les métabolites secondaires

II.1. Alcaloïdes

II.1.1. Définition

Un alcaloïde est un composé d'origine naturelle (le plus souvent végétale), azoté, plus ou moins basique, de distribution restreinte. L'appartenance aux alcaloïdes est confirmée par les réactions communes de précipitation avec les réactifs généraux des alcaloïdes (OULADLAID et HADJKOUIDER, 2018). Les alcaloïdes sont des principes organiques azotés plus ou moins basiques formant un groupe très large, parfois complexes, donnant lieu à des réactions chimiques communes et manifestant une activité physiologique remarquable. Ils sont généralement combinés à des acides ou à des tanins qui se trouvent en solution dans le suc cellulaire. Les alcaloïdes sont abondants dans les tissus particulièrement actifs : régions de croissance, points végétatifs, zones de cicatrisation, bourgeons qui s'ouvrent, ovaires et ovules qui mûrissent...etc (LAOUICI, 2020).

II.1.2. Classification des alcaloïdes

On estime qu'il y a plus de 10 000 alcaloïdes différents déjà isolés (ou détectés) à partir de sources végétales, animales ou de micro-organismes. Proposer une classification pour les alcaloïdes est une tâche difficile, en raison du grand nombre de composés connus et surtout à cause de la diversité structurale (MUNIZ, 2006) ; DJAMA et KAROUR, 2020).

L'atome d'azote dans les alcaloïdes provient, en général, d'un acide aminé dont la structure carbonée reste souvent intacte dans la structure finale de l'alcaloïde. Une façon raisonnable est alors de classer les alcaloïdes en groupes, selon leur précurseur biosynthétique. Il existe cependant un grand nombre d'alcaloïdes qui n'ont pas forcément un acide aminé comme précurseur. Dans ces cas-là, l'atome d'azote est incorporé à un stade avancé de la biosynthèse par réactions d'amination sur des intermédiaires aldéhydes ou cétones (MUNIZ, 2006).

II.1.3. Structure chimique

Selon leur structure chimique et surtout leur structure moléculaires, on peut diviser les alcaloïdes en plusieurs groupes :

- Des phénylalanines: capsaïcine du piment, colchicine du colchique.
- Des alcaloïdes isoquinoléiques: morphine, éthylmorphine, codéine et papavérine contenus dans l'opium du pavot.

- Des alcaloïdes quinoléiques: tige feuillée de la rue commune.
- Des alcaloïdes pyridiques et pipéridiques : ricine du ricin, trigonelline du fenugrec.
- Des alcaloïdes dérivés du tropane : scopolamine et atropine de la belladone.
- Des alcaloïdes stéroïdes : racine de vératre, douce-amère ou aconite (aconitine) par exemple (ELBIDI, 2016).

II.1.4. Rôle des alcaloïdes

Si dans les plantes, les alcaloïdes en tant que composés du métabolisme secondaire jouent un rôle écologique de défense contre des herbivores, ils trouvent cependant plusieurs applications pharmaceutiques chez l'homme :

- Antitumoraux : vincalécoblastine, vincristine, taxol, camptothécine.
- Antalgiques : morphine, codéine.
- Spasmodiques : tubocurarine et papaverine.
- Vasodilatateurs : vincamine et ajmalicine.
- Emétiques : émétine.
- Antitussifs : codéine.
- Antiarythmiques : quinidine et ajmaline.
- Antipaludiques : quinine.
- Ils sont également des agents de traitement de la maladie d'Alzheimer : galanthamine (DONATIEN, 2009).

II.2. Flavonoïdes

II.2.1. Définition

Les flavonoïdes constituent le principal groupe de polyphénols, avec plus de 9000 composés différents et distribués de manière générale, dans toutes les plantes vasculaires. Leur squelette chimique commun possède 15 atomes de carbones, constitué de deux noyaux benzéniques A et B reliés par un cycle pyranique central C. Ils diffèrent les uns des autres par la position des substitutions sur les noyaux A et B, et la nature de C. Les flavonoïdes sont répartis en différentes catégories dont les plus importantes sont les flavonols, les flavones, les flavanols, les isoflavones, les flavanones, et les anthocyanes. Ces molécules se rencontrent à la fois sous forme libre, mais sont très souvent liées avec des sucres, on parle alors d'hétérosides constitués d'une partie phénolique aglycone ou génine associée à un sucre. Ils sont localisés dans divers organes : fleurs, fruits, feuilles, tiges et racine. Les aglycones sont plutôt présents sous forme libre dans les feuilles, les écorces et les

bourgeons. La couleur des fruits, des fleurs et des feuilles est une caractéristique des flavonoïdes (SAFFIDINE K, 2015).

II.2.2. Structure et classification

Les flavonoïdes sont des dérivés benzo-γ-pyrane. Leur structure de base est celle d'un diphenyl propane à 15 atomes de carbone (C₆-C₃-C₆) (MALKI, 2017), constitué de deux noyaux aromatiques qui désignent les lettres A et B, reliés par un hétérocycle oxygéné, qui désigne la lettre C (DACOSTA, 2003).

Les flavonoïdes sont les composés les plus abondants parmi tous les composés phénoliques. Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux. Ils interviennent aussi dans les processus de défense contre le rayonnement UV et les attaques microbiennes. Ces molécules ont un poids moléculaire faible, représentées par 15 atomes de carbones arrangés comme suit : C₆-C₃-C₆ composés de deux noyaux aromatiques A et B, liés par un pont de 3 carbones souvent sous forme d'un hétérocycle C (Figure 04) (SAOULI et ABDENNEBI, 2020).

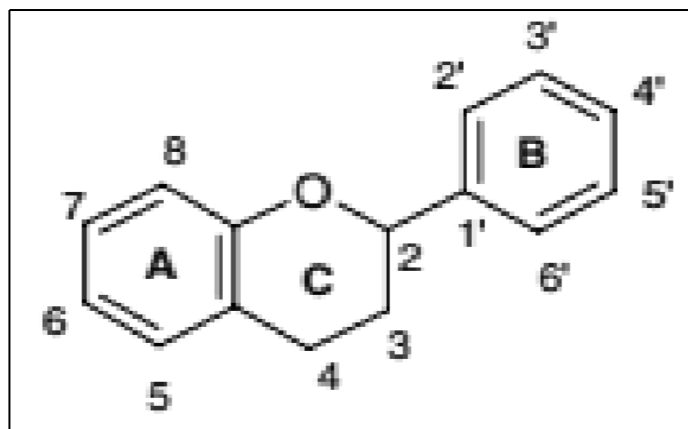


Figure 04: Structure de base des flavonoïdes (SAOULI et ABDENNEBI, 2020).

Les flavonoïdes peuvent être subdivisés en plusieurs classes dont les plus importantes sont : flavones, isoflavandiols, flavanols, flavandiols, aurones, chalcones, anthocyanins (AISSOUS et BECHARA, 2016)

II.3. Composés phénoliques

II.3.1. Définition

Les polyphénols également dénommés composés phénoliques sont des métabolites secondaires très largement répandus dans le règne végétal. Ils font partie de l'alimentation animale, par exemple, l'homme consomme quotidiennement jusqu'à 10g de composés phénoliques. Les variations en teneurs des composés phénoliques est souvent considérables d'une espèce à l'autre et même à l'intérieur de la même espèce. Sur le plan structural, les composés phénoliques ont tous en commun un cycle aromatique (C6), portant un ou plusieurs groupes hydroxyles, libre ou engagés dans une fonction chimique (éther méthylique, ester, sucre....etc.) (HOUCHINE, 2020).

II.3.2. Classification

Les polyphénols peuvent être subdivisés en plusieurs catégories : anthocyanes, coumarines, lignanes, stilbénoides, flavonoïdes, tannins, quinones, acides phénoliques, xanthones et autres phloroglucinols. Ces structures peuvent être diversement substituées (glycosylées, estérifiées, acylées...). Les acides phénols et les flavonoïdes font l'objet d'une description plus détaillée (AISSANI, 2022).

II.3.4. Acide phénolique

Les acides phénoliques sont présents en abondance dans les aliments et divisés en deux classes : les dérivés de l'acide benzoïque et les dérivés de l'acide cinnamique. Les acides hydroxycinnamiques sont plus fréquents que les acides hydroxybenzoïques et comprennent essentiellement l'acide p-coumarique, caféique, férulique et sinapique (ZERGUI, 2016).

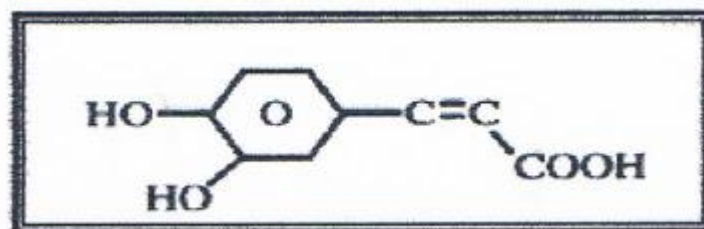


Figure 05: Structure de l'acide caféique (ZERGUI, 2016).

II.3.5. Chimie des composés phénoliques

Structurellement, les composés phénoliques comprennent un cycle aromatique, portant un ou plusieurs substituants hydroxyle, et vont de simples molécules phénoliques à des composés hautement polymérisés. Malgré cette diversité structurelle, le groupe de composés est souvent appelé " polyphénols". La plupart des composés phénoliques naturels sont présents sous forme de conjugués avec des mono - et polysaccharides, liés à un ou plusieurs des groupes phénoliques (NAGENDRAN *et al*, 2006).

II.4. Tanins

II.4.1. Définition

Les tanins sont des polyphénols qu'on trouve dans de nombreux végétaux tels que les écorces d'arbres, les fruits (raisin, datte, café, cacao...) et les feuilles de thé. Les tanins sont des composés phénoliques solubles dans l'eau et les solvants polaires (HAGERMAN *et al*, 2002). Les tanins ont la propriété de tanner la peau (BOUDJOUREF, 2011). C'est à dire de la rendre imputrescible ; cette propriété est liée à leur aptitude à se combiner à des macromolécules (protéines, polysaccharides...) (GHESTEM *et al*, 2001). Ils présentent, à côté des réactions classiques des phénols, la propriété de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et d'autres protéine (BRUNETON, 1999). On distingue habituellement, chez les végétaux supérieurs, deux groupes de tanins différents par leur structure : les tanins hydrolysables et les tanins condensés (HAOULI, 2015).

Les tanins représentent un des quatre groupes de métabolites secondaires des plantes supérieures avec les saponines, les huiles essentielles et les alcaloïdes. A la différence des métabolites primaires intervenant directement dans la nutrition et la croissance, les métabolites secondaires participent à la vie de relation de la plante avec son environnement. La synthèse des tanins est ainsi un des mécanismes de défense contre les agressions des phytopathogènes (bactéries, champignons, virus) et des prédateurs (insectes, mammifères herbivores). Dans ce chapitre, nous présentons les principaux aspects de la connaissance des tanins, de leurs propriétés et leurs effets biologiques, afin de permettre une réflexion conduisant aux expérimentations sur les plantes riches en tanins dans un objectif de réduction des émissions de CH₄ (RIRA, 2019).

II.4.2. Classification

A- Tanins hydrolysables

Ce sont des esters du glucose (ou de molécules apparentées) et d'acides phénols qui sont (figure 06) : l'acide gallique, on parle alors de tanins galliques ou de l'acide ellagique, qui est un dimère de l'acide gallique, on parle alors de tanins ellagiques. Dans les deux cas, la fraction osidique est estérifiée par plusieurs molécules d'acide gallique ou plusieurs molécules d'acide ellagique (HARTZFELD *et al.*, 2002).

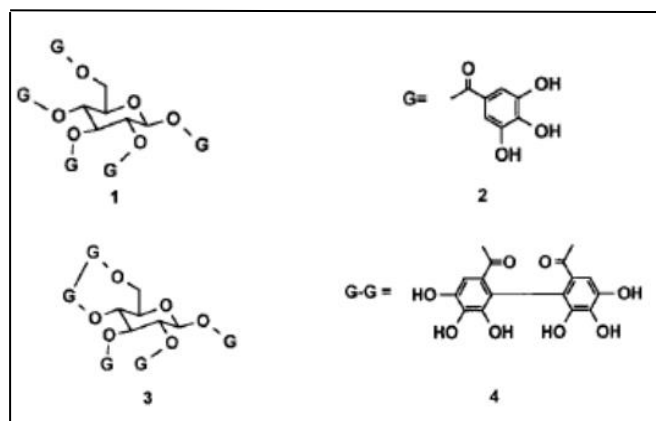


Figure 06: Structure de tanins hydrolysables (HARTZFELD *et al.*, 2002).

B- Tanins condensés

Des termes variés ont été utilisés dans la littérature pour décrire les tanins condensés, notamment: proanthocyanidines, tanins condensés, flavanes, polyflavanes, catéchines, substances polyphénoliques macromoléculaires, leucoanthocyanidines, proanthocyanidines condensés, proanthocyanidines polymériques, proanthocyanidines oligomériques, procyanidines, et oligomères procyanidoliques. Les termes 'proanthocyanidines' et 'tanins condensés' sont les plus utilisés (figure 07). Le contenu des aliments en proanthocyanidines peut être affecté par plusieurs facteurs tels que le stockage et la cuisson. Puisque la teneur en proanthocyanidines est plus élevée généralement dans le fruit frais que le fruit séché ou cuit. Les polymères de tanins condensés se forment sous l'action d'acides ou d'enzymes, ils sont formés généralement de 2 à plus de 50 sous unités monomériques. Les tanins condensés ont la propriété de libérer des anthocyanes en milieu acide, à chaud, par rupture de la liaison inter monomérique. Selon, les différentes classes de proanthocyanidines sont : Proapigeninidines, Profisetinidines, protricetinidines, propelargonidines, procyanidines, prorobinetinidines, prodelphinidines, proteracacinidines, promelacacinidines,

Proanthocyanidines, proguibourtinidines. Les proanthocyanidines se distinguent par leur nombre d'unités monomériques et le type de liaison les reliant entre elles. Ainsi, une trentaine de proanthocyanidines dimériques, trimériques et tétramériques ont été identifiées (HARTZFELD *et al.*, 2002).

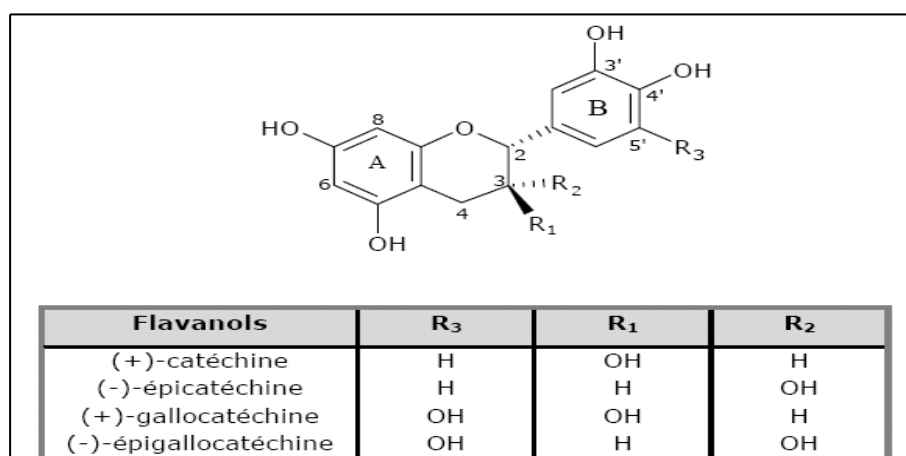


Figure 07: Structures chimiques des unités monomériques constitutives des tanins condensés (HAOULI, 2015).

II.4.3. Classification des tanins en fonction de leur structure et propriétés

En raison de l'énorme diversité structurale des tanins, un système de classification systématique basé sur des critères structuraux spécifiques les caractéristiques et les propriétés chimiques fourniraient un cadre pratique pour une étude plus approfondie. Le constat que de nombreux tanins peuvent être fractionnés hydrolytiquement en leurs composants, par exemple par traitement à l'eau chaude ou avec des tannases, a conduit à classer ces tanins comme « tanins hydrolysables ». Les proanthocyanidines oligomères et polymères non hydrolysables ont été classés comme tanins condensés (KARAMALI et TEUNIS, 2001).

Par conséquent, le terme « tanins hydrolysables » comprend à la fois les lesgallotanins et les ellagitanins. Il devrait également être mentionné ici qu'il existe des ellagitanins qui ne sont pas hydrolysables, en raison d'un couplage C–C supplémentaire de leur résidu polyphénolique avec l'unité polyol, mais qui sont néanmoins pourrions historiques classés comme tanins hydrolysables (KARAMALI et TEUNIS, 2001).

II.4.4. Propriétés des tanins

Les tanins étaient anciennement utilisés dans l'industrie du cuir (tannage) car en se liant aux protéines constitutives des peaux d'animaux, les tanins rendent le cuir solide, imputrescible et résistant aux microorganismes. Ils sont généralement non cristallisables, solubles dans l'eau, l'alcool, l'acétone et peu ou pas soluble dans l'éther. Ils précipitent en présence de protéines (gélatine et albumine), d'alcaloïdes et de certains colorants. Les tanins forment avec les métaux lourds, et notamment les sels de fer, des précipités de couleur très foncée : noirs, bruns, bleus sombres, utilisés pour cette raison dans la fabrication de certaines encres. Ils sont également utilisés comme coagulants dans le caoutchouc (HAOULI, 2015).

Les propriétés biologiques des tanins sont principalement liées à leur capacité à former des complexes avec les macromolécules, en particulier les protéines. C'est pourquoi ils sont utilisés dans le traitement des aliments et la clarification des vins, des bières et des jus de fruits. Ils font également partie des formulations des agents de conservation du bois. En solutions alcooliques, ils donnent avec le chlorure ferrique, très dilué, une coloration bleue (tanins galliques) ou verte (tanins catéchiques) (HAOULI, 2015).

II.5. Triterpènes

II.5.1. Définition

Les triterpènes sont une famille de molécules appartenant aux métabolites secondaires composés d'un squelette de 30 carbones. Un métabolite secondaire est une molécule indispensable à la nutrition et assure la croissance et le développement de la plante. Il existe environ 200 différents triterpènes connus qui proviennent majoritairement de la cyclisation du 2,3-oxidosqualène et dans certains cas du squalène lui-même. Ces molécules portent pratiquement toujours une fonction hydroxyle sur la position 3, sachant qu'il y a ouverture de l'époxyde lors de la cyclisation. La figure 4 présente la biosynthèse de plusieurs types de triterpènes. La biosynthèse de ces derniers résulte de plusieurs réactions enzymatiques courantes telles que les hydroxylations, les oléfinitions et les méthylations ainsi que de la participation de plusieurs cofacteurs (NAD, FADH, etc.) (GILLES, 2017).

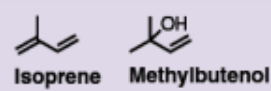
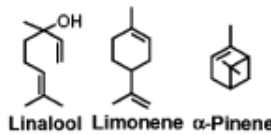
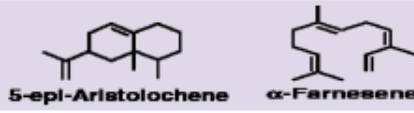
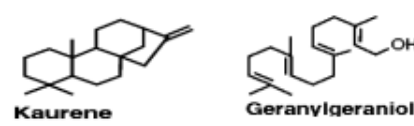
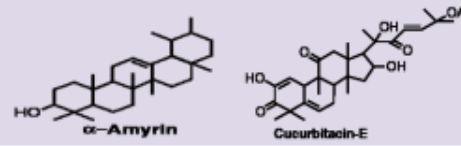
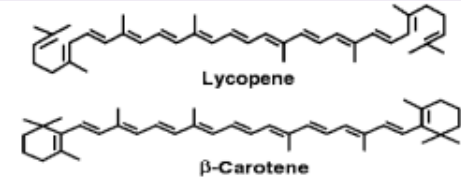
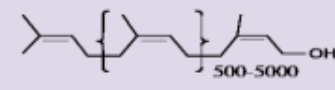
Les triterpènes possèdent une grande palette d'activités biologiques, ce qui en fait un groupe de molécules très important. Ils sont souvent isolés sous forme de saponines triterpéniques, c'est-à-dire un triterpène porteur d'une ou plusieurs sections sucres. Ces composés possèdent plusieurs activités biologiques telles qu'antivirale, antimicrobienne et antitumorale (GILLES, 2017).

II.5.2. Structure générale et classification

La structure carbonée de base des terpénoïdes est constituée d'un assemblage d'un nombre variable d'unités *2-méthylbutane* (aussi appelées unités isoprène - C₅). Ces assemblages peuvent être modifiés par ajout/soustraction de groupes méthyles ou ajout d'atomes d'oxygène. La diversité chimique des terpénoïdes végétaux provient alors de la complexité de leurs voies biosynthétiques (BENABDELKADER, 2012).

Les terpénoïdes sont classés selon le nombre d'unités isoprène dans leur structure de base comme illustré par le Tableau 02. Les terpénoïdes peuvent également être classés selon le nombre de structures cycliques qu'ils contiennent (cyclique, monocyclique, bicyclique) et l'arrangement des cycles (labdanes par exemple) (BENABDELKADER, 2012).

Tableau 02 : Classification des terpénoïdes(BENABDELKADER, 2012).

Classe	Formule brute	n° d'isoprène	Exemples
Hémiterpènes	C_5H_8	1	 Isoprene Methylbutenol
Monoterpènes	$C_{10}H_{16}$	2	 Linalool Limonene α -Pinene
Sesquiterpènes	$C_{15}H_{24}$	3	 5-epi-Aristolochene α -Farnesene
Diterpènes	$C_{20}H_{32}$	4	 Kaurene Geranylgeraniol
Triterpènes	$C_{30}H_{48}$	6	 α -Amyrin Cucurbitacin-E
Tétraterpènes	$C_{40}H_{64}$	8	 Lycopene β -Carotene
Polyterpènes	$(C_5H_8)_n$	45-30000	 500-5000 le caoutchouc (<i>cis</i> -1,4-polyisoprène)

II.6. Saponines

II.6.1. Définition

Les saponines constituent un vaste groupe d'hétérosides très fréquents chez les végétaux, caractérisés par leurs propriétés tensioactives grâce à leur composition d'aglycones non polaires qui est lié à un ou à plusieurs sucres. Cette combinaison d'éléments structuraux polaires et non polaires explique leur comportement moussant en solution aqueuse (BENYAHIA, 2017).

Le mot saponine est dérivé du mot latin *sapo*. Les saponines ont reçu leur nom du fait qu'elles produisent une mousse semblable à celle du savon (HART et al, 2008), Ils sont des glycosides à poids moléculaire élevé, regroupant un ensemble complexe et chimiquement très diversifié de molécules triterpéniques ou stéroïdes. Elles se composent d'une fraction

aglycone hydrophobe (un noyau stéroïdique ou triterpénique) liée à une chaîne mono ou polysaccharidique hydrophile (AREF et HEDED, 2015).

II.6.2. Structure chimique des saponines

Les saponines appelées aussi saponosides (figure 08) sont une classe spécifique de métabolites secondaires, produits naturels abondamment retrouvés dans le règne végétal. Leur nom provient du latin « sapo » signifiant « savon » en raison de leurs propriétés à former des solutions moussantes en présence d'eau (LAIDI *et al.*, 2022).

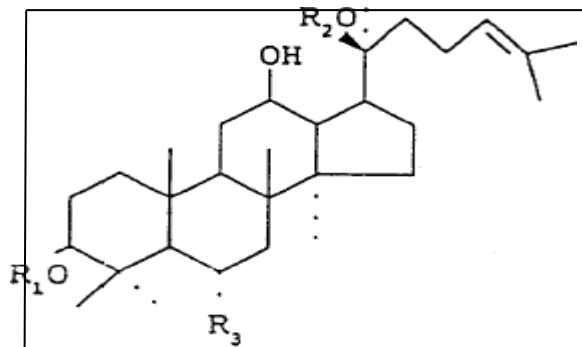


Figure 08: Structure chimique des saponines former des solutions moussantes en présence d'eau (LAIDI *et al.*, 2022).

II.7. Anthraquinones

II.7.1. Définition

Les voies de biosynthèse des anthraquinones dans les plantes et les champignons sont différentes. Par exemple, contrairement aux plantes, qui ont des voies shikimate et acétatemalonate les composés polycétides dans les champignons sont synthétisés principalement par la voie de l'acétate malonate. Métabolites fongiques secondaires formés à partir d'acétate et le malonate diffèrent significativement par leur structure (LAIDI *et al.*, 2022).

II.8. Stérols

II.8.1. Définition

Un stérol est un lipide possédant un noyau de stérane dont le carbone 3 est porteur d'un groupe hydroxyle (figure 09). Pratiquement tous les stéroïdes végétaux sont hydroxylés en C-3 et sont en fait des stérols. Dans le règne animal, les stéroïdes ont une

importance profonde comme hormones, coenzymes et provitamines. Cependant, le rôle des phytostérols est moins bien compris. Il est prouvé que certains des phytostérols sont efficaces contre les maladies cardiovasculaires(PATRICK, 2018).

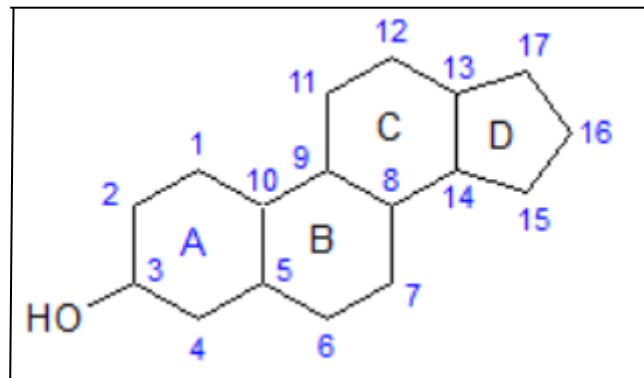


Figure 09: Schéma de base et numérotation des stérols (PATRICK, 2018).

II.9. Composés réducteurs

Définition

Un sucre réducteur est un terme chimique désignant un sucre qui agit comme un agent réducteur et peut donner des électrons à une autre molécule. Plus précisément, un sucre réducteur est un type de glucide ou de sucre naturel qui contient un groupe aldéhyde ou cétone libre. Les sucres réducteurs peuvent réagir avec d'autres parties des aliments, comme les acides aminés, pour modifier la couleur ou le goût des aliments.(ELBIDI, 2016).

Chapitre III :
Matériel et Méthodes

III.1. Matériel végétale

La partie aérienne de la plante de *Teucrium polium* L. (figure 10) récoltée en mars 2023 dans la région de Kelan (AL-charf) wilaya de Djelfa a été coupée en petits morceaux et séchée (la partie aérienne sans fleurs) à l'ombre dans un endroit bien ventilé, à température ambiante et à l'abri de la lumière pendant 15 jours.



Figure 10: Plante de *Teucrium polium* (Photo originale, 2023)

III.1.2. Site d'échantillonnage

"Kelan "C'est une zone de steppe située dans la région d'Al-charef, exactement à l'ouest de la wilaya de Djelfa, au niveau de la route national N°: N1A.

Cette région bénéficie également d'un climat doux, ce qui en fait un lieu propice à la croissance de nombreuses plantes, notamment des plantes aromatiques et médicinales comme une plante de *Teucrium Polium*.



Figure11 : Localisation géographique de la zone d'étude.

III.1.3. Matériel de Laboratoire

III.1.3.1. Appareillages et Matériel

- Etuve.
- Chauffe-ballon.
- Réfrigérateur.
- Agitateur.
- Ban marie.
- Specterphotomètre.
- Rotavapor.
- Balance précision.
- Vortax.

III.1.3.2. Verrerie

Ampoule à decanter, béchers, pipettes, micropipette, éprouvettes graduées, tubes à essais, entonnoir, erlenmeyers, flacons 100 ml, support, spatule, papiers filtres.

III.1.3.3. Solvants et réactifs

La Réactif de Mayer préparé (1,36 g de chlorure de mercure + 5 g d'iodure de potassium + 100ml d'eau distillée). Réactif de Wagner préparé (1,27 g d'iode + 2 g d'iodure de potassium + 100ml d'eau distillée) (JEAN, 2010). Réactif de folincioaltea. HCl, FeCl₃, NH₄OH, CHCl₃ Mg, H₂SO₄, Na₂CO₃. Liqueur de fehling. Anhydride acétique. Acid gallique. Eau distillée. Méthanol et l'éthanol

III.2. Méthodes

III.2.1. Extraction de l'huile essentielle

III.2.1.1. Hydrodistillation

L'huile essentielle de la partie aérienne de la plante *Teucrium polium* a été extraite par hydrodistillation, selon la méthode décrite par Clevenger (1928). Elle consiste à immerger directement la matière végétale (60g) dans un ballon rempli d'eau distillée (600ml) surmonté d'une colonne reliée à un réfrigérant (figure 12). Le tout est ensuite porté à ébullition pour une durée de 3h. Les vapeurs sont condensées sur une surface froide. Le distillat est récupéré dans un Becher.



Figure 12 : Montage d'hydrodistillation

III.2.1.2. Extraction Liquide-Liquide

La décantation (figure 13) consiste à séparer deux liquides non miscibles (ils ne se mélangent pas entre eux) et dans ce processus, la phase organique (huile essentielle) sera séparée de la phase aqueuse par de l'éther diéthylique où ce qui suit est fait :

Nous mettons le liquide extrait par la technologie de hydrodistillation à l'intérieur de l'ampoule à décanter avec l'ajout d'éther diéthylique et nous agitions bien le mélange, puis nous avons ouverture du robinet lors du dégazage et le laissons pendant un certain temps car toutes les molécules d'huile sont fixées par l'éther diéthylique, c'est-à-dire la phase organique, qui flotte en haut, qui est moins dense que la phase aqueuse (eau) qui reste en bas et est la plus dense et les deux phases peuvent être séparées en ouvrant le couvercle

(entrée d'air). Du sulfate de magnésium est ensuite ajouté pour éliminer les molécules d'eau restantes.

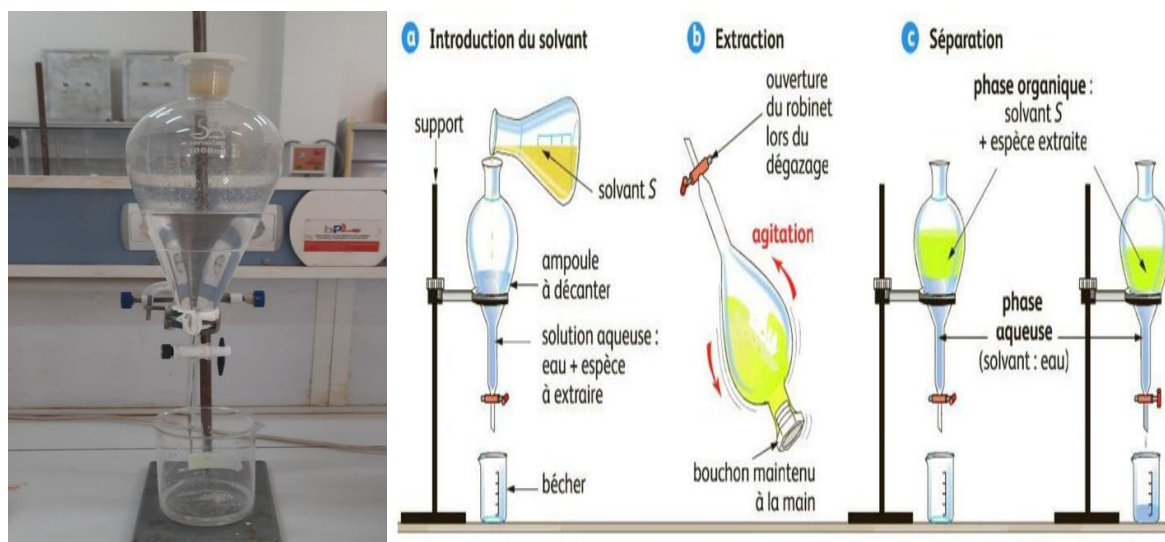


Figure13: Etapes de l'extraction liquide-liquide.

III.2.1.3. Evaporation

Le solvant évaporé est l'éther diéthylique, qui est très volatil (température d'ébullition de 35 °C à pression atmosphérique). Il n'a donc pas été utile d'abaisser la pression dans le montage dès le début de l'évaporation.

Lors de l'évaporation d'autres solvants, on abaisse la pression dans le montage dès le début de l'évaporation (ce qui permet de moins chauffer). Les opérations à mettre en œuvre, sont :

- Mettre en route le chauffage du bain-marie et attendre que la température désirée soit atteinte;
- Mettre en route la circulation d'eau dans le réfrigérant ;
- Fixer le ballon contenant le mélange ;
- Mettre en route la rotation du ballon ;
- Allumer le dispositif permettant d'abaisser la pression (trompe à eau ou pompe à vide);
- Fermer la vanne pour mettre le montage sous pression réduite ;

- Abaisser le ballon contenant le mélange à évaporer dans le bain-marie (le niveau de l'eau du bain-marie doit être à peu près celui du niveau du liquide).

Lorsque l'évaporation est terminée, on réalise les opérations ci-dessus en sens inverse. Et l'huile essentielle a été obtenue après plusieurs répétitions puis stockée au froid dans l'obscurité jusqu'à son utilisation.



Figure14: Evaporation du solvant (etherdiethylique).

III.3. Rendement en huile essentielle

Le rendement en huile essentielle est exprimé en pourcentage par rapport au poids sec de la plante, et est calculé par la formule suivante :

$$\text{Rendement (\%)} : (M'/M) \times 100$$

Où :

M' : masse de l'huile essentielle obtenue (g).

M : masse de matière végétale sèche exprimée en (g).

III.4. Préparation de l'extrait hydro-alcoolique

L'extrait hydro-alcoolique de la partie aérienne de *Teucrium polium* a été préparé selon la méthode de Tadeg et ses collaborateurs (2005). 30g de la partie aérienne de la plante sont mis à macérer dans 300ml de méthanol eau (240 ml méthanol+60 ml eau distillée) sous agitation douce pendant 24 heures à température ambiante. L'extrait hydro-alcoolique est récupéré dans un premier temps après filtration du mélange. Le méthanol est

ensuite éliminé du filtrat par évaporation sous pression réduite dans un rotavapor. puis, l'extrait a été séché à l'étuve à 40°C jusqu'à ce que le solvant soit totalement évaporé.

III.5. Screening phytochimique

Le criblage phytochimique a été effectué, selon le protocole de Trease (1980), sur les extraits aqueux et méthanoliques de chaque plante; cette étude consiste à réaliser des tests phytochimiques qualitatifs, basés sur des réactions de coloration ou de précipitation plus ou moins spécifiques à chaque classe de principes actifs :

a. Test des Alcaloïdes

Une quantité de 2mg du matériel végétal est mise dans un bécher de 50mL avec 10mL d'acide sulfurique (H_2SO_4) (10%), l'ensemble est porté sur un agitateur pendant 3h. Ensuite, le mélange est filtré et réparti dans deux tubes. On ajoute, dans le premier tube, 1mL de filtrat plus 5 gouttes du réactif de Mayer, un test positif est révélé par l'apparition d'un précipité blanc-jaunâtre. Dans le deuxième tube, 1 mL de filtrat plus 5 gouttes du réactif de Wagner. S'il apparait un précipité brun, donc on est en présence d'alcaloïdes le deuxième test pour confirmation.

b. Anthraquinones libres (Réaction de Borntrager)

On ajoute 2,5mL d'une solution de l'ammoniaque (NH_4OH , 20%), à 5mL de l'extrait méthanolique ou aqueux puis on agite le mélange. L'apparition d'une coloration plus ou moins rouge indique la présence des anthraquinones libres.

c. Triterpènes (Test de Libermann-Burchard)

Addition de trois gouttes d'anhydride acétique (98.5%) à 2mL de l'extrait méthanolique ou aqueux, après agitation on rajoute 1goutte H_2SO_4 concentré (98%). Le changement est observé en une heure: la coloration rouge- violet indique la présence des triterpènes.

d. Flavonoïdes

La réaction de détection des flavonoïdes consiste à traiter 2,5mL de l'extrait méthanolique ou aqueux avec 0,5mL d'HCl concentré et quelques copeaux de magnésium (Mg). La présence des flavonoïdes est mise en évidence si la couleur rose ou rouge se

développe après 3mn.

e. Tanins

La présence des tanins est mise en évidence en ajoutant, à 1mL de l'extrait méthanolique ou aqueux, 2mL d'eau et 3 gouttes de solution de Chlorure de fer (FeCl_3) diluée à 1%. Un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration bleu-noire (Tanins galliques), vert ou bleu-verte (Taninscatéchiques).

f. Composés réducteurs

La détection des composés réducteurs consiste à traiter 1mL de l'extrait méthanolique ou aqueux avec 2mL d'eau distillée et 20 gouttes de la liqueur de Fehling, puis on chauffe le mélange. Un test positif est révélé par la formation d'un précipité rouge brique.

g. Détection des Stérols

On met quelques millilitres d'extrait des trois espèces, méthanolique ou aqueux, dans des boites de Pétri et on laisse sécher pendant 24h à la température ambiante, puis on dissout le produit dans 12ml de chloroforme, puis on répartit le filtrat dans deux tubes à essais : Tube 1 (témoin) et Tube 2 (Test de Salkowski). On ajoute quatre gouttes H_2SO_4 , le changement de coloration est immédiat, un anneau rouge indique la présence des stérols insaturés.

h. Saponosides

La détection des saponosides est réalisée en ajoutant quelques gouttes d'eau à 2mL de l'extrait aqueux, puis on agite le mélange. Après 20mn, la teneur en saponosides est évaluée selon les critères suivants :

Pas de mousse = Test négatif ; Mousse de 1-2 cm = Test positif.

III.6. Dosage des phénols totaux

Principe : plusieurs méthodes analytiques peuvent être utilisées pour la quantification des polyphénols totaux. L'analyse par le réactif de FolinCiocalteu est la plus utilisée. Le réactif est formé d'acide phosphotungstique $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$ et d'acide phosphomolybdique $\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_4$, qui sont réduits lors de l'oxydation des phénols en oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_3), ce qui nous aide à doser les phénols dans le visible à une longueur d'onde de l'ordre 765 nm (PHUYAL et al, 2020).

III.6.1. Préparation de l'acide gallique standard pour l'étalonnage

Une solution standard d'acide gallique a été préparée en dissolvant 10 mg de celui-ci dans 10 mL de méthanol (1 mg/mL). Diverses concentrations de solutions d'acide gallique dans le méthanol (25, 50, 75, 100 et 125 µg/mL) ont été préparées à partir de la solution étalon. À chaque concentration, 5 mL de réactif Folin–Ciocalteu (FCR) à 10% et 4 mL de Na₂CO₃ à 7.5% ont été ajoutés pour obtenir un volume final de 10 mL. Le mélange de couleur bleue obtenu a été bien agité et incubé pendant 30 min dans l'obscurité à température ambiante. L'absorbance a été mesurée à 765 nm contre blanc. Le réactif FCR oxyde les phénols dans les extraits de plantes et se transforme en couleur bleu foncé, qui est ensuite mesurée par spectrophotomètre UV-visible. Toutes les expériences ont été réalisées en triplicata et les valeurs d'absorbance moyennes obtenues à différentes concentrations d'acide gallique ont été utilisées pour tracer la courbe d'étalonnage (PHUYAL *et al*, 2020).

III.6.2. Préparation des échantillons

Différentes concentrations des extraits (25, 50, 75, 100 et 125 µg/mL) ont été préparées. La procédure décrite pour l'acide gallique standard a été suivie et l'absorbance pour chaque concentration des extraits a été enregistrée. Les échantillons ont été préparés en triplicata, et la valeur moyenne de l'absorbance a été enregistrée.

Selon PHUYAL *et al*, (2020), La teneur phénolique totale des extraits a été exprimée en mg d'équivalent acide gallique (GAE) par gramme d'échantillon en poids sec.

*les teneurs phénoliques totales de tous les échantillons ont été calculées à l'aide de la formule:

$$C = c \frac{V}{m}$$

C: teneur phénolique totale en mg GAE/g d'extrait sec.

c: concentration d'acide gallique obtenue à partir de la courbe d'étalonnage en mg/mL.

V: volume d'extrait en mL.

m: masse d'extrait en gramme

Chapitre IV :

Résultats et discussion

VI.1. Rendement d'extraction

VI.1.1. Rendement de l'huile essentielle

L'huile essentielle a été extraite par hydrodistillation après plusieurs répétitions, l'huile essentielle a été collectée et conservée au réfrigérateur. Le rendement de l'huile essentielle était égal à 0,12% de la partie aérienne de la plante *Teucrium polium*.

Le rendement de l'huile essentielle de notre plante est inférieur valeurs enregistrées par FETTAH,(2019) (1,37%) et KABOUCHE,(2007) (0,55%).

Le rendement d'extraction en huile essentielle varie en raison de plusieurs facteurs, principalement climatiques (chaleur, froid et stress hydrique) ainsi que l'effet de la technique d'extraction et de la période de récolte (HAOULI, 2015).

VI.1.2. Rendement de l'extrait hydroalcoolique

Le rendement en extrait hydro-alcoolique atteint 17,67% après plusieurs répétitions préparées selon la méthode tadeg.

VI.2. Screening phytochimique

Le Screening phytochimique nous a permis de mettre en évidence la présence de certains métabolites secondaires (alcaloïdes, anthraquinones libres, triterpènes, flavonoïdes, tanins, composés réducteurs, stérols et saponines).

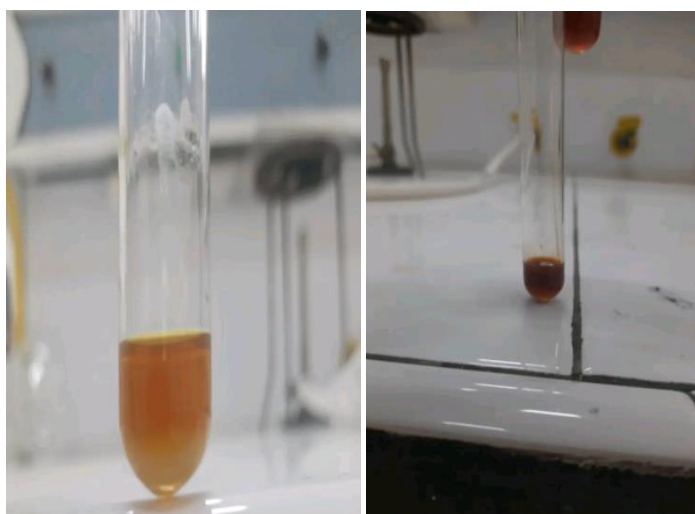
La détection de ces composés chimiques est basée sur des tests de solubilité des composants, des réactions de couleur et une précipitation. Le criblage phytochimique a été réalisé sur l'extrait hydro-alcoolique.

A. Recherche des alcaloïdes

Le résultat de la mise en évidence des alcaloïdes est représenté dans le tableau(03) et la figure (15). Le résultat obtenu à partir d'essai phytochimique de la recherche d'alcaloïdes dans la partie aérienne du *Teucrium polium*. La présence d'alcaloïdes a été détectée dans l'extrait hydro-alcoolique de la plante étudiée.

Tableau 03: Test de recherche des alcaloïdes.

	Réactifs	Résultat
Extrait hydro-alcoolique	Mayer	+
	Wagner	+



(R.de Meyer)

(R. Wagner)

Figure 15: Alcaloïdes dans *Teucrium polium*.

B. Recherche des anthraquinones libres

Le résultat de la mise en évidence des anthraquinones libres est représenté dans le Tableau (04) et la figure (16). Ce résultat a montré la présence des anthraquinones libres dans l'extrait hydro-alcoolique de *T. polium*.

Tableau 04: Test de recherche des anthraquinones libres.

	Résultat
Extrait hydro-alcoolique	+

**Figure 16:** Anthraquinones libres dans *Teucrium polium*.

C. Recherche des triterpènes

Le résultat de la mise en évidence des triterpènes est représenté dans le tableau (05) et la figure (17). Ce test a montré la présence des triterpènes dans l'extrait hydro-alcoolique de *T.polium*.

Tableau 05: Test de recherche des triterpènes.

	Résultat
Extrait hydro-alcoolique	+

**Figure 17 :** Triterpènes dans *Teucrium polium*.

D. Recherche des flavonoïdes

Le résultat de la mise en évidence des flavonoïdes est représenté dans le tableau (06) et la figure (18). Ce test a montré la présence des flavonoïdes dans l'extrait hydro-alcoolique de *T. polium*.

Tableau 06: Test de recherche des flavonoïdes.

	Résultat
Extrait hydro-alcoolique	+

**Figure 18:** Flavonoïdes dans *Teucrium polium*.

E. Recherche des tanins

Le résultat de la mise en évidence des tanins est représenté dans le tableau (07) et la figure (19). Ce test a montré la présence des tanins dans l'extrait hydro-alcoolique de *T. polium*.

Tableau 07: Test de recherche des tanins.

	Résultat
Extrait hydro-alcoolique	+

**Figure 19:** Tanins dans *Teucrium polium*.

F. Recherche des composés réducteurs

Le résultat de la mise en évidence des composés réducteurs est représenté dans le tableau (08) et la figure (20). Le test phytochimique a montré que l'extrait hydro-alcoolique est dépourvu en composés réducteurs.

Tableau08: Test de recherche des composés réducteurs.

	Résultat
Extrait hydro-alcoolique	-

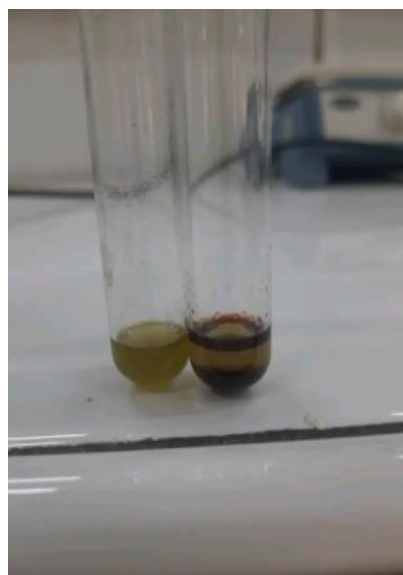
**Figure 20:** Composés réducteurs dans *Teucrium polium*.

G. Recherche des stérols

Le résultat de la mise en évidence des stérols est représenté dans le tableau (09) et la figure (21). Ce test a montré la présence des stérols dans l'extrait hydro-alcoolique de *T. polium*.

Tableau 09: Test de recherche des stérols.

	Résultat
Extrait hydro-alcoolique	+

**Figure 21:** Détection des stérols *Teucrium polium*.

H. Recherche des saponines

Le résultat de la mise en évidence des saponines est représenté dans le tableau (10) et la figure (22). Le résultat du test phytochimique a indiqué que l'extrait hydro-alcoolique de *T. polium* est dépourvu en saponines.

Tableau 10: Test de recherche des saponines.

	Résultat
Extrait hydro-alcoolique	-



Figure 22: Saponines dans *Teucrium polium*.

Les résultats phytochimiques de l'extrait hydro-alcoolique de *Teucrium polium* révèlent la présence des métabolites secondaires à l'exception des composés réducteurs et des saponines. ces résultats s'accordent avec les résultats trouvés pour des espèces (tableau 11) provenant de la région de Messila et de la région Batna L'Est Algérien.

Tableau 11: Comparaison des travaux antérieurs sur le criblage phytochimique de *T. polium*.

Métabolites secondaires	Origine de <i>T. polium</i>		
	DJELFA Al charf	l'Est algérien Batna (MALKI, 2017)	El hamel-M'sila- (ELBIDI, 2016)
Alcaloïdes	+	-	+
Tanins	+	-	+
Flavonoïdes	+	-	+
Saponines	-	-	+
Stérols	+	/	+
Composés réducteurs	-	/	-
Anthraquinones libres	+	+	+
Triterpènes	+	+	+

+ : positif; - : Négatif ; / : pas fait

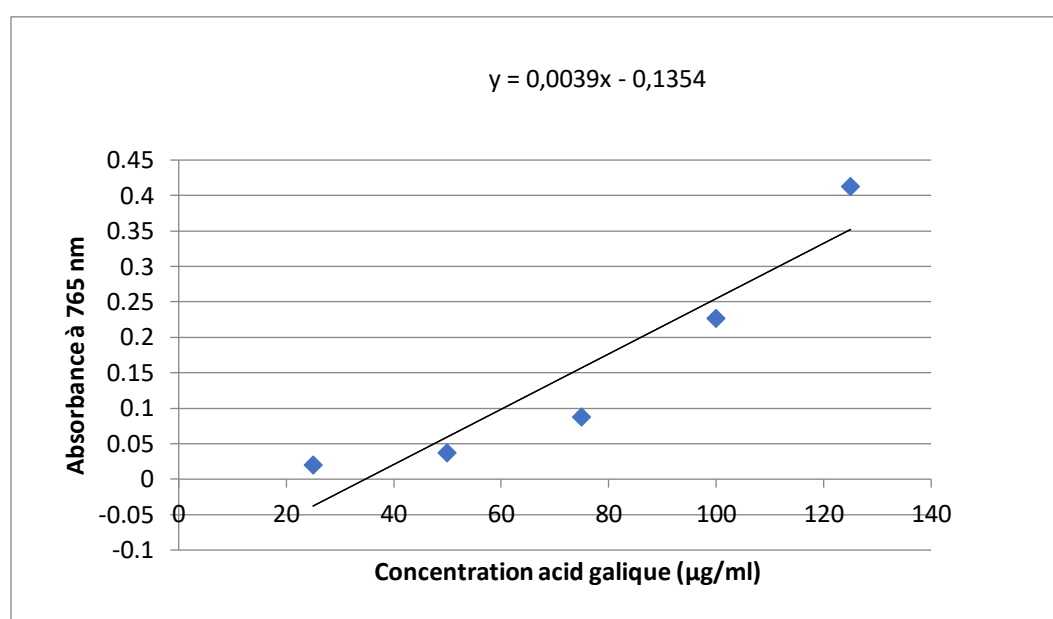
VI.3. Dosage de la teneur en phénol totaux :

Les extraits (extrait hydro-alcoolique et huile essentielle) ont été analysés quantitativement par spectrophotométrie en utilisant la méthode Folin-ciocaliteu.

Les analyses quantitatives (tableau 12) des phénols totaux, ont été déterminées à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage, tracée en utilisant l'acide gallique comme standard (figure 23). Les valeurs obtenues sont exprimées en mg EAG/g ES.

Tableau12: Résultats de mesure d'absorbance pour l'acide gallique.

[c] µg/ml	25µg/ml	50µg/ml	75µg/ml	100µg/ml	125µg/ml
Absorbance	0.0205	0.037	0.088	0.227	0.413

**Figure 23:** Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

D'après les résultats suivants, il a été constaté que tous les extraits préparés (extrait hydro-alcoolique et huile essentielle) sont riches en composés phénoliques. L'extrait hydro-alcoolique contient une teneur en phénols totaux plus élevée avec une teneur égale à 121.53mgEAG/g MS). L'addition de l'eau aux solvants organiques augmente la solubilité des polyphénols par modulation de la polarité du solvant organique (MOHAMMED et ATIK, 2011).

Les travaux conduits par MULINACCI et al, (2004); KATALINIC et al, (2010) et KOFFI et al, (2010), confirment nos résultats en indiquant que l'éthanol en combinaison avec l'eau permet une meilleure extraction des polyphénols totaux.

Plusieurs auteurs ont rapporté que la plante *Teucrium polium* est riche en composés phénoliques. DRIDI, (2018) a signalé que l'extrait méthanolique est riche en composés

phénoliques en période de floraison. Pour *T. polium*, les valeurs en période de floraison ont dépassé les 200 mg EAG/gMS (228.41 mg EAG/gMS pour Meguessemia, et 200.26 mg EAG/ g MS pour Ouenza).

MILAN,(2012), a obtenu une valeur de 233.68 ± 0.18 mg EAG/gMS pour les polyphénols contenus dans l'extrait méthanolique de *T. polium*, 61.94 ± 0.19 mg EAG/gMS dans l'extrait éthylacétatique, 147.77 ± 0.77 mg EAG/gMS dans l'extrait acétonique et 140 ± 0.29 mg EAG/gMS dans l'extrait aqueux.

En revanche, notre résultat ne s'accorde pas avec le résultat rapporté par DJERIDANE et *al*, (2006). Ces auteurs rapportent des teneurs plus faibles en polyphénols, flavonoides et flavonols par rapport à celles obtenues dans notre étude, pour l'extrait de *Teucrium polium*. Les différences observées dans les teneurs en métabolites secondaires, de la même espèce végétale, peuvent être attribuées à plusieurs raisons, notamment à des facteurs endogènes (génétiques) et exogènes (climatiques) (BAHORUN et *al*, 2004).

Conclusion

La phytothérapie peut constituer une médecine alternative ou au moins un complément à la pharmacie classique. Le besoin de trouver de nouvelles molécules demeure priorité de santé publique.

Les résultats dont nous avons discuté sur l'étude phytochimique sont basés sur la préparation de l'extrait hydro-alcoolique de la partie aérienne de la plante utilisée en médecine traditionnelle, de la famille lamiacées, *Teucrium polium* originaire de la région de Kelan (AL-charf) wilaya de Djelfa.

Au vu des résultats obtenus, nous avons conclu que la partie aérienne de la plante *Teucrium polium* contient des alcaloïdes, des tanins, des flavonoïdes, des anthraquinones, triterpènes et stérols libres, et la teneur en polyphénols est variable.

Sachant que notre pays possède une énorme biodiversité de chaque plante. Ils se caractérisent par un réservoir assez important de métabolites secondaires avec propriétés thérapeutiques et pharmacologiques spéciales qui nécessitent d'être exploités par la recherche, à cet effet, les points de vue sont proposés à :

- ✓ Réaliser une étude phytochimique approfondie consistant en purification, identification et caractérisation des composés actifs par des techniques chromatographiques et spectroscopiques.
- ✓ Mener une étude quantitative pour déterminer la teneur en composés actifs.
- ✓ Isoler les molécules biologiquement actives responsables de diverses activités biologiques.

Références bibliographique

1. **AIT CHAUCHEA F S., MOUHOUCHEB F and HAZZIT M., (2018).**Antioxidant capacity and total phenol and flavonoid contents of *Teucrium polium* L. grown in Algeria. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism* 11. 135–144.
2. **ALVIRI M., BAHADORI M.B and BAHADORI SH., (2021).** Flavonoid and Diterpenoid Components from *Teucrium orientale* subsp. *Orientalis* and Their Radical Scavenging Activity. *Volume 12, Issue 1, 2022, 682 – 689.*
<https://doi.org/10.33263/BRIAC121.682689>
3. **AREF M et HEDED M., (2015).** Contribution à l'étude phytochimique, les activités biologiques (Antioxydante et Antibactérienne) d'une plante médicinale *Cleome arabica* L (Région d'Oued Souf). Mém. Master. UNIV, ECHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL-OUED, 106 p.
4. **AISSANI F., (2022).**Caractérisation phytochimique, valorisation biologique et toxicologique des différents extraits d'une espèce Algérienne *Sonchus oleraceus* L. Theses Doctora. Univ, 8 Mai 1945 Guelma, 277 p.
5. **AISSOUS A et BECHARA R., (2016).** Caractérisation chimique et activités biologiques d'extrait brut hydroalcoolique des graines de *Lepidium sativum*. Mem. Master. Univ, Frères Mentouri Constantin, 91 p.
6. **BRUNETON J., (1999).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème Edition. *Tec et Doct (Ed). Paris, 575p.*
7. **BENTAHAR A et LAMRI N., (2018).** Extraction des huiles essentielles de deux plantes médicinales (*Rosmarinus officinalis* L et *Teucrium polium* L) et formulation des pommades antimicrobienne. Mem. Master.Univ. A. M. OULHADJ – Bouira, 129 p.
8. **BACHTARZI K., (2018).** Evaluation du potentiel pharmacologique et hépatotoxique du *Teucrium polium* L. these doct.Univ,des *Frères Mentouri Constantine.*
9. **BENABDELKADER T., (2012).***Biodiversité, Bioactivité et Biosynthèse des Composés Terpéniques Volatils des Lavandes Ailées, Lavandula stoechas Sensu Lato, un Complexe d'Espèces Méditerranéennes d'Intérêt Pharmacologique.* These Doctoral. UNIV, JEAN MONNET-SAINT ETIENNE, 282 p.

10. **BENYAHIA H., (2017).** Etude phytochimique et dosage de quelques composés phénoliques des fruits d'*Elettaria cardamomum* et évaluation de son activité antioxydante. Mém. Master. Univ, Abou-Bakr-Belkaïd Tlemcen, 71 p.
11. **BERREGHIOU A., (2016).** Investigation Phytochimique Sur Des Extraits Bioactifs de deux Brassicaceae Medicinales du Sud Algerien : *Moricandia arvensis* et *Zilla macroptera*. These Doctorea. Univ, ABOU BAKR BELKAID –TLEMEN, 217 p.
12. **BAHORUN TH, LUXIMON-RAMMO A, CROZIER A and ARUOMA O, (2004).** Total phenol, flavonoid, proanthocyanidin and vitamin c levels and antioxidant activities of mauritian vegetables. *Journal of the science of food and agriculture*.
13. **BOUDJOUREFM., (2011).** Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. Mem. Magister. Université Ferhat Abbas, Sétif.
14. **BAHORUN T., (1997).** Substances naturelles actives : la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. *Food and agricultural research council, Réduit, Mauritius*. 83-94.
15. **CHABANES., BOUDJELAL A., KELLER M., DOUBAKH S., POTTERAT O., (2021).** Teucrium Polium - Wound Healing Potential, Toxicity And Polyphenolic Profile. *South African Journal of Botany* 137, 228235, 8p.
16. **DRIDI A., HADEF Y., BOULOUDANI L., (2016).** Determination of Total Phenol, Flavonoid, Antioxidant and Antimicrobial Activity of Methanolic Extract of *Teucrium polium* L. In Algerian East. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research* 2016; 8(10); 1566-1570.
17. **DRIDI A., (2018).** Etude phytochimique et activité biologique des deux espèces: *Teucrium polium* L. et *Pituranthos chloranthus* Coss et Dur. Thèse de Doctorat. 128p.
18. **DUDUKU K., ROSALAM S and RAJESH N., (2011).** A review of the antioxidant potential of medicinal plant species. *Food and Bioproducts Processing*. 17p; journal homepage: www.elsevier.com/locate/fbp.
19. **DMOUR S.M., EASA M., ELTAHAWY N.A., ELSONBATY S.M and QARALLEH H.N., (2020).** Ionizing Radiation effect on *Teucrium polium*: Phytochemical Contents, Antioxidant and Antibacterial Activity. *Arab J. Nucl. Sci. Appl.*, Vol. 53, 2, 98-110.

20. **DJAMA S et KAROUR T., (2020).** Les alcaloïdes : Classification, extraction, criblage et activités biologiques. Mem. Master. Univ, Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 84p.
21. **DONATIEN K., (2009).** *Enquête Ethnobotanique De Six Plantes Médicinales Maliennes - Extraction, Identification D'alcaloïdes - Caractérisation, Quantification De Polyphénols : Etude De Leur Activité Antioxydante.* Theses Doctora. Univ, PAUL VERLAINE DE METZ –UPV- M (France). 188p.
22. **DJERIDANE A., YOUS M., NADJEMI B., BOUTASSOUNA D., STOCKER P., VIDAL N., (2006).** Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry*, 97, 654660.
23. **DACOSTA Y., (2003).** Les phytonutriments bioactifs. Ed Yves Dacosta. Paris. 317p.
24. **EL-HAOUH H., BOUFELLOUS M., BERRANI A., TAZOUGART H et BENGUEDDOUR R., (2018).** Screening Phytochimique D'une Plante Medicinale: Mentha Spicata L. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*. ISSN 2429-5396. www.american-jiras.com. 8p.
25. **ELBIDI A., (2016).** Screening phytochimique de quelques plantes steppiques *Artemisia Campestris* et *Teucrium Polium* de la région de El Hamel wilaya de M'Sila. Mém. Master. Univ, Ziane Achour de Djelfa, 98p.
26. **FETTAH A., (2019).** *Étude phytochimique et évaluation de l'activité biologique (antioxydante - antibactérienne) des extraits de la plante Teucrium polium L. sous espèce Thymoïdes de la région Beni Souik, Biskra.* These Doctoral. Univ, MOHAMED KHIDER BISKRA, 156 p.
27. **FELLAH O., (2019).** *Effet des facteurs environnementaux sur la variation de quelques métabolites secondaires dans deux espèces médicinales : Tamarix gallica L. (Tamaricaceae) et Rosmarinus officinalis L. (Lamiaceae).* These Doctoral. Université Badji Mokhtar Annaba, 157p.
28. **GHESTEM A., SEGUIN E., PARIS M., ORECCHIONI A. M., (2001).** Le préparateur en pharmacie. Ed. Médicales Internationales. Paris, p 108-119.
29. **GHA SEMI K., GHA SEMI Y and ALI EBRAHIMZADEH M., (2009).** Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of 13 citrus species peels and tissues. *Pak. J. Pharm. Sci., Vol.22, No.3, p.277-281.*

30. **GILLES J., (2017).**Comme Exigence Partielle De La Maîtrise En Ressources Renouvelables. Mém. Master, Univ. QUÉBEC À CHICOUTIMI, 197 p.
31. **HAMMOUDI R., HADJ MAHAMMED M., RAMDANE F et KHODIR A. A., (2012).**Activite Antibacterienne Des Extraits Phenoliques De La Plante Teucrium Polium Geyrii. *Algerian journal of arid environment vol. 2, n°1:49-5.*
32. **HOUCHINE T., (2020).** Activités biologiques des composés phénoliques des extraits du rhizome de *Scripus lacustris* et *Scripus holochoenus*. Mem. Master. Univ, Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 33 p.
33. **HAOULI N E H., (2015).** CARACTERISATION PHYTOCHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DU CONTENU TANNINOÏDE DE «*Marrubium vulgare*» et «*Urtica urens* » DE ZONES ARIDES ET SEMI ARIDES. Mem. Magestre. UNIVERSITE EL ARBI BEN M'HIDI OUM EL BOUAGHI.
34. **HAMMOUDI R., (2015).** Activités biologiques de quelques métabolites secondaires extraits de quelques plantes médicinales du Sahara méridional algérien. These Doctora. Univ, KASDI MERBAH– OUARGLA, 166 p.
35. **HAGERMAN A E., HARTZFELD PW., FORKNER R., HUNTER M D., (2002).** Determination of Hydrolyzable Tannins (Gallotannins and Ellagitannins) after Reaction with Potassium Iodate. *J. Agric. Food Chem. 50, 1785-1790.*
36. **ILAGHINEZHAD B., MOAYEDI S., NABI MEYBODI R., TORBATI M and MOKHTARI SORKHANI T., (2020).** Investigation of Antioxidant, Antifungal, Antibacterial, and Anti-inflammatory Effects of *Teucrium polium* on Common Pathogens in Vaginitis: A Review *.Jundishapur J Nat Pharm Prod; 17(4):e128060.*
37. **JARADAT N.A., (2015).** Review of the Taxonomy, Ethnobotany, Phytochemistry, Phytotherapy and Phytotoxicity of Germander Plant (*Teucrium Polium L.*). *Asian J Pharm Clin Res, Vol 8, Issue 2, 13-19.*
38. **JEAN A.B, (2010).** Purification et caractérisation chimique et biologique partielles des principes actifs des feuilles *Pechia Madagascariensis*. mém. Online, Biologie et Médecine.
39. **KABOUCHE A et al., (2007).** Analysis of the essential oil of *Teucrium polium* ssp. *aurasiacum* from Algeria. *Journal of essential oil Research. 191, 44-46.*
40. **KHALED-KHODJA N., BOULEKBACHE-MAKHLOUF L and MADANI K., (2014).** Phytochemical screening of antioxidant and antibacterial activities of methanolic extracts of some Lamiaceae. *Industrial Crops and Products 61, 41–48.*

41. **KARAMALI KH and TEUNIS V R., (2001).** Tannins: Classification and Definition. *Nat. Prod. Rep.*, 18, 641–649.
42. **KOFFI E., SEA T., DODEHE Y and SORO S., (2010).** Effect of solvent type on extraction of polyphenols from twenty three Ivorian plants. *J. Animal & Plant Sci. Vol. 5. pp. 550-558.*
43. **KATALINIC V., MOZINA S., SKROZA D., GENERALIC I., ABRAMOVIC H, MILOS M., LJUBENKOV I., PISKERNIK S., PEZO., TERPINC P and BOBAN M., (2010).** Polyphenolic profile, antioxidant properties and antimicrobial activity of grape skin extracts of 14 *Vitis vinifera* varieties grown in Dalmatia (Croatia). *J. Food. Chem. Vol. 119.p. 715-723.*
44. **LAOUICI N., (2020).** Activité antimicrobienne et composition chimique de l'huile essentielle et de l'extrait brut de l'espèce *Rosmarinus officinalis* L. Mem. Master. Univ, Mohammed-Seddik Benyahia-Jijel. 64 p.
45. **LAIDI CH., DJABARI K et LAADJEL F., (2022).** Valorisation phytochimique de l'extrait aqueux de la plante *Malva sylvestris* L. Mém. Master. UNIV, MOHAMED BOUDIAF - M'SILA, 64 p.
46. **LEHOUT R et LAIB M., (2015).** Comparaison de trois méthodes d'extraction des composés phénoliques et des flavonoïdes à partir de la plante médicinale : *Artemisia herba alba* Asso. Mem. Master. Univ, Frères Mentouri Constantine, 76p.
47. **MITIĆ V., JOVANOVIĆ O., STANKOV-JOVANOVIĆA V., ZLATKOVIĆ B and STOJANOVIC G., (2012).** Analysis of the Essential Oil of *Teucrium polium* ssp. *capitatum* from the Balkan Peninsula. *Natural Product Communications* Vol. 7 (1), 83-86.
48. **MERDJI Kh et ZEMMIT F Z., (2020).** Evaluation des propriétés antioxydantes des extraits de *Teucrium polium* L. Mem. Master. Univ. Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A, 73 p.
49. **MALKI S., (2017).** Etude Morphologique, Biochimique, Physiologique et Biologique de quelques populations de *Teucrium polium* L. *Capitatum* dans l'Est algérien. Thèse Doctorat. Univ. 208 p.
50. **MESSAOUDI M., (2022).** Mise en évidence des activités biologiques et des études minérales de certaines plantes médicinales cultivées en Algérie : *Teucrium polium* L, *Matricaria chamomilla* L et *Mentha pulegium* L. thèse Doctorat. Univ. Echahid Hamma Lakhdar d'El Oued, 132 p.

51. **MARZOUK R. and EL-BADAN G.E., REAM I., (2018).** Molecular Characterization of *Teucrium* L. (Lamiaceae) as a Prerequisite for its Conservation. *Asian Journal of Biological Sciences ISSN 1996-3351*.
52. **MUNIZ M.N., (2006).** Synthèse d'alcaloïdes biologiquement actifs : la (+)-anatoxine-a et la (±)-camptothécine. These Docteur. Univ, JOSEPH FOURIER GRENOBLE I.
53. **MULINACCI N., PRUCHER D., PERUZZI M., ROMANI A., PINELLI P., GIACCHERINI C and VINCIERI F.F., (2004).** Commercial and laboratory extracts from artichoke leaves: estimation of caffeoyl esters and flavonoid compound content. *J. Pharm. and Biomed. Anal. Vol. 34. pp. 349-357*.
54. **MAIZI Y., MEDDAH B., MEDDAH A T.T and HERNANDEZ J A.G., (2019).** Seasonal Variation in Essential Oil Content, Chemical Composition and Antioxidant Activity of *Teucrium polium* L. Growing in Mascara (North West of Algeria). *J. Appl Biotechnol Rep. Dec;6(4):151-157*.
55. **MOUSTAPHA CH., HASENB T., M.WALEEDC and SADAKA M., (2011).** Chemical Constituents of *Teucrium polium* L. var. *Mollissimum* Hand-Mazz. *Jordan Journal of Chemistry* Vol. 6 No.3, pp. 339-345.
56. **MOHAMMEDI Z and ATIK F., (2011).** Impact of solvent extraction type on total polyphenols content and biological activity from *Tamarix aphylla* (L.) karst. *Inter. J. Pharma. Bio. Sci. Vol. 2. pp. 609-615*.
57. **MILAN S.S., NEDA N., VLADIMIR M., MARINA T., (2012).** Antioxidant activity, total phenolic content and flavonoid concentrations of different plant parts of *Teucrium polium* L. subsp. *Polium*, *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 81(2):117-122.
58. **MEDJDOUB W., (2022).** Traitement de quelques articles scientifiques sur l'activité antioxydante et antidiabétique de *Teucrium polium* L. Mem, Mastr. Univ, ABOUBEKR BELKAID – TLEMEN, 34 p.
59. **NAGENDRAN B., KALYANA S and SAMMAN S., (2006).** Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. [Food Chemistry Volume 99, Issue 1](#), P 191-203.
60. **OULADLAID F et HADJKOUIDER H., (2018).** Criblage phytochimique et activité antioxydante et antibactérienne de différents extraits de feuilles de *Moringa oleifera* L. Mem. Master. Univ. Ghardaïa, 113 p.

61. **OUNIS R et BOUMAZA D., (2018).**Evaluation du contenu phénolique et des activités biologiques de *Teucrium polium*. Mém. Master. UNIV, L'ARBI BEN MHIDI-OUM EL BOUAGHI, 135 p.
62. **PATRICK F O., (2018).** Application Des Techniques DeChromatographie Et DeSpectroscopie Dans L'identificationn Des Metabolites Secondaires De Trois Plantes Antidiabetiques EtAntihypertensives De La PharmacopeeIvoirienne.Univ,Nangui Abrogoua (UNA), 302 p.
63. **PHUYAL N., KUMAR JHA P., PRASAD RATURI P and RAJBHANDARY., (2020).**Total Phenolic, Flavonoid Contents, and Antioxidant Activities of Fruit, Seed, and Bark Extracts of *Zanthoxylum armatum* DC. *The Scientific World Journal*, p7.
64. **QABAHA K., HIJAWI T., MAHAMID A., MANSOUR H., NAEEM A., ABBADI J and AL-RIMAWI F., (2021).** Anti-inflammatory and Antioxidant Activities of *Teucrium polium* Leaf Extract and its Phenolic and Flavonoids Content.*Asian Journal of Chemistry; Vol. 33, No. 4, 881-884.*
65. **QUEZEL P., SANTA S., (1963).** Nouvelle Flore d'Algérie et des régions Désertiques Méridionales. Tome I et II. CNRS.
66. **RIRA M., (2019).** *Les tanins hydrolysables et condensés : une piste pour la réduction de la production du méthane entérique par les ruminants en milieu tropical.* Thèses Doctoral. Univ, Clermont Auvergne, 231 p.
67. **SOUDANI N et TIBERMACINE R., (2006).** ETUDE ECOLOGIQUE ET PHYTOCHIMIQUE DE LA PLANTE MEDICINALE « *Teucrium polium* » DANS LA REGION DE DJEMOURAH WILAYA DE BISKRA. Mém. Master. Univ. Mohamed Khider Biskra, 95 p.
68. **SAOULI S et ABDENNEBI B., (2020).** Contribution à l'étude des caractéristiques phytochimiques de l'extrait aqueux de *Rosmarinus officinalis* L. Mém. Master. Univ, Mohamed Khider de Biskra, 54p.
69. **SAFFIDINE K., (2015).***Etude analytique et biologique des flavonoïdes extraits de Carthamus caeruleus L. et de Plantago major L.* Theses Doctora. Univ. Farhat Abbs Sétif, 132 p.
70. **TACHOUR AMI A.A., (2022).** Etude phytochimique d'une céréale secondaire : le mil (*Pennisetum glaucum* L).Mem. Mastr. Univ, Frères Mentouri Constantine, 132 p.

71. **YUKSEL S., SEZER S.K, KURTOGLU E.L, BAG H.G., (2019).** Protective Effect of Extracts of Teucrium Polium and Rumex Crispus Against Cyclophosphamide-Induced Genotoxic Damage in Human Lymphocytes. *Genetic Toxicology*, 8 p.
72. **ZEGHAD N., (2009).** Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (Thymus vulgaris, Rosmarinus officinalis) et évaluation de leur activité antibactérienne. Mem. Magister. Univ, Mentouri Constantine, 130p.
73. **ZERGUI F Z., (2016).** Contribution à l'étude phytochimique et possibilités de valorisation d'une espèce dunaire du littoral oranais *Matthiola sinuata* (L).R.Br.1812.Mem. Magister.Univ, Djillali Liabes de Sidi Bel Abbes.

Résumé

Dans cette étude, nous avons effectué une caractérisation phytochimique des extraits de la plante *Teucrium polium* L. qui appartient à la famille des lamiacées. Les extraits ont été préparés par hydrodistillation et macération. Deux tests ont été réalisés, le screening phytochimique et le dosage des phénols totaux. Les résultats du screening phytochimique ont montré que l'extrait hydro-alcoolique contient des alcaloïdes, des tanins, des flavonoïdes, du stérol et des triterpènes. Cependant, l'extrait est dépourvu en composés réducteurs et saponines. L'extrait hydro-alcoolique et l'huile essentielle contiennent des polyphénols. L'extrait hydro-alcoolique contient une teneur en phénols totaux plus élevée égale à 121,53 mgEAG/g MS).

Mots clés: *Teucrium polium*, Lamiacées, métabolites secondaires, polyphénols.

Summary

In this study, we performed a phytochemical characterization of the extracts of the *Teucrium polium* L. plant. Which belongs to the Lamiaceae family. The extracts were prepared by hydrodistillation and maceration. Two tests were carried out, the phytochemical screening and the determination of total phenols. The results of the phytochemical screening showed that the hydroalcoholic extract contains alkaloids, tannins, flavonoids, sterol and triterpenes. However, the extract is devoid of reducing compounds and saponins. The hydroalcoholic extract and the essential oil contain polyphenols. The hydroalcoholic extract contains a higher total phenol content equal to 121.53 mgEAG/g MS).

Mots clés: *Teucrium polyum*, Lamiaceae, Secondary metabolites, polyphenols.

ملخص

في هذه الدراسة ، أجرينا توصيفا كيميائيا نباتيا لمستخلصات نبات تيوكريوم بوليومل.الذي ينتمي إلى عائلة لامياسي.تم تحضير المستخلصات عن طريق التقطير المائي والنقع. تم إجراء اختبارين ، الفحص الكيميائي النباتي وتحديد الفينولات الكلية. أظهرت نتائج الفحص الكيميائي النباتي أن المستخلص المائي الكحولي يحتوي على قلويدات و عصف و فلافونويد وستيرول وتريترين. ومع ذلك ، فإن المستخلص يخلو من المركبات المختزلة والصابونين. يحتوي المستخلص المائي الكحولي والزيت العطري على مادة البوليفينول. يحتوي المستخلص المائي الكحولي على محتوى فينول إجمالي أعلى يساوي 121.53 ملج /جم

الكلمات المفتاحية: تيوكريوم بوليوم ، لامياسي ، مستقلبات ثانوية ، بوليفينول.