



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



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT : GÉNIE DES PROCÉDÉS

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par :

MAHDJOUR Salima

DOMAINE : Sciences et Technologies

FILIERE : Génie des Procédés

OPTION : Génie des procédés Pharmaceutiques

Thème

**Formulation galénique d'une pommade pharmaceutique
à base d'extraits phénoliques et huileux des plantes
médicinales**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Dr. BOUSSOUAR IMENE	MCA	Présidente
Dr. BATANA FATIMA ZOHRA	MCA	Examinatrice
Dr. BOUKHALKHAL SARAH	MCA	Rapporteuse

Promotion : JUIN 2024

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Dieu Tout-Puissant pour la volonté, la force, la santé et la patience qu'il nous a données tout au long de ces années d'études pour accomplir cet humble travail. Dieu merci.

Nous ne pouvons commencer cette étude sans exprimer nos sincères remerciements à ma famille qui m'a soutenu et encouragé tout au long de ma vie, ainsi qu'à toutes les personnes qui m'ont aidé et encouragé, directement ou indirectement, dans la réalisation de ce travail.

Je tiens tout particulièrement à remercier le Professeur **Dr. BOUKHALKHAL Sarah** pour l'honneur qu'elle m'a fait en supervisant ce travail. Peut-être que ce travail témoigne de ma gratitude et de mon respect pour vous.

On dit souvent que le voyage est aussi important que la destination. Des années d'études m'ont permis de bien comprendre le sens de cette simple phrase. En fait, ce voyage n'a pas été sans difficultés, ni sans nombreuses questions qui ont nécessité de longues heures de travail pour trouver des réponses. Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements au prof **BATANA Fatima Zohra**, membre du jury, pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Nous remercions également le Prof **BOUSSOUAR Imene**, Président du Comité d'Arbitrage, d'avoir accepté d'étudier ces travaux. Nous exprimons également notre gratitude à tous ceux qui travaillent au laboratoire de recherche, et notamment au **Dr Yousfi Mohamed** et au **Dr DJERIDANE Amar**.

Je tiens également à exprimer mes vifs remerciements à **Dr BOUKHALKHAL Sarah**, ma professeure et chef du département de génie des procédés pharmaceutiques, pour son suivi continu, sa disponibilité et ses précieux conseils qui m'ont grandement bénéficié.

Enfin, je remercie toute l'équipe du laboratoire pour son accueil chaleureux, sa coopération et ses encouragements tout au long de cette période de formation, et je remercie particulièrement le Dr **GUIBADJ Fatma** et Dr **KAIFES Chaima**. Leur soutien a été essentiel dans mon apprentissage et ma compréhension du fonctionnement quotidien du laboratoire de recherche ainsi que Dr. **Abdellaoui Samir**.

Je tiens à adresser mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont participé à ce projet et qui ont contribué à faire de cette expérience une étape importante dans mon parcours académique et professionnel

Dédicace

Au nom de Dieu le Miséricordieux,

Je voudrais tout d'abord dédier cet humble travail à moi-même, ainsi qu'à tous ceux qui ont fait des efforts pour m'aider à atteindre mon objectif.

À ma chère maman, que Dieu vous protège.

À mon cher père, Mustapha, que Dieu vous accorde la paix.

À mes chères sœurs et à toute la famille Mahdjoub.

À tous mes chers amis, notamment Maraim, ainsi que Ouafaa.

À ma chère encadreuse, Sarah Boukhalkhal.

À tous les professeurs de la promotion.

À tous les étudiants diplômés

Salima

Liste des abréviations

A blanc	absorbance du contrôle négatif (sans extraits).
A Échantillon	absorbance de l'échantillon testé.
a é	Acétate d'éthyle
AlCl ₃	Chlorure d'aluminium
BHA	Butyl-hydroxyanisole.
C.schoenanthus	Cymbopogonschoenanthus
d m	Dichlorométhane
DPPH	2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
EAG	Equivalence en Acide Gallique.
EQ	Equivalence en quercétine.
EVC	Equivalence en acide ascorbique
FRAP	ferric ion reducing antioxidant potential
FT	Flavonoïdes totaux.
FV	Flavonoïde
HE	Huile Essentielle
IC50	Concentration d'inhibition de 50% des radicaux libres.
M	la masse d'extrait obtenu OU d'huile obtenue
Mi	la masse initiale de la plante.
PH	potentiel hydrogène.
PI%	pourcentage d'inhibition
PT	Poly phénol totaux.
ROS	Reactiveoxygenspecies
R%	le pourcentage massique d'extraction.
TPTZ	ferric2,4,6-tripyridyl-s-triazine
T.polium	Teucriumpolium
UV	Ultra-violet.
Vis	Visible.
vitamine C	l'acide ascorbique.
vitamine E	'α-tocophérol.
λ	Longueur d'onde.

Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
Liste des abréviations	
Sommaire	
Liste des Figures.....	
Liste des tableaux	
Introduction Générale.....	1

Chapitre I: Synthèse bibliographique

I- Généralités des plants	4
I-1- Présentation de <i>teucrium polium</i>	4
I-1-1- Description du <i>teucrium polium</i>	4
I-1-2- Effets thérapeutique de <i>T. polium</i>	5
I-1-3- Classification scientifique de <i>T. polium</i>	5
I-2- Définition de <i>Cymbopogon</i>	5
I-2-1- Description de <i>Cymbopogon Schoenanthus</i> :	6
I-2-2- Effets thérapeutique de <i>C. schoenanthus</i> :	6
I-2-3- Classification scientifique de <i>Cymbopogon</i>	7
I-2-4- Propriétés et Utilisations de l'Huile Essentielle de <i>C. schoenanthus</i> :	7
I-3- Les huiles essentielles :	8
I-3-1- Définition :	8
I-3-2- Localisation des huiles essentielles dans les plants :	8
I-3-3- Composition et Propriétés Physiques des Huiles Essentielles	8
I-3-4- Applications Industrielles et Thérapeutiques des Huiles Essentielles :	8
I-4- Polyphénols	9
I-4-1- Définition des polyphénols	9
I-4-2- Définition des flavonoïdes	9
I-4-3- Les rôles des composés polyphénols et les flavonoïdes.....	9
I-5- Les antioxydants :	9
I-5-1- Espèces réactives de l'oxygène et stress oxydatif :	10
I-5-2- Les antioxydants naturels :	10
I-6- Forme galénique :	10
I-6-1- La Pharmacopée européenne regroupe les monographies selon les formes pharmaceutiques par voie d'administration :	11
I-6-2- Les pommades.....	11
I-6-3- Les avantages spécifiques de pommades	11

Chapitre II Matériels et méthodes

II-1- Matière végétale.....	14
II-2-Étude de la composition chimique des huiles essentielles	15
II-2-1- Extraction des huiles essentielles.....	15
II-2-2- Détermination des rendements des huiles essentielles :	16
II-3- Étude des composés phénoliques	16
II-3-1- Extraction des composés phénoliques	16
II-3-2- Préparer des extraits bruts en extrayant des solides et des liquides.....	16
II-3-2-1- Macération :.....	16
II-3-2-2- Évaporation :	17
II-3-2-4- Filtration et évaporation :	18
II-3-3- Détermination du pourcentage massique :.....	19
II-4- Dosage des composés phénoliques	19
II-4-1- Dosage des phénols totaux.....	19
II-4-2- Dosage des flavonoïdes totaux	20
II-5-Évaluation du pouvoir antioxydant des extraits.....	20
II-5-1- Piégeage des radicaux libres 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH•).....	20
II-5-2- Pouvoir réducteur de l'ion ferrique (FRAP).....	21
II-6- Formulation de pommade	23
II-6-1- Préparation de la pommade :	23
II-6-2- Contrôle qualité des pommades :.....	23
II-6-2-1- Analyse organoleptique :.....	23
II-6-2-2- Analyses Physico-Chimiques :	24

Chapitre III Résultats et discussions

III-1- Rendement en huiles essentielles :.....	26
III-2- Pourcentage massique des extraits :.....	26
III-3- Détermination de la teneur en composés phénoliques.....	28
III-3-1- Dosage spectrophotométrique des phénols totaux :	28
III-3-2- Dosage des flavonoïdes :.....	30
III-4- Evaluation de l'activité Anti-oxydantes :	32
III-4-1- Mesure du pouvoir anti-radicalaire par le test DPPH :.....	32
III-4-2- Pouvoir réducteur du fer.....	33
III-5- La forme galénique :.....	35
III-5-1- Préparation du liquide médicinal :.....	35
III-5-2- Préparation de pommade :.....	35
III-5-3- Préparation finale de la pommade :	36
III-5-4- Contrôle du produit fini :	36

Conclusion.....	37
Références	40

Liste des Figures

Figure.I-01 : Illustration des feuilles et des fleurs du <i>teucrium polium</i> L.	4
Figure.I-03 :Illustration Aspect morphologique de <i>Cymbopogon schoenanthus</i> (L.) Spreng. ...	6
Figure. II-01:la matière végétale étudiée.....	14
Figure.II-02:appareil d'hydro distillation appelé Clevenger	15
Figure. II-03 : l'étape de filtration.....	17
Figure. II-04:l'étape d'évaporation méthanol.	17
Figure. II-05 : séparation de la phase organique et aqueuse.	18
Figure. II-06:Les étapes pour préparation final des extraits.....	19
Figure. II-07: Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH	21
Figure. II-08: Mécanisme réactionnel intervenant lors du test FRAP.....	22
Figure. III-01 : Représentation des valeurs des rendements de l'huile essentielle	26
Figure. III-02: Pourcentage massique (R%) de fractionnement de hexane.....	27
Figure. III-03: Pourcentage massique (R%) de fractionnement au dichlorométhane	27
Figure. III-04:Pourcentage massique (R%) de fractionnement à l'acétate d'éthyle	28
Figure. III-05: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des phénols totaux....	29
Figure III.7 : courbe d'étalonnage de la quercitrine pour le dosage des flavonoïdes.....	31
Figure III.8 : Composition en Flavonoïdes des extraits de différents fractionnement.....	31
Figure III.9 : courbe d'étalonnage de la vitamine C pour le test FRAP.....	34
Figure III.10: Test FRAP ; Histogrammes, exprimés en valeur.....	34
Figure III.11: filtration du liquide médicinal	35
Figure III.12:préparation de pommade.....	36
Figure III.13: pommade finie	36

Liste des tableaux

Tableau III-01: pourcentages massiques (R%) des extraits	26
Tableau III-02: Teneur en phénols totaux et en flavonoïdes dans les extraits.	29
Tableau III-03: Activités antioxydantes (DPPH).	32
Tableau III-04: Activités antioxydantes (DPPH).	33
Tableau III.05: Activités antioxydantes (FRAP).....	34

Introduction Générale

Introduction Générale

De nos jours, l'utilisation de la médecine traditionnelle est devenue largement répandue et revêt une importance croissante sur les plans sanitaire et économique. Dans les pays développés, l'accès à ces remèdes est plus accessible et abordable, surtout pour les patients défavorisés, qui sont souvent confrontés à des coûts élevés et à une disponibilité limitée des médicaments sur le marché. Les plantes ont toujours été une source inestimable d'agents thérapeutiques dans diverses cultures, et environ 80 % de la population mondiale continue de les utiliser dans le cadre de ses soins de santé primaires. Malgré les progrès de la chimie de synthèse, environ un quart des médicaments prescrits en médecine occidentale sont encore dérivés, directement ou indirectement, de plantes. L'utilisation des plantes dans le domaine médical s'étend des préparations brutes aux extraits raffinés, témoignant ainsi de leur diversité chimique et de leur potentiel thérapeutique [1]. Dans ce contexte, nous nous concentrons sur l'utilisation thérapeutique de deux plantes spécifiques, *Teucrium polium* et *Cymbopogon schoenanthus*.

Teucrium polium L., appartenant à la famille des Lamiacées, est une plante sauvage largement répandue en Asie du Sud-Ouest, en Europe et en Afrique du Nord. Traditionnellement, *Teucrium polium* est utilisé pour traiter une gamme de troubles, notamment les troubles gastro-intestinaux, les infections, le diabète et les rhumatismes, avec une utilisation notable dans la Médecine Traditionnelle Iranienne (TIM) [2].

D'autre part, le genre *Cymbopogon* comprend diverses espèces, dont *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Sprengel (Poaceae), une plante sauvage présente dans diverses régions tropicales et subtropicales d'Afrique, d'Asie et d'Amérique. L'huile essentielle de *C. schoenanthus* est réputée pour sa richesse en composés tels que la pipéritone, l'intermidine, le δ -2-carène et l'élémol, et est également appréciée pour ses propriétés antioxydantes et antimicrobiennes [3,4].

L'intérêt croissant pour l'utilisation thérapeutique de plantes telles que *Teucrium polium* repose sur leur contenu en antioxydants et en composés phénoliques, ainsi que sur leur capacité à traiter efficacement diverses affections, notamment les plaies cutanées. Ces propriétés en font des candidats prometteurs pour la fabrication de pommades médicinales, offrant ainsi un moyen naturel et efficace de traiter les troubles de santé.

Dans ce cadre, ce travail actuel vise principalement à réaliser une étude bibliographique sur les propriétés médicinales de *Teucrium polium* et de *Cymbopogon schoenanthus*. Ce manuscrit est structuré autour de trois chapitres :

Le premier chapitre propose une revue de la littérature sur les vertus thérapeutiques de ces deux plantes.

Introduction Générale

Le deuxième chapitre traite des matériaux et des méthodes, détaillant les protocoles expérimentaux utilisés pour valoriser les composés phénoliques de *T. polium* et de *C. schoenanthus*, ainsi que les méthodes d'extraction d'huile. Il expose également l'évaluation in vitro des propriétés biologiques des extraits obtenus, en relation avec les méthodologies appliquées.

Le troisième chapitre synthétise les résultats obtenus et les discussions afférentes, offrant ainsi une analyse approfondie des données expérimentales et de leurs implications.

Enfin, une conclusion générale vient clôturer ce travail, offrant une synthèse des résultats obtenus et discutés, ainsi que des perspectives futures.

Chapitre I Synthèse bibliographique

I- Généralités des plants

Les plantes ont longtemps été une source d'agents thérapeutiques utilisés par l'homme. Environ 80 % de la population mondiale dépend encore des plantes pour les soins de santé primaires [5]. Même aujourd'hui, en médecine occidentale, et malgré les progrès de la chimie synthétique, environ 25 % des médicaments prescrits sont encore dérivés, directement ou indirectement, des plantes. Les extraits et préparations à base de plantes ont été pendant longtemps des outils essentiels pour les guérisseurs et les médecins. [1,6,7]

I-1- Présentation de *teucrium polium*

Teucrium L. est un genre diversifié et largement distribué de la famille des Lamiaceae, comprenant environ 434 espèces [8,9]. Ce groupe inclut des arbustes, des sous-arbustes et des herbes vivaces (rarement annuelles ou bisannuelles) et se trouve presque partout dans le monde, surtout dans la région méditerranéenne et les zones tempérées d'Asie [10]. La région méditerranéenne est sans conteste la principale zone de répartition, abritant plus de 90 % des espèces mondiales [11,12]

I-1-1- Description du *teucrium polium*

T. polium est une plante herbacée vivace, caractérisée par quelques tiges peu ramifiées pouvant atteindre une hauteur de 40 cm [13]. Ses feuilles, ovales et allongées, sont légèrement disséquées et possèdent des pétioles très courts. Les fleurs sont blanches à rose pâle, regroupées densément sur des tiges ramifiées [13,14]. Cette plante pousse sur les roches calcaires et dans les pâturages secs des régions montagneuses de la Méditerranée et du Moyen-Orient [13]



Figure.I-01 : Illustration des feuilles et des fleurs du *teucrium polium* L. [15]

I-1-2- Effets thérapeutique de T.polium

T. polium a été utilisé pour traiter diverses pathologies, y compris les troubles antioxydants, anticancéreux, anti-inflammatoires, antihyperglycémiques, hépatoprotecteurs, gastro-intestinaux, hypolipidémiques, antibactériens, antifongiques et antispasmodiques et. De plus, il aide à la guérison des plaies. Dans la médecine traditionnelle iranienne, il est employé pour soigner de nombreuses maladies telles que les douleurs abdominales, l'indigestion, le rhume et les affections du système génito-urinaire. [14,16]

I-1-3- Classification scientifique de T. polium

- Règne : Plantes
- Groupe Monophylétique : Trachéophytes
- Classe : Angiospermes
- Classe : Eudicotylédones
- Classe : Astéridées
- Ordre : Lamiales
- Famille : Lamiacées
- Genre : Teucrium
- Espèce : T. polium [16]

Noms vernaculaires :

- ✓ En arabe : Kayatta, Djaâda (Algérie), Takmazzut (Touaregs-Algerie), Jaaida (Maroc), Hachichetelrih (Liban).
- ✓ En Français : Germandrée blanc-grisâtre, Germandrée tomenteuse, Germandrée Polium, Polio de montagnes. [16]

I-2- Définition de Cymbopogon

Le genre Cymbopogon comprend 144 espèces. Connue depuis l'Antiquité, cette plante se trouve principalement dans les régions tropicales et subtropicales d'Afrique, d'Asie et d'Amérique [17]. Parmi ces espèces, C. flexuosus et C. citratus (connus sous le nom de

citronnelle) sont utilisés commercialement pour leurs huiles essentielles. *Cymbopogonschoenanthus* (L.) Sprengel (Poaceae), quant à lui, pousse à l'état sauvage et se rencontre dans certaines régions d'Algérie (Béchar, Ghardaïa, Ouargla, Ain Sefra, Tébessa, Illizi et Tamanrasset) ainsi que dans d'autres pays tels que l'Inde, l'Arabie saoudite, l'Iran et la Tunisie. [4] *Cymbopogonschoenanthus* (L.) Spreng a tendance à pousser dans les zones sèches comme le désert et est souvent utilisé pour nourrir les chameaux, d'où son nom commun « herbe à chameaux ». Il est également connu sous le nom de « Izkhir » en arabe, « El bekhirai » en Tunisie et « Tsabre » en Afrique du Nord [19].

I-2-1- Description de *CymbopogonSchoenanthus* :

Cymbopogonschoenanthus est une plante herbacée vivace à feuilles persistantes. Elle forme des touffes denses à sa base, avec de nombreuses tiges dressées atteignant entre 60 et 80 cm de hauteur. Ses feuilles, linéaires et fortement courbées, accompagnent des épis chacun contenant une fleur. La floraison survient au printemps. Cette plante possède des racines exhalant un arôme agréable et pousse dans les zones arides, souvent sur des sols rocheux et graveleux de montagnes. [4]



Figuer.I-03 :Illustration Aspect morphologique de *Cymbopogonschoenanthus* (L.) Spreng. [20,21]

I-2-2- Effets thérapeutique de *C. schoenanthus* :

L'huile essentielle de *C. schoenanthus* possède une composition chimique riche en substances telles que la pipéritone, l'intermidine, le δ -2-carène et l'élémol. En médecine, cette huile est prisée pour ses propriétés antioxydantes. Son activité antimicrobienne a été évaluée individuellement contre divers représentants de bactéries et de champignons [3,22]. Elle présente également des propriétés anti-acétylcholinestérase, anti-inflammatoires, antispasmodiques, anti-stress, anthelminthiques et insecticides. [3]

I-2-3- Classification scientifique de *Cymbopogon*

Règne : Plantes

Catégorie : Trachéophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Poales

Famille : Poacées

Genre : *Cymbopogon*

Espèce : *Cymbopogon schoenanthus* (L.) Spreng [3]

Noms vernaculaires :

- Arab: El Lamad, idjhir.
- Berbère : Tébarémt.
- Anglais: Camel's hay, camel grass.
- Français : *Schoenanthus officinale*, herbe à chameau, paille de la Mecque. [20]

I-2-4- Propriétés et Utilisations de l'Huile Essentielle de *C. schoenanthus* :

Cymbopogonschoenanthus (L.) Spreng, également connu sous le nom d'herbe à chameau, contient une huile essentielle riche en monoterpènes tels que la pipéritone, divers interdéols, le δ -2-carène et l'élémol. D'après des recherches antérieures, les composés chimiques de cette huile essentielle présentent des propriétés antioxydantes, anti-acétylcholinestérase, antimicrobiennes, anti-inflammatoires et antispasmodiques, entre autres[3].

En médecine traditionnelle, *Cymbopogonschoenanthus* est utilisé pour traiter divers troubles digestifs et est souvent consommé sous forme de tisane pour remédier à des affections telles que l'aérophagie, les flatulences, la diminution de la production d'urine et le rhume. Cette plante est également prisée comme boisson apaisante pour les nouvelles mamans après l'accouchement, et sert à lutter contre la mauvaise haleine, les furoncles et l'incontinence urinaire. Dans la région de Djanet, les jeunes feuilles de l'herbe à chameau sont consommées en salade ou cuisinées avec de la viande [4].

En plus de ses applications médicinales, l'huile essentielle de *Cymbopogonschoenanthus* est utilisée comme agent aromatisant dans les parfums, les cosmétiques et les fragrances [3].

I-3- Les huiles essentielles :

I-3-1- Définition :

Les huiles essentielles, également appelées essences, huiles volatiles, huiles éthériques ou étherolées, sont des mélanges complexes de composés organiques volatils [23,24]. Elles sont principalement présentes dans les plantes aromatiques, notamment dans des familles comme les Apiacées, les Asteraceae, les Cupressaceae, les Hypericaceae, les Lamiaceae et les Lauraceae, qui sont bien connues pour leur richesse en espèces productrices d'huiles essentielles. De plus, certaines huiles essentielles peuvent être obtenues à partir de sources animales, telles que le musc, la civette et l'ambre gris produit par le cachalot. [25,26]

I-3-2- Localisation des huiles essentielles dans les plants :

Les huiles essentielles sont présentes dans différentes parties de la plante, telles que la tige, les fleurs, les feuilles, les racines ou l'écorce [24]. Elles se concentrent sous forme de cellules huileuses, de canaux sécréteurs, de cavités ou de poils glandulaires. Dans certains cas, elles sont associées aux glucides sous forme de glycosides. Leur extraction se fait principalement par distillation à la vapeur ou hydro-distillation, bien que d'autres méthodes comme la pression à froid ou l'extraction par solvant soient également employées. [25]

I-3-3- Composition et Propriétés Physiques des Huiles Essentielles

Les huiles essentielles sont des mélanges complexes de composés volatils, qui peuvent être d'origine terpénoïde ou non terpénoïde. Elles contiennent des hydrocarbures et leurs dérivés oxygénés, prenant des formes chimiques variées comme les alcools, esters, époxydes, aldéhydes, et amines. En raison de leur état liquide à température ambiante et de leur volatilité, elles sont souvent appelées huiles aromatiques, caractérisées par des parfums distinctifs et uniques. [27]

I-3-4- Applications Industrielles et Thérapeutiques des Huiles Essentielles :

Les huiles essentielles et leurs molécules trouvent des applications dans les domaines de l'aromathérapie, de la parfumerie, de l'agroalimentaire, de la cosmétique et de la toilette, ainsi que dans les industries chimique, pharmaceutique et thérapeutique fine. Ils sont utilisés sous forme pure ou diluée, notamment dans le secteur émergent de l'aromathérapie. [25]

I-4- Polyphénols

I-4-1- Définition des polyphénols

Les polyphénols constituent une grande famille de composés issus du métabolisme secondaire, et sont largement distribués dans le règne végétal [28].

Elle se caractérise par la présence de deux groupes. Phénoliques complexes et phénols simples (également appelés acides phénoliques). Les polyphénols sont des composés issus exclusivement de la voie shikimate/phénylpropanoïde et/ou polycétide, contiennent plus d'une unité phénolique et sont dépourvus de fonctions azotées. Ils comprennent, sans s'y limiter, les acides phénoliques, les coumarines et les flavonoïdes. D'autres formes polymérisées, telles que les tanins et la lignine, sont également incluses. Certains d'entre eux sont responsables de l'odeur et de la couleur des plantes. [29]

I-4-2- Définition des flavonoïdes

Les flavonoïdes sont souvent désignés comme des métabolites secondaires végétaux, caractérisés par un cycle aromatique comportant au moins un groupe hydroxyle. Plus de 8 000 composés phénoliques ont été identifiés comme des substances naturelles provenant des plantes [30].

Les flavonoïdes se présentent sous forme d'aglycones, de glycosides et de dérivés méthylés. Ces composés phytochimiques se trouvent dans divers nutriments et plantes médicinales. Les études récentes se sont principalement concentrées sur un aspect spécifique de l'action des flavonoïdes ou des composés phénoliques sur la santé humaine, en raison de leurs multiples bienfaits et de leur potentiel pour des applications pharmaceutiques et médicales. [31]

I-4-3- Les rôles des composés polyphénols et les flavonoïdes

Les composés phénoliques et les flavonoïdes, présents dans les produits végétaux naturels et considérés comme des métabolites secondaires, sont associés à des bienfaits pour la santé humaine lorsqu'ils sont consommés à partir de fruits, légumes, graines et noix. Leur rôle est étudié dans divers domaines médicaux et pharmaceutiques, mettant en lumière leurs effets bénéfiques sur la santé, notamment en tant qu'antioxydants, agents antibactériens, anti-cancérigènes, cardio-protecteurs, immun modulateurs et anti-inflammatoires, ainsi que leur capacité à protéger la peau contre les rayons UV. [29]

I-5- Les antioxydants :

Les antioxydants sont des molécules capables d'inhiber l'oxydation d'autres molécules. Ils jouent un rôle essentiel dans l'alimentation et dans le corps humain en réduisant les processus d'oxydation et les effets néfastes des espèces réactives de l'oxygène (ROS) [32]. Une autredéfinition d'un antioxydant est une substance qui élimine directement les ROS ou agit indirectement pour réguler ou inhiber les défenses antioxydants et la production de ROS.

- ✓ Les principes chimiques des méthodes de piégeage des radicaux comprennent le radical (2,2'-azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonate) (ABTS•+), le radical 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl (DPPH•) et Fe³⁺. – Conversion de Fe²⁺ et détermination de la capacité d'oxydation de la ferrique réductase (FRAP) etc. [33]

I-5-1- Espèces réactives de l'oxygène et stress oxydatif :

L'oxygène est un non-métal très réactif et un agent oxydant qui forme facilement des oxydes avec la plupart des éléments et autres composés. Présent dans l'atmosphère sous forme de triplet bi-radical stable ($3O_2$), l'oxygène moléculaire a deux électrons non appariés avec des spins parallèles dans ses deux orbitales anti-liante [34]. En raison de cette restriction de spin, il peut accepter une paire d'électrons d'un donneur d'électrons. Les réactions redox, essentielles dans les systèmes vivants, impliquent le transfert d'électrons entre espèces, et ces processus sont fondamentaux dans les systèmes biologiques. [33]

I-5-2- Les antioxydants naturels :

Les antioxydants naturels proviennent principalement des composés phénoliques des plantes, présents dans toutes leurs parties, y compris les fruits, légumes, graines, noix, feuilles, racines et écorces. Les plantes produisent une vaste gamme de métabolites secondaires tels que les flavonoïdes, huiles essentielles, alcaloïdes, pelures, terpènes, terpénoïdes, tocophérols, acides phénoliques, peptides, et autres substances organiques multifonctionnelles dans leurs voies métaboliques normales [35 ,36] .Ces métabolites jouent un rôle crucial en protégeant les plantes des effets indésirables et fournissent une protection contre les espèces réactives de l'oxygène(ROS) et diverses maladies causées par les radicaux libres. [33]

I-6- Forme galénique :

La forme galénique désigne la présentation physique et la formulation finale d'un médicament, déterminées par la voie d'administration choisie. Bien que les avancées en

recherche galénique aient élargi les possibilités, les formes courantes restent limitées, et souvent, une ou deux alternatives sont privilégiées.

I-6-1- La Pharmacopée européenne regroupe les monographies selon les formes pharmaceutiques par voie d'administration :

Préparations parentérales, auriculaires, nasales, ophtalmiques, rectales, vaginales, pour inhalation et pour irrigation

- ✓ **Formes pour la voie orale :** comprimés, capsules, granulés et liquides pour usage oral
- ✓ **Formes pour l'application locale :** liquides pour application cutanée, préparations semi-solides pour applications locales, poudres pour applications locales, préparations pharmaceutiques pressurisées, dispositifs transdermiques, mousses pharmaceutiques, tampons médicamenteux et bâtons [37]

I-6-2- Les pommades

Les pommades thérapeutiques, notamment ceux à base d'extraits de plantes, offrent de nombreux bienfaits lorsqu'ils sont appliqués sur la peau. Il n'est pas intégré au tissu cutané lui-même, permettant une application externe ciblée. Leur stockage présente des défis différents de ceux des formulations liquides ou solides administrées par d'autres méthodes. [37]

I-6-3- Les avantages spécifiques de pommades

- Il convient à diverses applications cutanées, notamment la peau saine, les muqueuses et les plaies.
- Ils apportent une solution antiseptique efficace aux peaux abîmées, favorisant ainsi la cicatrisation.
- Les shampoings et lotions liquides conçus spécifiquement pour le cuir chevelu sont généralement proposés sous forme de mousse, ce qui facilite leur application.
- Les préparations à base d'eau ou d'huile apportent une hydratation et une protection supplémentaires lorsqu'elles sont appliquées sur la peau sans friction.
- Les pommades sont idéales pour une utilisation sur une peau non affectée, fournissant un traitement topique lorsqu'elles sont peintes ou frottées.

- Les poudres transdermiques à doses uniques ou multiples sont utilisées dans diverses situations et doivent répondre à des normes strictes en matière de masse, de contenu et de stérilité [37].

Chapitre II

Matériels et méthodes

II-1- Matière végétale

Les plantes étudiées proviennent de plusieurs régions.

- **T1** : (Teucrium polium 1) provient du désert de la commune d'El DJedid, wilaya de Ghardaïa, stocké depuis février 2024.
- **T2** : (Teucrium polium 2) provient de la wilaya de Sétif,
- **T3** : (Teucrium polium 3) du désert de la commune d'El DJedid, wilaya de Ghardaïa, stocké depuis le 4 novembre 2023.
- **T4** : (Teucrium polium 4) de la zone de manne de la wilaya de Djelfa, récolté en mars 2024.
- **C** : (Cymbopogon), il provient de la communauté de Metlili, wilaya de Ghardaïa, récolté en février.

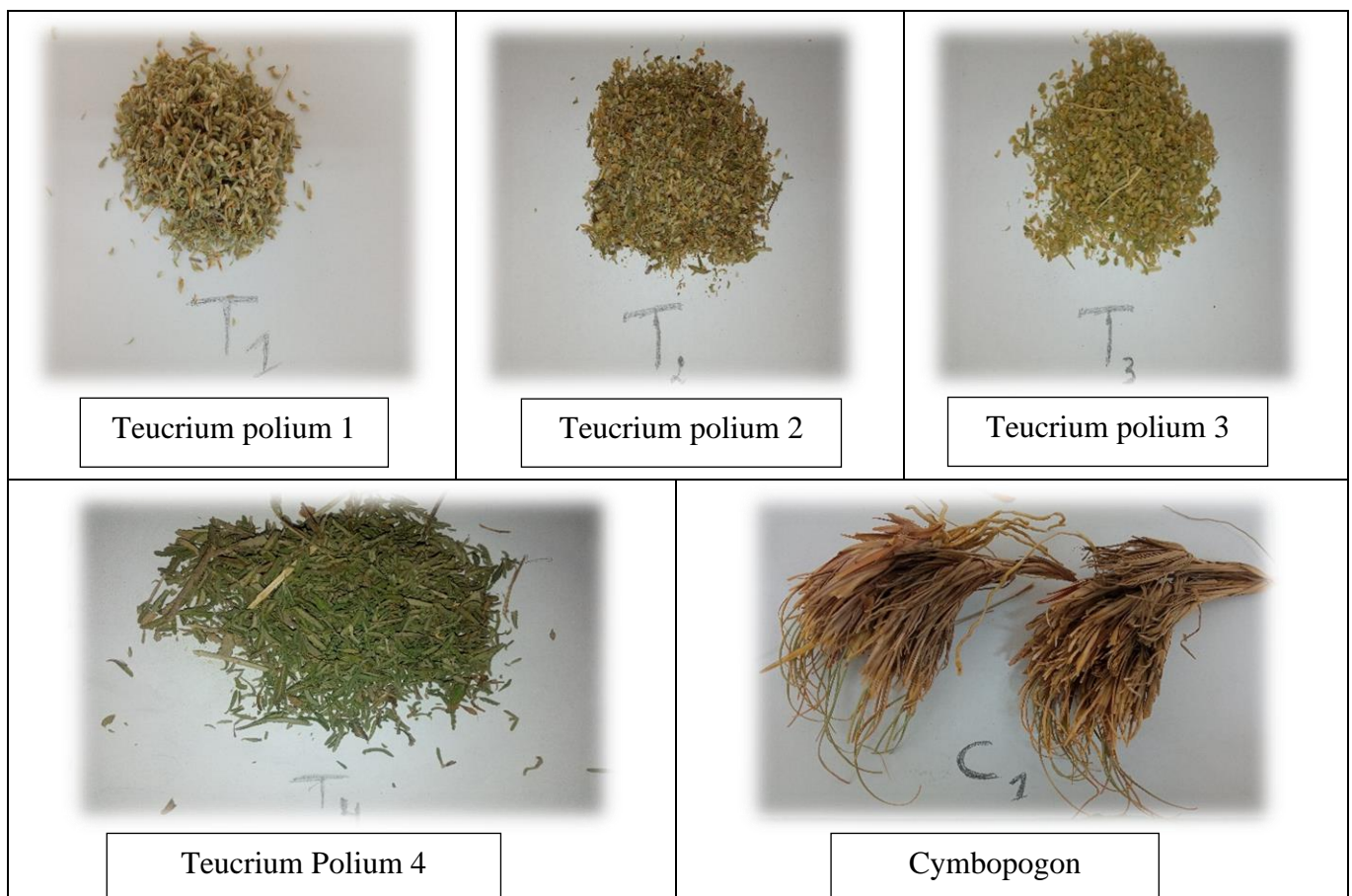


Figure. II-01:la matière végétale étudiée

II-2-Étude de la composition chimique des huiles essentielles**II-2-1- Extraction des huiles essentielles**

Cette méthode utilise un appareil d'hydrodistillation appelé Clevenger, qui exploite la capacité de la vapeur d'eau à transporter l'huile essentielle de la plante (Figure 02).

- Diviser la plante et mettre environ 100 grammes de celle-ci dans une fiole jaugée d'une capacité de 2000 ml.
- Remplir la fiole aux deux tiers d'eau pour éviter tout débordement et ébullition incontrôlée.
- Chauffer la fiole à environ 100 degrés, ce qui fait bouillir l'eau (distillée ou du robinet) et l'évapore, emportant avec elle l'huile essentielle de la plante.
- Diriger la vapeur ainsi formée vers un tube vertical qui traverse un condenseur, provoquant la condensation de la vapeur d'eau saturée d'huile.
- De petites gouttelettes se forment et s'accumulent dans un tube contenant de l'eau distillée.
- En raison de la différence de densité entre l'eau distillée et l'huile essentielle, cette dernière reste à la surface de l'eau.
- Le processus de distillation dure trois heures après le début de l'ébullition.
- L'huile essentielle est ensuite récupérée dans une bouteille opaque.
- Conserver l'huile essentielle au réfrigérateur à une température de 4 à 6°C, et ceci jusqu'à leurs analyses.

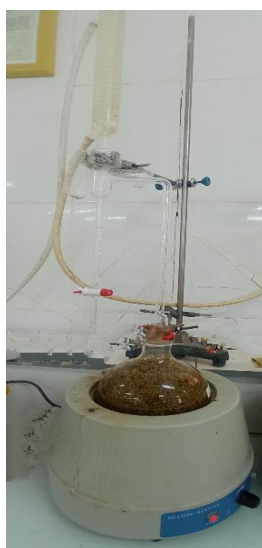


Figure.II-02:appareil d'hydro distillation appelé Clevenger

II-2-2- Détermination des rendements des huiles essentielles :

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse d'HE obtenu et la masse du matériel végétale initial à traiter.

Le rendement est calculé par la formule suivante :

$$R\% = \frac{m}{m_i} \times 100$$

R%: Le pourcentage massique des huiles essentielles.

m : la masse d'huile essentielle récupéré (g).

m_i : la masse de matière végétale sèche (g)

II-3- Étude des composés phénoliques**II-3-1- Extraction des composés phénoliques**

Lors du processus d'extraction, certaines précautions ont été prises pour protéger les polyphénols et autres biomolécules particulièrement sensibles à une dégradation potentielle, notamment due à l'exposition à la lumière. Par conséquent, chaque flacon d'extraction a été entièrement enveloppé dans une feuille d'aluminium et conservé au réfrigérateur jusqu'à utilisation. Préparer des extraits bruts en extrayant des solides et des liquides :

Les extraits bruts des cinq plantes sont obtenus en plusieurs étapes.

II-3-2- Préparer des extraits bruts en extrayant des solides et des liquides**II-3-2-1- Macération :**

Cette méthode d'extraction implique une simple réaction entre le matériau de support solide et le solvant. 5 g de chaque échantillon ont été broyés à l'aide d'un broyeur électrique. Pour obtenir une granulométrie fine, la poudre a été trempée dans 100 ml de méthanol aqueux à 80 % et laissée tremper dans l'obscurité pendant 24 h à température ambiante, puis l'extrait liquide a été séparé du solide par filtration (figure 03).



Figure. II-03 : l'étape de filtration

II-3-2-2- Évaporation :

La solution est traitée à l'aide d'un évaporateur rotatif pour éliminer le méthanol et évaporer le solvant organique à une température de 45°C. La phase aqueuse est ensuite restaurée.



Figure. II-04:l'étape d'évaporation méthanol.

II-3-2-3- Fractionnement d'extrait hydro-méthanolique par extraction liquide-liquide :

Dans le but de séparer les extraits hydrométhanoliques bruts en fractions polaires autrement, nous avons choisi de décomposer le liquide en un liquide qui nous permet de partager. Molécules selon leurs propriétés physiques et chimiques entre les deux phases liquides non miscibles avec des solvants de polarité croissante : hexane (pour éliminer les graisses et chlorophylle), dichlorométhane (pour l'extraction de composés phénoliques faiblement polaires), acétate d'éthyle (pour extraire les composés phénoliques polaires).

L'extrait filtré (hydro-méthanolique) est transféré dans une ampoule à décantation, suivi de l'ajout de solvant hexane. L'ampoule à décantation est ensuite recouverte et retournée plusieurs fois. Périodiquement, la vanne est ouverte pour libérer tout gaz piégé. Après

retournement, l'entonnoir est posé sur un support, le couvercle est retiré et le contenu peut être versé. Le récipient est toujours maintenu sous l'entonnoir pour récupérer tout déversement. (Figure05)

Un récipient de collecte primaire (comme une fiole conique) est placé sous l'entonnoir, permettant au substrat de s'écouler. Ensuite, un deuxième récipient est placé pour récupérer la couche supérieure. Il est important de noter que les phases supérieure et inférieure peuvent être constituées de couches organiques ou aqueuses. La phase organique est récupérée dans un ballon, tandis que la phase aqueuse est réintroduite dans le solvant organique suivant. Ce processus est répété pour les solvants restants et les extraits organiques et phases aqueuses résultants sont stockées dans des flacons.



Figure. II-05 : séparation de la phase organique et aqueuse.

II-3-2-4- Filtration et évaporation :

La filtration se fait à l'aide de papier filtre pour récupérer les extraits organiques. Ajoutez une cuillère à café de sulfate de sodium anhydre à chaque extrait (pour éliminer toute trace d'eau) et laissez agir deux minutes sans remuer.

Ensuite, nous passons au filtrage. Cette étape est appelée séchage de la phase organique des gouttelettes d'eau. On utilise ensuite l'évaporation rotative pour éliminer les solvants organiques jusqu'à ce qu'ils soient complètement secs, puis on pèse l'extrait et on ajoute 2 ml de méthanol résumé ça dans la figure06.

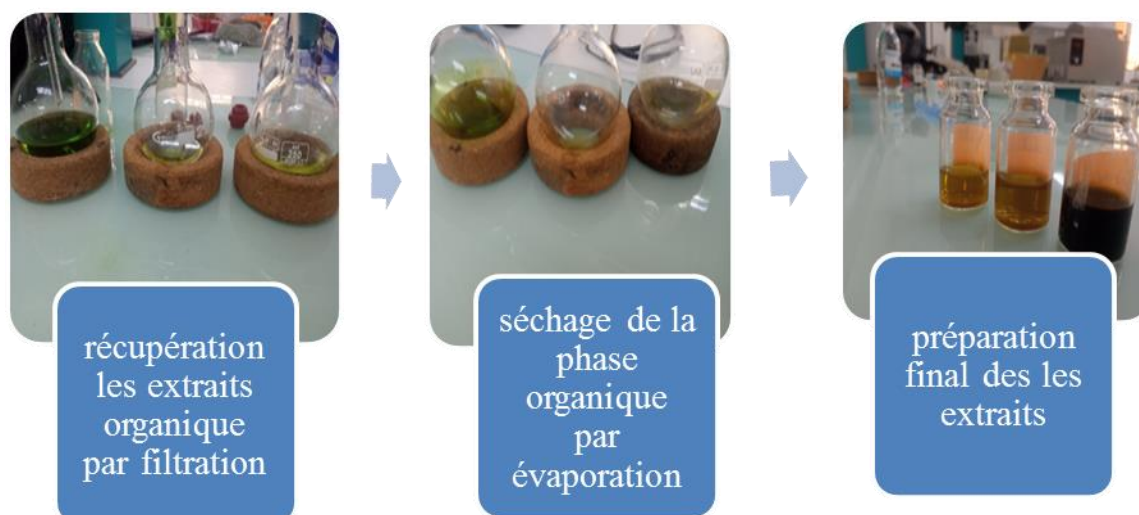


Figure. II-06:Les étapes pour préparation final des extraits.

II-3-3- Détermination du pourcentage massique :

Le pourcentage massique d'extraction (R%) est le rapport entre la masse d'extrait obtenu et la masse initiale de la plante, il est calculé selon la formule suivante :

$$R\% = \frac{m}{m_i} \times 100$$

R%: Le pourcentage massique d'extraits.

m : La masse d'extrait obtenu. (g).

m_i : La masse initiale de la plante. (g)

II-4- Dosage des composés phénoliques

Des analyses quantitatives des polyphénols totaux (TP) et des flavonoïdes (TF) dans divers extraits/fractions ont été réalisées à l'aide de méthodes colorimétriques avec un spectrophotomètre UV-Vis. Des courbes expérimentales et des équations de régression linéaire ont été déterminées pour ces analyses, qui sont liées à des courbes d'étalonnage pour quantifier les familles ciblées. Les résultats sont généralement exprimés en mg équivalent par gramme de matière végétale sèche. La principale raison de la sélection de ces familles de substances est leur contribution significative aux propriétés antioxydants des plantes.

II-4-1- Dosage des phénols totaux

La teneur totale en phénol des extraits et fractions obtenus à partir des parties aériennes de « *Teucrium polium* et *Cymbopogon schoenanthus* » a été déterminée selon la méthode décrite par Singleton et Ross (1965) [38]. Ils ont utilisé le réactif Folin-Ciocalteu pour estimer la teneur totale en phénol d'un extrait de plante. Cette méthode consiste à ajouter

500 µL d'une solution de réactif Folin-Ciocalteu diluée 10 fois à 100 µL d'extrait. Après 5 minutes d'agitation, 2 mL d'une solution de carbonate de sodium à 2 % sont ajoutés. Après 30 minutes d'incubation à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 760 nm. Les résultats sont exprimés en équivalents d'acide gallique (en mg équivalent par gramme de matière végétale sèche).

II-4-2- Dosage des flavonoïdes totaux

La teneur totale en flavonoïdes des extraits et fractions obtenus à partir des parties aériennes de « *Teucrium polium* et *Cymbopogon schoenanthus* » a été estimée selon la méthode décrite par Quettier-Deleu et al. (2000) [39]. Cette méthode consiste à ajouter 0,5 mL d'une solution d'AlCl₃ à 2 % dans du méthanol à 0,5 mL de l'extrait d'échantillon. Après 20 minutes d'incubation à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 430 nm. La teneur en flavonoïdes est exprimée en équivalents de quercétine (en équivalent mg par gramme de matière végétale sèche).

II-5-Évaluation du pouvoir antioxydant des extraits (huiles essentielles et extraits phénoliques) :

Le pouvoir antioxydant des huiles essentielles et extraits phénoliques de « *Teucrium polium* et *Cymbopogon schoenanthus* » a été évalué par deux tests chimiques à savoir : le test de piégeage des radicaux libres 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH•), le pouvoir réducteur de l'ion ferrique (FRAP)

II-5-1- Piégeage des radicaux libres 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH•)

Le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH•) fut l'un des premiers radicaux utilisés pour examiner la relation entre la structure et l'activité antioxydante des composés bioactifs. Depuis, des modifications ont été apportées et un paramètre crucial a été introduit : la détermination de la concentration inhibitrice CI₅₀, définie comme la concentration de substrat entraînant une réduction de 50 % des radicaux libres initialement présents [40]. Dans ce test, les antioxydants réduisent le radical diphényl-picrylhydrazyl, de couleur violette, en un composé jaune, la diphényl-picrylhydrazine (Figure II.6), dont l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu réactionnel [41].

Pour évaluer cette activité, la méthode décrite par Tepe et Daferera[42] a été employée. Un volume de 120 µL des dilutions des extraits a été ajouté à 1 mL de solution éthanolique de DPPH à une concentration de 120 µM[43]. Parallèlement, un contrôle négatif (sans extrait) a été préparé. Après 30 minutes d'incubation à l'obscurité et à température

ambiante, l'absorbance a été mesurée à 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre Shimadzu UV/Vis 1601.

Pour des fins comparatives, trois antioxydants standards ont été utilisés : l'α-tocophérol (vitamine E), le BHA (Butyl-hydroxyanisole) et l'acide ascorbique (vitamine C).

Le pouvoir antioxydant des extraits a été calculé à partir des courbes de variation du pourcentage d'inhibition (I%) en fonction de la concentration des extraits. Ce pouvoir antioxydant est exprimé en IC50 : plus la valeur de IC50 est faible, plus l'extrait est puissant contre les radicaux libres, et vice versa.

Le pourcentage d'inhibition (I%) qui sert à déterminer la IC50 est calculé par la formule suivante :

$$I(\%) = \left(1 - \frac{A \text{ échantillon}}{A \text{ blanc}}\right) \times 100$$

I(%) : pourcentage d'inhibition

A blanc : absorbance du contrôle négatif (sans extraits)

A Échantillon : absorbance de l'échantillon testé.

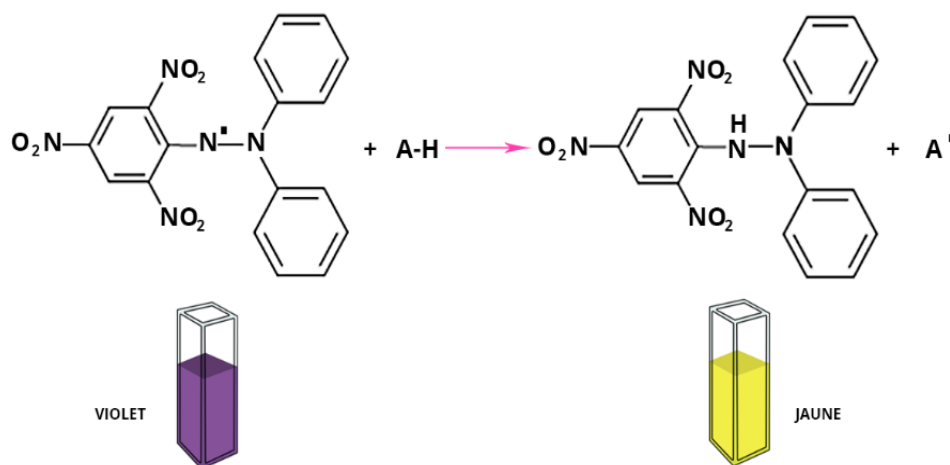


Figure. II-07: Mécanisme réactionnel intervenant lors du test DPPH• entre l'espèce radicalaire DPPH• et un antioxydant (AH).

II-5-2- Pouvoir réducteur de l'ion ferrique (FRAP)

a) Principe du test FRAP

La méthode décrite mesure le réducteur ferrique, capacité du plasma (FRAP). À faible pH, lorsqu'un complexe ferrique-tripyridyltriazine (Fe^{III} -TPTZ) est réduit en forme ferreuse (Fe^{II}), une couleur bleue intense avec un maximum d'absorption à 593 nm se développe. [44]

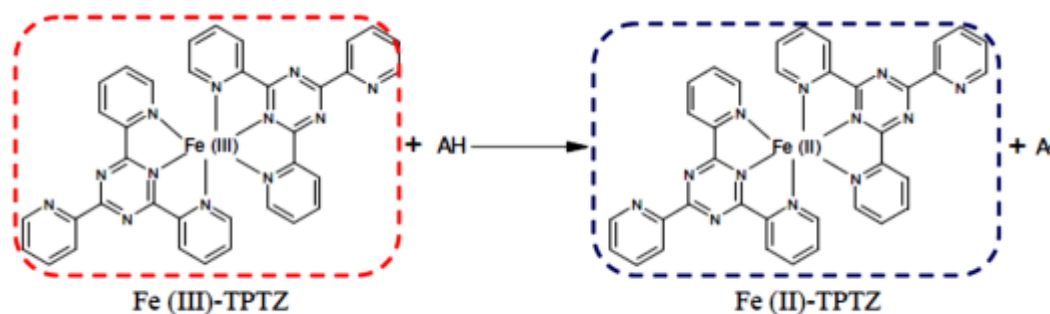


Figure. II-08: Mécanisme réactionnel intervenant lors du test FRAP entre le complexe Tri-pyridyltriazine ferrique Fe(III)-TPTZ et un antioxydant (AH).

b) Préparer le réactif FRAP

Le présent protocole est basé sur la méthode mise au point par [45] :

1. **Solution tampon pH =3,6 (3 mM)** : Dissoudre 0,62 g d'acétate de sodium et ajouter 3,2 ml d'acide acétique dans 200 ml d'eau.
2. **Solution TPTZ (10 mM)** : Dissoudre 0,3124 g de TPTZ dans 40 mM de HCl, préparé en ajoutant 0,33 ml de HCl à 100 ml d'eau.
3. **Solution FeCl₃ (20 mM)** : Dissoudre 0,135 g de FeCl₃ dans 25 ml d'eau.

Pour fabriquer le réactif FRAP, mélangez ces trois solutions dans un rapport 10:1:1 (tampon/TPTZ/FeCl₃).

c) Mode opératoire pour mesure du pouvoir antioxydant réducteur ferrique

1 ml de réactif FRAP fraîchement préparé a été ajouté à 50 µL de l'extrait à différentes concentrations. L'absorbance a été mesurée à 593 nm contre un blanc après 7 minutes à température ambiante.

Pour le blanc, 1 ml de réactif FRAP fraîchement préparé a été ajouté à 50 µL d'eau distillée.

L'inhibition du FRAP a été calculée comme suit :

$$PI(\%) = \left(\frac{A \text{ échantillon}}{A \text{ control}} \right) \times 100$$

- A échantillon : est l'absorption des extraits d'échantillons
- A control : est l'absorption correspondant
- 100 % de réduction des ions ferriques dans 1 mL de réactif FRAP.

Le résultat a été exprimé en IC50 (la concentration requise pour atteindre une inhibition de 50%).

II-6- Formulation de pommade

L'objectif de notre travail est de trouver une composition optimale pour formuler une pommade cicatrisante présentant les propriétés suivantes :

- Apparence : Blanc opaque
- Consistance : Crémeux
- Homogénéité : Bonne
- Odeur : Conforme au parfum de l'essence végétale
- Toucher : Collant, facile à étaler
- Type d'émulsion : Eau dans huile (E/H)

La formulation consiste à mélanger deux phases : une phase aqueuse ou polaire (eau extrait de plant) et une phase organique ou apolaire (vaseline et huile minérale).

II-6-1- Préparation de la pommade :

- 1) Placez 40 g de vaseline dans un cristalliseur.
- 2) Placez le cristalliseur sur un agitateur magnétique.
- 3) Après avoir fait fondre la vaseline, ajoutez 20 g d'huile minérale et 20 g de paraffine.
- 4) Ajoutez 20 ml d'extrait aqueux de plante.
- 5) Enfin, au bout d'une heure, ajoutez 3 g de Tween 40 pour favoriser l'homogénéisation des phases organiques et aqueuses.

La phase huileuse est constituée de vaseline pure, qui est fondue au bain-marie ou directement sur une plaque chauffante à 40°C jusqu'à liquéfaction complète. La phase aqueuse est ajoutée progressivement à la phase huileuse sous agitation constante. Une agitation mécanique assure une bonne homogénéisation des deux phases.

II-6-2- Contrôle qualité des pommades :

II-6-2-1- Analyse organoleptique :

Les contrôles organoleptiques impliquent une évaluation sensorielle de la pommade, évaluant son odeur, sa couleur et son apparence.

- ✓ Aspect : Un examen visuel de la fluidité et de l'homogénéité de la pommade.

- ✓ Couleur : La couleur de la pommade est inspectée.
- ✓ Odeur : Un examen olfactif est réalisé, chaque produit ayant sa propre odeur caractéristique.

II-6-2-2- Analyses Physico-Chimiques :

- 1) **Test d'homogénéité (examen macroscopique) :**L'homogénéité est vérifiée en étalant la pommade en couche mince et en contrôlant visuellement l'absence d'agrégats et la bonne répartition des poudres.
- 2) **Contrôle de stabilité (centrifugation) :**Ce test est réalisé sur un échantillon à l'aide d'une centrifugeuse. Si aucune séparation de phases ne se produit, l'émulsion est considérée comme stable.
- 3) **Potentiel hydrogène (pH) :**Le potentiel hydrogène, noté pH, mesure l'activité chimique des ions hydrogène (H^+) en solution. Le pH d'une solution aqueuse peut être mesuré à l'aide de diverses méthodes, telles que l'électrochimie avec un pH-mètre ou du papier pH. Le papier pH est trempé dans un indicateur universel et change de couleur pour indiquer le niveau de pH lorsqu'il est plongé dans une solution.

Le pH de notre pommade a été déterminé à l'aide d'un pH-mètre.

Chapitre III

Résultats et discussions

III-1- Rendement en huiles essentielles :

Les rendements en huiles essentielles (HE) pour *Cymbopogon schoenanthus* et *Teucrium polium* « 3 » sont représentés dans (la figure III-01) à l'ordre de 10.80% et 2.03% respectivement

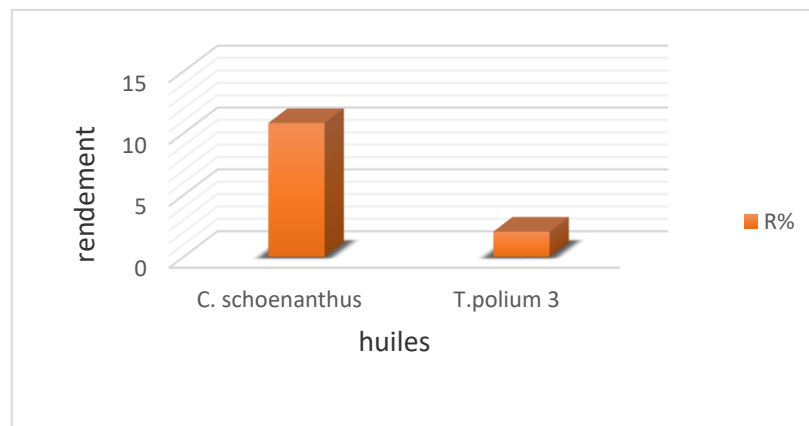


Figure. III-01 : Représentation des valeurs des rendements de l'huile essentielle

Il est clair que le rendement en HE est plus important dans *Cymbopogon schoenanthus* «CS » que dans *Teucrium polium* « T3 »

III-2- Pourcentage massique des extraits :

Les pourcentages massiques (%) des extraits phénoliques obtenues par l'extraction solide-liquide par utilisation à les solvants hexane, dichlorométhane et acétate d'éthyle des différents échantillons étudiés sont consignés dans le tableau (III.01) et représenté dans les figures

Tableau III-01: pourcentages massiques (R%) des extraits

Extrait		R%		R%		R%
Teucrium polium 1	fraction hexane	0,6	fraction 2Cl méthanol	2,6	fraction acétat	0,6
Teucrium polium 2		0,2		1,08		0,592
Teucrium polium 3		0,62		4,2		1,754
Teucrium polium 4		0,344		0,586		1,662
Cymbopogon schoenanthus		2,92		1,02		0,734

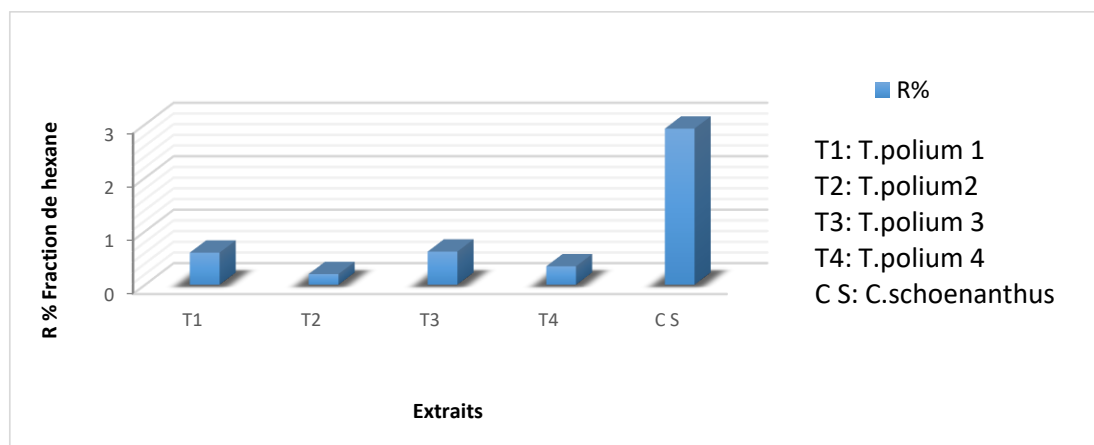


Figure. III-02: Pourcentage massique (R%) de fractionnement de hexane.

Les pourcentages massiques des extraits phénoliques obtenus par fractionnement à l'hexane des différents échantillons de plantes étudiés varient entre 0,6 % et 2,92 %. En outre, les extraits présentent des pourcentages massiques assez diversifiés. L'extraction conventionnelle par solvant (macération) des composés phénoliques a révélé que l'échantillon de *Cymbopogon schoenanthus* (CS) possède le pourcentage massique le plus élevé.

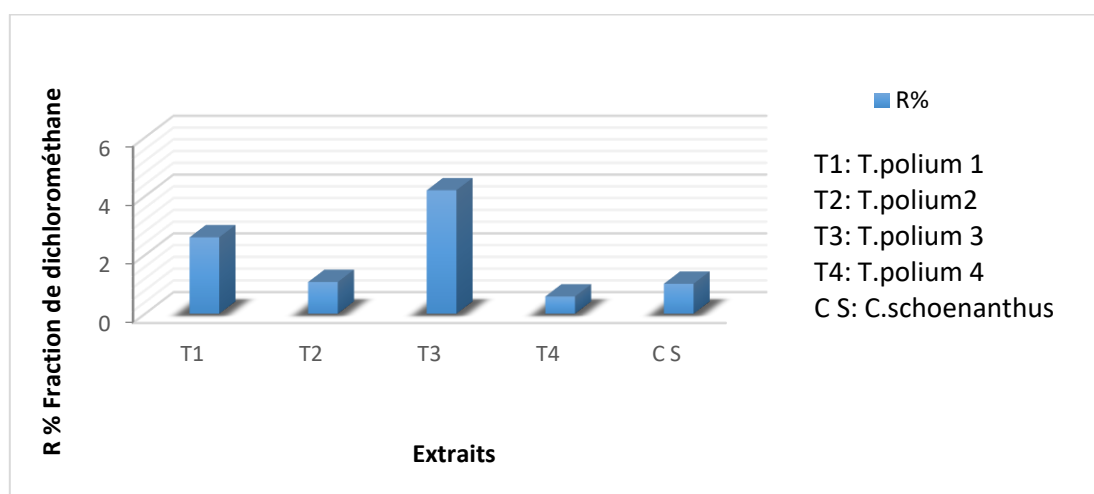


Figure. III-03: Pourcentage massique (R%) de fractionnement au dichlorométhane

Les pourcentages massiques des extraits phénoliques obtenus par fractionnement au dichlorométhane des différents échantillons de plantes étudiés varient entre 0,586 % et 4,2 %. L'extraction conventionnelle par solvant (macération) des composés phénoliques a montré que l'échantillon de *Teucrium polium* 3 (T3) présente le pourcentage massique le plus élevé.

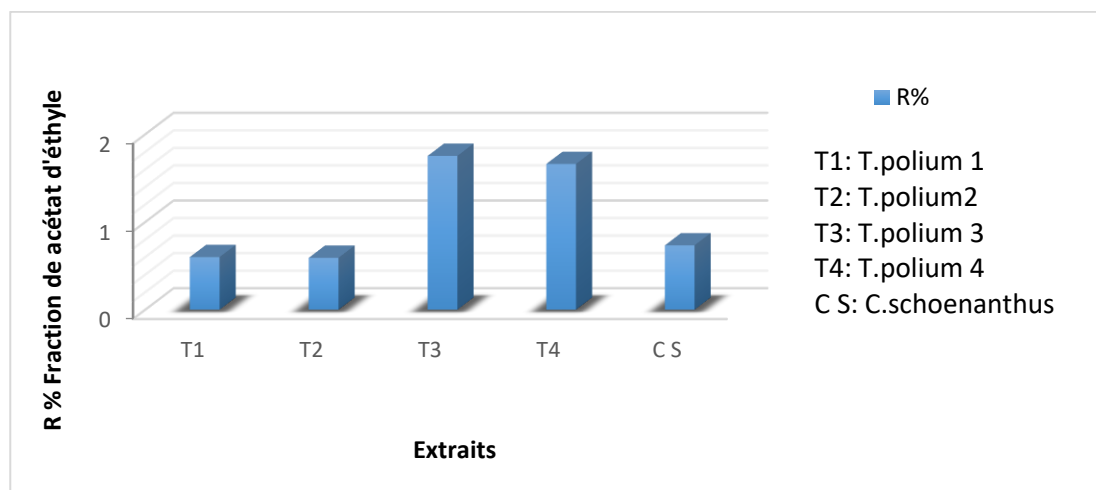


Figure. III-04: Pourcentage massique (R%) de fractionnement à l'acétate d'éthyle

Les pourcentages massiques des extraits phénoliques obtenus par fractionnement à l'acétate d'éthyle des différents échantillons de plantes étudiés varient de 0,592 % à 1,754 %. L'extraction conventionnelle par solvant (macération) des composés phénoliques a montré que l'échantillon de *Teucrium polium* (T3) présente le pourcentage massique le plus élevé.

Les pourcentages massiques des extraits phénoliques obtenus par fractionnement à l'hexane, au dichlorométhane et à l'acétate d'éthyle des divers échantillons de plantes étudiés montrent une grande variation. Cette diversité peut être attribuée à la présence de molécules avec une large gamme de polarités dans les extraits phénoliques, se répartissant bien entre les différents solvants. L'extraction conventionnelle par solvant (macération) a révélé que le pourcentage massique le plus élevé, obtenu par fractionnement à l'hexane, est de 2,92 % pour l'échantillon de *Cymbopogon schoenanthus* (CS), tandis que les pourcentages massiques les plus élevés obtenus par fractionnement au dichlorométhane et à l'acétate d'éthyle sont respectivement de 4,2 % et 1,754 % pour l'échantillon de *Teucrium polium* (T3).

III-3- Détermination de la teneur en composés phénoliques

III-3-1- Dosage spectrophotométrique des phénols totaux :

La couleur bleue après 30 min d'incubation confirme la présence des polyphénols qui ont réduit le réactif Folin-ciocalteu. L'intensité de la couleur qui varie entre le bleu clair et le bleu foncé est en fonction de la teneur en polyphénols.

Les résultats ont été exprimés en termes d'équivalent d'acide gallique et calculés à l'aide de la courbe d'étalonnage illustré dans la Figure III.5

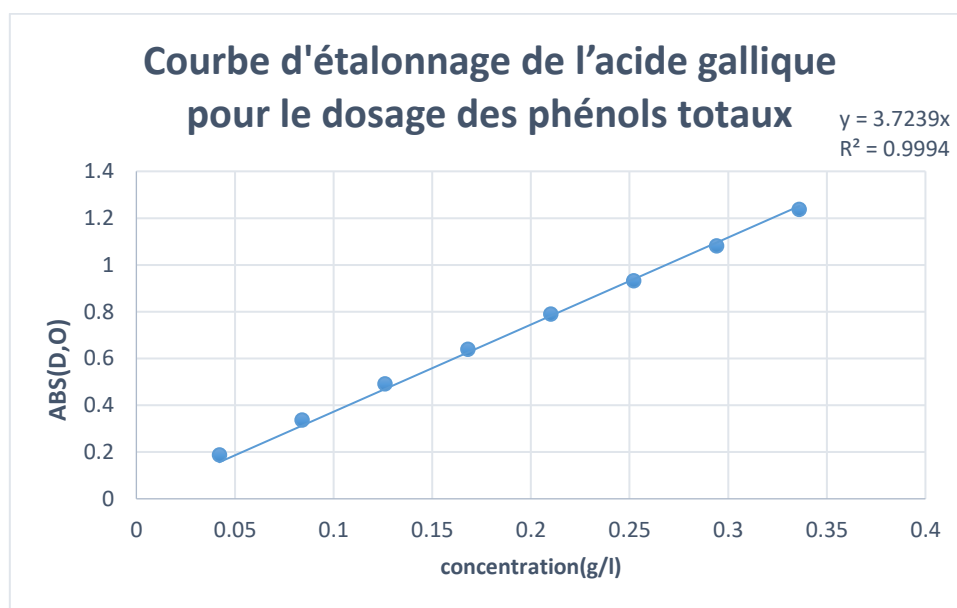


Figure. III-05: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des phénols totaux

Figure. III-06 : Composition en phénols totaux des extraits de différents fractionnement

En utilisant les valeurs d'absorbance des différentes solutions d'extraits ayant réagi avec le réactif de Folin-Ciocalteu, nous avons déterminé les quantités de composés phénoliques totaux (PT) dans tous les extraits étudiés, grâce à la courbe d'étalonnage de l'acide gallique. Les résultats de cette analyse colorimétrique, exprimés en mg équivalent d'acide gallique par gramme de matière végétale (mg EAG/g Mv), sont présentés dans le tableau III.2 et illustrés par des histogrammes dans les figures III.6 et III.7.

Tableau III-02: Teneur en phénols totaux et en flavonoïdes dans les extraits.

Les échantillons	Fractionnement dichlorométhane		Fractionnement acétate d'éthyle	
	Teneur en phénols totaux en (mg GAE/g Mv)	Teneur en flavonoïdes en (mg EQ/g Mv)	Teneur en phénols totaux en (mg GAE/g Mv)	Teneur en flavonoïdes en (mg EQ/g Mv)
C. schoenanthus	0.652 ± 0.022	0.290 ± 0.008	2.590 ± 0.295	0.366 ± 0.022
T. polium 1	1.304 ± 0.278	1.010 ± 0.095	1.744 ± 0.033	0.340 ± 0.012
T. polium 2	0.745 ± 0.112	0.534 ± 0.008	1.427 ± 0.081	0.447 ± 0.002
T. polium 3	1.668 ± 0.091	1.076 ± 0.004	3.434 ± 0.359	0.718 ± 0.004
T. polium 4	0.436 ± 0.058	0.222 ± 0.004	4.767 ± 0.060	0.445 ± 0.012

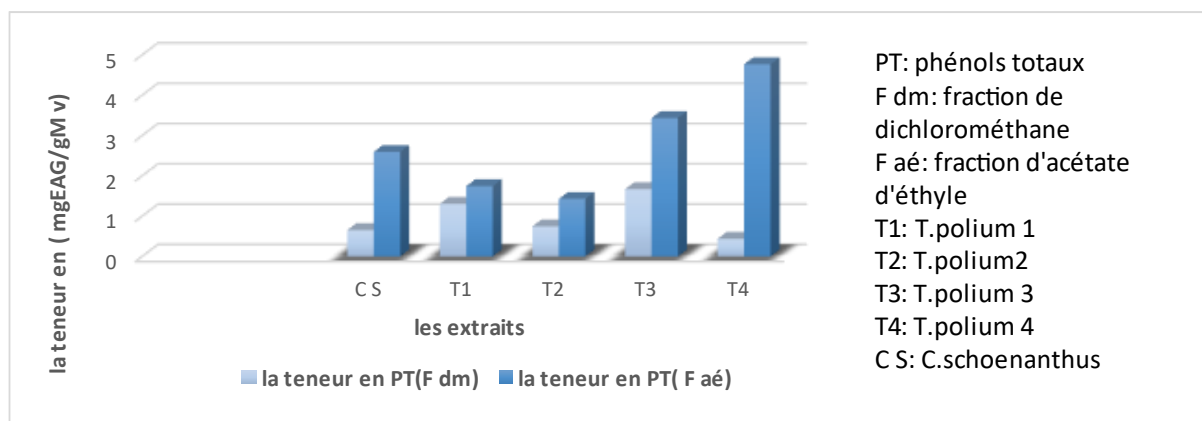


Figure. III-06 : Composition en phénols totaux des extraits de différents fractionnement

Les résultats révèlent que les teneurs en composés phénoliques totaux (PT) varient significativement entre les différents extraits phénoliques des espèces étudiées obtenus par fractionnement au dichlorométhane (teneur en PT (F dm)).

L'échantillon de *Teucrium polium* 3 présente la teneur la plus élevée en PT avec 1,668 mg EAG/g Mv, tandis que *Teucrium polium* 4 a la teneur la plus faible avec 0,436 mg EAG/g Mv.

De même, les teneurs en PT varient aussi considérablement entre les extraits obtenus par fractionnement à l'acétate d'éthyle (teneur en PT (F aé)).

Cette fois, l'échantillon de *Teucrium polium* 4 présente la teneur la plus élevée en PT avec 4,767 mg EAG/g Mv, alors que *Teucrium polium* 2 enregistre la teneur la plus faible avec 1,427 mg EAG/g Mv.

III-3-2- Dosage des flavonoïdes :

Une couleur jaunâtre est formée dans tous les extraits après l'addition de la solution de chlorure d'Aluminium ($AlCl_3$), cette coloration révèle la présence des flavonoïdes dans les extraits analysés.

Les teneurs en flavonoïdes (FV) sont déterminées en se référant à une courbe d'étalonnage réalisée avec la Quercétine (Figure III.7). Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent de la Quercétine par rapport à 1 g de matière végétal sèche (mg EQ/g Mv).

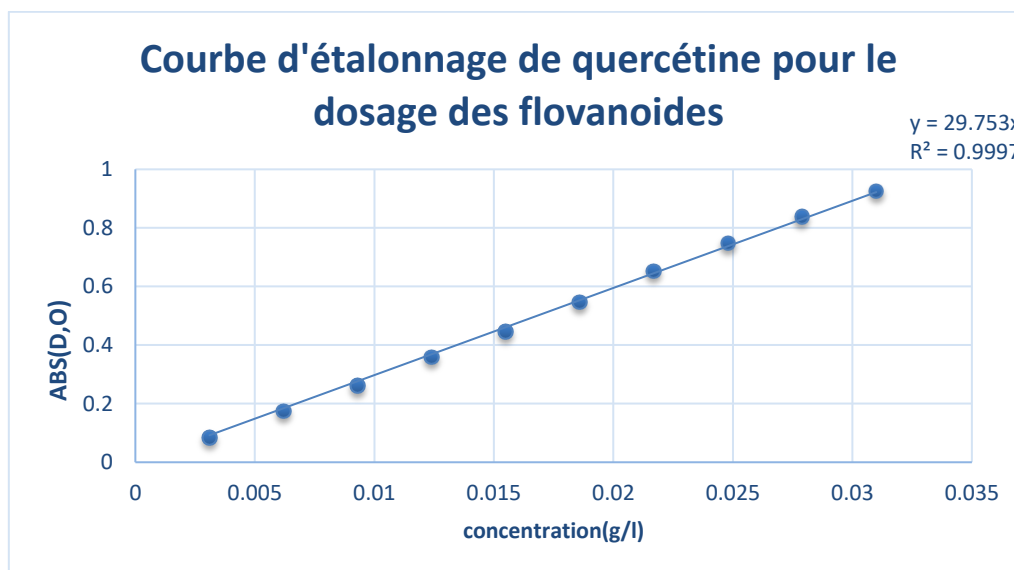


Figure III.7 : courbe d'étalonnage de la quercitrine pour le dosage des flavonoïdes.

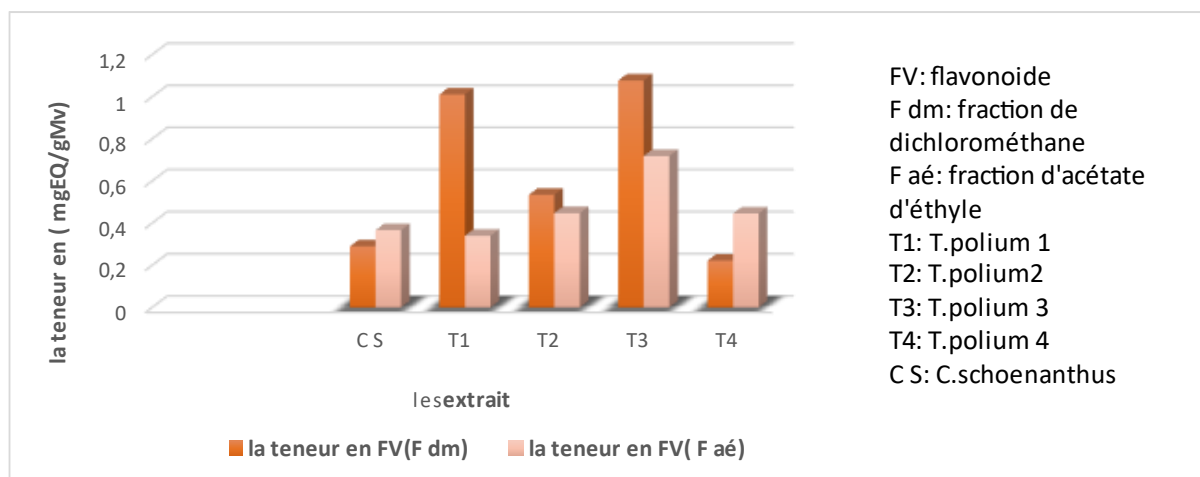


Figure III.8 : Composition en Flavonoïdes des extraits de différents fractionnement

Les résultats présentés dans le tableau III.8 et schématisés par des histogrammes sur la figure III.15 montrent que les teneurs en flavonoïdes varient considérablement entre les différentes espèces étudiées obtenus par fractionnement au dichlorométhane (la teneur en FV (F dm) La grande distinction entre les espèces étudiées apparait au niveau de la pauvreté des extraits de *Cymbopogon schoenanthus* et *Teucrium polium 4*.

Les résultats ont montré que Les espèces *Teucrium polium* « 3 et 1 » étudiée contiennent des teneurs importantes en FV (1.076mgEQ/g Mv) et (1.010mgEQ/g Mv) respectivement par rapport à l'espèce *Teucrium polium 2* (0.534 mgEQ/gMv).

Les résultats présentés sur la figure III.6 montrent que les teneurs en flavonoïdes varient considérablement entre les différentes espèces étudiées obtenus par fractionnement à l'acétate d'éthyle (la teneur en FV (F aé)).La grande distinction entre les espèces étudiées

Chapitre III Résultats et discussions

apparaît au niveau de la pauvreté des extraits de *Teucrium polium* 1 et *Cymbopogon schoenanthus*.

Les résultats ont montré que l'espèce *Teucrium polium* 3 étudiée contient des teneurs importantes en FV (0.718 mgEQ/g Mv) par rapport à les espèces *Teucrium polium* « 2 et 4 » représentât (0.447mgEQ/g Mv) et (0.445 mgEQ/g Mv) respectivement.

III-4- Evaluation de l'activité Anti-oxydantes :

L'activité antioxydant in vitro des extraits phénoliques de les échantillons *Cymbopogon schoenanthus* et *Teucrium polium* a été évalués par un test de la méthode de réduction de radical libre DPPH•. Les résultats sont résumés dans le tableau III.3.

III-4-1- Mesure du pouvoir anti-radicalaire par le test DPPH :

Les résultats exprimés en facteur IC50 ($\mu\text{g/mL}$) des extraits sont résumés dans le tableau III.4. Les résultats de l'extrait ont été exprimés en facteur IC50 ($\mu\text{g/ml}$), et les résultats exprimés par le facteur IC50 ($\mu\text{g/ml}$) de l'huile ont été résumés dans le tableau 5II.

Les résultats ont montré que les extraits phénoliques des différents échantillons étudiés présentaient des capacités antioxydantes assez importantes.

Ces forces sont confirmées par les faibles valeurs IC50. Ces valeurs nous permettent d'évaluer et de comparer l'efficacité de nos extraits. Nous vous rappelons que plus la valeur IC50 est basse, plus l'extrait est fort contre les radicaux libres.

Tableau III-03: Activités antioxydantes (DPPH) des extraits phénoliques de *Cymbopogon schoenanthus* et *Teucrium polium*.

Les échantillons	Test DPPH IC 50($\mu\text{g/ml}$)
<i>Teucrium polium</i> 1	20,154 \pm 1,796
<i>Teucrium polium</i> 2	19,914 \pm 1,022
<i>Teucrium polium</i> 3	23,925 \pm 0,678
<i>Teucrium polium</i> 4	8,995 \pm 0,172
<i>Cymbopogon schoenanthus</i> .	27,269 \pm 0,149
Vitamine C	4,7
Vitamine E	5,5
BHA	5,5

L'extrait phénolique de *Cymbopogon schoenanthus* possède la capacité antioxydante la plus faible, avec une valeur d'IC50 de 27,269 $\mu\text{g/mL}$. En revanche, l'extrait phénolique de l'échantillon *Teucrium polium* 4 présente la capacité antioxydante la plus élevée, avec une

Chapitre III Résultats et discussions

valeur d'IC50 de 8,995 µg/mL, probablement en raison de sa richesse en composés phénoliques. Les extraits phénoliques étudiés montrent des capacités antioxydantes très intéressantes, étant seulement environ 1,5 fois (environ) moins efficaces que des antioxydants de synthèse tels que la vitamine C, la vitamine E et le BHA

Tableau III-04: Activités antioxydantes (DPPH) de l'huile de Cymbopogon schoenanthus.

L'huile	Test DPPH IC 50(mg/ml)
Cymbopogon schoenanthus.	94.85 ± 6.38
Vitamine C	4,7
Vitamine E	5,5
BHA	5,5

L'huile de Cymbopogon schoenanthus a la capacité antioxydante la plus faible, avec une valeur IC50 de 94,85 mg/ml. On voit que l'efficacité antioxydante des HE. Beaucoup moins que les antioxydants synthétiques tels que la vitamine C, la vitamine E et le BHA. . Cela suggère que le pouvoir traitement antiradicalaire des HE de Cymbopogon schoenanthus vis-à-vis du DPPH faible.

III-4-2- Pouvoir réducteur du fer (Test FRAP : Ferric Reducing Antioxydant Power) :

L'activité antioxydante des extraits de la plante a été évaluée en utilisant la méthode de FRAP. Cette dernière est un essai simple, rapide et reproductible. Il est universel peut être appliqué aussi bien chez les plantes que les plasmas et dans les extraits organiques et aqueux [12] test FRAP sont déterminées en se référant à une courbe d'étalonnage réalisée avec Le vitamine C (Figure III.4). Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent de vitamine C par rapport à 1 g de matière végétal sèche (mg EVC/g Mv).

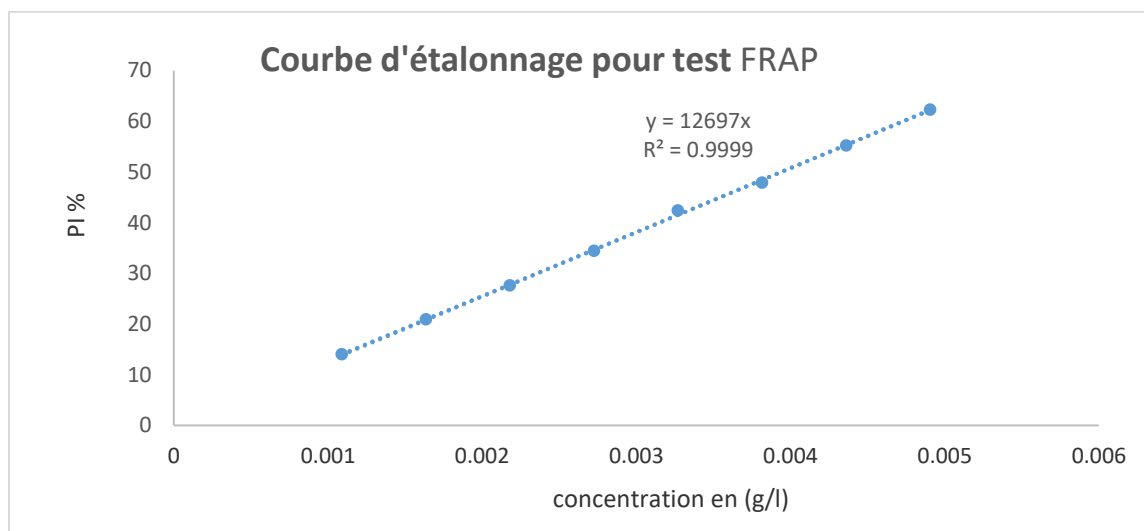


Figure III.9 : courbe d'étalonnage de la vitamine C pour le test FRAP

Tableau III.05: Activités antioxydantes (FRAP) des extrait phénoliques de Cymbopogon schoenanthus et Teucrium polium.

Test FRAP en (mg EVC/g Mv)	
Extrait	mg EVC/g Mv
C.schoenanthus	0,053±0,001
T. Polium 1	0,077±0,023
T. polium2	0,048±0,001
T. polium3	0,071±0,001
T. polium 4	0,257±0,0039

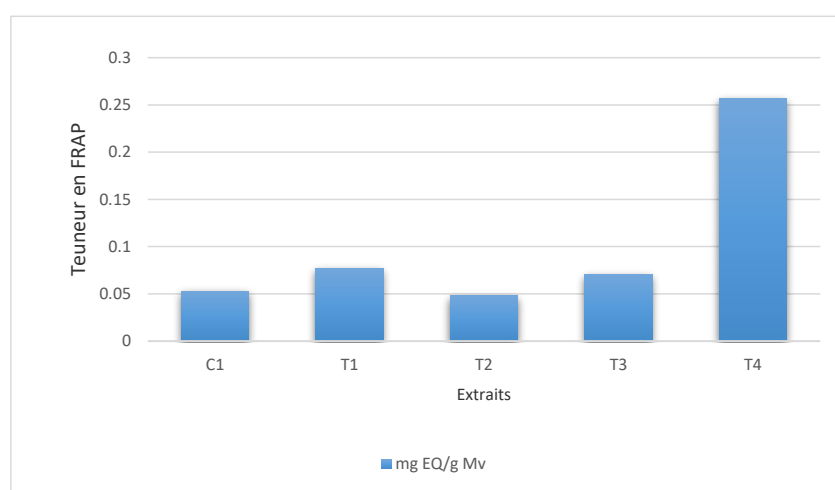


Figure III.10: Test FRAP ; Histogrammes, exprimés en valeur (mg EVC/g Mv) des extraits.

Les résultats obtenus ont montré que la capacité des extraits à réduire le fer est bien inférieure à celle de l'acide ascorbique. A même concentration en g/L, la force de l'agent réducteur est beaucoup plus importante pour Teucrium polium espèce 4, qui contient 0,257

Chapitre III Résultats et discussions

(mg EVC/g Mv) que pour *Teucrium polium* espèce 2, qui n'apporte que 0,048 (mg EVC/g Mv), obtenant ainsi la valeur la plus basse.

III-5- La forme galénique :

La forme galénique "pommade" offre une combinaison de confort, efficacité et protection, faisant d'elle une option idéale pour le traitement des affections cutanées nécessitant une application locale directe.

III-5-1- Préparation du liquide médicinal :

Nous avons trempé 1 gramme de plant *Teucrium polium* dans 20 ml d'eau distillée et l'avons laissé infuser pendant 24 heures à température ambiante dans un endroit sombre.

Ensuite, nous avons ajouté les éléments suivants :

- Tween 40 (agent d'émulsion) : 3 grammes
- Extrait aqueux de plantes : Après macération, nous avons filtré le mélange à l'aide de papier filtre pour éliminer les impuretés.



Figure III.11: filtration du liquide médicinal

III-5-2- Préparation de pommade :

Nous ajoutons 20 grammes huile de vaseline et 20 grammes de paraffine à un cristalliseur contenant 40 grammes de vaseline blanche. Le mélange de ces composés est ensuite chauffé jusqu'à ce qu'il soit complètement fondu.

Le liquide médicamenteux préparé est ajouté au mélange d'huile progressivement. Le tout est soumis à une agitation légère jusqu'à obtention d'une consistance homogène. Après 40 minutes d'agitation.



Figure III.12:préparation de pommade

III-5-3- Préparation finale de la pommade :

La pommade finie est conditionnée dans des pots en plastique et conservée à température ambiante.



Figure III.13: pommade finie

III-5-4- Contrôle du produit fini :

- Apparence : Blanc jaunâtre (la couleur obtenez par couleur de l'extrait de plante)
- Consistance : Crémeux
- Homogénéité : Bonne
- Odeur : Conforme au parfum de l'essence végétale
- Toucher : Collant, facile à étaler
- Type d'émulsion : Eau dans huile (E/H)

Conclusion

Conclusion

La phytothérapie, ou traitement par les plantes, a regagné une popularité notable au cours des dernières décennies. Les recettes traditionnelles des herboristes et leur expertise jouent un rôle crucial dans ce renouveau. Les thérapeutes, en tant que gardiens d'un savoir vaste et précieux, apportent une contribution significative. La pharmacologie moderne constitue aujourd'hui une base essentielle pour la pharmacopée, et l'influence des hadiths et de la médecine traditionnelle est également marquée dans ce domaine.

Ce travail a porté sur l'élaboration d'une pommade à base de plantes médicinales : *Cymbopogon schoenanthus* et *Teucrium polium* comprend 4 spécimens. L'huile extraite de ces plantes a montré des rendements de 10,80 % pour *Cymbopogon schoenanthus* et de 2,03 % pour *Teucrium polium* "3". Ces plantes possèdent de nombreuses propriétés thérapeutiques, mises en évidence par la production de composés phénoliques.

Les fractions hexaniques de *Teucrium polium* comprend 4 échantillon varient entre 0,2 % et 0,6 %, tandis que celles de *Cymbopogon schoenanthus* sont de 2,9 %. Les fractions dichlorométhaniques de *Teucrium polium* varient entre 0,5 % et 4,2 %, et celles de *Cymbopogonschoenanthus* sont de 1,02 %. Les fractions acétate d'éthyle de *Teucrium polium* vont de 0,5 % à 1,7 %, et celles de *Cymbopogon schoenanthus* sont de 0,7 %. Ces ratios sont conformes aux normes établies, sans perte d'extraits lors de l'extraction.

L'évaluation de l'activité antioxydante a révélé que les produits phénoliques de *Teucrium polium* sont très efficaces comparativement à ceux de *Cymbopogon schoenanthus*. Les tests DPPH ont montré des valeurs IC₅₀ de 20,15 µg/ml, 19,91 µg/ml, 23,92 µg/ml et 8,99 µg/ml pour les extraits de *Teucrium polium* respectivement, contre 27,26 µg/ml pour l'extrait et 94,85 mg/ml pour l'huile de *Cymbopogon schoenanthus*, indiquant une activité antioxydante plus faible.

Les extraits phénoliques étudiés présentent des capacités antioxydantes très élevées, se situant à environ 1,5 fois moins que les antioxydants traditionnels tels que la vitamine C, la vitamine E et le BHA.

Le test FRAP a révélé que la capacité réductrice est beaucoup plus importante pour *Teucrium polium* espèce 4, avec 0,257 mg Eq/g Mv, par rapport à *Teucrium polium* espèce 2, avec 0,048 mg Eq/g Mv, et l'extrait de *Cymbopogon schoenanthus* à 0,053 mg Eq/g Mv.

Conclusion

La pommade élaborée dans cette étude présente des avantages pour le traitement des plaies, ainsi que des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires.

Elle est homogène, à une bonne consistance, et se distingue par un arôme et une viscosité rafraîchissante. Cependant, plusieurs tests supplémentaires sont nécessaires pour assurer sa conformité avec les normes de la Pharmacopée Européenne (septième édition)

Références

Références

1. Fowler, M. W. (2006). Plants, medicines and man. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(12), 1797-1804.
2. Bahramikia, S.; & Yazdanparast, R. (2012). Phytochemistry and medicinal properties of *Teucrium polium* L (Lamiaceae). *Phytotherapy Research*, 26(11), 1581-1593.
3. Chabib, L., Hidayat, A. M. U. J., Trianloka, A. B., Pangestu, M. I., & Suryani, A. (2021). IAI CONFERENCE: Therapeutic potential of *Cymbopogon schoenanthus* (L.) developed into nanoparticle technology. *Pharmacy Education*, 21(2), 210-214.
4. Malti, C. E. W., El Haci, I. A., Hassani, F., Paoli, M., Gibernau, M., Tomi, F., ... & Bekhechi, C. (2020). Composition, chemical variability and biological activity of *Cymbopogon schoenanthus* essential oil from Central Algeria. *Chemistry & Biodiversity*, 17(6), e2000138.
5. Sharma, P., Manchanda, R., Goswami, R., & Chawla, S. (2020). Biodiversity and therapeutic potential of medicinal plants. *Environmental Concerns and Sustainable Development: Volume 2: Biodiversity, Soil and Waste Management*, 27-44.
6. Fino, L., Al-Absi, G., Alnatour, D., Al-Darraji, M., Shehadeh, M., & Suaifan, G. (2023). Medicinal plants of Jordan: Scoping review. *Heliyon*.
7. Anand, U., Tudu, C. K., Nandy, S., Sunita, K., Tripathi, V., Loake, G. J. & Proćków, J. (2022). Ethnodermatological use of medicinal plants in India: From ayurvedic formulations to clinical perspectives—A review. *Journal of ethnopharmacology*, 284, 114744.
8. Tabarifard, M., Cheniany, M., & Khalilian-movahhed, M. (2023). Artificial neural network prediction and comparative evaluation of pharmaceutical important flavones and antioxidant compositions in *Teucrium polium* callus culture elicited with methyl jasmonate and TiO₂ nanoparticles.
9. Meerts, P., & Hano, C. (2021). Book Review: *Teucrium Species: Biology and Applications*; Stanković, M., Ed.; Springer Nature: Cham, Switzerland, 2020; ISBN: 978-3-030-52158-5.
10. Stankovic, M.; (2020). *Teucrium Species: Biology and Applications*. Springer Nature Switzerland, 9-45.
11. Navarro, T. (2020). Systematics and biogeography of the genus *Teucrium* (Lamiaceae). *Teucrium species: biology and applications*, 1-38.
12. KOÇAK, K. V., & KANDEMİR, N. (2023). Anatomical, Ecological and Trichome Micro-Morphological Features of Two *Marrubium* L. Taxa (Lamiaceae). *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 5-6.

Références

13. Stankovic, M. S., Niciforovic, N., Mihailovic, V., Topuzovic, M., & Solujic, S. (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).
14. Maizi, Y., Meddah, B., Tir Touil Meddah, A., & Gabaldon Hernandez, J. A. (2019). Seasonal variation in essential oil content, chemical composition and antioxidant activity of *Teucrium polium* L. growing in Mascara (North West of Algeria). *Journal of Applied Biotechnology Reports*, 6(4), 151-157.
15. Zerroukhat, O., & Mahieddine, I. (2021). Encapsulation des extraits de *Teucrium polium* L « Kayata » dans une nanoémulsion : contribution à l'élaboration d'un patch cicatrisant. master en génie des procédés. Faculté de technologie .Université Blida 1
16. Bahramikia, S.; Gavyar, P. H. H.; & Yazdanparast, R. (2022). *Teucrium polium* L: An updated review of phytochemicals and biological activities. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 12(3), 224-240.
17. Zerroukhat, O., & Mahieddine, I. (2021). Encapsulation des extraits de *Teucrium polium* L « Kayata » dans une nanoémulsion : contribution à l'élaboration d'un patch cicatrisant. master en génie des procédés. Faculté de technologie .Université Blida 1
18. Teia, F. K. F., Osman, A., & Osman, M. A. (2018). Preliminary Antifungal Study of Some Essential Oils of Three Medicinal Plants against *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*, and *Aspergillus Niger*. *International Journal of Bioorganic Chemistry*, 3(1), 1-5.
19. Zahra, H. F., Abdellah, M., & Sarra, G. (2022). Chemical composition and antifungal activity of *Cymbopogon schoenanthus* harvested in Béchar region, Algeria. *South Asian Journal of Experimental Biology*, 12(6).
20. Fekhar, S., & Bouaroua, A. (2023). Activité antioxydante, antibactérienne et insecticide des huiles essentielles de *Cymbopogon schoenanthus* (L) Spreng. Mémoire de master en biologie. Faculté des sciences de la nature et de vie et sciences de la Terre. Université de Ghardaia.
21. <http://atlassahara.org/Poaceae/Cymbopogon%20schoenanthus/Cymbopogon%20schoenanthus.html?cat=Poaceae>
22. Hellali, N., Mahammed, M. H., Ramdane, F., & Talli, A. (2016). Antimicrobial and antioxidant activities of *Cymbopogon schoenanthus* (L.) spreng. Essential oil, growing in Illizi-Algeria. *Journal of Medicinal Plants Research*, 10(14), 188-194.

Références

23. Schmidt, E. (2020). Production of essential oils. In Handbook of essential oils (pp. 125-160). CRC Press.
24. Franz, C., & Novak, J. (2020). Sources of essential oils. In Handbook of essential oils (pp. 41-83). CRC Press.
25. Hüsnü, K.;Başer, C.; &Demirci, F. (2007). Chemistry of essential oils. In *Flavours and fragrances: chemistry, bioprocessing and sustainability* (pp. 43-86). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
26. Sadgrove, N. J., Padilla-González, G. F., &Phumthum, M. (2022). Fundamental chemistry of essential oils and volatile organic compounds, methods of analysis and authentication. *Plants*, 11(6), 789.
27. Mollaei, S., Farnia, P., & Hazrati, S. (2023). Essential oils and their constituents. *Essential Oils: Sources, Production and Applications*, 89
28. CHAÂLAL, H. (2024). Contribution à l'étude du pouvoir antimicrobien des métabolites secondaires (composés phénoliques et alcaloïdes) des racines d'*Ononis spinosa* L (Doctoral dissertation, University of Tlemcen).
29. Christophe, H.; Antioxidant and Anti-Aging Action of plant polyphenols. *Medicine* 2020, 7(26), 2-21
30. Kotik, M., Kulik, N., &Valentová, K. (2023). Flavonoids as Aglycones in Retaining Glycosidase-Catalyzed Reactions: Prospects for Green Chemistry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(41), 14890-14910.
31. Lee, J. Y., Lee, H. S., Lee, Y. Y., Kim, M. H., Kim, H. J., Han, N., ... & Yeon, Y. J. (2024). Comprehensive study on the inhibition mechanism of alpha-glucosidase by flavonoids via kinetic and structural analysis. *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, 1-13.
32. Khan, M., Ali, S., Al Azzawi, T. N. I., Saqib, S., Ullah, F., Ayaz, A., & Zaman, W. (2023). The key roles of ROS and RNS as a signaling molecule in plant–microbe interactions. *Antioxidants*, 12(2), 268.
33. Gulcin, İ. (2020). Antioxidants and antioxidant methods: An updated overview. *Archives of toxicology*, 94(3), 651-715.

Références

34. Patidar, A., Dugyala, V. R., Chakma, S., Galodiya, M. N., & Giri, A. S. (2024). Reactive oxygen species aided photocatalytic degradation of tetracycline using non-metal activated carbon doped TiO₂ nanocomposite under UV-light irradiation. *Research on Chemical Intermediates*, 1-29
35. Deshmukh, R. K., & Gaikwad, K. K. (2024). Natural antimicrobial and antioxidant compounds for active food packaging applications. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 14(4), 4419-4440
36. Assefi, M., Lewandrowski, K. U., Nankali, S., & Sharafshah, A. (2023). *Antioxidants Sources*.
37. Brossard, D., Charrueau, C., Chaumeil, J., Crauste-Manciet, S., (LeHir, A2016). *Pharmacie galénique : Bonnes pratiques de fabrication des médicaments* فرنسا. : Elsevier Health Sciences.
38. Singleton, V.L. and J.A. Rossi, Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 1965. 16(3):p. 144-158.
39. Quettier-Deleu, C., et al., Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *Journal of ethnopharmacology*, 2000.72(1-2): p. 35-42.
40. Christophe, H.; Antioxidant and Anti-Aging Action of plant polyphenols. *Medicine* 2020, 7(26), 2-21.
41. Malti, C. E. W., El Hacı, I. A., Hassani, F., Paoli, M., Gibernau, M., Tomi, F., ... & Bekhechi, C. (2020). Composition, chemical variability and biological activity of *Cymbopogon schoenanthus* essential oil from Central Algeria. *Chemistry & Biodiversity*, 17(6), e2000138.
42. Tepe, B., et al., Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and various Extracts of *Salvia tomentosa* Miller (Lamiaceae). *Food chemistry*, 2005. 90(3): p. 333-340.
43. Gourine, N., et al., Antioxidant activities and chemical composition of essential oil of *Pistacia atlantica* from Algeria. *Industrial Crops and Products*, 2010. 31(2): p. 203-208.

Références

44. Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analyticalbiochemistry*, 239(1), 70-76.
45. Phytochemicalvalorization of some date palm cultivars from Ain Saleh [texte manuscrit] / Soumia Hachani, Auteur ; Mohamed Yousfi, Directeur de thèse ; Chahrazed Hamia, Directeur de thèse. - Laghouat : Université Amar Telidji - Département des sciences de la matière, 2019. - 171 p.

عنوان المذكرة: الصياغة الصيدلانية لمرهم طبي قائم على المستخلصات الفينولية والزيتية من النباتات الطبية.
اللقب والاسم: محجوب سليمة
المؤطرة: أ.د.بوخلخال سارة
ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم النشاط المضاد للأكسدة لزيت ومستخلصات من النباتات الطبية المحلية المستخدمة بكثرة في الطب التقليدي، والمعروفة باسم "اللماذ" و"الخباطة". بعد استخراج الزيوت باستخدام جهاز الكليفنجر واستخراج المركبات الفينولية عن طريق النقع وتجزئة المستخلصات الهيدرو-ميثانولية بواسطة الاستخلاص السائل-السائل، تم حساب نسبة الزيت في النبتتين ونسبة كتلة المستخلص الخام لكل محلول. أظهرت النتائج اختلافاً في الغلة بين المستخلصات. في خطوة تحديد المركبات الفينولية، تم استخدام جهاز الأشعة فوق البنفسجية-فيز، باستخدام كواشف الفولينسيويوكالتيو لتحديد مجاميع الفينول وكلوريد الألمنيوم لتحديد مجاميع الفلافونويد. النتائج التي تم الحصول عليها بمقارنة مع حمض الغاليكوكويرسيتين أظهرت أن العينات تحتوي على مجاميع الفلافونويد. بعد ذلك، قمنا بتقييم النشاط المضاد للأكسدة لكل مستخلص باستخدام اختباري الحد من الجذور الحرة DPPH و FRAP. أظهرت العينات فعالية جيدة. الخطوة الأخيرة كانت تحضير مرهم بناءً على النتائج، مما أظهر أن له تأثيراً مضاداً للأكسدة.
الكلمات المفتاحية: النبات الطبي، اللماذ، الخباطة، الزيوت الأساسية، مجاميع الفينول، مجاميع الفلافونويد، مضاد الأكسدة، اختبار DPPH، اختبار FRAP، مرهم.

Memory Title: Galenic formulation of a pharmaceutical ointment based on phenolic and oily extracts of medicinal plants.

Name and First Name: Mahdjoub Salima

Directed by: Prof.Dr. Boukhalkhal Sarah

Abstract:

This study aims to evaluate the antioxidant activity of oils and extracts from locally used medicinal plants in traditional medicine, known as "cymbopogonschoenanthus" and "Teucrium polium". Oils were extracted using a Clevenger apparatus, and phenolic compounds were extracted by maceration and fractionated from hydro-methanolic extracts by liquid-liquid extraction. The oil content in the plants and the mass percentage of the crude extract for each solution were calculated. The results showed variation in the yield among the extracts. In the phenolic compound identification step, a UV-Vis spectrophotometer was used with Folin-Ciocalteu reagent for PT and AlCl₃ for flavonoids, with results expressed in equivalence to gallic acid and quercetin, respectively. The samples were found to contain flavonoid groups. Subsequently, the antioxidant activity of each extract was evaluated using DPPH and FRAP assays. The samples demonstrated good efficacy. The final step was the preparation of an ointment, and based on the results, it can be concluded that the ointment exhibits antioxidant effects.

Key words: Medicinal plant, cymbopogonschoenanthus, Teucrium polium, essential oils, phenolic compounds, flavonoid groups, antioxidant, DPPH test, FRAP test, ointment.

Titre du mémoire : Formulation galénique d'une pommade pharmaceutique à base d'extraits phénoliques et huileux des plantes médicinales.

Nom et prénom : Mahdjoub Salima

Encadrante : Prof.Dr. Boukhalkhal Sarah

Résumé :

Cette étude vise à évaluer l'activité antioxydante des huiles et extraits de plantes médicinales locales largement utilisées en médecine traditionnelle, appelées " cymbopogon schoenanthus " et "Teucrium polium ". Les huiles ont été extraites à l'aide d'un appareil Clevenger et les composés phénoliques ont été extraits par macération et fractionnés à partir des extraits hydro-méthanoliques par extraction liquide-liquide. La teneur en huile des plantes et le pourcentage de masse de l'extrait brut pour chaque solution ont été calculés. Les résultats ont montré une variation du rendement entre les extraits. Dans l'étape d'identification des composés phénoliques, un spectrophotomètre UV-Vis a été utilisé avec le réactif de Folin-Ciocalteu pour PT et AlCl₃ pour les flavonoïdes, les résultats étant exprimés en équivalence à l'acide gallique et à la quercétine, respectivement. Les échantillons se sont révélés contenir des groupes de flavonoïdes. Par la suite, l'activité antioxydante de chaque extrait a été évaluée en utilisant les tests DPPH et FRAP. Les échantillons ont montré une bonne efficacité. La dernière étape était la préparation d'une pommade, et sur la base des résultats, il peut être conclu que la pommade présente des effets antioxydants.

Mots-clés : Plante médicinale, cymbopogon schoenanthus, Teucrium polium, huiles essentielles, composés phénoliques, groupes flavonoïdes, antioxydant, test DPPH, test FRAP, pommade.