

REPUBLIC ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université SAAD DAHLEB – Blida 1



Faculté des Science de la Nature et de la Vie

Département de Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de master dans le domaine SNV

Filière Sciences Biologiques

Option : Biodiversité et physiologie végétale

Thème :

**Etude rétrospective de la diversité des composés phénoliques
De *Teucrium polium* provenant de deux régions**

Présenté par : Chamma Soumia

Date de la soutenance : 15 /07/2021

	Grade	Lieu	Qualité
Mr. GUEADIOURA A	MCB	U. Blida 1	Président
Mme. RADIN	MAA	U. Blida 1	Examinatrice
Mme. BENSALAH L	MAA	U. Blida 1	Promotrice

Promotion : 2020-2021

REMERCIEMENT

Je remerçons le bon dieu qui nous a donné

Le courage, la patience et la force de continuer jusqu'à pouvoir mener la graine au fruit.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à tous les gens qui nous ont aidés avec leurs judicieuses suggestions et leurs précieux conseils en particulier la directrice de notre mémoire, Mme Bensallah.

Nous remercions également notre chef d'option, Mme Chérif, ainsi que nos enseignants en particulier Mme Benassel et tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin, qu'ils trouvent ici notre gratitude.

Ces remerciements vont aussi aux membres du jury qui ont eu la gentillesse d'accepter de juger notre travail.

DÉDICACE

Je suis très heureuse de dédier ce modeste travail :

*A ma très cher mère qui ma tout donné pour réussir dans
mes études ainsi que dans la vie.*

A mon père que dieu le garde son modeste paradis

A mes frères : Mohammed Billel et Omar

A ma sœur : Chahrazed

A ma grande sœur kawter qui ma aider et orienter toujours

Ma sœur Yasmína

A mon neveu Oussama et ma petite nièce Lina

A mes oncles et mes tantes

A mon amie Amira

*Et toutes mes amies et mes collègues de la fac surtout de
l'option de biodiversité*

Résumé

Teucrium polium L. est une plante médicinale appartenant à la famille des Lamiacées. Elle est largement utilisée en médecine traditionnelle.

Ce travail, est une revue systématique que pour objectif l'étude de la diversité des composés phénoliques de *Teucrium polium* dans quatre biotopes différents.

L'extraction des polyphénols, par macération et soxhler, a donné un rendement de 17.5% et 9.81% pour la région de Tébessa et Boussaâda respectivement. Le dosage colorimétrique des polyphénols totaux par le réactif du Folin-Ciocalcu a montré que la plante de Tébessa est plus riche en polyphénols par rapport à celle de Boussaâda, avec des teneurs de 200.26 ± 2.08 mg EAG/g MS et 86.63 ± 0.03 mg EAG/g ES respectivement. De même pour les dosages en flavonoïdes les teneurs enregistrées sont 273.56 ± 2.6 mg EC/g MS et 24.43 ± 0.01 mg EQ/g ES pour la région de Tébessa et Boussaâda respectivement. Les résultats obtenus montrent la richesse de *Teucrium polium L.* en métabolites secondaires est particulièrement en polyphénols et flavonoïdes.

L'analyse par la technique chromatographie liquide à haute pression (HPLC), a permis de révéler la présence d'une diversité des composés phénoliques où les composés majoritaires en Serbie sont catéchine, apigénine, acide chlorogénique, rutine, myricétine, alors que sont l'acide n-hydroxycinnamique, lutéoline 7-O-glucoside, apiginine pour la région de Bouira .

Mots clés : Lamiacées, *Teucrium polium L.*, composés phénoliques, HPLC, Soxhler,

Abstract

Teucrium polium L. is a medicinal plant belonging to the Lamiaceae family. It is widely used in traditional medicine.

This work is a systematic review aimed at studying the diversity of phenolic compounds of *Teucrium polium* in four different biotopes.

The extraction of the polyphenols, by maceration and soxhler, gave a yield of 17.5% and 9.81% for the region of Tébessa and Boussaâda respectively. The colorimetric determination of total polyphenols by the Folin-Ciocalciu reagent showed that the Tébessa plant is richer in polyphenols compared to that of Boussaâda, with contents of 200.26 ± 2.08 mg EAG / g MS and 86.63 ± 0.03 mg EAG / g ES respectively. Likewise for the flavonoid assays the recorded contents are 273.56 ± 2.6 mg EC / g MS and 24.43 ± 0.01 mg EQ / g ES for the region of Tébessa and Boussaâda respectively. The results obtained show the richness of *Teucrium polium L* in secondary metabolites and particularly in polyphenols and flavonoids.

Analysis by high pressure liquid chromatography (HPLC) technique reveals the presence of a variety of phenolic compounds where the majority compounds

in Serbia are catechin, apigenin, chlorogenic acid, rutin, myricetin, while n-hydroxycinnamic acid, luteolin 7-O-glucoside, apiginin are for the region of Bouira.

Key words: Lamiaceae, *Teucrium polium L.*, phenolic compounds, HPLC, Soxhler ,

الملخص

Teucrium polium L نبات طبي ينتمي إلى عائلة Lamiaceae. يستخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي. هذا العمل عبارة عن مراجعة منهجية تهدف إلى دراسة تنوع المركبات الفينولية لنبات *Teucrium polium* في أربعة بيئات حيوية مختلفة.

وقد أعطى استخلاص البوليفينول بالنقع والتنعيم عائد 17.5% و 9.81% لمنطقتي تبسة وبوسعدة على التوالي. أظهر التحديد اللوني لمجموع البوليفينول بواسطة كاشف Folin-Ciocalcu أن نبات Tébéssa أكثر ثراءً في البوليفينول مقارنةً بـ Boussaada ، بمحتويات 2.08 ± 200.26 mg EAG / g MS و 0.03 ± 86.63 mg EAG / g ES على التوالي. وبالمثل ، بالنسبة لمقاييسات الفلافونويد ، فإن المحتويات المسجلة هي 2.6 ± 273.56 ملغ EC / g MS و 0.01 ± 24.43 mg EQ / g ES لمنطقة تبسة وبوسعدة على التوالي. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها ثراء *Teucrium polium* L في المستقلبات الثانوية وخاصة في البوليفينول والفلافونويد.

يكشف التحليل باستخدام تقنية كروماتوجرافيا السائل عالي الضغط (HPLC) عن وجود مجموعة متنوعة من المركبات الفينولية حيث تكون غالبية المركبات

في صربيا كاتشين ، أبجيين ، حمض الكلوروجينيك ، روتين ، ميريسيتين ، بينما حمض ن-هيدروكسي سيناميك ، لوتولين 7-أوجلوكوزيد ، أبجيين لمنطقة البويرة.

الكلمات الأساسية: *Teucrium polium* L ، Lamiaceae ، المركبات الفينولية ، HPLC ، Soxhler

Sommaire

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I-1-Généralités sur <i>Teucrium polium L.</i>	03
I-1-1Description botanique.....	03
I-1-2- Distribution géographique de la plante	04
I-1-3-Noms vernaculaires	05
I-1-4-Classification.....	05
I-1-5- Données phytochimiques de la plante <i>Teucrium polium L.</i>	06
I-1-6-Utilisations en médecine traditionnelle.....	08
I-2-Les composés phénoliques.....	08
I-2-1-Définition.....	08
I-2-2-Classification des composés phénoliques.....	08
I-2-3-Rôles et importance des polyphénols.....	09

Chapitre II : matériel et méthodes

II-1-Matériel végétal	11
II-2-Extraction des polyphénols par macération et soxhler pour deux régions Tébessa et Boussaâda	12
II-2-1-Calcul du rendement.....	13
II-2-2--Dosage des polyphénols totaux.....	14
II-2-3-Dosage des flavonoïdes totaux.....	15

II.3. Analyse des extraits alcooliques par HPLC.....16

II.3.1. Préparation des extraits de plante *Teucrium polium*16

II.3.2. Principe de la CLHP16

Chapitre III : résultats et discussions

III.1. Rendements des l'extraits méthanoliques.....18

III.2. Résultats du dosage des polyphénols totaux.....19

III.3. Résultats dosage des flavonoïdes.....20

III.4. Résultats de l'analyse des extraits alcoolique par HPLC.....21

Conclusion générale.....26

Références bibliographiques

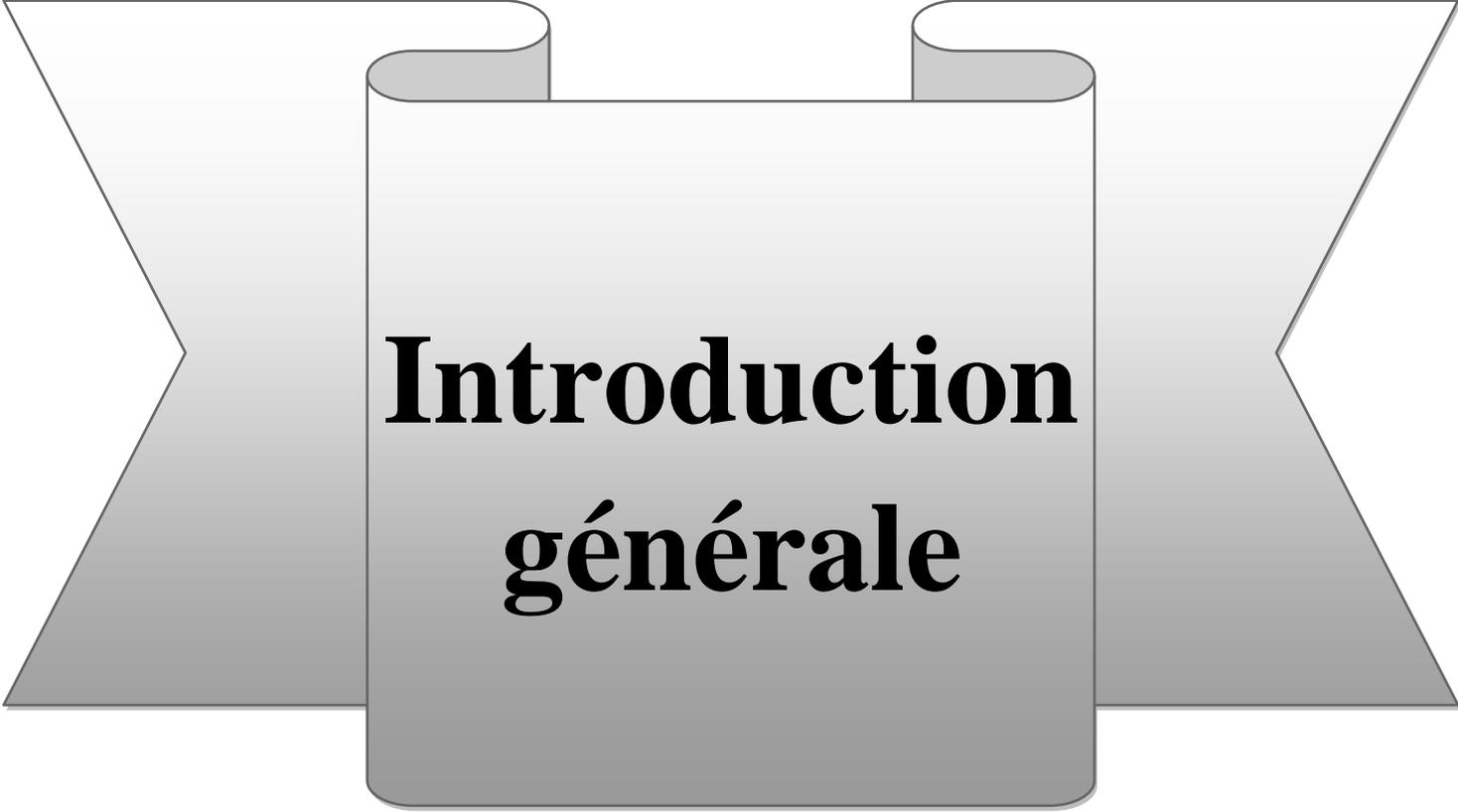
Annexe

Liste de figure

Figure	Titre	Page
Fig 1	Aspect morphologique de la partie aérienne de <i>Teucrium polium L.</i>	03
Fig 2	Aspect morphologique de la fleur de <i>Teucrium polium L.</i>	04
Fig 3	Structure des métabolites secondaires isolés des parties aériennes de <i>T. polium</i>	07
Fig 4	Représentation graphique des rendements des deux régions	18
Fig 5	Teneurs en polyphénols totaux dans la région de Tébessa et Boussaâda	19
Fig 6	Teneurs en flavonoïdes dans la région de Tébessa et Boussaâda	20
Fig 7	Principaux composés phénoliques de <i>T. polium</i> de Bouira.	23
Fig 8	Principaux composés phénoliques de <i>T. polium</i> de Serbie	23

Liste de Tableau

Tableau	Titre	Page
1	Principaux composés bioactifs isolés des parties aériennes de <i>Teucrium polium</i>	06
2	Principales classes des composés phénoliques	10
3	Donnée géographiques des zones des récoltes d'espèce étudiée	12
4	protocoles opératoires de dosage des polyphénols de la région de Tébessa et Boussaâda	14
5	protocole opératoire de dosage des flavonoïdes dans la région de Tébessa et Boussaâda	15
6	Condition opératoire en HPLC dans la région de Bouira et Serbie	17
7	Rendement extraction dans la région de Tébessa et Boussaâda	annrxe
8	Teneurs en polyphénols totaux dans la région de Tébessa et Boussaâda	annaxe
9	Teneurs en flavonoïdes dans la région de Tébessa et Boussaâda	annaxe
10	les phénols identifiés dans l'extrait des deux régions	21
11	Revue de la littérature des principaux composés identifiés dans l'espèce <i>Teucrium polium L.</i>	24
12	Principaux composés phénoliques de <i>T. polium</i> de la région de Bouira et Serbie	annaxe



**Introduction
générale**

La diversité climatique de la région méditerranéenne et son histoire géologique et paléogéographique lui ont conféré une végétation naturelle riche et variée (**Le Houérou 1991**) Cette région se caractérise par une exceptionnelle biodiversité (**Cowling et al ., 1996**) et une richesse élevée en végétaux rares ,principalement concentrés dans de grandes familles végétales (**Dominguez Lozano & Schwartz 2005**) et elle mérite de ce fait une prise en compte particulière pour sa conservation .

Par sa position géographique et sa diversité écosystémique. L'Algérie occupe une place importante du point de vue de la richesse floristique méditerranéenne. La diversité floristique de l'ouest algérien a intéressé de nombreux chercheurs : (**Quézel, 1957 ; Aidoud 1983 ; Bouazza & Benabadi 1998 ; Chérifi et al 2011**).

Les plantes médicinales contiennent un grand nombre de molécules actives d'intérêt multiple mis à profit dans l'industrie, alimentation, cosmétologie et en dermopharmacie. Ces dernières sont riches en métabolites secondaires notamment les flavonoïdes que peuvent fonctionner comme des signaux chimiques que permettent à la plante de répondre aux contraintes de l'environnement.

Les polyphénols sont des métabolites secondaires qui suscitent depuis des années un intérêt croissant de la part nutritionnistes, des épidémiologistes, des industriels, de l'agroalimentaires et des consommateurs (**Proestos et al ., 2006**). Ils sont présents chez tous les végétaux supérieurs. Sont caractérisés par une répartition qualitative et quantitative très inégale selon les espèces considérées mais aussi les organes , les tissus et les stades physiologiques (**Macheix ,1996**).

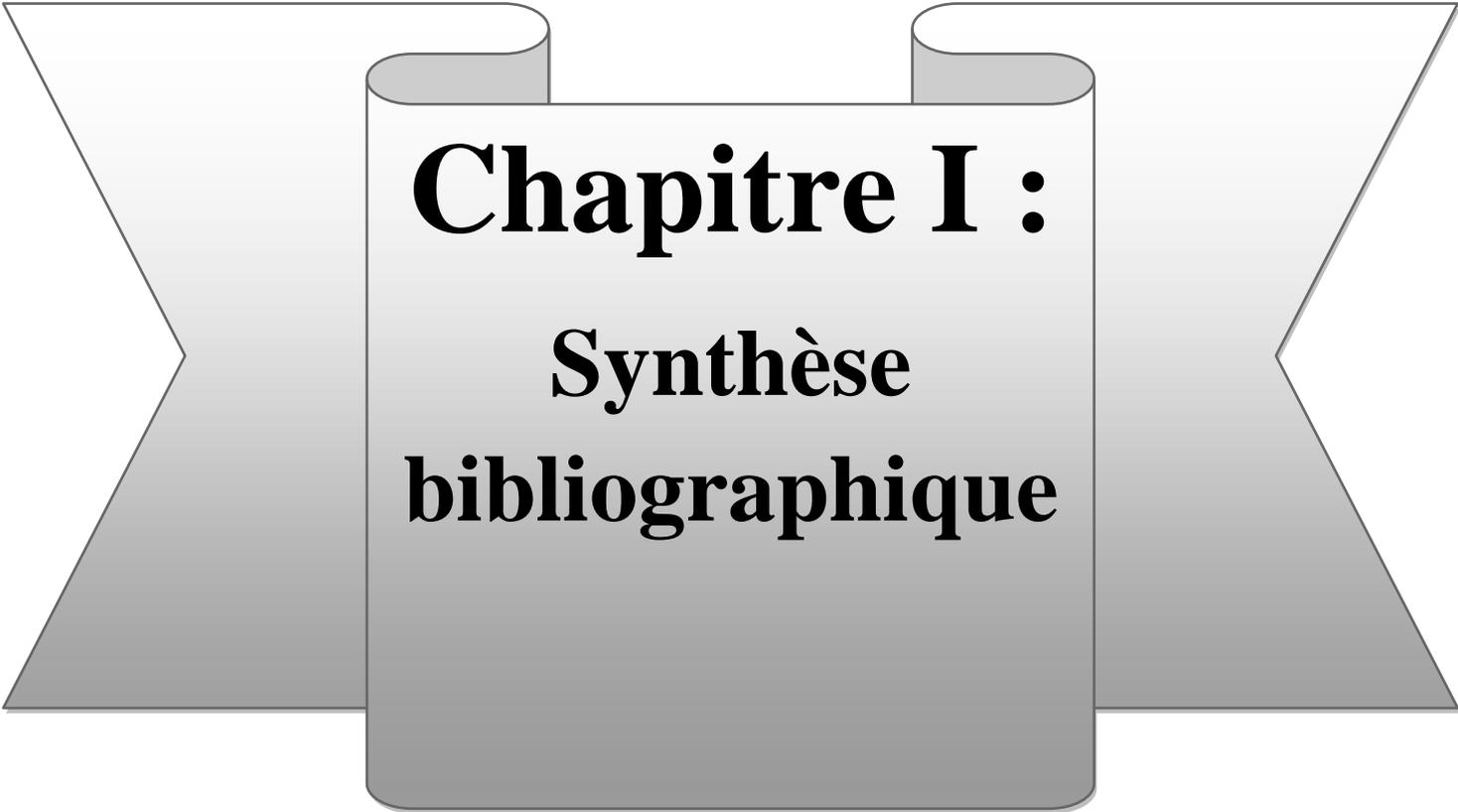
La plante choisie dans notre travail appartient de la famille Lamiaceae , nommée *Teucrium polium L.* ou la germandrée tomenteuse, cette espèce est connue par sa richesse en métabolites secondaires tels que les polyphénols (**Hammoudi ,2015**).

Ce travail théorique a pour objectif d'établir une revue bibliographique sur la diversité des composés phénoliques du *Teucrium polium* dans des biotopes différents. Ce travail va servir comme outil de synthèse pour les étudiants qui travaillent sur cette espèce.

Notre travail est divisé en trois chapitres :

- le premier expose des généralités sur le *Teucrium polium* et les composés phénoliques.

- le deuxième comporte le matériel végétal et les méthodes expérimentales utilisées dans les thèses sélectionnées, qui sont en relation avec le thème abordé dans notre mémoire.
- le troisième représente une méta-analyse de plusieurs travaux antérieurs, qui résume les résultats d'extraction et des analyses des composés phénoliques par chromatographie liquide à haute pression.



Chapitre I :

Synthèse bibliographique

I-1-Généralités sur *Teucrium polium* L

Le genre *Teucrium* regroupe environ 340 espèces de plantes herbacées ou de arbrisseaux de la famille des Lamiacées (Velasco-Negueruela et Perez-Alonso , 1990).

I-1-1Description botanique :

Teucrium polium est une plante vivace de 10 à 35 cm (Diridi, 2018) et à odeur forte et désagréable , ces tige sont nombreuses , ligneuses à base révolutées , en général à marges , grêles , dressées ascendantes et plus ou moins ramifiées , blanches -tomenteuses (Fettah, 2019).



Figure 1 : Aspect morphologique de la partie aérienne de *Teucrium polium* L(1).

Les feuilles opposées sessiles (Krache, 2015), blanches-cotonneuses sur les deux faces, sont étroites ou ovales –allongées, crénelées dans leur partie supérieure et deviennent enroulées en dessous par leur bords (Diridi, 2018), les feuilles supérieures écartées des fleurs dans les capitules latéraux (Tela Botanica). Les fleurs sont blanche ou jaunâtres (Bendif, 2017), les fleurs forment des inflorescences compactes globuleuses ou ovoïdes serrées (Christodoulakis et al, 2010 ; Krache, 2015 ; Fettah, 2019 ; Chabane, 2021), agglomérées ou panicule, brièvement tomenteux à dents courtes, non carénées, subaiguës, la supérieurs obtuse (Tela Botanica).



Figure 2 : Aspect morphologique de la fleure de *Teucrium polium* L.(1).

Le calice , couvert de poils courts et cotonneux , est à 5 dents inégales dont la supérieure est plus grande et obtuse au sommet , les inférieures aigues ; ces dents ont environ le tiers de la longueur du reste du calice (Dridi, 2018) et en cloche (Fettah, 2019) , le calice est vert grisâtre (CHabane, 2021 ; Abbas, 2019) . La corolle , à tube ne dépassant pas le calice , velue en dehors , a des lobes latéraux et linéaires , le médian est ovoïde (Fettah, 2019) ; les inflorescences en têtes compactes , les capituliformes sont situées au sommet des tige (Quezel et Santa , 1962 ; Bendif, 2017) . Des étamines tordues en spirale après l'anthere , insérées sur le tube de la corolle (Chabane, 2021) ; Les étamine ne sont pas enroulées sur elles –mêmes après la floraison . Les 4 partie du fruit mûr sont brunes et ornées en réseau à leur surface (Dridi, 2018) .

I-1-2- Distribution géographique de la plante :

Teucrium polium L. est une espèce euro-méditerranéenne. Rencontrée dans les forêts, broussailles et des plaines des montagnes sur substrats calcaires et siliceux (Quezel et Santa ,1963 ; Chabane, 2021). L'Asie du Sud, et l'Afrique du Nord, dans les endroits secs, prairies et garrigues (Bayer et al, 1990). Une vingtaine de cette espèce pousse spontanément, en Algérie et prédomine dans la région du Tell, les Hauts plateaux et l'Atlas saharien (Quezel et Santa, 1963).

I-1-3-Noms vernaculaires :

- **Nom Local :** Djada ;jaad ;Djaida
- **Nom Arabe :** El khayata
- **Nom Amazigh:** Thazirekth ;Felfla-Timzourin ;Haida ;Timtchich.
- **Nom Français :** Pouliot de Montagne
- **Nom en Italien :** Camedrio polio ,Canitola polio
- **Nom en Espagnol :** Poleo montano ,Tomillo terrero ,Zamarilla (**Fettah, 2019**).

I-1-4-Classification :

Selon Quezel et Santa (1963), *Teucrium polium* est classé comme suit

Règne : Plantae

Embranchement : Spermaphyte (phanérogames)

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones / Magnoliopsida

Sous-classe : Asteridae / Métachlamydées (gamopétales)

Ordre : Tubiflorales /Lamiales

Famille : Labiées / Lamiaceae

Genre : Teucrium

Espèce : *Teucrium polium L.*

I-1-5- Données phytochimiques de la plante *Teucrium polium* L :

Plusieurs études , basées sur l'analyse des extraits de *Teucrium polium* par les méthodes chromatographiques en phase gazeuse ,ont indiqué la présence de plusieurs composés incluant principalement les flavonoïdes ,polyphénols (**Proestos et al.,2004 ; Sharififar et al ., 2009**), tannins, huiles essentielles, diterpénoïdes (**Ramnathan et al, 2005 ; Mahmoudi et Nosratpour, 2013**), glucosides phénylethanoïdes ,notammentle poliumoside B (**De Marino et al .,2012**), alcaloïdes (**Shakhanbeh et Atrousse, 2000 ; Parsaee et Shafiee-Nick, 2006**), (**Tableau 1**), (**Figure 2**).

Tableau1 : Principaux composés bioactifs isolés des parties aériennes de *Teucrium polium*

Classes	Composés majeurs	Références
Flavonoïdes	Luteoline,apigenine,diosmetine cirsimaritrine,cirsilole,cirsilineol, 5-hydroxy-6,7,3,4 tétraméthoxyflavone,salvigénine, Apigénine 5-galloylglucoside, Apigénine-7-glucoside,vicénine, Luteoline-7-glucoside	Kadifkova Panovska et al ., 2005 ;Hasani et al .,2007 ; Al Bahtiti ; 2012 ;Bahramikia et Yazdanparast ;2012
Huiles essentielles	α -pinène, β -pinène ,myrténal,terpinol, α -humulène,spathulenol, β - myrcène germacrène B,germacrène D,bicyclogermacrène,linalool,carvacrol	Skouti et al ., 2012 Mahmoudi et Nosratpour ;2013 ;Belmekki et al .,2013
Glycosides	Verbascoside et poliumoside (phénylethanoïde)	Rasekh et al, 2001 ; Di Marino et al, 2012
Diterpénoïdes néoclérodanés	Sept néo-clérodanés (teupolins VI-XII) Et onze d'autres ont été isolés.	Fiorentino et al, 2011 ; Pacifico et al, 2012

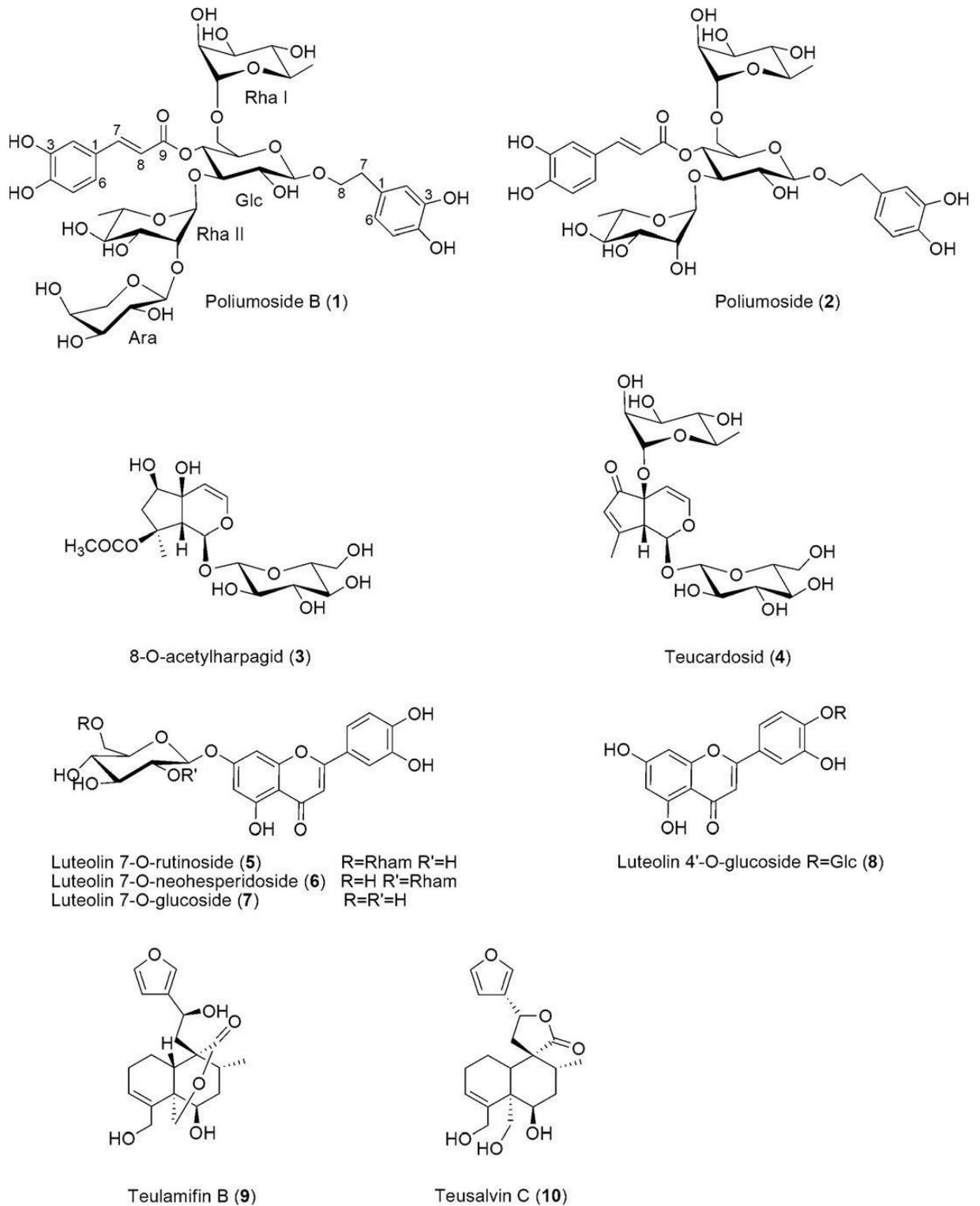


Figure 3 : Structure des métabolites secondaires isolés des parties aériennes de *T. polium* (De Marino *et al*, 2012).

I-1-6-Utilisations en médecine traditionnelle :

Déjà utilisée comme fébrifuge chez les anciens Egyptiens, *Teucrium polium L.* possède les propriétés communes aux plantes amères et aromatiques, c'est-à-dire qu'elle est tonique appétitive, fébrifuge, vermifuge et carminatif. Elle combat la paresse de l'ensemble du tube digestif et celle du foie, on l'utilise dans les maladies de l'estomac, les bronchites chronique les troubles de digestion et les douleurs abdominales (**Rajabalian, 2008**).

Depuis longtemps, on utilise la germandrée, en infusion, pour combattre la goutte, les rhumatismes, la fièvre et les mucosités abondantes .En bain de bouche, elle soigne les gingivites, et en lotion, elle accélère la cicatrisation des blessures (**Debuigne, 1972 ; Gharaibeh et al, 1988**).

I-2-Les composés phénoliques :

I-2-1-Définition :

Regroupe un vaste ensemble de plus de 8000 molécules (**Bahorun, 1997 ; Garcia et al ., 2010**). Les polyphénols sont synthétisés par deux voies biosynthétiques : celle du shikimate, et celle issue de l'acétate (**Bruneton, 2009**).

Les polyphénols sont des produits du métabolisme secondaire des végétaux et présents dans tous les organes de la plante. Les composés polyphénoliques sont constitués d'un noyau aromatique comportant une ou plusieurs fonctions hydroxyles ainsi que des groupements fonctionnels (ester, méthyle ester, glycosides), (**kerbouche-Hammoum**).

I-2-2-Classification des composés phénoliques :

Ils se différencient d'abord par la complexité du squelette de base (allant d'un simple C₆ à des formes très polymérisées), ensuite par le degré de modification de ce squelette (degré d'oxydation, d'hydroxylation, de méthylation ...etc), par les liaisons possibles de ces molécules de base avec d'autre molécules (glucides, lipides, protéines, autres métabolites secondaires pouvant être où nom des composés phénoliques), (**Macheix et al, 2006**).

Il existe différentes classes de polyphénols (**Tableau 2**), les plus importants sont : les acides phénols, les flavonoïdes et les tannins. Les quatre principaux groupes de flavonoïdes sont : les flavones, les flavonols, les flavanols et les anthocyanines.

I-2-3-Rôles et importance des polyphénols :

Des travaux plus anciens (**Nitsch ,1961 ; Alibert *et al*, 1977**) ont montré que les phénols seraient associés à de nombreux processus physiologiques : croissance cellulaire, différenciation organogène, dormance des bourgeons, floraison, tubérisation. Les polyphénols sont aussi connus pour leur effets protecteurs contre le rayonnement UV, l'effet attracteur sur les insectes et les oiseaux pollinisateurs (**Heimeur *et al* ., 2004**), ils offrent également une protection contre prédateurs et agents pathogènes (**Bravo,1998**). Comme ils interviennent dans la qualité alimentaire des fruits en déterminant la saveur, nous citons : les flavanones sont responsables de l'amertume des *cistus* et peuvent donner naissance par transformation chimique à des dihydrochalcones à saveur sucrée (**Dubois *et al*, 1977**). Les anthocyanes, composés de couleur rouge à violet, participent à la coloration des fruits mûrs et les tannins sont à l'origine de la sensation d'astringence des fruits non mûrs. A partir des années quatrevingt, c'est la découverte du rôle des radicaux libres dans les processus pathologiques que a relancé l'intérêt des polyphénols en particulier les flavonoïdes dont les propriétés

antioxydantes sont très marquées (**Boulangier et Polonvski, 1969 ; Balasundram *et al*, 2006**).

Les polyphénols sont les antioxydants les plus abondants dans les aliments. Ces composés ont été signalés comme antiviraux et antimicrobiens (**Kan *et al*, 2007**). Les aliments riches en polyphénols représentent ainsi un atout potentiel considérable pour le maintien de la santé (**Sarni-Manchado et Cheynier ,2006**). Des multiples études attestent de l'impact positif de leur consommation sur la santé et la prévention des maladies, les industriels commercialisent maintenant des aliments enrichis en polyphénols ou des suppléments alimentaires .Dans l'industrie cosmétique, les composé phénoliques trouvent leur application pratique en luttant contre la production des radicaux libres néfastes pour la beauté de la peau d'où l'importance croissante des études consacrées à ces composés (**Hennebelle *et al*, 2004**).

Tableau 2 : Principales classes des composés phénoliques (Harbones, 1989 ; Macheix *et al*, 2006 ; Crozier *et al* ., 2006 ; Balasundram *et al* .,2006 ; Cheynier *et al* ., 2013).

Squelette carboné	Classe	Exemple	Structure
C ₆	Phénols simple	Catéchol	
C ₆ -C ₁	Acides hydroxybenzoïque	β-Hydroxybenzoïque	
C ₆ -C ₂	Acides phénylacétiques	Phénylacétate d'éthyle	
C ₆ -C ₃	Acides hydroxycinnamiques	Acide caféique Acide ferulique	
	Coumarine	Scopolétine	
C ₆ -C ₄	Naphtoquinones	Juglone	
C ₆ -C ₂ -C ₆	Stilbènes	Resveratrol	
C ₆ -C ₃ -C ₆	Flavonoïdes Flavpnols Anthocyanes Flavanols Flavanones Isoflavonoïdes	Kaempférol Quercétine Cyanidine Pélagonidine Catéchine Epicatechine Naringine	
(C ₆ -C ₂) ₂	Lignanes	Pinorésinol	
(C ₆ -C ₃) _n	Lignines		
(C ₁₅) _n	Tannins		



Chapitre II :
Matériel et
méthodes

Notre travail est basé sur une étude rétrospective, portant sur des travaux antérieurs réalisés sur les composés phénoliques de *Teucrium polium*, qui sont en relation avec le thème abordé dans ce mémoire de fin d'étude. Nous avons sélectionné trois thèses et un article :

- **Dridi, (2018)**. Etude phytochimique et activité biologique deux espèces : *Teucrium polium* L. et *Pituranthos chloranthus* Coss et Dur.
- **Chabane, (2021)**. Caractérisation, toxicité et activités biologiques de *Teucrium polium*.
- **Bendjabeur, (2019)**. Etude phytochimique et activités biologiques des huiles essentielles et des extraits éthanoliques de *Teucrium polium* subsp *capitatum*, *Thymus algeriensis* et *Ammoides verticillata*.
- **Milošević-Djordjević; Jakovljević; Marković; Stanković; Čirić; Marinković; Grujić**. Polyphenolic contents of *Teucrium polium* L. and *Teucrium scordium* L. associated with their protective effects against MMC-induced chromosomal damage in cultured human peripheral blood lymphocytes. *Turk. J. Biol.* 2018.

Le recours à la réalisation d'une synthèse bibliographique de travaux antérieurs, sur les composés phénoliques de *Teucrium polium* dans des biotopes différents.

II-1-Matériau végétal :

Le matériau végétal est constitué des parties aériennes (tige, feuille, fleur) de la plante *Teucrium polium* L. L'espèce a été récoltée dans quatre régions différentes, sont résumées dans le **tableau 3**.

La partie aérienne de *Teucrium polium* L. a été récoltée au mois de Mai pour les régions d'El Oued Wilaya de Tébessa (**Dridi, 2018**), Bouira (**Bendjabeur, 2019**) et Boussaâda (**Chabane, 2021**), en Août pour la région Sud-Est de la Serbie (**Milošević-Djordjević et al, 2018**).

Cette plante dans les quatre régions a été séchée à l'abri de la lumière et de l'humidité à température ambiante. Après séchage puis broyage, elle est réduite en poudre et stockée soigneusement dans un flacon en verre ou sacs en papier bien fermés dans un endroit sec, en

vue de son utilisation ultérieure (**Dridi, 2018 ; (Bendjabeur, 2019 ; Chabane, 2021 ; Milošević-Djordjević et al, 2018).**

Tableau 3 : Donnée géographiques des zones des récoltes d'espèce étudiée.

Région de récolte	Altitude	Longitude	Latitude
Oued Mellegue (D'el ouenza , Wilaya de Tébessa)	597m	8°08'30.40" E	35°57'12.20" N
Bousaâda	470m	4°10'54" E	35°13'09" N
Bouira	525m	3°53'00" E	36°22'00" N
Sud-est de la Serbie	589m	22°08'25.26" E	43°16'51.04" N

II-2-Extraction des polyphénols par macération et soxhler pour deux régions Tébessa et Boussaâda :

➤ Macération :

La macération est une méthode traditionnelle et couramment employée. Elle consiste en la mise en contact du matériel végétal avec le solvant sans ou avec agitation

Cette procédure, malgré les temps longs d'extraction et l'utilisation d'une quantité considérable de solvants, est relativement peu coûteuse.

En plus, elle se déroule à température ambiante, ce qu'est très positif pour conserver l'intégrité des molécules polyphénoliques (**Dridi, 2018**).

➤ Mode opératoire :

1g de matériel végétal broyé est macéré dans 20ml du méthanol pendant 24H. L'opération est répétée trois fois, avec renouvellement du solvant tous les 24H. Après filtration, les extraits méthanolique sont évaporés à sec sous pression réduite à 60C°. Les résidus secs pesés sont repris par 3ml de méthanol (**Dridi, 2018**).

➤ Extraction à chaud en continu (Soxhlet) :

Un extracteur soxhlet est une pièce de verrerie utilisée pour extraire les molécules aromatiques de la plante .Quand le ballon est chauffé, les vapeurs de

solvants passent par le tube adducteur, se condensent dans le réfrigérant et retombent dans le corps de l'adducteur, faisant ainsi macérer les résidus dans le solvant.

Le solvant condensé s'accumule dans l'extracteur jusqu'à atteindre le sommet du tube siphon, que provoque alors le retour du liquide dans le ballon accompagné des substances extraites. Le solvant contenu dans le ballon s'enrichit progressivement en composés soluble.

La taille du corps en verre étant limitée, il peut être nécessaire de réaliser plusieurs extraction successives pour récupérer une quantité suffisante d'extrait (**Tahouo Sekpa Florent, 2016**).

➤ **Mode opératoire :**

L'extrait méthanolique a été obtenu en utilisant une extraction continue au Soxhlet. La poudre de plante 50 g a été mise en contact avec 500 ml de méthanol pendant 6h. L'extrait méthanolique (EM) obtenu a été filtré puis soumis à une évaporation à basse pression à 35°C dans un rotavapor (**Chabane, 2021**).

II-2-1-Calcul du rendement :

Le rendement d'une extraction se calcule par le rapport entre la masse de l'extrait obtenu et la masse de la matière première végétale traitée. Ce rendement est exprimé en pourcentage et calculé par la formule suivante :

$$\mathbf{R\% = ((MEX) / (MMV)) \times 100}$$

MMV : masse de la matière végétale séchée et laminé en (g)

MEX : masse de l'extrait obtenu après évaporation en (g) (**Fettah, 2019**).

II-2-2--Dosage des polyphénols totaux :**Principe :**

La teneur en polyphénols totaux est estimée par la méthode de Folin-Coicalteu. Cette méthode est basée sur la réaction d'oxydoréduction entre des phénols présents dans les extraits et le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dernier oxyde les phénols en ions phénolates et transformé en un complexe molybdotungstique de coloration jaune. Cette coloration est dosée par spectrophotométrie à une longueur d'onde $\lambda = 765\text{nm}$. L'absorbance est proportionnelle à la quantité de phénols présents (Ribéreau-Gayon, 1968).

Protocole opératoire :

Tableau 4 : protocoles opératoires de dosage des polyphénols de la région de Tébessa et Boussaâda

Régions	Protocole opératoire
Région de Tébessa	A 0.3 ml de l'extrait, ont été ajoutés 1.5ml du réactif de Folin-Ciocalteu (dilué à raison de 1ml du réactif dans 10 ml d'eau distillée) et 1.2 ml de la solution de bicarbonate de sodium (Na_2CO_3) 7.5%. Après incubation à l'obscurité pendant une heure, les absorbances ont été lues à 760 nm.
Région de Boussaâda	0.2ml de l'extrait a été mélangé à 1 ml de réactif Folin-Ciocalteu. Après 4 min, 0.8 ml d'une solution de Na_2CO_3 (75 g/l) sont ajouté au mélange. La solution finale est gardée à la température ambiante pendant 2h. L'absorbance a été mesuré à 765 nm

Les teneurs en phénols totaux dans les extraits sont exprimées en milligramme (mg) équivalent d'acide gallique par gramme (g) du poids de la matière sèche (mg EAG/g MG). (Dridi, 2018 ; Chabane, 2021).

II-2-3-Dosage des flavonoïdes totaux :

Le dosage des flavonoïdes est réalisé par la méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium et la soude.

Principe :

Le trichlorure d'aluminium forme un complexe jaune avec les flavonoïdes et soude forme un complexe de couleur rose qui absorbe dans le visible à 510 nm selon la méthode décrite par (Dewanto *et al*, 2002) et (Kim *et al*, 2003) avec quelques modifications (Fettah, 2019).

Protocole opératoire :

Tableau 5 : protocole opératoire de dosage des flavonoïdes dans la région de Tébessa et Boussaâda

Régions	Protocole opératoire
Région de Tébessa	1 ml d'échantillon a été mélangé avec 4 ml d'eau distillé. Après addition de 0.3 ml d'une solution de nitrite de sodium (NaNO ₂) laisser incuber pendant 6 minutes et ajouter 0.3 ml de chlorure d'aluminium à 10% (AlCl ₃). Après une nouvelle incubation de 6 minutes, ajouter 2 ml d'une solution de NaOH 1N, le volume final est ajusté à 10 ml avec de l'eau distillée. Incuber 15 mn, puis lire l'absorbance, par rapport à un blanc, à 510 nm. Les résultats ont été exprimé par rapport a la catéchine (mg catéchine /g MS) (Dridi ,2018).
Région de Boussaâda	1 ml d'extrait méthanolique a été mélangé avec 1 ml de chlorure d'aluminium à 2%. Après 10 mn, l'absorbance a été déterminée à 430 nm. Les résultats ont été exprimés en mg quercétine par gramme d'extrait sec (mg EQ/g ES) (Chabane, 2021).

II.3. Analyse des extraits alcooliques par HPLC :

II.3.1. Préparation des extraits de plante *Teucrium polium* :

Préparation des extraits de plante de deux régions (Serbie et Bouira)

Région de Serbie :

Les parties d'herbes séchées 10 g ont été réduites en poudre et mélangées avec 200 ml de méthanol pour l'extraction. Après 48h, l'extrait ainsi obtenu a été filtré sur papier filtre (Whatman n° 1) et rotovaporé à 40 °C sous pression réduite. Les extraits ont été conservés en stériles échantillons de bouteilles pour un traitement ultérieur (Milošević-Djordjević et al. 2018).

Région de Bouira :

25g de la plante séchée en poudre ont été extraits dans un appareil Soxhlet pendant 6 heures avec 400 ml d'éthanol absolu. Le solvant a été éliminé dans un évaporateur rotatif et les traces résiduelles ont été éliminées par balayage avec de l'azote.

Finalement, le résidu a été pesé et maintenu dans l'obscurité à 4 °C jusqu'à son analyse

(Bendjabour).

Les extraits obtenus ont été analysés par chromatographie liquide à haute pression (HPLC)

II.3.2. Principe de la CLHP :

La phase mobile alimente le chromatographe en permanence : elle est délivrée dans le système par une pompe dont le débit est modulable. Les composés à séparer, en suspension dans un solvant, sont prélevés grâce à une seringue puis chargés dans le chromatographe par l'injecteur au niveau de la boucle d'injection. Les molécules sont entraînées par la phase mobile vers la colonne chromatographique contenant la phase stationnaire. L'affinité des composés pour la phase stationnaire déterminera leur rétention. Un détecteur fluorimétrique suit en permanence l'élution du composé et le signal obtenu est enregistré au niveau de l'ordinateur. Une bonne séparation des composés d'intérêt, grâce à l'utilisation de phases mobiles et stationnaires adaptées à ceux-ci, permettra d'observer au niveau de l'intégrateur un

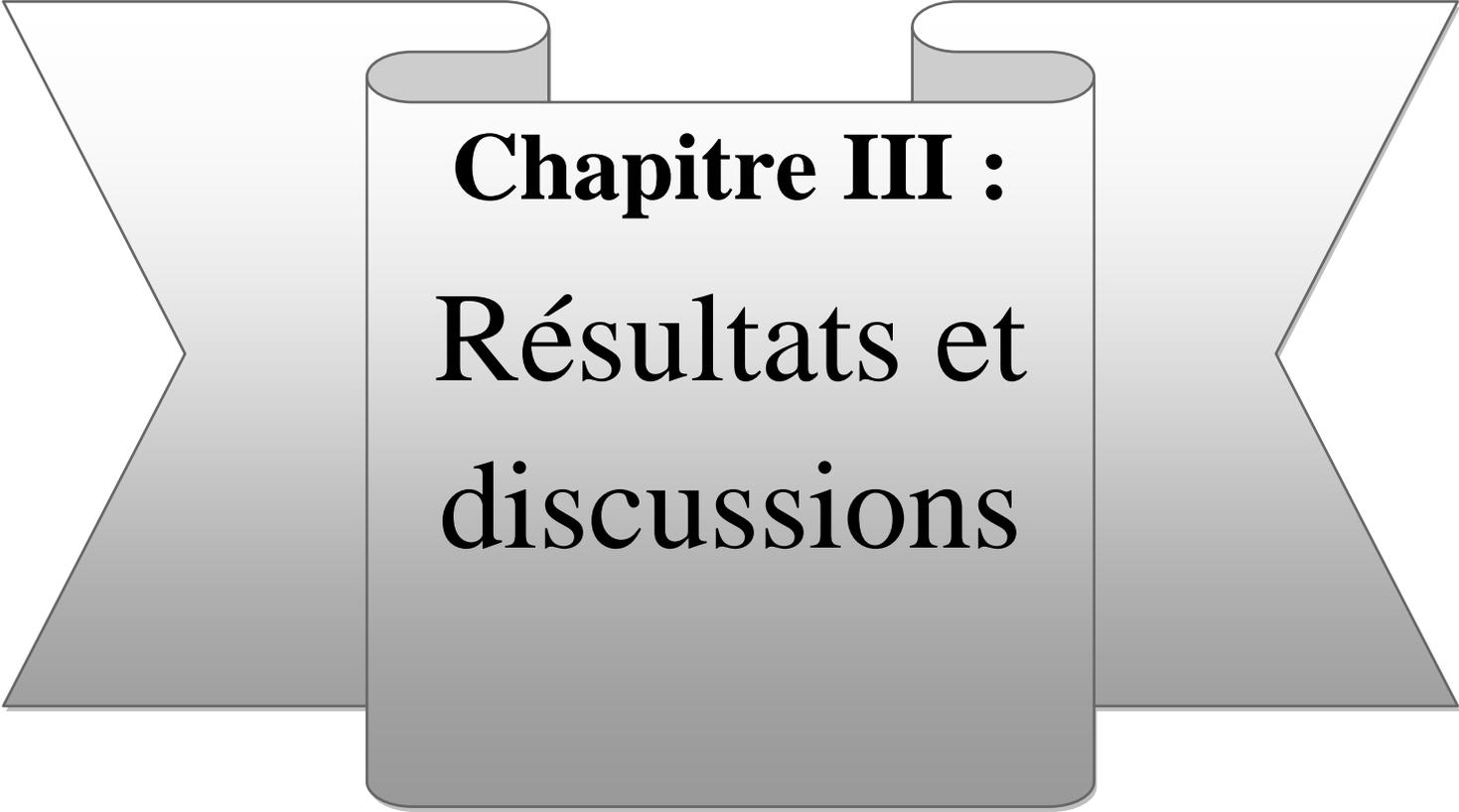
pic isolé, fin et symétrique dont la surface est fonction de la concentration de la solution analysée en ce composé (Hammoudi, 2009).

Les conditions de cette analyse sont résumées dans le **tableau 4**

Tableau 6: Condition opératoire en HPLC dans la région de Bouira et Serbie

Condition opératoire	Région de Bouira	Région de Serbie
Type de l'appareil	HPLC-DAD	DGU-20A3
Débit	1.5 ml /min	1 ml/min
Volume d'injection	20µl	/
La température est réglée à	/	30°C
Longueur d'onde	220nm (DAD 1A), 255 nm (DAD1 B), 280nm (DAD1 C) 300nm (DAD1 D), 355nm (DAD1 E).choisie en fonction des absorbances maximales des molécules identifiées	280nm
Concentration de l'échantillon	/	10g/ml
Temps d'analyse	30 min	/

La phase mobile	La phase mobile utilisé un mélange de deux solvants, le premier est un mélange d'eau et d'acide acétique (0.2%) à pH=3.1 (solvant A) et le second est de l'acétonitrile (solvant B) (S.Bendjabour).	La phase mobile –A : eau acidifiée avec de l'orthophosphorique acide, pH 3, B : acétonitrile (Milošević-Djordjević et al, 2018).
------------------------	--	---



Chapitre III :
Résultats et
discussions

III.1. Rendements des l'extraits méthanoliques :

Exprimé dans le **Tableau 7** trouvé dans l'**Annexe I** et la **Figure 4** :

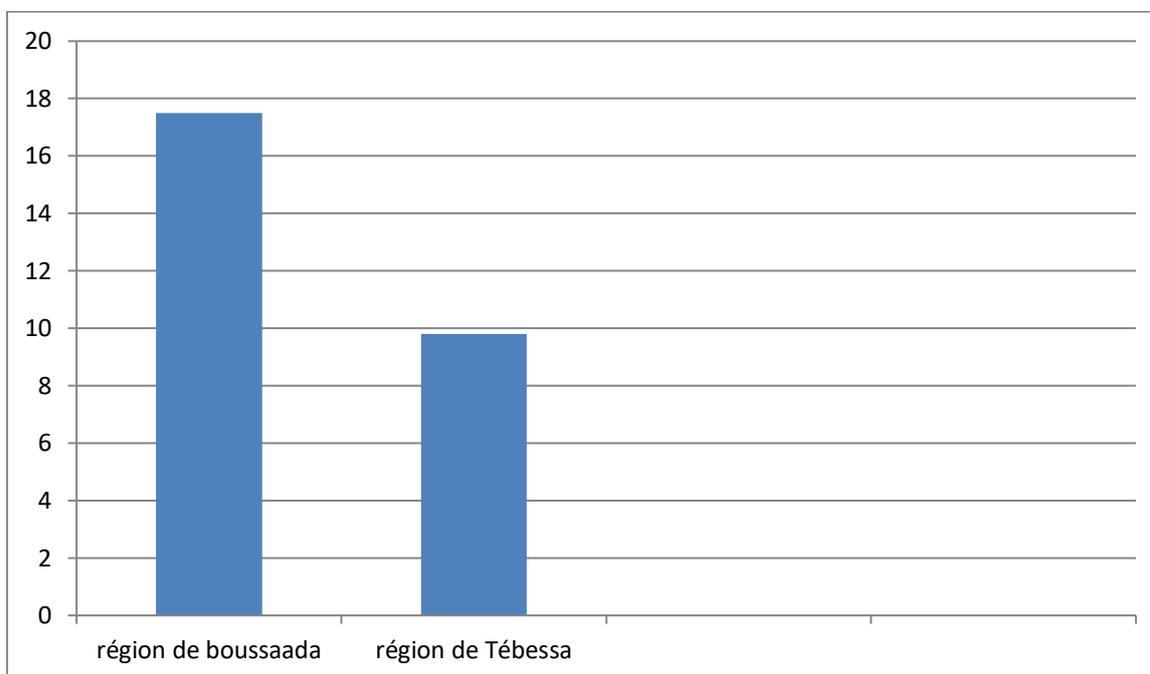


Figure 4: Représentation graphique des rendements des deux régions

D'après la figure 5 (tableau 7 l'annexe I): on remarque que les échantillons de Boussaâda ont donné un rendement d'extraction supérieur en comparaison avec ceux de Tébessa avec 17.5 % **Dridi, (2010)**, et 9.81 % **Chabane, (2021)**, respectivement.

Ces résultats sont supérieurs par rapport au résultat de **Krache (2015)** qui a obtenu au rendement égal à $7.58 \pm 0.21\%$ et **Malki (2017)** a obtenu un rendement de 15.58 % et 14% après extraction éthanolique de la région de Béskra et Sétif respectivement. Ces rendements d'extraction sont inférieurs par rapport à la région de Tébessa et supérieur au rendement de Boussaâda (**Figure5**) **Bendjabeur (2019)** a obtenu un rendement de 26.88% de la région de Bouira. Qui est nettement supérieur aux régions étudiées.

III.2. Dosage des polyphénols totaux :

Les résultats sont représentés dans le **tableau 8** de l'**Annexes I** et la **figure 5** suivant

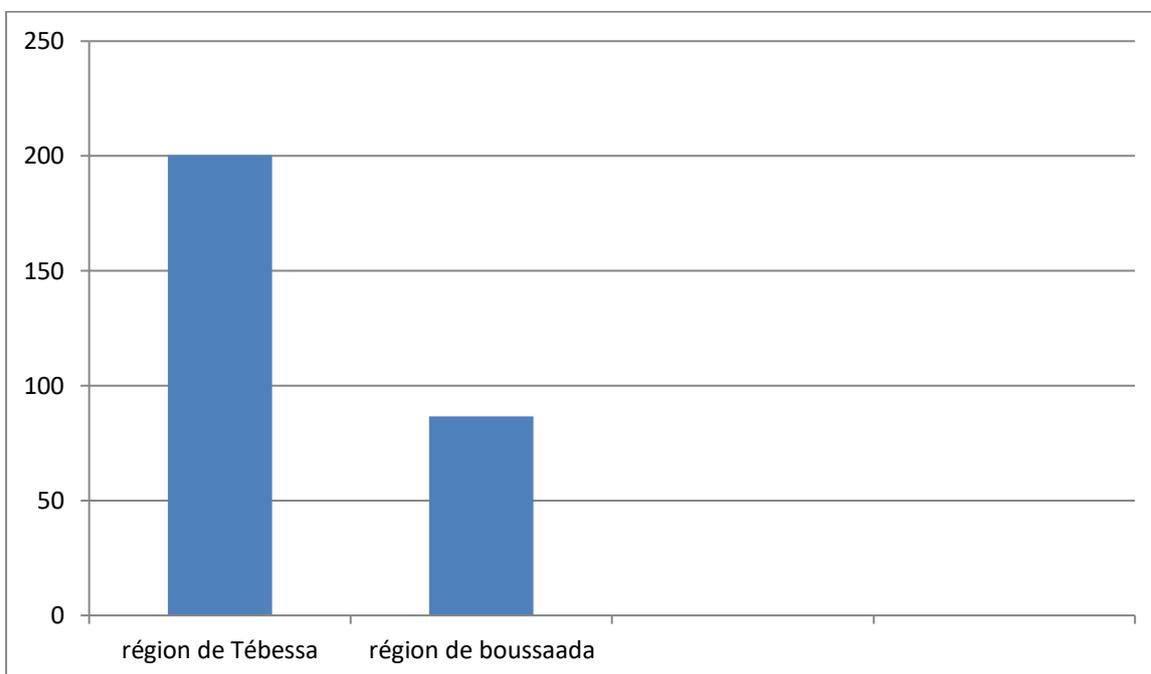


Figure 5: Teneures en polyphénols totaux dans la région de Tébessa et Boussaâda

D'après la figure 6: on remarque la plante *Teucrium polium L.* originaire de Tébessa renfermer une grande quantité en polyphénols totaux, soit en moyenne 200.26 ± 2.08 mg EAG/g MS **Dridi, (2010)**, par rapport à la région de Boussaâda avec 86.63 ± 0.03 mg EAG/g ES **Chabane, (2021)**.

Ces résultats, sont inférieurs par rapport aux résultats obtenus par **Milan (2012)** et **Malki (2017)**, avec des teneurs en polyphénols de 233.68 ± 0.18 mg EAG/g et 206.54 ± 58.18 mg éq AG/g PS respectivement.

Les résultats de la région de Tébessa est supérieurs par rapport au **Bendjabour, (2021)** que trouvé 108.60 ± 1.62 mg EAG/g MS. **Malki, (2017)** ont signalé une valeur de 146.13 ± 18.95 mg éq. AG / g PS, les résultats trouvées par **(Hammoudi, 2012)** renferme la quantité de phénols totaux 89.05 ± 0.5 mg EAG /g MS. Cette dernières est plus élevée par rapport au résultat de la région de Boussaâda.

III.3. Dosage des flavonoïdes :

Les résultats du dosage des flavonoïdes que précédemment sont regroupés dans le **tableau 9** de l'**Annexes** et représentée dans **la figure 6**

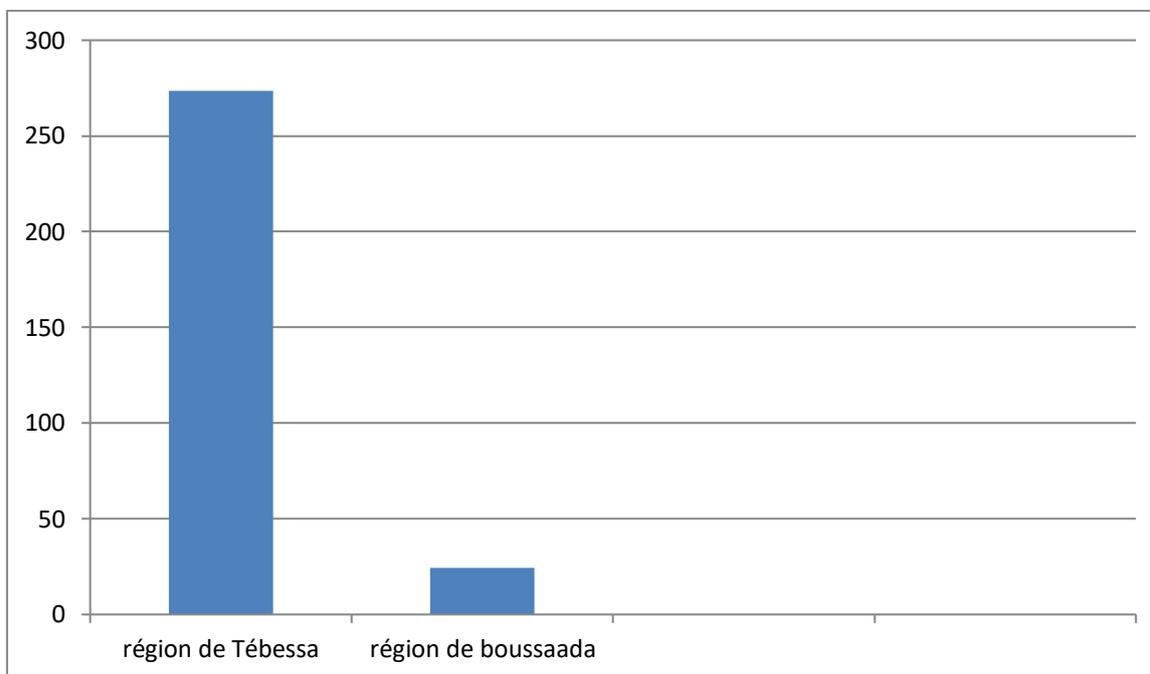


Figure 6: Teneurs en flavonoïdes dans la région de Tébessa et Boussaâda

Les résultats de la teneur en flavonoïdes montrent que la valeur la plus élevée est celle de la région de Tébessa, à savoir une moyenne 273.56 ± 2.6 mg EC/ g MS **Dridi, (2018)**, en comparaison avec Boussaâda avec 24.43 ± 0.01 mg EQ / g ES **Chabane, (2021)** est très faible (Figure 6).

Ce résultat de la région de Tébessa, sont supérieurs en comparaison avec les travaux de **Milan, (2012)** a obtenu la teneur de 47.80 mg EC/g MS, **Malki, (2017)** ont rapporté que la teneur totale en flavonoïdes est de 7.30 ± 0.90 mg éq. Qu /g de la région de Biskra et 4.99 ± 0.39 mg éq. Qu/g pour la région de sétif, **Bendjabour, (2019)** a obtenu la teneur 25.33 ± 0.29 mg EQ/MS.

Les teneurs obtenus par **Milan, (2012)** et **Bendjabour, (2019)** sont élevées par rapport à la teneur enregistrée dans la région de Boussaâda, cette dernière est plus élève par rapport au résultat de **Milki, (2017)**.

Cette différence de la teneur en composés phénoliques est aussi à l'origine de la plante (les différentes régions) et les conditions climatiques tels que la température, l'exposition solaire,

La sécheresse, le stress et la salinité qui stimulent la biosynthèse des métabolites secondaires tels que les polyphénols, la qualité du sol, l'altitude et la saison de croissance et de culture.

Ces facteurs peuvent expliquer les différences observées entre les teneurs phénoliques des extraits analysés dans les deux régions de cette étude et les valeurs obtenues dans la littérature pour cette plante. En dépit de ces différences, les résultats indiquent que *T.polium* est une source importante de composé phénolique (Krache, 2015).

III.4. Résultats de l'analyse des extraits alcoolique par HPLC :

Les résultats de l'analyse des extraits de la partie aérienne de *Teucrium polium L.* dans les deux régions (Bouira et Serbie). Sont repris dans le **tableau 8**.

Tableau 10 : les phénols identifiés dans l'extrait des deux régions (Bendjabeur, 2019 ; Milošević-Djordjević et al, 2018).

Les composés phénoliques	Région de Bouira	Région de Serbie
Acide phénolique		
Acide gallique	-	8,1
Acide vanillique	-	2,1
Acide n-hydroxycinnamique	40,17	-
Acide férulique	4,10	-
Acide caféique	3,54	1,7
Acide chlorogénique	-	90
Acide 3- hydroxy-4- méthoxycinnamique	4,28	-
Acide 3, 4, 5 tri-méthoxy cinnamique	1,13	-
Acide p-coumarique	-	30

Flavonoïdes		
Lutéoline 7-O-glucoside	6,89	-
catéchine	-	235
Rutine	-	77
myricétine	-	55
Luéoline	2.11	22
Quercétine	-	24
Apigénine	5.60	157

L'analyse des résultats du tableau 10 nous a permis de relever les points suivants

- Les extraits de la plante des deux régions analysées contiennent l'acide caféique, la lutéoline et l'apigénine.
- L'acide n-hydroxy cinnamique, l'acide férulique, l'acide 3 hydroxy 4méthoxy cinnamique, l'acide 3, 4, 5, tri-méthoxy-cinnamique ont été détectés dans *T. polium* est provenant de Bouira.
- Les acides gallique, vanillique, chlorogénique, *p*-coumarique et catéchine, rutine, myricétine, quercétine, ainsi que la existe dans la plante povenant de Serbie.
- les figures 7.8 (tableau 12 dans **l'annaxeI**) suivants présentes les Principaux composés phénoliques que se trouvé dans la plante de la région de Bouira et Serbie.

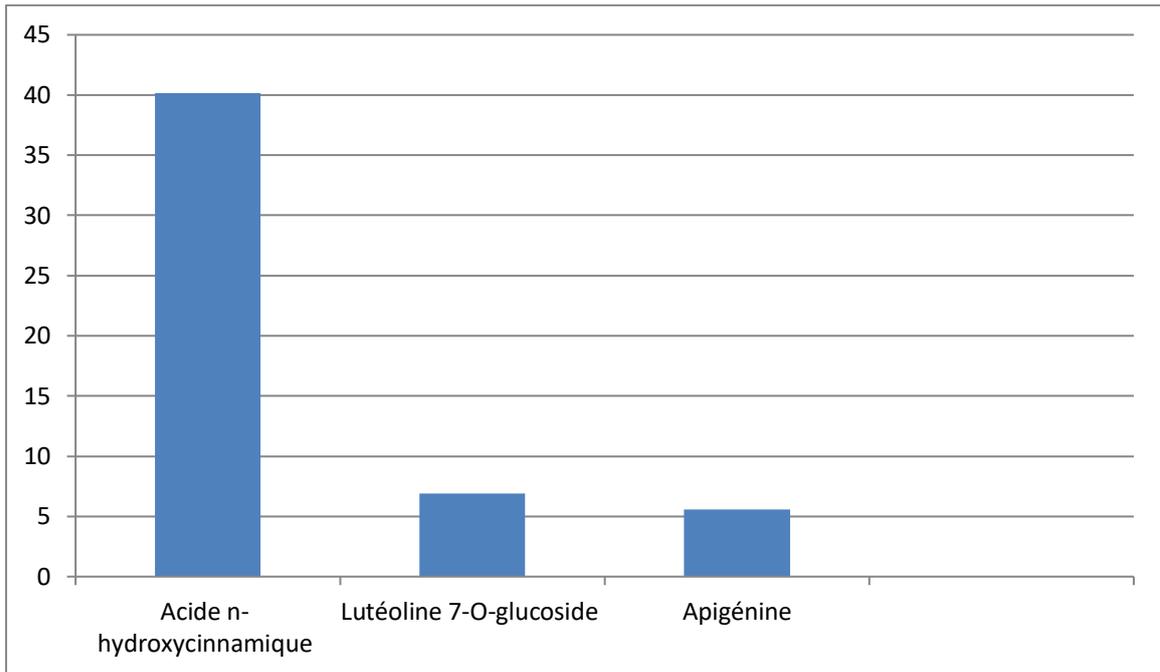


Figure 7 : Principaux composés phénoliques de *T. polium* de Bouira.

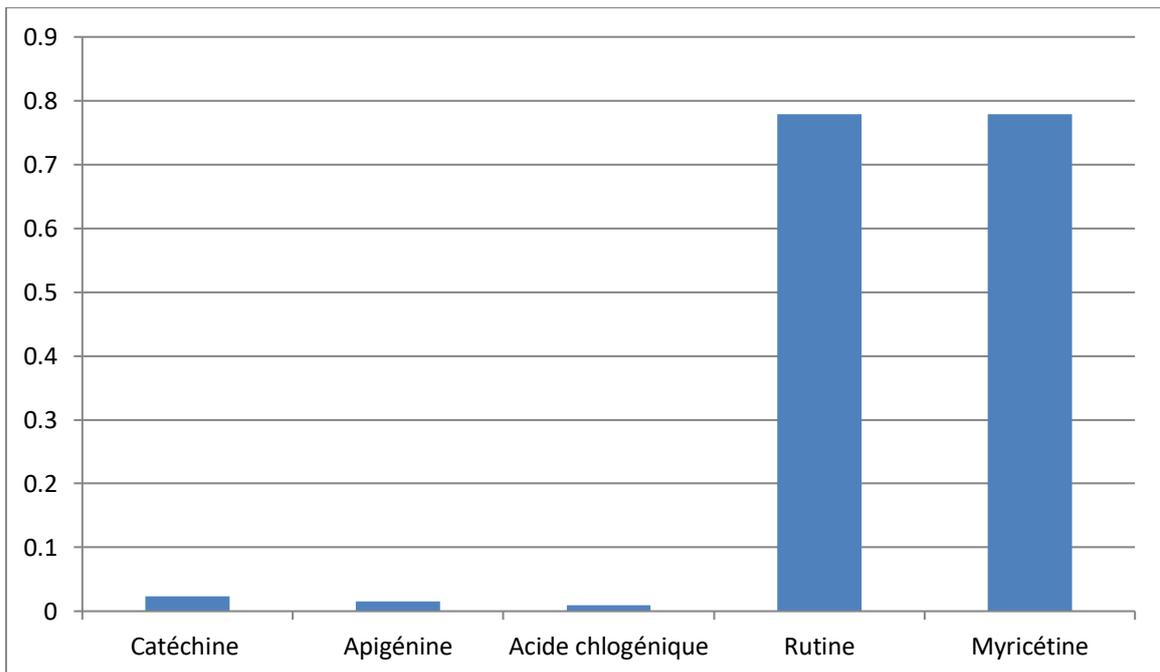


Figure 8 : Principaux composés phénoliques de *T. polium* de Serbie

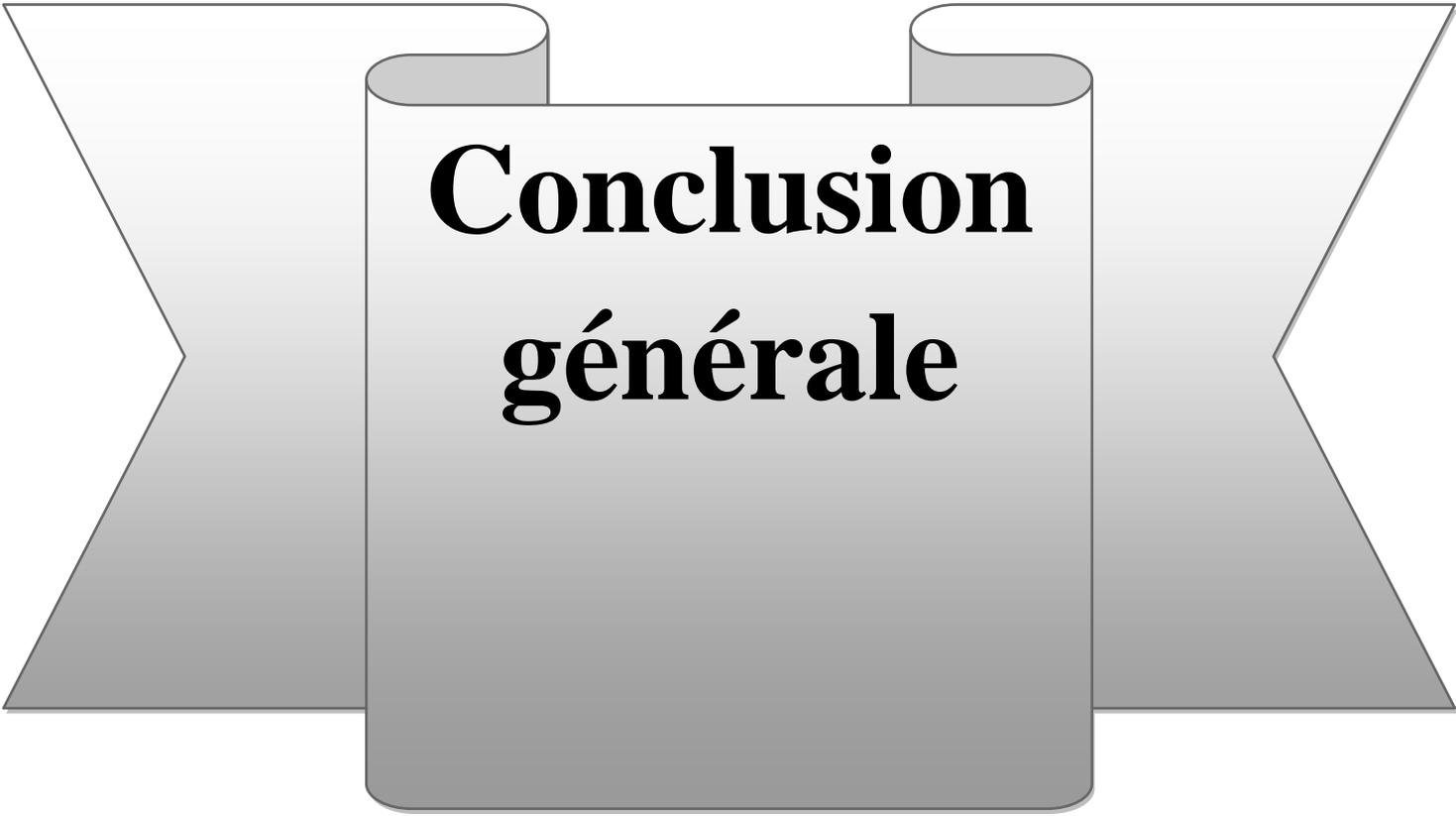
- Plusieurs auteurs ont signalé la présence de ces composés comme l'acide gallique, l'acide caféique, rutine (Abbas, (2019) ; Fattah, (2019)), l'acide férulique, l'acide vanilique, quercétine Abbas, (2019), la lutéoline, lutéoline 7-O- β -D-glucopyranoside, lutéoline 7-O-(5-O-syringoyl- β -D-apiofuranosyl)-(1-2)- β -D-glucopyranoside (Abbas, (2019) ; Gjoshe et al, (2012) ; Chabane, (2021)), l'acide chlorogénique Fattah, (2019), l'apigénine (Abbas, (2019) ; Gjoshe et al, (2012)). L'un des pics non identifiés pourrait représenter l'acide ascorbique Fattah, (2019), poliumoside, asteoside, hyperoside, isoquercitrine, diosmine, circiliol, circimaritine, circilineol, eupatorin, 5-desmethylinensetin, salvigenin Chabane, (2021).
- Tous les résultats obtenus montrent que la partie aérienne de notre plante présente une quantité intéressante des composés phénoliques, selon la méthode des dosages des polyphénols et flavonoïdes. Ces résultats sont en accord avec ceux mentionnés dans l'analyse par HPLC, qui montre la richesse de l'extrait de *T. polium* en ces composés (Fattah, 2019), (tableau 9)

Ce tableau montre et prouve la richesse de *T. polium* en composés phénoliques

Tableau 11 : Revue de la littérature des principaux composés identifiés dans l'espèce *Teucrium polium L.*

Régions	Principaux composés identifiés	Références
Grèce	Composés phénoliques (mg/100g d'échantillon sec) : tyrosol, acide férulique et lutéoline Acide o-hydroxybenzoïque, hydroxytyrosol, acide p-hydroxybenzoïque, acide vanillique, acide gentisique, l'acide 3-nitro-phtalique et la quercétine	Proestos et al, 2006

R.Macedonia	Dérivés de l'acide hydroxycinnamique, glycosides phényléthanoïdes, glycosides flavonoïdes et aglycones flavonoïdes	Mitreski et al, 2014
Italie	Poliumoside, apigénine, lutéoline, montanine D, montanine E, teubutiline A, teuchamecrine C	Pacifico et al, 2012
Iran	Rutine, apigénine, diméthoxy apigénine et diméthoxy apigénine.	Sharififar et al, 2009



**Conclusion
générale**

Teucrium polium L. à été reconnu depuis longtemps en médecine populaire dans le traitement de nombreuses de pathologies tel que les rhumatismes. Il serait donc très intéressant de l'exploiter pour la recherche de ses principes actifs, responsables de ces propriétés pharmacologiques.

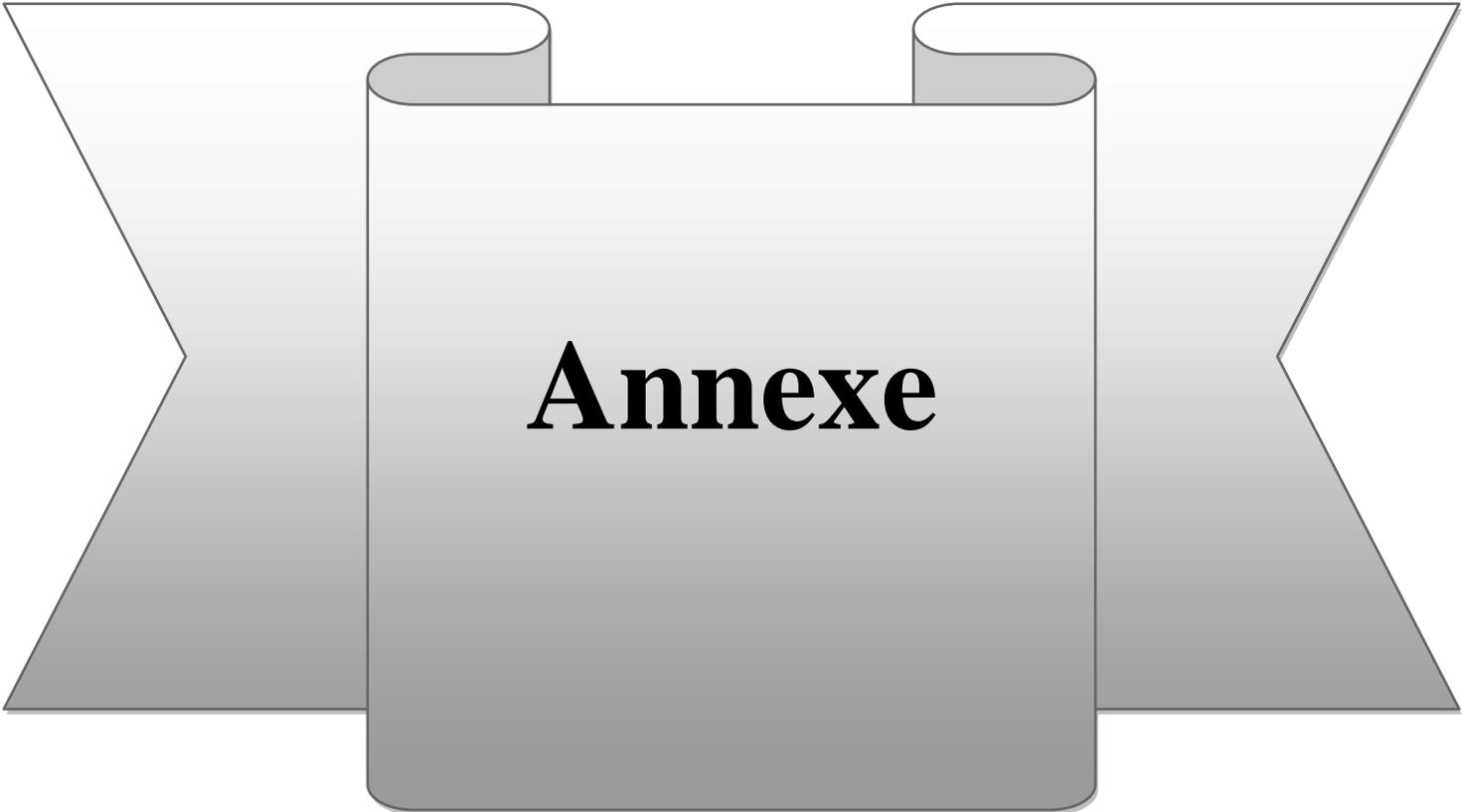
Cette revue bibliographique, a pour but de montrer le lien entre la variabilité des composés phénoliques et le changement du biotope.

- ❖ La plante est riche en composés phénolique où le rendement d'extarction 17.5% pour la région de Tébessa et 9.81% pour la région de Boussaâda.
- ❖ Les résultats du dosage des polyphénols pour la région de Tébessa et Boussaâda est 200.26 ± 2.08 mg EAG/g MS et 86.63 ± 0.03 mg EAG/g ES respectivement.
- ❖ Le dosage des flavonoïdes enregistrées dans la région de Tébessa et Boussaâda telle que 273.56 ± 2.6 mg EC/g MS et 24.43 ± 430.01 mg EQ/g ES respectivement.

Nous remarquons que la plante de Tébessa est plus riche en composés phénoliques par rapport à celle de Boussaâda.

- ❖ L'analyse par HPLC a montré que *T polium* de Bouira est riche en acide caféique, acide n-hydroxycinnamique, la lutéoline 7-O-glucoside, acide férulique, acide 3-hydroxy-4 méthoxycinnamique, acide 3,4,5tri méthoxycinnamique, lutéoline, apéginine, alors que celle de Serbie est riche en acide phénolique, acide gallique, acide vanillique, acide caféique, acide chlorogénique, acide p-coumarine, catéchine, rutine, myricétine, luéoline, quercétine, apigénine.

Nous constatons que les composés phénoliques changent qualitativement et quantitativement avec le changement du biotope.



Annexe

L'annexe I

Tableau 5 : Rendement extraction dans la région de Tébessa et Boussaâda

	Région de Tébessa	Région de Boussaâda
Rendement	9.81%	17.5%

Tableau 6 : Teneurs en polyphénols totaux dans la région de Tébessa et Boussaâda

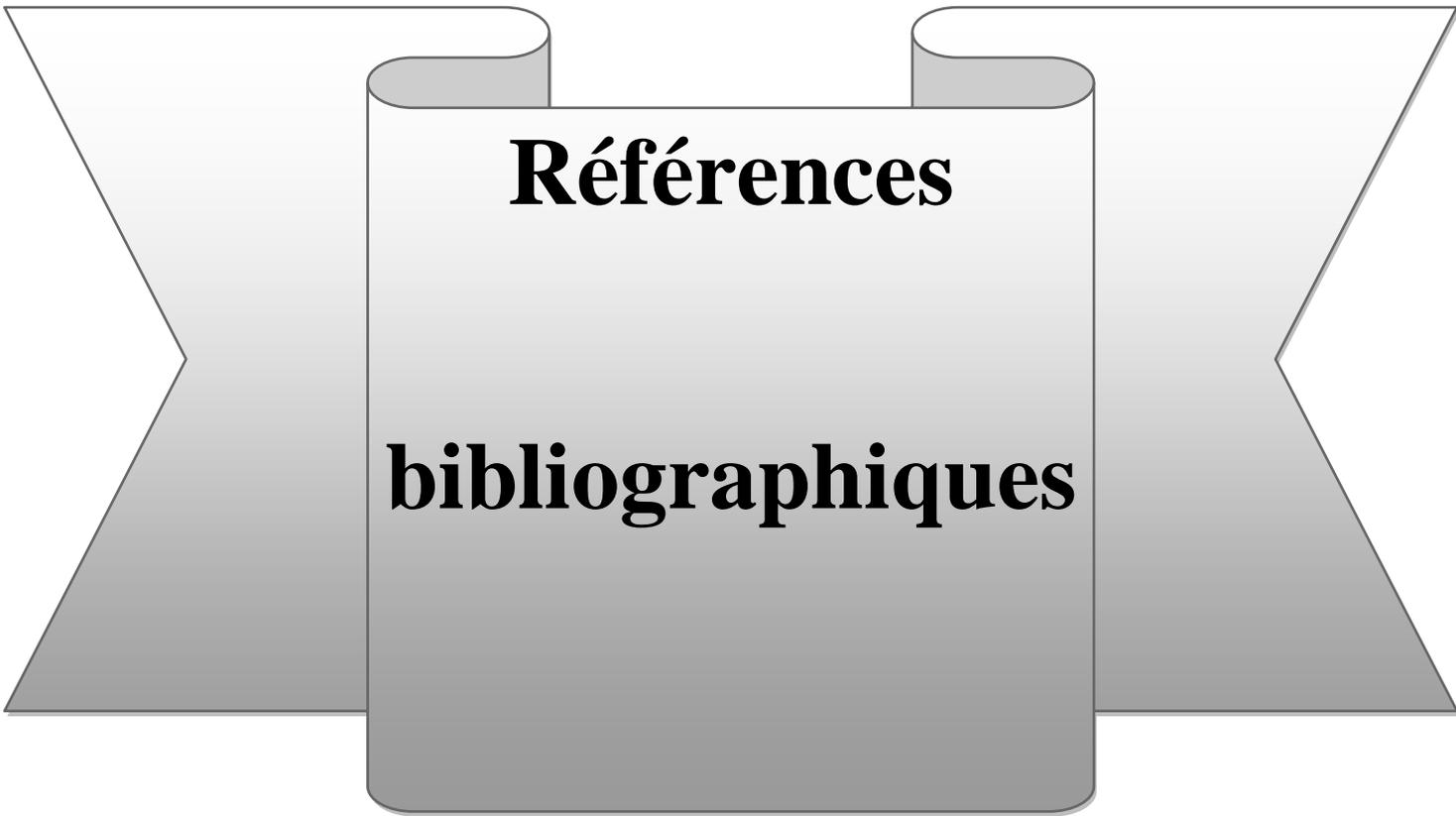
	Région de Tébessa	Région de Boussaâda
Teneurs moyenne en polyphénols	200.26± 2.08 mg EAG/ g MS	86.63±0.03 mg EAG/ g ES

Tableau 7 : Teneurs en flavonoïdes dans la région de Tébessa et Boussaâda

	Région de Tébessa	Région de Boussaâda
Teneurs moyenne en flavonoïdes	273.56± 2.6 mg EC/ g MS	24.43± 0.01 mg EQ/ g ES

Tableau 12 : Principaux composés phénoliques de *T. polium* de la région de Bouira et Serbia

Région de Bouira	Région de Serbia
-Acide n-hydroxycinnamique (40.17%)	- Catéchine (235×10 ⁻⁴ µg/ ml)
-Lutéoline 7-O-glucoside (6.89%)	- Apigénine (157×10 ⁻⁴ µg/ ml)
-Apigénine (5.6%)	-Acide chlorogénique (90×10 ⁻⁴ µg/ ml)
	-Rutine (7790×10 ⁻⁴ µg/ ml)
	-Myricétine (7790×10 ⁻⁴ µg/ ml)



Références

bibliographiques

Références bibliographiques

- Alibert G.**, Ranjeva R. et Boudet M.A. (1977). Organisation subcellulaire des voies de synthèse des composés phénoliques. *Physiol. Veg.*, 15 : 279-301.
- Abbas H**, 2019 ; Analyse de la diversité chimique de *Teucrium polium geyrii* Maire Du Hoggar par les composés phénoliques et propriétés médicinales ; Thèse Doctorat de l'université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene p 35.
- Al Bahtiti N.H.** (2012). *Teucrium polium* extracts Jordanian ja'adeh. *Asian J. Agric. Sci.* 4(6): 379-382
- Bendjabeur S, (2019).** Etude phytochimique et activités biologiques des huiles essentielles et des extraits éthanoliques de *Teucrium polium* subsp *capitatum*, *Thymus algeriensis* et *Ammoides verticillata* ; Thèse De Doctorat, Ecole Nationale Supérieur Agronomique pt 149.
- Bendif, H, 2017 ;** Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques in vitro des extraits actifs de quelques Lamiaceae : *Ajuga iva* (L) ; *Teucrium polium* L ; *Thymus munbyanus* subsp. (Bioss. & Reut.) Greuter & Burdet et *Rosmarinus eriocalyx* Jord & Fourr. Thèse Docteur de l'Ecole Normale supérieure de kouba-Alger p31
- Bayer E, Butler K.P, Finkenzeller X.** and Grau J, 1990. Guide de la flore méditerranéenne. Delachaux et Niestlé, Paris. p.156-157.
- Balasundram N., Sundram K et Samman S.** (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, 99: 191–20
- Boulanger P. and Polonvski J.** *Traité de biochimie.* (1969). Tome III. Ed. Masson, Paris, p. 760- 770.
- Bahramikia S, Yazdanparast R.** (2012). Phytochemistry and medicinal properties of *Teucrium polium* L. (Lamiaceae). *Phytother. Res.* **26**: 1581-1593.
- Bondia-Pons I, Aura A.M., Vuorela S., Kolehmainen M., Mykkanen H. et Poutanen K.** (2009). Rye phenolics in nutrition and health. *Journal of Cereal Science*, 49: 323–336.
- Bimacr M, Abdul Rahman R, Taip F, Ganjloo A, Salleh L, Selamat J, Hamid A, Zaidu I.** (2011). Comparison of different extraction methods for the extraction of major bioactive

flavonoid compounds from spearmint (*Mentha spicata* L.) leaves. *Food and Bioproducts processing*, 67–72.

Bruneton J., 2009, Pharmacogosie, II^{ème} Edition, Ed Lavoisier, Paris, 567, 571, 683.737.57

Chabane S, (2021). Caractérisation, toxicité et activités biologiques de *Teucrium polium*. Thèse Doctorat de l'université Mohamed Boudiaf-M'Sila pt 73.

Christodoulakis N.S, Kogia D, Mavroeidi D, Fasseas C. (2010). Anatomical and histochemical investigation of the leaf of *Teucrium polium*, a pharmaceutical sub-shrub of the Greek phryganic formations. *J. Biol. Res. Thessalon*. **14**:199-209.

Crozier A., Clifford M.N., Ashihara H. (2006). Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet. Edition Blackwell Publishing Ltd. p134.

Cheyrier V., Comte G., Davies K.M., Lattanzio V. et Martens S. (2013). Plant phenolics: Recent advances on their biosynthesis, genetics, and Plant Physiology and Biochemistry, **72**:1-20.

Cowling R.M., Rundel P.W., Lamont B.B., Arroyo M.K & Arianoutsou M., 1996. Plant diversity in mediterranean-climate region. *Trends Ecol. Evol.* **11**: 362-366.

Cheyrier V., Comte G., Davies K.M., Lattanzio V. et Martens S. (2013). Plant phenolics: Recent advances on their biosynthesis, genetics, and ecophysiology. *Plant Physiology and Biochemistry*, **72**:1-20.

Dridi A, (2018). Etude phytochimique et activité biologique deux espèces: *Teucrium polium* L. et *Pituranthos chloranthus* Coss et Dur. Thèse Doctorat de l'université Badji Mokhtar-Annaba, pt85.

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

Debuigne G., 1972. Dictionnaire des plantes qui guérissent. Librairie Larousse. p.130.

Derbel S. et Ghedira K, (2005). Les phytonutriments et leur impact sur la santé. *Phytothérapie et Nutrition*. **1** ; p: 28-34.

Dubois G.E., Grosbay G.A. et Saffron P. (1977). Non nutritive Sweeteners: Taste structure relationships with for some new simple dihydrochalcones.

Science, 195: 397-399.

Dominguez Lozano F. & Schwartz M. W., 2005. Patterns of rarity and taxonomic group size in plants. *Biol. Conserv.* 126: 146-154.

Dewanto, V., Wu, X., Adom, K.K., Liu, R.H., (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50, 3010-3014.

Fettah, A., (2019). Etude phytochimique et évaluation de l'activité biologique (antioxydant-antibactérienne) des extraits de la plante *Teucrium polium* L. Sous espèce Thymoides de la région Beni souik, Biskra. Thèse Doctorat de l'université Mohamed Khider Biskra pt 94.

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

Gharaibeh M.N., Elayan H.H. Salhab A.S., 1988. Hypoglycaemic effects of *Teucrium polium*. *J. Ethnopharm.*, 24, 93-99.

Garcia-Salas P., Morales-Soto A., Segura-Carretero A. and Fernández-Gutiérrez A. (2010).

Phenolic-Compound-Extraction Systems for Fruit and Vegetable Samples. *Molecules*, 15 : 8813-8826.

Gresele P., Cerletti C., Guglielmini G., Pignatelli P., De gaetano G. et Violi F. (2011). Effects of Resveratrol and other wine polyphenols and vascular function; an update. *J. of Nutri Biochem.*, 20: 201- 212.

Gjoshe S ; Marija K ; Marina S, Vassya B ; Svetlana K ;2012. HPLC and UV-spectrophotometry analysis of flavonoides in spray-dried and freeze-dried extracts of *Teucrium polium* L.(Lamiaceae). University Ss Cyril and Methodius, Skopje, Republic of Macedonia.85:39-44.

Hennebelle T., Sahpaz S. et Bailleul F. (2004). Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytoth.*, 1: 3-6.

Heimeur N., Idrissi Hassani L.M. et Amine Serghini M. (2004). Les polyphénols de *Pyrus mamorensis* (Rosaceae). *Reviews in Biology and Biotechnology*, 3 (1): 37-42.

Harborne J.B. (1989). The flavonoids in leaves of diploid *Triticum* species

(Gramineae). *Plant Syst. Evol.*, 154:251-257

Hammoudi R, (2009). Contribution à la mise en évidence de principes actifs de plante *Teucrium polium geyrii* provenant de la région Tamanrasset. Mémoire Magister. Université Kasdi Merbah-Ouargla.p 60-61.

Hasani P, Yasa N, Vosough-Ghanbari S, Mohammadirad A, Dehghan G, Abdollahi M. (2007). *In vivo* antioxidant potential of *Teucrium polium*, as compared to α -tocopherol. *Acta Pharm.* **57**:123-127.

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
(1)https://www.florealpes.com/fiche_teuciumpolium.php

Krache I, (2015) ; Effets anti-inflammatoire, antioxydants et toxiques de l'extrait de *Teucrium polium* L. Thèse Doctorat. Université Ferhat Abbas Sétif 1p 101.

Kerbouche-Hammoum L, 2016 ; Etude de la composition chimique et de l'activité des biologique des huiles essentielles et d'extraits non volatils de sarriette (*Satureja calamintha* Scheele), d'origan (*Origanum floribundum* Munby), de germandrée (*Teucrium polium* Briq) et de khella (*Ammi visnaga* Lamk). Thèse Doctorat. Ecole Nationale Supérieur Agronomique.

Kan Y., Gokbulut A., Kartal M., Konuklugil B. et Yilmaz G. (2007).

Development and Validation of a LC Method for the Analysis of Phenolic Acids in Turkish *Salvia* Species. *Chromatographia Supplement*, 66: 147– 152.

Kadifkava Panovska T, Kulevanova S, Stefova M. (2005). *In vitro* antioxidant activity of some *Teucrium* species (Lamiaceae). *Acta Pharm.* **55**:207-214.

Kim D.O., Chun O.K., Kim Y. J., Moon H.Y., Lee C.Y., (2003). Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *J. Agric. Food Chem.*, Vol. 51(22); p 6509-6515.

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

Macheix J.J., Fleuriet A. et Sarni Machado P. (2006). Composés phénoliques dans la plante- Biosynthèse, répartition et rôles. Les polyphénols en agroalimentaire. Edition Lavoisier, Paris. 390-399pp.

- Malki S, 2017** ; Etude Morphologique, physiologique et biologique de quelques populations de *Teucrium polium* L. capitatum dans l'Est algérien. Thèse Doctorat. Université des freres Mentouri-Constantine 1.
- Milošević´-Djordjević´, O.; Jakovljević´,M.R.; Marković´, A.; Stanković´,M.; Č´iric´, A.; Marinković´, D.; Grujić´ic´, D.** Polyphenolic contents of *Teucrium polium* L. and *Teucrium scordium* L. associated with their protective effects against MMC-induced chromosomal damage in cultured human peripheral blood lymphocytes. *Turk. J. Biol.* **2018**, 42, 152–162.
- Mitreski, I.; Petreska Stanoeva, J.; Stefova, M.; Stefkov, G.; Kulevanova, S.** Polyphenols in representative *Teucrium* species in the Flora of R. Macedonia: LC/DAD/ESI-MSn profile and content. *Nat. Prod. Commun.* **2014**, 9, 175–180.
- 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.
- Nitsch J.P. et Nitsch C. (1961)**. Synergistes naturels des auxinex et des giberellines. *Bull. Soc. Fr.*, 26: 2237- 2240.
- Proestos C, Sereli D, Komaitis M. (2004)**. Determination of phenolic compounds in aromatic plants by RP-HPLC and GC-MS. *Food Chem.* **95**:44-52.
- Parsaee H, Shafiee-Nick R. (2006)**. Anti-Spasmodic and anti-nociceptive effects of *Teucrium polium* aqueous extract. *Iran Biomed. J.* **10**(3):145-149.
- Proestos, C.; Sereli, D.; Komaitis, M.** Determination of phenolic compounds in aromatic plants by RP-HPLC and GC-MS. *Food Chem.* **2006**, 95, 44–52.
- Pacifico, S.; D'Abrosca, B.; Scognamiglio, M.; D'Angelo, G.; Gallicchio, M.; Galasso, S.; Monaco, P.; Fiorentino, A.** NMR-based metabolic profiling and in vitro antioxidant and hepatotoxic assessment of partially purified fractions from Golden germander (*Teucrium polium* L.) methanolic extract. *Food Chem.* **2012**, 135, 1957–1967
- Quezel P., Santa S. (1962-1963)**. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques Méridionales, Vol. 1-2. Ed. Centre National de la Recherche Scientifique CNRS.Paris, p1170.
- Ramnathan S.P, Slavoff S.A, Grundel E, White K.D, Mazzola E, Koblenz D, Rader J. (2005)**. Isolation and characterisation of selected Germander diterpenoids from authenticated *Teucrium chamaedrys* and *T. canadense* by HPLC, HPLC-MS and NMR. *Phytochem. Anal.* **17**:243-250.

- Rajabalian S., 2008.** Methanolic extract of *Teucrium polium* L. potentiates the cytotoxic and apoptotic effects of anticancer drugs of vincristine, vinblastine and doxorubicin against a panel of cancerous cell lines. *Exp Oncol.*, 30(2):133-8
- Rasekh H. R, Khoshnood-Mansourkhani M.J, Kamalinejad M. (2001).** Hypolipidemic effects of *Teucrium polium* in rats. *Fitoterapia* 72:937-939.
- Shakhanbeh J, Atrouce O. (2000).** *Teucrium polium* Inhibits Nerve Conduction and Carrageenan Induced Inflammation in the Rat Skin. *Turk. J. Med. Sci.* 3:15-21
- Sarni-Manchado P. et Cheynier V. (2006).** Les polyphénols en agroalimentaire. Tec et Doc. Paris. p 398.
- Sharififar, F.; Dehghn-Nudeh, G.; Mirtajaldini, M.** Major flavonoids with antioxidant activity from *Teucrium polium* L. *Food Chem.* **2009**, 112, 885–888
- Skouti E, Kattah A, Alachkar A, Ben Hedda J, Vincieri. (2012).** Biochemical, antinociceptive and hepatotoxic effects of the chronic administration of *Teucrium polium* essential oil in rats. *Int. J. Pharm. Sci.* **4**(3):193-197.
- Singleton V L, Rossi JA., 1965,** Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *Am J EnolVitic*, 16:144-158
- Tela botanica :** <https://www.tela-botanica.org>
- Tahouo S.F, 2016.** Procédures d'extraction globale des composés phytochimiques pour l'évaluation analytique des médicaments à base de plantes. Thèse Doctorat .Université URF sciences pharmaceutique et biologique.
- Velasco-Negueruela A. et Perez –Alonso M.J (1990)** The Volatiles of six *Teucrium* species from the Iberian Peninsula and the Balearic islands. *Phytochemistry*, 29 (4) :1165-1169.

