

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

**DEPARTEMENT DES SCIENCES DE
LA NATURE ET DE LA VIE**

N° :



**DOMAINE : SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE**

FILIERE : SCIENCE BIOLOGIQUE

**OPTION : BIODIVERSITE ET
PHYSIOLOGIE VEGETALE**

**Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique**

Par:

DAOUDI Khaoula & CHERGUI Hadjira

Intitulé

**Contribution à l'étude de la phytochimie des
extraits de quelques plantes médicinales
d'Algérie**

Soutenu le/09/2020 devant le jury composé de:

Dr. ADOUI Nabila	MCB	Université de M'Sila	Présidente
Dr. BENDIF Hamdi	MCA	Université de M'Sila	Rapporteur
Mr. BENSLAMA Abderrahim	MAA	Université de M'Sila	Examineur

Année universitaire : 2019 /2020

Dédicaces

*Nous dédions ce travail à **nos chers parents**, pour leurs sacrifices et leurs soutiens tout au long de nos études*

*A nos chers frères **Mahdi** & **Nourddine** & **Farse** & **Yacine** & **Kamale** & **Khalde***

A nos chères sœurs **Amale & **Naouale** & **Leila** & **Hanane***

*A les familles : **Chergui** & **Daoudi***

A toute personne contribue à ce travail

*A l'ensemble des **enseignants** qui ont contribué à notre formation durant ces 5 dernières années 2015-2020*

*Et a tous nos **amies** de la promotion de Master de biodiversité et physiologie végétale 2018-2020*

KHAWLA et HADJRA



Remerciements

Nous tenons avant tout à remercier Dieu tout puissant, pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces années d'étude, afin que nous puissions en arriver là.

*D'abord nous remercions l'encadreur, **Dr. BENDIF Hamdi, Maitre de conférences A.** à l'Université de M'sila d'avoir accepté d'encadrer ce travail, ainsi que pour sa gentillesse, sa disponibilité, ses conseils constructifs, son attention, son dévouement et sa disponibilité tout au long de ces mois de travail.*

*Nous exprimons nos vifs remerciements à **Dr. ADOUI Nabila, Maitre de conférences B.** à l'Université de M'sila pour m'avoir fait l'honneur de présider ce jury.*

*Aussi on remercie **Mr. BENSLAMA Abderrahim, Maitre-assistant A.** à l'Université de M'sila, d'avoir accepté de juger et de siéger dans le jury.*

Nos profonds remerciements à nos parents de nous avoir soutenu moralement et financièrement durant ces longues années.

Nos remerciements vont également à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de cette thèse.



Table des matières

Dédicace	
Remerciements	
Table des matières	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction générale	01
<i>Chapitre I. Recherche bibliographique</i>	02
1. Plantes médicinales	02
1.1. Généralités	02
1.2. Historique des plantes médicinales	03
1.3. Culture et cueillette des plantes médicinales	03
1.4. Séchage des plantes médicinales	04
1.5. Conservation des plantes médicinales	05
1.6. Modes de préparation des plantes médicinales	05
2. Substances naturelles, métabolisme secondaire et extraction	07
2.1. Métabolites secondaires	07
2.1.1. Polyphénols	07
2.1.2. Les terpènes	09
2.1.3. Alcaloïdes	10
2.2. Extraction des principes actifs	11
1. Extraction par soxhet	11
2. Extraction par solvant organique	11
3. Extraction assistée par micro-onde (MAE)	11
4. Extraction par solvant à chaud et sous pression (ASE)	11
5. Extraction par fluide supercritique (SFE)	12
2.3. Propriétés pharmacologiques des métabolites secondaires	12
3. Présentation des espèces étudiées	14
A. <i>Erodium medeens</i> (Géraniacées)	14
1. Etymologie	14
2. Systématique	14
3. Description de la famille Géraniacées	14
4. Description botanique d' <i>Erodium medeens</i>	14
5. Répartition géographique	15
6. Aspect phytochimique	16
7. Usage traditionnel et propriétés pharmacologiques	16
B. <i>Linum tenue</i> (munbyanum) ssp <i>munbyanum</i> (Linaceae)	16
1. Etymologie	16
2. Systématique	16
3. Description de la famille Linaceae	17
4. Description du <i>Linum tenue</i> (munbyanum) ssp <i>munbyanum</i>	17
5. Répartition géographique	18
6. Aspect phytochimique	19
7. Usage traditionnel et propriétés pharmacologiques	19
C. <i>Ajuga iva</i> ssp <i>pseudovia</i> (Lamiacées)	20
1. Etymologie	20
2. Systématique	20
3. Description de la famille Lamiaceae	20
4. Description d' <i>Ajuga iva</i> ssp <i>pseudovia</i>	21

5. Répartition géographique	22
6. Aspect phytochimique	23
7. Usage traditionnel et propriétés biologiques (propriétés pharmacologiques)	24
<i>Chapitre II : Matériel et Méthodes</i>	25
1. Matériel biologique	25
1.1. Critères de sélection des plantes	25
1.2. Récolte des plantes	25
1.3. Identification botanique	25
1.4. Préparation des échantillons	26
2. Criblage phytochimique (Screening chimique)	26
2.1. L'épuisement du matériel végétal avec l'eau	27
2.2. L'épuisement du matériel végétal avec l'EtOH	27
a. Les saponosides	27
b. Test des alcaloïdes	27
c. Anthraquinones libres (Réaction de Borntrager)	27
d. Terpénoïdes (Test de Slakowski)	27
e. Tanins	28
3. Détermination du rendement des extractions	28
4. Extraction	28
1. Préparation d'extraits bruts par macération	28
5. Analyse quantitative de composés phénoliques	29
5.1. Dosage des composés phénoliques	29
5.2. Dosage des flavonoïdes	30
5.3. Dosage des tannins	31
<i>Chapitre III : Résultats et discussion</i>	33
1. Résultats de screening phytochimique	33
2. Résultats d'extractions et rendements	35
3. Analyse Quantitative des composés phénoliques	36
1. Résultats des Teneurs en phénols totaux, flavonoïdes et tannins	36
2. Résultats de dosage des phénols totaux	37
3. Résultats de dosage des flavonoïdes	38
4. Résultats de dosage des tanins	39
Conclusion générale	42
Références bibliographiques	
Résumés (Arabe, Français et Anglais)	
Annexes	

Liste des tableaux

Tableau 01 : Classification de la famille des polyphénols.	08
Tableau02 : Paramètres géographiques et bioclimatiques des stations de récolte des plantes étudiées.	25
Tableau03 : Résultats des réactions de caractérisation des différents groupes chimiques recherchés dans la poudre des trois plantes étudiées (<i>Erodium medeensis</i> , et <i>Ajuga reptans</i> ssp <i>pseudovina</i> et <i>Linum catharticum</i> ssp <i>munbyanum</i>).	34
Tableau 04 : Rendement d'extraction (%) des trois plantes étudiées (<i>Erodium medeensis</i> , et <i>Ajuga reptans</i> ssp <i>pseudovina</i> et <i>Linum catharticum</i> ssp <i>munbyanum</i>). par macération avec EtOH	35
Tableau 05 : Teneurs en phénols totaux, flavonoïdes et tannins des trois plantes étudiées (<i>Erodium medeensis</i> , et <i>Ajuga reptans</i> ssp <i>pseudovina</i> et <i>Linum catharticum</i> ssp <i>munbyanum</i>).	36

Liste des figures

Figure 01: Squelette de base des flavonoïdes.	09
Figure 02 : Structure de l'unité isoprénique (C ₅ H ₈).	10
Figure 03 : Aspect morphologique de l'espèce <i>Erodium medeens</i> .	15
Figure 04 : (A):Aspect morphologique de l'espèce <i>Linum tenue</i> . (B)& (c) : Aspect morphologique de la sous-espèce <i>Linum tenue</i> ssp <i>munbyanum</i> .	18
Figure05: (A) : Les feuilles et les fleurs d' <i>Ajuga iva</i> . (B) : Les différentes parties de l'espèce <i>Ajuga iva</i> . (C & D) : Aspects morphologiques de sous - espèce <i>Ajuga iva</i> ssp <i>pseudovia</i> .	23
Figure 06: Localisation géographique de la région de Tiaret.	26
Figure 07: Représentation graphique du rendement obtenu pour les trois plantes étudiées (<i>Erodium medeens</i> , et <i>Ajuga iva</i> ssp <i>pseudovia</i> et <i>Linum tenue</i> ssp <i>munbyanum</i>).	36
Figure 08: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des phénols totaux.	37
Figure 09 : Représentation graphique aux Teneurs de polyphénols totaux pour les trois plantes étudiées (<i>Erodium medeens</i> , et <i>Ajuga iva</i> ssp <i>pseudovia</i> et <i>Linum tenue</i> ssp <i>munbyanum</i>).	38
Figure 10: Courbe d'étalonnage de la quercitine pour le dosage des flavonoïdes.	38
Figure 11 : Représentation graphique aux Teneurs des flavonoïdes pour les trois plantes étudiées (<i>Erodium medeens</i> , et <i>Ajuga iva</i> ssp <i>pseudovia</i> et <i>Linum tenue</i> ssp <i>munbyanum</i>).	39
Figure 12: Courbe d'étalonnage de l'acide tannique pour le dosage des tanins.	40
Figure 13 : Représentation graphique aux Teneurs des tanins pour les trois plantes étudiées (<i>Erodium medeens</i> , et <i>Ajuga iva</i> ssp <i>pseudovia</i> et <i>Linum tenue</i> ssp <i>munbyanum</i>).	40

INTRODUCTION GENERALE

Durant des siècles et même des millénaires, nos ancêtres ont utilisés les plantes pour soulager leurs douleurs, guérir leurs maux et panser leurs blessures. Ainsi, même actuellement, malgré le progrès de la pharmacologie, l'usage thérapeutique des plantes médicinales est très présent dans certains pays du monde et surtout les pays en voie de développement, en effet, il existe environ 500.000 espèces des plantes sur terre, dont 80.000 possèdent des propriétés médicinales (**Gueye, 2007**).

L'utilisation des plantes en phytothérapie est très ancienne et connaît actuellement point d'intérêt auprès du public, selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), environ 65- 80% de la population mondiale à recours à la médecine traditionnelle pour satisfaire ses besoins en soins de santé primaire, en raison de la pauvreté et du manque d'accès à la médecine moderne (**Jiofack et al., 2009**). Les plantes médicinales renferment de nombreux principes actifs où certains sont issus du métabolisme secondaire. Les plantes produisent déjà 70% des médicaments, environ 170000 molécules bioactives ont été identifiées à partir de plantes (**Chaabi, 2008**).

En Algérie, nous avons longtemps eu recours à la médecine traditionnelle grâce à la richesse et la diversité floristique de notre pays, qui constitue un véritable réservoir phytogénétique, avec environ 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques (**Bouزيد et al., 2016**).

Notre travail a été motivé par le souci de valoriser et de renforcer la connaissance phytochimique des extraits des plantes choisis à savoir : *Erodium medeensis*, *Ajuga reptans*, *Linum catharticum*. C'est dans cette optique que se situe notre étude dont les objectifs principaux se résument dans les volets suivants :

- ❖ Valoriser les composés des plantes étudiés par l'extraction des extraits polaires à partir des plantes.
- ❖ Analyses qualitative (Screening phytochimique) et quantitative du contenu en polyphénols, flavonoïdes et tanins des extraits.

Ce travail sera présenté comme suit : Dans le **premier chapitre**, nous présentons une analyse bibliographique décrivant les notions essentielles liées au contexte global de notre travail, dans le **second chapitre**, nous présentons le matériel et les méthodes utilisées, enfin dans le **troisième chapitre** nous présenterons les résultats obtenus et leurs discussions. Le mémoire est achevé par une conclusion et perspectives, ainsi, les **références bibliographiques**.

Recherche bibliographique

1. Plantes médicinales

1.1. Généralités

On appelle plante médicinale toute plante renferme un ou plusieurs principes actifs capable prévenir, soulager ou guérir des maladies, c'est-à-dire, les plantes dotés de propriétés curatives. Selon **Sofowora (2010)** les plantes médicinales sont toutes les plantes qui contiennent une ou des substances pouvant être utilisées à des fins thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la synthèse de drogues utiles (médicaments).

La conscience de l'utilisation des plantes médicinales est le résultat de nombreuses années de luttas contre des maladies grâce auxquelles l'homme a appris à consommer des drogues dans les écorces, les graines, les fruits et d'autres parties des plantes, la science a inclus dans la pharmacothérapie moderne une gamme de médicaments d'origine végétale connus par les civilisations anciennes et utilisés tout au long des millénaires. Selon l'OMS, environ 80 % de la population mondiale dépend essentiellement de la médecine traditionnelle et l'utilisation d'extraits végétaux associées principalement au traitement traditionnel (**Beverly et Sudarsanam, 2011; Hosseinzadeh et al., 2015**). De nombreuses plantes médicinales sont appliquées par auto-médication ou sur la recommandation d'un médecin ou d'un pharmacien. Elles sont utilisées indépendamment ou en combinaison avec des médicaments synthétiques. Pour une thérapie adéquate et appliquée avec succès, il est important de connaître l'effet pharmacologique de leurs composants (**Petrovska, 2012**).

Les grands types d'usages des plantes médicinales et aromatiques par l'homme sont cosmétiques (astringentes, adoucissantes, cicatrisantes, capillaires, pigmentaires et anti ecchymose), aromatiques et condimentaires, alimentaires, industriels (tinctoriales, fibres textiles, insecticides) et médicinales (**Anthoula, 2003**).

En Algérie, pays très riche dans sa biodiversité florale, la médecine traditionnelle y a sa place malgré l'absence de complémentarité de la phytothérapie à la médecine. Botanistes, phytochimistes, pharmacologues et médecins sont appelés à conjuguer leurs connaissances scientifiques pour que la phytothérapie soit une discipline thérapeutique officielle comme c'est le cas dans plusieurs pays comme la Chine, la Turquie, etc.... (**Kabouche et al., 2005**). En Algérie, les plantes médicinales et aromatiques sont utilisées principalement dans les zones rurales par les personnes âgées et qui ont encore l'expérience de certaines recettes à base de plantes (**Reguieg, 2011**). En effet, l'action des plantes

médicinales viennent de leurs métabolites primaires et secondaires, et sans doute, de la synergie entre les différents composés présents (**Reguieg, 2011**).

1.2. Historique des plantes médicinales

Depuis des millénaires, les vertus des plantes médicinales sont reconnues par de très nombreuses civilisations. Leur usage à des fins thérapeutiques appelé "Phytothérapie", rencontre aujourd'hui un regain d'intérêt lié à volonté de retour aux principes de la nature (**Iserin, 2001**). La médecine par les plantes est sans doute la plus ancienne. En effet, depuis quelques années, les plantes sont utilisées pour soulager les petits maux quotidiens. La botanique a connu un grand essor avec l'avènement de l'Islam. Les Arabes traduisirent et commentèrent le *Cornus Hyppocratus*, le *MATURIA MEDICA* de DISCORIDES et les écrits de Gallien. Les médecins du monde musulman, parmi lesquels Abou Ali Ibn Sina, contribuèrent par leurs travaux, leurs techniques, leurs observations cliniques et leurs expérimentations à dégager les propriétés des plantes et à nous laisser un matériel thérapeutique important. Le remède tiré des plantes est considéré comme "une force destinée à seconde la nature, car la nature préside aux deux états celui de la santé et celui de la maladie selon Ibn Khaldoun (**Iserin, 2001**).

1.3. Culture et cueillette des plantes médicinales

Les avantages de la culture des plantes médicinales sont en effet évidents:

- Disponibilité des plantes sans besoin d'aller dans la forêt détruire les espèces.
- Apports substantiels de revenus pour les paysans qui les cultivent.
- Disponibilité prévisible des plantes médicinales au moment voulu et en quantité voulue.
- Disponibilité et protection des plantes actuellement rares ou en voie de disparition dans la nature.
- Contrôle plus facile de la qualité, de la sécurité et de la propreté des plantes.

La teneur en principes actifs d'une plante médicinale varie avec l'organe considéré, mais aussi avec l'âge de la plante, l'époque de l'année et l'heure de la journée. Il y a donc une grande variabilité dont il faut tenir compte pour récolter au moment le plus opportun (**Belouad, 2005**). La cueillette donc, doit toujours tenir compte des variations climatiques et saisonnières. Ainsi, elle ne doit jamais se faire en temps de pluie afin d'éviter les risques de moisissure. Pour déterminer les propriétés d'une plante, il est donc nécessaire de prendre en considération non seulement la partie utilisée mais aussi sa morphologie, sa couleur, sa

nature, sa saveur et ne pas s'arrêter sur un seul critère (**Soltner, 1996; Marschner, 1995 in Endrias, 2006**). De nombreux organes peuvent être récoltés: les racines, les rhizomes, les tiges, l'écorce, le bois, les bourgeons, les feuilles, les sommités fleuries, les fleurs, les fruits, les graines, mais aussi les gommages et le latex (**Volak et Stodola, 1983**).

Les dix règles de la cueillette des plantes médicinales :

1. Il faut avoir une bonne connaissance des plantes médicinales pour les récolter afin de ne pas se tromper sur les plantes dangereuses et toxiques.
2. Il faut prendre des précautions dans la cueillette des plantes toxiques, ex : porter des gants, se laver soigneusement les mains après les avoir touchées, il faut les placer à part pour les sécher.
3. Il faut se spécialiser sur une seule espèce si vous souhaitez vendre des plantes et il faut être sûr qu'elle se vendra.
4. Pour éviter la disparition totale de l'espèce des plantes médicinales, la cueillette ne doit jamais toucher tous les spécimens d'une certaine espèce dans un endroit donné.
5. Lors du ramassage des plantes médicinales il est recommandé de porter des gants et d'utiliser des instruments adaptés, ex : Couteau, sécateur, faucilles.
6. Faire attention pendant la manipulation et le transport des plantes afin de ne pas les abîmer et risquer une fermentation.
7. Éviter de récolter les plantes malades ou infectées par des insectes nuisibles.
8. Ne ramasser pas les plantes médicinales dans les prairies et les vergers où on a utilisé des herbicides et pesticides.
9. Les plantes ne doivent pas être récoltées humides, car elles s'abîment rapidement par échauffement (Le meilleur moment pour cueillir est entre 10h du matin-5h du soir, temps sec et ensoleillé).
10. Les plantes récoltées doivent être séchées le plus tôt possible après leur cueillette (**Frantisek, 1992**).

1.4. Séchage des plantes médicinales

Pour que les drogues ne perdent pas leurs qualités médicinales, il faut les sécher. Le séchage doit être réalisé rapidement juste après la récolte. On protège le lieu de séchage, de la pluie, l'humidité, la poussière. Le séchage a lieu à l'ombre, ou dans un endroit protégé contre les rayons solaires, et il doit être appliqué avec la séparation de chaque plante ou une partie de plante. Le séchage dépend de l'air, la teneur en eau de la plante, sa structure des tissus, et de la température. La température idéale est de 30°C à 40°C ; elle doit être plus élevée pour les

parties grosses des plantes. Lorsque les tiges, racines et feuilles se brisent facilement sous la pression du doigt, et que les fruits sont durs, on peut dire que le séchage est terminé (Thurzova, 1978).

1.5. Conservation des plantes médicinales

Pour conserver les plantes, les débarrasser des parties mortes puis les faire sécher dans un lieu aéré (les racines séchées à l'air et conservées à l'abri de l'humidité), fleurs, feuilles et semences doivent être desséchées étendues sur des claies ou suspendues en petits paquets isolés. Le but de la conservation est la protection des plantes contre le soleil, l'humidité, les odeurs pénétrantes, les gazes, la poussière, les moisissures, les insectes et les autres facteurs de dégradation (Thurzova, 1978). On utilise des pots en verre ou des boîtes pour la conservation des feuilles ou des fleurs (Thurzova, 1978). On utilise des sacs en carton, en toile d'emballage pour la conservation des grandes quantités. Il faut éviter les conteneurs en plastiques (Frantisek, 1992). Il est nécessaire d'utiliser les étiquettes, pour savoir où se trouve une drogue donnée, dans quel récipient elle est stockée (Frantisek, 1992).

1.6. Modes de préparation des plantes médicinales

Il est nécessaire d'élaborer des méthodologies qui permettent les extractions des substances qu'ayant une action spécifique. Ces manipulations sont :

i) Infusion : L'infusion est la forme de préparation la plus simple, en versant l'eau bouillante sur une quantité déterminée de plante (la plante ou partie de plante qu'on veut infuser) dans un pot en verre ou dans un récipient non métallique après la condensation des vapeurs riche en produits volatils et leur retombée dans le liquide d'infusion durant 10 mn à 1 heure, on effectuera le filtrage avant toute l'utilisation (Bekhehietet Abdelouahid, 2014). Les plantes fraîches doivent être infusées rapidement (30 secondes à 1 minutes) les plantes sèches infusent plus longtemps (1 à 2 minutes). La tisane obtenue doit être claire : jaune clair ou vert clair (Djerroumi et Nacef, 2004).

ii) Décoction : Elle consiste à faire bouillir pendant quelques minutes la plante ou partie de la plante qu'on veut préparer. Le temps d'ébullition varie selon la plante ou la partie de la plante entre (10 à 30 mn), ex: une décoction de racines peut demander 10 minutes d'ébullition ensuite laisse la plante macérer pendant un temps et filtré à l'aide d'un papier spécial ou d'une toile à trame fine (Djerroumi et Nacef, 2004).

iii) Macération : Certaines herbes (comme la mauve) ne doivent pas être recouvertes d'eau bouillante, sinon la chaleur leur ferait perdre leurs vertus thérapeutiques. Une tisane à base de ces herbes doit être préparée par macération à froid. L'on place la quantité indiquée de chaque plante dans de l'eau froide pendant 8 à 12 heures (la plupart du temps pendant la nuit), on la réchauffe quelque peu (température agréable à boire) et on conserve la quantité nécessaire pour la journée dans une bouteille thermos que l'on a auparavant rincée à l'eau très chaude. La macération à froid combinée à l'infusion est cependant considérée comme la meilleure façon d'utiliser les plantes médicinales : faire macérer les herbes pendant la nuit avec la moitié de la quantité d'eau indiquée, les filtrer lendemain matin. Ébouillanter les plantes restées dans la passoire avec l'autre moitié de l'eau, et filtrer de nouveau. Ce liquide obtenu alors est mélangé au liquide obtenu par macération. Cette préparation de tisane permet de dégager les agents solubles pour les uns à froid, pour les autres à chaud (**Maria ,2004**).

iv) Jus frais de plantes médicinales : Les jus frais à partir de plantes peuvent être absorbés sous forme de gouttes ou peuvent servir à tamponner des parties du corps malades. Ils sont préparés dans la centrifugeuse de ménage, qui broie les plantes et les presse en même temps. Les jus devraient être préparés frais tous les jours. Remplis dans de petites bouteilles que l'on referme bien, ils se conservent plusieurs mois, lorsqu'on les conserve au réfrigérateur (**Maria, 2004**).

v) Cataplasmes de plantes médicinales : On chauffe la plante pendant 2 min ensuite la presser pour en extraire le liquide puis appliquer préalablement de l'huile sur la partie atteinte et recouvrir avec la plante encore chaude et bander, laisser agir 3h au max (**Isrin, 2001**). Préparations de plantes appliquées sur la peau, les cataplasmes calment les douleurs musculaires et les névralgies, soulagent l'entorse, fractures, et permettent l'extraire le pus des plaies infectées, des ulcères et des furoncles.

vi) Poudre : Elle s'obtient en broyage de plantes desséchées ou de parties actives à l'aide de moulin ou du mortier. La poudre obtenue servir à la préparation des extraits, ou être délayées dans l'eau ou être mélangée à une nourriture (**Aribi, 2012**).

2. Substances naturelles, métabolisme secondaire et extraction

2.1. Métabolites secondaires

La plante est le siège d'une intense activité métabolique aboutissant à la synthèse de principes actifs les plus divers. Ce processus métabolique est lié aux conditions mêmes de vie de la plante : la plante doit faire face à de multiples agressions de l'environnement dans lequel elle vit : prédateurs, microorganismes pathogènes, etc. On conçoit donc que la plante puisse développer un métabolisme particulier lui permettant de synthétiser les substances les plus diverses pour se défendre : les métabolites secondaires (**Kansole, 2009**).

Les métabolites secondaires ne sont pas vitaux pour l'organisme mais jouent nécessairement un rôle important de la machinerie enzymatique complexe nécessaire à leur production. Ils ont des rôles écologiques (allomone, phéromone...). Ces molécules furent sélectionnées au cours de l'évolution pour l'interaction qu'elles ont avec un récepteur d'un autre organisme. Elles représentent donc une grande source potentielle d'agents thérapeutiques (**Thomas, 2009**).

Ils sont des produits du métabolisme secondaire (Exclusivité du monde végétal), ayant une répartition limitée, ils ont d'une grande variété structurale.

Les métabolites secondaires sont divisés principalement en trois grandes familles, les polyphénols, les terpènes et les alcaloïdes (**Abderrazak et Joël, 2007**).

2.1.1. Polyphénols

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

L'élément structural fondamental qui caractérise les polyphénols est la présence d'au moins un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupement hydroxyle ainsi que des groupes fonctionnels (Ester, Méthyle ester, Glycoside...) (**Bruneton, 1999**).

Les polyphénols sont classés selon le nombre d'atomes de carbone dans le squelette de base (**Dacosta, 2003**). Il existe plusieurs classes des polyphénols, principalement, les acides phénoliques simples, , stilbènes, coumarines, tanins, quinones, flavonoïdes, lignanes, lignines et xanthones (**Tableau 01**).

Tableau 01. Classification de la famille des polyphénols (**Garcia-Salas et al., 2010**).

Numéro de carbone	Classe	Structure de base
C ₆	Phénols simple	
C ₆	Benzoquinones	
C ₆ -C ₁	Acide benzoïque	
C ₆ -C ₂	Acétophénone	
C ₆ -C ₃	Acide phénylacétique	
C ₆ -C ₃	Acide cinnamique	
C ₆ -C ₃	Phénylpropène	
C ₆ -C ₃	Coumarines	
C ₆ -C ₃	Chromones	
C ₆ -C ₄	Naphthoquinones	
C ₆ -C ₁ -C ₆	Xanthones	
C ₆ -C ₂ -C ₆	Stilbenes	
C ₆ -C ₂ -C ₆	Anthraquinones	
C ₆ -C ₃ -C ₆	flavonoïdes	
(C ₆ -C ₃) ₂	Lignanes, neolignanes	
(C ₆ -C ₁) _n	Tannins hydrolysables	Polymère hétérogène composé d'acides phénoliques et sucres simples Aromatique hautement réticulé polymère
(C ₆ -C ₃) _n	Lignines	

Tannins

Les tannins sont très abondants chez les angiospermes dicotylédones (Tannins hydrolysables) et les gymnospermes (Tannins condensés). Leur masse moléculaire est comprise entre 500 et 3000 PM (**Atefeibu, 2002**). Sont répandus, particulièrement, dans les tissus âgés ou d'origine pathologique. Ces composés ayant en commun la propriété de tanner la peau (combinaisons à des macromolécules (Protéines, Polysaccharides...) par des liaisons résistantes aux attaques fongiques et bactériennes). Ils sont utilisés dans le traitement des aliments et la clarification des vins, des bières et des jus de fruits (Propriétés biologiques).

Leur structure complexe est formée d'unités répétitives monomériques qui varient par leurs centres asymétriques. Ils sont constitués soit de polyol (ou polyalcool ou glycol, caractérisé par des groupes hydroxyle) (glucose le plus souvent) ou de catéchine ou de triterpénoïde auquel sont attachés des unités galloyles (ou leurs dérivés) ou soit d'oligomères ou polymères de flavanols. On distingue habituellement deux groupes de tanins différents par

leur structure aussi bien que par leur origine biogénique: tanins hydrolysables, tanins galliques (**Bruneton, 2009**) (**Tableau 01**).

Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des composés dont la structure de base est C₆-C₃-C₆ et sont constitués de deux noyaux aromatiques (Cycle A et B) reliés par un hétérocycle oxygéné (Cycle C) c'est le squelette de base des flavonoïdes (**Erlund, 2004**) (**Tableau 01, Figure 01**).

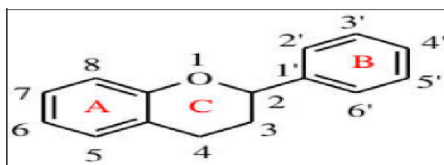


Figure 01. Squelette de base des flavonoïdes (**Erlund, 2004**).

On les retrouve dans toutes les plantes vasculaires, dans divers organes : racine, tiges, feuilles et fruits (**Bruneton, 1999**). Ils sont synthétisés au niveau du chloroplaste et participent à la phase lumineuse de la photosynthèse comme transporteurs d'électrons, certains quittent le chloroplaste et s'accumulent dans les vacuoles (**Elicioh-Middleton, 2000**).

Les flavonoïdes se rencontrent libre (Aglycones ou génines), soit sous forme d'hétérosides C- ou O-glycosides comme l'hyperoside et la rutine (Glycoside entre la quercétine de flavonol et le rutinose de disaccharide) (**Dacosta, 2003**). Ils se répartissent en plusieurs classes : flavones (Apigénine, Luteoline), flavonols (Quercétrine, Kaempférol, Myricétine et Catéchine), flavanones (Naringénine), dihydroflavonols, flavanes, flavanonols, flavan-3-ols (Epicatéchine), flavylum, chalcones, aurones et anthocyanines (Pélagonidine, cyanidine et péonidine), les chalcones (Butéine et phlorétine) et les isoflavonoïdes (Isoflavones, roténoïdes) et les coumaranochromones (**Bruneton, 2009**). Les flavonoïdes partagent une origine biosynthétique commune, suite à deux voies complémentaires, voie acétate malonate et voie shikimate (**Elicioh Middleton et al., 2000**).

2.1.2. Les terpènes

Les terpènes sont des hydrocarbures naturels de structure cyclique ou de chaîne ouverte, largement répandus dans le règne végétal, provenant de la voie de l'acide mévalonique (**Bhatet al., 2005**). Leur particularité structurale est la présence dans leur squelette d'unité isoprénique à 5 atomes de carbone (C₅H₈) dérivées du 2-méthylbutadiène (**Bakkaliet al., 2008**) (**Figure 02**).

La famille des terpènes comprend des hormones (Gibbérellines et acide abscissique), des pigments caroténoïdes (Carotène et xanthophylle), des stérols (Ergostérol, sitostérol, cholestérol), des dérivés de stérols (Hétérosides digitaliques), le latex (qui est à la base du caoutchouc naturel) ainsi qu'une grande partie des huiles essentielles qui confèrent aux plantes leur parfum ou leur goût (**Hopkins, 2003**).

Selon **Hernandez-ocha(2005)**, Ils sont subdivisés selon le nombre d'entités isoprènes en :

- Monoterpènes : formés de deux isoprènes (C₁₀H₁₆).
- Sesquiterpènes : formés de trois isoprènes (C₁₅H₂₄).
- Diterpènes : formés de quatre isoprènes (C₂₀H₃₂).
- Tétraterpènes : formés de huit isoprènes qui conduisent aux caroténoïdes.
- Polyterpènes : formés de (C₅H₈) n, ou' (n de 9 à 30).

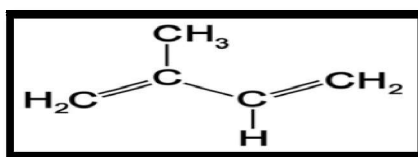


Figure02: Structure de l'unité isoprénique (C₅H₈) (**Solène, 2012**).

2.1.3. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont un groupe de composés azotés, hétérocyclique et doué de propriétés physiologiques prononcées même à faible dose (**Zenk et Juenger, 2007**). Ils présentent des réactions communes de précipitation, ils sont détectés par des réactions de précipitation (capacité de se combiner avec des métaux), représentant un groupe fascinant de produits naturels. Ils constituent un des plus grands groupes de près de 10000 à 12000 structures (**Stöckigt et al., 2002**). On distingue généralement (**Beddou, 2015**):

- *Alcaloïdes vrais, dérivés d'acides aminés, et qui présentent au moins un hétérocycle.
- *Proto-alcaloïdes, qui dérivent d'acides aminés, dont l'azote n'est pas inclus dans le système hétérocyclique.
- *Pseudo-alcaloïdes, présentent le plus souvent toutes les caractéristiques des alcaloïdes vrais mais ne sont pas des dérivés des acides aminés.

Ce sont des substances toxiques et parfois à faibles doses et qui ont des effets thérapeutiques connus. C'est une substance organique azotée d'origine végétale, à caractère alcalin, de structure complexe, sont utilisées pour traiter certains types de cancer, activité sédative, effet sur les troubles nerveux (maladie de Parkinson) (**Iserin, 2001**).

2.2. Extraction des principes actifs

Le ou les principes actifs d'une plante médicinale sont les composants naturellement présents dans cette plante, ils lui confèrent son activité thérapeutique. Ces composants sont souvent en quantité extrêmement faible dans la plante, ils représentent quelques pour-cent à peine du poids total de celle-ci, mais ce sont eux qui en sont l'élément essentiel. Il est donc nécessaire de réaliser une extraction qui consiste à retirer (extraire) une ou des espèces chimiques d'un milieu solide ou liquide. On dispose de plusieurs techniques scientifiques permettant d'extraire les principes actifs des plantes médicinales.

1. Extraction par soxhet : Il s'agit d'une extraction solide-liquide. Le corps de l'extracteur (Soxhlet), contenant une cartouche remplie de résine ou d'un filtre solide, est fixé sur un réservoir de solvant (ballon). Le solvant est vaporisé puis condensé, et reste en contact avec le solide. La solution est soutirée périodiquement par l'amorçage d'un siphon. La solution du ballon s'enrichit petit à petit en soluté et le solide est toujours mis en contact avec du solvant fraîchement distillé.

A la fin de l'extraction, l'essentiel des molécules à analyser est transféré dans l'extraît (Scheyer, 2004).

2- Extraction par solvant organique : L'extraction par solvant organique volatil reste la méthode la plus pratiquée. Les solvants les plus utilisés à l'heure actuelle sont l'hexane, cyclohexane, l'éthanol moins fréquemment le dichlorométhane et l'acétone.

En fonction de la technique et du solvant utilisé on obtient :

- a) Des hydrolysats : extraction par solvant en présence d'eau
- b) Des alcoolats : extraction avec de l'éthanol dilué
- c) Des teintures ou solutions non concentrées obtenues à partir de matières premières traitées par l'éthanol ou des mélanges éthanol/eau (Lagunez Rivera, 2006).

3. Extraction assistée par micro-onde (MAE) : Fins analytiques. Le procédé consiste à irradier par micro-ondes de la matière végétale broyée en présence d'un solvant absorbant fortement les micro-ondes (le méthanol) pour l'extraction de composés polaires ou bien en présence d'un solvant n'absorbant pas les microondes (hexane) pour l'extraction de composés apolaires. L'ensemble est chauffé sans jamais atteindre l'ébullition durant de courtes périodes entrecoupées par des étapes de refroidissement (El Haib, 2011) .

4- Extraction par solvant à chaud et sous pression (ASE) : L'ASE ou Accelerated Solvent Extraction est une méthode d'extraction par solvant à chaud et sous pression développée par la firme Dionex. L'appareil utilisé permet l'extraction de composés organiques dans des

échantillons solides et semi-solides de façon automatisée, tout en augmentant la vitesse d'extraction par rapport aux méthodes traditionnelles de type Soxhlet. En effet, la haute température permet un échange plus rapide entre l'analyse, la phase solide et le solvant. Pour maintenir le solvant en phase liquide, les cellules d'extraction sont étanches et permettent de monter en pression. Une vanne d'échappement permet de libérer la pression lorsque celle-ci devient trop élevée selon le principe de la cocotte-minute (Colas, 2006).

5. Extraction par fluide supercritique (SFE) : L'extraction par fluide supercritique consiste à faire passer du CO₂ à l'état supercritique au travers d'une cartouche contenant du matériel végétal. A l'état supercritique, le CO₂ a une densité qui peut varier de celle des gaz jusqu'à celle des liquides, suivant les conditions de pression et de température, une viscosité plus proche des gaz et une diffusivité intermédiaire. Ainsi, il possède une importante capacité de transfert. Cette technique, très respectueuse de l'environnement, présente l'inconvénient de l'apolarité du CO₂, qui limite l'extraction des composés polaires. D'autres paramètres, comme la température, la pression ou le débit du fluide, peuvent également être modifiés pour accroître les rendements d'extraction ou la sélectivité (Gourguillonnet *al.*, 2016).

2.3. Propriétés pharmacologiques des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont reconnus par leurs activités biologiques nombreuses qui comprennent des activités antibactériennes, anticancéreuses, antifongiques, analgésiques, anti inflammatoires, diurétiques gastro-intestinales, antioxydantes.... (Harborne, 1998; Bruneton, 1999). Parmi les principaux métabolites secondaires, on peut citer les flavonoïdes qui sont des composés qui possèdent de fortes propriétés anti-oxydantes (Rice-Evans *et al.*, 1995). Ils sont synthétisés par les plantes lors de l'invasion microbienne (Dixon *et al.*, 1983), il est par conséquent logique, qu'ils agissent comme substances antimicrobiennes efficaces *in vitro* contre les microorganismes (Cowan, 1999 ; Recio *et al.*, 1989). Les flavonones et les flavonols représentent environ 80% des flavonoïdes connus. La principale activité attribuée à ces composés est une propriété vitaminique P veinoactive. Ils diminuent la perméabilité des capillaires sanguins et renforcent leur résistance. Souvent anti inflammatoires, ils peuvent être antiallergiques, hépato-protecteurs, antispasmodiques, diurétiques, antibactériens, antiviraux (Bruneton, 1999). Les isoflavones sont des flavonoïdes dont leur distribution est restreinte, ce sont des phytoalexines (substances produites par la plante en réponse à une infection par un agent pathogène; champignon par exemple). Ce sont donc des produits de défense naturelle, de puissants oestrogènes, insecticides, antitumoraux, réducteurs des manifestations de la ménopause (bouffée de chaleur) (Kansole, 2009).

Les anthocyanes ont des propriétés pharmacologiques très proches de celle des flavonoïdes vu leurs structures très semblable. L'effet antioxydant des anthocyanes est expliqué en partie par piégeage des radicaux libres et la chélation des métaux. Les anthocyanes inhibent les enzymes protéolytiques de dégradation du collagène (élastase, collagénase), ce qui explique leurs propriétés vasoprotectrices et anti-oedémateuse. Ils s'agitent outre, de composés veino-actifs doués d'une propriété vitaminique P (**Bruneton, 1999**). Les acides phénols sont des dérivés de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique. Ils sont anti-inflammatoires, antiseptiques urinaire, antiradicalaires, cholagogues, hépatoprotecteurs, cholérétiques, immunostimulants (**Bruneton, 1999**).

Les coumarines connues pour ses propriétés anti-oedémateuses, a fait l'objet d'études cliniques chez les patients atteints de cancers avancés car elle est rapidement métabolisée au niveau du foie en 7-hydroxycoumarine (**Fujioka et al., 1999**). Il n'est pas exclu que les propriétés anti inflammatoires et analgésiques attribués au frêne soient dues aux coumarines (**Chen et al., 1995**). L'action commune des coumarines de différente origine est celle contre les différents types de troubles gastriques (**Resch et al., 1998**) antivirale (**Yoshikawa et al., 1994**) antimicrobienne (**Kayser et Kolodziej, 1997**).

Les tanins sont des substances d'origine organique que l'on trouve dans pratiquement tous les végétaux, et dans toutes leurs parties (écorces, racines, feuilles, etc.), caractérisées par leur astringence. Ils ont la propriété de précipiter les protéines (fongiques ou virales) et les métaux lourds. Ils favorisent la régénération des tissus et la régulation de la circulation veineuse, tonifient la peau dans le cas des rides (**Kansole, 2009**).

Les effets thérapeutiques des alcaloïdes sont nombreux et peuvent être aussi des poisons mortels. Au niveau du système nerveux central ils agissent comme dépresseurs (morphine, scopolamine) ou comme stimulants (caféine, strychnine,...). Au niveau du système nerveux autonome comme sympathomimétiques (éphédrine), anticholinergiques (atropine). Certains jouent le rôle d'anesthésiques locaux (cocaïne), d'antipaludiques (quinine) (**Kansole, 2009**).

Les corps terpéniques (le terpène se trouve dans le menthol, le camphre etc....) eux-même forment la base des stéroïdes qu'on retrouve dans de nombreuses vitamines. Ils sont connus par leurs activités cytostatiques, insecticides, anti-inflammatoires, molluscicides et analgésiques (**Bruneton, 1999**).

3. Présentation des espèces étudiées

A. *Erodium medeens* (Géraniacées)

1. Etymologie

Le nom *Erodium* vient du grec erôdios, « héron », allusion à son fruit en forme de bec ressemblant à celui de cet échassier, *Erodium medeens* décrite par **Battandier et Trabut (1888-1890)**.

2. Systématique: selon **Guittonneau (1972)** :

- ❖ Règne Plantae
- ❖ Division Magnoliophyta
- ❖ Classe Magnoliopsida
- ❖ Ordre Géraniales
- ❖ Famille Geraniaceae
- ❖ Genre *Erodium*
- ❖ Espèce *Erodium medeens*

3. Description de la famille Géraniacées

La famille des Géraniacée (Géraniacées) est constituée de plantes dicotylédones ; elle comprend environ 800 espèces réparties en 3 à 7 genres. Ce sont des plantes herbacées, des arbrisseaux ou des arbustes, principalement réparties dans les régions tempérées à subtropicales. C'est une famille cosmopolite (**Guittonneau, 1972**).

Albers et Van der Walt (2010) cette famille rassemble environ 835 espèces, réparties en cinq genres : *Geranium*, *Pelargonium*, *Erodium*, *Hypseocharis* et *Monsonia*. Les Géraniacées possèdent des feuilles opposées ou alternes, lobées-palmées ou composées. Les inflorescences sont généralement des pseudo-ombelles ou bien les fleurs sont solitaires. Les fleurs pentamères sont actinomorphes ou zygomorphes. Les 5 sépales et les 5 pétales sont généralement libres. Les étamines sont au nombre de 5- 10 ou 15, parfois avec certaines stériles. Le gynécée est formé par 5 carpelles et le style comporte 5 branches stigmatiques. Le fruit schizocarpe est formé à partir des 5 carpelles accolés qui se séparent de manière élastique à maturité autour d'un axe central (nommé le bec)(**Wikipédia**).

4. Description botanique d'*Erodium medeens*

Le genre *Erodium* regroupe diverses plantes, auxquelles on donne généralement le nom vernaculaire de becs-de-grue, en raison de leurs fruits comparables à de longs becs érigés. Selon **Guittonneau (1972)**:

- ❖ Il regroupe des espèces annuelles, biennuelles et vivaces.
- ❖ Feuilles simples ou bien des feuilles composées pennées, dans le cas où des folioles sont rattachées au rachis par des petiolules parfois nuls.
- ❖ Les inflorescences : cyme scorpioïde contractée (fausse ombelle).
- ❖ Les fleurs: légèrement zygomorphes (en apparence actinomorphe) avec 5 glandes nectarifères.

Erodium medeense décrite par **Battandier et Trabut (1888-1890)** à Médéa (Nador de Médéa, Benchicao). Dans **Quezel et Santa (1962)** elle est confirmée comme endémique algérienne **Guittoneau (1972)**. *E. medeense* est une plante puissante 30-40cm, fleurs les plus grandes du genre (4-5cm) sont violettes, sépales ovoïdes 3-5 nerviés, à grosses nervures saillantes, glabres sauf aux extrémités, pétales égalant 3 fois les sépales, d'un rose très pâle, 5 étamines fertiles, les 5 externes stériles transformées en staminodes, Carpelles terminés en long bec poilu en dedans et s'enroulant en tire-bouchon de la base vers le sommet. Carpelles très gros, longs de 13mm avec un bec de 4-12cm. (**Quezel et Santa, 1962**) (**Figure 03**).



Figure 03 : Aspect morphologique de l'espèce *Erodium medeense* (Miara, 2017)

5. Répartition géographique

Au point de vue géobotanique, de nombreux taxons schizo endémiques indiquent une grande stabilité génétique et une origine relativement ancienne du genre. Les zones steppiques de l'Afrique septentrionale et du Moyen orient constituent un carrefour où sont représentées tous les groupes du genre et en particulier le sous genre *plumosa*, ces zones représentent alors un des premiers centres de différenciation du genre. Les territoires géographiquement isolés comme l'Espagne, Italie, la Grèce, la Turquie et d'Afrique de nord constituent autant de centre de spéciation secondaires qui sont l'origine des espèces endémiques actuelles (**Guittoneau, 1972**).

6. Aspect phytochimique

Le genre botanique *Erodium* regroupe diverses plantes de la famille des Géraniacées, Plusieurs espèces ont été investiguées phytochimiquement les teneurs phytochimiques (teneur en phénols totaux, flavonoïdes totaux et tanins condensés), les potentiels antioxydants et les activités antimicrobiennes de trois plantes du genre méditerranéen *Erodium* (*Erodium glaucophyllum*, *Erodium hirtum* et *Erodium guttatum*) de la région de la Tunisie ont été analysé. Les résultats ont montré que *E. glaucophyllum* contenait des niveaux élevés de polyphénols, de flavonoïdes et de tanins. Par conséquent, *E. glaucophyllum* possède des activités antioxydantes élevées (activités de récupération du pouvoir antioxydant réducteur 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle et ferrique) et une inhibition élevée de l'oxydation de l'acide linoléique. Les trois plantes présentaient des activités antimicrobiennes élevées (Abdelkebiret *al.*, 2018).

7. Usage traditionnel et propriétés pharmacologiques

Les espèces de genre *Erodium* sont utilisées dans la médecine traditionnelle dans le monde contre certaines maladies telles qu'*Erodium guttatum*(en articulation) *Erodium muchatum* (en diarrhée, rhumatisme, blessure) (Bouziane, 2017). Les espèces de genre *Erodium* ont une saveur est astringent et une odeur forte et très désagréable et employés ainsi dans le traitement des affections et même contre les hémorragies. La médecine populaire y a encore recours.

B. *Linum tenue* (munbyanum) ssp. *munbyanum* (Linaceae)

1. Etymologie

Le nom *Linum* vient du mot celtique lin ou "fil"(Muir et Neil, 2003). Epithète tenue => thin, slender en anglais et en français mince.

2. Systématique de *Linum tenue* (munbyanum) ssp *munbyanum*

Selon Bloedon et Szapary(2004):

- ❖ Règne : Plantae
- ❖ Sous règne : Tracheobionta
- ❖ Division : Magnoliophyta
- ❖ Classe : Magnoliopsida
- ❖ Sous-classe : Asteridae

- ❖ Ordre : Linales
- ❖ Famille : Linaceae
- ❖ Genre : *Linum*
- ❖ Espèce : *Linum tenue*
- ❖ Sous- Espèce : *Linum tenue sspmunbyanum*

3. Description de la famille Linaceae

Les linacées sont une famille de plantes dicotylédones, présente plus de 200 espèces de lin, dont la plus répandue et la plus cultivée est *Linum usitatissimum* L. (**Bolsheva et al., 2015**). On peut citer le lin cultivé, elle comprend une petite centaine d'espèces réparties en 8 à 15 genres. Ce sont des plantes herbacées, des arbustes et parfois des arbres. C'est une famille cosmopolite des zones froides à tropicales.

Les feuilles, alternes ou plus rarement opposées, sont simples, aux marges entières, généralement sessiles, parfois à stipulées. Les inflorescences sont des cymes ou des racèmes, axillaires ou terminales, les fleurs actinomorphes et bisexuées, sont hypogynes. Il y a 5, rarement 4, sépales imbriqués, libres ou connés à la base, généralement persistants. Les 4-5 pétales libres ou connés à la base, sont convolutés et généralement rapidement caducs, et ont un limbe fréquemment onguiculé. Des glandes nectarifères extra staminales sont souvent présentes. Les 4-5 étamines, parfois au nombre de 10-15, sont libres ou connées à la base, disposées sur un verticille, et généralement opposées. Les anthères, introrsées, ont une déhiscence longitudinale. Parfois sont aussi présentes 5 staminodes libres, alternant avec les étamines. L'ovaire est supère, composé de 2-5 carpelles soudés, mais il peut cependant avoir 4-10 loges par suite de développement de faux septums. Chaque loge renferme 1-2 ovule pendant, anatropes et bitégumentés, et la placentation est axillaire. Les 2-5 styles sont distincts ou connés à la base. Le fruit est capsulaire, à déhiscence septicide, plus rarement drupacé, plus exceptionnellement encore schizocarpique. La graine est généralement albuminée, et renferme un embryon droit (**Quezel et Santa, 1962**).

4. Description du *Linum tenue* (munbyanum) sspmunbyanum

Le lin est une plante annuelle, bisannuelle ou vivace, dicotylédone autogame d'une extrême finesse, assez peu profondément enracinée (racine pivotante) car le lin est arraché, il n'est pas fauché (**Bernard, 2001**). Cette plante pousse à une hauteur maximale de 60 cm, aux formes élancées et des tiges très fibreuses, feuilles lancéolées ayant trois veines, jusqu'à 4 cm de long et 4 mm de large et ses fleurs bleu vif ont jusqu'à 3 cm de diamètre (**Pradhan et al., 2010**). Les capsules de fruits sphériques contiennent deux graines dans chacune des cinq

compartiments. La graine est plate et ovale avec une extrémité pointue. Elle possède une surface lisse et brillante. Sa couleur varie du brun foncé au jaune. La texture de la graine de lin est croquante et moelleuse possédant un goût agréable de noisette (Carter, 1996).

L. tenue a des feuilles alternes larges de 3-4 mm. Sépales ciliés - glanduleux, bien plus longs que la capsule. Plante plus petite 30-70 cm à tiges et rameaux grêles. Pédicelles plus courts que le calice (Quezel et Santa, 1962) (Figure 04).

Linum tenue ssp. *munbyanum* est une plante endémique vivace à rameau plus robuste; feuilles à marge toujours lisse. Fleurs pentamères. Sépales trinerviés 5, libres entiers (dialysépales). Pétales blancs libres (dialypétales) et étamines 5. Capsules 3-5-loculaires (Quezel et Santa, 1962) (Figure 04).



Figure 04 : (A): Aspect morphologique de l'espèce *Linum tenue*.

(B) & (c) : Aspect morphologique de la sous-espèce *ssp. munbyanum* (Miara, 2017).

5. Répartition géographique de *Linum tenue* (*munbyanum*) *ssp. munbyanum*

La plante est originaire du Moyen-Orient, d'Asie de l'Ouest et de la méditerranée (Iserin, 2001). Elle était largement implantée en Egypte et en Europe où le lin était utilisé pour fabriquer du papier et des tissus. Aujourd'hui le lin français est majoritairement cultivé dans le Nord-Ouest (du département du Calvados au département du Nord en passant par l'Eure-et-Loir, la Seine-et-Marne et la Marne). Le lin fibre est majoritairement cultivé en France, en Belgique et aux Pays-Bas, contrairement au lin graine, en Europe, la culture du lin

graine a été instaurée après la seconde guerre mondiale. Actuellement, l'Inde, le Canada et la Chine sont les principaux producteurs mondiaux de ces variétés (**Tribalat, 2016**). Presque 180 espèces de genre *Linum* sont distribuées dans les régions tempérées et subtropicales dans le monde, *Linum tenue ssp. munbyanum* se trouve au Maroc et en Algérie.

6. Aspect phytochimique de *Linum tenue (munbyanum) ssp. munbyanum*

La composition chimique varie selon les variétés et dépend aussi des conditions de l'environnement dans lesquelles la plante est cultivée. Les cotylédons contiennent 75% de lipides, et 76% des protéines est trouvée dans les semences. L'endosperme contient seulement 23% des lipides et 16% de protéines (**Oomah, 2003**).

Les polysaccharides de la graine de lin forment des mucilages, constitués d'une fraction neutre et d'une fraction acide. La fraction neutre se compose d'un arabinoxylane ramifié, composé de D-xylose, de L-arabinose, de D-glucose, et de D-galactose. La fraction ramifiée se compose de L-rhamnose et d'acide D-galacturonique. Grâce aux fibres, l'indice de gonflement de la graine est supérieur à 4, celui de la drogue pulvérisée est supérieur à 4,5 (**Bruneton, 2016**).

L'huile de lin de qualité alimentaire est extraite à froid par pression. Elle se conserve dans de petits flacons opaques, de préférence au froid. Il est composée de 73% d'acides gras polyinsaturés, de 18% d'acides gras mono insaturés et seulement 9% d'acides gras saturés. Elle est également connue comme étant la source la plus riche en oméga-3 : l'acide alpha linoléique (ALA), qui comprend 55% des acides gras totaux.

7. Usage traditionnel et propriétés pharmacologiques

Les acides gras polyinsaturés oméga-3 ont deux grands axes de valorisations:

- Le premier réside dans leur importance quantitative et leur rôle dans le cadre de la mise en place et du maintien de divers organes, surtout le cerveau.
- Le second réside dans la prévention de diverses pathologies et des maladies cardiovasculaires (**Bloedon et Szapary, 2004**).

L'huile de lin et les graines de lin sont redécouvertes comme de véritables aliments indispensables pour la santé. Ils méritent d'être classés parmi les aliments bons pour la vie. Le lin n'est pas un nouvel aliment. Il est en fait un des plus anciens et peut-être, un des aliments originaux «précieux en raison de ses propriétés de guérison», c'est une plante millénaire aux vertus médicinales (**Halligudi, 2012**).

La graine est également considérée comme efficace en cas de troubles respiratoires et urinaires et il faut l'ouvrir avant de l'avaler (Iserin, 2001). Elle calme les douleurs pulmonaires et à un moindre degré l'irritation de l'appareil urinaire. Elle s'avère efficace contre la toux chronique ou aiguë, la bronchite, l'emphysème et la cystite chronique, également comme une prévention utile contre l'angine de poitrine, le rhume et l'artériosclérose. Ainsi pour réduire les taux de glycémie postprandiale et du cholestérol (Kim et Choi, 2005; Vijaimohan et al., 2006 ; Halligudi, 2012). En usage externe, un cataplasme de graines concassées ou de farine de lin appliquée sur les furoncles et les anthrax, calme les ulcérations et draine le pus (Singh et Majumdar, 1997 ; Iserin, 2001).

C. *Ajuga iva ssp. pseudovia* (Lamiacées)

1. Etymologie

Le nom *Ajuga* vient du mot latin "Jugum": joug. Avec le suffixe "a": sans joug, du fait que la corolle est dépourvue de lèvre supérieure. Iva, est un ancien nom féminin latin qui est utilisé pour la première fois pour cette plante, en Algérie *A. iva*, est connu sous le nom de «Chendgoura» en Arabe (Taleb-Senouci et al., 2009) ; Taftelba en Berber ; Ivette, Petit if, Bugle en Français ; Herobivy, Musky bugle en Anglais Epithète *Pseudovia* désigne fausse.

2. Systématique selon : Halimi(2004) :

- ❖ Embranchement: Embryophytes
- ❖ Sous Embranchement: Trachéophytes
- ❖ Super Classe: Spermaphytes
- ❖ Classe: Angiospermes
- ❖ Grade: Triporées évoluées
- ❖ Grade: Astéridées
- ❖ Grade: Lamiidées (Euastéridées I)
- ❖ Ordre: Lamiales
- ❖ Famille: Lamiaceae
- ❖ Genre : *Ajuga*
- ❖ Espèce: *Ajuga iva*
- ❖ Sous- Espèce : *Ajuga iva ssp. pseudovia*

3. Description de la famille Lamiaceae

Les lamiacées ou Labiatae est une famille importante appartenant aux angiospermes dicotylédones. Ce sont des arbustes, sous arbrisseaux ou plantes herbacées comprennent dans le monde 258 genres et 6970 espèces (Hennebelle, 2006).

Elle se répartissent sur tout le globe, mais principalement du bassin méditerranéen à l'Asie centrale (**Naghibiet al., 2005**). Dans la flore de l'Algérie, les lamiacées sont représentées par 28 genres et 146 espèces, Certains genres sont de détermination délicate en raison de la variabilité extrême des espèces (**Quezel et Santa, 1962**).

Les feuilles sont en général opposées sans stipules, les fleurs sont bisexuées et zygomorphe, les inflorescences sont en cymes axillaires plus ou moins contractées simulant souvent des verticilles, ou encore condensées aux sommets des tiges, et simulant des épis. Le calice est synsépale ou gamosépale (calice à sépales soudés formant un tube), typiquement pentamères, parfois bilabiée et porte 5 à 15 nervures protubérantes. La corolle est sympétale ou gamopétale (corolle à pétales soudés) et typiquement bilabiée avec deux lobes formant une lèvre supérieure, et trois lobes formant la lèvre inférieure.

L'androcée peut consister soit en quatre étamines didynames, soit en deux étamines soudées au tube de la corolle ou à la zone périgyne et alternant avec les lobes.

Le gynécée consiste en un ovaire avec une fausse cloison et style terminal à gynobasique (Styl inséré à la base du carpelle); à l'extrémité des styles, les stigmates sont petits et peu apparents (**Quezel et Santa, 1962 ; Hennebelle, 2006**).

Les fleurs à deux lèvres, en glomérules verticillés ou en épi sur des tiges feuillées quadrangulaires, parfois fleurs solitaires, fleurs hermaphrodites, généralement zygomorphes, 5 Sépales généralement soudés, calice actinomorphe à zygomorphes plus ou moins tubuleux, campanulées ou rotacé, persistant, parfois accrescent dans le fruit. 5 Pétales généralement soudés, corolle bilabié, à lobes imbriqués (**Juddet al., 2002**), sauf chez *Ajuga* et *Teucrium* ou la lèvre inférieure est trilobée et la supérieure bilobée (**Blamey et Grey-Wilson, 2000**). La famille des Lamiacées contient une très large gamme de composés comme les terpénoïdes, les iridoïdes, les polyphénols, les flavonoïdes, les huiles essentielles et plus précisément les courtes chaînes des terpénoïdes qui sont responsables de odeur et la saveur caractéristique des Lamiacées (**Naghibiet al., 2005**). Les acides phénoliques, l'acide caféique et l'acide rosmarinique, sont des constituants courants de la famille des Lamiaceae.

4. Description d'*Ajuga iva*

Le genre *Ajuga* comprend 40- 50 espèces ,c'est une petite plante annuelle herbacée, vivace de 6-20cm de hauteur, ligneuse à la base, à odeur de musc ; tiges étalées- diffuses, rameuses, très feuillues de 5 à 50 cm de feuilles opposées ; feuilles sessiles, persistantes, linéaires-lancéolées, enroulées aux bords, entières ou un peu dentées au sommet ; fleurs

purpurines de 15mm à deux lèvres et tubulaire, et surtout bleu, violet ou de couleur jaune , elle fleurit entre mai et juin (**Halimi, 2004**).

Ajuga iva L. est largement distribuée dans les régions arides d'Europe, d'Asie, d'Afrique et d'Australie (**Israili et Lyoussi, 2009**). Elle est localement connue sous le nom de «Chendgoura» en Algérie, elle est très employée dans la médecine traditionnelle autour du monde pour une variété des maladies (**Taleb-Senouci et al., 2009**) (**Figure05**).

C'est une petite plante vivace de goût amer de 5 à 10 cm, à tiges vertes rampantes et velues, à feuilles vertes de 14-25 mm de longueur, linéaires, denses et couvertes de duvets. (**Gordon, 1997; Batanouny et al., 1999**). Les fleurs sont violettes, roses, ou jaunes, de 20mm de longueur. La lèvre supérieure de la corolle est réduite ou absente et la lèvre inférieure est divisée en trois lobes velus. Les lobes latéraux sont petits, tandis que le lobe central est relativement plus large, décoré dans sa base par un axe central jaunâtre avec des spots de la même couleur de la fleur, généralement en violet. A l'intérieur de la fleur il y'a quatre étamines liées à quatre carpelles noir. Les graines sont marrons et ont la taille des graines de *Nigella sativa*. Cette plante se développe durant la période allant du printemps jusqu'à la fin de l'été. La période de floraison est entre mai et juin (**Halimi, 2004**) (**Figure05**).

Ajuga iva ssp. pseudovia (*Bugle fausse ivette*) C'est une Bugle herbacée velue, prostrée à la base puis ascendante de taille entre 5-20 cm, vivace (**Quezel et Santa, 1962**) (**Figure05**).

La période de floraison entre avril à septembre, les fleurs sont disposés à l'aisselle des feuilles de couleur jaune ponctuée en rouge souvent cleistogame (**Quezel et Santa, 1962**) (**Figure05**).

5. Répartition géographique

L'ivette musquée pousse dans différentes parties du monde, principalement dans les zones tempérées et chaudes, *A. iva* est une espèce commune en Afrique du Nord qui est largement distribué dans la région méditerranéenne, particulièrement au Maroc, en Tunisie, en Egypte, en Europe du Sud et très répandue dans les pelouses et les forêts du tell algérien (**Halimi, 2004**). De nombreuses plantes d'*Ajuga* sont utilisées en horticulture comme couverture de sol ou de la frontière, et dans les jardins de rocaille, mais certains sont considérés comme des mauvaises herbes (**Miara et al., 2017**).

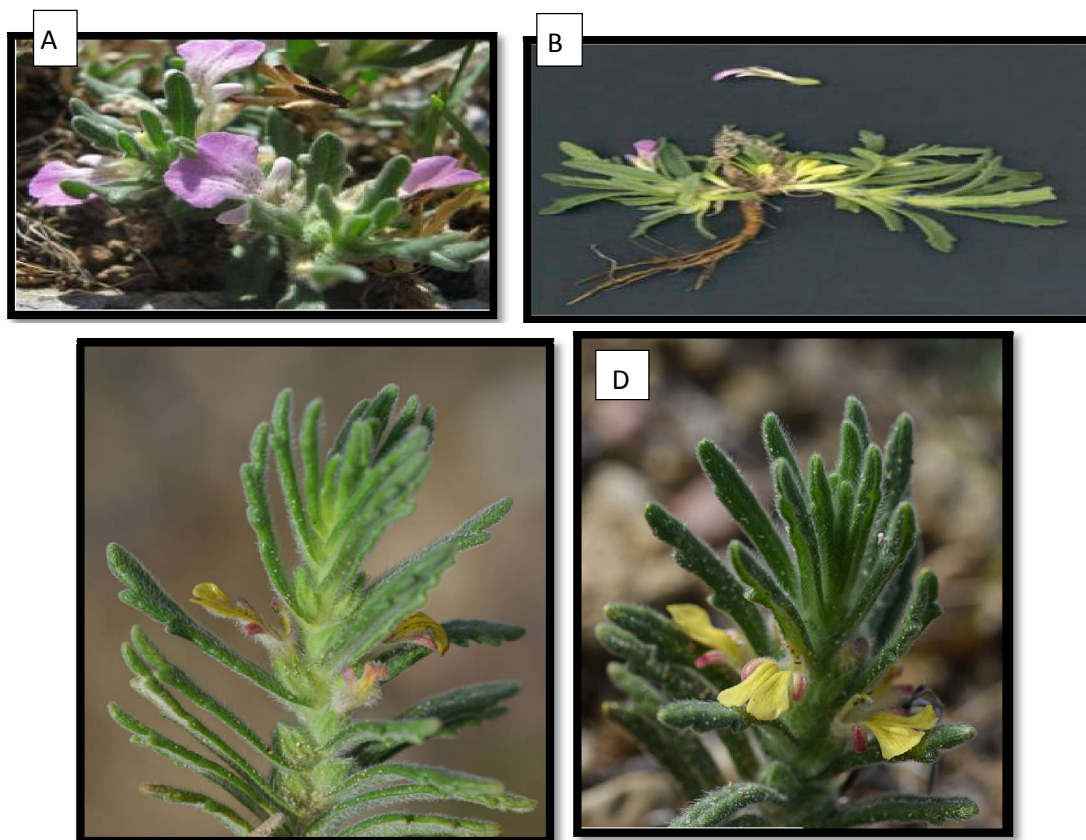


Figure05: (A) : Les feuilles et les fleurs d'*Ajugaiva* (Halimi, 2004).

(B) : Les différentes parties de l'espèce *Ajugaiva* (Halimi, 2004).

(C & D) : Aspects morphologiques de sous - espèce *Ajugaiva* *ssp* *pseudovia*.

6. Aspect phytochimique

Les études phytochimiques ont révélé que les espèces d'*Ajuga* contiennent plusieurs composés bioactifs tels que les anthocyanes glucosides, les huiles essentielles, les glycosides iridoïdes, les flavonoïdes, les phytoecdystéroïdes, les stérols, les terpénoïdes et les andanolides (Israili et Lyoussi 2009). Des études chimiques ont conduit à l'isolement des diterpénoïdes de néo-clérodane (14,15- dihydro-ajapapitine, ivain I, II, III et IV); les phytoecdystéroïdes (ajugasterone C, cystérone, digestéridecystérone, 24,25-déhydrocystérone, 24-déhydro- précystérone, ecdysone, ecdysterone, 23- hydroxycy-stérone, 20-hydroxydésone, makisteroneA, 22-oxo-cy-thérone, polypodine B); Les iridoïdes (bapagide, 8-O acétylharpagide); les flavonoïdes (naringine, apigénine-7 Onéohesperidoside); les stérols (stérols polyhydroxylés); l'ivaide A (1,3 di- (R) - β -hydroxy-glycéride glycérol), les huiles essentielles, les tanins, les diacylglycérides, l'acide myristique, l'acide palmitique (Zafar et Badiâa, 2009).

Principaux constituants d'*Ajuga iva ssp. pseudovia*: Tanin, un principe amer, acides phénols, des flavonoïdes (Delille, 2013).

7. Usage traditionnel et propriétés biologiques (propriétés pharmacologiques)

Les espèces d'*Ajuga* sont utilisées dans la médecine traditionnelle dans le monde entier contre certaines maladies telles que la goutte, le rhumatisme, le paludisme, l'asthme et les maladies gastro-intestinales (Israili et Lyoussi , 2009; Setif, 2011 ; Sivanesan *et al.*, 2016).

En Afrique du Nord, les espèces d'*Ajuga* sont utilisées pour traiter : le diabète, l'hypertension, le cancer, l'asthme, les troubles gastro intestinaux, contre les vers intestinaux et la sinusite l'asthme, bronchite, maux d'oreille, fièvre, phthisie, anti-ulcère, troubles mentaux, maladies de la peau, l'eczéma, les maux de tête, morsures d'animaux (rage), tonic, la diarrhée, elle est aussi utilisé comme : dépuratif , antiarthritique, leishmanicide, antipaludique, anthelminthique, les plaies et les blessures (Elhilaly *et al.*, 2004). Comme un traitement de longue durée (plusieurs semaines) dans le cas de stérilité féminine et contre les douleurs rhumatismales (Salhi *et al.* , 2010 ; Lakhdar, 2015). Dans la médecine traditionnelle algérienne, l'infusion, la décoction et la poudre d'*A. iva* est utilisée comme antiseptique, antirhumatismaux, antidiabétique, hypotensive, antidiarrhéique, pour les problèmes digestif (Miara *et al.*, 2017).

CHAPITRE II : MATERIEL ET MÉTHODES

1. Matériel biologique

Le matériel végétal utilisé est constitué de trois espèces de plantes médicinales: *Erodium medeens*, *Linum tenue (munbyanum) ssp munbyanum* et *Ajuga iva ssp pseudovia*.

1.1. Critères de sélection des plantes

Pour la sélection de nos plantes, nous avons considéré un certain nombre de critères comme l'apport de la littérature, pour le présent travail, nous avons sélectionné trois espèces à savoir : *Erodium medeens* (Géraniacées), *Linum tenue (munbyanum) ssp munbyanum* (Linaceae) et *Ajuga iva ssp pseudovia* (Lamiacées). Ce sont des plantes médicinales ayant un fort potentiel d'activité du fait de leurs usages traditionnels largement répandus, aussi le manque des études et les connaissances botaniques et phytochimiques qui caractérisent les plantes médicinales étudiées donc cette étude c'est une contribution à la phytochimie de ces espèces.

1.2. Récolte des plantes

Les plantes étudiées ont été récoltées au niveau de wilaya de Tiaret en Algérie (**Tableau02**).

Tableau02: Paramètres géographiques et bioclimatiques des stations de récolte des plantes étudiées

La plante	Station	Partie	Latitude	Longitude	Q2	Bioclimat	Variante thermique
<i>Linum tenue (munbyanum) ssp munbyanum</i>	Tiaret	partie aérienne (feuilles, fleurs et tiges)	34°.05' à 35°.30' Nord.	0°.34' à 2°.5' Est	57,43	Semi-aride à hiver frais	Sèche
<i>Erodium medeens</i>	Tiaret	partie aérienne (feuilles, tiges)	34°.05' à 35°.30' Nord.	0°.34' à 2°.5' Est	57,43	Semi-aride à hiver frais	Sèche
<i>Ajuga iva ssp pseudovia</i>	Tiaret	partie aérienne (feuilles, fleurs et tiges et graines)	34°.05' à 35°.30' Nord.	0°.34' à 2°.5' Est	57,43	Semi-aride à hiver frais	Sèche

1.3. Identification botanique

L'identification botanique a été faite par **Dr. MIARA M.D.** (Maître de conférences au département des SNV, Faculté des SNV, Université de Tiaret) par le biais de la flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales (**Quézel et Santa, 1962-1963**).

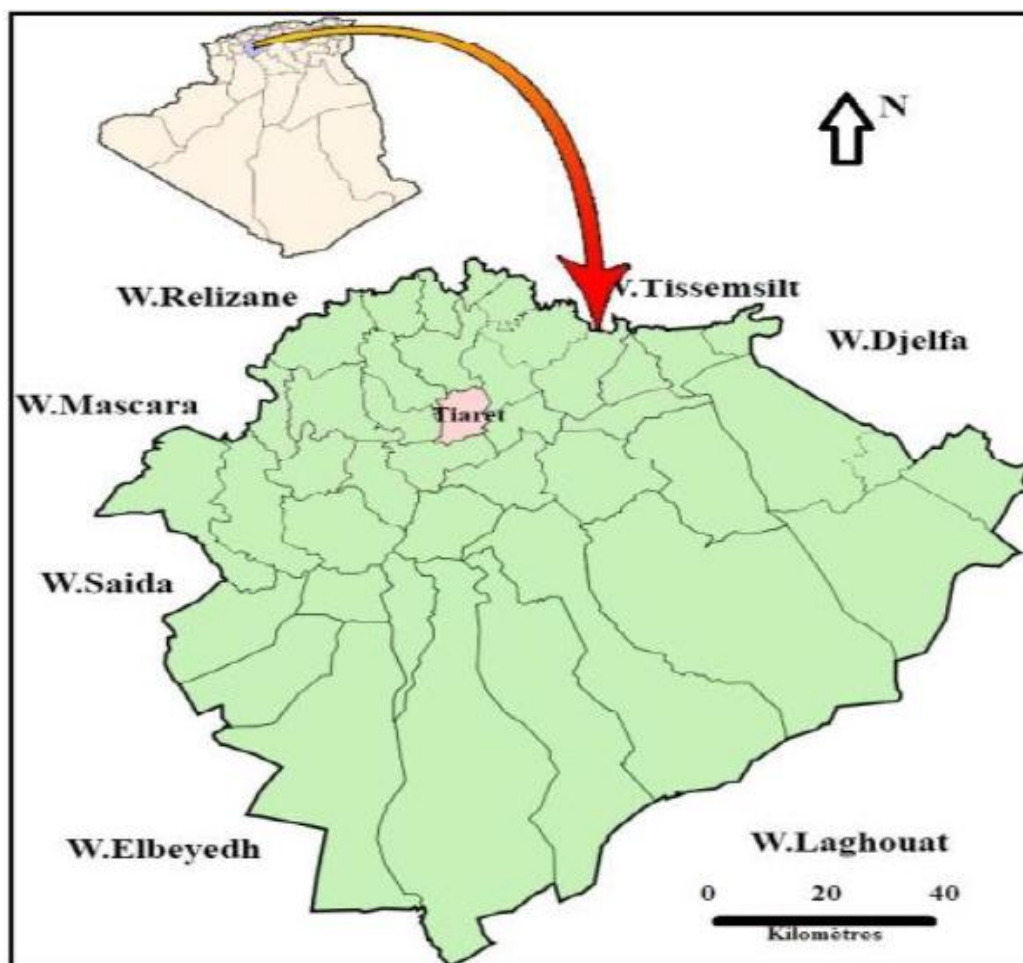


Figure 06: Localisation géographique de la région de Tiaret (www. Google.com)

1.4. Préparation des échantillons

Après récolté le matériel végétal, nous avons procédé au séchage à la température ambiante (20-25°C) pendant environ un mois à l'air libre, jusqu'à la stabilisation de leur masse afin d'éviter d'éventuelles risques d'oxydation des polyphénols et de préserver au maximum l'intégrité des molécules. Ensuite, les échantillons ont été récupérés dans des sacs propres et stockés à l'abri de la lumière et d'humidité.

2. Criblage phytochimique (Screening chimique)

La première étape était la recherche des grandes classes de composés chimiques appartenant aux métabolismes secondaires des plantes étudiées.

En effet, le criblage phytochimique consiste à réaliser des tests phytochimiques qualitatifs, basés sur des réactions de coloration ou de précipitation plus ou moins spécifiques à chaque classe de principes actifs.

Deux solvants de polarités différentes ont été utilisés (Eau, EtOH).

2.1. L'épuisement du matériel végétal avec l'eau

Une quantité de 10 g du matériel végétal est mise en contact avec 100 mL d'eau distillée dans un erlenmeyer, l'ensemble est agité pendant une heure à l'air ambiant, le mélange est filtré et l'extrait aqueux est soumis aux différents tests.

2.2. L'épuisement du matériel végétal avec l'EtOH

Une quantité de 5g du matériel végétal est mise en contact avec 50 mL d'EtOH dans un bécher, l'ensemble est agité pendant une heure à l'air ambiant, le mélange est filtré, et l'extrait éthanolique est soumis aux différents tests.

a. Les saponosides

La détection des saponosides est réalisée en ajoutant quelques gouttes d'eau à 2 mL de l'extrait aqueux, après l'agitation. Après 20 min, la teneur en saponosides est évaluée selon les critères suivants (**Trease et Evans, 1987**):

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

b. Test des alcaloïdes

- ❖ Macération en milieu alcalin :

Une quantité de 2 mg du matériel végétal est mise dans un bécher de 50 mL avec 10 mL d'acide sulfurique (H_2SO_4) (10%), l'ensemble est porté sur un agitateur pendant 3 h. Ensuite, le mélange est filtré et réparti dans trois tubes, on ajoute: Dans tube, 1 mL de filtrat plus 5 gouttes du réactif de Wagner .S'il apparaît un précipité brun, donc on est en présence des alcaloïdes.

c. Anthraquinones libres (Réaction de Borntrager)

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

d. Terpénoïdes (Test de Slakowski)

A 1 mL de l'extrait éthanolique ou aqueux, on ajoute 0,4 mL de chloroforme ($CHCl_3$) et 0.6 mL de H_2SO_4 concentré. La présence des terpénoïdes est mise en évidence par l'apparition d'un anneau marron à l'interphase (**Khan et al., 2011**).

e. Tanins

La présence des tanins est mise en évidence en ajoutant, à 1mL de l'extrait éthanolique, 2 mL d'eau et entre 2 à 3 gouttes de solution de Chlorure de fer (FeCl_3) diluée. Un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration bleue-noire (Tanins galliques), vert ou bleue-verte (Tanins catéchiques) (**Trease et Evans, 1987**).

3. Détermination du rendement des extractions

Le poids de l'extrait sec est déterminé par la différence entre le poids du ballon plein (après évaporation) et le poids du ballon vide (avant évaporation) (**Mohammedi, 2006**).

Le rendement d'extraction (%) est calculé par la formule ci-dessous :

$$R (\%) = (\text{Masse de l'extrait sec} / \text{Masse du matériel végétal utilisé}) \times 100.$$

4. Extraction

1. Préparation d'extraits bruts par macération

La macération c'est la méthode la plus favorable pour réaliser une extraction pour le matériel végétale parce que c'est la méthode unique qui assure une meilleure protection aux structures chimiques et fonctionnelles pour les éléments actifs qui existent dans la matière végétale, pour réaliser cette méthode d'extraction on a suivi les étapes suivantes :

1. L'étape de broyage : à l'aide d'un broyeur on a broyé le matériel végétal sous forme de poudre, cette poudre va constituer la matière sèche qui va servir à l'extraction.
2. Le solvant d'extraction a été choisi de manière à solubiliser un maximum de composés. Le solvant d'extraction qui a ainsi été testé est : l'éthanol (Et OH) qui possède une polarité et qui va permettre d'obtenir un extrait polaire.
3. D'après **Michel (2011)** le ratio solide : liquide est 1/10 (mg / mL), on a pesé une quantité de 20 g au matériel végétale et mélangé avec 200ml de solvant (éthanol) dans erlenmeyer.
4. L'étape d'agitation : le mélange est maintenu sous agitation sans température pendant 24 h.
5. L'étape de filtration : la solution obtenue après 24 h d'agitation est filtrée sur papier filtre (Wattman N°1 de diamètre 0.2 μm).
6. L'étape de rota vapeur: l'évaporation de solvant du filtrat à l'aide de rota vapeur à température de 40 °C.
7. l'extrait sec a été ensuite récupéré, pesé, étiqueté et conservé à +4 °C jusqu'à l'utilisation.

5. Analyse quantitative des composés phénoliques

5.1. Dosage des composés phénoliques

Les composés phénoliques ou polyphénols sont des métabolites secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec un glucide. Les plus représentés sont les anthocyanes, les flavonoïdes et les tannins.

Le dosage des polyphénols totaux par le réactif de Folin-Ciocalteu a été décrit par **Singleton et al. 1999**:

Le réactif est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène (**Ribéreau, 1968**). La coloration produite, dont l'absorption maximum est comprise entre 725 et 750 nm est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux (**Boizot et Charpentier, 2006**).

Mode opératoire

Pour le dosage des composés phénoliques totaux on a utilisé le réactif folin-ciocalteu avec le respect des étapes suivantes :

1. Préparation des solutions chimiques:

- La préparation de folin-ciocalteu : par une dilution de 1-10 : V-V, on a préparé 60 ml de folin-ciocalteu : on ajoute à 6 ml de folin-ciocalteu concentré 54 ml eau distillée.
- La préparation de solution de carbonate de sodium Na_2CO_3 (7,5% = 75 g / L) : on a pesé une quantité de 7,5 g de Na_2CO_3 et dans une erlenmeyer on verse 100 ml d'eau distillée à 7,5 g de Na_2CO_3 .
- La préparation d'acide gallique (0,5 mg / ml) : on a pesé 2 mg d'acide gallique puis on verse 4 ml d'eau distillée à 2 mg d'acide gallique.
- La préparation des 8 solutions d'acides galliques diluées à partir de la solution mère d'acide gallique (0,5 mg / ml): (0 -500 μg / ml)
- La préparation d'extrait (c = 1% = 0,01 g / ml) : on a pesé une quantité de 0,1 g d'extrait sec puis on a ajouté à cette quantité un volume de 10 ml d'éthanol (le solvant utilisé) .

2. L'étape de la manipulation de dosage des composés phénoliques par folin-ciocalteu :

Dans un tube à essai on a ajouté par pipetteur 0,5 ml d'extrait avec 2,5 ml de folin-ciocalteu puis on a agité par le vortex et ensuite on a incubé le tube pendant 2h et après 2h à l'incubation on ajoute 2ml de Na_2CO_3 .

Puis on a mesuré l'absorbance à 730 nm par le spectrophotomètre.

Pour l'acide gallique (contrôle positif et pour établir la courbe d'étalonnage): On a ajouté dans un tube à volume de 0,5 ml d'acide gallique avec 2,5 ml de folin - ciocalteau et après l'agitation et l'incubation à 2 h on a ajouté 2 ml de Na_2CO_3 . Puis on a mesuré l'absorbance à 730 nm par le spectrophotomètre.

La préparation de tube teste (blanc) pour la calibration de l'appareil de spectrophotomètre avant la mesure d'absorbance des extraits et l'acide gallique : dans tube à volume on ajoute 0,5 ml d'eau distillée puis on verse 2,5 ml de réactif folin-ciocalteau (le mélange agité et incubé pendant 2h) après l'incubation on a ajouté 2 ml de Na_2CO_3 . Et puis on a mesuré l'absorbance à 730 nm pour réaliser la calibration

La teneur phénolique totale a été exprimée en milligrammes d'équivalents d'acide gallique (GAE) par gramme d'extrait.

La teneur phénolique totale des échantillons a été exprimée en équivalents d'acide gallique en mg par g d'extrait sec (mg GAE / g ES), ou bien par mg d'équivalents d'acide gallique (mg GAE / g MS) par gramme de la matière sèche.

Le TPC a été calculé par la formule suivante: $C = x * V / m$

Où: x est la concentration d'acide gallique, déterminée à partir de la courbe d'étalonnage (mg / ml); (V est le volume de solution échantillon; (...) m est le poids de l'échantillon dans le test (g).

5.2. Dosage des flavonoïdes

La méthode du trichlorure d'aluminium **Zhishen et al. (1999)** est utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans les extraits éthanoliques des plantes.

❖ Mode opératoire

La concentration des flavonoïdes qu'existe dans les extraits éthanoliques des plantes et est estimée par la méthode de trichlorure d'Aluminium et établie la gamme d'étalonnage par la Quercitine par le respect des étapes suivantes :

1. Préparation des solutions chimiques:

- La préparation du NaNO_3 (5% = 5 g / l) : on a pesé une quantité de 0,5 g de NaNO_3 et après on a ajouté à cette quantité un volume de 10 ml d'eau distillée (0,5 g / 10 ml).
- La préparation de AlCl_3 (1% = 1 g / l) : on a préparé 0,1 g / 10 ml
- La préparation de NaOH = 1 M = 1 mol / l : on a préparé 2 g de NaOH dans une 50 ml d'eau distillée (2 g / 50 ml).

- La préparation de la quercétine de concentration 1 mg /ml : on a préparé 4 mg du quercétine dans un volume de 4 ml d'eau distillée (4 mg /4 ml).
- La préparation des solutions déliées du quercétine à partir de la solution mère du quercétine (0,0625 -1 mg /ml).
- La préparation d'extrait(c= 1% = 0,01g / ml) : on a pesé une quantité de 0,1 g d'extrait sec puis on a ajouté a cette quantité un volume de 10 ml d'éthanol (le solvant utilisé).

2. Manipulation de dosage parla méthode de trichlorure d'Aluminium $AlCl_3$:

* Préparation d' extrait : dans tube a vice on a ajouté 1 ml de l'extrait avec 0,3 ml $NaNO_3$ puis on a agitée et on a incubé le mélange pendant 5 min , après 5 min on a ajouté 0,3 ml d' $AlCl_3$ puis également on a agité et on a incubée à 6 min puis on a ajouté 2 ml de $NaOH$ et après l' agitation on a incubé le mélange 30 min à température ambiante.

Après 30 min on a mesuré l'absorbance a 510nm par le spectrophotomètre.

*Préparation de quercitine (comme contrôle positif et pour établir la courbe d'étalonnage: On a ajouté dans un tube a vice volume de 1 ml de quercitine au chaque concentration (0–1 mg /ml) avec 0,3 ml de $NaOH$ puis on a agité et on a incubé à 5 min et après on a ajouté 0,3 ml d' $AlCl_3$ puis également on a agité et on a laissé le mélange a durée d' incubation de 6 min, après l'incubation on a ajouté 2 ml de $NaOH$ puis le mélange agité et incubé pendant 30 min à température ambiante.

Puis on a mesurée l'absorbance à 510 nm par le spectrophotomètre.

Le contenu total en flavonoïdes des échantillons a été exprimé comme.... Équivalents en mg par g d'extrait sec (QE / g DE), obtenus à partir de la courbe standard basée sur la quercétine et par g de poids sec (DW) comme valeur moyenne $\pm$ SD (n = 3).

$y\% = (\text{échantillon Abs} - \text{Contrôle Abs})$.

Où: A témoin = est l'absorbance de la réaction témoin (contenant tous les réactifs sauf le composé d'essai), et A échantillon: est l'absorbance du composé d'essai

5.3. Dosage des tannins

Les tanins condensés sont déterminés par la méthode à la vanilline en milieu acide (**Price et al., 1978**). Cette méthode est basée sur la capacité de la vanilline à réagir avec les unités des tanins condensés en présence d'acide pour produire un complexe coloré mesuré à 500 nm. La réactivité de la vanilline avec les tanins n'implique que la première unité du polymère. Les quantités des tannins sont estimées en utilisant la méthode de vanilline décrite par **Julkunen-Titto (1985)**.

Mode opératoire**1. Préparation des solutions chimiques utilisées dans la manipulation de dosage :**

- La préparation d 'extrait($c = 1\% = 0,01\text{ g / ml}$) : on a pesé une quantité de 0,1 g d' extrait sec puis on a ajouté a cette quantité un volume de 10 ml d' éthanol (le solvant utilisé) .
- La préparation de catéchine (acide tannique) ($c = 500\text{ }\mu\text{g/ml}$) : on a préparé 2,5 mg /5ml.
- La préparation des solutions déliées d'acide tannique à partir de la solution mère du acide tannique ($50 - 500\text{ }\mu\text{g /ml}$).
- La préparation de vanilline 4 % (w /v) Eth OH : on a préparé 0,8 g dans une 20 ml d' éthanol.
- La préparation de HCl (37%).

2. L'étape de la manipulation de dosage parla méthode dela vanilline en milieu acide:

1. Préparation d'extrait : dans tube à vice et par micro pipette on a ajouté 50 μl d'extrait avec 1,5 ml de vanilline et ainsi 750 μl de HCl (le mélange agité puis incube à 20 min à température ambiante).La mesure d'absorbance été a 500 nm.

2. Préparation de catéchine (acidetannique) (comme contrôle positif et pour établir la courbe d'étalonnage) : dans tube a vice et par micro pipette on a ajouté 50 μl d'acide tanniqueavec 1,5 ml de vanilline et ainsi 750 μl de HCl(le mélange agité puis incube à 20 min à température ambiante).La mesure d'absorbance a 500 nm.

3.La préparation de tube teste (blanc) pour la calibration de l'appareil de spectrophotomètre avant la mesure d'absorbance des extraits et la catéchine (acide tannique) : dans tube a vice et par micro pipette on a ajouté 50 μl éthanol avec 1,5 ml de vanilline et ainsi 750 μl de HCl (le mélange agité puis incube à 20 min à température ambiante).

CHAPITRE III.RESULTATS ET DISCUSSION

1. Screening phytochimique

La mise en évidence de différentes classes des métabolites secondaires et métabolites primaires constituant une plante, nous permet d'avoir une bonne idée sur la phytochimie de la plante médicinale. Pour cela nous avons réalisé les tests phytochimiques sur les trois plantes étudiées (*Erodium medeens* (A), et *Ajuga iva ssp pseudovia* (B) et *L. tenue ssp munbyanum* (C) (**Tableau03**) .

Les résultats expérimentaux des tests phytochimiques réalisés sur le matériel végétal broyé de trois plantes étudiées (*E. medeens* (A),et *A. iva ssp pseudovia* (B) et *L. tenue ssp munbyanum* (C)) mentionnés dans le **tableau03**, montrent la présence des saponines, des alcaloïdes, anthraquinones libres, tanins, terpénoïdes dans les plantes médicinales étudiées avec des intensités variables(**Tableau03**).

La mise en évidence des alcaloïdes des dans l'extrait éthanolique de trois plantes étudiées (*E. medeens*(A) et *A. iva ssp pseudovia* (B) et *L. tenue ssp munbyanum* (C)) est confirmée par l'apparition d'un précipité brun au contact avec le réactif de Wagner (**Tableau03**).

Les tanins sont présents avec une intensité importante dans les extraits éthanoliques. Sa présence est confirmée par une réaction positive avec la solution de chlorure ferrique en donnant une coloration bleu verdâtre dans les trois plantes étudiées (*E. medeens*(A) et *A. iva ssp pseudovia* (B) et *L. tenue ssp munbyanum* (C)) (**Tableau03**).

Le test positif des stérols et triterpènes nous a montré leur présence dans l'extrait éthanolique d'*A. iva ssp pseudovia* (B) avec une apparition d'un anneau rouge brun et une couche surnageante de couleur verte (**Tableau03**).

Les tests phytochimiques réalisés ont montré l'absence des anthocyanes dans les trois plantes étudiées (*E. medeens*(A) et *A. iva ssp pseudovia* (B) et *L. tenue ssp munbyanum* (C)) (**Tableau03**).

On remarque aussi la présence des saponosides dans les plantes étudiées (*E. medeens*(A) et *A. iva ssp pseudovia* (B) (**Tableau03**).

Tableau03 : Résultats des réactions de caractérisation des différents groupes chimiques recherchés dans la poudre des trois plantes étudiées (*E. medeensis*(A), et *A. iva ssp pseudovia* (B) et *L. tenue ssp munbyanum* (C))

Groupes chimiques	Les résultats			Résultats
	<i>Erodium medeensis</i>	<i>Ajuga iva ssp pseudovia</i>	<i>L. tenue ssp munbyanum</i>	
saponines	++	+	-	
alcaloïdes	+	+	+	
Anthraquinones libres	-	-	-	
Tanins	+	+	+	
Terpénoïdes (Test de Slakowski)	-	+	-	

- ❖ Réaction faiblement positive : +
- ❖ Réaction moyennement positive : ++
- ❖ Réaction négative : -

Le screening phytochimique montre qu'*A. iva ssp pseudovia* contient les tanins et les saponosides et des alcaloïdes avec une faible quantité. **El Hilaly et al. (2004), Rouibi et al. (2012), Makniet al. (2013) et Ayari et al. (2013)** ont rapportés la présence des mêmes groupes chimiques au niveau de la partie aérienne d'*A. iva* ce qui est comparable à nos résultats.

Le screening phytochimique montre qu'*E. medeensis* contient les tanins et les saponosides et des alcaloïdes avec une faible quantité. Les travaux antérieurs sur les tests phytochimiques de *Erodium glaucophyllum* ont démontrés la présence des tanins et les saponosides et des alcaloïdes (**Abdelkebir et al.,2018**) ce qui est comparable à nos résultats.

Le screening phytochimique montre qu'*L. tenue ssp munbyanum* contient les tanins et terpènes et des alcaloïdes avec une faible quantité. Les travaux antérieurs sur les tests phytochimiques de *Linum usitatissimum* L. Ont démontré la présence les tanins et terpènes et des alcaloïdes (**kouiderMohammadi et Mohammadi , 2019**)ce qui est comparable à nos résultats.

2. Extractions et rendements

Le rendement qui a été déterminé par rapport à 20 g de matériel végétal sec et broyé est exprimé en pourcentage. Les résultats du rendement d'extraction des trois plantes étudiées (*E. medeensis*, *L. tenue ssp munbyanum* et *A. iva ssp pseudovia*) par macération avec EtOH sont représentés dans le **tableau04etFigure 07** .

Tableau 04. Rendement d'extraction (%) des trois plantes étudiées (*E. medeensis*, *L. tenue sspmunbyanum* et *A. ivassppseudovia*) par macération avec EtOH :

La Plante	Aspect	couleur	Rendement[$R(\%) = (m_{\text{ext}}/m_{\text{mv}}) \times 100$]
<i>E. medeensis</i>	Pâteux	Verte	$R(\%) = (0,85/20) \times 100$ $R(\%) = 4,25 \%$
<i>A. iva ssp pseudovia</i>	Pâte collante	Verte foncée	$R(\%) = (1,51/20) \times 100$ $R(\%) = 7,55 \%$
<i>L. tenue ssp munbyanum</i>	Pâteux	Verte	$R(\%) = (0,42/20) \times 100$ $R(\%) = 2,1 \%$
m_{ext} : masse de l'extrait en g. & m_{mv} : masse de la matière végétale en g.			

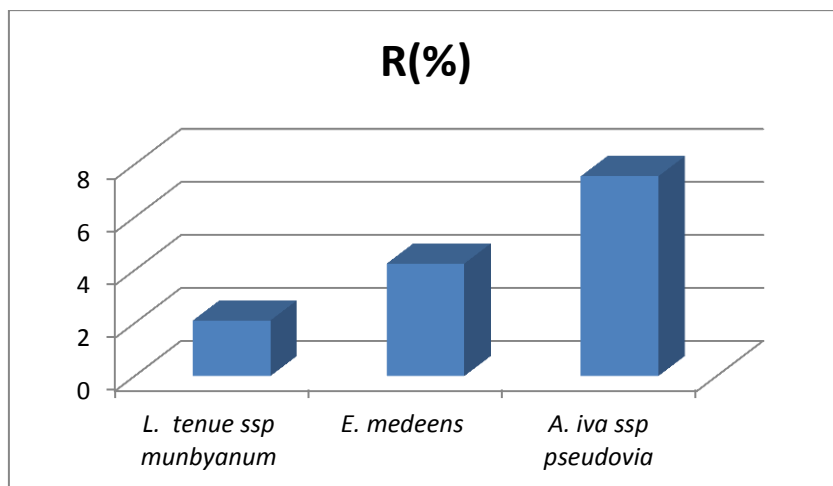


Figure 07: Représentation graphique du rendement obtenu pour les trois plantes étudiées (*Erodium medeens* et *Ajuga iva ssp pseudovia* et *Linum tenue ssp munbyanum*) .

Les rendements de l'extraction varient de 2,10 à 7,55%, dans laquelle l'extrait d'*A. iva ssp pseudovia* a donné le meilleur rendement que ceux des deux autres espèces. Les résultats obtenus pour les extraits bruts éthanoliques montrent que le rendement le plus élevé est celui de l'extrait brut *A. iva ssp pseudovia* (7,55%) suivi de *E. medeens* (4,25%) puis *L. tenue ssp munbyanum* (2,10%).

Pour les résultats de rendement, il est difficile de comparer les résultats d'extraction avec ceux de la bibliographie car le rendement n'est que relatif et semble être lié aux propriétés génétiques ainsi qu'à l'origine géographique, la macération et les conditions et à la durée de stockage de la récolte et aussi aux méthodes d'extraction appliquées.

3. Analyse Quantitative des composés phénoliques

1. Teneurs en phénols totaux, flavonoïdes et tannins

Tableau 05. Teneurs en phénols totaux, flavonoïdes et tannins des trois plantes étudiées (*E. medeens*, *L. tenue ssp munbyanum* et *A. iva ssp pseudovia*)

Plants	Phenols totaux		Flavonoïdes		Tannins	
	mg EAG/g DWE	mg EAG/g DWP	mg EQ/g DWE	C mgEQ/g DWP	mg EAT/g DWE	C mgEAT/g DWP
<i>Erodium medeens</i> (A)	33.76	1.43	3.43	0.14	18.80	0.39
<i>Ajuga iva ssp pseudovia</i> (B)	11	0.83	2.99	0.22	9.80	0.41
<i>L. tenue ssp munbyanum</i>	5.55	0.11	1.008	0.02	4.17	0.31

(C)						
-----	--	--	--	--	--	--

2. Dosage des phénols totaux

La détermination de la teneur en phénols totaux a été réalisée par la méthode Folin – Ciocalteu avec de légères modifications. La teneur phénolique totale a été exprimée en milligrammes d'équivalents d'acide gallique (GAE) par gramme d'extrait (mgGAE / g ES), ou bien par mg d'équivalents d'acide gallique (mgGAE / g MS) par gramme de la matière sèche. L'équation obtenue pour la courbe d'étalonnage de l'acide gallique est comprise entre 0,1 et 1 mg / ml. En utilisant l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage tracée de l'acide gallique(**Figure08**).

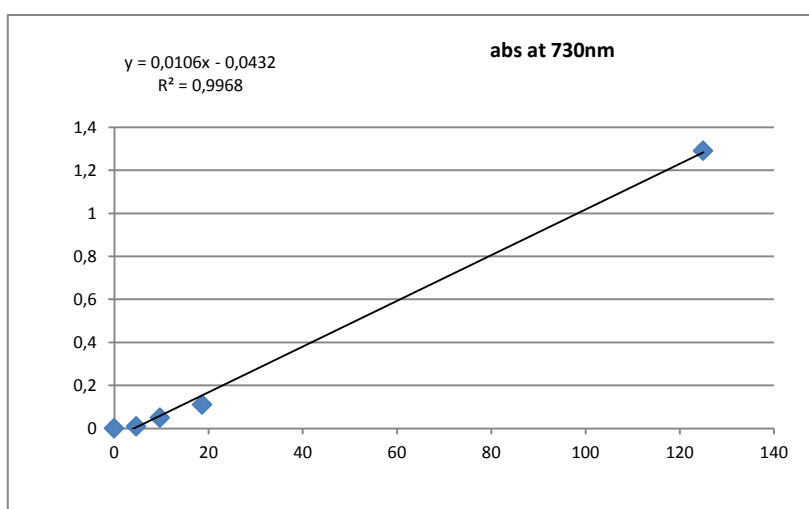


Figure08: Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des phénols totaux.

Pour les trois plantes étudiées (*E. medeensis*(A), et *A. iva ssp pseudovia* (B) et *L. tenue ssp munbyanum* (C)) nous avons remarqués une variabilité des teneurs en phénols totaux (**Figure 09**). La teneur la plus élevée est constatée dans *E. medeensis* (A), elle est de l'ordre de 33.76et 1.4348mg GAE/g d'extrait et par gramme de la poudre respectivement suivi par *A. iva ssp pseudovia*(B) avec une teneur de 11et 0.8305mg GAE/g d'extrait et par gramme de la poudre respectivement, puis *L. tenue ssp munbyanum* (C) avec une teneur de 5.55et 0.11655mg GAE/g d'extrait et par gramme de la poudre respectivement.

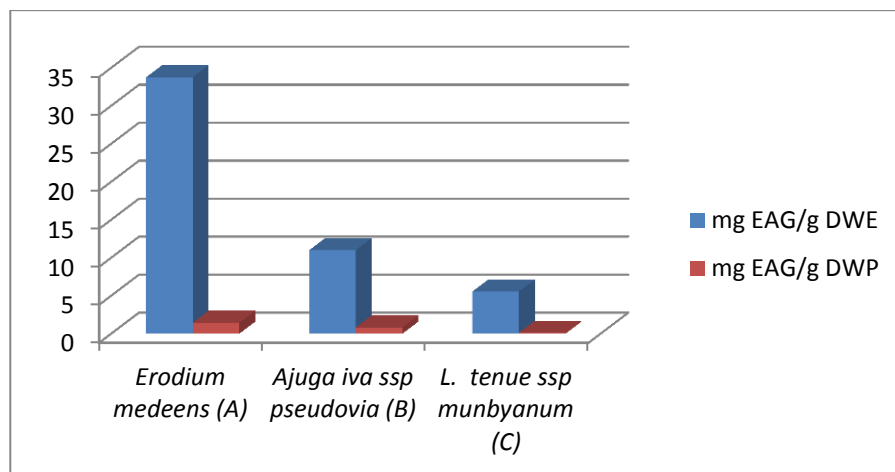


Figure 09: Représentation graphique aux Teneurs de polyphénols totaux pour les trois plantes étudiées (*Erodium medeensis* (A), et *Ajuga iva ssp pseudovia* (B) et *Linum tenue ssp munbyanum* (C))

3. Dosage des flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé par la méthode colorimétrique décrite par **Zhishen et al. 1999**. La Quercitine considérée comme contrôle positif a permis de réaliser une courbe d'étalonnage d'où on a calculé la teneur en flavonoïdes des différentes parties de la plante qui est exprimé en mg équivalent de Quercitine (EQ) par gramme d'extrait et par gramme de la poudre respectivement. (**Figure10**).

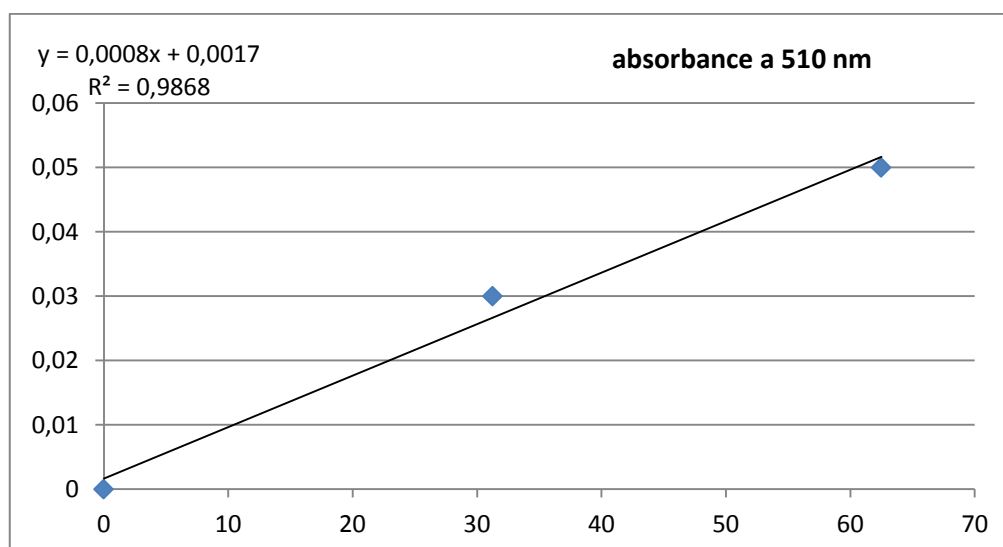


Figure10: Courbe d'étalonnage de la quercitine pour le dosage des flavonoïdes

D'après l'histogramme illustré dans la **figure11**, nous avons observé des teneurs rapprochées en flavonoïdes dans les trois plantes étudiées (*Erodium medeensis*(A), et *Ajuga iva ssp pseudovia* (B) et *Linum tenue ssp munbyanum* (C), elles représentent des valeurs

de 3.43 et 0.14, 2.99 et 0.22, 1.008 et 0.02 mg EQ/g d'extrait et par gramme de la poudre respectivement.

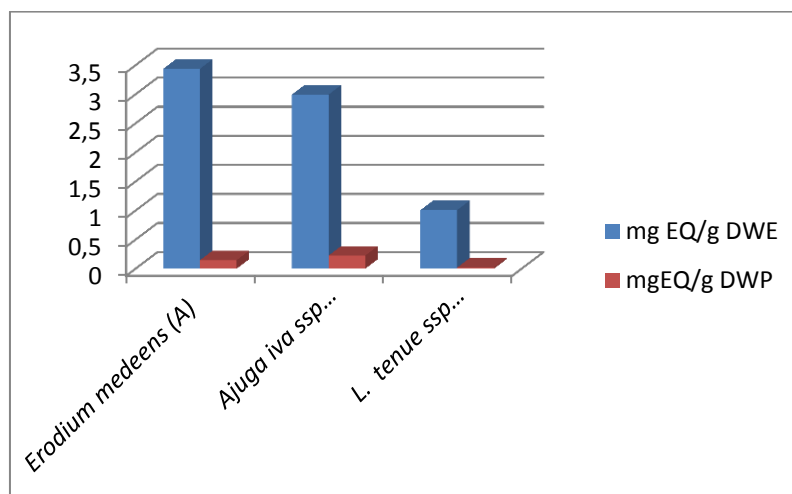


Figure 11 : Représentation graphique aux Teneurs des flavonoïdes pour les trois plantes étudiées (*Erodium medeensis* (A), et *Ajuga iva ssp pseudovia* (B) et *Linum tenue ssp munbyanum* (C)).

4. Dosage des tanins

La quantification des tanins a été effectuée par une méthode adaptée par **Zhang et al. 2008**. Une courbe d'étalonnage est réalisée en utilisant de la catéchine comme contrôle positif. Les résultats sont exprimés en milligramme (mg) équivalent de la catéchine par gramme d'extrait et par gramme de la poudre respectivement (mgEAT /g) (**Figure 12**).

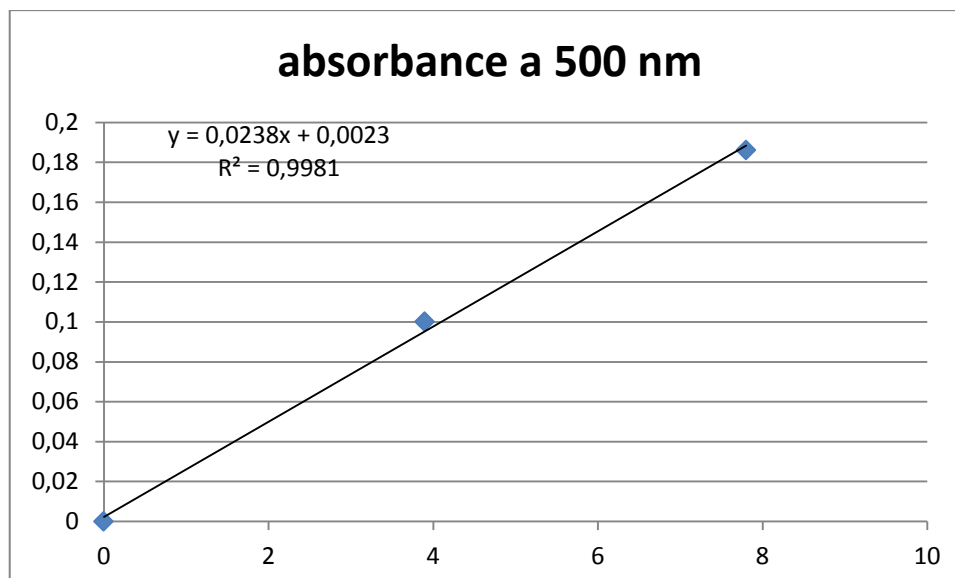


Figure12: Courbe d'étalonnage de l'acide tannique pour le dosage des tannins.

Comme le montre l'histogramme dans la **figure 13** les concentrations des tanins sont classées comme suit : *Erodium medeens*(A) > *Ajuga iva ssp pseudovia* (B) > *Linum tenue subsp munbyanum* (C) qui sont de l'ordre de 18.80 et 0.39; 9.80 et 0.41, 4.17 et 0.31 mg EAT/g d'extrait et par gramme de la poudre respectivement dont nous avons remarqué que la teneur enregistrée dans *Erodium medeens* (A) est la plus importante.

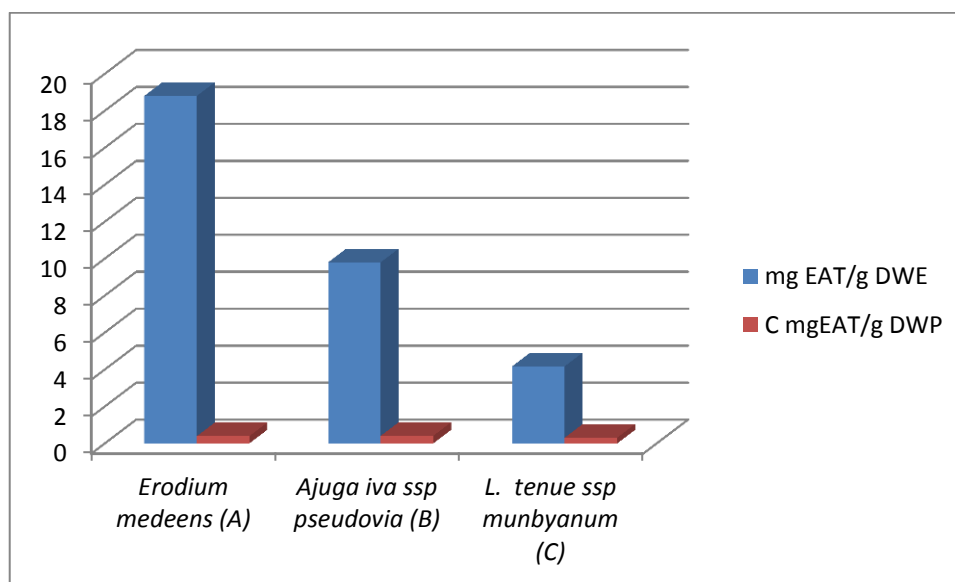


Figure 13 : Représentation graphique aux Teneurs des tannins pour les trois plantes étudiées (*Erodium medeens*(A) , et *Ajuga iva ssp pseudovia* (B) et *Linum tenue subsp munbyanum* (C))

La quantité en phénols totaux, en flavonoïdes et en tanins) par gramme d'extrait sec et par gramme de la matière sèche est variable entre les différentes plantes étudiées (*Erodium medeens* (A) et *Ajuga iva ssp pseudovia* (B) et *Linum tenue subsp munbyanum* (C) .*Erodium medeens* (A) était particulièrement riches en phénols totaux, en flavonoïdes et en tanins par rapport aux *Ajuga iva ssp pseudovia*(B) et *Linum tenue subsp munbyanum* (C)qui représentent une teneur moyennement faible.

Une étude faite par **Bendif(2017)**montre que la teneur des phénols totaux dans *Ajuga iva* est 8,99mg GAE/g d'extrait sec ce qui est presque comparable à nos résultats où la teneur des phénols totaux dans *Ajuga iva ssp pseudovia* (B) est 11mg GAE/g d'extrait sec.**Dif et jouder (2008)**montrent que la teneur des flavonoïdes dans *Ajuga iva* qui est de l'ordre de 4,48 mg EQ/g d'extrait sec , ces teneurs apparaissent presque ainsi comparable par rapport à nos résultats (2.99mg EQ/g d'extrait sec) .

Des travaux antérieurs sur l' espèce *Erodium glaucophyllum* par**Abdelkebir et al.(2018)** ont démontrés que la teneur des phénols totaux et la teneur des flavonoïdes et des tanins respectivement 32.844 mgGAE/ /g d'extrait sec,20.337 mg EQ/g d'extrait sec et 11.657 mg EAT/g d'extrait sec, par rapport à nos résultats la teneur des phénols totaux d'*Erodium medeens*(A) estde l'ordre de 33.76mgGAE/g d'extrait sec donc ces teneurs apparaissent presque identiques et la teneur des flavonoïdes qui est de l'ordre de 3.43mg EQ/g d'extrait sec on remarque que ces teneurs apparaissent inférieurs par rapport à résultats obtenus par **Abdelkebir et al.(2018)** .la teneur des tanins qui est de l'ordre de18.80mg EAT /g d'extrait sec d' *Erodium medeens*(A) ces teneurs apparaissent supérieures par rapport à résultats obtenus par **Abdelkebir et al.(2018)** .

Des travaux antérieurs sur l' espèce *Linum usitatissimum* par **kouider mohammadi et Mohammadi (2019)**Ont démontré que la teneur des phénols totaux et la teneur des flavonoïdes et des tanins par gramme d'extrait sec respectivement 7,24 mgGAE/ g,60,49 mg EQ/g et 1.35 mg EAT /g, par rapport à nos résultats la teneur des phénols totaux et la teneur des flavonoïdes et des tanins respectivement de *L. tenue ssp munbyanum* est 5.55mgGAE /g d'extrait sec,1.008mg EQ/g d'extrait sec et 4.17mg EAT /g d'extrait sec. .

Conclusion

Les plantes médicinales représentent une source inépuisable de substances et composés naturels bioactifs, et restent la source prédominante de médicaments pour la majorité de la population mondiale, en particulier dans les pays en voie de développement ou environ 40 % des médicaments sont dérivés de la nature.

L'objectif de ce travail consistait à la caractérisation phytochimique pour les trois plantes étudiées (*Erodium medeens*, *Ajuga iva ssp pseudovia* et *L. tenue ssp munbyanum*).

Qualitativement, les tests phytochimiques réalisés par les réactions de caractérisation ont permis de mettre en évidence sur le matériel végétal broyé de trois plantes étudiées la présence des saponines, des alcaloïdes, anthraquinones libres, tanins, terpénoïdes dans les plantes médicinales étudiées avec des intensités variables flavonoïdes, des tanins, des stérols et terpènes.

La teneur des phénols totaux, des flavonoïdes et des tanins est variable entre les trois plantes étudiées. La teneur la plus élevée des polyphénols est constatée dans *E. medeens*, elle est de l'ordre de 33.76mg GAE/g d'extrait sec suivi par *A. iva ssp pseudovia* avec une teneur de 11mg GAE/g d'extrait sec, puis *L. tenue ssp munbyanum* avec une teneur de 5.55mg GAE/g d'extrait sec.

Concernant les flavonoïdes, nous avons observé des teneurs rapprochées en flavonoïdes dans les trois plantes étudiées (*Erodium medeens* et *A. iva ssp pseudovia* et *L. tenue ssp munbyanum*, elles représentent une valeur de 3.43 ; 2.99 et 1.008mg EQ /g d'extrait sec respectivement.

Alors pour le dosage des tanins, les teneurs obtenues sont classées comme suit: *Erodium medeens*>*Ajuga iva ssp pseudovia*>*Linum tenue ssp munbyanum* qui sont de l'ordre de 18.80; 9.80 et 4.17 mg EAT/g d'extrait sec respectivement dont nous avons remarqué que la teneur enregistrée dans *Erodium medeens* est la plus importante.

L'ensemble des résultats obtenus ne constitue qu'une ébauche dans le domaine de recherche, alors il serait intéressant d'étayer ce travail par :

- La purification et l'identification des principes actifs.
- L'étude de la toxicité de ceux-ci : *in vitro* et *in vivo*.
- Tester des activités biologiques des extraits tel que: l'activité antioxydante, anti-inflammatoire et antibactérienne ...

Références bibliographie

1. Abdelkebir R., Najjaa H., Ben Arfa A . et Neffati M . (2018) . Phytochemical Screening, Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Erodium glaucophyllum* (L.) L'Hérit . Journal of Biomedical Sciences , 7, 1-13.
2. Abderrazak M., Joël R. (2007). La botanique de A à Z. Ed. Dunod, Paris,177 p .
3. Albers F., Van der Walt J.J.A. (2010). The Families and Genera of Vascular Plants .Vol. IX: Flowering Plants - Eudicots, Springer-Verlag, 2-10 .
4. Anthoula A. (2003). Plantes Aromatiques & Médicinales. Stratégie et politique agricole, direction des études et de la coordination, Ministère de l'agriculture république libanaise.
5. Aribi I.(2012). Etude ethnobotanique des plantes médicinales de la région de Jijel : Etude anatomique, phytochimique, et recherche d'activités biologiques de deux espèces. Biologie et physiologie cellulaire et moléculaire, mémoire de Magister, université des sciences et de la technologie Houari Boumediene USTHB, Alger , p 120.
6. Atefeibu E.S.I. (2002). Contribution à l'étude des tanins et de l'activité antibactérienne d'*Acacia Nilotica* Var *Andesonii*. Thèse de Doctorat, Université cheikh AntaDiop de Dakar, P 33.
7. Ayari B., Leila R., Sana Z., Hnia C. et Ahmed M. (2013). Evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of Tunisian *Ajuga iva* L. essential oils, *Revue F. S. B XI.*, 203-210.
8. Bahorun T. (1997). Substances naturelles actives: la flore mauricienne, une source 'approvisionnement potentielle. *Food and agricultural resarchcouncil, Réduit, Mauritius*, 83-94.
9. Bakkali F., Averbeck S. et Averbeck D., Idaomar M. (2008). Biological effects of essential oils. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 446-475.
10. Batanouny K.H., Abou Tabl S., Shabana M. et Soliman F. (1999). Wild medicinal plants in Egypt. Academy of Scientific Research and Technology ,International Union for Conservation (IUCN) ,Egypt, 5-10 .
11. Battandier J.A. et Trabut L.C. (1888 -1890). *Flore d'Algérie*. Ed. Adolphe Jourdan, Alger, 825 p.

12. Beddou F. (2015). Etude phytochimique et activités biologiques de deux plantes médicinales sahariennes *Rumex vesicarius* L. et *Anvilleara diata* Coss. & Dur. Thèse de Doctorat, Université Abou BekrBelkaid, Tlemcen, Algérie , p30 .
13. Bekhehi C. et Abdelouahid D. (2014). Livre des huiles essentielles. *office des publications universitaires* ,Ben aknoun ,55p.
14. Beloued A. (2005). Plantes médicinales d'Algérie. Ed. Office des Publications Universitaires , Alger, Algérie, 284p.
15. Bendif H.(2017). Caractérisation phytochimique et détermination des activités biologiques *in vitro* des extraits actifs de quelques Lamiaceae: *Ajuga iva*(L.) Schreb., *Teucrium polium* L., *Thymus munbyanus* subsp. *Coloratus* (Boiss. &Reut.) Greuter&Burdet et *Rosmarinus eriocalyx* Jord &Fourr. Thèse de Doctorat en Biotechnologies Végétales , L'école Normale Supérieure De Kouba-Alger, Alger , 69 -70 .
16. Bernard B. (2001). Plantes médicinales du monde .2ieme Edition , 300p .
17. Beverly C.D. et Sudarsanam G. (2011). Ethno medicinal plant knowledge and practice of people of Javadhu hills in Tamilnadu . *Journal of Tropical Biomedicine*, 1, 79-81 .
18. Bhat S.V., Nagasampagi B.A.et Sivakumar M. (2005). Chemistry of natural products. Ed. Narosa, New Delhi, India, 237p.
19. Blamey M. et Grey-Wilson C. (2000). La Flore d'Europe occidentale. Flammarion ,Paris, 544 p .
20. Bloedon L. T., et Szapary P. O. (2004). Flaxseed and cardiovascular risk. *Nutrition Reviews*, 62, 18-27.
21. Boizot N., Charpentier J.P. (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Méthodes et outils pour d'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques, *INRA*, 79-82.
22. Bolsheva N. L., Alexander V., Zelenin Inna V. (2015). The Diversity of Karyotypes and Genomes within Section Syllinum of the Genus *Linum* (Linaceae). Revealed by Molecular Cytogenetic Markers and RAPD Analys .
23. Bouziane Z.(2017) . Contribution à l'étude ethnobotanique des plantes médicinales de la région d'Azail (Tlemcen –Algérie). Thèse de Master en Ecologie , Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen , Tlemcen ,p40 .

24. Bouzid A., Chadli R., Bouzid K.(2016). Étude ethnobotanique de la plante médicinale *Arbutus unedo* L. dans la région de Sidi Bel Abbés en Algérie occidentale. *Phytothérapie* ,15, 373-378.
25. Bruneton J. (1993). Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales. 2ème Ed. Tec & Doc Lavoisier, Paris , 268-277 .
26. Bruneton J. (1999). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème Ed. Tec & Doc Lavoisier , Paris, 207-211.
27. Bruneton J. (2009). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4ème Ed. Tec & Doc Lavoisier, Paris , 200 p .
28. Bruneton J.(2016).pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales . 5è édition ,Lavoisier , 200 p .
29. Carter J. F. (1996). Sensory evaluation of flaxseed of different varieties. In *Proc. Flax Inst.*,Vol. 56, 201-203.
30. Chaabi M.(2008). Etude phytochimique et biologique d'espèces végétales africaines: *Euphorbia stenocla* Baill. (Euphorbiaceae), *Anogeissusliocarpus*Guill. Etperr. (Combrétaceae), *Limoniastrumfeeii*(Girard) Batt.(Plumbaginaceae). Thèse de doctorat en pharmaco chimie, Université, LouisPasteur et Université Mentouri de Constantine , Alger, 179- 180.
31. Chen Y.F., Tsai H.Y., Wu T.S. (1995). Anti-Inflammatory and analgesic activities from the roots of *Angelica pubescens*. *Planta Med.*, 61, 2-8.
32. Colas C. (2006). Développement de méthodes physico-chimiques pour le contrôle de la médication par l'*harpago phytum* et l'*eleuthero coccus*, principes actifs utilisés en phytothérapie équine. Thèse de doctorat , École Polytechnique, p30 .
33. Cowan M.M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol.* ,12 , 564- 582.
34. Dacosta Y. (2003). Les phytonutriments bioactifs. Ed . Yves Dacosta, Paris, 317 p.
35. Delille L.(2013) . Les plantes médicinales d'Algérie. Ed. BERTI ., Alger,122 p.
36. Dif N., Jouer, A. (2008). Les activités biologiques d'un extrait méthanolique d'une plante médicinale locale ; Ivette musquée (*Ajuga Iva*). Mémoire de fin de cycle, p 30 .
37. Dixon R.A .,Dey P. M .,Lamb C. J. (1983). Phytoalexins: Enzymology and molecular biology. *Adv. Enzymol*,55 , 1-136.

38. Djerroumi A .et Nacef M .(2004) . 100 plantes médicinales d'Algérie. Palais du livre ,23p.
39. El Haib A .(2011).Valorisation de terpènes naturels issus de plantes marocaines par transformations catalytiques. Thèse de doctorat , Université de Toulouse ,p53 .
40. El Hilaly J., Lyoussi B., Wibó M. et Morel N. (2004). Vasorelaxant effect of the aqueous extract of *Ajuga iva* in rat aorta. *Journal of Ethnopharmacology*, 93, 69-74.
41. Elicoh-Middleton J.R., Chithan K. et Theoharis C. (2000). Effect of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart diseases and cancer. *Pharmacology and Experimental therapeutics*, 4, 673-751.
42. Endrias A.(2006) .bio-raffinage de plantes aromatiques et médicinales appliqué à *l'Hibiscus sabdariffa* L. et à *l'artemisiaannua* . Mém. doc., L'institut national polytechnique de Toulouse, France , 171p.
43. Erlund I. (2004). Review of the flavonoids quercetin, hesperetin, and naringenin. Dietary sources, bioactivities, bioavailability, and epidemiology. *Nutrition Research*, 24, 851-874
44. Frantisek S.(1992). Plantes medicinales . Ed. Grund ,Paris ,50p.
45. Fujioka T. ; Furumi K ., Fujii H ., Okabe H. , Mihashi K. , Nakano Y. , Mastunga H ., Katano M. et Mori M. (1999). Antiproliferative constituents from umbelliferae plants., V. A., New furanocoumarin and falcariindiolfuranocoumarin ether from the root of *Angelica japonica*, *Chem. Pharm. Bull*, 47,96-100.
46. Garcia-Salas P., Morales-Soto A., Segura-Carretero A. et Fernández-Gutiérrez A. (2010). Phenolic-Compound-Extraction Systems for Fruit and Vegetable Samples. *Molecules*, 15, 8813- 8826.
47. Gordon C. (1997). Botanica : encyclopédie de botanique et d'horticulture : plus de 10 000 plantes du monde entier, [Nouv. éd.?], [Cologne], Könemann; Milsons Point (NSW Australie), Random House Australia, , 1020 p.
48. Gourguillon L., Destandau E., Lobstein A., Lesellier E. (2016).Comparaison de différentes méthodes d'extraction d'acides dicaffeoylquiniques à partir d'une plante halophile, *Comptes Rendus Chimie* ,1-9.
49. Gueye P. M. (2007). Phénotypes majeurs de l'haptoglobine humaine et stress oxydant induit par l'hémoglobine extra érythrocytaire sur le globule rouge. Thèse pour obtenir le doctorat Sciences Pharmaceutiques, Université Louis Pasteur, Strasbourg.

50. Guittonneau G.G. (1972). Contribution à l'étude biosystématique du genre *Erodium* L'Hér. dans le bassin méditerranéen occidental. *Boissiera*, 20 , 89p.
51. Halimi A.K. (2004). Les plantes médicinales en Algérie. 1ère édition , BERTI Editions, Alger, 156- 157
52. Halligudi N. (2012). Pharmacological properties of flax seed. *Review Hygeia: journal for drugs and medicines* , 4 , 70-77 .
53. Harborne J.B. (1998). *Phytochemical methods. A guide to modern techniques of plants analysis*, Third Edition. ISBN: 0-412-57260-5 (HB) and 0-412-57270-2 (PB).
54. Hennebelle T. (2006). Investigation chimique, chimio taxonomique et pharmacologique de lamiales productrices d'antioxydants: *Marrubium peregri num*, *Ballota larendana*, *Ballota seudodictamnus* (Lamiacées) et *Lippia alba* (Verbénacées). Thèse de Doctorat , Université des sciences et technologies de Lille 1, Lille, P 304.
55. Hernandez-Ochoa L.R. (2005). Substitution de solvants et matières actives de synthèse par combine «Solvant/ Actif» d'origine végétale. Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechniques de Toulouse ,p 30 .
56. Hopkins W.G. (2003). *Physiologie végétale*. Ed. De Boeck Université, Bruxelles, 514P.
57. Hosseinzadeh S., Jafarikukhdan A., Hosseini A., Armand R. (2015). The Application of Medicinal Plants in Traditional and Modern Medicine: A Review of *Thymus vulgaris*. *International Journal of Clinical Medicine*, 6, 635-642 .
58. Iserin P. (2001). *Larousse encyclopédie des plantes médicinales Identification, Préparations, soins*. 2nd édition, DorlingKindersiey Limited, Londres , 200 p .
59. Israili Z. H., Lyoussi B. (2009). Ethnopharmacology of the plants of genus *Ajuga*. *PakJPharm Sciences*, 22, 425-462.
60. Jiofack T., Ayissi I., Fokunang C., Guedje N., Kemeuze V. (2009). Ethnobotany and phytomedicine of the upper Nyong Valley forest in Cameroon .*African Journal of Pharmacy and pharmacology* , 3 , 144-150.
61. Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A. et Stevens P.F. (2002). *Botanique systématique, Une perspective phylogénétique*. 1ère Edition De Boeck Université , Paris, 383p .

62. Julkunen-Titto R. (1985). Phenolic constituents in the leaves of northern willows : methods for the analysis of certain phenolics. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 33 , 213- 217.
63. Kabouche Z., Boutaghane N., Laggoune S., Kabouche A., Ait-Kaki Z.B. et Benlabed K. (2005). Comparative antibacterial activity of five Lamiaceae essential oils from Algeria. *International journal of aromatherapy*, 15, 129-133 .
64. Kansole M.M.R. (2009). Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de quelques lamiaceae du Burkina Faso: cas de *Leucas martinicensis* (Jacquin) R. Brown, *Hoslundia oppositifolia* et *Orthosiphon pallidus* Royle ex Benth. Mémoire pour obtenir un Diplôme d'Etudes Approfondies (D.E.A) en Sciences Biologiques Appliquées, Burkina Faso, p40 .
65. Kayser O., Kolodziej H. (1997). Antibacterial activity of extracts and constituents of *Pelargonium sidoides* and *Pelargonium reniforme* . *Planta Med.*, 63 , 509-510.
66. Khan A .M., Qureshi R.A., Ullah F., Gilani S.A., Nosheen A., Sahreen S. et al. (2011). Phytochemical analysis of selected medicinal plants of Margalla Hills and surroundings. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5, 6017-6023.
67. Kim H .et Choi H. (2005) Stimulation of acyl-coA oxidase by γ -linolenic acid rich parilla oil lowers plasma triglyceride level in rats . *Life Sci* ., 77 ,1293-1306 .
68. Kouider Mohammadi K. et Mohammadi R. (2019) . Etude in vitro de l'activité antiarthritique in vitro des extraits des graines de *linum usitatissimum* L. Mémoire de Master , Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana , Algérie , p 30 .
69. Lagunez Rivera L. (2006) . Étude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffe par induction thermomagnétique directe. Thèse de doctorat, Institut national polytechnique de Toulouse , p50 .
70. Lakhdar L. (2015). Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles marocaines sur *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* : étude in vitro. Thèse de Doctorat de la faculté de médecine dentaire de rabat, centre d'études doctorales des sciences de la vie et de la sante , Rabat, Maroc , p50 .
71. Makni M., Haddar A., Kriaa W. et Zeghal N. (2013). Antioxidant, Free Radical Scavenging, and Antimicrobial Activities of *Ajuga reptans* Leaf Extracts. *International Journal of Food Properties*, 16, 756-765.
72. Maria T. (2004) . La Santé à la pharmacie du Bon Dieu . Talantikite , Bejaia , 14p .

73. Miara M.D .(2017) . Analyse floristique et structure de la région de Tiaret .
Thèse de doc. Univ .Oran , 162 p .
74. Miara M.D., Bendif H., Rebbas K., Bounar R., AitHammou M ., Maggi F.
(2017). Medicinal plants and their traditional uses in the highlands region of Bordj
Bou Arreridj (Northeast Algeria). *Journal of Ethnopharmacology*(In the process of
submitting) , 25-26 .
75. Michel M. (2011). Nouvelles methodologies d'extraction, de fractionnement et
d'identification: application aux molécules bioactives de l'argousier
(hippophæramnoides). Thèse de doctorat, Ecole doctorale sciences et
technologies, Université d'Orléans, France , 10-32 .
76. Muir A. D., Neil D. (2003). Flax the genus *linum*Westcott Agriculture and Agri-
Food Canada . Saskatoon, Saskatchewan, Canada, p50 .
77. Naghibi F., Mosaddegh M., Motamed S.M. et Ghorbani A. (2005). Labiatae
Family in folk Medicine in Iran: from Ethnobotany to Pharmacology. *Iranian
Journal of Pharmaceutical Research*, 2, 63-79.
78. Oomah B. D. (2003). Processing of flaxseed fiber, oil, protein, and lignan.
Flaxseed in human nutrition, 2, 363-386.
79. Petrovska B.B. (2012). Historical review of medicinal plants' usage.
Pharmacognosy Reviews, 6, 1-5.
80. Pradhan R. C., Meda V., Rout P. K., Naik S., et Dalai A. K. (2010). Supercritical
CO2 extraction of fatty oil from flaxseed and comparison with screw press
expression and solvent extraction processes. *Journal of Food Engineering*, 98, 393-
397.
81. Price M.L., Van scoyoc S., et Butler L.G. (1978). A critical evaluation of the
vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *J. Agric. Food Chem*, 26 ,
1214-1218.
82. Quézel P. et Santa S. (1962).Nouvelles flore d'Algérie et des régions désertiques
méridionales. CNRS. ,2 vols., Paris ,1170 p.
83. Recio M.C ., Rios J. L., Villar A. (1989). A review of some antimicrobial
compounds isolated from medicinal plants reported in the literature 1978-
1988.*Phototherapy. Res.*, 3, 117-125.
84. Reguieg L. (2011). Using medicinal plants in Algeria. *American journal of food
and nutrition*, 1, 126-127.

85. Resch M.,Steigel A.,Chem Z . L., et Bauer R. (1998). 5-Lipoxygenase and cyclooxygenase- 1 inhibitory active compounds from *Atractylodes lancea* . *J. Nat. Prod.*, 61 , 347- 350.
86. Ribereau G.P. (1968). Les composés phénoliques des végétaux .Dunod, Paris, 254p.
87. Rice-Evans C.A ., Miller N. J.,Bolwer P.G.,Bramley P.M. et Ridham J.B. (1995). The relative antioxidant activities of plant-derived polyphenolic flavonoids. *Free Rad., Res.*, 22, 375-383.
88. Rouibi A., Chabane D., Saidi F. et Azine K. (2012). Étude comparative de l'activité antispasmodique de l'extrait aqueux d'*Ajugaiva*L. et de l'ibuprofène chez les souris. *Afrique Science*, 8, 131-137.
89. Salhi S., Fadli M., Zidane L. et Douira A. (2010). Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). *Lazaroa*, 31, 133-146.
90. Scheyer A. (2004). Développement d'une méthode d'analyse par CPG/MS/MS de 27 pesticides identifiés dans les phases gazeuse, particulaire et liquide de l'atmosphère. Application à l'étude des variations spatio-temporelles des concentrations dans l'air et dans les eaux de pluie. Thèse de Doctorat ,Université Louis Pasteur de Strasbourg ,p40 .
91. Setif A. (2011). Antibacterial activity of extract of *Ajuga iva* and *Teucrium polium*. *Advances in Environmental Biology Journal*, 52, 491-95.
92. Singh S. et Majumdar D.K. (1997). Evaluation of anti-inflammatory activity of fatty acids of *Ocimum sanctum* fixed oil. *Indian, Journal of Experimental Biology*, 35,380–383 .
93. Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of FolinCiocalteu reagent. *Methods in Enzymology* , 299, 152-178.
94. Sivanesan I., Saini R.K., Noorzai R., Zamany A.J. et Kim D.H. (2016). *In vitro* propagation, carotenoid, fatty acid and tocopherol content of *Ajuga multiflora* Bunge. *Biotechnology*, 6 -91.
95. Sofowora A. (2010). Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique. Ed. Karthala, 22p.

96. Solène J. (2012). La qualité des huiles essentielles et son influence sur leur efficacité et sur leur toxicité. Thèse de diplôme d'état de docteur en pharmacie, faculté de pharmacie, Université de Lorraine , p40 .
97. Stöckigt J., Sheludk Y., Unger M., Gerasimenko I., Warzecha H. et Stöckigt D. (2002). High performance liquid chromatographic, capillary electrophoretic and capillary electrophoretic electrospray ionisation mass spectrometric analysis of selected alkaloid groups. *Journal of Chromatography A*, 967, 85-113.
98. Taleb-Senouci D., Ghomari H., Krouf D., Bouderbala S., Prost J., Lacaille-Dubois M.A. et Bouchenak M. (2009). Antioxidant effect of *Ajugaiva* aqueous extract in streptozotocin-induced diabetic rats. *Phytomedicine*, 16, 623-631.
99. Thomas O.P. (2009). Métabolisme secondaire et Biosynthèse. Master 2 VEM., Université Nice Sophia Antipolis, p30 .
100. Thurzova L. (1978). Les plantes __ santé qui poussent autour de nous. Ed . Elsevier Séquoia, Bruxelles, 268p.
101. Trease E. et Evans W.C. (1987). Pharmacognosie, Billiaire Tindall. London 3th Ed. P61-62. In Karumi Y., Onyeyili P.A. and Ogugduja V.O. (2004). Identification des principes actifs de l'extrait de feuilles de *M. balsamia* (Baume de la pomme). *Journal of Medicine and scientific*, 4, 179-182.
102. Tribalat M.A. (2016). Metabolomic study of flax (*Linum usitatissimum*) mutant for lignans biosynthesis pathway. Sciences pharmaceutiques. <dumas-01400618>.(HAL).
103. Vazquez M. (2000). Anti-Inflammatory activity of coumarins from *Decatropis bicolor* on TPA ear mice model. *Planta Med*, 66 , 279-281.
104. Vijaimohan K .M ., Jainu K. E., Sabitha S., Subramaniyam C., Aandhan C.S. et Shyamala D. (2006). Beneficial effects of alpha linolenic acid rich flaxseed oil on growth performance and hepatic cholesterol metabolism in high fat diet fed rats. *Life Sci.*, 79, 448-454 .
105. Volak J. et Stodola J. (1983) . Plantes médicinales . Ed. Artia , Prague, 312p.
106. Yoshikawa M., Harada E., Naitoh Y., Inoue K., Matsouda H., Shimoda H., Yamahara J. et Murakami N. (1994). Developpement of bioactive Function in *Hydrangea edulis* folium. III. On the antiallergic and antimicrobial Principles of *Hydrangea edulis* folium . *Chem. Pharm. Bull*, 42 , 2225-2230.
107. Zafar H.I. et Badiâa L. (2009). Ethnopharmacology of the plants of genus *Ajuga*. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences*, 22, 425-462.

- 108.Zenk M.H., Juenger M. (2007). Evolution and current status of the phytochemistry of nitrogenous compounds. *Phytochemistry*, 68, 2757-2772.
- 109.Zhang S.Y., Zheng C.G., Yan X.Y., Tian W.X. (2008). Low concentration of condensed tannins from catechu significantly inhibits fatty acid synthase and growth of MCF-7 cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 371, 654-658.
- 110.Zhishenm J., Mengcheng T., Jianming W. (1999). The determination of flavonoid contents in mulberry and their scanenging effects on superoxide radicals .*Food chemistry*, 64, 555- 559.

SITE WEB

<https://www.aquaportail.com/taxonomie-famille-114- Géraniacées.html>

[www. Google.com](http://www.google.com)

Annexes

Annexe 1.

Verreries :

- Ballons de 500ml et 1000ml.
- Erlenmeyer de 100 et 1000ml.
- Eprouvettes graduées.
- Pipettes pasteur.
- Entonnoir.
- Bécher 1000ml.
- Verre de montre
- Tubes à vis.
- Micropipette.

Produits chimiques :

- Ethanol (C_2H_6O).
- Acide chlorhydrique (HCl).
- Eau distillée.
- L'ammoniaque (NH_4OH).

- Chlorure de fer ($FeCl_3$).
- Folin -Ciocateau ($H_2PM_{12}O_2 / H_3PW_{12}O_{40}$)
- $NaCO_3$
- Acide gallique ($C_7H_6O_5$)
- Nitrite de sodium ($NaNO_2$)
- Chlorure d'aluminium ($AlCl_3$)
- $NaOH$
- Catéchine ($C_{15}H_{14}O_6$)
- Vanilline ($C_8H_8O_3$).

Appareils

- Vortex.
 - Agitateur magnétique.
 - Evaporateur rotatif (rotavapor).

 - Balance.
 - Spectrophotomètre
 - Portoirs.
 - Papierfiltre.
 - Spatules.
 - Barreaux magnétiques.
-

في إطار المساهمة في تثمين بعض النباتات الطبية المحلية في الجزائر، انصب اهتمامنا على دراسة كيمياء نباتية لثلاثة أنواع *Erodium medeens*, *Ajuga iva ssp pseudovia* و *Linum tenue ssp munbyanum* تنتمي الى ثلاث عائلات مختلفة. نقص الدراسات حول هذه الأنواع هو ما شجعنا على المساهمة في دراستها. ينقسم العمل الى اجزاء تم فيها :الحصول على مستخلصات للأنواع الثلاث عن طريق عملية النقع في المذيب العضوي الإيثانول. التحليل النوعي الاختباري للمستخلصات سمح لنا بإظهار وجود المركبات: الصابونين، تانا، سترول و تريটারبان و بوجود الأنتوسيانينات و الالكويد في الأنواع الثلاثة المدروسة بنسب متباينة . التحليل الكمي من خلال عملية المعايرة سمح بإظهار كمية الفينول في النوع *Erodium medeens* يساوي 33.76 و 1.43 مغ من حمض الغاليك / غرام من المستخلص و مسحوق النبتة على التوالي اما بالنسبة ل *Ajuga iva ssp pseudovia* فتم الحصول على 11 و 0.83 مغ من حمض الغاليك / غرام من المستخلص و مسحوق النبتة على التوالي و في *Linum tenue ssp munbyanum* تقدر ب 5.55 و 0.11 مغ من حمض الغاليك / غرام من المستخلص و مسحوق النبتة على التوالي ، كمية الفلافونيدات في الأنواع الثلاثة *Erodium medeens* و *Ajuga iva ssp pseudovia* و *Linum tenue ssp munbyanum* 3,43 و 2,99 و 1,008 مغ من الكارستين / غرام من المستخلص على التوالي و بالنسبة لمسحوق النبتة على التوالي وجدنا قيم الفلافونيدات كالتالي 0,14 و 0,22 و 0,02 مغ من الكارستين / غرام ، بالنسبة لكمية التانا في الأنواع الثلاثة *Erodium medeens* و *Ajuga iva ssp pseudovia* و *Linum tenue ssp munbyanum* على التوالي 18.8 و 9.80 و 4.17 مغ من الكاتشين/غرام من المستخلص مقارنة بمسحوق النبتة على التوالي وجدنا قيم التانا كالتالي 0.39 و 0.41 و 0.31 مغ من الكاتشين / غرام.

الكلمات المفتاحية: دراسة كيمياء نباتية- المستخلصات - *Erodium medeens* - *Ajuga iva ssp pseudovia* - *Linum tenue ssp munbyanum*.

Résumé:

Dans le cadre de la contribution à la valorisation de certaines plantes médicinales locales en Algérie, nous sommes concentrés sur l'étude phytochimique pour les trois espèces *Erodium medeens*, *Ajuga iva ssp pseudovia* et *L. tenue ssp munbyanum*. Ils appartiennent à trois familles différentes. Le manque d'études sur ces espèces est ce qui nous a encouragés à contribuer à leurs études. Le travail est divisé en parties dans lesquelles: l'obtention des extraits polaires à partir des trois espèces par trempage (macération) dans le solvant organique éthanol. L'analyse qualitative et expérimentale des extraits a permis de mettre en évidence la présence des composés: saponines, tannin, stérol et triterpènes et en présence d'anthocyanate et alcaloïdes dans les trois espèces étudiés avec des proportions variables.

Une analyse quantitative à travers le processus de dosage a permis de montrer la quantité de phénol dans le type *Erodium medeens* qui égale à 33,76 et 1,43 mg d'acide gallique / g d'extract et de poudre végétale respectivement, pour *Ajuga iva ssp pseudovia* 11 et 0,83 mg d'acide gallique / g ont été obtenus à partir d'extract et de poudre respectivement et dans *Linum tenue ssp munbyanum* est estimée à 5,55 et 0,11 mg d'acide gallique / g d'extract et de poudre respectivement, la quantité de flavonoïdes dans les trois types *Erodium medeens*, *Ajuga iva ssp pseudovia* et *L. tenue ssp munbyanum* 3,43, 2,99 et 10 mg de quercitine / g de L'extract respectivement, et pour la poudre de la plante, respectivement, nous avons trouvé les valeurs des flavonoïdes 0,14, 0,22 et 0,02 mg de quercitine / g, par rapport à la quantité de tannin dans les trois types *Erodium medeens*, *Ajuga iva ssp pseudovia* et *L. tenue ssp munbyanum* respectivement 18,8, 9,80 et 4,17 mg de catéchine / g d'extract, en parallèle par rapport à la poudre végétale, respectivement, nous avons trouvé des valeurs de tana de 0,39., 0,41 et 0,31 mg de catéchine / g.

Mots-clés: Etude phytochimique, Extraits, *Erodium medeens*, *Ajuga iva ssp pseudovia*, *Linum tenue ssp munbyanum*.

Abstract:

In the context of contributing to the valuation of some local medicinal plants in Algeria, we focused on Phytochemical study for three species, *Erodium medeens*, *Ajuga iva ssp pseudovia* and *L. tenue ssp munbyanum*. They belong to three different families. The lack of studies on these species is what encouraged us to contribute to their study. The work is divided into parts in which: extracts of the three species are obtained by soaking in the ethanol organic solvent. The qualitative, experimental analysis of the extracts allowed us to show the presence of the compounds: saponins, tannin, sterol and triterpenes and anthocyanate and alkaloids in the three species studied varying proportions.

Quantitative analysis through the titration process allowed to show the amount of phenol in the specie *Erodium medeens* equal to 33,76 and 1,4348 mg of gallic acid / g of the extract and the plant powder respectively. For *Ajuga iva ssp pseudovia*, 11 and 0,8305 mg of gallic acid / g were obtained from extract and wort powder respectively and in *L. tenue ssp munbyanum* is estimated at 5,55 and 0,11655 mg of gallic acid / g of extract and wort powder respectively, the amount of flavonoids in the three species *Erodium medeens*, *Ajuga iva ssp pseudovia* and *L. tenue ssp munbyanum* 3,43, 2,99 , 1,008 mg of karstin / g of The extract respectively, and for the powder of the plant respectively we found the values of flavonoids 0,14, 0,22 and 0,02 mg of karstin / g, according to the amount of tana in the three species *Erodium medeens*, *Ajuga iva ssp pseudovia* and *L. tenue ssp munbyanum* respectively 18,8, 9,80 and 4,17 mg of catechin / g of extract, compared to the plant powder respectively we found tannin values 0,39., 0,41 and 0,31 mg of catechin / g.

Keywords: Phytochemical study- Extracts – *Erodium medeens* – *Ajuga iva ssp pseudovia* – *L. tenue ssp munbyanum*.