

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

جامعة مولاي الطاهر، سعيدة

UNIVERSITE DE SAÏDA - Dr MOULAY TAHAR



كلية العلوم

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Département d'Agronomie et des sciences de la nutrition

قسم الفلاحة و علوم التغذية

Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Master

En Biotechnologie

Spécialité : biotechnologie végétale

Thème

Analyse bibliographique sur l'espèce *Salviaargentea*

Présenté par :

- Melle: FARES amina
- Melle : BOUCHIKHI yakoute

Soutenu le :30/06/2024

Devant le jury composé de :

Président	Dr. AMMAM abdelkader	Pr Université UMTS
Examineur	Dr SIDI IKHLEF Amel	MAB Université UMTS
Rapporteur	Dr BENABDESSLEM Yasmina	MCA Université UMTS

Année universitaire 2023/2024



DEDICACE

*Après de longue année des efforts ce modeste manuscrit voit en fin
le jour*

*Je le dédie a mes deux adorable et agréable parents, mon guide
dans ma vie, pour tous leur sacrifices, leur amour, leur tendresse,*

*Le symbole de tendresse ma chère mère et le généreux père qui
m'avez soutenue pendant au long de mes études, qui m'ont toujours
laissée libre de mes choix.*

*A toute mes amies et mes collègues le long de mes études et que se
manuscrit soit utile pour tous ce qui en auront besoin*

A tous ceux qui me sont chers

AMINA



DEDICACE

Je dédie ce projet

À mes chers parents, pour leur soutien indéfectible tout au long de
ce parcours académique.

À mes amis, pour leur présence et leurs encouragements.

À mes professeurs, pour leur enseignement précieux et leurs
conseils avisés.

Ce travail est le fruit de vos efforts combinés, et je vous en suis
profondément reconnaissant.

Yakute



Remerciements

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"الحمد لله الذي هدانا لهذا و ما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله"

Nous tenons, en premier lieu, à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience durant toute ces années 2019_2024 et la sante pour achever ce travail.

*Nos profondeurs gratitudes s'adressent particulièrement à **Mme «BENABDESSLEM Yasmina»** notre encadreur, pour son encadrement, son accessibilité, sa grande disponibilité, son soutien et surtout pour la confiance qu'il nous a témoigné et ses conseils ainsi que son aide précieuse qu'il nous apporté pour mener à bien cette étude.*

Nous adressons aussi nos respectueux remerciements à tous les membres du jury, qui nous ont fait l'honneur de participer à l'évaluation de notre travail et de pouvoir compter sur leurs vastes connaissances et leurs esprits critiques, constructifs, pour nous aider par leurs commentaires et leurs discussions à améliorer d'avantage ce travail.

*Nos plus vifs remerciements à tous les membres du jury
Enfin, nous remercierons tous les professeurs de biologie, le personnel administratif ainsi que tous nos collègues de la promotion de la bio technologie végétale 2023/2024. Nous voudrions aussi remercier toute personne qui nous aidons de près ou de loin.*

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Répartition géographique du genre <i>salvia</i> dans le monde.(walker et al. 2004).	3
Figure 2 : <i>salvia argentea</i> (BENISTON et al., 1984).	3
Figure 3 :Aspect général de <i>salvia argentea</i> L et ses différentes parties selon	6
Figure 4 :Des trichomes glandulaires sur la surface des feuilles de sauge observés par microscopie électronique à balayage (Venkatachalam et al., 1984).	9
Figure 5 :Observations par microscopie électronique à transmission des trichomes glandulaires tecteurs de <i>Salvia argentea</i> L. (A-F), hc : cellule de la tête, nc : cellule du cou, sc : cellule de la tige,cu : cuticule, bc : cellule basale, gs : espace glandulaire, pc : cellules périphériques, cc : cellules centrales (Baran et al., 2010).	10
Figure 6 : Observations par microscopie électronique à transmission des trichomes glandulaires sécréteurs de <i>Salvia argentea</i> L. (A-H) : trichome de type I, (I-R) : trichome de type II, hc : cellule de la tête, nc : cellule du cou, sc : cellule de la tige, cu : cuticule, bc : cellule basale(Baran et al., 2010).	11
Figure 7 :La caféine est un alcaloïde de la famille des méthylxanthines, présent dans de nombreux aliments, qui agit comme stimulant psychotrope et comme léger diurétique.	21
Figure 8 :Naringine, principal hétéroside de flavonoïde du pamplemousse et du pomélo(Bruneton, J.,2009)..	21
Figure 9 : Structure chimique d'un terpénoïde, l'iridoïde(Fattorusso, E., & Tagliatalata-Scafati, O. 2007).	22
Figure 10 :Formule structurale de l'indole(L. Knunyants,1988).	23
Figure 11 :Des éléments des tanins(Karima, M. A. M., & AMAL, M. 2015).	26
Figure 12 : Mécanismes de résistance bactérienne aux antibiotiques(Hemaiswarya et al., 2008).	33

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Biométrie des différents organes de salvia argentea (Baran et al.,2008)	5
Tableau 02: synthèse des travaux de recherches et articles sur l'espèce Salvia argentea.....	36

LISTE DES ABREVIATIONS

S. a:salviaargentea

S :salvia

***S.D. :** Déviation standard.

Résumé

Salviaargentea, une espèce végétale originaire d'Afrique du Nord, appartenant à la famille des Lamiacées. Les travaux scientifiques sur *Salviaargentea* sont rares d'où l'utilité d'effectuer une synthèse bibliographique sur cette espèce dans le but d'une meilleure valorisation de l'espèce comme plante médicinale.

Néanmoins de nombreuses espèces du genre *Salvia* ont été étudiées en raison de leurs constituants et composés chimiques biologiquement actifs. Les principaux composés des parties aériennes sont les flavonoïdes, les triterpénoïdes et les substances volatiles, précisément les monoterpènes, alors que les diterpénoïdes sont généralement trouvés dans les racines. Dans ce genre, on a également découvert des dérivés de l'acide caféique, connus sous le nom d'acides phénoliques

Les études ont montré que *Salviaargentea* est utilisée exclusivement dans le traitement des maladies respiratoires. Les feuilles constituent la partie la plus utilisée, généralement sous forme de poudre et administrée par voie orale. Des résultats de la caractérisation physico-chimiques, microbiologiques et du screening phytochimique de la poudre des feuilles de *Salviaargentea* attestent d'une sécurité certaine et lui confèrent une assurance de qualité phytothérapeutique.

La mise en évidence du pouvoir thérapeutique des différents extraits de *Salviaargentea in vitro* a été réalisée, en testant l'activité antimicrobienne sur des souches bactériennes et des levures. Une étude histologique montre une protection de l'architecture hépatique et pulmonaire chez les rats traités par l'extrait aqueux de *salviaargentea* comparé aux rats intoxiqués. Cette série d'expériences *in vivo* a montré que les extraits de l'espèce sont dotés d'un pouvoir protecteur contre les dommages causés par les effets toxiques des métaux lourds.

Une étude a révélé la présence de dix nouveaux triterpénoïdes, dotés de squelettes d'ursane et d'oléanopolyhydroxylés, à partir de l'exsudat de *Salviaargentea*. Tous les triterpénoïdes de *S. argentea* L. possèdent un groupe hydroxyle ou un acétyle en C-2.

Les résultats des valorisations *in vitro* et *in vivo*, viennent en appui à l'utilisation traditionnelle de *Salviaargentea* contre les maladies infectieuses et inflammatoires du système respiratoire.

Mots clés :

Salviaargentea, plantes médicinales, activité thérapeutique, métabolites secondaires.

Abstract

Salviaargentea, a plant species native to North Africa, belonging to the Lamiaceae family. Scientific work on Salviaargentea is rare, hence the usefulness of carrying out a bibliographic synthesis on this species with the aim of better promoting the species as a medicinal plant.

However, many species of the genus Salvia have been studied because of their biologically active constituents and chemical compounds. The main compounds of the aerial parts are flavonoids, triterpenoids and volatile substances, precisely monoterpenes, while diterpenoids are generally found in the roots. In this genus, derivatives of caffeic acid have also been discovered, known as the name of phenolic acids

Studies have shown that Salviaargentea is used exclusively in the treatment of respiratory diseases. The leaves are the most used part, generally in powder form and administered orally. Results of physicochemical, microbiological characterization and phytochemical screening of Salviaargentea leaf powder attest to its certain safety and give it assurance of phytotherapeutic quality.

The therapeutic power of the different Salviaargentea extracts in vitro was demonstrated by testing the antimicrobial activity on bacterial strains and yeasts. A histological study shows protection of the hepatic and pulmonary architecture in rats treated with aqueous extract of salviaargentea compared to poisoned rats. This series of in vivo experiments showed that extracts of the species have a protective power against damage caused by the toxic effects of heavy metals.

A study revealed the presence of ten new triterpenoids, with ursane and polyhydroxylated oleanane backbones, from the exudate of Salviaargentea. All triterpenoids of S. argentea L. possess a hydroxyl group or a C-2 acetyl.

The results of in vitro and in vivo valorization support the traditional use of Salviaargentea against infectious and inflammatory diseases of the respiratory system.

Key words :

Salvia argentea, medicinal plants, activité thérapeutique ,secondary metabolites

الملخص

Salvia argentea نوع نباتي موطنه شمال إفريقيا ينتمي إلى فصيلة لامياسيا يعد العمل على نبات salvia نادرا ومن هنا تأتي فائدة إجراء تجميع ببيوغرافي حول هذا النوع بهدف الترويج بشكل أفضل لهذا النوع باعتباره نباتا طبيا.

ومع ذلك تمت دراسة العديد من الأنواع من جنس salvia بسبب مكوناتها النشطة بيولوجيا ومركباتها الكيميائية المركبات الرئيسة للأجزاء الهوائية هي فلافونويدات والترايتيرينويدات والمواد المتطايرة وتحديدًا التربينات الأحادية بينما توجد الديتيرينويدات بشكل عام في الجذور كما تم اكتشاف مشتقات حمض الكافيك في هذا الجنس والمعروفة باسم الأحماض الفينولية وقد أظهرت الدراسات أن salvia يستخدم حصريا في علاج إمراض الجهاز التنفسي، الأوراق هي الجزء الأكثر استخداما بشكل عام في شكل مسحوق ويتم تناولها عن طريق الفم تشهد النتائج التوصيف الفيزيائي والكيميائي والميكروبيولوجي والفحص الكيميائي النباتي لمسحوق أوراق نبات المريمية على سلامتها المؤكدة وتعطيها ضمانا لجودة العلاج النباتي تم اثبات القوة العلاجية لمستخلصات salvia المختلفة في المختبر من خلال اختبار النشاط المضاد للميكروبات والخمائر أظهرت دراسة نسيجية حماية البناء الكبدية والرئوي في الجرذان المعالجة بالمستخلص المائي لنبات salvia مقارنة بالجرذان المسمومة أظهرت هذه السلسلة من التجارب على الجسم الحي أن مستخلصات هذا النوع لها قوة وقائية ضد الاضرار الناجمة عن التأثيرات السامة للمعادن الثقيلة كشفت دراسة عن وجود عشرة ترايتيرينويدات جديدة مع أعمدة فخرية من الأورسان و الأوليئانان متعددة الهيدروكسيل من افرازات نبات salvia تمتلك جميع ترايتيرينويدات s.argentea مجموعة هيدروكسيل او استيل 2-c تدعم نتائج التثمين في المختبر وفي الجسم الحي الاستخدام التقليدي ل salvia argentea ضد الأمراض المعدية والالتهابية في الجهاز التنفسي.

الكلمات المفتاحية

النباتات الطبية، النشاط العلاجي، المستقلبات الثانوية, Salvia argentea.

Sommaire

Introduction	a
Chapitre I. Salvia Argentea:.....	2
I.1. Généralités sur la plante:.....	2
I.2. Répartition géographique de Salviaargentea :	2
I.3. Description botanique de <i>Salviaargentea</i> :	3
I.4. Caractères morphologiques de Salviaargentea :.....	4
I.5. Composition chimique de <i>Salviaargentea</i> :	6
I.6. Les trichomes glandulaires des sauges :	8
I.7. Les trichomes glandulaires de Salviaargentea :.....	9
I.8. L'utilisation traditionnelle de Salviaargentea :.....	11
Chapitre II. Les plantes médicinales	13
II.1. Intérêt et Importance des plantes médicinales.....	14
II.2. Propriétés et principes actifs des plantes médicinales	15
II.3. Les métabolites secondaires	16
II.3.A. Généralités :.....	16
II.3.B. Types et origine des métabolites secondaires.....	17
a- Les terpènes.....	17
b- Composés phénoliques.....	18
c- Composés azotés ou alcaloïdes	18
II.3.C. Métabolisme secondaire sous contraintes biotiques et abiotiques.....	19
II.4. Principaux champs d'application des métabolites secondaires.....	19
II.5. Classification des métabolites secondaires :	20
II.5.A. Classification basée sur l'origine biologique.....	20
II.5.A.1. Métabolites secondaires d'origine végétale :.....	20
a- Alcaloïdes :.....	20
b- Flavonoïdes :	21
c- Terpénoïdes:.....	22
II.5.B. Classification basée sur la classe chimique :.....	22
a) Alcaloïdes :.....	22
b) TropaneAlkaloids :	23
c) Flavonoïdes :	23

d) -Anthocyanins :	24
e) Terpénoïdes :	24
II.6. Compartimentions tissulaire et subcellulaire de la synthse et de l'accumulation des métabolites secondaire	27
II.7. Relations entre métabolisme secondaire et métabolisme primaire	28
II.7.a. Origine commune des précurseurs :	28
II.7.b. Utilisation des précurseurs du métabolisme primaire :	28
II.7.c. Énergie fournie par le métabolisme primaire :	28
II.7.d. Répartition des ressources :	29
II.7.e. Réponses au stress et à l'environnement :	29
II.7.f. Fonctions biologiques distinctes :	29
Chapitre III. Activités biologiques des métabolites secondaires	31
III.1. Activité antioxydante	31
III.2. Activité antimicrobienne	31
III.3. L'activité antimicrobienne des métabolites secondaires	33
III.4. Activité antibactérienne	34
III.5. Activité antifongique	34
III.6. Activité antivirale	34
III.7. Activité insecticide et antiparasitaire	35
III.8. Activité anti-inflammatoire	35
IV. Analyse des articles scientifiques sur l'es pece Salvia argentea :	36

Conclusion

Bibliographie

INTRODUCTION GENERALE

Introduction

Depuis des temps immémoriaux, les plantes ont toujours été présentes dans la vie quotidienne des hommes, puisqu'ils s'en servent pour se nourrir, se soigner et parfois dans ses traditions superstitieuses et religieuses. Les propriétés odorantes et thérapeutiques des plantes étaient déjà connues par l'ancienne Egypte et en Chine. **(FELLAH et al., 2006)**.

D'après l'OMS, 75 à 95% des populations rurales (particulièrement dans les pays en développement) font recours à la médecine traditionnelle faite en grande partie à base de plantes **(oms2002)**.

Il est actuellement établi que près de 20% des espèces végétales qui poussent dans le monde possèdent des vertus thérapeutiques ou cosmétiques, car elles contiennent des molécules ou des principes actifs à différentes propriétés biologiques, qui trouvent leur application dans divers domaines (médecine, pharmacie, cosmétologie., etc.) **(SUFFREDINI et al., 2004)**. Parmi ces molécules ou ces constituants chimiques figurent les huiles essentielles.

L'Algérie est l'un des pays les plus riches du bassin méditerranéen en ressources phytogénétiques à intérêt aromatique et médicinal, vue la diversité de ses étages bioclimatiques. On dénombre plus de 300 espèces à usage thérapeutique ou aromatique existant parmi les 3 150 espèces végétales que compte notre pays **(MOKKADEM, 1999)**.

Salvia appartient à la famille des lamiacées et fait partie de la gamme variée, des plantes médicinales et aromatiques spontanées caractérisant la flore algérienne. Le genre en question compte, à lui seul, plus de 900 espèces, **(BEKTAS et al., 2005; KIVRAK et al., 2009)**. Les espèces décrites en Algérie sont au nombre de dix huit .

Les travaux et les articles scientifiques sur l'espèce *Salvia argentea* sont rares voire inexistants d'où l'utilité d'effectuer une synthèse bibliographique sur cette espèce dans le but de la valoriser par des études ultérieures au sein de notre département.

Chapitre I

Salvia Argentea

I. *Salvia Argentea*:

I.1. Généralités sur la plante:

Salvia appartient à la famille Lamiacea et compte 900 espèces réparties de manière cosmopolite (Ulubelen, 1994). *Salvia* est le nom de genre dérivé du latin *salvare*, qui signifie « être sauvé » ou « guérir ». Depuis l'Antiquité, la sauge a été très convoitée (Blumenthal et al., 1998). est réputée pour être une solution parfaite a bon nombre de maladies. Les Romains l'appelaient « herbe sacrée », et les Espagnols l'appellent « yerbabuena » ou « bonne herbe » (Baricevic et Bartol, 2000).

D'après (Kabouche.,2005).*Salvia* a toujours été perçue comme une plante magique capable de vie humaine .*Salvia* vient de l'italien "*salvare*" qui signifie sauver. Depuis un temps considérable, les racines de l'espèce chinoise *S. miltiorriza* sont employées dans le traitement des maladies cardiovasculaires, hépatiques et rénales. Les diterpénoides sont les principaux métabolites secondaires responsables des diverses activités des espèces *Salvia*. L'activité antituberculeuse a été établie pour les espèces *Salvialepharochlyna* et *S. multicaulis*, également connues pour leur activité antifongique ainsi que *S. prionitis* qui possède également des propriétés antiphlogistique et antibactérienne. L'espèce espagnole *S. canariensis* a manifesté une activité antibiotique tandis que l'activité antimicrobienne a été mise en évidence pour les espèces. *S. albocaerula*, *S. forskhalei* , *S. lanigera* et *S. officinalis*.

I.2. Répartition géographique de *Salviaargentea* :

*Salviaargentea*est une plante herbacée vivace originaire de la région méditerranéenne, au nord- ouest de l'Afrique (Maroc, nord de l'Algérie, Tunisie), le sud de l'Europe (Espagne, Portugal, Italie, Sicile, Malte, Albanie, Bulgarie, Slovénie, Croatie, Bosnie, Kosovo, Monténégro, Serbie, Macédoine et Grèce) et à l'extrême ouest de l'Asie (Turquie). (Riccobono et al., 2015).

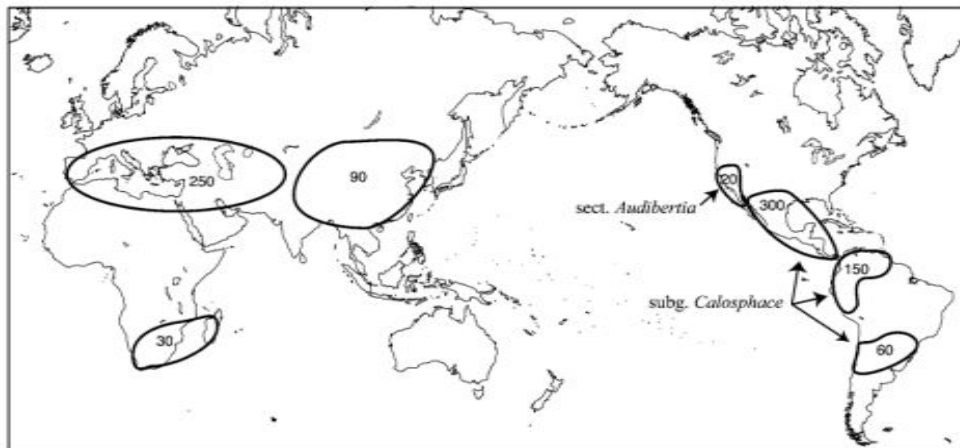


Figure 1 : Répartition géographique du genre salvia dans le monde.(walker et al. 2004).

I.3. Description botanique de *Salviaargentea* :

Salviaargentea, est une plante qui développe en cycles bisannuelle. Elle est exprimée en Afrique du nord et en Europe méridionale. Au cours de son développement, elle commence par former une rosette basale de feuilles veloutées qui s'étale jusqu'à atteindre 1 mètre de diamètre, en fin d'hiver(BURNIE et al., 2006). En début d'été, lorsqu'elle atteint environ 1m de hauteur, elle fleurit en développant une panicule de petites fleurs blanches ou jaunes caractérisée de S.A non seulement par ses fleurs de coloration jaunâtres mais aussi par ses inflorescences terminées par les bractées et par leurs grandes feuilles velues crénelées-dentées, étalées en rosette (figure 02). (BENISTON et al., 1984).



Figure 2 : salvia argentea (BENISTON et al., 1984).

Systématique de Salviaargentea :**Règne :** Plantea**Sous Règne :** Tracheobiontes**Embranchement :** Spermatophytes**Division :** Magnoliophytes**Classe :** Magnoliopsides**Sous classe :** Asteridae**Ordre :** Lamiales**Famille :** Lamiaceae**Genre :** Salvia**Espèce :** Salviaargentea**Les noms vernaculaires de Salviaargentea:****Arabe :** Ferrache en neda**Français :** La sauge argentée(QUEZEL ET SANTA,1963).**I.4. Caractères morphologiques de Salviaargentea :**

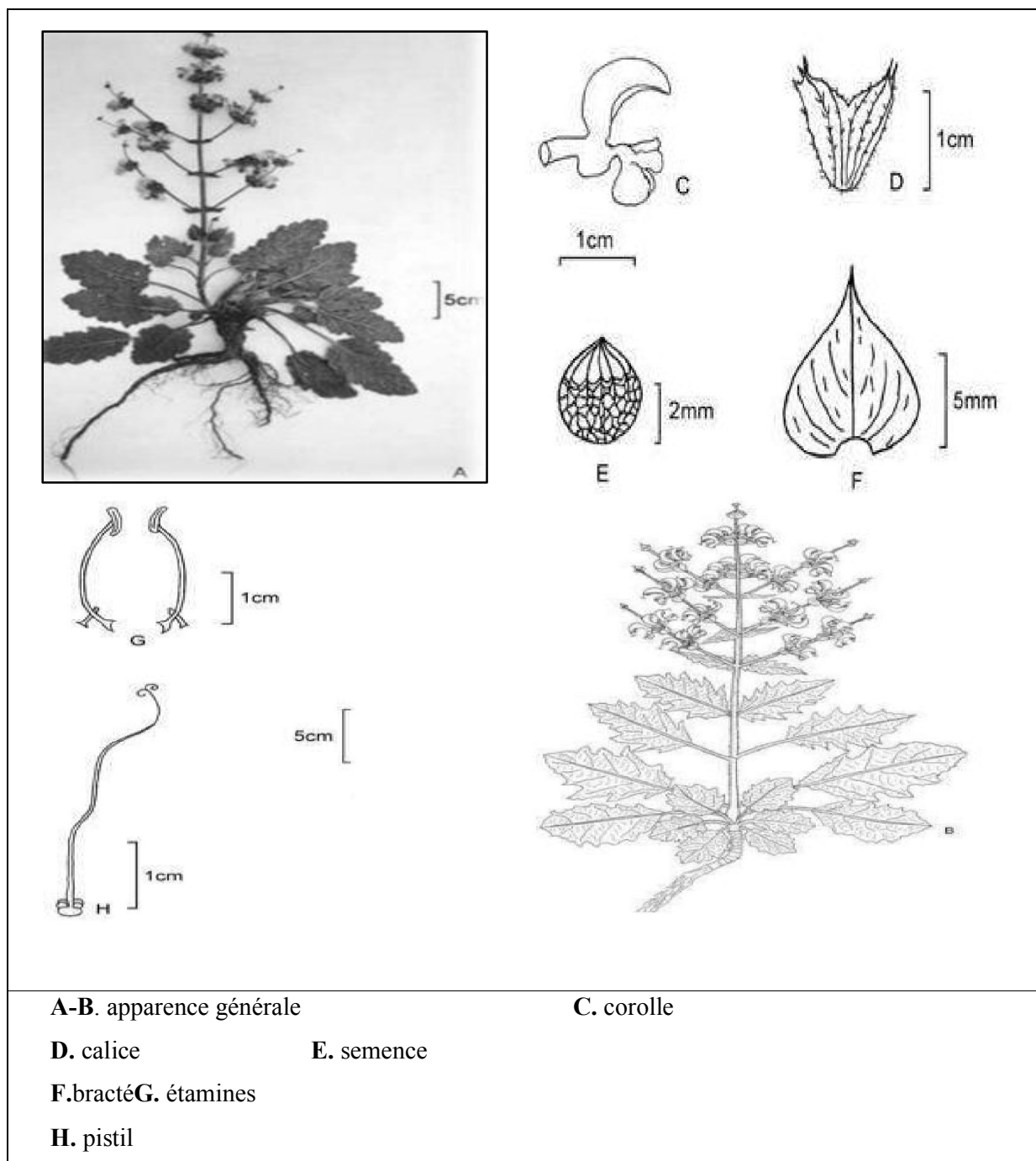
Les paramètres morphologiques de SalviaargenteaL.ont été étudiés. La racine pivotante de S.A est vivace avec une couche externe d'une teinte brune foncée. La tige est dressée et quadrangulaire. Les feuilles sontsimples et différent entre une forme ovale et oblongue, dont les bords sont irréguliers, dentés et aux nervations flabelliformes. L'inflorescence est généralement de type cyme verticillée. La tige, feuilles et pétioles sont couverts d'une couche pileuse. Les fleurs zygomorphes situées à la base de bractées sont positionnées de 2 - 4, 6 par verticille. La lèvre supérieure du calice est tridentée et la lèvre inférieure est bidentée. La lèvre supérieure de la corolle bilabée est blanche, lilas claire,

fortement falciformes. Tandis que la lèvre inférieure est de couleur crème. Le stigmate est inégalement bifurqué et les étamines de type B. Le fruit est constitué de quatre nucules secs brun clair, trigone, mucilagineuse (Baran et al., 2008). (Tableau 01, Figure 03).

Tableau 01 : Biométrie des différents organes de salvia argentea (Baran et al., 2008).

		Min-Max (cm)	Moyenne ± S.D.*(cm)
Racine	Longueur	15 - 55	29.3 ± 15.3
Tige	Longueur	20 - 56	42.5 ± 10.8
Feuille	Longueur	2 - 19.5	8.2 ± 3.9
	Largeur	1 - 12	4.6 ± 2.5
Pétiole	Longueur	0.8 - 9.5	3.7 ± 2.5
	Longueur du pédicelle	0.3 - 0.6	0.42 ± 0.08
	Longueur du calice	0.8 - 1.7	1.14 ± 0.22
	Longueur de l'extrémité du calice	0.02 - 0.5	0.27 ± 0.14
Fleur	Longueur de la corolle	1.7 - 3	2.29 ± 0.4
	Longueur du filet	0.4 - 0.6	0.49 ± 0.05
	Longueur de l'anthère	0.4 - 0.5	0.41 ± 0.03
	Longueur du pistil	4 - 4.6	4.28 ± 0.2
Bractée	Longueur des bractées	0.6 - 1.8	1.08 ± 0.32
	Largeur des bractées	0.6 - 1.5	1.06 ± 0.22
semence	Longueur des semences	0.3 - 0.4	0.35 ± 0.05
	Largeur des semences	0.22 - 0.4	0.29 ± 0.05

*S.D. : Déviation standard.



A-B. apparence générale

C. corolle

D. calice

E. semence

F.bracté

G. étamines

H. pistil

Figure 3 :Aspect général de *salvia argentea* L et ses differentes parties selon (QUEZEL ET SANTA,1963).

I.5. Composition chimique de *Salviaargentea* :

Les résultat d'une études s'intéressant à la composition chimique de l'huile essentielle et des extraits non polaires (éther de pétrole , dichlorométhane) des parties

aériennes (fleurs, feuilles et tiges) de *Salviaargentea*, a révélée après chromatographie couplée à un spectromètre de masse, les constituants suivant : 14 -hydroxy- α - humulène (40,1%) qui a été reconnu comme étant le principal constituant de l'huile essentielle de S.A , avec 1,3,8 -pmenthatriene (12,1%) , globulol (7,4%) et β - sesquiphellandrene (5,8 %). Tritriacontane (9,9 % et 14,1 %), heptacosane (8,4 % et 10,5 %), hentriacontane (8,3 % et 10,9 %), tétradécanal (8,4 % et 10,2 %) et methyl-dotriacontane (7,9 % et 7,6 %) ont été reconnus comme étant les principaux constituants des extraits dans l'éther de pétrole et de dichlorométhane , respectivement, alors que le linoléate de méthyle (36,6 % et 13,5 %) et le myristoléate de méthyle (10,5 % et 18,5 %) ont été reconnus comme étant les principaux constituants des extraits méthylés(**Riccobono et al., 2016**).

De nombreuses espèces du genre *Salvia* ont été étudiées en raison de leurs constituants et composés chimiques biologiquement actifs. Les principaux composés des parties aériennes sont les flavonoïdes, les triterpénoïdes et les substances volatiles, précisément les monoterpènes, alors que les diterpénoïdes sont généralement trouvés dans les racines (**Kuzma et al., 2007**). Dans ce genre, on a également découvert des dérivés de l'acide caféique, connus sous le nom d'acides phénoliques(**Lu et Foo, 2002**).

Les salvinorines, principalement de la salvinorine-A et de la salvinorine-B, sont présentes dans le genre *Salvia*. Il contient également les composants parents psychoactifs suivants : salvinorine T G A, salvinorine F (activité inconnue), divinatorines A, divinatorines D, divinatorines E, salvicinase A. Seule la salvinorine-A semble être à l'origine des effets psychotropes, elle est donc couramment appelée simplement salvinorine. Il s'agit d'un diterpène avec la formule chimique C₂₃H₂₈O₈. Contrairement à la plupart des composants psychoactifs connus, la salvinorine A n'est pas une amine ni un alcaloïde, ce qui signifie qu'elle ne contient aucun groupement azoté fonctionnel. Elle n'agit pas non plus sur les récepteurs classiques (5-HT_{2A}) (**Siebert, 1994**). Il a été démontré que les effets de la salvinorine A sont bloqués par les antagonistes récepteurs opioïdes kappa(**Zhang et al., 2005**). Ceci signifie que les effets de *Salvia* peuvent être largement, si non entièrement, imputés à l'antagonisme kappa. La salvinorine A serait unique, car elle est la seule substance naturelle connue induisant un état hallucinogène via ce mode d'action(**Stephen et al., 2004**).

I.6. Les trichomes glandulaires des sauges :

Chez les végétaux supérieurs, on trouve fréquemment des huiles essentielles. Les plantes qui les élaborent sont réparties dans différentes familles comme : les Lamiaceae, Apiaceae, Asteraceae, Cupressaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Poaceae, Rutaceae, etc. On les trouve dans tous les tissus des plantes ; écorce (cannelier) ; rhizomes (gingembre) ; racines (vétiver) ; bois (camphrier) ; feuilles et sommités fleuries (lavande) **(Desmares et al., 2008)**. Elles peuvent être présentes à la fois dans divers organes avec une composition différente d'un organe à l'autre. La teneur en HE d'un végétal varie selon l'espèce: (géranium: 0,15- 0,3%) ; (vétiver: 1-2,5%) ; (ylang-ylang: 1,6-2,0%) ; (rose de Provence: 0,007%). Il existe, cependant, quelques exceptions comme les clous de girofle (15-20%) ou la badiane de Chine (5%) **(Smadja, 2009)**. Le trichome glandulaire est l'organe sécréteur principale chez les lamiacées (Figure 04) **(Venkatachalam et al., 1984)**. Deux variétés de trichomes glandulaires sont décrites, les trichomes tecteurs et les trichomes sécréteurs, qui sont distingués l'un de l'autre par la structure et le mode de sécrétion. Le premier est formé par une base cellulaire épidermique, un col cellulaire et une tête de 4-16 cellules. Dans les trichomes matures, la sécrétion est accumulée au large de l'espace sub-cuticulaire, qui forme au-dessus les cellules sécrétrices. Les trichomes sécréteurs sont très différents en forme (court, long, avec une tête unicellulaire ou pluricellulaire) **(Maleci Bini et Giuliani, 2006)**.

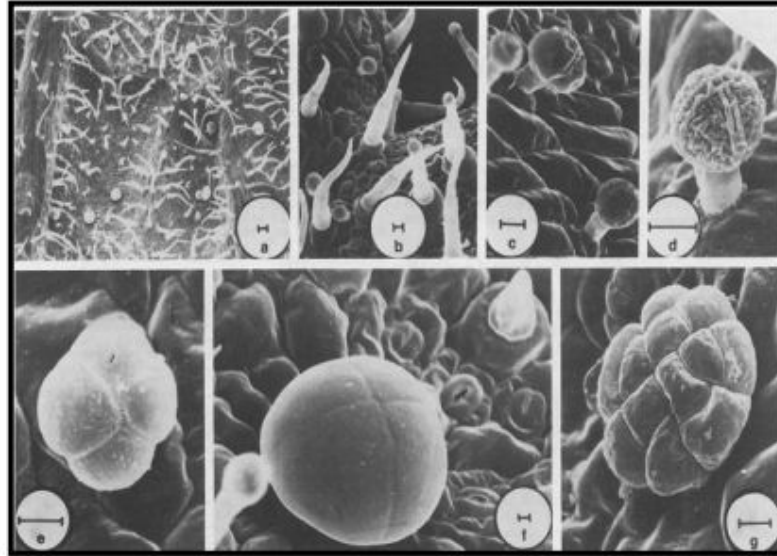


Figure 4 :Des trichomes glandulaires sur la surface des feuilles de sauge observés par microscopie électronique à balayage (Venkatachalam et al., 1984).

I.7. Les trichomes glandulaires de Salviaargentea :

Dans les travaux (Baran et al., 2010).ils ont conclu Les trichomes glandulaires étaient de deux types principaux, peltate et capitate, qui étaient différents en taille, structure et mode de sécrétion. Peltate trichomes : Peltate trichomes glandulaires avaient une base comprenant des cellules épidermiques et une tige très courte cellule et une grande tête sécrétoire formant la centrale et cellules périphériques. Ils avaient 1–5, 8 centrales et 8–10, 12, 14 cellules périphériques. Un grand espace, dans lequel matériel accumulé, développé au moment de la sécrétion par l'élévation de la cuticule avec la couche externe des parois cellulaires sécrétoires. Deux façons différentes de libérer le produit sécrété étaient Ils étaient présents à la tige, à la feuille, au pédicelle, corolle et calice, sauf pétiole (fig. 5A–F).

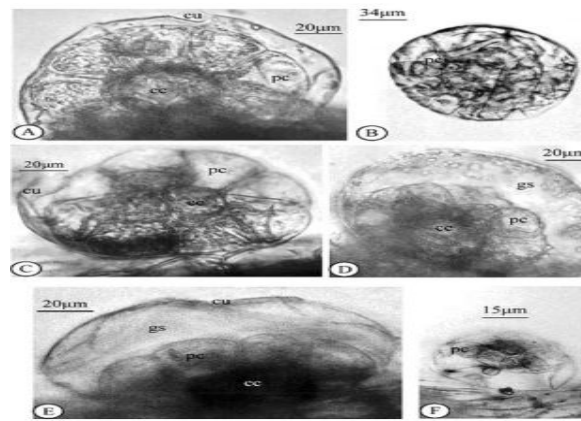


Figure 5 :Observations par microscopie électronique à transmission des trichomes glandulaires tecteurs de *Salvia argentea* L. (A-F), hc : cellule de la tête, nc : cellule du cou, sc : cellule de la tige,cu : cuticule, bc : cellule basale, gs : espace glandulaire, pc : cellules périphériques, cc : cellules centrales (Baran et al., 2010).

Capitate trichomes : Capitate trichomes composé d'une base comprenant 1 à 7 cellules épidermiques, une tige de 1 à 5 cellules habituellement avec une cellule du cou courte ou sans tige et une tête bicellulaire unior. La cellule du cou à paroi épaisse était adjacente à la tête et généralement courte en longueur et nous avons observé trois types de trichomes de capitate. Les trichomes de type I avaient une cellule ronde et des gouttelettes sur le cuticule (Fig. 6 A–H). Le type II avait une tête en forme de poire ou ronde et un espace sous-urinaire plus grand rempli de matière sécrétée et de cuticule cassée par la suite. Type II, qui était une cellule de tête ronde et plus grande, avait une cuticule évidemment élevée formant une grande sous-cutanée l'espace entourant la cellule jusqu'à sa base (Fig. 6 I–R, Fig. 7 A–C). Le type III avait une tête en forme de tasse et un cuticule brisée (Fig. 3 D–O). Capitate de type I, II et III les trichomes étaient tous réunis sur la tige, la feuille, le pétiole, le pedi.

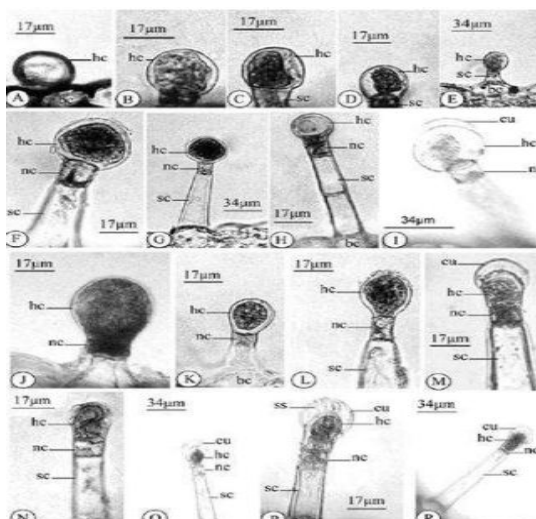


Figure 6 : Observations par microscopie électronique à transmission des trichomes glandulaires sécréteurs de *Salvia argentea* L. (A-H) : trichome de type I, (I-R) : trichome de type II, hc : cellule de la tête, nc : cellule du cou, sc : cellule de la tige, cu : cuticule, bc : cellule basale(Baran et al., 2010).

I.8. L'utilisation traditionnelle de *Salviaargentea* :

Les différentes espèces du genre *Salvia* constituent un important groupe de plantes médicinales, qui n'ont pas perdus leur importance au fil des ans. Comme leur appellation l'indique, *Salvia* désigne en langue latine « Qui sauve », c'est une plante qui est utilisée pour guérir de nombreuses maladies(Baran et al., 2008). *Salvia*, communément appelée sauge, a de multiples usages tels que : condiment, additif. alimentaire, assaisonnement, épices et tisane(Demirci et al., 2005). Les graines des espèces de *Salvia* forment des mucilages, grâce à leur forte teneur en polysaccharides, qui gonflent en présence d'eau et qui forment une gélatine qui est utilisée pour produire des boissons et des desserts agréables (Estilai et al., 1990). Dans les pays de l'Est, ces mêmes mucilages sont utilisés pour traiter les maladies oculaires (Baytop, 1999). En plus de leurs propriétés médicales les espèces de *Salvia* sont aussi utilisés dans les jardins comme plantesornementales (Nakipoglu 1993). Historiquement, Les feuilles de *Salviaargentea* ont été utilisées contre les blessures, probablement comme hémostatique (Pieroni et al.,2004)

Chapitre II:
Les Plantes Médicinales
Et Métabolites Secondaires

II. Les plantes médicinales

Selon la définition de la Pharmacopée Française (11ème édition en vigueur) : « Les plantes médicinales sont des drogues végétales au sens de la Pharmacopée Européenne dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Ces plantes médicinales peuvent aussi avoir des usages alimentaires, condimentaires ou hygiéniques ».

Pour être reconnue comme « médicinale » une plante doit être inscrite soit à la Pharmacopée Européenne (8e éd.), soit à la Pharmacopée Française (11e éd.).

Il existe 546 plantes médicinales inscrites à la pharmacopée française 11ème édition, dont 148 peuvent être vendues en dehors du monopole pharmaceutique. **(Casanova, M. V. (1993).** Le pharmacien a donc le monopole de la délivrance de 398 plantes médicinales. **(Landreau, A. and al 2022).**

Une plante médicinale, contrairement à une plante « classique » possède donc des principes actifs responsables d'une action thérapeutique mais aussi responsables d'effets indésirables appelés toxicité, tout comme les médicaments chimiques.

Pour reprendre un communiqué de 2012 d'Isabelle Adenot, Présidente du Conseil National de L'Ordre des Pharmaciens :

« A l'heure où circule l'idée que les plantes, en opposition aux médicaments de synthèse, guérissent nécessairement en douceur, il est important de rappeler que les plantes médicinales contiennent des substances actives puissantes potentiellement dangereuses si elles ne sont pas utilisées à bon escient et qu'une substance n'est pas moins dangereuse sous prétexte qu'elle vient de la nature ». **(Casanova, M. V. (1993).**

En effet il n'est pas par hasard que plus d'un tiers des médicaments allopathiques utilisés aujourd'hui soit issus de plantes médicinales. Nous pouvons citer comme exemple l'extraction de la morphine à partir du Pavot à opium, l'acide acétylsalicylique du saule, la quinine de la Cinchona mais aussi le tamoxifène provenant de l'If du pacifique ou la vinblastine extraite de la pervenche de Madagascar.

L'appellation de plante médicinale a donc toute sa place dans le monde du médicament sachant qu'une grande partie des médicaments utilisés actuellement sont issus

des plantes soit par copie de la molécule active « naturelle » par héli synthèse, soit par extraction de celle-ci. (Laurant-Berthoud C, and al. 2016).

Parmi les plantes médicinales nous pouvons distinguer deux moyens d'utilisation distincts :

1. La plante entière ou une partie de la plante est utilisée en l'état sans avoir subi d'extraction physico-chimique préalable. Le terme de totum est alors employé pour désigner l'ensemble ou la partie du végétal utilisé. Le totum contient de nombreuses familles d'actifs agissant en synergie. Le patient peut l'ingérer sous forme de gélules contenant la poudre de plante, de comprimés ou de tisane (extraction des composés hydrosolubles). Exemple : la racine d'harpagophytum (*Harpagophytumprocubens* L.) Cette utilisation de la plante médicinale se rapproche des utilisations originelles car on utilise la partie de la plante dans sa globalité et c'est la synergie des actifs contenues dans sa drogue végétale qui permet son effet thérapeutique. (Casanova, M. V. (1993).

2. La plante entière ou une partie de la plante subit une extraction physico-chimique. On obtient alors un extrait aqueux, hydro- alcoolique... selon le solvant d'extraction utilisé. Cet extrait liquide subit généralement une étape de dessiccation. On obtient alors un extrait sec. L'extrait sec est concentré en principes actifs de la même famille chimique. On utilise donc la plante pour en extraire son principe actif principal en vue d'un effet thérapeutique précis. C'est une thérapeutique beaucoup plus évoluée car on cible une molécule précise provenant de la plante médicinale et on l'extrait pour obtenir un concentré de ce principe actif. Exemple : l'extrait sec hydro alcoolique de millepertuis (*Hypericumperforatum* L.)(Casanova, M. V. (1993).

II.1. Intérêt et Importance des plantes médicinales

Les plantes médicinales sont importantes pour la recherche pharmaceutique et l'élaboration des médicaments, directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matière première pour la synthèse des médicaments ou comme model pour les composés pharmaceutique ment actifs. La tubocurarine, le relaxant musculaire le plus puissant dérive du crane (*Chondroendrontomentosum*). La morphine, alcaloïde caractéristique des papavers (*Papaver somniferum*) est l'analgésique le plus puissant, utilisé dans la chirurgie lourde et la thérapie anticancéreuse (Ziaya, A. and al. 2020).. Il est

difficile d'imaginer le monde sans la quinine (dérivée du genre *Cinchona*) qui est un alcaloïde anti malarique, sans la dioxine (du genre *Digitalis*) qui est cardiotonique, ou encore l'éphédrine (du genre *Ephédra*) que l'on retrouve dans de nombreuses prescriptions contre le rhume stimule l'automatisme cardiaque, elle est bronchodilatatrice et stimulante du centre respiratoire bulbaire (AIDANI, A., & BDI, S. 2020).

Il est acquis que les plantes médicinales sont en mesure de soigner des maladies simples comme le rhume, ou d'en prévenir de plus importantes comme l'ulcère, la migraine, l'infarctus en plus de certaines allergies ou affections. Si l'on y ajoute leurs vertus réparatrices, tonifiantes, sédatives, revitalisantes ou immunologiques, on mesure mieux l'aide précieuse qu'elles sont susceptibles de nous apporter au quotidien (Yakoub, L., Benabdelkader, M. E. 2016).

Généralement, les plantes médicinales d'usage courant ne provoquent que très peu, voire aucun effet indésirable: c'est l'un de leurs principaux avantages. De plus, l'action synergique des divers constituants commence à être mieux comprise et acceptée scientifiquement, contrairement à certaines croyances populaires, plusieurs plantes ont des effets pratiquement immédiats sur le métabolisme (AIDANI, A., & BDI, S. 2020). Par contre, les médicaments de synthèses ont souvent une action plus directe et plus spectaculaire puisqu'ils sont formulés pour être immédiatement assimilés par l'organisme. Il est également plus facile de s'assurer de leur composition exacte, de leurs conditions de conservation (HAMMOUALI, S., and al. 2022). Certaines plantes sont inoffensives, mais d'autre, comme de nombreuses espèces (*digitale*, *belladone*, *colchique*, etc...), sont toxiques et ne sont utilisées sous des formes bien contrôlées, exclusivement commercialisées en pharmacie. L'emploi inconsidéré de plantes cueillies dans la nature peut aboutir à des intoxications graves et mortelles (Ouled Cheikh Yahya, T. B. D. 2021).

II.2. Propriétés et principes actifs des plantes médicinales

Les **plantes médicinales** sont riches en **principes actifs**, qui leur confèrent leurs propriétés thérapeutiques. Voici quelques-unes de ces plantes, ainsi que leurs bienfaits pour la santé :

- a. **Acérola** : Ce superfruit est gorgé de **vitamine C** et d'autres éléments nutritifs. Il renforce le système immunitaire et favorise la santé globale.

- b. **Aloevera** : Cette plante est réputée pour ses propriétés médicinales. Elle est utilisée pour apaiser la peau, notamment en cas de brûlures ou d'irritations.
- c. **Artichaut** : L'artichaut a des bienfaits pour la santé, notamment sur la digestion. Il peut être consommé sous différentes formes.
- d. **Ashwagandha** : Cette plante adaptogène est connue pour ses effets bénéfiques sur le stress, la fatigue et la vitalité.
- e. **Astragale** : L'astragale est utilisé en phytothérapie pour renforcer le système immunitaire et améliorer la résistance au stress. **(Boukhedenna, M. I. 2023).**

II.3. Les métabolites secondaires

II.3.A. Généralités :

Un métabolite secondaire est une molécule qui, par exclusion, n'appartient pas au métabolisme primaire.

Les métabolites secondaires sont plus spécifiques aux plantes, bactéries et champignons, mais aussi chez certains animaux. **(BOUAKAL, T. 2018).**

On les retrouve dans des compartiments particuliers et à des moments précis de la vie d'une plante. Contrairement aux métabolites primaires, ils ne participent pas directement au développement de la plante. Ces composés dérivent parfois des mêmes voies de biosynthèse et certains, comme la chlorophylle et la lignine ont des fonctions indispensables pour la croissance de la plante, et pourraient donc faire partie des métabolites primaires. **(BOUAKAL, T. 2018).**

Les métabolites secondaires sont des composés organiques :

- molécules existantes en très grand nombre, d'une variété structurale extraordinaire
- marquent l'identité d'une espèce, familles ou genres
- impliqués dans une écologie chimique inter-espèces
- applications pharmaceutiques.

Plus de 100000 métabolites secondaires ont été identifiés et on estime que chaque végétal produit au moins une centaine de molécules différentes. Les métabolites secondaires participent à la vie de relation de la plante, et ils ont des rôles très variés. Ils peuvent servir de défense (sécrétions amères ou toxiques pour les prédateurs) ou au contraire, attirer certaines espèces ayant des rôles bénéfiques (pollinisateurs). Ils peuvent également permettre la communication entre les plantes, par des messages d'alerte par exemple (Yasmina, M. A. K. 2016).

II.3.B. Types et origine des métabolites secondaires

On peut identifier trois types de métabolites secondaires:

- les composés phénoliques ou les polyphénols, qui dérivent de la voie de l'acide shikimique et acétate/malonate).
- les alcaloïdes ou les composés azotés qui dérivent des acides aminés. - les terpènes qui dérivent de l'IPP (isopentényl pyrophosphate), une molécule à 5C.

Ces métabolites secondaires se caractérisent généralement par de faibles concentrations dans les tissus végétaux (généralement quelques pourcents du carbone total, si on exclue la lignine de cette catégorie) ainsi que par leur stockage souvent réalisé dans des cellules ou organes spécialisés. (BRADA ASMA, M. A. 2019).

a- Les terpènes

Avec plus de 25000 composés, les terpènes sont la classe la plus importante de métabolites secondaires. Naturellement produit par les plantes, ils sont caractérisés par une nature volatile et une forte odeur. Ils donnent aux fleurs les parfums qui les caractérisent. De plus, ils ont beaucoup d'autres fonctions au niveau de la photosynthèse (constituant de la chlorophylle), de la photoprotection (caroténoïde) (Bara, F., and al. 2012).

Certaines études ont montré la relation entre la lumière et la synthèse des terpènes. En effet, on observe une régulation de la synthèse des monoterpène et caroténoïdes par le phytochrome, récepteur de la lumière rouge. Par l'intermédiaire des caroténoïdes les terpènes vont aussi être lié à l'absorption de la lumière bleue

b- Composés phénoliques

Les phénols, groupe omniprésent et varié des métabolites secondaires. Les phénols comportent plus de 10000 composés largement répandus dans le règne végétal (SAIDI, I. 2019).. La diversité des composés phénoliques va des molécules simples (flavonoïdes, acide phénoliques, phénylpropanoïdes) à des molécules fortement polymérisées (lignine, tanin, mélanine).

Les composés phénoliques sont synthétisés en réponse à des stress abiotiques ou biotique. Ils sont souvent synthétisés en réponse à des attaques de pathogènes et d'insecte, de température élevée ou encore en réponse à une trop forte intensité ou à des longueurs d'onde nocives. Par exemple, les anthocyanines sont une classe de flavonoïdes visibles sous la couleur pourpre/rouge des tissus foliaires. Ils sont présents en grande quantité dans les feuilles, ils agissent principalement comme écran solaire. (Rima, D. J. A. M. A. A., Hind, L. O. U. A. T. I. 2021).

Les concentrations en composés phénoliques d'une plante peuvent être modifiées par la qualité d'un spectre lumineux. Par exemple, le bleu induit une augmentation des composés phénoliques tels que les flavonoïdes.

c- Composés azotés ou alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des composés d'origine naturelle azotés basiques à forte activités biologiques, toxiques pour la plupart, qui sont extrait en majorité de plante à fleurs (8,7% de Phanérogames, Dicotylédones). (OUROKBA, S., & HERIF, S. 2021).

Les alcaloïdes sont très souvent localisés dans une partie bien définie de la plante: la racine, pour la Réserpine du Rauwolfia, l'écorce pour la Quinine du Cinchona, ou le latex pour la morphine du Papaver somniferum (Pavot). Les alcaloïdes du Datura et du Nicotiana (Tabac) sont biosynthétisés dans la racine avant d'être transférés dans les feuilles. La quantité d'alcaloïdes dans la plante est très variable (KRA, M. K. A. 2016).

II.3.C. Métabolisme secondaire sous contraintes biotiques et abiotiques

La synthèse des métabolites secondaires dans la plante est soumise à une régulation spatiale et temporelle très fine; certains d'entre eux ne sont produits que lorsque c'est nécessaire pour la plante, à un stade phénologique particulier ou en réponse à des contraintes biotiques ou abiotiques (KRA, M. K. A. 2016).. L'activation du métabolisme secondaire mobilise les mêmes ressources (carbone, élément minéraux) que celles dont la plante a besoin pour sa croissance. Plusieurs travaux font état d'un antagonisme entre la mise en place de défense chez la plante, essentiellement basée sur le métabolisme secondaire et sa croissance qui repose essentiellement sur le métabolisme primaire. On parle ainsi de compromis pour l'allocation des ressources dans la plante entre sa croissance et sa défense (KRA, M. K. A. 2016)..

La compréhension des mécanismes de régulation du métabolisme secondaire et des déterminismes du compromis entre croissance et défense est essentielle dans l'optique de développer des modes de cultures plus résilients et tout aussi productifs (KRA, M. K. A. 2016).

II.4. Principaux champs d'application des métabolites secondaires

Les métabolites secondaires, tels que les alcaloïdes, jouent un rôle crucial dans de nombreux domaines d'application, principalement en raison de leurs propriétés bioactives. Ces composés chimiques dérivés du métabolisme végétal ont suscité un intérêt considérable dans les domaines de la pharmacologie, de l'agriculture, de la chimie et de l'écologie (Messaouda, M. M. 2019). En pharmacologie, de nombreux médicaments ont été développés à partir de métabolites secondaires, comme la morphine issue du pavot à opium. Dans l'agriculture, certains de ces composés agissent comme agents de défense des plantes contre les herbivores et les pathogènes, influençant ainsi la résistance des cultures. En chimie, les métabolites secondaires sont souvent utilisés comme sources de molécules organiques précieuses. En écologie, ces métabolites interviennent dans les interactions plantes-insectes, régulant les comportements alimentaires des herbivores (Gélis-Imbert, P. 2018).

La classification des métabolites secondaires est un domaine vaste et en évolution constante en raison des progrès de la recherche. Voici une présentation plus détaillée de la classification des métabolites secondaires, avec quelques références qui pourraient vous être utiles pour approfondir vos connaissances. (Fraser, T. 2022).

II.5. Classification des métabolites secondaires :

II.5.A. Classification basée sur l'origine biologique.

II.5.A.1. Métabolites secondaires d'origine végétale :

a- Alcaloïdes :

Les alcaloïdes sont des molécules à bases azotées, le plus souvent hétérocycliques, très majoritairement d'origine végétale. Ils peuvent se présenter sous forme de molécules organiques hétérocycliques azotées basiques. Associés à l'essor de l'industrie pharmaceutique, ils ont permis d'ouvrir le domaine des « médicaments chimiques » à partir de la fin du xixesiècle (Michez, P. D.,and al)..

À l'instar d'un grand nombre de produits naturels, la quasi-totalité des noms communs d'alcaloïdes portent une terminaison en « -ine », comme la nicotine, la caféine, l'atropine, l'ibogaïne, l'émétine, l'ergine ou la morphine. Habituellement en chimie biologique, les alcaloïdes sont des dérivés des acides aminés. On les trouve sous forme de mélanges complexes, souvent à base de plusieurs, voire de dizaines de molécules d'alcaloïdes différentes, avec leurs précurseurs, en tant que métabolites secondaires, principalement chez les végétaux, les champignons et quelques groupes animaux peu nombreux. Il existe un type d'alcaloïdes contenant deux atomes d'azote dans le noyau aromatique et qui n'est pas d'origine naturelle, c'est le groupe des pyrazoles.

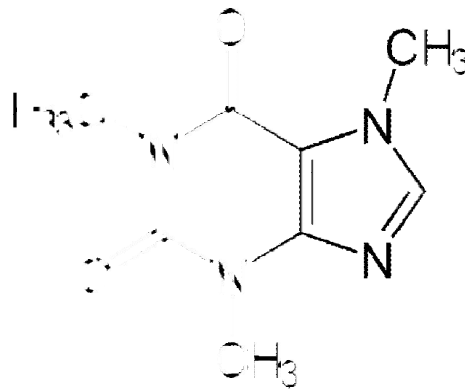


Figure 7 :La caféine est un alcaloïde de la famille des méthylxanthines, présent dans de nombreux aliments, qui agit comme stimulant psychotrope et comme léger diurétique.

b- Flavonoïdes :

Les flavonoïdes (ou bioflavonoïdes) sont des métabolites secondaires des plantes vasculaires, partageant tous une même structure de base formée par deux cycles aromatiques reliés par trois carbones : C6-C3-C6, chaîne souvent fermée en un hétérocycle oxygéné hexa- ou pentagonal. Certains auteurs, comme Bruneton, préfèrent séparer, pour tenir compte de leurs propriétés particulières, les dérivés flavaniques, les anthocyanosides et les isoflavonoïdes, et conserver l'appellation de flavonoïdes stricto sensu pour les autres.(Bruneton, J.,2009).



Figure 8 :Naringine, principal hétéroside de flavonoïde du pamplemousse et du pomélo(Bruneton, J.,2009)..

c- Terpénoïdes:

Lesterpénoïdes, parfois appelés isoprénoïdes, forment une classe large et diverse de composés organiques rencontrés dans la nature, similaires aux terpènes, dérivant d'unités isopréniques à cinq atomes de carbone assemblées et modifiées de milliers de façons. Les terpènes sont des hydrocarbures basiques, tandis que les terpénoïdes contiennent des groupes fonctionnels supplémentaires (Fattorusso, E., & Taglialatela-Scafati, O. 2007). .

La plupart de ces composés ont des structures multicycliques qui diffèrent les unes des autres non seulement par les groupes fonctionnels, mais aussi par la structure basique de leurs squelettes hydrocarbonés. Ces lipides peuvent être trouvés dans toutes les classes de créatures vivantes, et constituent le plus large groupe de produits naturels(Fattorusso, E., & Taglialatela-Scafati, O. 2007). .

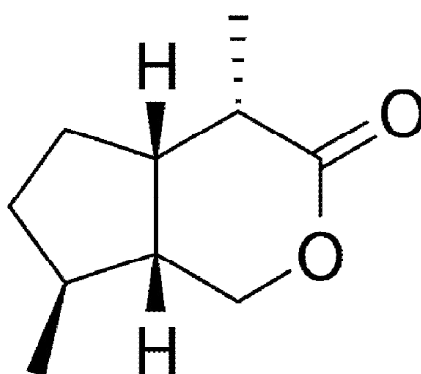


Figure 9 : Structure chimique d'un terpénoïde, l'iridoïde(Fattorusso, E., & Taglialatela-Scafati, O. 2007).

II.5.B. Classification basée sur la classe chimique :**a) Alcaloïdes :**

Indole Alkaloids:Les alcaloïdes indoliques sont une classe d'alcaloïdes contenant un groupe fonctionnel indole. De nombreux alcaloïdes indoliques comprennent également des groupes isoprènes et sont donc des alcaloïdes indole-terpéniques ou alcaloïdes dérivés de sécologanine et tryptamine. Cette classe d'alcaloïdes est l'une des plus importantes avec plus de 4100 composés différents connus (David S. Seigler.,2001). Beaucoup d'entre eux

possèdent une activité physiologique importante et certains d'entre eux sont utilisés en médecine. Le précurseur biochimique des alcaloïdes indoliques est un acide aminé, le tryptophane. (L. Knunyants,1988)

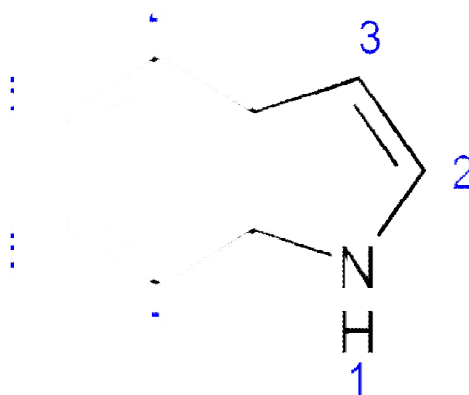


Figure 10:Formule structurale de l'indole(L. Knunyants,1988).

b) TropaneAlkaloids :

Les alcaloïdes tropaniques (AT) sont une classe d'alcaloïdes et de métabolites secondaires caractérisée par un cycle de tropane. Ils sont présents dans de nombreuses Solanacées et érythroxylacées. Les AT, qui sont caractérisés par leur système cyclique tropane bicyclique unique, peuvent être divisés en trois groupes principaux:hyoscyamine et scopolamine, cocaïne et calystégines. Bien que tous les AT aient la même structure de base, ils diffèrent énormément dans leurs propriétés biologiques chimiques et pharmacologiques(Tousignant, L. 2022).La scopolamine, également connue sous le nom d'hyoscine, est très commercialisée en tant qu'agent pharmacologique en raison de son traitement des nausées, des vomissements, du mal des transports, ainsi que des spasmes musculaires lisses, tandis que la cocaïne est la deuxième drogue illicite la plus consommée dans le monde. Les AT représentent une forte diversité structurale au sein des Planta. Ils font l'objet de recherches et de productions émergentes utilisant la culture tissulaire et la biosynthèse microbienne de ces composés(Tousignant, L. 2022).

c) Flavonoïdes :

- Flavonols:Lesflavonols sont un sous-groupe de flavonoïdes dérivés de la 3-hydroxyflavone (3-hydroxy-2-phénylchromén-4-one en nomenclature IUPAC) ou flavonol, c'est-à-dire des flavonoïdes possédant un hydroxyle phénolique en C3 et une

fonction carbonyle C=O en C4 sur l'hétérocycle central du squelette de base des flavonoïdes. Ce sont des pigments végétaux de couleur jaune plus ou moins clair. Ils diffèrent par le nombre et la position d'hydroxyle phénolique –OH, parfois méthylés (groupes méthoxy).

Les flavonols ne doivent pas être confondus avec les flavanols qui ne comportent pas en position 4 de fonction carbonyle C=O(Pollastri, S., & Tattini, M. 2011).

d) -Anthocyanins :

Les anthocyanes (du grec ancien : ἄνθος / ánthos « fleur » et κύανος / kúanos « bleu sombre ») ou anthocyanosides N 1, (Bruneton 2009), aussi appelées anthocyanines, sont des colorants naturels des feuilles, des pétales et des fruits, situés dans les vacuoles des cellules, solubles dans l'eau, allant du rouge orangé au bleu pourpre dans le spectre visible.

Ces composés existent sous forme d'hétérosides formés par la condensation d'une molécule non glucidique (appelé aglycone) et d'oses et souvent, de groupes acyles. L'aglycone qui les caractérise est un anthocyanidol de la classe des flavonoïdes. En 2006, 539 anthocyanosides ont été recensés(Kevin M. Davies, 2009).

e) Terpénoïdes :

Isoprenoids: Les isoprénosides, également appelés terpénoïdes, constituent une famille vaste et très diversifiée (>50 000 molécules) de produits naturels dotés d'importantes propriétés médicales et industrielles. Les isoprénosides, en tant que métabolites secondaires, sont pour la plupart produits en quantité très limitée dans les organismes vivants, malgré leurs rôles physiologiques importants(Rohmer, M. 1999).

* Hétérosides

Ce sont des substances d'origine végétale qui par hydrolyse, libèrent de l'acide cyanhydrique (très toxique). Les hétérosides cyanogénétiques sont fréquents chez de nombreuses plantes (fougères, gymnospermes, Rosaceae, Fabaceae, Poaceae, Araceae, Euphorbiaceae, Passifloraceae). Quelques exemples : noyau de pêche, de cerise ou d'abricot, pépins de pommes, amandes amères, graines de lin, manioc, sorgho. Sur le plan chimique on distingue deux familles d'hétérosides cyanogénétiques : ceux qui libèrent par hydrolyse de l'acétone (graines de lin, haricot de Lima : Linamaroside) et ceux qui libèrent

par hydrolyse de l'aldéhyde benzoïque (prulaurasine dans le laurier-cerise, durrhine du sorgho, amygdalosite des amandes amères, viscianoside de la vesce, ...)(Krief, S. 2003)..

* Les vitamines

Les vitamines sont des substances sans valeur énergétique mais pourtant essentielles pour l'organisme. Ces substances sont en effet nécessaires à un grand nombre de processus physiologiques. A l'exception de deux d'entre elles (vitamines K et D), le corps humain est incapable de les fabriquer. De ce fait leur apport par l'alimentation est primordial pour le fonctionnement harmonieux de notre organisme (Ferland, G. 2003)..

Treize familles de vitamines sont définies et classées en deux catégories :

- les vitamines liposolubles (c'est-à-dire qui peuvent se dissoudre dans les graisses) : A, D, E, K. Stockées dans les tissus adipeux (D, E) et en quantité importante dans le foie (A), leur capacité à être accumulées par l'organisme entraîne un risque potentiel de toxicité en cas de surdosage ;
- Les vitamines hydrosolubles (c'est-à-dire qui peuvent se dissoudre dans l'eau) du groupe B (B1, B2, B3 ou PP, B5, B6, B8, B9 et B12) et C. Elles peuvent être stockées,
- mais les risques de surdosage sont moins élevés en raison de leur élimination dans les urines. (Ferland, G. 2003).

Les tanins du châtaignier (Castaneasp.), du chêne ou d'Anacardiaceae ont longtemps été utilisés pour rendre la peau animale fraîche imputrescible et résistante à l'eau, la chaleur et l'abrasion. Ces propriétés sont dues à l'aptitude des tanins à se combiner aux macromolécules (et donc aux fibres de collagène de la peau). Ceci explique, par ailleurs, que les tanins précipitent les protéines, la cellulose et les pectines mais aussi leur goût âpre et leur astringence caractéristiques, issus de la précipitation des glycoprotéines de la salive(Krief, S. 2003).

*** Les tanins**

En 1962, les tanins sont définis comme des composés phénoliques hydrosolubles, de masse moléculaire comprise entre 500 et 3000, ayant la propriété de précipiter la gélatine et d'autres protéines et de se colorer par les sels ferriques. Aujourd'hui, on distingue :

- les tanins hydrolysables, esters d'un sucre, qui est très généralement le glucose, et de l'acide gallique 3 ou de l'acide ellagique 22,
- les tanins condensés ou proanthocyanidols, non hydrolysables résultant de la polymérisation d'unités flavan-3-ols 23. Ils forment dans les vacuoles des solutions pseudo-colloïdales et peuvent aussi se fixer au niveau des lignines, renforçant encore l'imputrescibilité du bois de cœur.

La disparition des tanins, lorsque les fruits ont atteint leur maturation, montre que comme d'autres composés phénoliques, ils peuvent être ré-utilisés par la plante (Karima, M. A. M., & AMAL, M. 2015).

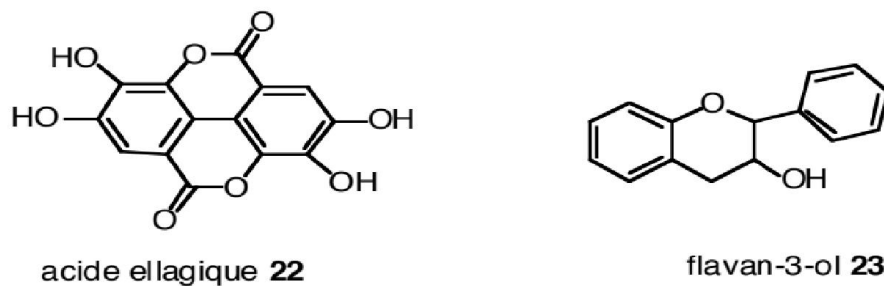


Figure 11: Des éléments des tanins (Karima, M. A. M., & AMAL, M. 2015).

II.6. Compartimentations tissulaire et subcellulaire de la synthèse et de l'accumulation des métabolites secondaires

La synthèse et l'accumulation des métabolites secondaires dans les plantes sont des processus hautement régulés, impliquant une compartimentation tissulaire et subcellulaire soigneusement orchestrée. Ces métabolites, souvent issus de voies métaboliques dérivées du métabolisme primaire, jouent un rôle crucial dans la survie et la défense des plantes face aux divers défis de leur environnement **(Benchouieb, I. 2020)**.

Au niveau tissulaire, la biosynthèse des métabolites secondaires se produit généralement dans des tissus spécialisés. Par exemple, les feuilles, les fleurs, les racines, et les glandes spécifiques sont souvent les sites privilégiés de synthèse de ces composés. Ces tissus spécialisés expriment des gènes spécifiques qui codent pour les enzymes impliquées dans la cascade de réactions métaboliques conduisant à la formation des métabolites secondaires. **(Gagneul, D. 2021)**.

À l'échelle subcellulaire, différents organites jouent des rôles distincts dans la synthèse et l'accumulation de ces composés. Les chloroplastes, situés dans les cellules végétales, sont des acteurs majeurs dans la production de métabolites secondaires tels que les pigments chlorophylliens et les caroténoïdes. Les plastes colorés, comme les chromoplastes, participent également à la synthèse de pigments spécifiques, conférant des couleurs vives aux fruits et aux fleurs.

Les mitochondries, en tant que centrales énergétiques cellulaires, ne sont pas seulement impliquées dans le métabolisme énergétique, mais aussi dans certaines voies métaboliques conduisant à la synthèse de métabolites secondaires. Ces organites participent souvent à la production d'acides aminés et de précurseurs nécessaires à la biosynthèse de composés tels que les alcaloïdes **(Guillebaud, G. 2019)**.

Les vacuoles, enfin, servent fréquemment de réservoirs pour l'accumulation de métabolites secondaires. Cette compartimentation intracellulaire offre un moyen de stockage sécurisé, mais elle peut également être un moyen pour la plante de réguler la libération de ces métabolites en réponse à des stimuli extérieurs, tels que des attaques d'insectes ou des conditions environnementales stressantes.

La synthèse et l'accumulation des métabolites secondaires dans les plantes résultent d'une coordination précise entre différents niveaux d'organisation, allant des tissus spécifiques aux organites cellulaires. Cette compartimentation tissulaire et subcellulaire permet aux plantes de moduler de manière sophistiquée leur réponse aux défis environnementaux, assurant ainsi leur adaptation et leur survie dans des conditions changeantes.

II.7. Relations entre métabolisme secondaire et métabolisme primaire

Les métabolismes secondaire et primaire sont deux voies métaboliques distinctes au sein des organismes vivants, et ils interagissent de manière étroite pour assurer le fonctionnement optimal de l'organisme (Gobat, J. M., and al ;2010). Voici quelques-unes des relations clés entre le métabolisme secondaire et le métabolisme primaire :

II.7.a. Origine commune des précurseurs :

Les métabolites secondaires ont souvent des origines communes avec le métabolisme primaire. Les précurseurs utilisés dans la synthèse des métabolites secondaires peuvent être issus de voies métaboliques primaires, telles que le métabolisme des glucides, des acides aminés, et des lipides. (Bibet, A., Naili, F., & Mayache, B. E. 2008).

II.7.b. Utilisation des précurseurs du métabolisme primaire :

Les métabolites secondaires utilisent fréquemment des précurseurs produits par le métabolisme primaire. Par exemple, la synthèse de certains alcaloïdes peut nécessiter des acides aminés issus du métabolisme primaire. (ALI-NEHARI, A. 2023).

II.7.c. Énergie fournie par le métabolisme primaire :

Le métabolisme primaire fournit l'énergie nécessaire aux processus métaboliques, y compris la synthèse des métabolites secondaires. Les réactions du métabolisme primaire, telles que la glycolyse et la respiration cellulaire, génèrent de l'ATP, qui est utilisé comme

source d'énergie pour de nombreuses réactions du métabolisme secondaire. (Hopkins, W. G. 2003).

II.7.d. Répartition des ressources :

Les ressources cellulaires, telles que les précurseurs métaboliques, l'énergie et les cofacteurs, sont réparties entre les métabolismes primaire et secondaire en fonction des besoins de la plante. Cette allocation est souvent régulée en réponse à des signaux environnementaux et à des besoins métaboliques spécifiques. (Mei, C. 2016).

II.7.e. Réponses au stress et à l'environnement :

Les métabolites secondaires jouent souvent un rôle dans la réponse des plantes au stress environnemental. En cas de stress, les plantes peuvent réallouer des ressources du métabolisme primaire vers le métabolisme secondaire pour produire des composés protecteurs tels que les flavonoïdes, les terpénoïdes et les alcaloïdes. (Soumila, L. 2022).

II.7.f. Fonctions biologiques distinctes :

Alors que le métabolisme primaire est essentiel à la croissance, au développement et à la survie de base de l'organisme, le métabolisme secondaire contribue à des fonctions plus spécialisées telles que la défense contre les herbivores, la communication avec d'autres organismes, et l'adaptation aux conditions environnementales changeantes.

Bien que le métabolisme secondaire et le métabolisme primaire soient distincts dans leurs objectifs et leurs fonctions, ils sont étroitement liés et interdépendants. La coordination entre ces deux voies métaboliques permet aux organismes de s'adapter de manière flexible à leur environnement tout en satisfaisant leurs besoins de base. (Bagnères, A. G., & Hossaert-Mckey, M. 2017).

Chapitre III
Activités Biologiques
Des Métabolites Secondaires

III. Activités biologiques des métabolites secondaires

Les substances naturelles sont de plus en plus appréciées pour leurs applications dans de nombreux produits de consommation. Les plantes sont une source inépuisable et renouvelable de principes actifs, dont on connaît l'usage traditionnel et médical depuis bien longtemps. Il existe donc un besoin de production de substances bioactives isolées, concentrées et purifiées, pour une utilisation dans un large champ d'application (alimentaire, cosmétiques, pharmaceutiques...etc.) (Penchev, 2010). Les composés chimiques retrouvés dans les huiles essentielles responsables de l'odeur de celles-ci sont des substances actives dotées de propriétés antibactériennes, fongicides, insecticides (Poitou, 1996; Jirovetz et al., 2000; Ngamo et al., 2001).

III.1. Activité antioxydante

Les produits cosmétiques et les préparations de dermatopharmacie contiennent soit des antioxydants synthétiques, soit des antioxydants naturels. Tous ces réducteurs ont la capacité d'arrêter la réaction de peroxydation et d'empêcher la formation d'hydroperoxydes et de peroxydes à partir des huiles insaturées, en particulier. Ils sont ajoutés à toutes les préparations contenant des matières grasses insaturées, et parfois aussi dans des phases aqueuses contenant des extraits végétaux riches en oxydases. Un antioxydant peut être défini comme toute substance capable, à concentration relativement faible, d'entrer en compétition avec d'autres substrats oxydables et ainsi neutraliser l'oxydation de ces substrats. Les huiles essentielles limitent l'extension des réactions radicalaires comme des antioxydants susceptibles de piéger les radicaux libres sous une forme peu réactive (Kalustian et hadjiMinaglou, 2012).

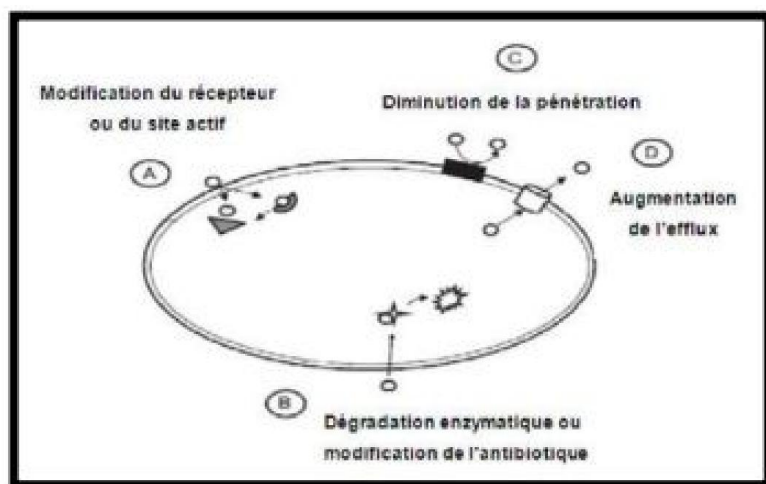
III.2. Activité antimicrobienne

Les métabolites secondaires face aux antibiotiques : la notion de la non-accoutumance

Les substances naturelles ont la particularité de ne pas diminuer leur pouvoir antimicrobien avec le temps. En plus de leur capacité à maîtriser les mécanismes de l'infection, ces produits naturels ont pour propriété fondamentale de renforcer les défenses

de l'organisme pour lui permettre de survivre. Les métabolites secondaires avec leur grande diversité biochimique, sont de puissants modificateurs du terrain où peut s'installer la maladie, l'organisme ne peut s'y habituer, alors qu'il s'habitue de plus en plus facilement, ainsi d'ailleurs que les microorganismes, aux nombreux traitements par les antibiotiques. Les antibiotiques altèrent la composition chimique des microorganismes. À ce stade, l'organisme combat les produits produits par les microorganismes, les toxines, en utilisant les substances sécrétées par lui-même, les anticorps. Or, les toxines provenant des microorganismes modifiés seront elles-mêmes modifiées, et l'organisme produira des anticorps qui lutteront contre ces toxines modifiées. Ainsi donc, l'organisme est en lutte contre des microorganismes modifiés par les antibiotiques, et non contre les microorganismes en leur virulence originelle, et ainsi, petit à petit, les antibiotiques perdent leur pouvoir, l'organisme reste à tout moment victime d'une nouvelle infection. Les essences naturelles agissent différemment et par plusieurs stratégies. Cela est dû essentiellement à leur grande diversité biochimique, biosynthétique et à leurs propriétés pharmacologiques. Les résultats demeurent constants et ne diminuent pas avec le temps. Cependant, l'organisme s'habitue très aisément aux médicaments synthétiques : c'est ce qu'on appelle l'accoutumance.

D'un autre côté, selon (**Hemaiswarya, Kruthiventi et Doble 2008**), il est possible que les bactéries développent une résistance aux antibiotiques en utilisant divers mécanismes. Elles peuvent acquérir des gènes codant des enzymes, telles que les β -lactamases, qui détruisent l'agent antibactérien avant qu'il ne produise un effet. En outre, elles ont la capacité d'acquérir des pompes d'efflux qui extrudent l'agent antibactérien de la cellule avant qu'il ne parvienne au site de sa cible. Par ailleurs, les bactéries peuvent acquérir plusieurs gènes pour une voie métabolique qui aboutit à la production de parois cellulaires altérées ne contenant plus de sites de fixation des agents antimicrobiens, ou encore acquérir des mutations qui limitent l'accès des agents antimicrobiens aux sites intracellulaires des cibles via la régulation négative des gènes codant les porines. Finalement, la résistance peut être acquise via l'échange génétique entre les bactéries, voire, la transformation (incorporation de segments d'ADN libérés dans le milieu extérieur par une autre bactérie après la lyse cellulaire), la conjugaison (échange des gènes de résistance entre deux bactéries via le contact physique) ou la transduction (transfert des gènes de résistance entre les bactéries via les bactériophages). (**Tenover, 2006**).



- La substance antibiotique : ○
- Pompe d'efflux : ☐
- Récepteur : ☆
- Enzyme : ☀
- Dégradation de l'antibiotique : ☀
- Récepteur modifié : ▽

Figure 12: Mécanismes de résistance bactérienne aux antibiotiques(Hemaiswarya et al., 2008).

III.3. L'activité antimicrobienne des métabolites secondaires

La présence de composés phénoliques est responsable du pouvoir bactéricide des extraits et essences naturelles. On peut citer les essences de girofle (désinfectant en chirurgie dentaire), de thym (antiseptique intestinal et respiratoire, etc.). Ces essences peuvent être remplacées par leur composé actif : thymol, eucalyptol, etc. Les activités antimicrobiennes des plantes aromatiques et médicinales sont connues depuis l'antiquité. Cependant, les scientifiques ont commencé à s'y intéresser dès le début du XXe siècle. Les métabolites secondaires présents dans les plantes (Caillet et Lacroix, 2007; Bouaoun et al., 2007) sont à l'origine de ces propriétés. En phytothérapie ces métabolites sont utilisées

contre les maladies infectieuses d'origine bactérienne, comme les bactéries endocanaliaires ou la microflore vaginale, ou d'origine fongique comme les dermatophytes, les moisissures allergisantes ou les champignons opportunistes. Les huiles essentielles peuvent présenter des propriétés cytotoxiques, ce qui les rapproche des antiseptiques et désinfectants en tant qu'agents antimicrobiens à large spectre. Cette activité antimicrobienne des plantes est principalement due à leurs métabolites secondaires et à des composés volatils majeurs.

III.4. Activité antibactérienne

La première démonstration de l'efficacité des extraits de végétaux contre les bactéries a été faite par Delacroix en 1881. Depuis lors, un grand nombre d'huiles et d'extraits ont été identifiés comme antibactériens. De plus, l'activité varie d'une plante à l'autre et d'une souche bactérienne à l'autre. Les extraits et les huiles agissent aussi bien sur les bactéries à Gram positif que sur les bactéries à Gram négatif (**Guinoiseau, 2010**).

III.5. Activité antifongique

Plusieurs auteurs ont souligné le rôle antifongique des plantes médicinales dans la lutte contre les moisissures allergisantes. (**De Billerbeck et al., 2002; Koba et al., 2004**);(**Oussou et al., 2004**);(**Ouraini et al., 2005**).et contre les dermatophytes et les champignons pathogènes et opportunistes tels que *Candida albicans* (levure), *Cryptococcus neoformans* et *Aspergillus fumigatus*(**Teixeira-Duarte, 2005**).

III.6. Activité antivirale

Selon les travaux (**Freeman et Carel, 2006**).De nombreuses familles de molécules chimiques rencontrées dans les extraits végétaux ont montré "In vivo" une activité antivirale et, parmi elles, les monoterpénols et les monoterpénals qui interviennent à la famille des huiles essentielles.

Affirment qu'il existe des huiles essentielles de plantes exotiques très puissantes avec un fort pouvoir antiviral et qui sont réputées pour leur efficacité. Les HEs sont absorbées de manière spécifique et perturbent les fonctions des membranes biologiques. Elles ne sont

actives que sur les virus à enveloppe, comme celui de la grippe et du VIH (virus de l'immunodéficience humaine), (Inouye et Abe, 2007).

III.7. Activité insecticide et antiparasitaire

Les huiles essentielles ont un effet insecticide et antiparasitaire prouvé contre les prédateurs des denrées entreposées par contact, ingestion et fumigation. De nombreux travaux ont été réalisés sur l'amélioration des méthodes d'utilisation des plantes, qui aident à renforcer et à rentabiliser leurs activités contre les insectes et les parasites (Isman, 2005). Les huiles essentielles des plantes des genres *Chenopodium* et *Eucalyptus* ont été utilisées comme insecticide. Six ravageurs de denrées stockées ont été testés avec de la poudre de *Chenopodium ambrosioides*: *Callosobruchus maculatus*, *C. chinensis*, *Acanthoscelides obtectus*, *Sitophilus granarius*, *S. zeamais* et *Prostephanus truncatus*; une concentration de 0,4% provoqua la mortalité de plus de 60% des bruches après deux jours de traitements. (Tapondjou et al., 2002).

III.8. Activité anti-inflammatoire

Les huiles essentielles sont utilisées en milieu clinique pour traiter des maladies inflammatoires comme les rhumatismes, les allergies ou l'arthrite (Inouye et Abe, 2007). Par conséquent, les huiles essentielles et leurs composés volatils sont actuellement étudiés pour trouver de nouveaux produits naturels anti-inflammatoires et anticancéreux. (Edris, 2007).

IV. Analyse des articles scientifiques sur l'espèce *Salvia argentea* :

	Titre de l'article	Auteurs	Travaux réalisés et résultats	Année
1	Polyphenolics of Salvia	Yinrong Lu	<p>Les espèces de <i>Salvia</i> communément appelées sauges sont largement utilisées dans la médecine traditionnelle et sont une riche source de polyphénols (flavonoïdes et acides phénoliques, flavones, flavonols et leurs glycosides constituent la majorité des flavonoïdes présents). Les anthocyanes malonylés sont abondants dans les fleurs bleues et rouges des Sages.</p> <p>La présence des proanthocyanidines (tanins condensés) chez le genre <i>Salvia</i> n'a pas été démontrée de manière concluante.</p>	02/2002

2	Determination of Primary and Functional Metabolites of <i>Salvia argentea</i> and Evaluation of its Leaves and Roots Antioxidant Activity	Tehami et al,	<p>Ce travail a porté sur le dosage des métabolites primaires et secondaires de la sauge argentée, une lamiacée, originaire d'Algérie.</p> <p>Les résultats donnent des teneurs en métabolites primaires. L'étude a démontré que les métabolites secondaires sont principalement présents dans les feuilles. Ces métabolites présentent un intérêt certain en thérapeutique médicale.</p> <p>En effet, les activités anti-radicalaires importantes des parties aériennes de cette plante confirment les nombreuses vertus thérapeutiques attribuées à ce type de plante depuis le Moyen Âge.</p> <p>Reste à valoriser en perspectives cette plante en développant son potentiel nutraceutique et à concevoir par exemple un aliment fonctionnel reprenant les différents principes actifs de l'espèce.</p>	2007
3	Structural investigation of the glandular trichomes of <i>Salvia argentea</i>	Pelin Baran et al	<p>L'espèce <i>S. argentea</i> est très riche en terme diversité et du nombre des trichomes glandulaires.</p> <p>Les trichomes glandulaires sont de structure, taille et proportions très variées sur les différents organes ainsi que les modes de sécrétions.</p> <p>En outre, les caractéristiques comme l'abondance et la diversité des trichomes glandulaires sur les organes végétaux, la présence ou l'absence de cellules du cou, l'épaisseur de leurs parois latérales et</p>	2010

			la longueur de la tige, ont montré des variations selon les caractères xéromorphes (adaptatifs) des plantes, concernant les plantes évoluant en haute altitude et en montagne.	
4	Triterpenoids from <i>Salvia argentea</i> var. <i>aurasiaca</i> (Pomel) Batt. & Trab. and their chemotaxonomic significance	Lakhal et al	<p>Dix nouveaux triterpénoïdes, ont été isolés, dotés de squelettes d'ursane et d'oléanane polyhydroxylés, à partir de l'exsudat de <i>Salvia argentea</i> var. <i>aurasiaca</i> (Pomel) Batt. & Trab.</p> <p><i>argentea</i> L. selon des études de (Bruno et al., 1987) et (Topçu et al., 1999, 2004), la teneur de <i>Salvia argentea</i> L. en termes de triterpénoïdes, à savoir les ursanes et les oléananes hydroxylés ou acétoxylés en C-1, C-2, C-11 et C-20, est similaire à celle de <i>Salvia kronenburgii</i> (Topçu et al., 1999, 2004).</p> <p>Tous les triterpénoïdes de <i>S. argentea</i> L. possèdent un groupe hydroxyle ou un acétyle en C-2.</p> <p>Cependant, <i>S. argentea</i> var. <i>aurasiaca</i> (Pomel) Batt. & Trab., se distingue par l'hydroxylation supplémentaire de ses ursanes et oléananes en C-7, C-15 et/ou C-28</p>	2 Nov 2014

5	A review on the phytochemical composition and the traditional medicinal uses of salvia argentea(lamiaceae).	Kadda hachem et al	Salvia argentea of the family Lamiaceae, is a perennial plant, native to Mediterranean region, which spontaneously grows in Algerian highlands regions. The bioactive substances obtained from S. argentea have promising prospects and make it possible to propose different solutions, due to their great heterogeneity and bioactivity for such diverse applications. This article reviews the botanical characteristics, phytochemical composition and uses in traditional medicine of S. argentea. This study is a useful synthesis for further research and improvement of various properties of S. argentea secondary metabolites.	7Juill2020
---	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

Tableau 02 : synthèse des travaux de recherches et articles sur l'espèce *Salvia argentea*

Conclusion

Conclusion

Certaines personnes ont recours à des traitements à base de plantes, ou à ce qu'on appelle la médecine alternative, qui est un groupe de méthodes thérapeutiques utilisées en conjonction avec la médecine moderne. Ces méthodes ont joué un rôle important dans le développement de la médecine en général. Elle existe depuis le début de l'humanité sur terre et s'est développée au fil du temps pour s'adapter aux circonstances de la vie. C'est dans ce contexte, que nous sommes intéressés à étudier une plante (*Salvia argentea*) très utilisée en médecine traditionnelle. La *Salvia argentea* est une plante médicinale largement utilisée par la population locale en Algérie. Notre intérêt d'une part, dans le fait qu'elle est encore relativement peu étudiée et, d'autre part, parce qu'il ne figure pas dans les collections de plantes médicinales en Algérie et n'a donc pas d'application en médecine. Ce travail est une source très précieuse d'informations sur la plante pour le développement et la recherche de nouveaux composés bioactifs naturels avec intérêts thérapeutiques.

Le présent travail a pour but de contribuer à la connaissance de la composition en métabolites secondaires, Caractères morphologiques de *Salvia argentea* et surtout les caractéristiques phytochimiques de *Salvia argentea* L.

(*S. argentea*, renferme des polyphénols, des flavonoïdes, des saponosides, des tanins, des alcaloïdes, des stérols et des triterpènes.).

Les différentes espèces de *Salvia* sont largement utilisées pour leurs propriétés médicinales. Le genre *Salvia* a de multiples utilisations telles que condiment, additif alimentaire, assaisonnement, épice et est également utilisé comme tisane. Les graines des espèces de *Salvia* forment des mucilages, en raison de leur contenu en polysaccharides, qui gonflent en présence de eau et forme un gel, ces mucilages sont utilisés pour traiter les maladies oculaires.

En Algérie, les herboristes recommandent l'utilisation des feuilles de *S. argentea* avec différentes méthodes de préparation pour le traitement des Maladies des voies respiratoires. Auparavant et en Asie, les feuilles de *S. argentea* ont également été utilisées comme hémostatiques. En plus de leurs propriétés médicinales, les espèces de *Salvia* sont également utilisées dans les jardins comme plantes ornementales.

Bibliographie

Bibliographie

1. Abdessemed, D. «Etude phytochimique de gladiolus segetum (Doctoral dissertation, UB1).» 2014.
2. AIDANI, A, et S BDI. *l'Etude de extrait méthanolique de la plante médicinale Cyndon dactylon (L) pers. et comparer son efficacité à certains antibiotiques (Doctoral dissertation. Tiaret: université ibn khaldoun, 2020.*
3. ALI-NEHARI, A. «Aliments & Biotechnologie.» 2023.
4. Asma, S. O. A. A. D. I. *Contribution à l'étude des métabolites secondaires et leurs activités biologiques de Salvia officinalis L (Doctoral dissertation) . MILA: university center of abdalhafid boussouf, 2022.*
5. AYA, A, et D ILHEM. *Comparaisons des rendements d'extraction et des polyphenols chez Thymelaea hirsuta (L.) Endl (Doctoral dissertation). Tebessa: Universite laarbi tebessi, 2020.*
6. Bagnères, A G, et M Hossaert-Mckey. *Ecologie chimique.* ISTE Group, 2017.
7. Bara, F, H Guezira, et I E Benterrouche. *Contribution à l'étude du rôle des métabolites secondaires dans la résistance des plantes à la pollution atmosphérique par le plomb (Doctoral dissertation). Jijel: Université de Jijel, 2012.*
8. Baran, P, C Özdemir, et K Aktas. «Structural investigation of the glandular trichomes of Salvia argentea.» *Biologia*, 2010: 65:33-38.
9. Baran, P, C Özdemir, et K Aktaş. «The leaf capitate trichomes of Leonotis leonurus: istochemistry, ultrastructure and secretion.» *Annals of Botany*, 2008: 81:263-271.
10. Baricevic, D, et T Barto. *Pharmacology: The biological/pharmacological activity of the Salvia genus. Dans E. K. Spiridon, SAGE: The genus Salvia . Athens, Greece: Overseas Publishers Association, 2000.*
11. Bektas, T, D Dimitra, S Atalay, S Munevver, et P Moschos. «Antimicrobial and antioxidant activites of essential oil and various extracts of Salvia tomentosa Miller.» *Food Chemistry*, 2005: 90:333-340.

12. Benchouieb, I. «Etude in vivo des toxicités hépato-pulmonaires induites par le benzo(a) pyrène: modulation par l'acide gallique et association avec l'expression des galectines 3et 8 (Doctoral dissertation).» 2020.
13. Beniston, W S. *Fleurs d'Algérie*. Alger: Entreprise National du Livre, 1984.
14. Bibet, A, F Naili, et B E Mayache. *Le métabolisme primaire et secondaire des angiospermes (Doctoral dissertation)*. Jijel: Université de jijel, 2008.
15. Billerbeck, V G, C Roques, P Vaniere, et P Marquier. «Activité antibactérienne et antifongique de produits à base d'huile essentielle.» *Hygiène*, 2002: 10:248-251.
16. Blumenthal, M, et al. «Austin: American Botanical Council.» *Boston: Integrative Medicine Communications* , 1998.
17. BOUAKAL, T. *Séparation de substances naturelles de la plante Menthaarvensis-Lamiaceae (Doctoral dissertation)*. Tebessa: Universite laarbi tebessi , 2018.
18. BOUKEZATA, A. «La Composition chimique et l'activité antibactérienne d'une plante Algérienne (Bunium Incrassatum) (Doctoral dissertation).» 2015.
19. Boukhedenna, M I. «Etude phytochimique et extraction de la vitamine C et des huiles essentielles de quelques plantes médicinales Algériennes-évaluation de l'activité antioxydante.» 2023.
20. BRADA, ASMA, M .A. «Etude de l'effet antibactérien des extraits de Crataegus azarolus contre les bactéries pathogènes responsables des infections gastro-intestinales.» 2019.
21. Bruneton, J. «Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales,4e éd., revue et augmentée , Tec & Doc.» *Éditions médicales internationales* (Éditions médicales internationales, 1288 p.), 2009: 1288.
22. Burnie, G, S Forrester, D Greig, S Guest, M Harmony, et S Hobley. *Botanica: Encyclopédie de botanique et d'horticulture (éd. française)*. Paris: Place des victoires (sous licence de Random House Australia), 2006.
23. Caillet, S, et M Lacroix. *Les huiles essentielles leurs propriétés antimicrobiennes et leurs applications potentielles en alimentaire. Laboratoire de recherche en*

Sciences appliquées à l'alimentation (RESALA) INRS-Institut Armand- Frappier.
Québec: université de Laval , 2007.

24. Casanova, M. V. «La Phytothérapie de demain: les plantes médicinales au cœur de la pharmacie.» 1993.
25. David, Seigler. «Plant secondary metabolism.» *Springer* ((ISBN 0-412-01981-7), 2001: ISBN 0-412-01981-7 p. 628.
26. Demirci, B, F Demirci, A A Dönmez, G Franz, D H Paper, et KHC Baser. «Effects of Salvia essential oils on the chorioallantoic membrane (CAM) assay.» *Pharmaceutical Biology* , 2005: 43:666- 671.
27. Desmares, C, A Laurent, et C Delerme. *Contribution pour l'évaluation de la sécurité des produits cosmétiques contenant des huiles essentielles. Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles.* Edition afssaps, 2008.
28. Edris, A.E. « Pharmaceutical and therapeutic potentials of essential oils and their individual volatile constituents: A review.» *Phytotherapy research* , 2007: 21:308-323.
29. Estilai, A, A Hashemi, et K Truman. «Chromosome number and meiotic behavior of cultivated chia, *Salvia hispanica* (Lamiaceae).» *Hortscience* , 1990: 25:1646-1647.
30. Fattorusso, E, et O (Eds) Tagliatalata-Scafati. «Modern alkaloids: structure, isolation, synthesis, and biology. John Wiley & Sons.» 2007.
31. Fellah, S, M Romdhane, et M Abderraba. «Extraction et étude des huiles essentielles de la *Salvia officinalis* La cueillie dans deux régions différentes de la Tunisie.» *Journal de la Société Algérienne de Chimie*, 2006: 16:193-202.
32. Ferland, G. «Alimentation et vieillissement. PUM.» 2003.
33. Fraser, T. *Progrès vers la synthèse totale de produits naturels de type dibenzofurane isolés du lichen nordique *Stereocaulon paschale* (Doctoral dissertation).* Rimouski: Université du Québec , 2022.

34. Freeman, L, et Y Carel. «Aromathérapie. NUTRA NEWS Science, Nutrition, Prévention et Santé.» <http://www.nutranews.org.>, 2006.
35. Gagneul, D. «Métabolisme et rôles des composés phénoliques chez les plantes.» 2021.
36. Gélis-Imbert, P. «Mon grand manuel des huiles essentielles. Éditions Jouvence.» 2018.
37. Gobat, J.M, M Aragno, et W Matthey. «Le sol vivant: bases de pédologie, biologie des sols (Vol. 14).» *PPUR Presses polytechniques*, 2010.
38. Gong, Y. Y, P C Turner, A J Hall, et P Wild. «Mycotoxins: detection methods, management, public health and agricultural trade.» *Chapter*, 2008: 6:53-65.
39. Guillebaud, G. *Régulation énergétique de la fonction mitochondriale par AMPK(Doctoral dissertation)*. Trois-Rivières: Université du w Québec , 2019.
40. Guinoiseau, E. *Molécules antimicrobiennes issues d'huiles essentielles: séparation, identification et mode d'action. Thèse de doctorat* . France: l'université de Corse, 2010.
41. HAMMOUALI, S, F Z SOUSSOU, O OUALI, et Y ABISMAIL. *Screening phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante et antilittiasique de l'extrait aqueux des feuilles de Capparis spinosa L (Doctoral dissertation)*. ADRAR: UNIVERSITE AHMED DRAIA, 2022.
42. Hemaiswarya, S, A K Kruthiventi, et M Doble. «Synergism between natural products and antibiotics against infectious diseases. .» *Phytomedicine* , 2008: 15:639-652.
43. Hopkins, W. G. «Physiologie végétale. .» *De Boeck Supérieur*, 2003.
44. Inouye, S, et S Abe. «Nouvelle approche de l'aromathérapie anti-infectieuse. .» *Phytothérapie* , 2007: 1:2-4.
45. Isman, M. B. «Botanical insecticides, deterrents and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world.» *Annual review of entomology* , 2005: 51:45-66.

46. Kabouche, A. «Étude phytochimique de plantes médicinales appartenant à la famille des Lamiaceae.» *Thèse de doctorat en chimie, sous la direction de ZAHIYA KABOUCHE*. Algérie: Université www Mentouriconstantine, faculté des sciences exactes, 2005. 104.
47. Kalustian, J, et F hadji-Minaglou. *La connaissance des huiles essentielles: qualilogie et aromathérapie*. Paris: Springer-Verlag, p.210 , 2012.
48. Karima, M. A. M, et M AMAL. *Étude de l'activité biologique de l'extrait Aqueux des feuilles du Zizyphus lotus L*. Constantine: Université des Frères Mentouri Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, 2015.
49. Kevin, M, et Davies. «Davies, 2009 << Modifying Anthocyanin Production in Flower », in K. Gould et al." ANTHOCYANINS Biosynthesis, Functions and Applications" .» *Springer*, 2009.
50. Knunyants, L. *Chemical Encyclopedia*. Soviet: Encyclopedia, P. 623, 1988.
51. KRA, M. K. A. *Recherche bio-guidée de composés antifongiques à partir de plantes médicinales de Côte d'Ivoire (Doctoral dissertation)*. Côte d'Ivoire: Université Felix Houphoeut Boigny, 2016.
52. Krief, S. *Métabolites secondaires des plantes et comportement animal: surveillance sanitaire et observations de l'alimentation des chimpanzés (Pan troglodytes schweinfurthii) en Ouganda. Activités biologiques et étude chimique de plantes consommées* Doctoral disse. PARIS: Museum national d'histoire naturelle- MNHN, 2003.
53. Kuzma, L, M Rozalski, E Walencka, B Rozalska, et H Wysokinska. «Antimicrobial activity of diterpenoids from hairy roots of *Salvia sclarea* L.: Salvipisone as a potential antibiofilm agent active against antibiotic resistant *Staphylococci*.» *Phytomedicine*, 2007: 14:31-35.
54. Landreau, A, S Derbré, A Koenig, et S Bellin. *PHARMACIEN D'OFFICINE, LA REFERENCE EN PHYTOTHERAPIE? Analyse de l'offre et de la demande dans le Maine et Loire*. 2022.

55. Laurant-Berthoud, C, C Mollet, A C Quémoun, et A Carillon. *Les savoirs traditionnels. In: Du bon usage des plantes médicinales: 57 plantes et leur meilleure forme galénique. Saint-Julien-en-Genevois. Suisse: Editions Jouvence, 2016.*
56. Lu, Y, et Y Foo. «Polyphenolics of Salvia a review.» *Phytochemistry*, 2002: 59:117-140.
57. Maleci, Bini , L, et C Giuliani. «The glandular trichomes of the Labiatae. A review.» *Acta Horticulturae*, 2006: 723:85-90.
58. Messaouda, M. M. *Etude de l'effet biopesticide de quelques extraits naturels d'une plante appartenant à la famille des Lamiacées (Doctoral dissertation). Annaba: Université de Annaba, 2019.*
59. Michez, P. D, M Vanderplanck, et M Bégou. Faculté des sciences Laboratoire de Biologie.
60. Mokkadem, A. «Cause de Dégradation des plantes médicinales et aromatiques d'Algérie.» *Vie et Nature*, 7, 1999: 24-26.
61. Nakipoglu, M. «Bazi adaçayı (Salvia L.) türleri ve bu türlerin ekonomik önemi. Dokuz Eylül .» *Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi* , 1993: 6:45-58.
62. OMS. « Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2002-2005.» 2002.
63. Oswald, I. P, P Troxicologie, et C Comera. *Immunotoxicité des mycotoxines. . (France): Revue de Medecine Veterinaire, P. 146 (6). , 1998.*
64. Ouled Cheikh Yahya, T. B. D. «Evaluation de la conformité des tisanes conditionnées produites en Algérie (évaluation qualitative et quantitative).» 2021.
65. Ouraini, D, et al. «Etude de l'activité des huiles essentielles de plantes aromatiques à propriétés antifongiques sur les différentes étapes du développement des dermaphytes.» *Phytothérapie*, 2005: 4:147-157.

66. OUROKBA, S, et S HERIF. *Etude biologique de l'extrait méthanolique de la plante médicinale Artemisia Herba Alba. et comparer son efficacité à certains antibiotiques ww (Doctoral dissertation)*. Tiaret: université ibn khaldoun, 2021.
67. Oussou, K. R, et al. «Activités antibactériennes des huiles essentielles de trois plantes aromatiques de Côte-d'Ivoire.» Côte-d'Ivoire., 2004. 1081-1086.
68. Penchev, P. I. *Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions. Thèse de doctorat*. France: université de Toulouse, 2010.
69. Pieroni, S, et al. «Composition and Antimicrobial Activity of Salvia amplexicaulis Lam. Essential Oil. » *The Journal of essential oil research* , 2004: 21:563-566.
70. Poitou, F. «Composotion of the essential oil of Xylopia aethiopica dried fruits from Benin.» *Journal of Essential Oil Research* , 1996: 8:329-330.
71. Pollastri, S, et M Tattini. «Flavonols: old compounds for old roles.» *Annals of botany*, 2011: 108(7):1225-1233.
72. Quezel, P, et S Santa. *Nouvelle Flore d'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales* .Paris, France: CNRS , 1963.
73. Riccobono, I, A Maggio, S Rosselli, V Ilardi, F Senatore, et M Bruno. *Chemical composition of volatile and fixed oils from of Salvia argentea L. (Lamiaceae) growing wild in Sicily*. Natural Product Research, 2015.
74. Riccobono, L, A Maggio, S Rosselli, V Ilardi, F Senatore, et M Bruno. «Chemical composition of volatile and fixed oils from of Salvia argentea L. (Lamiaceae) growing wild in Sicily.» *Natural product research* (Natural Product Research), 2016: 30:25-34.
75. Rima, D. J. A. M. A. A, et L. O. U. A. T. I. Hind. *Diversité florale de certaines plantes médicinales cultivées dans la région de Mila (Doctoral dissertation)*.MILA: University center of abdalhafid boussouf, 2021.
76. Rohmer, M. «Isoprenoids including carotenoids and steroids. Comprehensive natural products chemistry, 2.» 1999.

77. SAIDI, I. «Caractérisation et valorisation d'une plante de la famille des fabaceae: *Gleditsia triacanthos* de la région de Sidi Bel Abbès: Extraction des substances bioactives (Doctoral dissertation).» 2019.
78. Siebert, D. J. «*Salvia divinorum* and Salvinorin A: new pharmacologic findings. .» *Journal of Ethnopharmacology* , 1994: 43:53-6.
79. Smadja, J. «Les Huiles Essentielles.» *Colloque GP3A - Tananarive* . 2-3 juillet 2009.
80. Soumila, L. «Diversité des métabolites secondaires chez les gymnospermes boréales.» 2022.
81. Stephan, K. E, L M Harrison, W D Penny, et K J Friston. «. Biophysical models of fMRI responses.» *Current opinion in neurobiology*, 2004: 14:629–635.
82. Suffredinil, et al. «Screening of antimicrobial extracts from plants native to the Brazilian Amazon rainforest and Atlantic forest.» *J.Med. Biol. Res* 37, 2004: 37:379-384.
83. Taponjoui, L. A, C Adler, H Bouda, et D A Fontemd. «Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as postharvest grain protectants against six-stored product beetles.» *Journal of stored products research* , 2002: 38:395-402.
84. Teixeira-Duarte, M.C, Figueira G Mara, et A Sartoratto. «Anticandida activity of Brazilian medicinal plants.» *Ethnopharmacology* , 2005: 97:305-311.
85. Tenover, F. M. «Mechanisms of antimicrobial resistance in bacteria.» *American journal of infection control* , 2006: 34:S3-10.
86. Tousignant, L. *Identification et caractérisation fonctionnelle d'orthologues de la norbelladine synthase chez *Leucojum aestivum* et *Narcissus papyraceus* (Doctoral dissertation)*. Trois-Rivières: Université du Québec, 2022.
87. Ulubelen, A, G Topcu, U Sonmez, M Kartal, S Kurucu, et C Bozok-Johansson. «Terpinoids from *Salvia sclarea*.» *Phytochemistry*, 1994: 36:971-974.

88. Venkatachalam, K. V, R Kjonas, et R Croteau. «Development and essential oil content of secretory glands of sage *Salvia officinalis*.» *Plant physiology* (Plant physiology), 1984: 76:148-150.
89. Walker, JB, K J Sytsma, J Treutlein, et M Wink. «*Salvia* (Lamiaceae) is monophyletic: implications for the systematic, radiation, and ecological specializations of *Salvia*.» *American Journal of Botany*, 2004: 91:1115-1125.
90. Walsh, C, et T Wencewicz. «Antibiotics: challenges, mechanisms, opportunities. John Wiley & Sons.» 2020.
91. Yakoub, L, et M E Benabdelkader. *Contribution à l'étude des propriétés physiques et chimiques des extraits des deux espèces de plantes médicinales (*Myrtus communis* et *Nerium oléander*) (Doctoral dissertation)*. Jijel: Université de Jijel, 2016.
92. Yasmina, M. A. K. *Etude chimique et ethnobotanique de *Pistacia atlantica* Desf (Doctoral dissertation)*. ANNABA: UNIVERSITE BADJI MOKHTAR, 2016.
93. Zhang, Y, E Butelman, S Schlussman, A Ho, et M Kreek. «Effects of the plant-derived hallucinogen salvinorin A on basal www dopamine levels in the caudate putamen and in a conditioned place aversion assay in mice: agonist actions at kappa opioid receptors.» *Psychopharmacology* , 2005: 179:551-558.
94. Ziaya, A, I Nasri, et K Benkamouche. «Utilisation des plantes médicinales dans l'immunothérapie.» 2020.
95. Meï, C. *Etude des relations entre division cellulaire et métabolisme des triglycérides chez les plantes et les microalgues (Doctoral dissertation)*. ComUE: Université Grenoble Alpes , 2016.