

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DES SCIENCES
DE LA NATURE ET DE LA VIE
N° :



Domaine : science de la nature et de la
vie
Filière : Biotechnologie
Option : Biotechnologie végétale

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique
Réaliser par :

- MEZAACHE Amina
- TELLI Meryem

Intitulé

Contribution à l'étude des métabolites secondaires et leur activité
antibactérienne d'une plante médicinale algérienne
(*Artémisia campestris* L.)

• Soutenu devant le jury composé de :

ADOUI Nabila	MCA	Université Mohamed Boudiaf - M'sila	Présidente
KHALFA Hanane	MCB	Université Mohamed Boudiaf - M'sila	Rapportrice
ARAB Radia	MCA	Université Mohamed Boudiaf - M'sila	Examinatrice

Année Universitaire : 2024 / 2025.



Remerciement

Au premier lieu nous remercier Dieu tout puissant
De nous avoir donné la volonté, l'amour du savoir et surtout
Le courage et la patience pour effectuer ce modeste travail .
Nous tenant à remercier très sincèrement Dr. KHALFA Hanane
Pour nous avoir encadrées, en nous faisant bénéficier de
Ces connaissances, de son aide et ses conseils, nous tenons
À lui exprimer nous reconnaissance et nous profond respect.
Merci également aux membres du jury, Dr. ADOUI Nabila et
Dr. ARAB Radia., Pour leur temps et leurs remarques constructives.
Enfin, Nous tenons à remercier profondément et sincèrement
Tous ceux qui ont participés de près ou de loin
à la réalisation de ce travail.

Merci à tous ...

DEDICACE



الى من كل العرق جبينه ومن علمني ان النجاح لا يأتي الا بالصبر والاصرار الى النور الذي انار دربي
وسراجي الذي لا ينطفئ نوره بقلبي ابدا بلل الغالي
والنفيس واستمدت منه قوتي واعتزازي بذاتي

والذي العزيز

الى من جعل الجنة تحت اقدامها وسهلت لي الشدائد بدعائها الى الانسنة
العظيمة التي لطالما تمننت ان تفر عينها لرؤيتي في يوم كهذا

امي العزيزة

الى ضلعي الثابت وامامي ايامي الى من شددت عضدي بهم فكثرت لي ينابيع ارتوي منه الى خيره ايامي وصفوتها الى فره عيني

الى اخواني واخواتي الغاليين

الى من كتفتني ونحن نشق الطريق مع النحر النجاح في مسيرتنا العلمية

الى صديقتي مريم

الى من ساعدني وكان له دور كبير في مسيرتي الدراسية

الى العم فيصل

لكل من كان عوننا وسندا في هذا الطريق الاصدقاء الاوفياء والرفقاء لأصحاب الشدائد والازمات عائلتي اهدبكم هذا الانجاز وثمره
نجاحي التي لطالما

تمنيته فانا اليوم اكملت

واتممت اولي ثمراته بفضل الله سبحانه وتعالى والحمد لله على جعلني مباركة وان ما وهبني ان
يعينني اينما كنت فمن قال

انا لها نالها وان ايت رعا عنها اتيت بها فالحمد لله شكرا
ورحمة على البديل

والختام واخر دعواهم ان الحمد لله رب العالمين

2025



L'étudiante :
MEZAACHE Amina

DEDICACE



Tout d'abord, je tiens de remercier dieu de m'avoir donné
La force et le courage de mener à bien ce modeste travail

Je dédie ce travail :

A mon paradis à la prunelle de mes yeux, à la source de ma vie et mon
Bonheur, ma lune et le fil d'espoir qui allumé mon chemin, la Premier
Personne à soutenir mes ambitions.

A ma merveilleuse et ma moitié

Ma mère

A celui qui ma fait une femme, à mon support qui était toujours
mes coté pour me soutenir et m'encourager.

Mon père

A mes chère sœur : Amina ,Kawthar , Khalida , Yousra , Asma ,
Cherifa , Ahlem . et Mes frères : slimen ,haythem et mehdi

Mes Adorable Mohammed , Amir , Ghina , Lina

A mon oncle et mon deuxième père Abdelrahman

A mes tantes est mon oncle Mohammed et leur femme

A tous les membres de ma grande famille

Sans oublier mon binôme Amina

Pour sa patience et sa compréhension

Tout au long de ce projet

**A tout notre promotion
De Biotechnologie végétale**

TELLI Meryem

2025



Sommaire

Remerciement

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Listes d'abréviations

Résumé

Abstract.

ملخص.

Introduction Générale..... 1

Partie 1 : Partie bibliographique

Chapitre I : Généralité sur la plante étudié (*Artemisia campestris* L.)

1.Définition des Plantes médicinales	6
1.1.Parties utilisées des plantes	6
1.2.Forme d'utilisation des plantes médicinales	7
2.Présentation de l'espèce <i>Artemisia campestris</i> L.....	8
2.1.Généralité sur La famille des Astéracées	8
2.1.1.Distribution géographique	8
2.1.2.Description botanique	8
2.1.3.Utilisation Intérêt commercial, nutritionnel et pharmacologique.....	9
2.2.Genre <i>Artemisia</i>	10
2.3.Présentation de l'espèce <i>Artemisia campestris</i> L.	11
2.4.Nomenclature d' <i>Artemisia campestris</i> L.	11
2.5.Description botanique.....	11

2.5.1.Caractère botanique	11
3.Classification systématique d' <i>Artemisia campestris</i> L.	12
4.Origine et répartition géographique	13
5.Ecophysiologie d' <i>Artemisia campestris</i>	13
5.1.Composition phytochimique.....	14
5.2.Propriétés anti-oxydantes et anti-inflammatoires	14
5.3.Adaptations écologiques.....	14
6.Composition chimique d' <i>Artemisia campestris</i>	14
7.Usage d' <i>Artemisia campestris</i> L.....	15
7.1.Utilisations traditionnelles	15
7.2.Applications pharmaceutiques.....	15
7.3.Avantages cosmétologiques	15

Chapitre II : Métabolismes secondaires

1.Définition.....	15
2.Fonction des métabolites secondaires.....	15
3.Classification des métabolites secondaires.....	15
3.1.Les terpènes	15
3.2.Alcaloïdes.....	16
3.3.Composés phénoliques.....	18
3.3.1.Flavonoïdes.....	18
3.3.2.Les Tannins	19
3.3.3.Les coumarines	21

3.3.4.Les Anthraquinones.....	23
• Définition	23
3.3.5.Saponine	24
• Définition	24
3.3.6.Les glucosides	25

Chapitre III : Activité biologique.

1.Activité biologique.....	26
1.1.Activité antibactérienne.....	26
1.1.1.Généralités sur les bactéries	26
1.1.2.Classification des bactéries d'intérêt médical	27
1.1.3.Morphologie et Structure fine des bactéries	28
1.1.4.Culture des bactéries.....	28
1.1.5.Description des bactéries étudiées	29

Partie 2 : Partie pratique

Chapitre I : Matériels et méthodes

1.1. Matériel végétal	34
• Récolte du matériel végétal	34
1.2.Etude phytochimique de l'espèce étudiée	35
1.2.1.Principe.....	35
1.2.2.Protocole d'extraction.....	35
• Macération par l'éthanol	35
• Macération par l'éther de pétrole.....	37

1.2.3.Détermination du Rendement d'extractions.....	37
1.3.Screening phytochimique	38
• Test des coumarines.....	38
• Test des saponines	39
1.4.Analyse par Chromatographie sur Couche Mince (CCM)	39
1.5.Evaluation de l'activité antibactérienne.....	40
1.5.1.Souches bactériennes testées.....	41
Chapitre II: Résultats et discussion	
1.Rendement de macération.....	45
a. Screening phytochimique.....	45
• Polyphénols	46
• Flavonoïdes	46
• Tanins.....	47
• Saponines	47
• Glycosides.....	47
• Anthraquinones.....	48
• Alcaloïdes.....	49
• Coumarines	49
b. Analyse quantitative d'extrait de la plante par CCM	50
c. Activité antibactérienne	51
Conclusion générale et perspectives.....	52
Références bibliographique.	
Annexes.	

Liste des Figures

Figure 1 : Formes d'utilisation des plantes médicinales	7
Figure 2 : Répartition de la famille des Astéracées dans le monde	8
Figure 3 : Types des fleurs des Astéracées.....	9
Figure 4 : La plante <i>Artemisia campestris</i> L.....	12
Figure 5 : Répartition géographique d' <i>Artemisia campestris</i> L.....	13
Figure 6 : Molécule d'isoprène	16
Figure 7 : la famille des alcaloïdes	17
Figure 8 : Structure chimique générale des flavonoïdes.....	19
Figure 9 : Structure chimique des tanins	20
Figure 10 : Structure générale de tanins hydrolysables	20
Figure 11 : Structure générale des tanins condensés	21
Figure 12 : Structure chimique des coumarines.....	22
Figure 13 : Structure de ramification des coumarines simples	22
Figure 14 : Structure de ramification des coumarines complexes (6, 7 furocoumarines linéaire)	22
Figure 15 : Structure de ramification des coumarines complexe	23
Figure 16 : Structure chimique des anthraquinones	23
Figure 17 : Structure chimique des saponines	24
Figure 18 : Les principaux squelettes stéroïdiques	25
Figure 19 : Structure d'une bactérie avec ses différents éléments	28
Figure 20 : L'espèce bactérienne <i>Escherichia coli</i>	29
Figure 21 : L'espèce bactérienne <i>Staphylococcus aureus</i>	30
Figure 22 : L'espèce bactérienne <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	30
Figure 23 : L'espèce bactérienne <i>Bacillus cereus</i>	31
Figure 24 : Séchage et Broyage d' <i>Artémisia campestris</i> L.....	35
Figure 25 : Etapes de la macération éthanolique.....	36
Figure 26 : Illustration de pesée et de macération de plantes (a-b-c-d) et séchage des extraits	37
Figure 27 : Test de l'alcaloïde	38
Figure 28 : Chromatographie sur couche mince	40
Figure 29 : Préparation des disques	42
Figure 30 : Préparation du milieu de culture	42

Figure 31 : Etapes de Préparation de l'inoculum bactérien	43
Figure 32 : Etapes d'ensemencement des bactéries et dépôt des disques.....	44
Figure 33 : Résultats de test des Polyphénols.....	46
Figure 34 : Résultats de test des flavonoïdes.....	46
Figure 35 : Résultat du test des tanins.....	47
Figure 36 : Résultat du test des saponines.....	47
Figure 37 : Résultat du test des glycosides.....	48
Figure 38 : Résultat du test des quinones	48
Figure 39 : Résultat du test des alcaloïdes	49
Figure 40 : Résultat du test des coumarines	49
Figure 41 : Les résultats d'analyse par CCM (système 01)	50
Figure 42 : Les résultats d'analyse par CCM (système 02)	50
Figure 43 : Les résultats d'analyse par CCM (système 03)	51
Figure 44 : Les zones d'inhibitions (extrait ethanologique).....	52
Figure 45 : Les zones d'inhibitions (extrait d'éther de pétrole).	

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification systématique d' <i>Artemisia campestris</i> L.....	12
Tableau 2 : les classes des terpènes.....	16
Tableau 3 : Les systèmes utilisés pour les extraits	40
Tableau 4 : Caractéristiques des souches bactériennes utilisées	41
Tableau 5 : Rendement de l'extraction des différents extraits	45
Tableau 6 : Résultats du criblage phytochimique d 'extrait	46
Tableau 7 : Activité antibactérienne des extraits du plante étudiée	52

Liste des Abréviations

B.cereus : *Bacillus cereus*

E.coli : *Escherichia coli*

Ex : Extrait

FECL3 : Chlorure ferrique P.

HCL : Acide chlorhydrique

SM : Solution mère

M : Moyen

MAC : Macération

Mg²⁺ : Magnésium

MH : Muller-Hinton

NaCl : Chlorure de Sodium

NaOH : Hydroxyde de sodium

°C : Degré Celsius

PH : Potentiel hydrique

S.aureus : *Staphylococcus aureus*

T : Témoin

Résumé :

Dans le cadre de l'exploitation des ressources naturelles, nous nous sommes intéressés à l'étude d'une plante répandue dans le monde appartenant à la famille Astéracées connue pour ses propriétés thérapeutiques *Artémisia campestris* L. Le présent travail a porté sur l'investigation phytochimique et biologique de cette espèce, La réalisation de cette recherche a nécessité l'utilisation de l'extraction solide- liquide, la macération et la chromatographie sur couche mince (CCM). Ces méthodes ont permis une extraction efficace et une analyse précise des composés présents dans les extraits. L'extraction par macération a montré un rendement égal à 10% pour l'extrait éthanolique et 07.60 % pour l'extrait d'éther de pétrole. Un screening chimique effectué sur l'extrait éthanolique a révélé que la plante contient des polyphénols (flavonoïdes, saponines, coumarines et des alcaloïdes. L'évaluation de l'activité antibactérienne de deux extraits a montré que l'extrait d'éthanol possède une activité par rapport à l'extrait de l'éther sur les souches bactériennes étudiées.

Les mots clé : *Artémisia campestris* L, Métabolisme secondaire, Macération, Activité antibacterienne

Abstract :

As part of the exploitation of natural resources, we were interested in the study of a plant widespread in the world belonging to the *Asteraceae* family known for its therapeutic properties *Artemisia campestris* L. This work focused on the phytochemical and biological investigation of this species. The realization of this research required the use of solid-liquid extraction, maceration and thin layer chromatography (TLC). These methods allowed an efficient extraction and an accurate analysis of the compounds present in the extracts. Extraction by maceration showed a yield equal to 10% for the ethanolic extract and 07.60 % for the petroleum ether extract. A chemical screening of the ethanolic extract revealed that the plant contains polyphenols (flavonoids, saponins, coumarins, and alkaloids). Evaluation of the antibacterial activity of the two extracts showed that the ethanol extract had greater activity than the ether extract against the bacterial strains studied.

Keywords : *Artemisia campestris* L, Secondary metabolism, Maceration, Antibacterial activity

المخلص:

في إطار استغلال الموارد الطبيعية اهتمنا بدراسة نبات منتشر عالميا ينتمي الى الفصيلة النجمية والمعروف بخصائصه العلاجية وهو نبات *artémisia campestris* ركز هذا العمل على البحث الكيميائي النباتي والبيولوجي لهذا النوع. تطلب انجاز هذا البحث استخدام تقنية الاستخلاص الصلب-السائل والنقع والكروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة اتاحت هذه الطرق استخلاصا فعالاً وتحليلاً دقيقاً للمركبات الموجودة في المستخلصات. اظهر الاستخلاص بالنقع نسبة إنتاج تعادل 10% للمستخلص الإيثانولي و07.60% لمستخلص إيثر البترول. كشف الفحص الكيميائي للمستخلص الإيثانولي عن احتواء النبات على بوليفينولات (فلافونويدات، وسابونينات، وكومارينات، وقلويدات). أظهر تقييم النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصين أن مستخلص الإيثانول كان له نشاط أكبر من مستخلص الإيثر ضد السلالات البكتيرية المدروسة.

الكلمات المفتاحية: *Artémisia campestris*.L الايض الثانوي؛ النقع؛ النشاط المضاد



Introduction

Introduction :

Depuis des milliers d'années, l'Homme a utilisé diverses plantes trouvées dans son environnement, afin de traiter et soigner toutes sortes de maladies. Ces plantes représentent un réservoir immense de composés potentiels attribués aux métabolites secondaires qui ont l'avantage d'être d'une grande diversité de structure chimique et ils possèdent un très large éventail d'activités biologiques. Cependant l'évaluation de ces activités demeure une tâche très intéressante qui peut faire l'intérêt de nombreuses études. (**Alessandra, 2008**).

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), plus de 4000 sont des plantes médicinales, ce qui constitue 90% de la médecine traditionnelle en Afrique (**Moutinho, 2013**).

L'Algérie possède une flore végétale riche et diversifiée. Parmi les plantes médicinales qui constituent le couvert végétal, se trouve le genre *Artemisia*, ce dernier appartient à la famille des *Astéracées*, les espèces d'*Artemisia* sont largement utilisées en médecine traditionnelle parce qu'elles renferment plusieurs molécules douées d'activités thérapeutiques. Parmi les espèces les plus connues se trouve « *Artémisia campestris* ». Cette plante est largement utilisée dans la phytothérapie pour traiter les troubles digestives, les ulcères, les brûlures, la diarrhée (**Rauter et al., 1998 ; Akrouf et al., 2001**), et a constitué le sujet de plusieurs études qui ont déterminé leurs compositions chimiques, ainsi que ses propriétés biologiques (**Memmi et al., 2007 ; Akrouf et al., 2011**).

Le présent travail pour l'objectif de consiste à l'extraction d'une plante médicinale (*Artémisia campestris* L.) récoltées dans la région de Boussaâda wilaya de M'sila, et détection de ses composants phytochimiques pour étudier leurs efficacités et vise à tester les activités biologiques surtout l'activité antibactérienne.

Dans ce contexte nous avons essayé de réaliser un travail composé de deux parties fondamentales.

La première partie concerne la synthèse bibliographique, elle renferme trois chapitres :

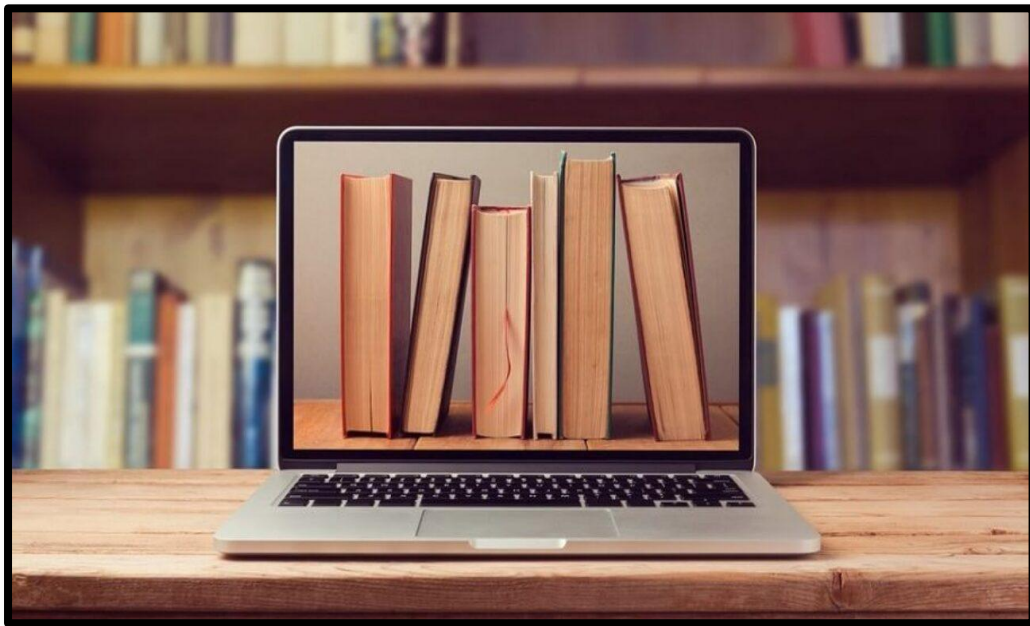
- Le premier chapitre comporte des généralités sur la plante (*Artémisia campestris* L).
- Le deuxième chapitre est consisté sur des différents métabolites secondaires.
- Le troisième chapitre apporte l'activité antibactérienne.

La deuxième partie est consacrée à la partie expérimentale, qui porte deux chapitres :

- Le premier chapitre traite le matériel et les différentes méthodes utilisées pour la réalisation de ce travail.
- Le deuxième chapitre englobe l'ensemble des résultats obtenus avec leur discussion.

Enfin nous avons terminés notre travail par une conclusion et perspectives.

Partiel 1 : Partie Bibliographique



Chapitre I : Généralité sur la plante étudiée
(Artémisia campestris L.)



1. Définition des Plantes médicinales

Ce sont des plantes utilisées en médecine traditionnelle dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses. Leur action provient de leurs composés chimiques (métabolites primaires ou secondaires) ou de la synergie entre les différents composés présents (**Sanago, 2006**). Elles sont impliquées dans différents secteurs sous formes de principes actifs, des huiles, des solutions aqueuses ou organiques ou même telles qu'elles sont (**Ahmed, 1995**).

Elle contient, au niveau de ses organes, un ou plusieurs principes actifs utilisables à des fins thérapeutiques. En fait il s'agit d'une plante qui est utilisée pour prévenir, soigner ou soulager différents maux. Les plantes médicinales sont des drogues végétales possède des propriétés médicamenteuses (**Farnsworth et al., 1986**).

Depuis 150 ans, les plantes médicinales ont fourni à la pharmacie des médicaments très efficaces. Aujourd'hui, de nombreux travaux menés dans le domaine de l'ethnopharmacologie. Ils montrent que les plantes utilisées en médecine traditionnelle et qui ont été testées sont souvent d'une part, des plantes efficaces dans les modèles pharmacologiques et d'autre part seraient quasiment dépourvues de toxicité (**Gurib, 2006**).

1.1. Parties utilisées des plantes

Elles sont utilisées de différentes manières, décoction, macération et infusion. Une ou plusieurs de leurs parties peuvent être utilisées, racine, feuille, fleur (**Dutertre, 2011**).

Les différentes parties de plantes qui peuvent être employées chez la plupart des populations sont ceux qui ont été décrites par (**Gurib-Fakim, 2006**)

Les racines : peuvent être fibreuses, solide ou charnues.

Rhizome : Le rhizome est une tige ligneuse ou allongée charnue qui pousse généralement horizontalement en dessous du sol, formant des feuilles au-dessus du sol et des racines dans le sol.

Bulbe : Un bulbe est une pousse souterraine verticale disposant de feuilles modifiées utilisées comme organe de stockage de nourriture par une plante à dormance. Les bulbes les plus populaires en médecine traditionnelle sont l'oignon et l'ail.

Tubercule : un tubercule est une structure charnue gonflée, généralement souterraine, qui assure la survie des plantes pendant la saison d'hiver ou en période de sécheresse.

Écorce : L'écorce est la couche protectrice externe d'un tronc d'arbre, elle est souvent riche en toxines (phénols) et principes amers (tanins) ce qui la rend plus protectrice.

Gommes : les gommes sont des composés solides constituent d'un mélange de polysaccharides. Ils sont solubles dans l'eau et partiellement digérés par les êtres humains.

Feuilles : Les feuilles peuvent être utilisées seules ou mélangées avec leur pétiole.

Fleurs : Les fleurs sont très utilisées dans la médecine traditionnelle.

Fruits : Exemple (*Punicagranatum* ; *Citrus* sp).

Graines : Exemple (*Ricinuscommunis* ; *Foeniculumvulgare*).

Bois : Le bois est la tige épaisse ou le bois lui-même.

1.2. Forme d'utilisation des plantes médicinales

Les plantes médicinales sont essentiellement utilisées sous deux formes (**Benkiki, 2006**) :

- Comme un mélange complexe contenant un large spectre de constituants (infusion, huiles essentielles et extraits de teinture).
- Pure, chimiquement définie comme des principes actifs.

Les plantes médicinales sont très importantes comme plantes économiques, elles sont utilisées dans le traitement de diverses maladies, et on peut aussi les employer dans les industries pharmaceutiques, alimentaires, cosmétiques et en parfumerie (**figure 01**).

Les plantes médicinales jouent un rôle crucial dans la recherche pharmacologique et la fabrication de médicaments, non seulement lorsqu'elles sont utilisées directement comme agents thérapeutiques, mais aussi lorsqu'elles servent de matière première pour la fabrication de médicaments ou de modèles pour les composés pharmacologiques (**Ameenah, 2006**).



Figure 1 : Formes d'utilisation des plantes médicinales.

2. Présentation de l'espèce *Artemisia campestris* L. :

2.1. Généralité sur La famille des Astéracées :

Le mot « Aster » du grec signifie étoile, en relation avec la forme de la fleur (**Harkati, 2011**). Les Astéracées (*Asteraceae*) sont une grande famille de plantes dicotylédones, appelées aussi Composées (*Compositae*) ou, plus rarement des Composacées. Cette famille comprend en effet entre 1600 et 1700 genres et 25000 à 30000 espèces dont 750 endémiques (**Rahman et al., 2011**). Le sol algérien compte environ 109 genres et plus de 408 espèces (**Quezel et Santa, 1963**).

2.1.1. Distribution géographique :

Les *Asteracées* connaissent une distribution géographique mondiale, à l'exception de l'Antarctique. Elles s'acclimatent bien aux régions tropicales et subtropicales (**Funk et al., 2009**) semi-arides, à la toundra alpine et arctique et aux régions tempérées. Elles sont, en revanche, peu présentes dans la forêt tropicale (**Guignard, 1994**) (**figure 02**).

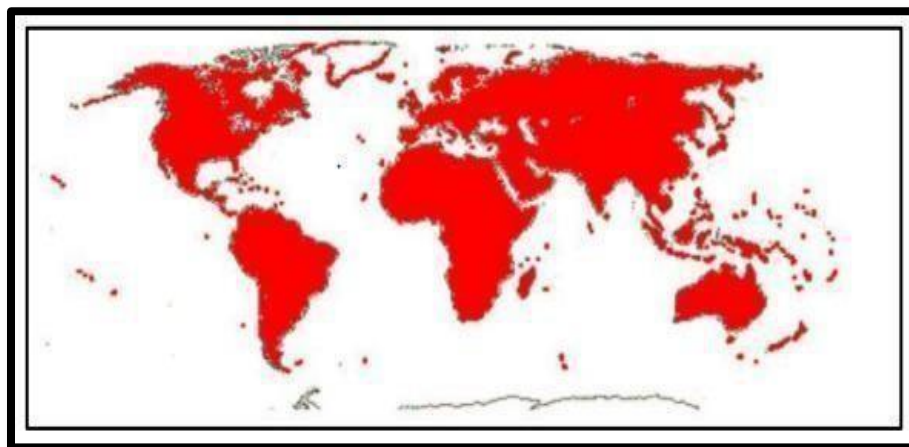


Figure 2: Répartition de la famille des Astéracées dans le monde (**Guignard, 1994**).

2.1.2. Description botanique

Les *Asteraceae* ont la caractéristique commune d'avoir des fleurs réunies en capitules, c'est-à-dire serrées les unes à côté des autres, sans pédoncules, placées sur l'extrémité d'un rameau ou d'une tige et entourées d'une structure formée par des bractées florales.

Cette structure en forme de coupe ou de collecte est appelé un involucre (**Barkley et al., 2006**).

La fleur des astéracées est très particulière : les étamines sont soudées par leurs anthères déhiscentes vers l'intérieur. Sous les stigmates sont situés des « brosses à pollen ».

La croissance rapide du style permet un brossage du pollen et sa récupération. Une fois que le stigmate a traversé le tube formé par les anthères, les stigmates se déplient et exposent leur face gluante au pollen. Il faut penser qu'à ce moment-là, du nectar est secrété.

L'inflorescence est ordinairement un compact de fleurs sessiles tubulées et/ou ligulées sous-tendu par un involucre de bractées disposées sur un ou plusieurs rangs (Figure 03) Les bractées peuvent être herbacées, scariées ou épineuses. Sur le réceptacle, les bractéoles, si elles sont présentes, peuvent prendre la forme d'écailles, de soies ou de paillettes. Le capitule est entouré à la base généralement par 1 à 6 séries de bractées dont l'ensemble forme l'involucre (**figure 03**).

Les fruits sont des achaines et contenant chacun une seule graine. L'ornementation joue un rôle important dans la reconnaissance des genres et espèces. Les caractères du fruit sont généralement identiques pour les diverses espèces du même genre (**Ozenda, 1991**).



Figure 3 : Types des fleurs des Astéracées

2.1.3. Utilisation Intérêt commercial, nutritionnel et pharmacologique

La famille des Composées contient plus de dix mille espèces, la grande majorité des espèces étant comestibles, elle fournit des plantes alimentaires : La laitue est la plante la plus cultivée de la famille, suivie de l'artichaut, de l'endive, du salsifis, de la chicorée, de l'estragon et du tournesol.

L'arnica Montana est une plante vivace originaire des régions montagneuses de l'Europe et du sud de la Russie. Elle est décrite dans des pharmacopées européennes pour son usage dans le traitement de petits traumatismes comme les hématomes. Cette plante est utilisée traditionnellement en phytothérapie pour aider à soulager la douleur et/ou l'inflammation des muscles et des articulations (entorses, ecchymoses, douleur articulaire) (**ESCOP, 2003**) (**Grieve, 1979**).

Les Astéracées fournissent également des insecticides : *Chrysanthemum cinerariaefolium*

(L.) est une plante herbacée originaire des balkans, cette espèce donne des fleurs qui contiennent des pyréthrine non toxiques pour les animaux à sang chaud, mais très toxique pour ceux à sang froid (**Polosky , 2015**).

Le guayule (*Parthenium argentatum*), seconde source de caoutchouc naturel, exploité au début du siècle et en période de crise (1940-1945), pourrait reprendre une place économique importante. Grâce à la sélection variétale et à la stimulation de la production du caoutchouc dans la plante, les rendements à l'hectare vont approcher ceux de l'hévéa. Les procédés d'extraction du caoutchouc ont été améliorés récemment et donnent un caoutchouc identique à celui de L'hévéa (**Serier ,1979**).

Plusieurs espèces du genre *Artemisia* ont largement été utilisées en médecine, Traditionnelle et dans la préparation de liqueurs comme l'absinthe et le génépi (**Gaussen et Leroy ,1982**).

2.2. Genre *Artémisia* :

- **Le genre** : est *Artemisia* l'un des plus importants de la famille des asteracées ; il comporte plusieurs centaines d'espèces en grande partie utilisées pour leurs diverses propriétés médicinales par les pharmacopées locales (**Quezel, et Santa, 1963**).
Il a été rapporté que le genre *Artemisia* est riche en métabolites secondaires tels que les Flavonoïdes, les coumarines, les stérols, les quinones, les anthraquinones (**JUDD et al, 2002**).
- **Les espèces** : qui appartiennent au genre *Artemisia* possèdent des propriétés thérapeutiques, elles sont non seulement utilisées dans la médecine traditionnelle. Elle est utilisée comme antiseptique ; anti-inflammatoire ; anti-rhumatismale ; anti-microbienne, maladies d'estomac.
- **Les industries pharmaceutiques** : ont aussi exploité de nombreux composés Extraits de différentes armoises. Les trois armoises représentées au Sahara sont des buissons très ramifiées, de 3 à 8 dm (**Baykanerel et al. ,2011**).
- **Le genre *Artemisia*** : (les armoises) groupe des herbacées, des arbrisseaux et des arbustes généralement aromatiques, densément tomenteux, pubescents ou glabres, de la famille *Asteracea*. Leurs feuilles sont pennées (rarement palmées).
- **Lieu** : Elle vient dans les prairies et les broussailles sèches dès l'hémisphère Nord Certaines en Afrique du Sud et dans l'Ouest de l'Amérique du Sud (**Kundan et Anupam, 2010**).

2.3. Présentation de l'espèce *Artemisia campestris* L.

- Capitules très petits, étroits (1 à 1,5 mm), ovoïdes ou coniques, à involucre scarieux, ne contenant que 3 à 8 fleurs ; feuilles à divisions longues, étroites et espacées.
- Feuilles glabres, d'un vert foncé ; rameaux rougeâtres ; capitules coniques ou aborale des hauts plateaux, plus rares dans la région septentrionale, reparaît dans les montagnes du Sahara central, en altitude (assez réponde au Hoggar, plus rare au Tefedest et au Tassili des Ajjer) Représentées au Sahara pour la sous espèce à rameaux glutineux dans le haut. Médit (**Baykanerel et al. ,2011**).
- *Artemisia campestris* L. 30-150 cm à rameau constituant une panicule plus au moins ample, Tige ligneux à base ; striée. Feuilles glabrescentes, vert foncées ; les inférieures 2 les supérieures pinnatiséquées sessiles ou subsessiles, dressées ou pendantes.
- « **Tedjok** » Espèce très appétant en été et en automne (**Baykanerel et al. ,2011**).

2.4. Nomenclature d'*Artemisia campestris* L.

- ✓ **Noms Français** : Armoise champêtre, Armoise des champs, Armoise rouge.
- ✓ **Noms Anglais** : Field Sagenort, Field Sagewort, Field Wormwood.
- ✓ **Noms Vernaculaires** : Taguq, tguft, degoufet, Tadjuq, tedjokAlala, hellala.

2.5. Description botanique :

La plante *Artemisia campestris* L. est une plante des Hauts plateaux. Elle est d'origine méditerranéenne. Elle est fréquente au Hoggar, plus rare au tassili (**Houmani, 2007**).

2.5.1. Caractère botanique :

La plante *Artemisia campestris* L. est un arbuste aromatique herbacée vivace a tiges robustes d'une hauteur de 30 à 80 cm, possède très petits capitules étroits de 1 à 1.5 mm ovoïdes ou coniques, involucre sec et translucide et contient quelques fleurs jaunes bordées de rouge (maximum 8 fleurs) aux poils blancs a bruns. Les feuilles d'*Artemisia campestris* L. sont glabres de couleur vert foncé, les inférieures dipinnatiséquées, les supérieures pinnatiséquées, les basales pétiolées et auriculées, les tiges sont ligneuses à la base striée (**David, Hervé., 1994**) ; (**Ozenda, 1985**) (**Quezel et Santa., 1963**).



Figure 4 : La plante *Artemisia campestris* L.

3. Classification systématique d'*Artemisia campestris* L.

Selon (Caratini, 1971), la plante *Artemisia campestris* L est classée dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Classification systématique d'*Artemisia campestris* L.

Règne : Plantae
Sous règne : Tracheobionta
Embranchement : Spermatophyta
Sous embranchement : Magnoliophyta
Classe : Magnoliopsida
Sous classe : Asteridae
Ordre : Asterales
Famille : Asteraceae
Sous famille : Asteroideae
Tribu : Anthemideae
Sous Tribu : Artemisiinae
Genre et Espèce : <i>Artemisia campestris</i> L.

4. Origine et répartition géographique :

Géographiquement, *Artemisia campestris* L. prédomine dans les régions arides des pays d'Afrique du Nord (Noumi et al., 2010) comme Maroc (Fakchich et Elachouri, 2014), l'Algérie (Rebbas, 2023), la Tunisie (Kawada et al., 2012 ; Saadaoui et al., 2014) et Libya (El- Mokusabi, 2014).

Elle pousse dans les prairies sèches et riche en bases dans une grande partie de l'Europe centrale et méridionale (Pirini Chrisoula et al., 2014) ; elle est considérée comme une plante rudérale, dans les terres sèches et perturbées au sud de l'Espagne (Salinas et Guirado, 2002) Elle accompagne la végétation dominante des prairies xérophiles en République tchèque (Novák et Konvička, 2006) et pousse sur des sols graveleux près des rivières Tammaro et Calore en Italie, tandis qu'au Japon, elle pousse l'état sauvage le long des côtes des îles Ryukyu (Minami et al., 2010). Elle représente l'espèce indigène interdite qui persiste dans les sites de référence des dunes restaurées dans le Grand Lac en Amérique du Nord (Emery et rudgers, 2010).

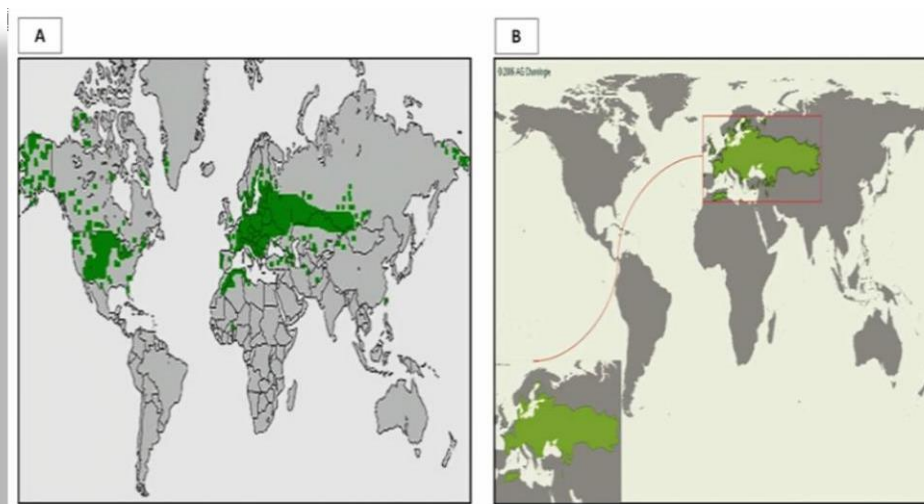


Figure 5 : Répartition géographique d'*Artemisia campestris* L.

(Dib et al., 2016).

5. Ecophysiologie d'*Artemisia campestris* :

L'écophysiologie de *Artemisia campestris* englobe ses mécanismes adaptatifs, ses propriétés phytochimiques et ses activités biologiques qui contribuent à sa résilience et à son potentiel thérapeutique. Cette plante, appartenant à la famille des astéracées, possède d'importantes propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antidiabétiques, essentielles à sa survie dans divers environnements. Les sections suivantes en détaillent les principaux aspects.

5.1. Composition phytochimique

- *Artemisia campestris* est riche en composés phénoliques, en alcaloïdes, en saponines, en terpènes et en flavonoïdes, ce qui contribue à ses propriétés médicinales (**Zahnit et al., 2022**) (**Al-Snafi, 2014**).
- L'huile essentielle contient des composés tels que le β -myrcène et l' α -pinène, qui ont divers effets pharmacologiques (**Al-Snafi, 2014**).

5.2. Propriétés anti-oxydantes et anti-inflammatoires

- Les extraits de la plante présentent une puissante activité antioxydante, réduisant efficacement le stress oxydatif dans divers modèles, notamment la néphropathie diabétique et les lésions gastriques (**Sefi et al., 2012**) (**Sebai et al., 2014**).
- Il protège contre l'inflammation et les dommages cellulaires, comme le montrent des études portant sur les podocytes et la lipotoxicité (**Belgacem, 2019**).

5.3. Adaptations écologiques

- *Artemisia campestris* prospère dans divers habitats, démontrant sa capacité d'adaptation grâce à des mécanismes tels qu'une activité enzymatique antioxydante élevée et sa capacité à absorber les rayons UV, ce qui améliore sa survie dans des conditions difficiles (**Zahnit et al., 2022**).

6. Composition chimique d'*Artemisia campestris*

L'utilisation des solvants à polarité différente, suivie par des étapes de fractionnements et l'emploi de différentes techniques de chromatographie permettent d'extraire, séparer et identifier les différents composés présents dans les extraits des plantes. De nombreuses études chimiques ont révélé que la partie aérienne d'*Artemisia campestris* L. est riche en métabolites secondaires (**Joao et al., 1998 ; Juteau et al., 2002**).

Les flavonoïdes, les dérivés hydroxycinnamiques, les dérivés hydrox benzoïques de l'extrait éthanolique (80%) de la partie aérienne d'*Artemisia campestris* ont été déterminés par des méthodes spectrophotométriques. Les flavonoïdes identifiés chez *Artemisia campestris* sont : flavone (apégénine), flavonol (kaempférol 7-méthyle), flavanone (naringénine), dihydroflavonols (taxifoline-7-méthyle) (**valant et al., 2003**) (Les feuilles d'*Artemisia campestris* contiennent aussi des alcaloïdes et des saponines (**Naili et al., 2010**)).

7. Usage d'*Artemisia campestris* L. :

Artemisia campestris, membre de la famille des astéracées, est reconnue pour ses diverses applications dans les domaines traditionnels, pharmaceutiques, cosmétologiques et culinaires. Le riche profil phytochimique de cette plante contribue à son potentiel thérapeutique, ce qui en fait une ressource précieuse dans divers domaines. Voici les principales utilisations d'*Artemisia campestris*.

7.1. Utilisations traditionnelles

- Employé en médecine traditionnelle pour des affections telles que le paludisme, les problèmes gastro-intestinaux et les maladies inflammatoires (**Hussain et al., 2023**).
- Utilisée pour ses propriétés antioxydantes et antidiabétiques, améliorant la santé globale (**Zahnit et al., 2022**).

7.2. Applications pharmaceutiques

- Les extraits présentent des activités antimicrobiennes, antifongiques et anticancéreuses importantes, en particulier contre les bactéries multirésistantes et les cellules cancéreuses (**Limam et al., 2024**).
- Contient des composés bioactifs tels que des polyphénols et des terpénoïdes, qui servent d'ingrédients pharmaceutiques actifs (**Hussain et al., 2023**).

7.3. Avantages cosmétologiques

- Démontre de puissants effets photoprotecteurs, les valeurs SPF indiquant son potentiel dans les formulations de protection solaire (**Zahnit et al., 2022**).
- Les huiles essentielles dérivées de la plante sont utilisées dans les produits de soin pour la peau pour leurs propriétés antioxydantes (**Jin et al., 2022**).



**Chapitre II : Les Métabolismes
Secondaires.**

1. Définition :

Les plantes possèdent des métabolites dits « secondaires » par opposition aux métabolites primaires qui sont des protéines, des glucides et des lipides. Les métabolites secondaires sont classés en plusieurs grands groupes : parmi ceux-ci, les composés phénoliques, les terpènes et stéroïdes et les composés azotés dont les alcaloïdes. Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés qui possèdent une très large gamme d'activité biologique (**Bruneton,1999**). Les métabolites secondaires (SM) sont présents dans toutes les plantes supérieures, et ayant une répartition limitée dans l'organisme de la plante. Dont plus de 200.000 structures ont été définies et sont d'une variété structurale extraordinaire mais sont produits en faible quantité (**Won Yun et Maun ,2007**).

2. Fonction des métabolites secondaires :

Les métabolites secondaires : jouent un rôle dans sa relation avec son environnement, par exemple dans la résistance contre les ravageurs et les maladies, comme attractif pour les pollinisateurs ou comme composé de signalisation. Les métabolites secondaires se caractérisent par une énorme diversité chimique, Chaque organisme a son propre ensemble de métabolites secondaires (**Verpoorte et Alfermann, 2000**).

3. Classification des métabolites secondaires :

Les Métabolites secondaires chez les plantes (*Artémisia campestris*. L) sont divisés en classes principales sont ;

- ❖ Les terpènes.
- ❖ Les alcaloïdes.
- ❖ Les composés phénoliques ;(**Hopkins,2003**)
 - Les coumarines.
 - Les tanins.
 - Les flavonoïdes. (**Dahmani, Dahmani. 2018**)
 - Les saponines.
 - Les Anthraquinone.

3.1. Les terpènes

C'est la plus grande catégorie de métabolites secondaires avec plus de 22000 molécules. (**Charik, 2020**).

Les terpènes sont des substances généralement lipophiles (**Hopkins,2003**). Ils sont des constitués d'unités d'isoprène à 5 carbones (C₅H₈) comme élément de base (Figure 06), ils sont pour formule de base (C₅H₈)ⁿ. Leur squelette de carbone est constitué d'unités isopréniques reliées entre elles, Ces squelettes peuvent être arrangés de façon linéaire ou bien former des cycles (**Chouhan, 2017**) (**Mahizan et al., 2019**).

La famille des terpènes comprend des hormones (gibbérellines et acide abscissique), des pigments caroténoïdes et des stérols (**Hopkins, 2003**).

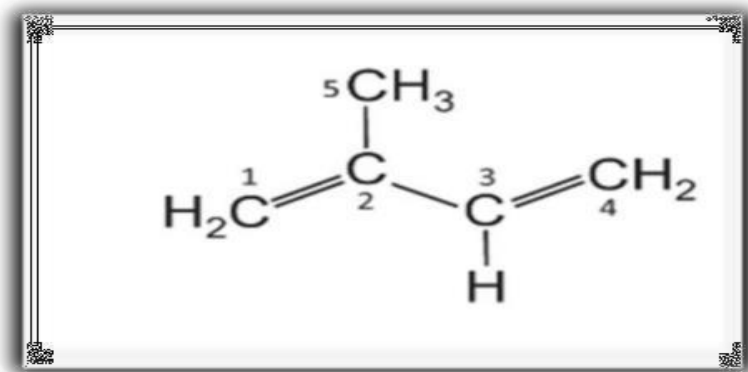


Figure 6 : Molécule d'isoprène (**Hillier et al.,2019**)

➤ Classification des terpènes

Selon le nombre d'unités isoprène présentes (C₅H₈). Les terpènes ont été classés comme indiqué dans (**tableau 02**).

Tableau 2 : les classes des terpènes

Classification	Unitéd'isoprène	Lesatomesdecarbonate
Emiterpeni	1	5
Monoterpènes	2	10
<u>sesquiterpeni</u>	3	15
Diterpeni	4	20
Sesterpeni	5	25
Triterpènes	6	30
Polyterpènes	>6	>30

3.2. Alcaloïdes :

Les alcaloïdes figurent parmi les principes actifs les plus importants en pharmacologie et médecine (**Ravenet al.,2000**). Ce sont des substances organiques azotées, à propriétés basiques ou amers et ayant des propriétés thérapeutiques ou toxiques (**Dellile, 2007**). Les

Alcaloïdes sont utilisées comme anti-cancer, sédatifs et pour leur effet sur les troubles nerveux (maladie de Parkinson) (**Iserin et al.,2007**).

Les alcaloïdes sont des composés organiques naturels. Ils ont un grand intérêt pharmacologique et contiennent un atome ou plus d'azote généralement inclus dans un système hétérocyclique. Ils sont de structure moléculaire complexe basique et doués de propriétés physiologiques prononcées même à faible dose (**Bruneton, 1999 ; zenk et juenger, 2007**).

Le premier alcaloïde identifié en 1806 fut la morphine qui provient du pavot *Papaver somniferum* qui est utilisée actuellement comme analgésique en médecine (**Raven et al., 2003**). Ils sont utilisés dans la pharmacopée comme médicaments : antidiabétiques (miglitol), anticancéreux (la camptothécine) et anti malariques (la quinine) et peuvent avoir également des propriétés antioxydantes (**Badiagha, 2011**).

Les alcaloïdes dérivent des acides aminés comme le tryptophane, l'ornithine, la lysine, l'asparate, l'anthranilate, la phénylalanine et la tyrosine qui sont décarboxylés en amines et couplés à d'autres squelettes carbonés (**Cyril, 2001**).

Ils sont divisés en trois classes :

- ✓ **Les alcaloïdes vrais** qui contiennent la majorité des alcaloïdes, sont toxiques et disposent d'un large spectre d'activités biologiques ;
- ✓ **Les pseudo-alcaloïdes** présentent tous les caractéristiques des alcaloïdes vrais, mais ne sont pas des dérivées des acides aminés, et enfin les proto-alcaloïdes qui sont des amines simples, appelées « amines biologiques » et sont solubles dans l'eau (**Badiaga, 2011**)

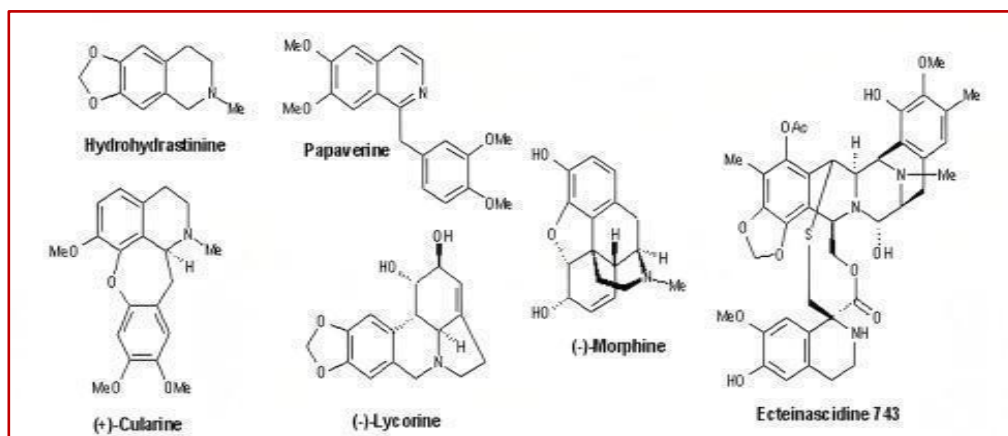


Figure 7 : la famille des alcaloïdes (**William Erb**).

➤ **Rôles des alcaloïdes :**

Ils possèdent une activité pharmacologique significative. Bien que beaucoup d'entre eux sont employés pour leurs propriétés analgésiques (comme la morphine, la codéine), dans la cadre de protocoles de sédation (anesthésie, atropine) souvent accompagnés des hypnotiques, ou comme agents antipaludéens (quinine, chloroquinine) ou agents anticancéreux (taxol, vinblastine, vincristine), mais certains d'entre eux soient toxiques (comme la strychnine ou l'aconitine) (**ZENK et JUENG, 2007**).

3.3. Composés phénoliques :

Les composés phénoliques ou polyphénols sont des métabolites secondaires largement répandues dans le règne végétal. Ils sont présents dans tous les fruits et légumes (**Waksmundzka-Hajnos et Sherma, 2011**). Plus de 8000 structures ont été identifiées à partir de simples molécules comme les acides phénoliques, jusqu'aux les substances hautement polymérisées comme les tanins (**Dai et Mumper, 2010**). Ces molécules constituent la base des principes actifs trouvées au niveau des plantes médicinales. Ils possèdent un effet antioxydant, antibactérien et antifongique et ils sont des protecteurs contre l'apparition de certains cancers (**Macheix et al., 2005**). En effet, une alimentation équilibrée fournit à l'homme environ un gramme de polyphénols chaque jour, soit dix fois plus que de vitamine C et 100 fois plus que de caroténoïde ou vitamine E (**Scalbert et al., 2005**). Les polyphénols peuvent se regrouper en deux grands groupes ; les non flavonoïdes dont les principaux composés sont les tanins hydrolysables et condensés (**Hoffmann, 2003**), et les flavonoïdes dont on caractérise principalement les flavones, flavanones, flavonols, isoflavonones, anthocyanines, proanthocyanidines et flavanols (**Pincemail et al., 2007**).

3.3.1. Flavonoïdes :

Le terme flavonoïde signifie jaune en latin (=flavus en latin) (**Ribereau-gayon, 1968**), il désigne une très large gamme de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols (**Seyoum et al., 2006**) (**Figure 08**). Les flavonoïdes sont considérés comme des pigments quasiment universels des végétaux, souvent responsables de la coloration des fleurs, fruits et parfois des feuilles (**Bruneton, 1999**). Ils varient quantitativement et qualitativement selon le stade de développement du végétal (**Fritch et Griesbach, 1975**), ce qui explique une grande part de leur intérêt commercial dans l'industrie alimentaire et des colorants. Ils possèdent en outre un intérêt médical considérable (**Vauzour et al., 2001**).

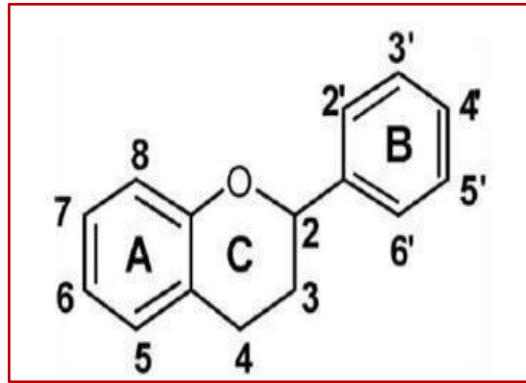


Figure 8 : Structure chimique générale des flavonoïdes

➤ **Les propriétés biologiques des flavonoïdes :**

De nos jours les propriétés des flavonoïdes sont largement étudiées dans le domaine médical ou on leur reconnaît des activités antioxydants, antivirales, anti-tumorales, anti-inflammatoires, antiallergiques et anti-cancéreuses (**Narayana et al. ,2001**)

3.3.2. Les Tannins :

Les tannins (ou tanins) sont des substances polyphénoliques hydrosolubles de structure variée, de saveur astringente (**HURABIELLE, 1981**) naturellement produits par les plantes qui ont la propriété de transformer la peau fraîche en un matériau imputrescible : le cuir. Cette propriété de tannage provient de la création de liaisons entre les molécules de tannins et les fibres de collagène de la peau, et à leur aptitude à se combiner à des macromolécules (protéines, polysaccharides...) et à d'autres polymères organiques tels que des glucides, des acides nucléiques, des gélatines, des stéroïdes et des alcaloïdes pour former un précipité (**BRUNETON ,1999**). Ils sont très répandus dans le règne végétal, mais ils sont particulièrement abondants dans certaine famille comme les Conifères, les Fagacée, les Rosa- cée (**GHESTERM et al., 2001**). Ils peuvent exister dans divers organes : l'écorce, les feuilles, les fruits, les racines et les grains (**KHANBABE et REE, 2001**). On distingue habituellement chez les végétaux supérieurs trois groupes de tanins différents par leur structure aussi bien que par leur origine biogénétique : les tanins hydrolysables, les tanins non hydrolysables (condensés) et les tanins complexes (**BRUNETON, 1999**).

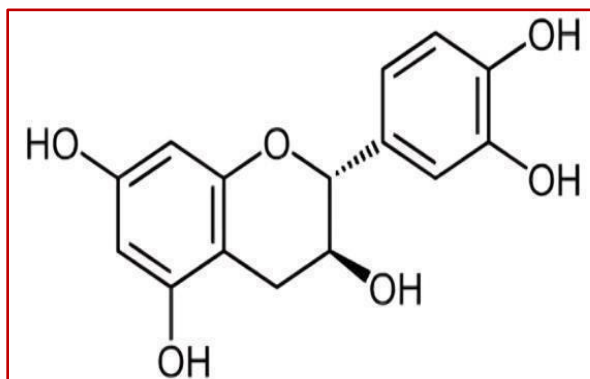


Figure 9 : Structure chimique des tanins.

➤ **Classification des Tannins :**

a. Les Tannins hydrolysables :

Ils sont constitués par une molécule de sucre (le glucose le plus souvent) estérifié par l'acide gallique ou un de ses dérivés (acide ellagique, chébulique ou valonique). Ils sont facilement hydrolysables par voie chimique ou enzymatique (**Makkar, 2003**).

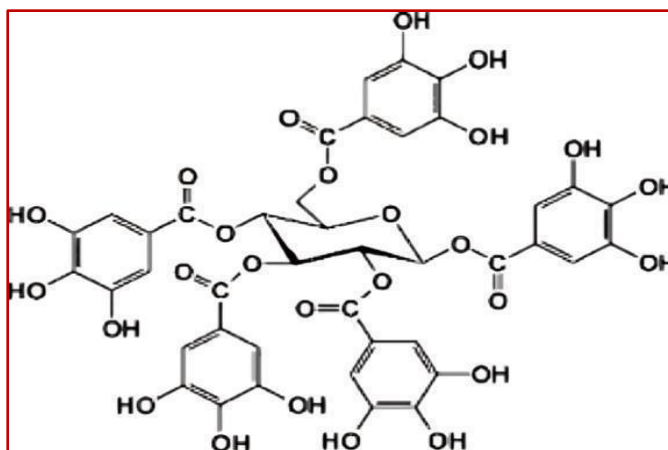


Figure 10 : Structure générale de tanins hydrolysables.

b. Les Tannins condensés :

Ce sont des produits de la polymérisation de flavan-3-ols (catéchines) et flavan-3,4-diols (leuco anthocyanidines). Ils sont aussi désignés sous le nom de « tannins catéchiques » et ne sont hydrolysables que dans des conditions fortement acides (**Peronny, 2005**).

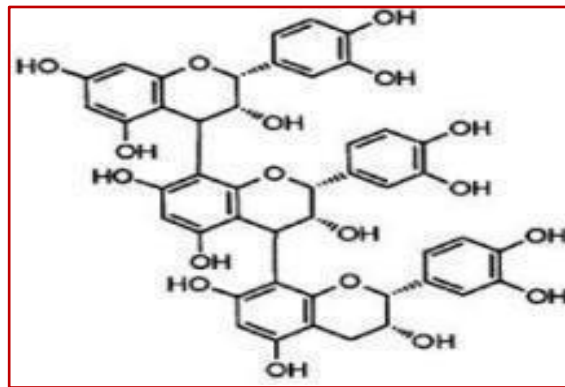


Figure 11: Structure générale des tanins condensés.

➤ **Propriétés pharmacologiques des tannins :**

Les décoctions et les autres préparations à base de drogues riches en tannins sont employées le plus souvent extérieurement contre les inflammations de la cavité buccale, les catarrhes, la bronchite, les hémorragies locales, sur les brûlures et les engelures, les plaies, les inflammations dermiques, les hémorroïdes et la transpiration excessive (**Ghazi, 2014**). En usage interne, elles sont utiles en cas de catarrhe intestinal, de diarrhée, d'affections de la vésicule, ainsi que comme l'antidote (contrepoison) lors d'empoisonnement par les alcaloïdes végétaux (**Sayah, 2013**).

3.3.3. Les coumarines :

✚ **Définition :**

Les coumarines sont des molécules biologiquement actives, substances naturelles aromatiques, la coumarine est utilisée en parfumerie. Son odeur se rapproche de la vanilline et du foin fraîchement coupé (**Alilou, 2012**).

Les coumarines sont des composés phénoliques ayant un squelette de base en C6 – C3, mais ils possèdent un atome d'oxygène hétérocycle dans le cadre de l'unité C3, généralement hydroxylée en position 7, en 6 et en 6, 7, 8 (**Casley-Smith, 1993**).

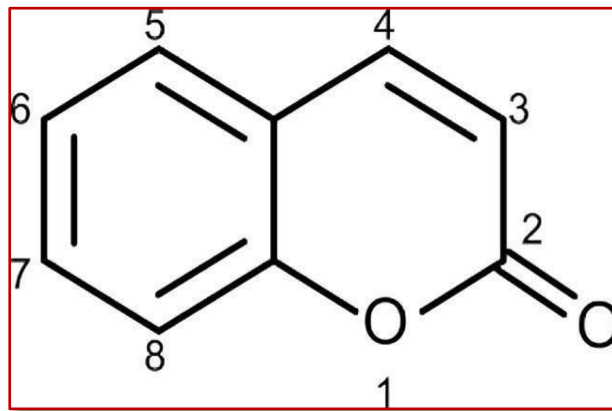


Figure 12 : Structure chimique des coumarines.

➤ **Classification des Coumarine :** (Dean, 1952. Späth, 1937.)

a. Coumarines simples :

Les coumarines les plus répandues dans le règne végétal possèdent des substitutions (OH ou OCH₃) en 6 et 7.

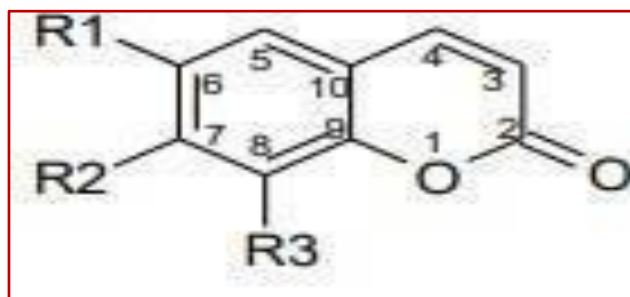


Figure 13 : Structure de ramification des coumarines simples

b. Coumarines complexes :

On distingue :

- Les furocoumarines (ou furanocoumarines) :

✓ 6,7 furocoumarines (linéaire) :

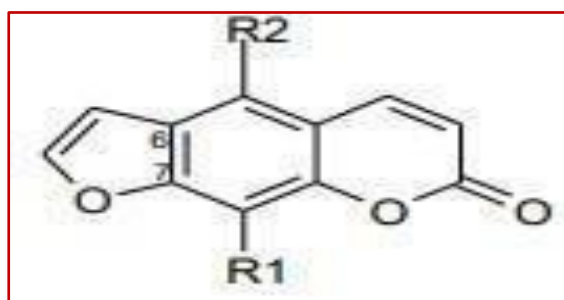


Figure 14 : Structure de ramification des coumarines complexes (6, 7 furocoumarines linéaire).

- ✓ 7, 8 furocoumarines (angulaire) :

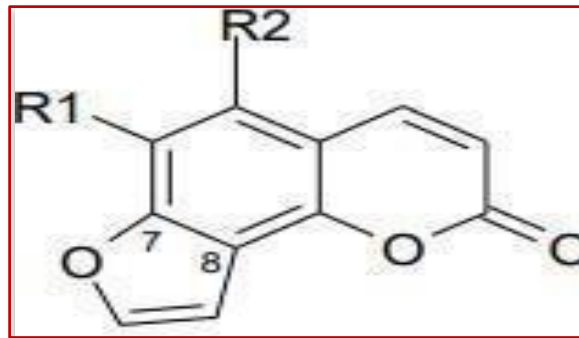


Figure 15 : Structure de ramification des coumarines complexe.
(7, 8 furocoumarines angulaire).

➤ **Propriétés pharmacologiques des coumarines :**

- ✓ Les coumarines se révèlent être des composés immunostimulants provoquent l'augmentation des lymphocytes T dans la circulation sanguine (**Havsteen, 2002**).
- ✓ L'activité antibactérienne : les coumarines sont efficaces contre les bactéries à Gram positif (**Delporte et al., 1999**).
- ✓ En 1957, O' Neal et son équipe ont montré l'efficacité des coumarines pour bloquer le cancer induit chimiquement par les radiations ultraviolettes. Ces molécules sont capables de prévenir la peroxydation des lipides membranaires et de capter les radicaux hydroxyles, superoxyde et peroxydes (**Stefanova et al., 2007**).

3.3.4. Les Anthraquinones :

✚ **Définition :**

L'antraquinone est une molécule dérivée de l'anthracène, elle appartient aux hydrocarbures aromatiques polycycliques. Il fait partie des quinones naturelles, c'est une substance oxygénée engendrée par l'oxydation des composés aromatiques (**Cottiglia et al., 2001**).

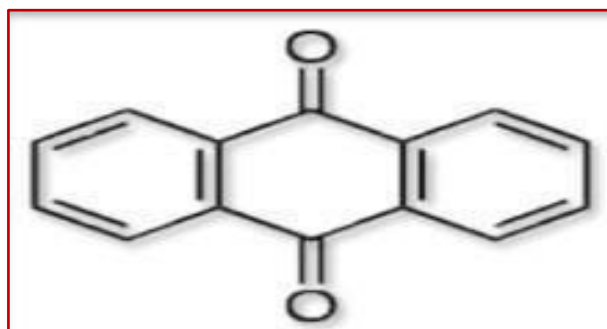


Figure 16 : Structure chimique des anthraquinones.

➤ **Activités biologiques et pharmacologiques :**

Chez les plantes, il a un effet répulsif à l'égard des oiseaux. Les plantes l'utilisent pour transporter les électrons dans les membranes de la mitochondrie interne de chaque partie de la plante. Ils entrent dans la fabrication de teinte et de pigment. En thérapeutique, il soigne les troubles de l'intestin grêle. Les dérivés naturels de l'antraquinone ont des effets laxatifs. Ils sont reconnus comme un pesticide naturel (**Anderson et al.,1996**).

3.3.5. Saponine :

✚ **Définition :**

Les saponines ou saponosides sont une classe spécifique de métabolites secondaires, produits naturels retrouvés abondamment dans le règne végétal (**Gerard, 2015**).

Ce sont des substances tensio-actives, glycosides. Ils sont principalement produits par les plantes supérieures, mais aussi par des animaux marins inférieurs et quelques bactéries (**Buchanan,**). Leurs noms proviennent du latin « soap » signifiant "savon" en raison de leurs propriétés à former des solutions moussantes stables dans des solutions aqueuses (**Francis et al., 2002**).

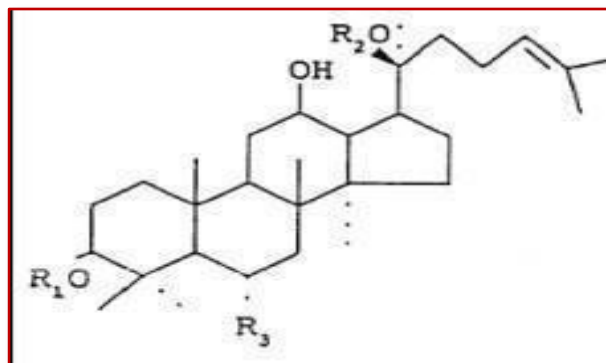


Figure 17 : Structure chimique des saponines.

➤ **Classification de saponine :**

Les saponines se classent en deux groupes selon la nature de leur génine qui peut être téroïdique ou triterpénique.

- a. Saponines à génines stéroïdiques :** Les saponines stéroïdiens sont constituées d'un stéroïde aglycone, d'un squelette C27 (**Kren, 2001**).

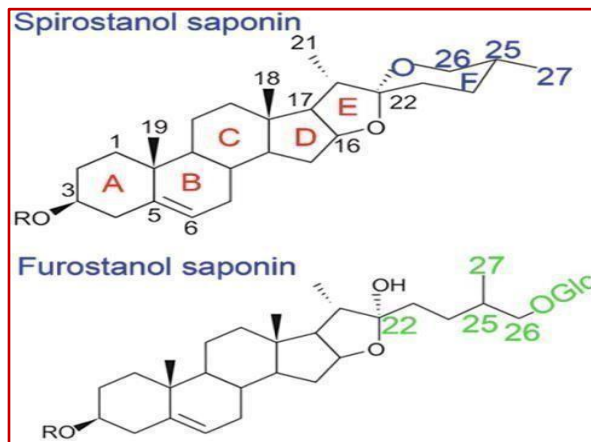


Figure 18 : Les principaux squelettes stéroïdiques.

- b. Saponines à génines triterpènes :**

Les saponines triterpenoïdes consistent en un aglycone triterpénoïde, formé d'un squelette C30, de structure pentacyclique (**Gauthier, 2008**).

3.3.6. Les glucosides

Ce sont des composants organiques très répandus dans le monde végétal. Ce sont des substances organiques complexes qui par hydrolyse se séparent en deux : un composant sucré (glucose) et un composant non sucré (glucone ou aglycone), ce dernier étant thérapeutiquement actif et souvent toxique (**Paris, 1965**). Ils ont en générale des propriétés anti inflammatoire, antiseptiques et diurétique ce qui entraine une diminution des liquides dans le tissu et fait ainsi baisser la pression artérielle (**Bruneton, 1987**).

Chapitre III : Activité biologique



1. Activité biologique :

Le rôle important des composés de métabolites secondaire est largement montré dans la protection contre certaines maladies en raison de leur interaction possible avec de nombreuses enzymes. Spécifiquement, on attribue aux flavonoïdes des propriétés variées : antibactériennes, antispasmodiques, antiradicalaires, antiallergiques, anti-inflammatoires, antitumorales, antiestrogéniques, hépato protectrices, estrogéniques, veinotoniques et analgésique. Ils sont également connus pour moduler l'activité de plusieurs enzymes ou de récepteurs cellulaires. Les flavonoïdes un groupe des polyphénols favorisent la relaxation vasculaire et empêchent l'agglutinement des plaquettes sanguines. Par conséquent, ils réduisent la coagulation du sang et le rendent plus fluide. Ils limitent l'oxydation des lipides sanguins et contribuent à la lutte contre les plaques d'athérome (**Xiuzhen et al., 2007**).

Ils sont aussi anxiolytiques et protèges nos artères contre l'athérosclérose et réduit la thrombose (caillots dans les artères).

1.1. Activité antibactérienne :

L'homme vit dans un environnement peuplé d'un grand nombre de microorganismes qui sont présents dans l'air, dans le sol, dans les eaux douces, dans les eaux marines, à la surface de la peau et les muqueuses ainsi qu'au niveau du tube digestif, de l'arbre respiratoire et de l'appareil urinaire. Ces microorganismes sont constitués par les bactéries, les virus, les champignons et les parasites. Ils sont soit des hôtes naturels de l'homme et donc saprophytes (flore digestive par exemple), soit ils déterminent une infection et donc pathogènes. Le monde bactérien est très vaste et les bactéries peuplent notre environnement. Elles assurent à la surface du globe, sur le sol et dans les eaux d'innombrables fonctions ; elles exercent des actions bénéfiques (ex : bactéries fertilisantes du sol), mais d'autres peuvent provoquer des infections chez les plantes, les animaux et également chez l'homme (**Khiati, 1998**).

1.1.1. Généralités sur les bactéries :

Une bactérie est un microbe formé d'une seule cellule, visible au microscope, appartenant à une zone de transition entre le règne animal et le règne végétal. Comme toute cellule, les bactéries sont constituées d'un noyau, isolé ou diffus, un protoplasme contenant des granulations et des vacuoles, une paroi parfois d'une capsule. Certaines bactéries sont mobiles grâce à des cils vibratiles. Selon leur mode de nutrition et leur comportement vis-à-vis

de l'oxygène, les bactéries sont classées en aérobies et en anaérobies. Les bactéries se reproduisent selon deux modes :

- La division simple ou scissiparité.
- La sporulation, le sport représentant la forme de résistance et de dissémination du germe.

Pour croître, les bactéries doivent trouver dans le milieu extérieur des conditions physicochimiques favorables qui leur sont nécessaires et les aliments couvrant leurs besoins énergétiques élémentaires et spécifiques. Sur le plan pratique, ces besoins sont satisfaits dans des milieux élaborés par l'homme en vue d'étudier les bactéries et sont appelés de ce fait, milieux de culture (**Djemoui, 2012**).

Une bactérie est composée :

- ✓ D'un noyau, contenant un seul chromosome, le patrimoine génétique de la cellule.
- ✓ D'un cytoplasme, contenant des ribosomes, éventuellement des plasmides.
- ✓ D'une paroi, ou membrane, lui donnant sa forme, sa rigidité et ses antigènes, le constituant essentiel d'une paroi bactérienne.

1.1.2. Classification des bactéries d'intérêt médical :

b. Bactéries en forme de sphère : les cocci

➤ Cocci Gram positif :

Nous avons les genres *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Micrococcus*, *Pneumococcus*, *Enterococcus*.

➤ Cocci Gram négatif :

Nous avons le genre *Neisseria*.

c. Bactéries en forme de bâtonnet: les bacilles

➤ Bacilles Gram positif

Nous avons les genres *Listeria*, *Erysipelothria*, *Bacillus*, *Cinetobacter*, *Actinomyces*.

➤ Bacilles Gram négatif :

Nous avons les genres *Entérobactérie*, *Pasteurella*, *Haemophilus*, *Bordetella*, *Brucella*, *Francisella*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter*.

➤ Bacilles acido-alcoolo résistants (BAAR) :

Ici, nous retrouvons le bacille de la tuberculose et celui de la lèpre.

d. Bactéries en forme de spirale:les spirochètes

Nous avons les genres *Treponema*, *Leptospira*, *Borrelia*, *Spirillum*.

e. Flore bactérienne anaérobie :

➤ Gram positif :

Nous avons les genres *Clostridium*, *Peptococcus*, *Peptostreptococcus*, *Propionibacterium*

➤ Gram négatif :

Nous avons les genres *Veillonella*, *Fusobacterium*, *Bacteroides* (Djemoui, 2012).

1.1.3. Morphologie et Structure fine des bactéries :

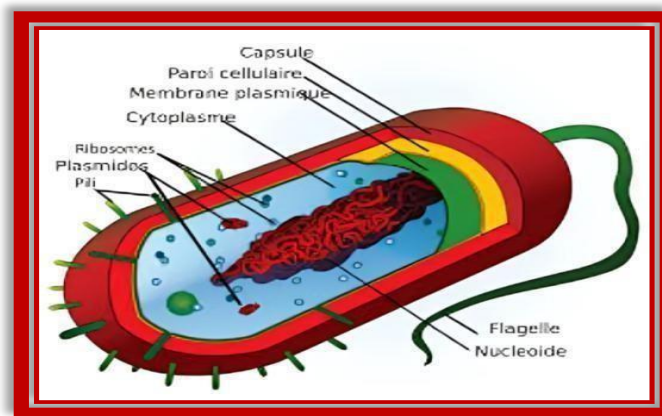


Figure 19 : Structure d'une bactérie avec ses différents éléments :

Obligatoires et facultatifs

1.1.4. Culture des bactéries :

On utilise habituellement pour cultiver les bactéries des milieux complexes à base d'extraits ou d'hydrolysats enzymatiques de viandes. Ces milieux peuvent être liquides (bouillons) ou solides. La solidification des milieux est obtenue par l'addition de l'agar, un extrait d'algues qui a la propriété de fondre à l'ébullition et se solidifier à des températures inférieures à 40°C. En milieu liquide, les bactéries se dispersent librement et leur multiplication se traduit par un trouble, le plus souvent homogène. Sur un milieu solide, lorsque la quantité de bactéries est faible, chaque bactérie va pouvoir se multiplier sur place jusqu'à former un amas de bactéries visible à l'œil nu, que l'on appelle colonie (Si la densité bactérienne est trop élevée dans l'échantillon ensemencé, les colonies sont confluentes et forment une nappe) (Labioud, 2016).

1.1.5. Description des bactéries étudiées :

➤ *Escherichia coli* :

Escherichia coli est un bacille à gram négatif (Patrick et al., 1988), de forme non sporulée, de type anaérobie facultative, généralement mobile grâce aux flagelles, sa longueur varie de 2 à 6 μm , alors que sa largeur est de 1,1 à 1,5 μm (Steven et al., 2004).

Les bactéries appartenant de l'espèce *E. coli* constituent la majeure partie de la flore microbienne aérobie du tube digestif de l'homme et de nombreux animaux. Certaines souches sont virulentes, capables de déclencher spécifiquement chez l'homme ou chez certaines espèces animales des infections spontanées des voies digestives ou urinaires ou bien encore des méningites néo-natales. D'autres souches appartiennent à la flore commensale peuvent être responsables des infections opportunistes variées, surtout chez les sujets aux défenses immunitaires affaiblies

(Patrick et al., 1988) (Figure 20).



Figure 20 : L'espèce bactérienne *Escherichia coli*

➤ *Staphylococcus aureus* :

Le genre *Staphylococcus* appartient à la famille de *Micrococcaceae* qui regroupe des espèces bactériennes constituées de cellules arrondies (cocci à Gram positif), immobiles et disposées en amas. *Staphylococcus aureus* ou Staphylocoque doré est une espèce saprophyte présente sur le corps et les muqueuses, et souvent responsable des infections graves communautaires et nosocomiales (20 % des cas) (Fauchère et Avril, 2002 ; Régnier, 2005).

Cette bactérie est responsable d'infections des plaies de la peau et du sang (Billerebeck, 2005). Elle acquiert facilement des résistances aux antibiotiques et en particulier à la pénicilline, à la méthéricilline1 (SARM), et aux fluoroquinolones (Haxhe et Zumofen, 1999) (figure21)



Figure 21 : L'espèce bactérienne *Staphylococcus aureus*

➤ ***Pseudomonas aeruginosa*** :

Le genre *Pseudomonas* Ce sont des bacilles Gram négatif, de forme non sporulée, elles sont aérobies, mobiles grâce à la présence de 1 à 2 flagelles, ce type de bactérie synthétise de types principaux de pigments pyocyanine : bleue phénazine, pyoverdine : jaune vert, il s'agit de bactéries résistantes pour plusieurs antibiotiques (**Percival, 2004**) (Figure22) *Pseudomonas aeruginosa* est responsable de 16 % des cas de pneumonie nosocomiale, 12 % des infections urinaires, 8 % des infections suites aux blessures chirurgicales (**Delden et Iglewski, 1998**).

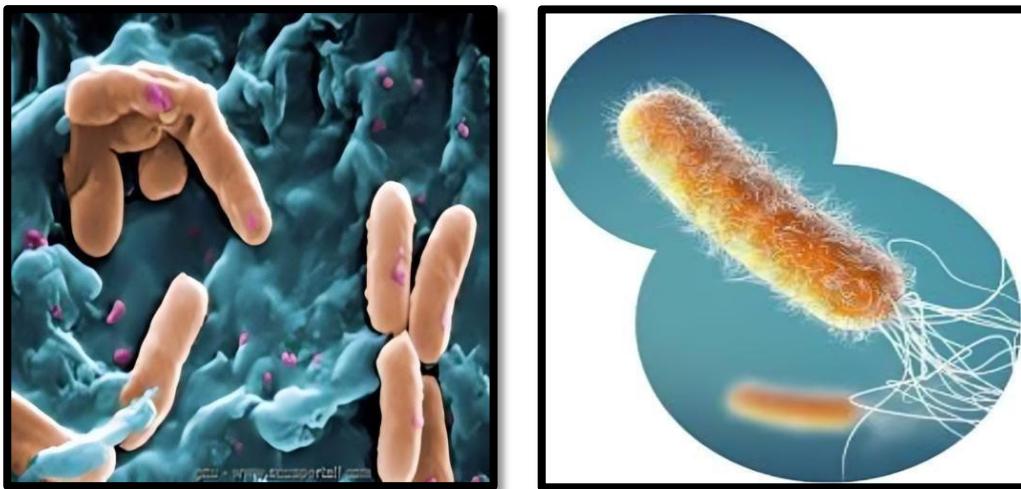


Figure 22 : L'espèce bactérienne *Pseudomonas aeruginosa*.

➤ ***Bacillus cereus***

Sont des bacilles à Gram+, à spore terminale, ou centrale. Ils sont aéro-anaérobies facultatifs ou parfois aérobies stricts (**Larpent, 1997**). Les souches de *Bacillus cereus* sont constituées de bacilles aux extrémités arrondies, généralement mobiles grâce à une ciliature péri triche, d'une longueur supérieure à 3 μm et d'un diamètre moyen de 1,4 μm , souvent groupés en chaînes (**Euzeby, 2008**) (figure23).

Elle appartient à la famille des *Bacillaceae*, bacilles formant des spores ovoïdes thermorésistantes (résistant à 100 °C et donc à la pasteurisation), de 1 à 1.2 µm de largeur sur 3 à 7 µm de longueur, catalase+. C'est une bactérie anaérobie facultative. *B. cereus* est un fort producteur d'enzymes, il possède une phospholipase très active. Il peut réduire le nitrate en nitrite. Il peut métaboliser l'arabinose et le mannitol (Peiffer, 2000) .

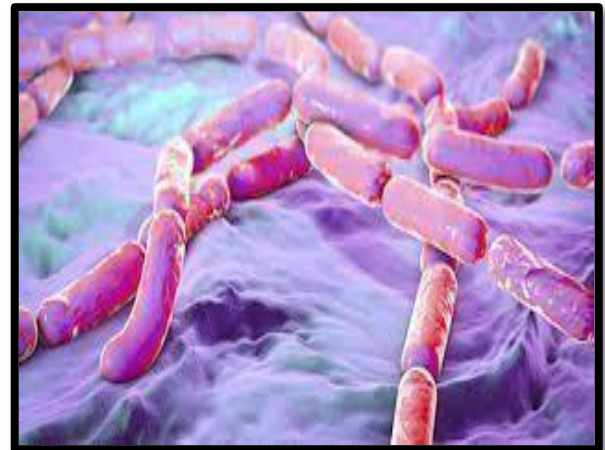
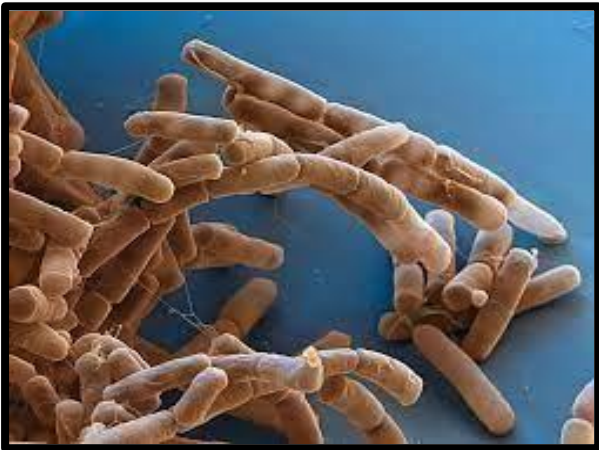
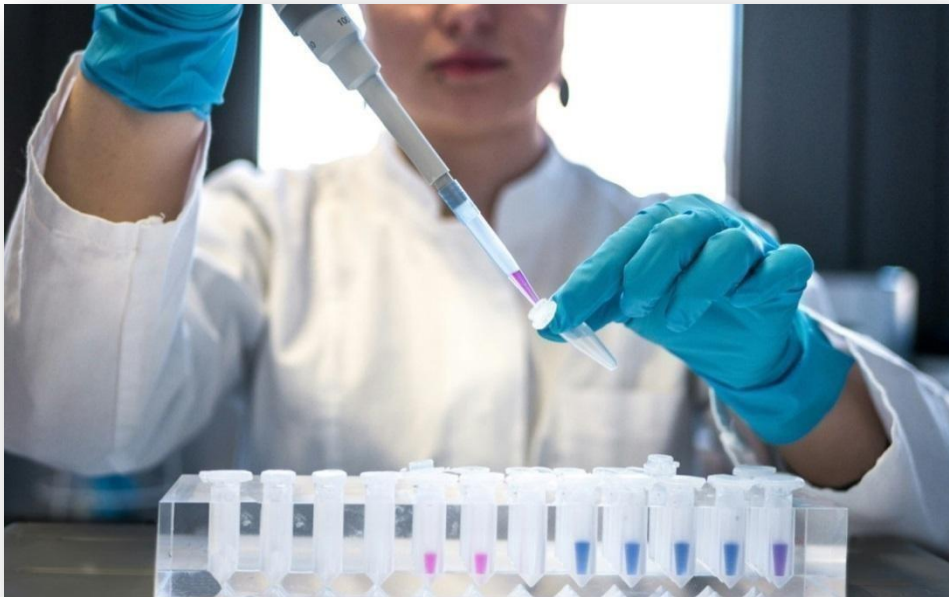


Figure 23 : L'espèce bactérienne *Bacillus cereus*

Partie 2 : Partie pratique



Chapitre I : Matériels et Méthodes



Ce chapitre est basé sur l'étude de la composition chimique des parties aériennes de l'espèce de genre *Artémisia campestris* L. à savoir les tests chromatographiques sur plaque CCM, le screening photochimique et l'évaluation de l'activité antimicrobienne des différents extraits de cette plante.

Tout cela a été réalisé au sein de laboratoire de la faculté des sciences de la nature et de la vie Université de M'sila.

1. Matériel

1.1. Matériel végétal

➤ Récolte du matériel végétal

La récolte a été effectuée dans la région de Boussaâda à 18 novembre 2023. La détermination botanique de cette espèce a été réalisé par le prof. REBBAS.K de l'Université de M'sila et déposé dans son l'herbier personnel.

Pour faciliter l'extraction des extraits bruts à partir de la partie aérienne de *Artémisia campestris* deux opérations de prétraitement de ces matériels ont été effectuées : séchage et broyage (**figure 24**).

- ✓ Séchage : Le séchage de partie aérienne de la plante est effectué à l'ombre, à l'abri de l'humidité durant trois semaines (21 jours) et à une température ambiante
- ✓ Broyage : Les parties aériennes séchées sont ensuite broyées à l'aide d'un moulin à café

Puis tamiser par un tamis de diamètre 0.5 mm jusqu'à obtenir une poudre.

Cette dernière a été conservée dans des bouteilles en verre scellées et exclue de la lumière et de la chaleur jusqu'à son utilisation.

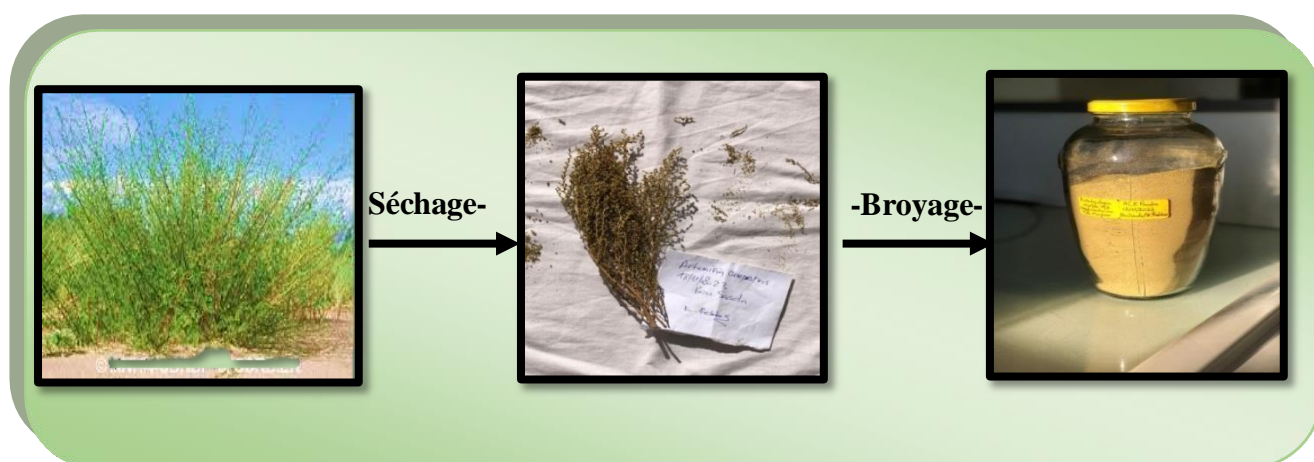


Figure 24: Séchage et Broyage d'*Artémisia campestris* L.

1.2. Etude phytochimique de l'espèce étudiée :

Les composés phytochimique Ont été extraits à partir de partie aérienne d'*Artémisia campestris* L. L'extraction brute est faite par macération selon la méthode de (Oomah et al.2006) par l'éthanol. Cette étape consiste à extraire le maximum des molécules chimiques contenant dans la partie aérienne de la plante en utilisant des solvants alcooliques qui accélèrent et augmentent le rendement d'extraction.

1.2.1. Principe

La macération est la méthode d'extraction solide-liquide la plus simple. Elle consiste en la mise en contact du matériel végétal avec le solvant avec ou sans agitation mécanique, à température ambiante ou à température élevée pour une durée déterminée. La macération commence avec le choix d'un solvant d'extraction favorable. Après une étape de diffusion du solvant à l'intérieur des cellules végétales, le processus continue avec la solubilisation des composés bioactifs qui vont réfugier de la matrice végétale vers le solvant environnant jusqu'à ce que l'équilibre de partage de concentration soit atteint (Llaneza Coalla et al. ,2009)

1.2.2. Protocole d'extraction :

- **Macération par l'éthanol**

La partie aérienne de *Artémisia campestris* L. (20g) de poudre sont soumises à une macération successive utilisant l'éthanol comme solvant (200 ml), pendant 4 heures sous agitation, à la température ambiante du laboratoire (environ 37C°) et à l'abri de lumière, l'extraction est répétée trois fois après chaque macération, l'ensemble est filtré sur du papier

Filtre afin de le séparer, après filtration on obtient les solutions aqueuses, Les filtrats sont évaporés grâce à un évaporateur rotatif pour obtenir des extraits secs (**figure 25**).

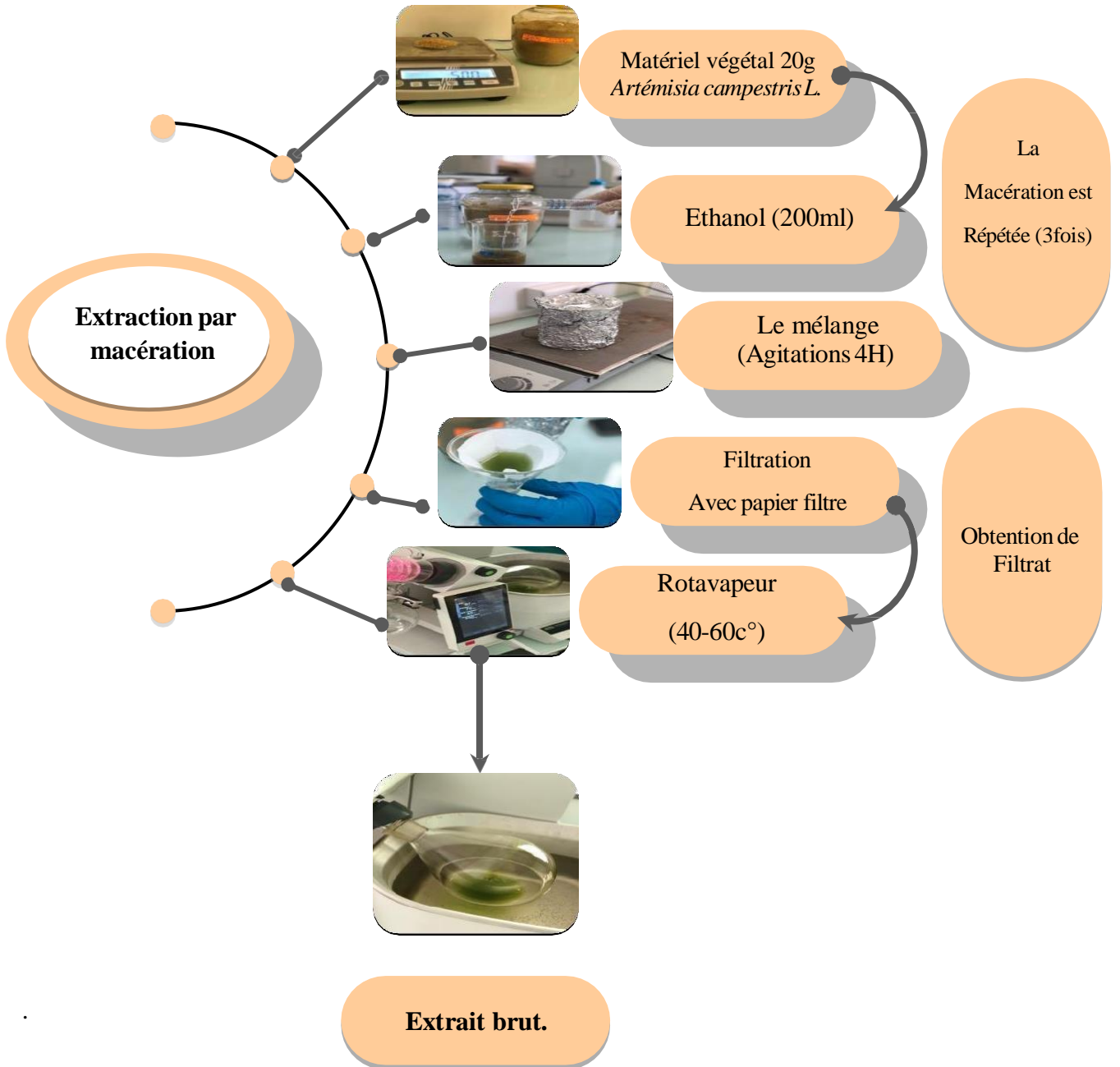


Figure 25 : Etapes de la macération éthanolique (photo personnelle).

- **Macération par l'éther de pétrole**

Pour la préparation de cet extrait on a mélangé 20g de la poudre des feuilles avec 200ml d'éther de pétrole. Le mélange a été agité pendant 24 heures à température ambiante, après filtration le solvant a été évaporé (**figure 26**).

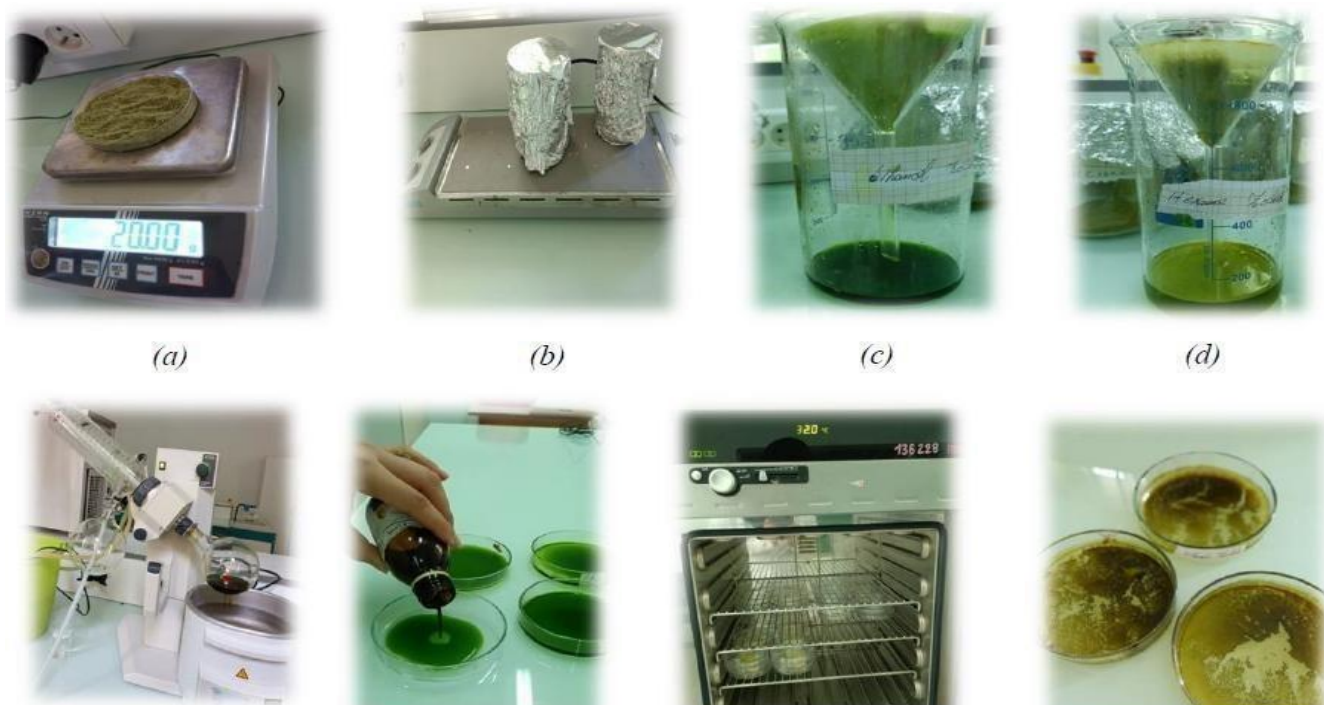


Figure 26: Illustration de pesée et de macération de plantes (a-b-c-d) et séchage des extraits.

Les extraits obtenus sont pesés et le rendement par rapport à la matière sèche a été calculé pour les deux extraits (Photo personnelle).

1.2.3. Détermination du Rendement d'extractions :

Le rendement d'extraction a été déterminé à partir du rapport de la masse de l'extrait sur la masse de poudre sèche utilisée. Il est calculé par la formule donnée par (**Falleh et al., 2008.**)

$$R\% = (Me/Mv) \times 100$$

R (%) : Rendement exprimé en %.

Me : Masse en gramme de l'extrait sec résultant.

Mv : Masse en gramme du matériel végétal à traiter.

1.3. Test phytochimique :

Le test phytochimique consiste à détecter les différentes classes de composés chimiques existants dans l'espèce (Partie aérienne), par des réactions qualitatives de caractérisation. Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques à chaque classe de composés.

- Les tests suivants pour la partie aérienne de la plante.

✚ Test des substances polyphénoliques

La caractérisation des polyphénols est basée sur une réaction au chlorure ferrique (FeCl_3). A 2 ml d'extrait une goutte de solution alcoolique de chlorure ferrique à 2% est ajoutée. L'apparition d'une coloration bleue noirâtre ou verte plus ou moins foncée fut le signe de la présence des polyphénols (Békro *et al.*, 2007).

✚ Test des alcaloïdes

✚ Le protocole de ce test est illustré dans le schéma (figure 27):

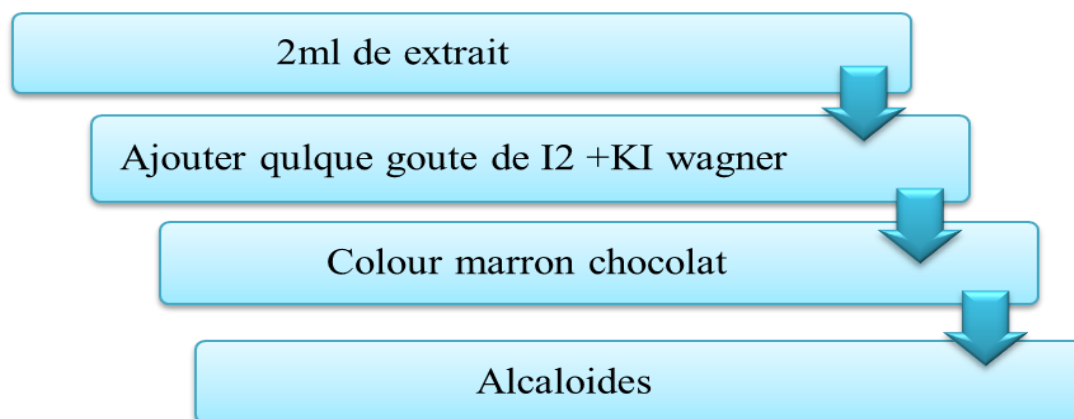


Figure 27 : Test de l'alcaloïde

✚ Test des coumarines

Le filtrat est placé dans un tube à essai et l'embouchure du tube est recouverte Papier filtre traité avec du NaOH (N1) puis soumis à un chauffage Pendant quelques minutes, le papier filtre est retiré et examiné sous rayons UV.

✚ Test des tanins

Le test consiste à macérer 5g de la poudre avec 40 ml d'alcool éthylique (50 %) pendant

quelques minutes, Après filtration et agitation quelques gouttes de $FeCl_3$ permettent de détecter la présence ou non de tanins. L'apparition d'une couleur verte prouve la présence des tanins (Kalla, 2012).

Test des glycosides

Pour détecter ces molécules, un mélange constitué de 1 ml d'extrait, 2 ml d'eau distillée et 20 gouttes de liqueur de Fehling est chauffé à $90^{\circ}C$ dans un bain marie, un test positif est révélé par la formation d'un précipité rouge brique (Trease et Evans, 1987).

Test des saponines

5 g de la poudre de plante a été macère avec 100 ml d'eau distillée pendant quelques minutes, Le filtrat obtenu était agité pendant 2min pour obtenir une mousse persistante table, puis laissé au repos durant 15 min. Leur présence est déterminée quantitativement par le calcul de l'indice de mousse. Si elle est supérieure à 1cm dans le tube, on a donc présence des Saponosides dans la plante (Kalla, 2012).

Test des flavonoïdes

5ml de chaque extrait sont traités avec quelques gouttes de HCl concentré. Ajouter une quantité de tournures de magnésium (Laisser agir). La présence des flavonoïdes est révélée par l'apparition d'une couleur rouge orange (Yves et al., 2007).

Test des anthraquinones :

Pour la détection des anthraquinones, 10 ml d'extrait est ajouté à 5ml de NH_4OH à (10%). Après agitation, l'apparition d'un anneau rouge indique la présence d'anthraquinones.

1.4. Analyse par Chromatographie sur Couche Mince (CCM) :

Test chromatographique sur les différents extraits sur couche mince, le principe de cette méthode se repose sur la séparation des différents constituants d'un extrait selon leur force de migration dans la phase mobile qui est en général un mélange de solvants, adapté au type de séparation recherché, et leur affinité vis-à-vis la phase stationnaire qui peut être un gel de polyamide ou de silice. Elle nous permet d'avoir les empreintes du contenu polyphénolique et /ou flavonique de l'extrait (Madi ,2009).

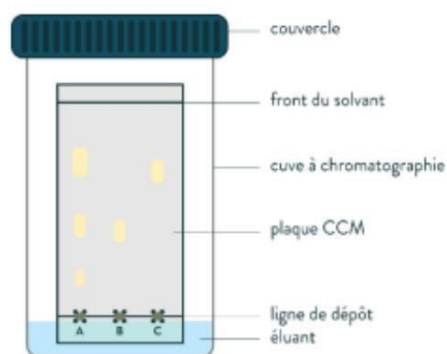


Figure 28 : Chromatographie sur couche mince.

Les différents extraits (C_2H_6O et C_6H_{14}) ont subi un test chromatographique sur couche mince de gel de silice déposée sur une feuille d'Aluminium, éluées par plusieurs systèmes (**tableau 03**) afin d'avoir une idée sur la richesse en produits de ces extraits et de sélectionner le meilleur système de séparation.

Tableau 3 : Les systèmes utilisés pour les extraits.

N° du système	Nom du système	Volume (ml)
01	Butanol/Ethyle d'Acétate/Eau	5 : 4 : 1
02	Acétone/Chloroforme/Méthanol	7 : 7 : ½
03	Héptane/Acétate	8 : 2

1.5. Evaluation de l'activité antibactérienne :

L'activité antimicrobienne des extraits a été évaluée sur cinq bactéries. Les souches bactériennes proviennent de laboratoire de la faculté SNV de l'université de M'sila. Ce test nécessite un travail dans des conditions d'asepsie rigoureuses afin d'éviter les problèmes de contamination. En outre, le matériel, les solutions et les milieux de cultures doivent être stérilisés par autoclavage.

1.5.1. Souches bactériennes testées

Cinq souches bactériennes de références ont été testé : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus Cereus*, *Pseudomonas aeurginosa* et *Salmonella typhinurium*, Ces souches bactériennes ont été obtenus

Les caractéristiques des souches sont citées dans le (tableau04).

Tableau 4:Caractéristiques des souches bactériennes utilisées.

Genre et espèce	Gram	Référence
<i>Staphylococcus aureus</i>	Positif	ATCC 25923
<i>Pseudomonas aeurginosa</i>	Négatif	ATCC 27823
<i>Escherichia coli</i>	Négatif	ATCC 25922
<i>Bacillus cereus</i>	Positif	ATCC 10987
<i>Salmonella typhinurium</i>	Négatif	ATCC 13311

L'activité antibactérienne des différents extraits du plante étudiée (*Artémisia campestris* L.) est évaluée par la méthode de diffusion sur disque en milieu gélosé, c'est l'équivalent d'antibiogramme ou méthode de l'aromatogramme (Belhattab et al., 2004). Cette technique repose sur l'apparition d'une zone d'inhibition dans le milieu de culture. Le test a porté surtout les extraits de plante préparés précédemment et s'est déroulé selon les étapes suivantes :

❖ Réactivation des souches bactériennes

Les souches bactériennes ont été réactivées dans un bouillon nutritif (GN) et incubées à 37°C pendant 24h.

❖ Préparation des disques

Les disques blancs sont préparés à partir de papier d'wattman n°3, avec un diamètre de 6 mm. Ensuite ils sont mis dans un tube à essai, et stérilisés à l'autoclave et conservés jusqu'à l'utilisation (figure29).

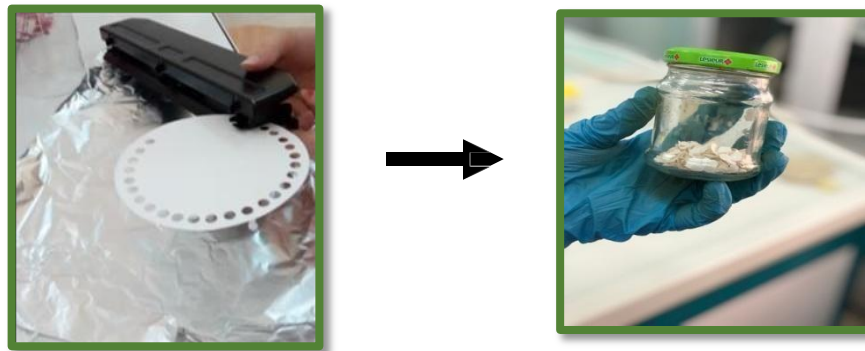


Figure 29: Préparation des disques (Photo personnelle).

❖ **Stérilisation du matériel**

L'eau distillée, le milieu de culture, les tubes à essai utilisés pour la préparation des solutions bactériennes et les disques en papier Wattman n°3 (6 mm de diamètre) enrobés du papier aluminium ont été stérilisés à l'autoclave à 121°C pendant 2h.

Le DMSO a été utilisé comme témoin négatif.

❖ **Préparation du milieu de culture**

On met la stérilisation et la surfusion de milieu de culture (Muller Hinton) à l'aide d'autoclave pendant 15 min à 121°C, puis on averse dans les boîtes de Pétri à 4 mm de hauteur et on laisse quelques minutes jusqu'à la solidification (**figure30**).

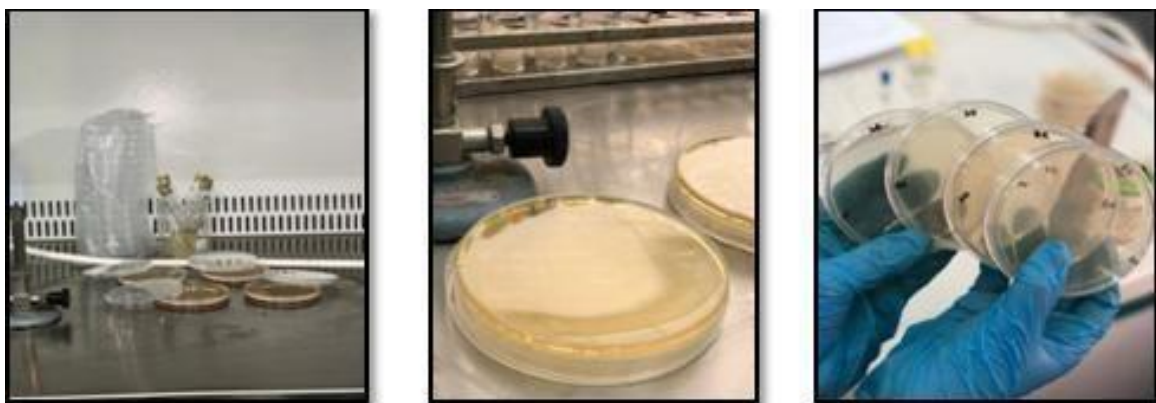


Figure 30 : Préparation du milieu de culture (Photo personnelle).

❖ **Préparation de l'inoculum bactérien**

- ✓ A partir d'une culture pure des bactéries à tester sur milieu d'isolement, racler par un écouvillon, quelques colonies bien isolées et parfaitement identiques.
- ✓ Décharger un écouvillon dans 9 ml d'eau physiologique stérile à 0.9 %, bien homogénéiser la suspension bactérienne.
- ✓ L'ensemencement doit se faire en moins en quelques minutes après la préparation de l'inoculum (**figure31**).

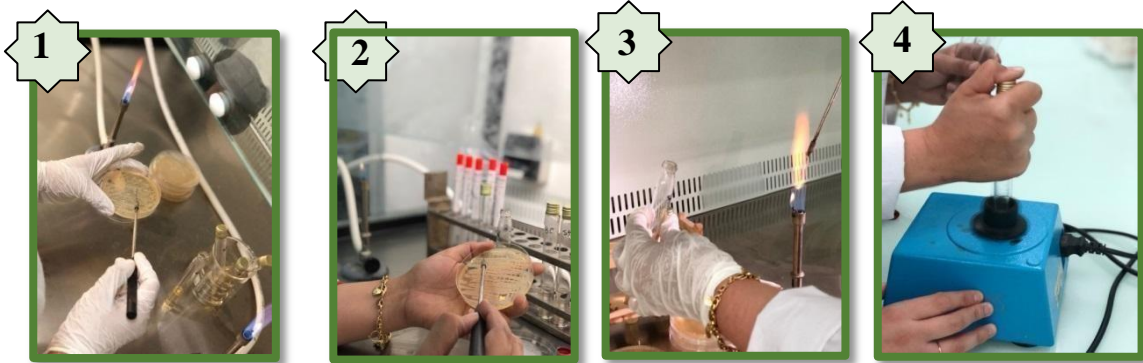


Figure 31 : Etapes de Préparation de l'inoculum bactérien (Photo personnelle).

❖ **Ensemencement des bactéries :**

- La culture se fait dans un milieu stérile en présence de bec benzène.
- Tremper un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne (Il est nécessaire d'éviter la contamination du manipulateur et de la paillasse).
- Frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée, sèche, de haut en bas.
- Répéter l'opération trois fois, en tournant la boîte de Pétrie de 60° à chaque fois, sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même. Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.
- Les disques sont disposés sur la surface du MH à l'aide d'une pince stérilisée au bec benzène (4 disques de l'extrait) pour chaque boîte de Pétri et 1 disque de témoin.
- A l'aide de la micropipette, prendre 10 µl de chaque extrait (ou ses dilutions) et mettre sur le disque qui convient (**figure32**).

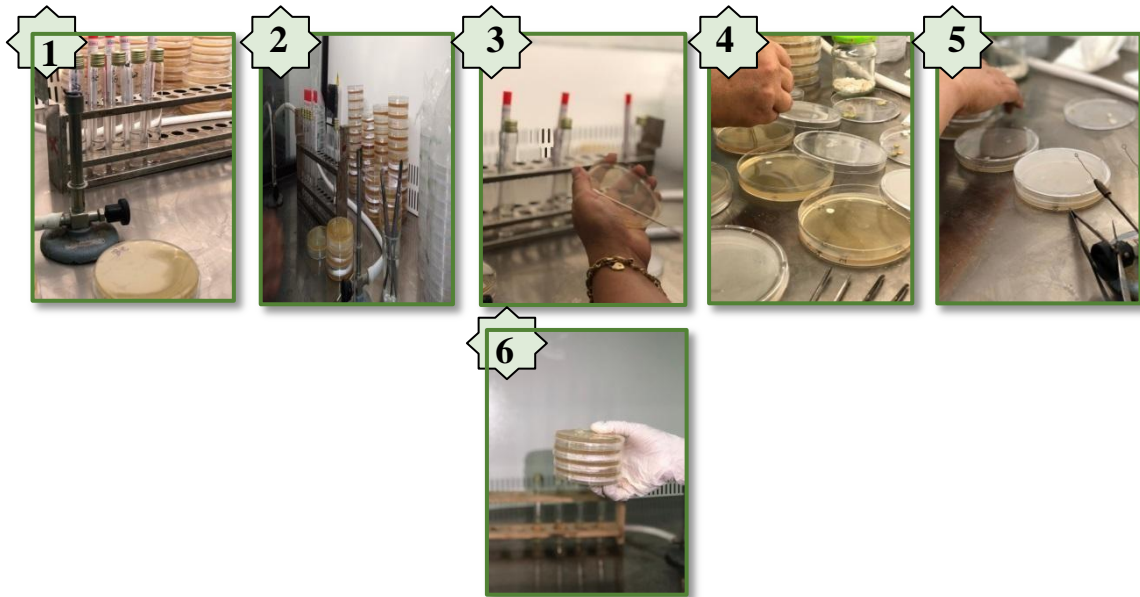



Figure 32 : Etapes d'ensemencement des bactéries et dépôt des disques (Photo personnelle).



Chapitre II : Résultats et Discussions

1. Rendement de macération :

Les résultats du rendement des extraits secs sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5 : Rendement de l'extraction des différents extraits.

Extrait	Couleur	Aspect	Poids de L'extrait (g)	Pourcentage de l'extrait (%)
Extrait Ethanolique	Vert	Gel	20	10
Extrait Ether de pétrole	Vert clair	Gel	20	7,6

Les résultats obtenus montrent que l'extrait éthanolique présente le rendement le plus important qui est 10 .00%. Alors que le plus minimum a été obtenu dans le cas de l'extrait éther de pétrole qui est de 07.60 %. Le rendement d'extraction des extraits végétaux peut varier en fonction de différents facteurs tels que l'espèce végétale, l'organe utilisé dans l'extraction, les conditions de séchage, la richesse de chaque espèce en métabolites et la nature du solvant utilisé dans l'extraction ou le fractionnement et de sa polarité (**Daoudi et al., 2015**).

Le changement des résultats d'un extrait à l'autre est principalement dû au solvant d'extraction utilisé, notamment les solvants polaires présentent de meilleur rendement d'extraction par rapport aux solvants moins polaire. La différence de polarité des solvants utilisés permet l'extraction d'une large gamme de métabolites secondaires (**Green ,2004**).

a. Test phytochimique

Les tests de screening phytochimique ont été réalisés sur l'extrait éthanolique préparé à partir de la partie aérienne d'*Artémisia campestris* L. Il s'agit d'une étude qualitative visant la recherche des principaux groupes chimiques, on a obtenu les groupes suivants (polyphénols, flavonoïdes, saponosides, Tanins, alcaloïdes, coumarines, quinones, glycosides).

Ces réactions sont basées sur des phénomènes de précipitation ou de coloration par des réactifs spécifiques. Les résultats de ce criblage révèlent la présence ou l'absence d'un groupe de métabolite secondaire.

Le screening phytochimique constitue une étape importante dans l'identification préliminaire des composés chimiques présents dans une plante. Cependant, il convient de noter que cette méthode ne permet pas de quantifier précisément les composés, mais plutôt de fournir une indication qualitative de leur présence.

Les résultats globaux du criblage chimique réalisés sur les extraits sont mentionnés dans le tableau ci-dessous

Les résultats obtenus sont évalués comme suit :

+++ : Présence forte.

++ : Présence Moyenne.

+ : présence faible.

- : présence nulle

Tableau 6: Résultats du criblage phytochimique d'extrait.

		Macération
Métabolites Secondaires	Réactions utilisées	Partie aérienne
Polyphénols	FeCl ₃ +ethanol	+ + +
Flavonoïdes	HCl concentré +Mg	+ + +
Tanins	FeCl ₃	+
Saponosides	Indice de mousse	+ + +
Alcaloïdes	Wagner	+ + +
Coumarines	NaOH+ chauffage	+ + +
Anthraquinons	NH ₄ OH	+ +
Glycosides	Liqueur de <i>Fehling</i>	+ +

Nos résultats de screening phytochimique sur les extraits éthanoliques de partie aérienne d'*Artémisia campestris* nous permettent de noter la richesse de ces deux organes végétaux en métabolites secondaires.

➤ **Polyphénols**

Un changement remarquable de coloration en vert plus ou moins foncé ou en bleu-noir à travers traduit la présence de polyphénols (**figure 33**).

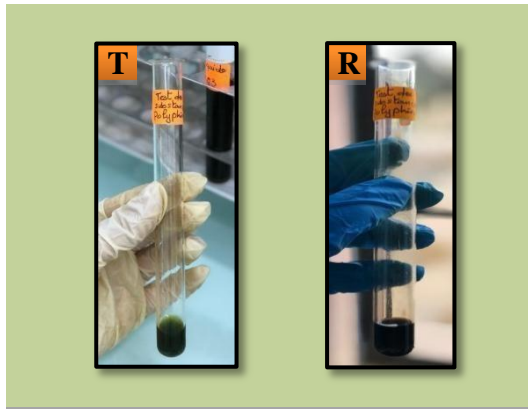


Figure 33: Résultats de test des Polyphénols :

(**R**): Résultat, (**T**) : Témoin (Photo personnelle).

➤ **Flavonoïdes**

L'apparition d'une coloration rouge et orange prouve la présence des flavonoïdes avec une réaction fortement positive (**figure 34**).

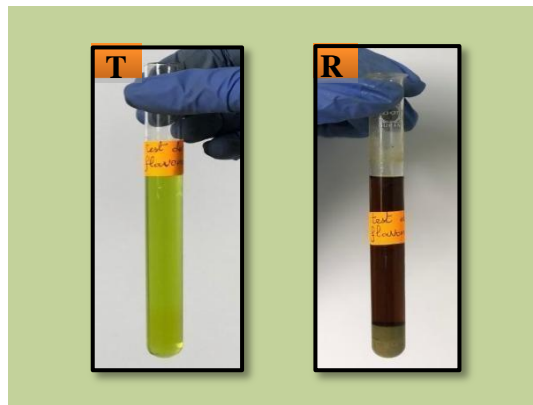


Figure 34 : Résultats de test des flavonoïdes :

(**R**) Résultat, (**T**) Témoin (Photo personnelle).

➤ **Tanins**

La présence de la couleur vert-noir et bleu-noir indique une présence des tanins (Figure 35).

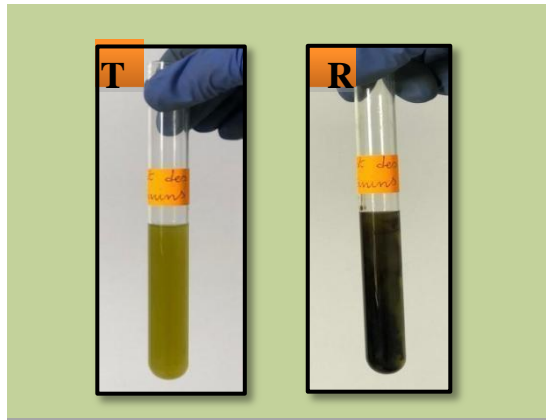


Figure 35 : Résultat du test des tanins :(R)Résultat, (T) Témoin

(Photo personnelle).

➤ **Saponines**

L'apparition d'une mousse persistante seulement dans les extraits décoctés (Partie aérienne) traduit la présence des saponines (figure 36).

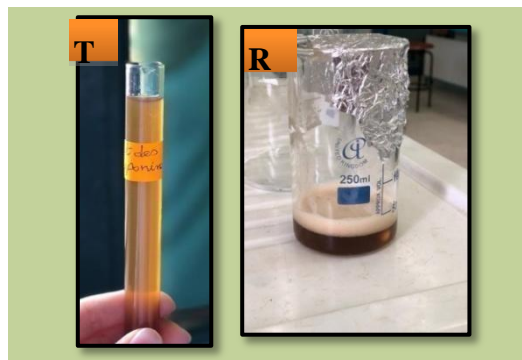


Figure 36 : Résultat du test des saponines (Photo personnelle).

➤ **Glycosides**

Pour le résultat du test des glycosides, l'apparition d'une précipitation rouge brique au fond de tube à essai de l'extrait prouve la présence des glycosides (figure 37).

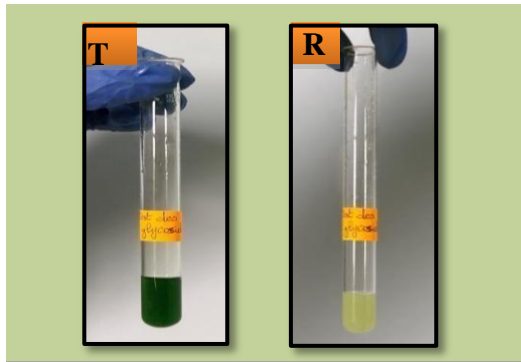


Figure 37 : Résultat du test des glycosides :
(R) Résultat, (T) Témoin (Photo personnelle).

➤ **Anthraquinones**

Les résultats de ce test, révèlent la formation d'un anneau rouge dans cet extrait, cela montre la présence des anthraquinones dans la plante *Artémisia campestris* L. (Figure38).

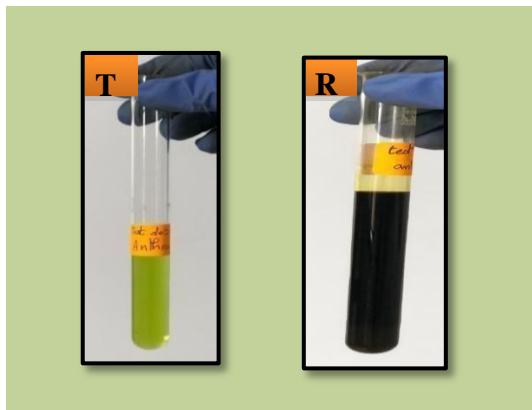


Figure 38 : Résultat du test des quinones :
(R) Résultat, (T) Témoin (Photo personnelle).

➤ **Alcaloïdes**

Un précipité brun-rouge très remarquable indique la présence des alcaloïdes (**figure39**).

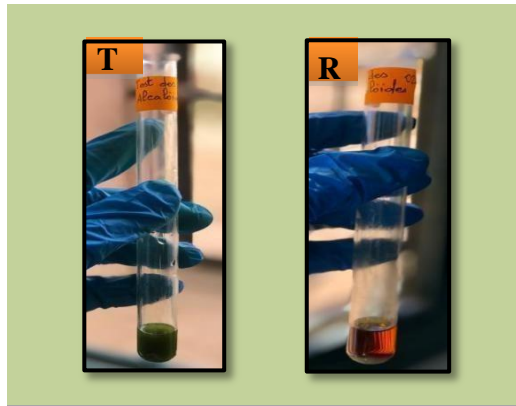


Figure 39 : Résultat du test des alcaloïdes :
(R) Résultat, (T) Témoin (Photo personnelle).

➤ **Coumarines**

A l'aide de chambre noire on observe une floraison jeune sur le morceau de papier filtre que traité par HCl, donc tel que prouvé à la présence de coumarine dans l'extrait brut de *Artémisia campestris* L. (**figure 40**).



Figure 40 : Résultat du test des coumarines :
(R) Résultat, (T) Témoin (Photo personnelle).

L'analyse de ces résultats expérimentaux nous conduit aux conclusions suivantes :

- ✓ La présence importante des flavonoïdes, saponosides et les composés polyphénoliques dans l'extrait éthanolique
- ✓ Une forte présence des caumarines dans l'extrait.
- ✓ Une faible présence des tanins, dans l'extrait éthanolique.

L'étude complète des résultats du screening de l'espèce étudiée met en évidence la présence des composés chimiques qui possèdent des activités biologiques intéressantes. Les flavonoïdes et les saponosides qui sont connus par leurs activités antioxydantes, anti-inflammatoires et antimicrobiennes (Babu et liu ,2009) (juang et liang ,2020).

b. Analyse quantitative d'extrait de la plante par CCM

Une chromatographie sur couche mince (CCM) a été réalisée sur les deux extraits de la plante *Artémisia campestris* L. Les composés d'extrait d'éther de pétrole apparaissent sous forme de taches rondes ou ovales dans les trois systèmes ci-dessus (figure 41- 42- 43).

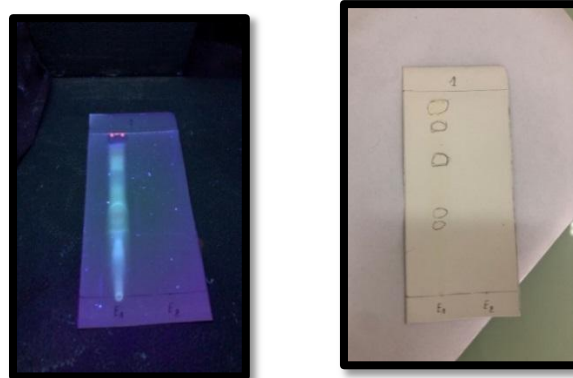


Figure 41 : Les résultats d'analyse par CCM (système 01)(Photo personnelle).

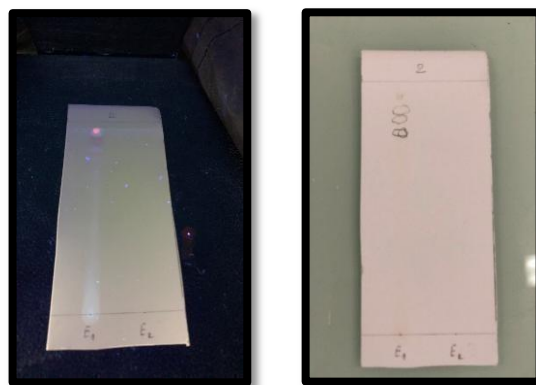


Figure 42 : Les résultats d'analyse par CCM (système 02)(Photo personnelle).

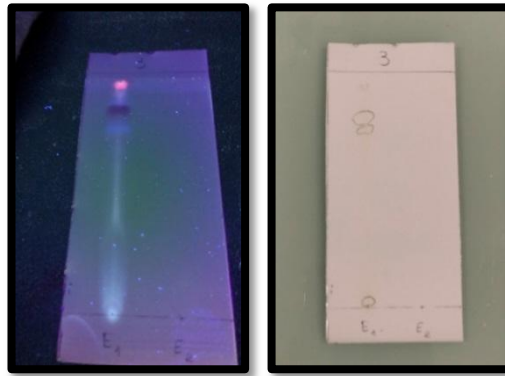


Figure 43 : Les résultats d'analyse par CCM (système 03)(Photo personnelle).

Ces résultats montrent l'existence de plusieurs taches de différents facteurs de rétention, ce qui nous a permis de révéler un polymorphisme chimique très important dans les extraits préparés de la plante sélectionnée.

- ✓ L'éluion des plaques par le Butanol/Ethyle d'Acétate/eau (5 :4 :1) à révéler la présence de cinq spots dans l'extrait d'éther de pétrole. La couleur rouge qui indique la présence de naphthoquinone. Les couleurs bleu, violet et jaune indiquent la présence d'indole, boldine et flavonoïdes respectivement.
- ✓ Le système éluant composé Acétone/Chloroforme/Méthanol (7 :7 :1/2) a révélé la présence des taches distinctes dans l'extrait d'éther de pétrole. La couleur bleue la plus fréquente observée dans l'extrait, indiquant la présence de flavonoïdes
- ✓ Le système Héptane/Acétate (8 : 2), présente des spots dans l'extrait d'éther de Pétrole la couleur fréquente est le rouge et la couleur bleu. Le système Héptane /Acétate (8 :2) présente une bonne migration les taches sont bien distinctes avec un facteur de rétention qui diffère d'une tache à l'autre, tout cela montre que l'extrait analysé manifeste une richesse en composés.

c. **Activité antibactérienne :**

Après incubation de 24 heures à 37°C dans l'étuve, Les résultats sont observés, en mesurant les diamètres d'inhibition par un pied à coulis (**Boudjouref, 2011**) (**figure 44**) La lecture se fait en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque disque à l'aide d'une règle (mm) qui détermine la sensibilité de la souche à l'extrait.

- **Nonsensible (-) pour <6mm**

- **Sensible (+) pour Ø ≥6mm**

-Très sensible (++) pour Ø 9-14

-Extrêmement sensible (+++) pour Ø 9-14

L'étude qualitative du pouvoir antibactérien des extraits de *Artémisia campestris* L. Est évaluée sur des souches bactériennes à l'aide de la méthode de diffusion en milieu gélosé Mueller-Hinton en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition. Le **tableau 7**, montre l'effet antibactérien avec les diamètres d'inhibition des extraits de la plante étudiée.

Tableau 7 : Activité antibactérienne des extraits de la plante étudiée

Extractions Bactérie	Extrait éthanolique	Extrait d'ether de pétrole
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	-
<i>salmonella typhinurium</i>	++	+
<i>Bacillus cerius</i>	++	-
<i>Escherichia coli</i>	-	-
<i>Pseudo aeuruginosa</i>	+	-

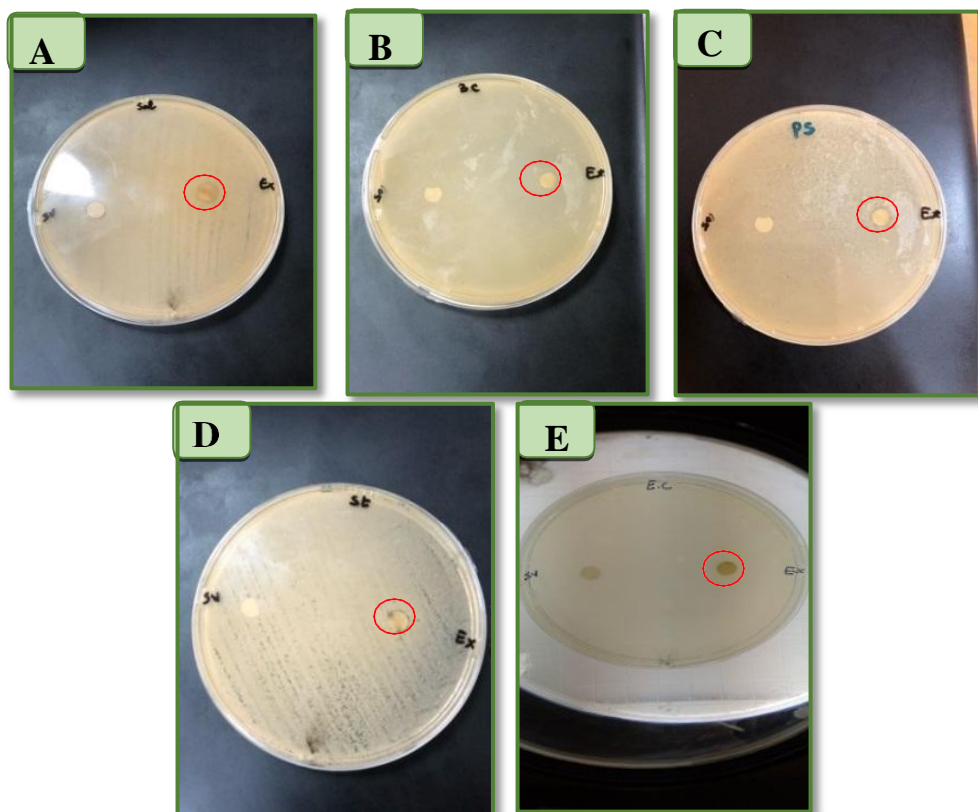


Figure 44 : Les zones d'inhibitions (éxtrait éthanolique) (Photo personnelle).

En vue des résultats, les extraits de la plante agissent différemment sur les souches testées. Un effet inhibiteur a été observé pour la bactérie *salmonella typhinurium* (zone d'inhibition de 9 mm, classée comme très sensible), *Pseudomonas aeurginosa* (zone d'inhibition selon le solvant utilisé, classée comme sensible pour l'éthanol et non sensible pour l'éther de pétrole), et **BC** (zone d'inhibition de 9 mm, classée comme très sensible). En revanche, aucun effet inhibiteur n'a été observé pour la bactérie *E. Coli* et *Staphylococcus aureus* (zones d'inhibition moins de 6mm, classées comme non sensibles). L'extrait d'éthanol a montré une zone d'inhibition plus importante contre *salmonella typhinurium* (9 mm-14 mm). En revanche, l'extrait d'éther de pétrole a présenté une zone d'inhibition non sensible (6 mm) contre *Pseudomonas aeurginosa* par rapport à l'extrait d'éthanol (8 mm), qui suggèrent que le solvant utilisé pour l'extraction peut influencer de manière significative l'activité biologique de l'extrait végétal.

Ces résultats indiquent que l'extrait possède une certaine activité antibactérienne contre certaines souches bactériennes. Des analyses complémentaires seraient nécessaires pour identifier les composés spécifiques de l'extrait responsables de l'effet inhibiteur et pour évaluer son efficacité contre un spectre bactérien plus large.

Conclusion générale et perspectives :

L'utilisation des plantes médicinales en phytothérapie a reçu un grand intérêt dans la recherche biomédicale ; une telle thérapie prévient l'apparition des effets secondaires observés lors de l'utilisation des médicaments de synthèse chimique. Les plantes médicinales représentent une source inépuisable de substances et composés naturels bioactifs qualifiés de métabolites secondaires.

Le présent travail est consacré à l'étude phytochimique et biologique (antibactérienne) d'une espèce végétale du genre *Artémisia campestris* appartenant à la famille Asteraceae connue par sa richesse en divers métabolites secondaires d'un grand intérêt biologique.

L'investigation phytochimiques a débuté par la macération acholique des parties aériennes, suivie de l'extraction par deux solvant à polarité croissante ont conduit à préparer deux extraits organiques à savoir éther de pétrole et éthanol.

Le screening phytochimique effectuée sur les extraits a montré la richesse de cette plante en métabolite secondaire notamment les polyphénols, flavonoïdes, saponosides, glycosides, tanins, coumarines, alcaloïdes.

L'activité antibactérienne des différents extraits a été évaluée par la méthode de diffusion en milieu gélose contre cinq souches microbiennes. Les résultats ont indiqué que l'extrait éthanolique possède une activité remarquable par rapport à l'extrait d'éther de pétrole qui n'ont aucun effet inhibiteur sur les souches bactériennes étudiées.

L'ensemble de ces résultats obtenus ne constitue qu'une première étape dans la recherche des substances et sources naturelles biologiquement actives. Des études complémentaires, précises et approfondies restent nécessaires pour pouvoir confirmer les résultats mis en évidence.

De nombreuses perspectives peuvent être envisagées, on cite juste quelques-unes :

Poursuivre l'étude phytochimique de l'espèce étudiée afin d'isoler les métabolites secondaires contenus dans les différents extraits et de déterminer leurs structures.

- Évaluer l'activité des produits isolés afin de confirmer ou d'infirmer l'activité biologique attribuée à cette plante.
- Évaluer ces extraits pour d'autres activités biologiques.

Références Bibliographiques

- Houmani Z., Skoula M. (2007). Comparaison des profils chimiques des huiles essentielles d'espèces d'*Artemisia* spontanées en Algérie Revue des régions arides, pp. 608- 611.
- David A., Hervé M. (1994). Flore de la suisse. Ed Du Griffon Neuchâtel. Suisse. 428p.
- Ozenda, Paul. (1985). Flore du Sahara.
- Quezel P. et Santa S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionale. Tome. II Ed. CNRS. Paris
- Caratini R. (1971). Bordas encyclopédie .Ed Bodas. Belgique .23 : 137-195.
- Noumi Z., OuledDhaou S., Derbel S., Chaieb M., (2010). *The status of Asteraceae in the arid and saharian flora of North African region: case of Tunisia*. Pak. J. Bot, 42, 1417- 1422.
- Fakchich J. et Elachouri M. (2014). *Ethnobotanical survey of medicinal plants used by people in Oriental Morocco to manage various ailments*. J. Ethnopharmacol., 154, 76-87.
- Rebbas K., (2014). Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la région de M'sila (Algérie). Phytothérapie 12, 284-291.
- Kawada. K., Suzuki K., Suganuma H., Smaoui A., Isoda H., (2012). *Plant biodiversity in the semi-arid zone of Tunisia* .J. Arid Land Stud., 22, 83-86.
- El-Mokasabi F.M., (2014). *Floristic composition and traditional uses of plant species at Wadi .Alkuf, Al-jabal Al-Akhder, Libya*. Am Eurasian J Agric. Environ. Sci., 14, 685- 697.
- Pirini Chrisoula B., Tsiripidis I., Bergmeier E., (2014). *Steppe-like grass l and vegetation in the hills around the lakes of Vegoritida and Petron, North-Central Greece*. Hacquetia, 13(1), 121-169.
- Salinas M.J., Guirado J., (2002). *Riparian plant restoration in summer-dry riverbeds of Southeastern Spain*. Restor. Ecol., 10, 695-702.
- Novák J., Konvička M., (2006). *Proximity of valuable habitats affects succession patterns in abandoned quarries*. Ecol. Eng., 26, 113-122.
- Minami M., Suzuki M., Hosokawa K., Kondo S., Oka K., Shibata T., (2010). Preliminary survey of taxonomical problems, pharmacognostical characteristics, chloroplast DNA polymorphisms of the folk medicinal herb *Artemisia campestris* from the Ryukyu Islands, Japan. J. Nat. Med., 64, 239-244.

- Emery S.M., Rudgers J.A., (2010). Ecological assessment of dune restoration in the Great Lakes region. *Restor. Ecol.*, 18, 184-194.
- Bell E. A. (1980): The physiological role(s) of secondary (natural) products.
- *In: The Biochemistry of plants. A comprehensive treatise. Vol 7. Secondary plant products.* Conn E.E. (Eds.), *Academic Press*, 1-20.
- Malamy J., Carr J. P., Klessig D. F., Raskin L., (1990) . Salicylic acid: a likely endogenous signal in the resistance response of tobacco to viral infection. *Science*, 250, 1002-1004.
- Hopkins, W., (2003). *Physiologie végétale*, 3^{ème} édition, Boeckmann, Université rue des Minimes 39-B-1000 Bruxelles, p : 138-139-267.
- Charik, S., & Kadri, Y., (2020). *Cribl Microbiologie et phytochimie et extraction des huiles essentielles de l'espèce lavandula officinalis* (Doctoral dissertation, université Mohammed boudiaf-m'sila).
- Chouhan, S., Sharma, K., & Guleria, S., (2017). Antimicrobial Activity of Some Essential Oils-Present Status and Future Perspectives. *Medicines (Basel, Switzerland)*, 4(3): 58.
- Mahizan, N. A., Yang, S. K., Moo, C. L., Song, A. A. L., Chong, C. M., Chong, C. W., &
- Hillier, S. G., & Lathe, R., (2019). Terpenes, hormones and life: isoprene rule revisited. *The Journal of endocrinology*, 242(2): 9– 22.
- [30]- Bruneton J. (1999). *Pharmacognosie, phytochimie des plantes médicinales*. Edition. Lavoisier, 3^{ème} Ed., Paris. P : 585
- Won Yun K., Maun A. (2007). Effects of the aqueous extract from *artemisia campestris* ssp. *Caudata* on mycorrhizal fungi colonization and growth of sand dune grasses, *Journal of Plant Biology*. 50, 358-361.
- Bruneton, J. 1993. *Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales*, 2^{ème} Ed. L
- Narayana, K. R., Reddy, M. S., Chaluvadi, M. R., Krishna, D. R. 2001. Bioflavonoids Classification, *pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential*. *Indian journal of ph*
- HURABIELLE, M., (1981). Flavonoids of *artemisia campestris* ssp. *Glutinosa*. *Planta Med*, 46(2) :124-125p.

- Bruneton, J. (1999). Pharmacognosie Phytochimie plantes médicinales. 3ème édition, Tec & Doc, Paris.
- GHESTERM, A., SEGUIN, E., PARIS, M., et ORECCHIONI, A.M., (2001). Le préparateur en pharmacie dossier 2ème Ed TEC&DOC. Paris, 275p. (cited in Djemai Zoueglache S, 2008).
- KHANBABE, K., REE, T.R., (2001). Tannins: Classification and Definition. Journal of Royal Society of Chemistry, Vol. (18): 641-649p
- Makkar, H.P.S. 2003. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. Small Ruminant Research. (49)
- Peronny, S. 2005. La perception gustative et la consommation des tannins chez le MAKI EthologI
- Ghazi, A. 2014. Essai de synthèse d'un conjugué acide gallique-inuline et étude in vitro de leurs activités anti-oxydante et prébiotique. Mémoire de magister.
- Sayah, H. 2013. Le pouvoir antioxydant des polyphénols de l'espèce pennisetum-glaucum (millet) du sud d'Algérie. Mémoire de master. Université de Tlemcen.
- Alilou, H. 2012. Etude phytochimique et antifongique de deux plantes du sud du Maroc : *Asterisusgraveleolens* sub sp. *Odorus* (Schousb.) Greutter et *Asteriscusimbri-catus* (Cav.) DC.. Thèse de doctorat. Université d'Agadir.
- Casley-Smith, J. R. R. G., Piller N. B. 1993. Treatment of Lymphedema of the Arms and Legs with 5, 6-Benzo-pyrone, New Engl. J. Med. 329. 1158-1163.
- Dean, F. M. 1952. Fortschr. Chem. Org. Naturst. 9 225.
- Späth, E. 1937. Ber. Dtsch. Chem. Ges. 70A. 83.
- Havsteen, B. H. 2002. The biochemistry and medical significance of the flavonoids. Pharmacol. Therapeut. p96, 67– 202.
- Delporte, G., Mascolo. N., Izzo. A. A. 1999. Life. Scien. 65(4), 337-53
- Stefanova, T., Nikolova, N., Michailova, A., Mitov, I., Zlabinger, g.I., Neychev, H. 2007. Enhanced resistance to *Salmonella entericserovartyphimurium* infection in mice after coumarin treatment. Microbes and infection. 9: 7-14.
- Cottiglia, F., Loy, G., Garau, D., Floris, C., Casu, M., Pompei, R., Bonsignore, L. 2001. Antimicrobial evaluation of coumarins and flavonoids from the stems of *Daphne. Gnidium* L. Phytomedicine. 8 : 302–305.

- Anderson, C. M., Hallberg, A., Hogberg, T. 1996. Advances in the development of Pharmaceutical antioxidant drug. Food Chemistry. 28: 65-180.
- Gerard, G. 2015. ALCALOÏDES. Document Word [en ligne]. Disponible sur <http://www.webpeda.ac-montpellier.fr/wspc/ABCDORGA/Famille2/ALCALOIDES.htm> [consulté en janvier 2015] [16]
- Heron J.F. 2010. Oncoprof [en ligne]. Disponible sur <http://www.oncoprof.net> [consulté : septembre 2014].
- Buchanan, Métabolites secondaires [en ligne]. Disponible sur [http://www.biologie.univ-mrs.fr/upload/p222/2Metabolite secondaire. PDF](http://www.biologie.univ-mrs.fr/upload/p222/2Metabolite%20secondaire.PDF) [consulté en Mars 2015]
- Francis, G., Kerem, Z., Makkar, H. P. S., Becker, K. 2002. The biological action of saponins in animal systems: a review. Br. J. Nutr. 88. 587-605
- Kren, V. 2001. Glycosides in Medicine: "The Role of Glycosidic Residue in Biological Activity". Current Medicinal Chemistry, 8. 1303-1328.
- Gauthier, C. 2008. Amélioration du comportement biopharmaceutique de triterpènes naturels anticancéreux par synthèse de saponines mono- et bides osidiques.
- RAVENP.H., EVERT R.F.AND EICHHORN S.E., 2000 - Biologie végétale. Ed.Boeck Supérieur, Etats Unis, 944 p.
- Raven, P.H., Evert R.F., Eichhorn S. (2003).Biologie végétale.6eme edition.Deboeck 32-37.
- DELILLE L., 2007 - Les plantes médicinales d'Algérie. Éd.BERTI, Alger,122 P
- ISERIN P., 2001. Encyclopédie des plantes médicinales .London, ypo gly Edith Ybert, Tatiana Delasalle-Feat. Vol01, 239p.
- ISERIN P., 2001 - Encyclopédie des plantes médicinales. Ed.Larousse-Bordas, Paris : 275 p.
- Bruneton, J. (1999).Pharmacognosie Phytochimie plantes médicinales. 3ème édition, Tec & Doc, Paris.
- BRUNETON, J., (1999).Les tannins. Ed. Edition médicales internationales. Pa- ris,369-404p.
- ZENK, MH., et JUENG, M., (2007).Evolution and current status of the phytochemistry of nitrogenous compounds.Phytochemistry, 68: 2757- 2772p.
- Badiaga, M. (2011).Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de Nauclea latifolia Smith, une plante médicinale africaine récoltée au Mali (Doctoral dissertation, Université Blaise Pascal-ClermontFerrand II).

- Cyril, T. (2001). étude des métabolismes primaires et secondaires de racines transformées de *Catharanthus Roseusen*, vue du développement d'un modèle cinétique.
- Paris R.R, Moysse H., 1965, Précis de matière médicale, Tome 1, Masson et Cie, Editeurs.
- Bruneton J., 1987, Eléments de phytochimie et de pharmacognosie, Technique & Documentation Lavoisier, Paris.
- Rauter A.P., Branco I., Tostao Z., Pais M.S., Gonzalez A.G et Bermejo J.B. (1989).
- Flavonoids from *Artemisia campestris* Subsp *Maritima*. *Phytochemistry*. 28 (8): 2173-2175
- Akrouit A., Chemli R.C., Chrief., and Hammami M. (2001). Analysis of the essential oil of *Artemisia campestris* L. *J. FlavourFragr*. 16: 337–339
- Akrouit A., Gonzalez L., Eljani H., Madrid P (2011)., Antioxidants and antitumor activities of *Artemisia campestris* and *Thymelaeahirusta* for southern Tunisia, food and chemical toxicology, vol 49, n°2, p-p342-347.
- Memmi A., Sanag G., Rejeibi I., El ayebe M., Srairi-Abid N., Bellasfer Z., Fekhih. A (2007), use of medicinal plants against scorpionic and ophidian venoms. *Arch.Inst.Pasteur.Tunis*. vol 84, p-p49-55.
- SANAGO R., 2006 _ Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle.
- DUTERTRE J.M., 2011 - Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste. Thèse doctorat d'état, Univ. Bordeaux 2-Victor Segalen U.F.R des sciences médicales, France, 33 p
- Gurib-Fakim A. (2006) Medicinal plants: Traditions of yesterday and drugs of tomorrow. *Molecular Aspects of Medicine*. 27: 1-93.
- DUTERTRE J.M., 2011 - Enquête prospective au sein de la population consultant dans les cabinets de médecine générale sur l'île de la Réunion : à propos des plantes médicinales, utilisation, effets, innocuité et lien avec le médecin généraliste.
- Thèse doctorat d'état, Univ. Bordeaux 2-Victor Segalen U.F.R des sciences médicales, France, 33 p
- Benkiki, N.(2006). Étude phytochimique des plantes médicinales algériennes: *Rutamontana*, *Matricaria pubescens* et *Hypericum perforatum*. Thèse de doctorat en chimie, Université de Batna

- Bremer K. (1994). Asteraceae, Cladistics and Classification. (Timber Press), pp. 752, Portland, Oregon
- Quézel P. Santa S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, édition CNRS, Tome II, Paris, 1170 p
- Kilani S, Ammar R. B, Bouhlef I, Abdelwahed A, Hayder N, Mahmoud A, ChekirGhedira, L. 2005. Investigation of extracts from (Tunisian) *Cyperus rotundus* as antimutagens and radical scavengers. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 20(3), 478-484
- Boukset G J. 2016. Van de Venter M. In vitro modulation of the innate immune response and phagocytosis by three hypoxispp. and their phytosterols, -South Afr. J. Bot., vol. 102, 120-126
- Quézel, et Santa. « Nouvelle flore de l'Algérie, et des régions désertiques méridionales ». Tome II, Edition du centre national de la recherche scientifique. Paris. 1963.
- JUDD., CAMPBELL., KELLOGG., STEVENS. « Botanique systématique – une perspective phylogénétique ». Edition De Boeck-université. Janvier 2002.
- . Anonyme. « *Artemisia* plante, un article de Wikipedia.org » [http://fr.wikipedia.org/wiki/Artemisia\(plante\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Artemisia(plante)).
- . Baykanerel S., Reznicek G., Şenol S-G., Karabay, Yavaşoğlu N-U., Konyalıoğlu S., Zeybek A-U. (2011). “Antimicrobial and antioxidant properties of *Artemisia* L. species from western Anatolia”, *Turk. J. Biol*, n° 35 : 1-10.
- . QUÉZEL, Pierre et SANTA, Sébastien. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 1963
- Kundan S., and Anupam S. (2010). The Genus *Artemisia*: A Comprehensive Review. *J. Pharm. Biol.* pp:1-9.
- Baykanerel S., Reznicek G., Şenol S-G., Karabay, Yavaşoğlu N-U., Konyalıoğlu S., Zeybek A-U. (2011). “Antimicrobial and antioxidant properties of *Artemisia* L. species from western Anatolia”, *Turk. J. Biol*, n° 35 : 1-10
- El bahri L., Chemli R. (1997). “*Artemisia campestris* L : a poisonous plant of North Africa , *Vet. Hum. Toxicol*, V. 39 n° 5.
- Boudjourf M. (2011). Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits d'*Artemisia campestris* L. *Men. Mag. Bio., Université de Sétif*. P : 99.

- Berrouane N. (2014). Étude de l'effet protecteur de l'extrait d'Artemisiacampestris sur le stress oxydant induit chez le rat par le tétrachlorure de carbone (ccl4), magister en sciences agronomiques, alimentation et nutrition, Ecole nationale supérieur Agronomique ElHarachAlger. P : 148.
- Verpoorte,R., Alfermann, A.W.(2000). Metabolic engineering of plant secondary metabolism. Edition El KhtwerAcademicPublishers, London, pp : 1-29 ; 128-129.
- KhiatiM., (1998). Guide des maladies infectieuses et parasitaires. OPU, Alger.
- Djemoui D., (2012). Contribution à l'étude de l'activité antioxydante et antibactérienne de quelques coumarines synthétisées. Mémoire master academique. Université kasdimerbah
- Labiod, R., (2016). Valorisation des huiles essentielles et des extraits de Saturejacalamantha nepeta : activité antibactérienne, activité antioxydante et activité fongicide. Thèse de doctorat en biochimie appliquée,Université* Annaba,P :26-28-29-31.
- Steven. P., Rachel. C., Martha. E., Paul. H., Jane. S., and Peter W.J., (2004). Microbiology of Waterborne Diseases. Ed Elsevier Academic Press, Strasbourg, p71-132.
- Patrick B., Jean L., et Michel S., (1988). Bactériologie : Les bactéries des infections humaines. 1er Ed Médecine –Sciences Flammarion. Paris. pp: 100-108-274.
- Haxhe J. J. et M. Zumofen., (1999). "Notions d'hygiène hospitalière", Faculté de Médecine,Université Catholique de Louvain
- Percival SL., (2004). Microbiology of waterborne diseases. Ed. Elsevier Academic Press, Amsterdam; Boston. p 480.
- Larpent J.P., (1997). Microbiologie Alimentaire, Techniques de laboratoire. Tec & Doc, Lavoisier, pp 1074
- Euzeby J.P., (2008). Dictionnaire de bactériologie vétérinaire. <http://www.bacdico.net>.
- Peiffer B., (2000). Intoxications causées par bacilluscereus. File <http://www.bacillus cereus.htm>.
- Harkati B. (2011). Valorisation Et Identification Structurale Des Principes Actifs De La Plante De La Famille Asteraceae : ScorzoneraUndulata. Thèse de doctorat : Université Mentouri. Constantine.
- Rahman A., Islam, A.et Rahman., M (2011). The Family Qsteracea of Rajshali Division, Bangladesh,VDMVerlag Dr. Muller Publishing House Ltd. Germany, 1-176.

- Quezel P et Santa S. (1963). Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris France : CNRS.
- Bremer K., Gordon P et Dewolf, J. (1994). *Asteraceae cladistics and classification*. Portland, 97 (890), p:176-178.
- Funk V., Susanna A., Stuessy, T et Robinson H. (2009). Classification of Compositae. In V. A. Funk, A. Susanna, T. F. Stuessy, et R. J. Bayer, *Systematics, Evolution, and Biogeography of Compositae. International Association for Plant Taxonomy*. Vienna, p: 171–189.
- Guignard J. (1994). Abrégé botanique, 9^{ème} édition:203-204
- Alessandra M.B. (2008.). Grande Guide Des Huiles Essentielles Santé Beauté Bien-Être. Hachette pratique. France. 205.-10-23p .
- QUÉZEL, Pierre et SANTA, Sébastien. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 1963.
- Quezel, et Santa. « Nouvelle flore de l'Algérie, et des régions désertique méridionales ». Tome II, Edition du centre national de la recherche scientifique. Paris. 1963.
- JUDD., CAMPBELL., KELLOGG., STEVENS. « Botanique systématique – une perspective phylogénétique ». Edition De Boeck-université. Janvier 2002.
- Anonyme. « Artemisia plante, un article de [Wikipedia.org](http://fr.wikipedia.org/wiki/Artemisia) » [http://Fr. wikipedia.org/wiki/Artemisia](http://fr.wikipedia.org/wiki/Artemisia) (plante).
- Baykanerel S., Reznicek G., Şenol S-G., Karabay, yavaşoğul N-U., Konyalioğlu S., Zeybek A-U. (2011). “*Antimicrobial and antioxidant properties of Artemisia L. species from western Anatolia*”, Turk. J.Biol, n° 35 : 1-10.
- KundanS., and Anupam S. (2010). The Genus Artemisia: A Comprehensive Review. J.Pharm. Biol.pp:1-9.
- Madi A. (2009). Caractérisation et comparaison du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales (thym et sauge) et la mise en évidence de leurs activités biologiques", Mémoire magister, Université Mentouri Constantine.
- Barkley, T., Brouillet, L et Strother J. (2006). Flora of North America Asteraceae. Vol. (19), p :3-69.
- Ozenda P. (1991). Flore et végétation du Sahara. 3^{ème} édition, CNRS, Paris, p : 626.
- ESCOP. (2003). ESCOP Monographs: the scientific foundation for herbal medicinal products. 2^{ème} édition, Thieme, Exeter and London UK.
- Grieve M. (1979). A Modern Herbal. Dover Publications, Inc, a New York.

- Polosky Z. (2015). *21st Century Homestead: Biological Pest Control*. 1st Edition, Lulu. P :176.
- Serier J. (1979). Le guayule *Parthenium argentatum* : son intérêt économique, sa culture, l'extraction et les propriétés de son caoutchouc. *Revue Générale du Caoutchouc et des Plastiques*, 56 (591) p :75-85.
- Gaussen H et Leroy F. (1982). *Précis de botanique (Végétaux supérieurs)*. 2^{ème} édition .424-426p.
- Daoudi A., Sabiri M., Bammou M., Zair T., Ibjibjen J et Nassiri L. (2015). Valorisation des extraits de trois espèces du genre *Urtica* : *Urtica urens* L., *Urtica membranacea* Poiret et *Urtica pilulifera* L. *Journal of Applied Biosciences*, 87(1), p : 8094.
- Green R. (2004). *Antioxidant Activity of Peanut Plant Tissues* [Thèse de doctorat]. Northcarolina.
- Babu P. V. A., Liu D. (2009). Complementary and Alternative Therapies and the Aging Population dans: Watson R.R. *Flavonoids and Cardiovascular Health*, p : 371-392. Academic Press.
- Juang Y.P et Liang P.H. (2020). *Biological and Pharmacological Effects of Synthetic Saponins*. *Molecules*, 25(21), p: 4974.

Annexes

Annexe 01 : Matériel de laboratoire

Tableau 1 : le matériel de laboratoire

Verreries et matériel en plastique	Solvants
<ul style="list-style-type: none"> - Pipettes - Micro pipette (1000 µl, 200 µl) - Tubes à essai - Flacons (250 ml) - Erlenmeyer - Béchers - Spatule - Para film - Tube en plastiques citratés - Eprouvette graduées -Papier filtre. - Burette graduée - Cuve en verre - Tubes à essais - Embouts - Fioles - Tubes secs à bouchons - Flacons en verre ambré - Papier film - Porte tube à essai - Papier d'aluminium - Entonnoir en verre 	<ul style="list-style-type: none"> -Ethanol - L'eau distillée - Acide chlorhydrique (HCl) - Hydroxyde de sodium (NaOH) - chloroforme - Chlorure de fer (FeCl₃) - Carbonate de sodium (Na₂CO₃) - Réactif de Dragendorff -Réactif de Burchard - Réactif de FCR (Folin- Cio- calteau) - Carbonate de Sodium - Quercétine - Potassium acétate - Le chlorure d'aluminium -Limailles de Magnésium - Réactif de fehling

