



Réf :

MEMOIRE DE FIN D'ÉTUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

Présenté par :

Hamlaoui kheloud & Sid manel

Thème

Étude comparative entre la plante médicinale *Bonium mauritanicum* L récoltée à Sor el Ghozlane de la wilaya de Bouira par rapport à la plante commercialisée de même espèce

Soutenu le :

Devant le jury composé de :

Nom et prénom

Grade

REKAB DJABRI Hamza

MCA

Univ. de Bouira

Président

KARBACHE Fatima

MCB

Univ. de Bouira

Promotrice

Moussa Hamza

Docteur

Univ. de Bouira

Co-promoteur

SALHI Ammar

MCA

Univ. de Blida

Examineur

Années universitaires 2023/2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Avant toute chose, nous remercions Dieu, le tout puissant, pour nous avoir donné la force, le courage et la patience pour réaliser ce modeste travail.

Nous tenons à adresser notre sincère remerciement à notre directrice de mémoire Mme KARBACHE F. qui nous a guidé dans notre travail.

Merci pour nous avoir accordé votre temps, Merci d'avoir été patiente Avec nous, Merci d'avoir mis votre expérience à notre profit.

Nous exprimons nos profondes reconnaissances à Monsieur REKAB DJABRI H. qui nous fait l'honneur de présider ce jury.

Nous tenons à présenter notre sincère et vif remerciement à Monsieur SALHI AUMAR. pour avoir accepté d'examiner ce travail et honorer le jury.

Nos remerciements vont à Monsieur MOUSSA H. pour le temps qu'il a consacré à nous apporter les outils méthodologiques indispensables à la conduite des analyses

Nous remercions chaleureusement tous les ingénieurs des laboratoires pour leur précieuse aide.

Nous remercions toutes les personnes qui nous ont soutenues de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, particulièrement nos collègues de promotion de Master Biochimie appliquée 2019.

Dédicaces

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut, tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, le respect, la reconnaissance, aussi tous simplement que je dédie ce travail :

À mes chères familles :

*À la meilleure femme au monde, la lumière de mes yeux, ma couronne, maman **Malika**, pour son sacrifice et soutien qui me donne confiance, courage et sécurité, tout le vocabulaire français ne me suffira jamais pour te décrire avec juteuse ni pour te présenter mes remerciements, je ne vous remercierai jamais assez. Pour toi je prie dieu de te garder en bonne santé.*

*À mon père **Mohamed**, tu me donne la foi tu me fais toujours aidé .je te remercie pour ton soutien dans mes choix et ton attention sans faille, ainsi que ton encouragement et l'Amour inconditionnel qui m'accompagnent depuis toujours.*

*À mes cher frères **Sid Ali** et **Rida** pour être toujours mes cotes surtout dans les temps les plus dures.*

*À mes chère sœurs **Sara** et **Hadjira** pour être toujours mes cotes surtout dans les temps les plus dures.*

Dédicaces

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut, tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, le respect, la reconnaissance, aussi tous simplement que je dédie ce travail :

À mes chères familles :

*À la meilleure femme au monde, la lumière de mes yeux, ma couronne, maman **Faïza**, pour son sacrifice et soutien qui me donne confiance, courage et sécurité, tout le vocabulaire français ne me suffira jamais pour te décrire avec juteuse ni pour te présenter mes remerciements, je ne vous remercierai jamais assez. Pour toi je prie dieu de te garder en bonne santé.*

*À mon père **Ammar**, tu me donne la foi tu m'as toujours aidé .je te remercie pour ton soutien dans mes choix et ton attention sans faille, ainsi que ton encouragement et l'Amour inconditionnel qui m'accompagnent depuis toujours*

*À mon très cher époux **Akram**, tes sacrifices, ton soutien moral et matériel me ont permis de réussir mes études, je t'exprime tout mon amour et toute ma gratitude pour m'avoir encouragé, et pour tous instants inoubliables.*

*À mes cher(e) frères **Yasmine** et **Mahdi** pour être toujours mes cotes surtout dans les temps les plus dures.*

Remerciement	
Dédicaces	
Liste des Abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
Introduction.....	1

Partie 1 : Synthèse bibliographique

Chapitre I : généralité sur *Bunium incrassatum*

I.1. Les plantes médicinales	3
I.1.1. Généralité.....	3
I.1.2. Définition des plantes médicinales.....	3
I.1.3. Utilisation.....	3
I.2. La famille des Apiaceae.	4
I.2.1. Généralité.....	4
I.2.2. Définition de la famille des Apiaceae.....	4
I.2.3. Classification de la famille des Apiacées.....	5
I.2.4. Utilisation.....	6
I.3.1. Le genre <i>Bunium L.</i>	6
I.3.2. Généralité sur <i>Bunium mauritanicum L.</i>	7
I.3.3. Définition sur <i>Bunium mauritanicum L.</i>	7
I.3.4. Nomenclature et appellation.....	8
I.3.5. Classification scientifique de <i>Bunium mauritanicum L.</i>	8
I.3.6. Répartition géographique de <i>Bunium mauritanicum L.</i>	9
I.3.7. Composition chimique et valeur nutritionnelle.....	9
I.3.8. Description de l'espèce <i>Bunium mauritanicum L.</i>	9
I.3.9. Utilisation thérapeutiques de <i>Bunium mauritanicum L.</i>	10

Chapitre II : Métabolisme secondaire

II.1. Généralités sur les métabolites secondaires.....	11
II.2. Métabolites secondaires.....	11
II.2.1. Les composés phénoliques des plantes.....	12
II.2.1.1. Les acides phénoliques.....	13
II.2.1.1.1. L'acide phénolique.....	13
II.2.1.1.2. Les Tanins.....	14
II.2.1.1.3. Les flavonoïdes	15
II.2.1.1.4. Les Coumarines.....	16
II.2.1.1.5. Les stilbènes.....	17

II.2.1.1.6. Lignine.....	17
II.2.1.2. Les terpènes.....	17
II.2.1.3. Les alcaloïdes.....	18

Chapitre III : Les activités biologique :

III.1. Activité anti-oxydante	20
III.2 Activité antibactérienne.....	21
III.2.1 Description des bactéries étudiée.....	23
III.2.1.1 Escherichia coli.....	23
III.2.1.2 Staphylococcus aureus.....	23
III.2.1.3 Pseudomonas aeruginosa.....	23
III.2.1.4 Candida albicans.....	23
III.2.1.5 Enterococcus faecalis.....	24
III.2.1.6 Salmonella.....	24
III.2.2.7 Vibrio.....	24
III.2.1.8 Klebsiella oxytocaïls.....	24

Partie 2 : Expérimentales

Chapitre I : Matériels et méthodes

I. Matériel et méthodes.....	26
I.1. Matériels.....	26
I.1.1. Matériel végétal.....	27
I.2. Méthodes de travail.....	27
I.2.1. Préparation des extraits végétaux.....	27
I.2.2. Matériel de laboratoire utilisé.....	28
I.2.2.1. Instruments et appareillage.....	28
I.2.2.2. Milieux de culture.....	29
I.2.2.3. Solutions et produits.....	29
I.3. Méthodes.....	31
I.3.1. Préparation des extraits.....	31
I.3.1.1.1. extraction par macération.....	31
I.3.1.1. Préparation des extraits aqueux.....	31
I.3.1.1.1. Préparation des différents extraits de <i>Bonium mauritanicum.L</i>	31

I.3.1.1.1.2.Extraction par ultrason.....	31
I.3.2 Dosage des compose phénoliques.....	31
I.3.2.1 Dosage des concentrations polyphénols totaux.....	32
I.3.2.2 dosage des flavonoïdes.....	32
I.4. Évaluation de pouvoir antioxydant des extraits bruts.....	33
I.4.1 Activité scavening du radical ABTS.....	33
I.6. Activité antimicrobienne	35
I.6.1. Activité antibactérienne	35
I.6.1.1.Test de l'activité antibactérien des extraits	35

Chapitre II : Résultats et discussion

II.1. Teneurs en composés phénoliques.....	37
II.1.1. Teneurs en polyphénols totaux	37
II.1.2. Tenures en Flavonoïdes	39
II.2. Pouvoirs antioxydants des extraits.....	40
II.2.1. Activité de piégeage du radical ABTS'+	40
II.2.2.l'activité antioxydant totale.....	41
II.2.3.l'activité antibactérienne.....	42
II.2.3.1.Le test de l'activité antibactérienne nous donne les résultats suivants.....	42
Conclusion	47
Références bibliographiques	
Annexe	

Liste des Abréviations

ROS: Reactive oxygen species.

SOD: Superoxide dismutase.

ADN: Acids desoxyribonuclease.

CT: Cholérique toxine.

UV : Ultraviolet.

ABTS : Acide 2,2'-azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique).

AAT : Activité antioxydant totale.

PCM : Plante commercialisée macération.

PCU : Plante commercialisée ultrason.

PNM : Plante naturelle macération.

PNU : Plante naturelle ultrason.

EAU : Extraction assisté par ultrason.

IC₅₀ : Concentration inhibitrice médiane qui inhibe 50% des radicaux libre

Liste des figures

Figure 1 : Plante de la famille des Apiaceae.....	4
Figure 2 : Localisation géographique des Apiaceae à travers le globe	5
Figure 3 : Photographies de <i>Bunium</i> spp. Illustrant les fleurs, les feuilles et les tiges	6
Figure 4 : La tuberculose de <i>Bunium mauritanicum</i> l	7
Figure 5 : La Plante <i>Bunium mauritanicum</i> l.....	8
Figure 6 : Les composés phénoliques (groupe phénol) ont une structure chimique.....	12
Figure 7 : Structure de certains composés phénoliques dans les plantes.....	13
Figure 8 : Quelques phénols et acides phénoliques	14
Figure 9 : la structure de base du tanin.....	14
Figure 10 : Squelette de base des flavonoïdes avec la numération classique.....	15
Figure 11 : Les Classes principales des flavonoïdes	15
Figure 12 : Le Métabolisme du flavonoïde dans le corps humain.....	16
Figure 13 : Structure de phényl-1 propane (liaison 8-8 ')	17
Figure 14 : Structure chimique des Terpènes : α -pinène (a), β -pinène (b) et dipentène (c).....	17
Figure 15 : Structure chimique de quelques alcaloïdes.....	18
Figure 16 : Les fruits de <i>Bunium mauritanicum</i> L.....	18
Figure 17 : Schéma explicative de chemin de travail suivie dans notre étude.....	30
Figure 18 : Schéma explicative du principe de l'activité antioxydant par piégeage de radical libre ABTS*.....	34
Figure 19 : protocole du test de l'activité antibactérienne des extraits.....	35
Figure 20 : les polyphénols totaux des extraits obtenus par ultrasons et macérations (Plante commercialisé et naturelle), Les niveaux non reliés par la même lettre sont significativement différents	36
Figure 21 : les flavonoïdes totaux des extraits obtenus par ultrasons et macérations (Plante commercialisé et naturelle), Les niveaux non reliés par la même lettre sont significativement différents	37
Figure 22 : Activité antioxydant des extraits obtenus par ultrasons et macérations (Plante commercialisé et naturelle).....	39
Figure 23 : Activité antioxydant totale des extraits obtenus par ultrasons et macération (Plante commercialisé et naturelle).....	41
Figure 24 : absence de l'activité antibactérienne des extraits (<i>Staphylococcus aureus</i>).....	42
Figure 25 : absence de l'activité antibactérienne de l'extrait (<i>Klebsiella oxytoca</i>)	43
Figure 26 : absence de l'activité antibactérienne de l'extrait (<i>Pseudomonas aeruginosa</i>)	44.

Figure 27 : absence de l'activité antibactérienne de l'extrait (<i>E. coli</i>).....	44
Figure 28 : activité antibactérienne (diminution de la charge bactérienne) sur la souche <i>E. coli</i> , l'extrait des plantes PCM et PCU.....	44

Liste des tableaux

Tableau 1 : Quelques genres d'Apiaceae en Algérie	5
Tableau 2 : Classification botanique de <i>Bunium mauratinicum</i> l	8
Tableau 3 : La composition chimique de <i>Bunium mauratinicum</i> l.....	9

RESUME

Les plantes médicinales constituent des sources essentielles de nouvelles substances actives qui peuvent être utilisées en lieu et place des médicaments. Dans cette étude, deux axes clés ont été examinés. Le premier consiste à comparer différentes méthodes d'extraction (macération et ultrason) pour sélectionner la meilleure, avec un rendement et des activités biologiques optimaux. Les résultats indiquent qu'il n'y a aucune différence significative entre ces techniques. L'utilisation de l'ultrason est une technique alternative simple, rapide et efficace pour évaluer les activités biologiques. Deux types de plantes (plante naturelle et plante commercialisée) sont comparés en termes de composition phytochimique. L'évaluation des activités antioxydants (par le test ; ABTS) sur les extraits des fruits des plantes de *Bunium mauratinicom L* est la troisième étape. Les résultats ont confirmé l'activité élevée de la plante naturelle de *B. mauratinicom L* par rapport à la plante commercialisée. Par ailleurs, les activités antibactériennes ont donné des résultats négatifs.

Mots clés : Activité antioxydant, activité antibactérienne, *Bunium mauratinicom L*, plante naturel, plante commercialisé.

ABSTRACT

Medicinal plants are essential sources of new active substances that can be used instead of medicines. In this study, two key axes were examined. The first is to compare different extraction methods (macération and ultrasound) to select the best, with optimal biological yields and activities. The results indicate that there is no significant difference between these techniques. Using ultrasound is a simple, fast and effective alternative technique to evaluate biological activities. Two types of plants (natural plant and marketed plant) are compared in terms of phytochemical composition. Evaluation of antioxidant activity (by test; ABTS) on fruit extracts from plants of *Bunium mauratinicom L* is the third step. The results confirmed the high activity of the natural plant of *B. mauratinicom L* compared to the marketed plant. Furthermore, antibacterial activities have produced negative results.

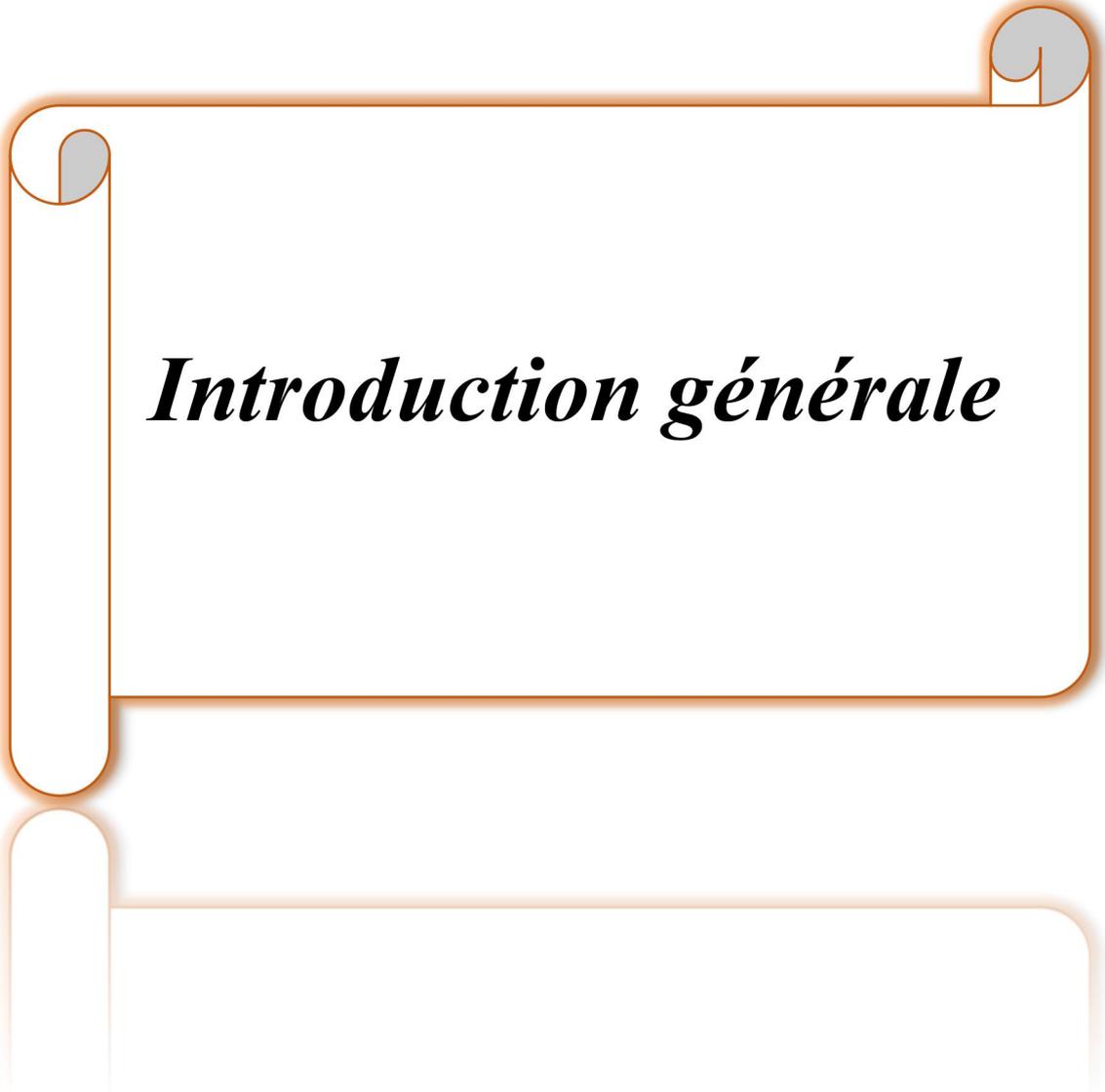
Keywords: Antioxidant activity, antibacterial activity, *Bunium mauratinicom L*, natural plant, marketed plant.

المخلص

النباتات الطبية هي مصادر هامة للمواد الفعالة الجديدة التي يمكن أن تحل محل الأدوية. في هذا العمل تم دراسة محورين رئيسيين. الأول هو مقارنة بين تقنيات الاستخراج (macération و ultrason) من أجل اختيار الأفضل مع الغلة المثلى والأنشطة البيولوجية العالية، حيث تظهر النتائج ان لا فرق كبير بين هذه التقنيات وان تقنية ultrason هي التقنية البديلة لبساطتها، سرعتها وفعاليتها، لذا قد تم اختيارها لتقييم الأنشطة البيولوجية. والثاني هو تقييم الأنشطة المضادة للأكسدة عن طريق اختبار ABTS على فواكه من نباتات البويرة (تلغودة). حيث أكدت النتائج ان *B. mauratinicom L* الطبيعية لديها نش..

ط مرتفع مقارنة *B. mauratinicom L* التجارية من ناحية أخرى، كانت نتائج الأنشطة المضادة للبكتيريا سلبية.

الكلمات الرئيسية: النشاط المضاد للأكسدة، النشاط المضاد للبكتيريا، تلغودة نبتة تجارية و نبتة طبيعي

A decorative graphic of a scroll with a brown border and grey rollers, containing the text 'Introduction générale'.

Introduction générale

Introduction Générale :

Depuis l'Antiquité, les êtres humains ont exploité différentes plantes qui se trouvent dans leur environnement pour leurs besoins médicaux et alimentaires, dans le but de traiter et de soigner différentes maladies. **(Boumediou et Addoun, 2017).**

Une plante aromatique désigne une plante qui génère et émet des composés aromatiques. Les industries agroalimentaires, pharmaceutique, cosmétique et de parfumerie utilisent ces substances pour leurs parfums. **(Detry, 2017).**

Le développement de la civilisation est en relation avec l'évolution des plantes aromatiques et médicinales. Ces plantes sont utilisées dans toutes les régions du monde pour la médecine traditionnelle et les préparations culinaires. Les scientifiques poursuivent l'étude de l'intérêt de l'exploitation de ces plantes en tant que sources de substances bioactives naturelles. De nos jours, on compte environ 20 000 à 25 000 plantes utilisées en pharmacologie. La plupart de ces médicaments proviennent de plantes et renferment au moins une substance active. **(Tabac et al., 2022).**

La flore de l'Algérie est abondante et variée, avec de nombreuses plantes aromatiques et médicinales, dont la majorité se développe naturellement. En réalité, en Algérie, on compte environ 3 183 espèces de plantes, dont la majorité possède des propriétés thérapeutiques **(Taïbi et al. 2021)**. La mise en valeur de ces usines reste un domaine crucial pour le pays et pourrait ouvrir de vastes perspectives de développement durable à court et moyen terme. Toutefois, cette richesse est vulnérable et les risques qui la menacent sont nombreux, tels que la destruction des forêts, la pollution, la dégradation des terres rurales et la désertification, entre autres. Cependant, il existe un manque important de connaissances sur la sécurité des plantes aromatiques et médicinales employées.

(Kharchoufa et al. 2021)

Depuis toujours, les plantes médicinales ont joué un rôle essentiel dans la vie quotidienne des Algériens. **(Benayache and Belbache, 2017).**

Cependant, même si elles ont des propriétés thérapeutiques, il est essentiel de les utiliser avec une grande prudence en raison du risque potentiel de toxicité. **(Fouchéet al., 2000)**, En outre, les plantes sont également connues pour leurs effets toxiques, ce qui signifie que toute substance biologiquement active peut entraîner des effets indésirables voire nocifs à des doses élevées ou faibles lorsqu'elle est administrée pendant des périodes prolongées, en fonction de la toxicité de la substance au niveau de l'organisme, en fonction de sa nature, de sa posologie et de la durée d'exposition. **(Aissani, 2022)**, Même une dose excessive peut causer des dommages à la santé, voire être mortelle. **(Harhouz and Korichi, 2021).**

L'objectif de cette étude est la mise en évidence des composés photochimiques présent dans les fruits de la plante *Bunium mauritanicum* et d'estimer la teneur de cette espèce végétale en ces

Introduction générale

composés phénoliques et d'évaluer leurs pouvoirs antioxydant et antimicrobienne. Pour la réalisation de cette étude nous allons présenter deux parties :

La première partie et en premier chapitre, concerne les données scientifiques sur *Bunium mauritanicum*, le deuxième chapitre représente des rappels sur le métabolisme secondaire et le dernier chapitre sur les activités biologiques.

La deuxième partie est la partie expérimentale qui est divisée en deux chapitres, le premier résume l'extraction, l'analyse qualitative et quantitative des polyphénols et flavonoïdes contenus dans nos extraits, ainsi une évaluation de l'activité antioxydant d'extrait de plante (par la méthode APTS) et l'activité antimicrobienne aussi l'activité antioxydant total. Dans le deuxième chapitre, nous discutons les résultats obtenus, les composants trouvés, les teneurs des composés phénoliques et l'estimation de l'activité anti-oxydante et antimicrobienne.

Enfin, nous finirons par une conclusion générale sur l'ensemble de cette étude.



Partie I
Synthèse
bibliographique



Chapitre I
Généralité sur Bunium
Mauritanicom L

I. 1. Les plantes médicinales :**I.1. 1. Généralité :**

Dès le IXe siècle, des pionniers comme Isnâ-Ben-Amran et Abdallah-Ben-Loumès, originaire d'Oran, ont élucidé l'usage d'un arsenal de plantes médicinales dans des écrits prépondérants. La production de manuscrits sur ce sujet s'est ensuite intensifiée aux XVIIe et XVIIIe siècles. La phytothérapie algérienne s'appuie sur une riche diversité de plantes, qu'elles soient sauvages, cultivées ou cueillies. Elle constitue un pilier de la médecine traditionnelle, contribuant au maintien de la santé et à l'amélioration de la qualité de vie. **(Catalunya, 2002)**

I.1.2. Définition des plantes médicinales

Les plantes médicinales, dotées de substances actives aux propriétés curatives, constituent un véritable trésor naturel. On retrouve ces substances dans différentes parties de la plante, que ce soit dans les feuilles, l'écorce, les fleurs, les fruits, les graines ou les racines. Cependant, il est crucial de souligner que ces substances, bien que bénéfiques, peuvent également être dangereuses si elles ne sont pas utilisées à bon escient. C'est pourquoi il est essentiel de s'informer et de se familiariser avec les propriétés de chaque plante avant de l'utiliser. **(Limonier, 2018).**

I.1.3. Utilisation

Les plantes médicinales, dotées d'un arsenal de substances aux propriétés curatives, constituent un véritable coffre à trésors naturels. On retrouve ces substances dans différentes parties de la plante, des feuilles aux racines, en passant par l'écorce, les fleurs, les fruits et les graines. Cependant, il est crucial de souligner que ces substances, bien que bénéfiques, peuvent également être dangereuses si elles ne sont pas utilisées à bon escient. C'est pourquoi il est essentiel de s'informer et de se familiariser avec les propriétés de chaque plante avant de l'utiliser, car une mauvaise utilisation peut avoir des conséquences néfastes **(Rates, 2001 ; Belkhir, 2013).**

Selon **Sheng-Ji(2001)**, plus de la moitié de la population mondiale pratique la phytothérapie.

Pailleurs, les plantes médicinales jouent un rôle crucial dans la production de divers produits, des médicaments pharmaceutiques aux onguents, crèmes et autres produits naturels. Dans les pays en voie de développement, environ 90 espèces de plantes sont utilisées pour la fabrication de médicaments industriels, souvent à partir de mélanges d'herbes issues de la cueillette sauvage. **(Fransworth et Soejarto, 1991).**

I.2. La famille des Apiaceae

I.2.1. Généralité :

Les Apiacées, une famille de plantes dicotylédones, étaient autrefois appelées Ombellifères en raison de leur inflorescence distinctive en forme d'ombelle. Environ 3 700 espèces y sont incluses, divisées en 469 genres, qui sont principalement présentes dans les régions tempérées, en particulier dans l'hémisphère Nord (**Filliat, 2012**). Au-delà de leur statut de famille botanique, les Apiacées ont révélé être une richesse aux multiples facettes. En effet, de nombreuses de ses espèces se caractérisent par leurs caractéristiques aromatiques et leurs utilisations économiques significatives : les aliments, les épices, les condiments et les plantes ornementales (**Flamini, 2013**). Les Apiacées, également connues sous le nom de famille des carottes, sont l'une des familles de plantes à fleurs les plus étudiées. Cette vaste famille est célèbre pour la production d'huiles essentielles aux propriétés thérapeutiques exceptionnelles. Caractéristiques et applications : Antifongique, antioxydant et antiparasitaire (**Smaili et al., 2016**).



Figure 01 : Plante de la famille des Apiaceae (**Esseid, 2018**).

I.2.2. Définition de la famille des Apiaceae :

Les plantes de la famille des Apiaceae ont des fleurs blanches, jaunâtres ou verdâtres, des côtes apparentes, des feuilles plates et des fruits lisses, finement tuberculés (**Jiménez**

eVargas ; 2015). Plusieurs plantes aromatiques de la famille des Apiacées sont cultivées et introduites dans le monde entier. La majorité d'entre elles sont cultivées dans la région méditerranéenne et en Asie du Sud-Ouest. Elles sont utilisées dans l'alimentation, la pharmacie, les parfums et les productions cosmétiques (Ahmed et al ; 2017). Cette plante a été découverte en Algérie, Bosnie, Bulgarie, Canada, Herzégovine, Iran, Irak, Italie, Jordanie, Kirghizistan, Liban, Libye, Pakistan, Palestine, Espagne, Tunisie, Turquie et en Ouzbékistan (Sayed-Ahmad et al ; 2017).



Figure 02 : Localisation géographique des Apiaceae à travers le globe (Heywood, 1996).

I.2.3 Classification de la famille des Apiacées :

Les Apiacées sont des plantes à graines et appartiennent à l'embranchement des Spermatophytes ou Phanérogames. Les Spermatophytes appartiennent à deux catégories : les Gymnospermes, qui sont des plantes sans ovules, et les Angiospermes, qui ont des ovules protégés par l'évolution. (Paloma, 2012).

Tableau 1 : Quelques genres d'Apiaceae en Algérie (Boukezata 2014)

Genre	Nombre despèse	Genre	Nombre d'espèce
<i>Ammi</i>	2	Conium	1
<i>Ammiopsis</i>	1	Ferula	5
<i>Ammodaucus</i>	1	Bunium	7
<i>Anetum</i>	1	Cuminum	1
<i>Apium</i>	1	Thapsiia	3
<i>Bifora</i>	1	Heracleum	1

<i>margotia</i>	1	Torilis	2
-----------------	---	---------	---

I.2.4 Utilisation :

L'homme a remarqué la diversité phytochimique des Apiaceae par les odeurs et les saveurs, ce qui a conduit à un large éventail d'utilisations : aliments, boissons, arômes, remèdes et utilisations industrielles. Les plantes de la famille des carottes sont encore cultivées dans la nature dans de nombreux pays. Cependant, les principales espèces utiles sont cultivées depuis longtemps et ont été améliorées pour les processus agronomiques. **(Reduron, 2021).**

I.3.1. Le genre *Bunium* L :

Il est basé sur *Bunium*, bien que le genre *Carum* soit parfois mentionné comme équivalent. Surgir des noms d'espèces En Algérie, il y a une représentation du genre *Bunium*. Plusieurs espèces sont initialement appelées *B.mauritanicum*, mais ce sont des noms différents citées dans **(Quezel et Santa ; 1962)**. On retrouve

- *B. incrassatum*, commune dans les champs
- *B. fantanesii* ayant comme syn. *B. mauritanicum*,
- *B. chaberti* est une espèce endémique de Lalla Khedidja dans le Djurdjura ;
- *B. elatum* est une espèce très rare et endémique du Biban.
- *B. crassifolium*, très rare elle aussi et endémique à El-Kala ; *B. macua*, très rare à Zaccar et Bou Maâd, les espèces de ce genre sont des plantes aromatiques aux propriétés médicinales, leurs grains et leur huile essentielle sont souvent utilisés dans l'alimentation et la médecine. **(Lefahal ; 2014).**



Figure 03 : Photographies de *Bunium* spp. Illustrant les fleurs, les feuilles et les tiges. (Mohammadhosseini et al ; 2021)

I.3.2. Généralité sur *Bunium mauritanicum* :

En Algérie, on appelle la noix de terre ou châtaigne de terre *Bunium mauritanicum* (Apiaceae). Le nom de cette plante est Talghouda ou Terghouda. (Täufel et al ; 1993). Pour certains, elle peut être considérée comme une source alimentaire remarquable, mais pour d'autres, elle peut être considérée comme un symbole de misère qui rappelle la famine des années de disette, en particulier pendant la deuxième guerre mondiale et la période de la révolution nationale. (Boumediou & Addoun ; 2017)



Figure 04 : La tuberculose de *Bunium mauritanicum* L. (Halimi ; 2017)

I.3.3. Définition sur *Bunium mauritanicum* L :

Bunium mauritanicum est une plante herbacée annuelle qui n'est pas cultivée dans les champs de plantation, mais qui peut être trouvée dans la nature. La tige est dressée, fistuleuse, striée et rameuse, pouvant atteindre une hauteur de 60 cm. Elle est équipée de feuilles découpées en segments étroits et linéaires de couleur vert foncé. Les fleurs en forme d'ombrelle blanche ont une racine tubéreuse. Le tubercule a le volume et l'apparence d'une Truffe de taille moyenne, avec une teinte brun noirâtre à l'extérieur et une couleur blanc à l'intérieur. Il est en forme de rein et peut être déchiré facilement. Il est stérile et de petite taille. Ces tubercules peuvent être mangés (Laouedj ; 2019). Ses fleurs blanches ont un diamètre de 5 à 7 cm et apparaissent au bout des branches comme des couronnes. (Halimi ; 2017)



Figure 05 : La Plante *Bunium mauritanicum*. (Halimi ; 2017)

I.3.4. Nomenclature et appellation :

Nom français : Noix ou gland de terre, Nom arabe : Talghouda تالغودة

Nom scientifique : *Bunium mauritanicum* L.

Communément appelé Châtaigne de terre. Le nom commun a des synonymes :

1. Terre noix,
2. Marron de terre,
3. Gland de terre,
4. Moinson (Lonchamp, 2000).

I.3.5. Classification scientifique de *Bunium mauritanicum* L. :

Tableau 02 : Classification botanique de *Bunium mauritanicum* L. (Iebouazid et Meziani ; 2021).

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Apiales
Famille	Apiaceae
Genre	<i>Bunium</i>
Espèce	<i>Bunium mauritanicum</i> L.

I.3.6. Répartition géographique de *Bunium mauritanicum* L.

L'espèce *Bunium mauritanicum* L qui habite le nord de l'Angleterre, l'Italie, la Sicile, la péninsule balkanique et l'Espagne se reproduit spontanément en Europe. En Afrique du Nord, cette variété est cultivée de manière naturelle au Maroc, en Tunisie, en Algérie, et dans différents types d'environnements : dans les zones de bordures de maquis méditerranéens, sur des sols calcaires, argilo-calcaires et rocheux. Sur les terrains escarpés, elle est relativement répandue. En Algérie où sa présence est répandue dans l'Est, en particulier à Oum Elbouaghi. (Adoui et al ; 2022), habitant El Kala et originaire de Lalla Khedidja dans le Djurdjura ; dans l'Atlas tellien (Alger, Kabylie et Aurès). (Benkhalifa et Toumi ; 2019).

I.3.7. Composition biochimique et valeur nutritionnelle :

La présence de coumarine, de β -sitostérol, de saccharose, ainsi que d'acide oléique et de saccharose est observée dans la composition biochimique des graines de *B. mauritanicum*. (Bousetla et al ; 2011). Ses racines poussent à l'état sauvage qui produit à leur tour des tubercules riches en amidon. Ces derniers sont consommés crus ou séchés puis mouds pour produire une farine contenant des composés chimiques. (Benkhalifa, 2018).

Tableau 03 : La composition chimique de *Bunium mauritanicum* l :

Type de composés	Quantité
Eau,	15,66%
Cendres	5,5%
Matières Azotées	7%
Matière Grasse	Cette 1,34%
Amidon Et Congénères	63,2%
Cellulose	6,4%

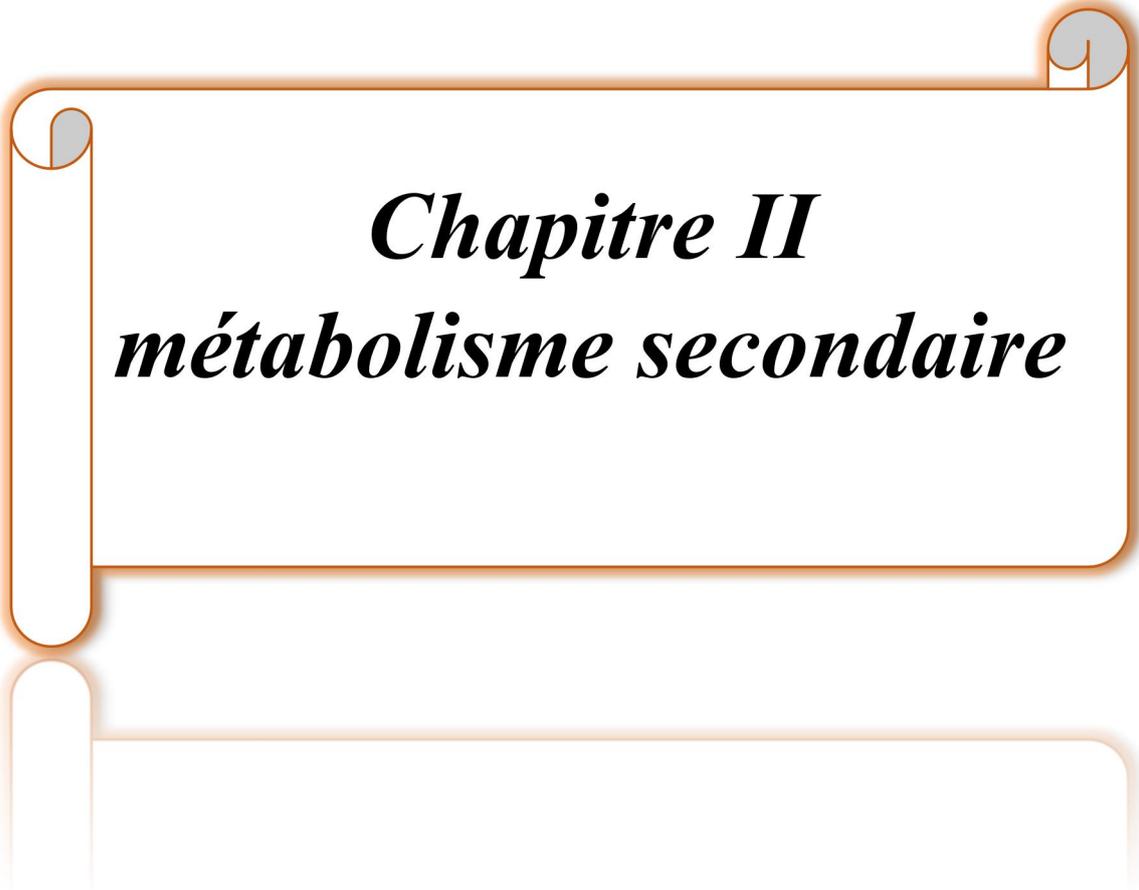
I.3.8. Description de l'espèce *Bunium mauritanicum* L.

Cette espèce est une plante connue pour ses propriétés médicinales dans le domaine médical. Elle est issue de la lignée des Apiacées. Elle contient une variété de substances actives qui ont plusieurs avantages. (Karouche et al ; 2022). C'est une plante herbacée bulbeuse vivace annuelle sauvage avec une habitude ombellifère, avec des ombellifères de 5 à 7 cm de large.

Les tiges de cette espèce sont plus fines, moins épaisses et mal développées. Avec des senteurs aromatiques, surtout en haut. Ces feuilles sont alternes et divisées en bandes étroites avec un contour général triangulaire. Les fruits ; c'est un tubercule brunâtre, généralement arrondi, de 1-2 cm de diamètre, brunâtre à l'extérieur et blanc à l'intérieur. Fleurs en ombrelle blanche, Floraison : mars juillet (**Adoui et al ; 2022**).

I.3.9. Utilisations thérapeutiques de *Bunium mauritanicum* L.

Le tubercule de cette plante est récolté pour extraire une farine alimentaire (**Benkhalifa et Toumi ; 2019**). Il est aussi employé dans le domaine de la cosmétique, de la pharmacologie et de l'agriculture en raison de sa présence de nombreuses molécules actives telles que les coumarines, les acides phénoliques, les terpènes, les flavonoïdes, les alcaloïdes, les tanins et les lignines. Ces molécules peuvent avoir des effets biologiques, antimicrobiens, anti-inflammatoires, antioxydants et anticancérigènes (**Karouche et al ; 2022**). Cette partie de la plante est utilisée dans la médecine traditionnelle pour traiter le dysfonctionnement thyroïdien. (**Benkhalifa et Toumi ; 2019**).



Chapitre II
métabolisme secondaire

II.1. Généralité sur métabolites secondaires :

Les métabolites secondaires sont constitués de divers groupes chimiques tels que les alcaloïdes, les terpènes et les composés phénoliques, qui sont dispersés de manière inégale dans les végétaux, mais leur taux d'accumulation peut parfois atteindre des niveaux élevés. Au départ, la notion de « métabolite secondaire » était basée sur trois types d'observations : d'abord, il était difficile d'attribuer à ces métabolites une fonction spécifique dans la physiologie de la plante, ensuite, leur répartition était très inégale selon les végétaux, parfois entre des espèces très proches ou même entre différentes sous-espèces ou variétés à l'intérieur d'une même. Cependant, la définition de "secondaire" est de plus en plus contestable à la lumière (Macheix et al ;2005).

II.2. Métabolites secondaires

Les métabolites secondaires sont des composés de faible masse moléculaire, aident les plantes à s'adapter à leur environnement, en particulier dans les interactions biotiques. (Ramakrishna et Ravishankar ; 2011). Plusieurs métabolites secondaires sont synthétisés par les plantes supérieures à partir des métabolites primaires tels que les carbohydrates, les lipides et les acides aminés grâce à une co-évolution entre les plantes et leur environnement biotique.

Les principes actifs connus pour la fabrication de produits pharmaceutiques, d'additifs alimentaires, d'arômes ou de parfums, qui contribuent notamment à la formation des odeurs et des couleurs chez les plantes. Leurs fonctions dans la croissance et le développement des plantes sont de plus en plus étudiées, notamment pour améliorer les méthodes de culture. Ils peuvent par exemple aider les plantes à survivre en les protégeant des stress biotiques ou abiotiques, en augmentant la disponibilité des éléments nutritifs, en agissant comme un système de défense métabolique (Pham ; 2017).

Les métabolites secondaires sont des produits naturels qui ont une variété de propriétés, telles que des antioxydants, des antimicrobiens, des anti-inflammatoires, des anticancéreuses, etc. (Epifano et al ; 2007). Ils diffèrent des métabolites primaires de toutes les plantes et cellules. Les métabolites secondaires sont produits à certains stades de développement, ont une distribution limitée dans les cellules et leur concentration varie d'une plante à une autre. Les métabolites des fruits peuvent attirer les animaux ou retarder leur détérioration. (Morand et Lajaunie ; 2018).

Les métabolites secondaires dégagent des odeurs fortes. En effet, ils sont utilisés comme antiseptiques, ainsi qu'en cosmétique et comme anti-cancéreux. Ils assurent une protection

contre les attaques pathogènes ou herbivores ; attirer les pollinisateurs ; participer aux réponses allélopathiques ; Ils sont des molécules très bénéfiques pour l'homme, comme les colorants, les arômes, les antibiotiques, les herbicides et les drogues. (Sabelle foury ; 1986).

Les métabolites secondaires des plantes comprennent les composés phénoliques, les alcaloïdes et les terpènes. (Lutge et al ; 2002). Chacune de ces classes contient une grande variété de composés qui ont une variété d'applications en biologie humaine. Ils sont extrêmement rentables dans les secteurs pharmaceutique et cosmétique (Behih et Ben Amrouche ; 2017).

II.2.1. Les composés phénoliques des plantes :

Les métabolismes secondaires des composants phénoliques se distinguent par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec des glucides. Ils peuvent être trouvés dans toutes les parties des végétaux, y compris les racines, les tiges, les feuilles, les fleurs, les pollens, les fruits et les grains. Les composés phénoliques sont essentiels à l'équilibre et à l'adaptation de la plante dans son milieu naturel. Ils ont le potentiel de transmettre des signaux entre les plantes ou de les aider à résister aux différentes agressions des organismes pathogènes. Ils contribuent de manière très efficace à la tolérance des plantes aux divers types de stress (Houria Bechlen ; 2018)

Les polyphénols sont des substances avec un cycle aromatique à noyau phénolique en C6 et au moins une fonction hydroxyle (Ulrich et al ; 2002).

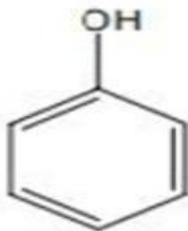


Figure 06 : Les composés phénoliques (groupe phénol) ont une structure chimique (Manallah ; 2012)

Les composés phénoliques jouent un rôle dans la physiologie des plantes, tels que la lignification, la régulation de la croissance et les interactions moléculaires avec des microorganismes symbiotiques ou parasites. De ce fait, ils sont importants dans les interactions des plantes avec leur environnement biologique et physique, telles que les relations avec les bactéries, les champignons, les insectes et la résistance aux UV (Macheix et al ; 2005).

Le terme "phénol" fait référence à une variété de produits chimiques. Ces composés peuvent être classés dans plusieurs catégories en fonction de leurs propriétés chimiques. Les exemples de catégories comprennent les acides phénoliques, les flavonoïdes, les coumarines et les tanins dont le nombre de carbones a été utilisé pour classer ces composés. (Vermeris et Nicholson ; 2006).

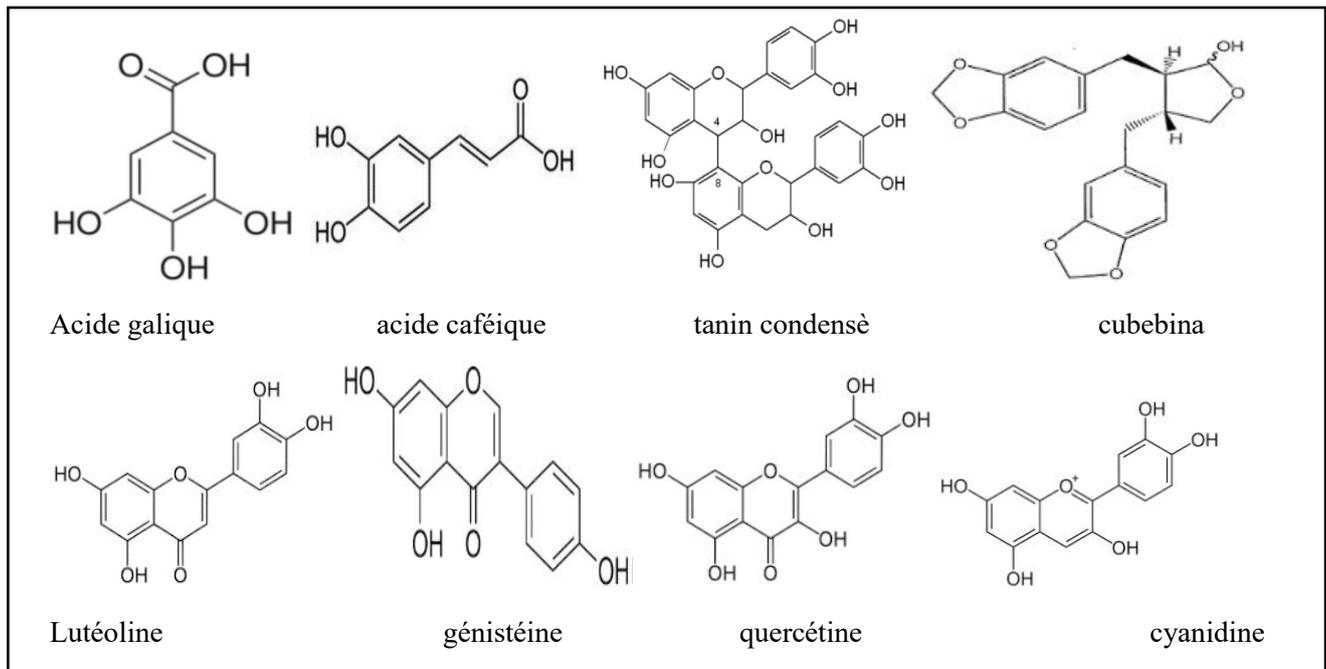


Figure 07 : Structure de certains composés phénoliques dans les plantes (Sayed-Ahmad ; 2018).

II.2.1.1. Les acides phénoliques

II.2.1.1.1. L'acide phénolique

Les phénols ayant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique sont généralement appelés acide phénol ou acide phénolique. Deux sous-classes les composent à savoir les dérivés de l'acide hydroxycinnamique provenant des cycles aromatiques de l'acide cinnamique et ont généralement une structure de base de type C6-C3. Ils sont généralement associés à des molécules organiques (Jean et al ; 2012). La seconde classe concerne l'acide hydroxybenzoïque qui est un dérivé de l'acide benzoïque et possède la formule de base C6-C1 et peuvent être des esters ou des glycosides (Karadağ et Yücel ; 2017).

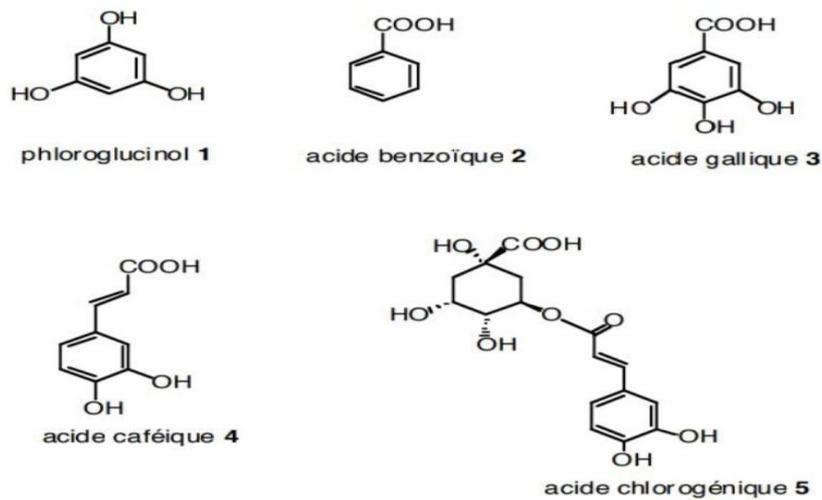


Figure 08 : Quelques phénols et acides phénoliques (Krief ; 2003)

II.2.1.2. Les Tanins

Ces derniers sont des composés polyphénoliques solubles qui ont des propriétés antioxydantes et antiseptiques et sont utilisés dans la fabrication du vin, qui est abondant dans les raisins rouges. (Académie et Spiritueux ; 2022). Selon leur composition chimique, on peut les classer en deux groupes à savoir les tanins polymères de l'acide gallique qui peuvent être hydrolysés (Girard et al ; 2020) et les tanins chiqués qui sont des polymères de flavan. Ce dernier type est extrait à partir de l'écorce du pin maritime. (Orechioni et Gazengel ; 2013).

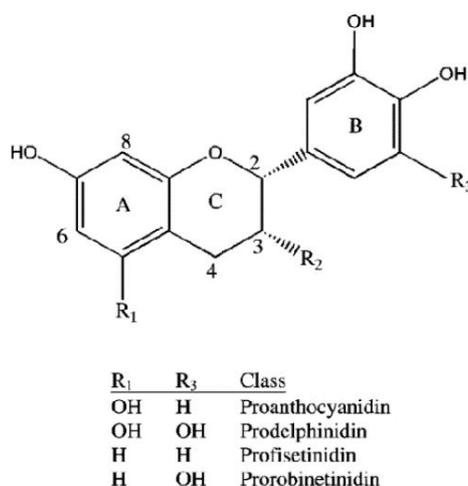


Figure 09 : La structure de base du tanin (Schofield et al ; 2001).

II.2.1.3. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des pigments jaunes, généralement polyphénoliques, largement présents dans les végétaux. Ils sont généralement présents sous la forme d'hétérosides ou flavonosides (Deveoğlu et Karadağ ; 2012).

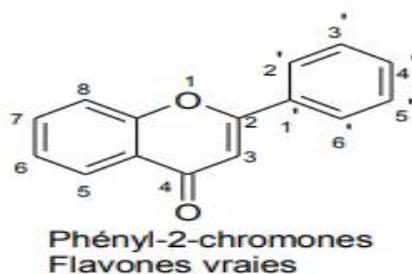


Figure 10 : Squelette de base des flavonoïdes (Deveoğlu et Karadağ ; 2012 ; Sylvie Rapior *et al* ; 2015).

Les flavonols sont généralement sous la forme de divers glycosides et sont abondamment et présents dans presque tous les légumes et fruits, mais ils sont principalement trouvés dans les oignons, les pommes, le cidre, les raisins et le thé (Perez-Vizcaino, F., & Duarte, J ; 2010)

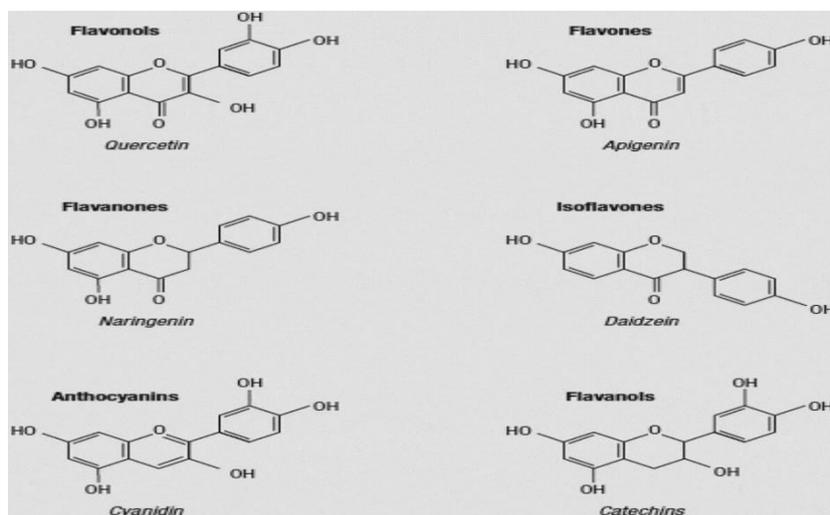


Figure 11 : les classes principales des flavonoïdes (M .Abbas *et al* ; 2016).

Selon Tungmunnithum et ces collaborateurs (2018), les flavonoïdes et de nombreux autres composants phénoliques ont été identifiés comme des antioxydants, des anticancéreux,

des antibactériens, des agents cardioprotecteurs, des anti-inflammatoires, des promoteurs du système immunitaire, des protecteurs de la peau contre les rayons UV et très intéressants pour des applications pharmaceutiques et médicales.

Par ailleurs, diverses activités pharmacologiques sont attribuées aux flavonoïdes. Leur structure, leurs propriétés chimiques et leur degré d'hydroxylation déterminent leur activité.

L'activité antioxydante de ces polyphénoliques a suscité un intérêt récent pour les avantages potentiels pour la santé cités ci-dessus (Kumar et Pandey ; 2013).

En effet, Les flavonoïdes se lient aux principales enzymes de l'intestin, du côlon et du foie en s'hydrolysant. Ces derniers sont conjugués en deux étapes : d'abord dans l'intestin grêle, puis dans le foie. Les métabolites liés dans le foie sont traités afin de produire des dérivés de sulfate et de glucuronide, qui seront excrétés dans la bile et l'urine. Les glucuronides flavonoïdes du foie sont hydrolysés en aglycones, tandis que les flavonoïdes non absorbés se déplacent vers le côlon, où ils sont hydrolysés ou fermentés par le microbiote colique. (Mariam Abotaleb et al ; 2019).

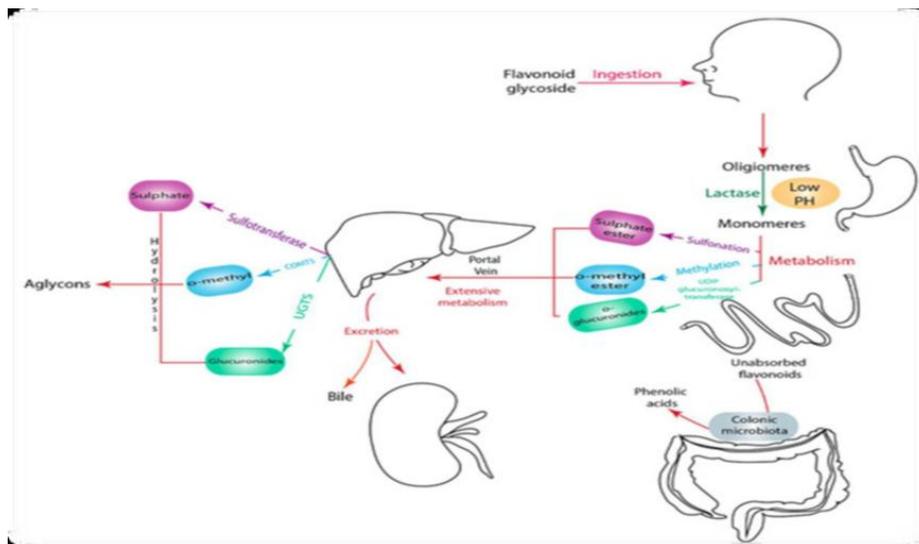


Figure 12 : Le métabolisme du flavonoïde dans le corps humain (Scalbert et al ; 2002)

II.2.1.4. Les Coumarines

Les coumarines sont des substances naturelles dont la structure comporte le noyau benzo- α pyrone (coumarine), qui est le résultat de la lactonisation de l'acide ortho-hydroxy-cis-cinnamique. (Jain et Joshi ; 2012).

Les extraits de plantes contenant de la coumarine ont été utilisés comme anticoagulants, antispasmodiques et sédatifs. En effet, les écorces d'agrumes contiennent principalement de la coumarine. (Mpondo *et al* ; 2015).

On peut classer les coumarines en cinq catégories à savoir coumarine simple, furanocoumarine, pyranoco, dicouramine et tricouramine (Guignard, 1998 ; Deina *et al.* 2003 ; Booth *et al.* 2004).

II.2.1.5. Les stilbènes :

Plus de trente stilbènes et glucosides de stilbènes sont naturellement présents dans les plantes. (Collin & Crouzet, 2011), Les stilbènes sont des composés phénoliques avec au moins deux noyaux aromatiques reliés par une double liaison. (Crozier *et al.*, 2006 ; Donnez *et al.* 2009)

II.2.1.6. Lignine :

Les lignines sont un groupe de matériaux naturels dont le squelette est formé par la liaison de deux unités dérivées du phényl-1 propane (liaison 8-8') (Yashin *et al* ; 2018).

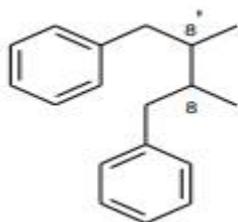


Figure 13 : Structure de phényl-1 propane (liaison 8-8 ') (Yashin *et al* ; 2018).

II.2.1.2. Les terpènes :

Les terpénoïdes sont des ensembles de substances avec un squelette terpène et une ou plusieurs propriétés chimiques (Malecky, 2008). Ce sont des hydrocarbures cycliques insaturés avec la formule chimique C₁₀H₁₆. La plupart des huiles essentielles qui donnent l'odeur ou le goût aux plantes sont légères, et ces huiles sont souvent volatile (Rufatto *et al.*, 2017 ; Heller *et al* ; 2004).

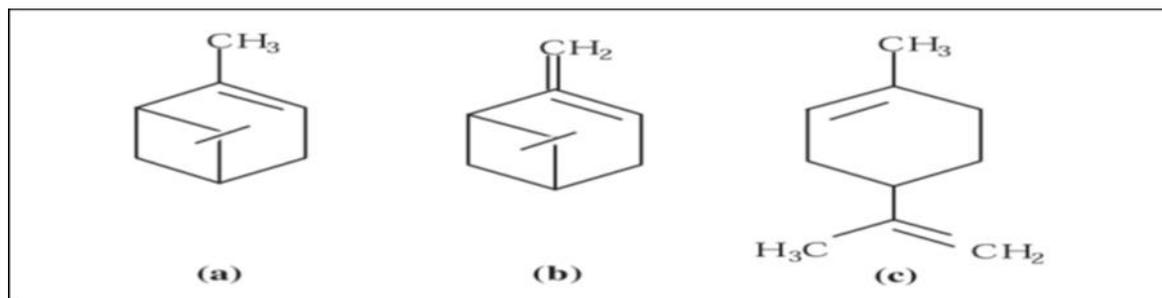


Figure 14 : Structure chimique des Terpènes : α -pinène (a), β -pinène (b) et dipentène (c) (Blayo, 2022).

Les terpénoïdes sont classés en hémiterpènes (C5), monoterpènes (C10), sesquiterpènes (C15), diterpènes (C20), sesterpènes (C25), triterpènes (C30), tetraterpènes (C40) et polyterpènes en fonction du nombre de répétitions de l'unité de base isoprène. Les terpènes simples en C10 et C15 ont probablement été développés plus tard dans l'évolution et caractérisent les plantes vasculaires qui ont développé des organes sécréteurs. (Harchaoui, 2019; Krief, 2003 ; Kumar et Pandey, 2013 ; Ksouri ; 2017).

D'un point de vue propriété, Les terpènes ont des qualités curatives significatives, notamment en cancérologie, mais aussi au niveau des inflammations et des infections bactériennes (Christiansen & Chater, 2008). Par ailleurs, les drogues à essence sont utilisées en thérapeutique par rapport à leurs propriétés pharmacodynamiques variées (Boukhobza & Goetz ; 2014). Les huiles essentielles sont extraites de ces composés par distillation. (Malecky, 2008).

II.2.1.3. Les alcaloïdes

Pelletier a défini un alcaloïde comme : "un composé organique cyclique contenant de l'azote dans un état d'oxydation négatif, de distribution limitée parmi les organismes vivants". À l'exception de la colchicine, de la caféine et du paclitaxel, Ils sont très hétérogènes sur le plan chimique (Verpoorte, 2005). D'autre part, les alcaloïdes peuvent être issu suite à une modification de diverses classes de molécules telles que les polyphénols, les terpènes ou les stéroïdes, tandis que les formes les plus courantes dérivent des acides aminés (Cyril, 2001 ; Suhr et Nielsen, 2003). Ils constituent le produit de plusieurs organismes, entre autres, les bactéries, les champignons et les animaux (Shin et al ; 2018 ; dey et al ; 2020).

Les alcaloïdes ont des propriétés anticancéreuses, antimicrobiennes, anti-inflammatoires (Shin et al ; 2018). Leur amertume et leur toxicité permettent aux alcaloïdes de protéger les prédateurs et les herbivores (Wink ; 2018).

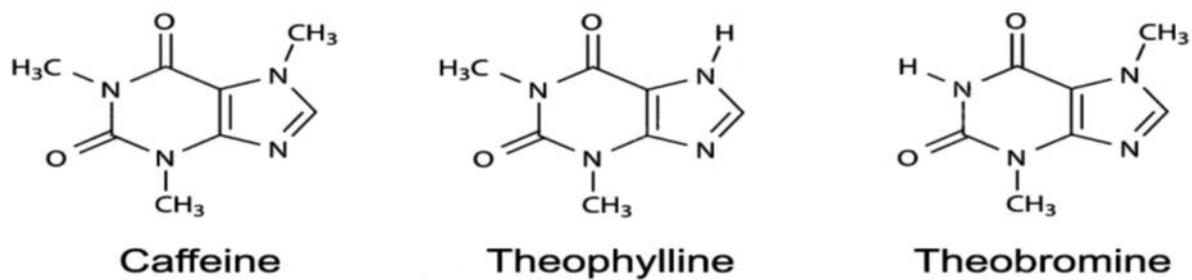
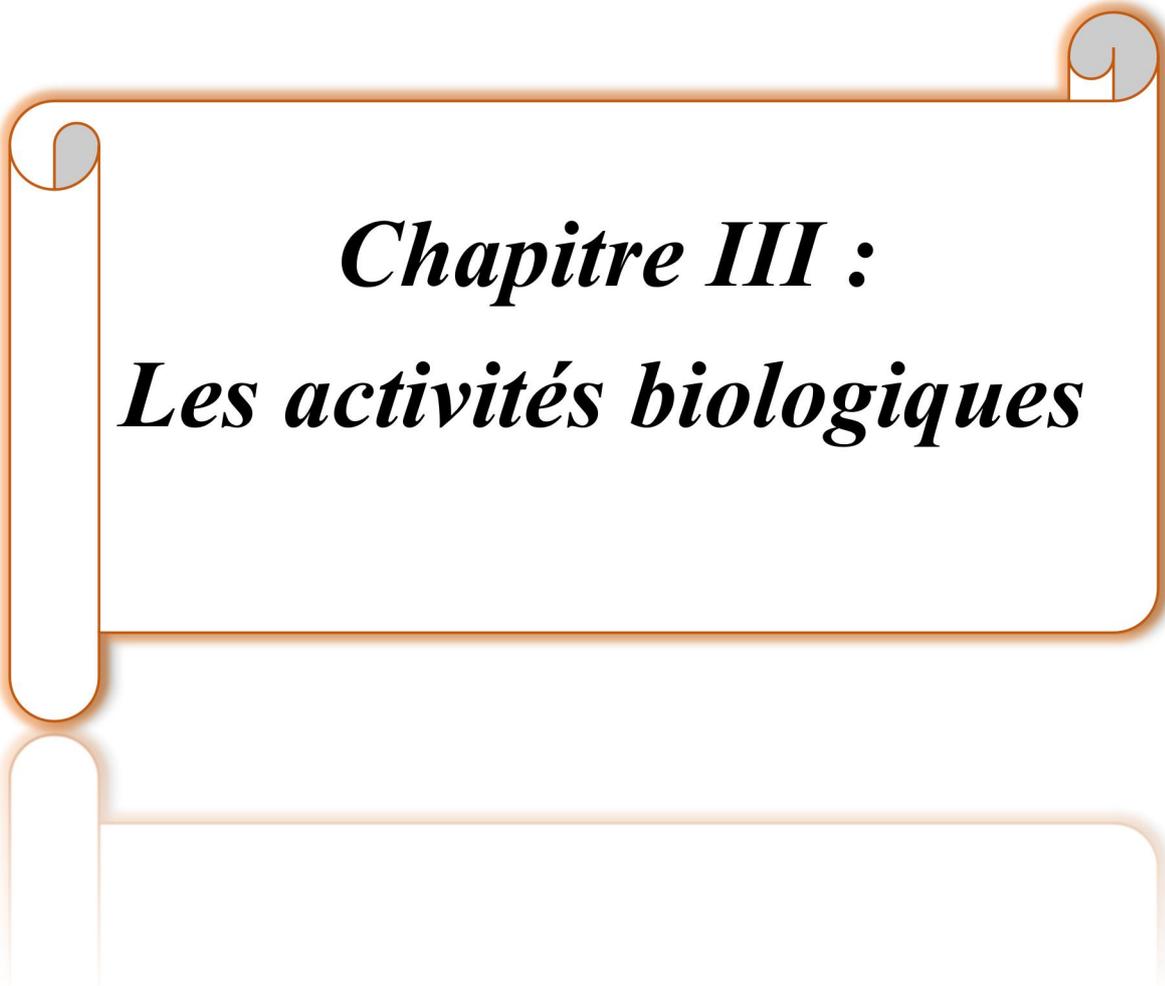


Figure 15 : Structure chimique de quelques alcaloïdes (Bruneton, 2009)



Chapitre III :
Les activités biologiques

III.1. Activité anti-oxydante :

Aujourd'hui, la biologie des radicaux libres et de plus en plus étudiée par les biologistes et les chercheurs ce n'est pas seulement en raison de leur participation à des phénomènes aigus tels que les traumatismes ou l'ischémie mais aussi en raison de leur participation à de nombreuses maladies chroniques liées au vieillissement, telles que le cancer, les maladies cardiovasculaires et inflammatoires, ainsi que la détérioration du système immunitaire de l'organisme, mais le corps dispose d'un système d'antioxydant et d'enzymes qui collaborent pour prévenir les dommages aux éléments cellulaires tels que l'ADN, les lipides, et les protéines qui sont responsables de l'activité antioxydant **(Guinebert et al, 2005)**.

Un radical libre est une molécule qui possède un ou plusieurs électrons non appariés **(Jacques, 2004)**. Cette molécule est extrêmement instable et réagit rapidement avec d'autres composants, cherchant à capturer l'électron requis pour obtenir sa stabilité. Lorsqu'un radical libre attaque la molécule stable la plus proche en lui arrachant son électron, une réaction en chaîne commence, et la molécule attaquée devient elle-même un radical libre **(Ben Aissa Bouguerne, 2012)**.

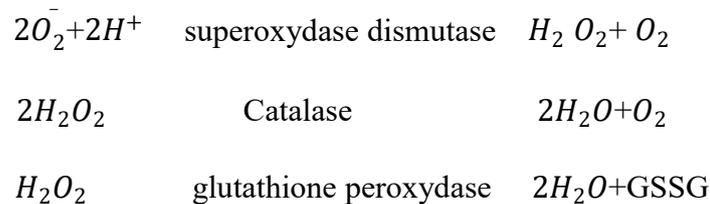
À l'état physiologique, le métabolisme cellulaire génère différents radicaux libres provenant de l'oxygène (RLO). Ces RLO et leurs dérivés sont produits de manière excessive dans certaines situations pathologiques **(Afonso, Champy et al, 2007)**.

Dans les cellules, il est possible de distinguer un petit groupe de composés des radicaux libres qui ont un rôle spécifique en physiologie, que nous appelons radicaux libres primaires, qui sont directement dérivés de l'oxygène. Les espèces réactives de l'oxygène (ROS) sont souvent désignées comme la collection des radicaux libres de l'oxygène lui-même tels que le radical super oxyde O_2^- , le radical hydroxyle OH^- , l'oxyde nitrique NO^- , ainsi que certains dérivés oxydants actifs non radicaux à toxicité importante tels que l'oxygène singulet 1O_2 , l'oxyde d'hydrogène H_2O_2 , le peroxy-nitrite $ONOO^-$. La réaction de ces radicaux libres primaires produit d'autres radicaux libres, connus sous le nom de radicaux libres secondaires (radical peroxy ROO^- , radical alcoxy RO^-). **(Novelli, 1997)**.

Les antioxydants, qui ont la capacité de neutraliser ou de diminuer les dégâts causés par les radicaux libres dans le corps, contribuent à maintenir la concentration non cytotoxique de ROS dans les cellules de l'organisme. Selon **(Favier, 2003)**, notre corps réagira en permanence à cette production constante de radicaux libres en utilisant deux lignes de défense dans la cellule, chacune ayant des capacités de défense distinctes pour detoxifier la cellule.

La présence d'enzymes antioxydants dans les cellules constitue un système de défense extrêmement performant. Selon **(Favier, 2003)**, cette ligne de défense est composée du super oxyde

dismutase (SOD), de la catalase et de la peroxydase (glutathion et acide ascorbique), qui sont responsables de l'action des radicaux libres primaires en différentes réactions :



Différentes substances ont été suggérées comme antioxydants dans le corps (**Kohan et Nyska, 2002**) telles que la vitamine E, l'acide ascorbique, le bêta-carotène, les flavonoïdes et les composés phénoliques. Les molécules antioxydants sont des substances externes à la différence des enzymes antioxydants qui éliminent les radicaux libres individuelles. Afin de reprendre son activité, il est nécessaire que cette molécule antioxydant soit régénérée par d'autres systèmes (**Dacosta 2003**).

Selon les recherches de (**Favier 2003**), la balance entre les oxydants et les antioxydants est maintenue en équilibre lorsque le système de défense antioxydant est capable de faire face en excès. chez l'homme, la production de radicaux libres est une réaction normale du métabolisme aérobie, cependant, une discordance entre la production de radicaux libres et les mécanismes de défense antioxydant entraîne un stress oxydatif qui peut entraîner des modifications moléculaires et cellulaires, avec une sensibilité particulière des lipides et de l'ADN à l'action des radicaux libres (**Gudable et Fauvier 1997**). Selon (**Soha et Mckett, 2002**), ce déséquilibre peut être causé par une surproduction de radicaux libres (tabac, alcool, pollution ..) ou par une diminution des capacités antioxydantes (insuffisance d'apport de micronutriments antioxydants, inactivation des enzymes).

III.2 Activité antibactérienne

Les bactéries peuvent provoquer plusieurs infections chez l'homme. Dans cette optique, l'espoir des chercheurs était de guérir certaines maladies grâce à la découverte des antibiotiques. Seulement, une résistance des bactéries aux antibiotiques a été observée suite à l'utilisation intensive des médicaments. Dans cette optique, la recherche a suscité l'intérêt d'utiliser de nouvelles substances naturelles biologiquement actives et efficaces par rapport aux maladies (**Foti et al ; 2004**).

Différents microorganismes sont responsables des infections bactériennes, ce qui entraîne les maladies les plus graves et les épidémies les plus répandues. Il existe de nombreux antibiotiques conçus pour les traiter mais leur utilisation excessive est responsable de l'émergence de la multi-résistance bactérienne. (**Ben abdallah et al 2019**)

Toutes les bactéries observées dans les pathologies présentent un diamètre inférieur à 1 µm. on peut les observer sous microscope optique, soit à l'état frais, soit après coloration où plusieurs

formes sont observées à savoir ; une forme sphérique (Cocci), en bâtonnet (bacille) incurve (vibrions) ou spirale (spirochètes). Leur structure ne peut être observée que par microscopie électronique.

Les milieux de culture des bactéries sont généralement composés d'extrait ou d'hydrolysats enzymatiques de viande .il peut s'agir de milieux liquide (bouillon) ou solides. L'agar est un extrait d'algues qui a la capacité de fondre à l'ébullition et de se solidifier à des températures inférieures à 40 C°, ce qui permet de solidifier les milieux. Les bactéries se dispersent librement dans un milieu liquide et leur multiplication se manifeste par un trouble, généralement homogène. Lorsque la densité des bactéries est faible dans un milieu solide, chaque bactérie peut se multiplier sur place jusqu'à former un amas de bactéries visible à l'œil nu, appelé colonies. Si la densité des bactéries est trop élevée dans l'échantillon ensemencée, les colonies sont alors visibles. **(Lozniewski, Rabaud, 2010).**

La gestion des infections bactériennes devient difficile en raison de la résistance de nombreuses bactérie a la plut part des antibiotiques, ce qui pose un problème de sante majeur à l'échelle mondiale. **(Ben Abdallah et al 2019).**

Les antibiotiques Toute substance chimique créée par un organisme vivant ou synthétisée, avec un fort potentiel chimio-thérapeutique, dont l'activité thérapeutique se manifeste à une dose très faible et de manière spécifique, en inhibant certains processus vitaux, que ce soit contre les virus, les micro-organismes ou même certaine cellules des êtres pluricellulaires **(Bergogne-Brezen et Dellamonica,1995).** Ils peuvent soit tuer les bactéries, soit ne pas les faire croitre. **(Elghozi et Duval 1992).**

Les antibiotiques sont classés en fonction de leur spectre d'action, de leur cible ou de leur famille chimique. Cette dernière est la plus couramment observée. Les familles chimiques principales des antibiotiques sont représentées par la pénicilline et la céphalosporine qui sont des betalactamines, tandis que la streptomycine et la gentamycine sont des aminosides. Alors que la Chloramphénicol et la thiamphenicol sont des cyclines, telles que les tétracyclines et les doxycycline. **(Cohen et Jacquot 2001).**

Dans la plupart des cas, l'emploi des antibiotiques entraine la sélection de populations microbiennes résistances. Les mutations chromosomique ou l'acquisition de gènes de résistance par des éléments génétiques mobiles (plasmides, phages, transposant et intégrons) sont responsables de cette résistance. Ces résistances ont entraîné la recherche de nouveaux agents antimicrobiens qui présentent une efficacité supérieure aux drogues synthétiques, d'une part, et qui sont bien acceptes par l'organisme, d'autre part (sans avoir d'effets néfastes sur la santé humaine). **(Garcia et al ; 2008)**

De nombreux groupes de recherche ont examiné l'efficacité antimicrobienne des extraits de plantes médicinales comme le Fennel (*foeniculum vulgare*), le peppermint (*Mantha piperita*) et le

thyme (*thymus vulgaris*). Ils ont constaté que ces extraits sont actifs non seulement contre les bactéries, mais également contre les champignons, les levures et les virus (**Jürgen et al ; 2011**).

D'autres groupes de chercheurs ont franchi une étape plus loin, ils ont isolé et identifié les métabolites responsables de l'activité antimicrobienne des extraits de plantes, cette étape constitue une plateforme pour plusieurs implications inclut l'industrie pharmaceutique, la médecine alternative, et la thérapie naturelle (**Hang et al ,2008**).

III.2.1 Description des bactéries étudiée

Les bactéries forment un ensemble complexe et captivant. Il s'agit d'organismes cellulaires simple, les procaryotes qui ne possèdent pas de noyaux et qui sont généralement observées en grand nombre car ils peuvent se multiplier rapidement. On peut classer les bactéries en en deux groupes (gram positif et gram négatif), en fonction de la composition chimique et de la structure de la paroi cellulaire.

III.2.1.1 Escherichia coli

Il s'agit d'une bactérie a gram négatif, responsable du système digestif humain et animal, et qui fait partie de la famille des entérobactéries .la forme de celle-ci est non sporulée, facultative et généralement mobile grâce aux flagelles. Elle mesure entre 2 et 6 µm de longueur et 1,1 à 1,5 µm de largeur .la bactérie E. coli est principalement responsable des infections aiguës de l'appareil urinaire, elle est également responsable des diarrhées estivales, des diarrhées chez les enfants et des intoxications alimentaires. (**Kaper et al, 2004**)

III.2.1.2 Staphylococcus aureus

Il s'agit de Cocci gram positif de la famille des micrococcaceae dont le diamètre varie de 0,5 à 1,5 µm. Ils sont non sporulés, se groupent en paires et en petites chaînes, et possèdent généralement peu de capsules. Elles peuvent être anaérobies à volonté. Les infections postopératoires de blessures, l'endocardite aiguë et les intoxications alimentaires sont souvent causées par staphylococcus aureus. (**Dworkin et Falkow ; 2006**)

III.2.1.3 Pseudomonas aeruginosa

Est une bactérie Gram négatif, non sporulée, aérobie et mobile grâce à la présence de 1 à 2 flagelles, qui produits deux types de pigments pyocyanine : bleue phenazine et pyoverdine jaune vert. Elles sont résistantes à plusieurs antibiotiques (**Persival et al ,2004**) et représente 16 % des cas de pneumonie nosocomiale, 12% des infections urinaires et 8% des infections liées aux blessures chirurgicales (**Van Delen et Iglewski ,1998**).

III.2.1.4 Candida albicans

Le genre *Candida* compte actuellement 81 espèces de champignons. Les levuriformes, la *Candida albicans* est fréquemment responsable de la majorité des cas, forme pathologique chez l'être humain, elle est généralement rencontrée à l'état brut. On la trouve dans le tube digestif de l'homme et par proximité on peut la retrouver. En ce qui concerne la muqueuse vulvo-vaginale ou la bouche. Cependant, on ne trouve pas de manière exceptionnelle, *Candida albicans* se trouve sur la peau. Cette espèce est la cause de plus de 80% des infections appelées candidose, telle que les infections cutanées, cutanées superficielles et muco-cutanées superficielles. (Delorme et Robert, 1997)

III.2.1.5 *Enterococcus faecalis*

Anaérobie à gram positif, avec une flore normale du tractus gastro-intestinal, des voies génitales féminines et de la cavité orale, peuvent entraîner des infections des voies urinaires, des plaies et des tissus mous, ce qui peut entraîner une endocardite en présence de valvules cardiaques déjà endommagées. La résistance des B-lactames, des aminoglycosides et de la vancomycine est observée chez *Enterococcus faecalis* (Teixeira et al, 2007).

III.2.1.6 *Salmonella*

Salmonella est une bactérie à gram négatif de la famille des Enterobacteriaceae et du genre *Salmonella*. Il existe deux espèces dans ce genre (*S. enterica* et *S. bongori*). La cause principale des toxi-infections alimentaires collectives bactériennes dans le monde est la présence de *Salmonella*. L'une des principales préoccupations des laboratoires de contrôle de qualité alimentaire est celle-ci. On trouve fréquemment *S. typhimurium* dans les diverses réserves d'animaux (porcs, bovins, volailles...) ainsi que dans certaines denrées alimentaires destinées à l'homme (Medjbar et al, 2008)

III.2.2.7 *Vibrio*

Vibrio cholerae est une bactérie gram négative, en forme de bâtonnet incurvé, qui présente une capacité d'oxydase. Il est très mobile et ne possède qu'un seul flagelle polaire. Cet anaérobie facultatif de la famille des Vibrionaceae a une taille de 1 à 3 µm et une taille de 0,5 µm à 0,8 µm. Les agents pathogènes principaux dans les épidémies de choléra sont les serogroupes O1 (biotypes classique et EI Tor) et O139. La toxine cholérique (CT) est produite par les serogroupes pathogènes, tandis que les souches non pathogènes peuvent ou non la produire. (Kaloustian et al, 2008)

III.2.1.8 *Klebsiella oxytoca*

Sont immobiles, encapsulés et contiennent des colonies semblables à des muqueuses, qui sont sensibles à la gentamicine, la kanomycine, la céphalosporine, et la polymyxine B, mais pas la pénicilline. Elles se manifestent par des infections urinaires ou respiratoires, parfois accompagnées de

septicémies et d'infections nosocomiales (1252). Les Klebsielle sont des bacilles à gram négatifs, immobiles et encapsulées, à l'exception de 6% des souches de *K. pneumoniae* subsp. Il y en une grande quantité dans le sol et les eaux et elles sont des agents de fixation de l'azoté dans l'air (**Francois et Marie ; 2007**).



Partie II
EXPERIMENTALE



Chapitre I
Matériels et méthodes

I. Matériel et méthodes

• Objectif de notre travail

Notre étude expérimentale est menée au niveau des laboratoires pédagogiques du Centre Universitaire akli mohand olhadj- bouira. Le but de notre travail est d'étudier les caractéristiques phytochimiques de l'espèce *Bunium mauritanicum* L. et ses activités biologiques à savoir son activité antioxydante et son activité antimicrobienne. Les différents paramètres biologiques étudiées vont mettre en évidence la différence cruciale qui existe entre les fruits d'une plante commercialisée et les fruits d'une plante naturelle.

I.1. Matériels

I.1.1. Matériel végétal.

Le matériel végétal utilisé dans cette étude expérimentale est constitué de fruits prélevés à partir de de la plante *Bonium mauritanicum* L. récolté le 23 février 2024 dans la région de Sour el ghozlen Dirah de la wilaya de Bouira. Les fruits de cette plante ont été séchés et broyés afin d'obtenir une poudre fine, qui sera prête à être utilisée pour la préparation des extraits aqueux.



Figure 16 : Les fruits de *Bonium mauritanicum* L (photo originale).

I.2. Méthodes de travail

I.2.1. Préparation des extraits végétaux

Pour extraire des composés biochimiques à partir des tubercules de de *Bunium mauritanicum* L., nous avons suivi les étapes suivantes par rapport à la plante naturelle.

* **Le séchage** : Après avoir collecter les tubercules de *Bunium mauritanicum* L. Ces derniers ont été nettoyés de toutes impuretés et placées à l'abri de la lumière jusqu'à séchage complet.

* **Le broyage** : La farine de *Bunium mauritanicum* L collectée à Sour el ghozlen Dirah est obtenues après un broyage des tubercules séchées. Le broyage des tubercules est réalisé à l'aide d'un moulin électrique de type Warring Blendor. La poudre obtenue de la variété étudiée est tamisée avec des tamis de 0.5 mm de diamètre de maille. La farine obtenue est conservée dans des flacons stériles en verre, à l'abri de l'humidité et la chaleur.

I.2.2. Matériel de laboratoire utilisé :

L'ensemble du matériel utilisé pour réaliser cette étude expérimentale était disponible au niveau des laboratoires de l'Université Akli Mohand Oulhadj de bouira.

I.2.2.1. Instruments et appareillage

- Hôte d'aspiration chimique
- Spectrophotomètre a flamme
- Spectroscopie UV visible
- Lyophilisateur
- Spatule
- Papier wattman
- Papier aluminium
- Étiquettes
- Broyeur
- Tamis
- Para film
- Cuvette
- Seringue et embouts
- Boites de pétri
- Ance de platine
- Étuve
- Bec benzène
- Bain marie

- Tubes à essai
- Refrijirateur
- Micropipettes
- Balance
- Agitateur magnétique
- Rota vapeur
- Pince
- Autoclave
- Béchers
- Entonnoir
- Flacon
- Écouvillon

I.2.2.2. Solutions et produits

- Eau physiologique stérile
- Eau distillée
- Eau de javel
- Méthanol
- Éthanol
- Acide sulfurique
- La poudre des plantes
- Charbonnette de sodium
- Chlorure d'aluminium
- Folin ciocalteau
- ABTS
- Sodium phosphate
- Molybdate d'ammonium
-

I.2.2.3. Milieux de culture

- Gélose nutritive
- Bouillon nutritif
- Gélose Chapman
- Gelose Hecktoen

- Gelose mac conkey
- Gelose EMB
- Gelose Muller Hinton

Par ailleurs, afin de mieux comprendre le procédé qu'on a suivi au cours de notre expérimentation ; un schéma récapitulatif de notre expérimentation est représenté dans la figure 17.

En effet, ce schéma montre que notre travail expérimental s'inscrit sur deux grands volets dont le premier consiste à réaliser une comparaison entre les techniques utilisées dans l'extraction des molécules bioactives à partir des farines des deux variétés utilisées que ce soit la variété collectée ou la variété commercialisée. Ainsi, pour l'extraction, deux techniques sont respectivement réalisées à savoir l'extraction par ultrason et l'extraction par macération.

Le second volet, consiste à comparer entre la variété collectée de *Bonium mauritanicum*.L. et celle commercialisée par rapport aux teneurs en substances bioactives et aux méthodes d'extraction utilisées.

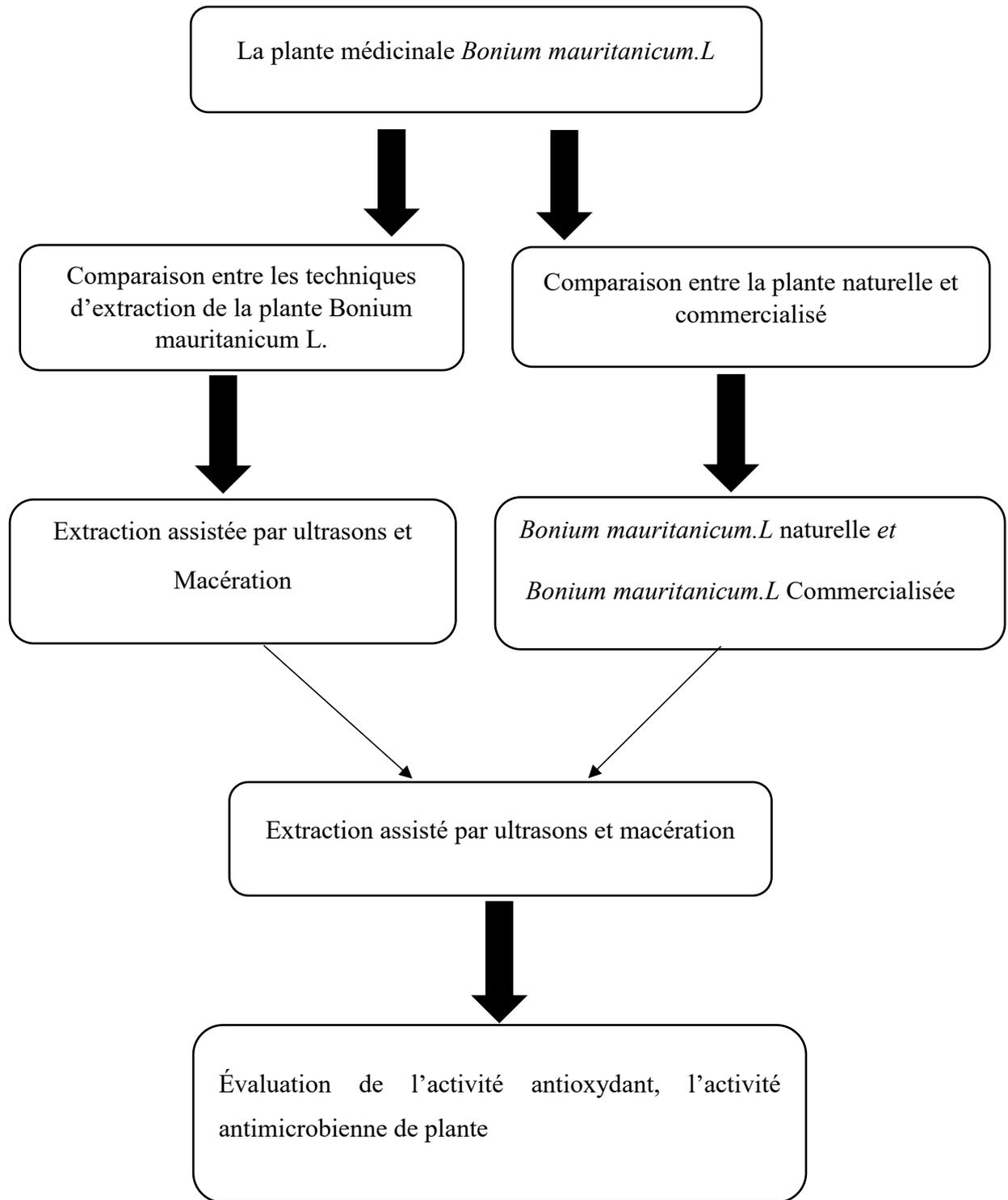


Figure 17 : Schéma explicative de chemin de travail suivez dans notre étude.

I.3. Méthodes

I.3.1. Préparation des extraits

I.3.1.1. Préparation des extraits aqueux

Pour la préparation de nos extraits, On a réalisé deux méthodes d'extraction à savoir la macération et l'ultrason.

I.3.1.1.1. Extraction par macération

I.3.1.1.1.1. Préparation des différents extraits de *Bonium mauritanicum.L*

Pour étudier l'analyse qualitative et quantitative des composées phénoliques contenue dans les fruits de l'espèce *Bonium mauritanicum.L*. et aussi évaluer l'activité antioxydante et l'activité antibactérienne ; des extraits bruts ont été préparés avec un solvant éthanol 50%.

a- Mode opératoire :

La méthode utilisée pour l'extraction a été décrite par **Moussa et son équipe en 2022**. Après avoir macérer 10 g de poudre dans 100 ml de solvant (avec un rapport de P/V : 1/10), on a agitée l'ensemble de la solution pendant 24 heure à température ambiante et à l'abri de la lumière pour éviter les oxydations. On a filtré le macérât sur du papier wattman N°1 et on a évaporé le filtrat obtenu à sec dans une étuve a une température de 40°C jusqu'à ce que le solvant soit complètement évaporé. Les extraits collectés ont été stockés dans des tubes à essai en verre fermées et placés à l'abri de la lumière.



Figure17 : Agitation magnétique des extraits (Photo originale).

I.3.1.1.1.2. Extraction par ultrason :

Moussa et ces collaborateurs en 2022 ont fixé les conditions optimales pour l'extraction assistée par ultrason. Par ailleurs, les fruits de *Bonium mauritanicum.L*.

Étaient utilisées pour extraire les composés phénoliques totaux. Pour cette recherche, on a mélangé 10 g de poudre de *Bonium mauritanicum* L. avec 100 ml de solvant. Les solvants utilisés sont l'eau et l'éthanol à 50%. L'extraction est menée dans un bain à ultrason pendant 1 heure à une température de 50°C°. Ensuite, on a récupéré et filtré les extraits obtenus à l'aide d'un papier wattman N°1. Une fois que les extraits de fruit de *Bonium mauritanicum*.L. Sont filtrés, ils sont conservés dans des tubes à essai en verre fermés et à l'abri de toute action lumineuse.

I.3.2 Dosage des composé phénoliques :

I.3.2.1 Dosage des concentrations polyphénols totaux :

Selon **Moussa et ses collaborateurs (2022)**, pour avoir une estimation quantitative des polyphénols totaux dans les extraits on utilise le réactif Folin-ciocalteau.

a- Principe

Le réactif folin-ciocalteau est diluée de 1/10 et utilisé pour oxydée l'ensemble des composés phénoliques. Ce réactif de couleur jaune subit une réduction lors de l'oxydation des phénols, ce qui conduit à donner la couleur bleue. (**Moussa et al, 2022**).

La concentration des composés phénoliques est directement liée à la formation de la coloration bleue, avec une absorbance maximale au tour de 765 nm. La réaction d'oxydation a été accélérée grâce à l'ajout de carbonate de sodium, ce qui a créé un environnement alcalin. L'acide gallique est fréquemment employé comme référence pour établir les courbes de calibration (**Moussa et al, 2022**).

a-Mode opératoire

On a mélangé 125 µl d'éthanol de chaque extrait avec 625ul de du réactif de Folin-ciocalteau (1/10) dans un tube à essai. Après avoir incubé pendant 5 minutes dans l'obscurité, nous avons ajouté 500 µl d'une solution de carbonate de sodium (Na₂CO₃) à 7,5 % au mélange réactionnelle. Par la suite, le mélange a été mis en incubation dans l'obscurité et à température ambiante pendant 30 minutes. Après ce temps d'incubation, on a mesuré l'absorbance à une longueur d'onde de 760 nm.

En même temps, on a effectué une courbe d'étalonnage dans les mêmes conditions expérimentales en utilisant de l'acide gallique comme control positif à différentes concentrations. Les essais ont été effectués à trois reprises, et les résultats ont été

communiqués en fonction de la courbe d'étalonnage, les équivalents d'acide gallique sont exprimés.

I.3.2.2 Dosage des flavonoïdes

Cette méthode repose sur le fait que les flavonoïdes peuvent former des complexes avec le chlorure d'aluminium ($AlCl_3$), ce qui donne lieu à un jaunissement.

Le chlorure d'aluminium peut établir des complexes acides stables avec le groupe cétonique C4 et les groupes d'hydroxyle des flavones et des flavonols aux positions C-3 ou C-5. En outre, le chlorure d'aluminium peut se combiner avec des acides complexes sensible aux groupes ortho-d'hydroxyles des flavonoïdes des cycles A ou B.

b- Mode opératoire

Dans cette étude, on a mélangé 0,5 ml de chlorure d'aluminium ($AlCl_3$) à une concentration de 2% avec 0,5 ml d'extrait de végétaux. Des mesures d'absorbances à 430 nm ont été effectuées après une incubation de 15 minutes dans l'obscurité et à température ambiante. Les conditions de préparation du témoin ont également été les mêmes, mais sans l'ajout d'extrait de plante à titre d'exemple pour les lectures d'absorption.

I.4. Évaluation du pouvoir antioxydant des extraits bruts

I.4.1 Activité scavenging du radical ABTS

b-Principe

La méthode employée repose sur la capacité des composés à capturer le radical-cationique ABTS (sel d'ammonium de l'acide 2,2-azinobis (3-éthylbenzothiazoline) -6-sulfonique). Le spectre d'absorption dans le visible de ce radical-cationique comprend trois pics à 645nm, 740 et 815 nm (**Moussa et al ,2022**).

L'ABTS réagit avec le persulfate de potassium pour former le radical ABTS. + Qui est d'un bleu à un vert. En ajoutant un antioxydant au mélange, ce radical sera diminué et le mélange se décolorera.

Cette méthode est couramment employée afin d'évaluer l'efficacité antioxydante des substances présentes en évaluation de leur aptitude à neutraliser le radical ABTS. + . Il y a une décoloration du mélange qui est un indice d'efficacité des antioxydants présents dans l'échantillon analysés.

La concentration en antioxydant est directement corrélée à la décoloration du radical cationique ABTS qui est mesurée par spectrophotométrie à 430 nm. Un électron (e) est détaché d'un atome d'azote de l'ABTS lors de la formation du radical cationique ABTS. Toutefois, lorsqu'un antioxydant fournit du H (radical), le radical hydrogène est piégé par l'atome d'azote concerné, ce qui crée l'ABTS + et en conséquence la solution se décolore (Moussa et al. 2022).

c- Mode opératoire

- μl ABTS + 100 μl de chaque extrait a différente concentration
- Incubation de 10 minutes à l'obscurité et a une température ambiante
- Absorbance à 430 nm
- Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique, quercitrine comme contrôle positif à différentes concentrations.

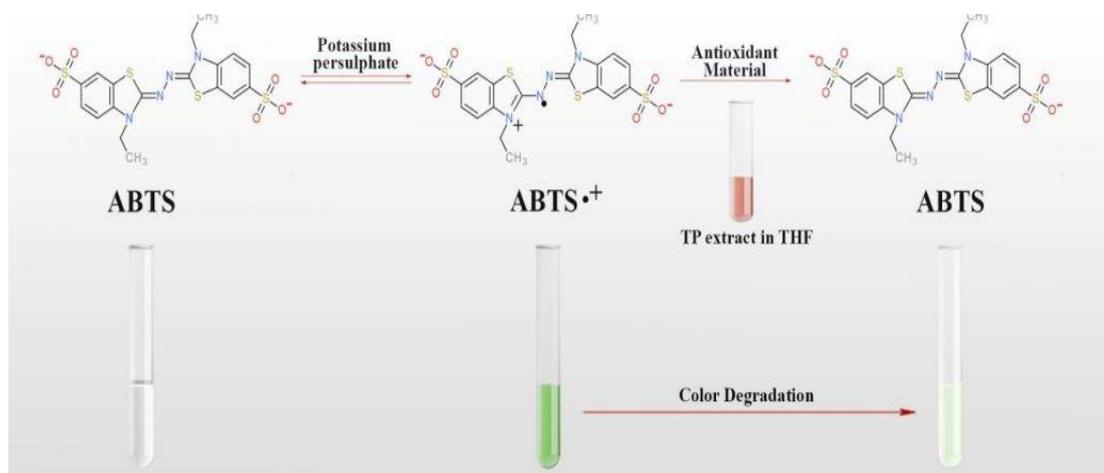


Figure 18 : Schéma explicative du principe de l'activité antioxydante par piégeage de radical libre ABTS*

I.5. Activité antioxydante totale

On a également effectué le dosage des antioxydants totaux en utilisant un réactif de phosphomolybdane, où on a mélangé de 200 μl de différentes concentrations de l'extrait lyophilisé de *Bonium mauritanicum.L.* avec 2 ml de solution d'essai composée de solution sulfurique 0,6 M acid, 4 Mm de molybdate d'ammonium tetrahydrate et 28 Mm de phosphate de sodium. L'ensemble a été incubé pendant 90 minutes à une température de 95 C° et une

fois refroidi à température ambiante, on a mesuré l'absorbance à 695 nm (Moussa et al ; 2022) calibration (Prieto, Pineda et al., 1999).

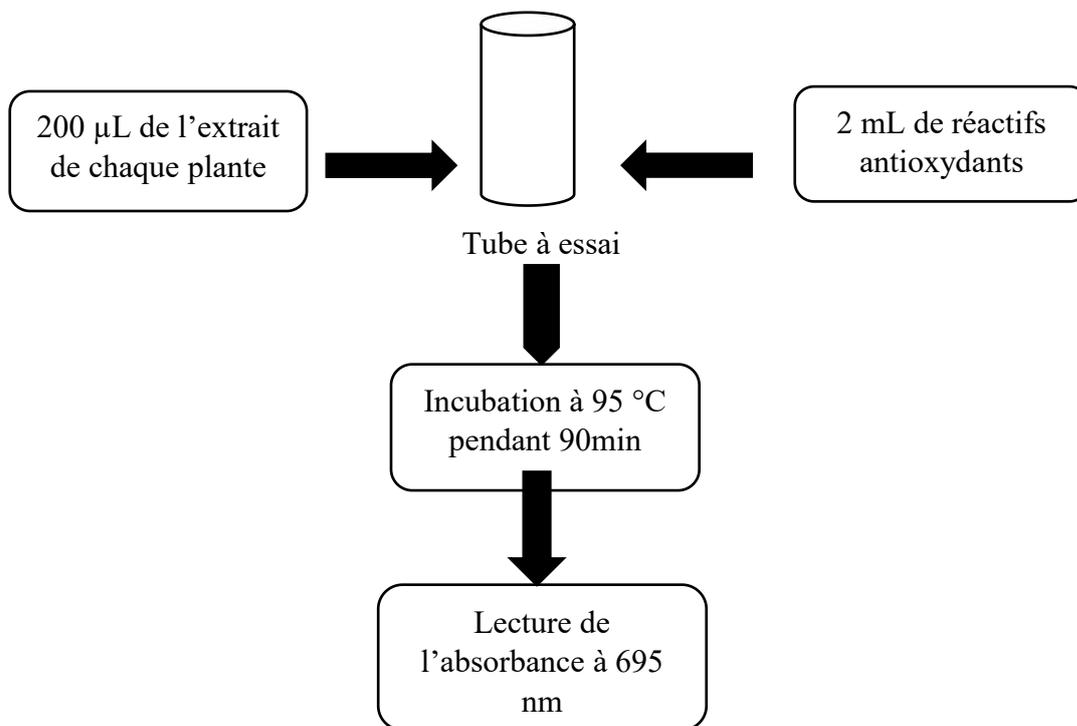


Figure 19 : Schéma explicative du principe de l'activité antioxydant totale (AAT).

I.6. Activité antimicrobienne

I.6.1. Activité antibactérienne

I.6.1.1. Test de l'activité antibactérien des extraits

Les colonies et les espèces isolées ainsi que les bactéries sont déjà identifier. Les espèces utilisés dans la présente étude sont *E. coli*, *Klebsielle oxytocaills*, *staphylococcus aureus* et

Pseudomonas. Ces souches sont récupérées au laboratoire de microbiologie de notre université Akli Mohand Oulhadj bouira et sont soumis à ce test.

Le test bactériologique vise à identifier parmi les extraits préparés celui qui présente la plus forte capacité d'inhibition des bactéries responsables des maladies de goitre, les bactéries sont placées par étalement à l'aide d'un écouvillon sur des boîtes de pétries contenant la gélose Mueller-Hinton. En utilisant un embout jaune stérile, nous creusant des trous sur la surface de la gélose, puis nous remplissons les trous avec 50 μ l de l'extrait.

L'éthanol 50 % es utilisé comme un témoin. Ensuite, les boîtes sont placées en incubation pendant 16 heures à une température de 37 C° (**Mac Faddin 1985**). Lorsqu'elle est présente, l'activité antibactérienne se traduit par des zones d'inhibition circulaires transparentes, ce qui signifie qu'il n'ya pas eu de croissance bactérienne.

La sensibilité de la souche augmente au fur et à mesure que le diamètre de cette zone augmente (**Mac Faddin2003**).

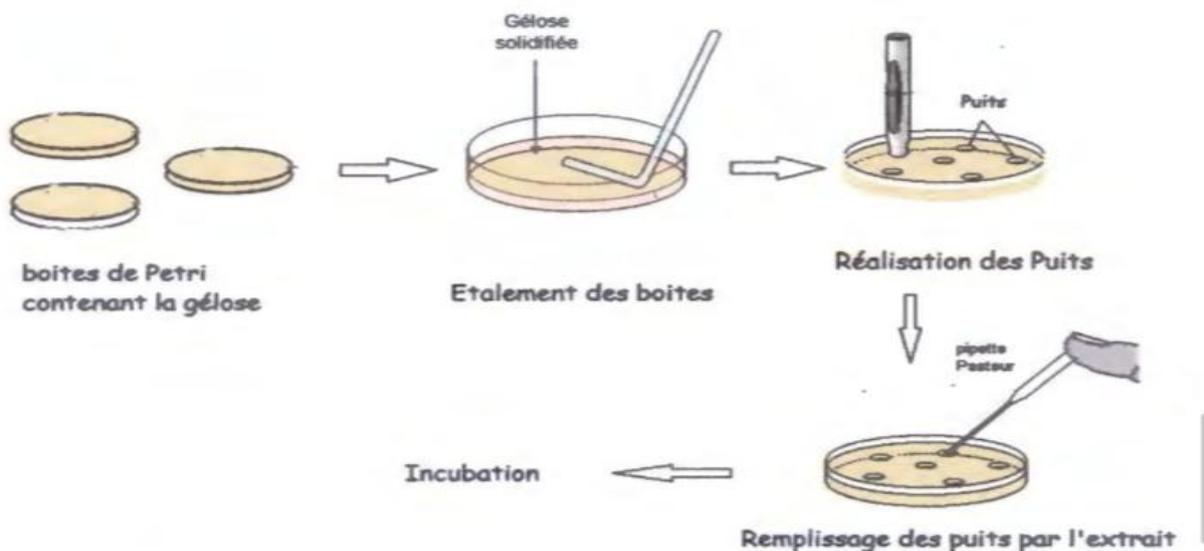
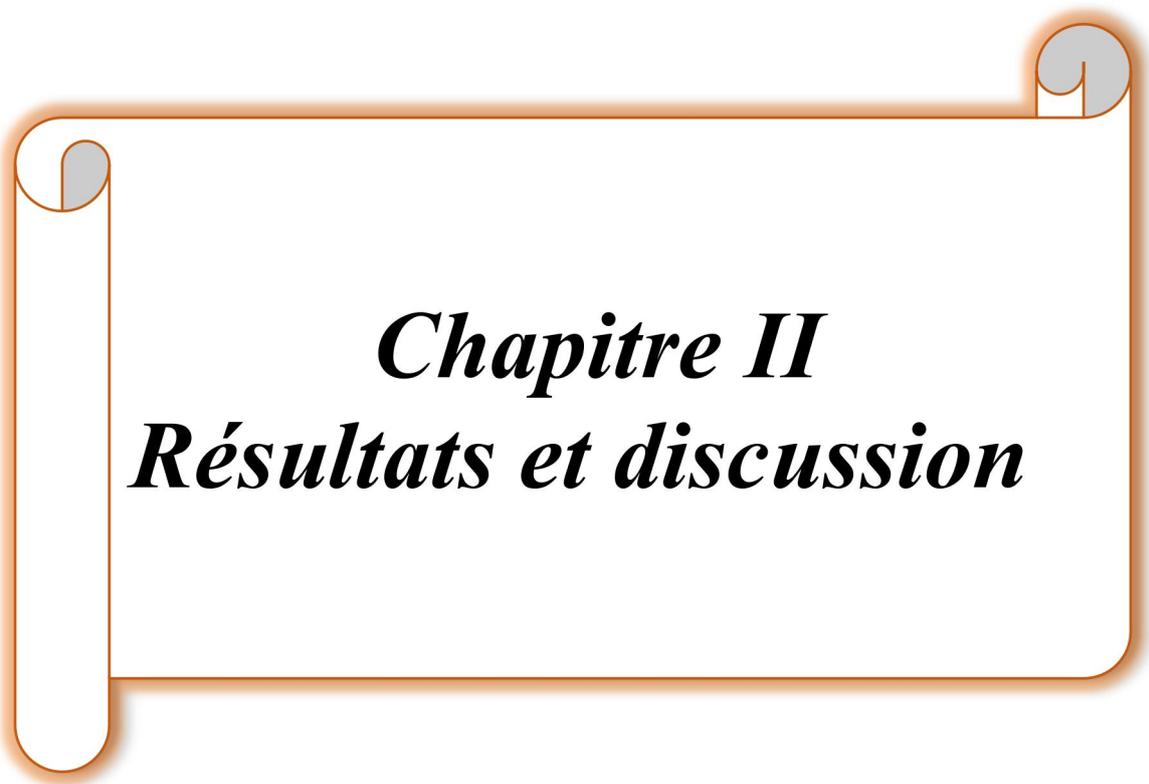


Figure 20 : Protocole du test de l'activité antibactérienne des extraits (**Mac Faddin2003**).



Chapitre II
Résultats et discussion

II.1. Teneurs en composés phénoliques

II.1.1. Teneurs en polyphénols totaux

On a mesuré les concentrations totales de polyphénols dans les divers extraits bruts de *Bunium mauritanicom L* en utilisant le réactif de Folin-Ciocalte. Avec l'acide gallique comme standard, dont la courbe d'étalonnage est illustrée dans la figure 21 . On a mesuré l'absorbance à une longueur d'onde de 760 nm, et les concentrations en polyphénols sont exprimées en mg EAG/mg d'extrait.

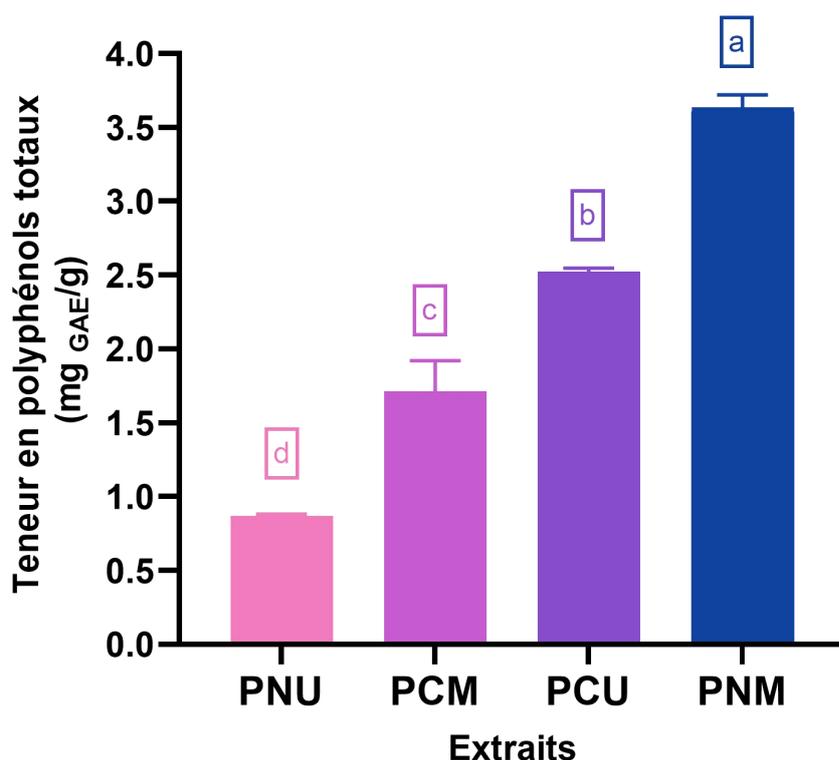


Figure 21 : les polyphénols totaux des extraits obtenus par ultrasons et macérations de la Plante commercialisé et la plante naturelle.

Selon les résultats de la macération, les niveaux de polyphénols dans l'extrait naturel de *Bunium mauritanicom L* ont été mesurés à $(3,63 \pm 0,08)$ mg EAG/g et sont très élevés par rapport aux autres extraits. En outre, l'extrait de la plante commercialisée présente une concentration de $(1,71 \pm 0,2)$ mg EAG/g au même niveau que les autres PCU, avec une concentration de $(2,52 \pm 0,02)$ mg EAG/g PNU. Dans cette expérience, l'échantillon naturel obtenu par ultrason présente une quantité très faible de polyphénols, mesurant $(0,86 \pm 0,01)$ mg EAG/g.

Les résultats démontrent que la méthode de macération est plus performante que l'utilisation d'un ultrason car Le processus de macération implique de laisser la matière végétale trempée dans un solvant organique ou inorganique à température ambiante, avec ou sans agitation continue. L'extraction joue un rôle crucial dans l'identification des composés bioactifs présents dans les plantes. Pendant la procédure d'extraction, les solvants se propagent dans le matériel végétal solide et facilite la solubilisation des composés ayant une polarité similaire (Tiwari, Kumar et al. 2011 ; Mahmoudi, Khali et al. 2013). Dans notre étude, nous utilisons la macération afin de comparer la plante naturelle *B. mauritanicom L.* Avec celle qui est commercialisée. La source du plant a également un impact important sur la quantité de composé phénolique.

Les résultats des travaux menés par Aiouaz et Arezki en (2021) et ceux de Toul et al. (2022) sont inférieurs à ceux de nos résultats.

Par ailleurs, nos résultats sont bien supérieurs à ceux obtenus par (Karouche et al ; 2020), qui ont examiné l'extrait méthanolique de la même espèce. Cette différence est étroitement liée par rapport à des facteurs naturels tels que le climat, la localisation géographique et la grande variabilité de la composition chimique active peut expliquer ces faibles des résultats. De plus, cette situation peut être due à des facteurs particuliers tels que le type de solvants employés, la méthode d'extraction et le délai de la technique.

Dans ce contexte, AndziBarhé et Feuya-Tchouya (2015) soulignent que de nombreux auteurs ont examiné l'impact de diverses conditions d'extraction sur le profil phénolique et la composition chimique de diverses espèces. Selon (Youcefi et al ; 2008), d'autres auteurs ont démontré que non seulement chaque plante présente une différence par sa composition chimique, mais aussi que la composition biochimique des organes d'une même plante diffère. De plus, chaque composé chimique peut être extrait à l'aide d'un solvant approprié.

La solubilité des composés phénoliques peut être influencée par d'autres facteurs, tels que la nature et la polarité du solvant, ainsi que le degré de polymérisation des composés phénoliques. En effet, selon Naczk et Shahidi (2004), la quantité totale de polyphénols présente dans les espèces végétales varie en fonction de divers facteurs, tels que les conditions géographiques et climatiques, les facteurs génétiques et le degré de maturation de la partie de la plante utilisée.

II.1.2. Tenures en Flavonoïdes

Nous avons mesuré la quantité totale de flavonoïdes présente dans les extraits de *Bunium mauratinicome L.* en utilisant la méthode du trichlorure d'aluminium (AlCl₃).

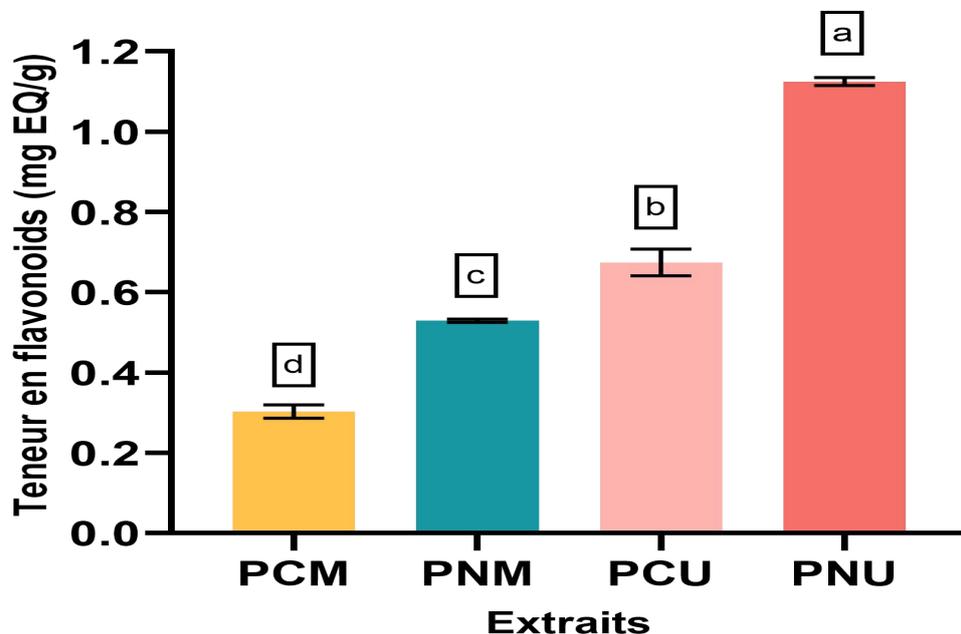


Figure 22 : Les flavonoïdes totaux des extraits obtenus par ultrasons et macérations (Plante commercialisé et naturelle), Les niveaux non reliés par la même lettre sont significativement différents (**Test de Tukey**).

La présence de flavonoïdes dans tous les extraits testés a été confirmée par la teneur en flavonoïdes des extraits de feuilles de *Bunium mauratinicom L.* Les niveaux de flavonoïdes dans l'extrait naturel de *B. mauratinicom L.*, sont de l'ordre de $(1,12 \pm 0,009)$ mg EQ/g par ultrason et sont très élevés par rapport aux autres extraits, et les valeurs enregistrées pour l'extrait commercialisé sont également très élevés. Une concentration de $(0,67 \pm 0,03)$ mg EQ/g est obtenue par ultrason et est également significative par rapport aux autres extraits PCM, qui sont de $(0,30 \pm 0,01)$ mg EQ/g PNM. Dans cette expérience, l'extrait commercialisé obtenu grâce à une macération très faible de flavonoïdes de $(0,52 \pm 0,004)$ mg EQ/g, d'autre provenant de la source de la plante présente également un impact important sur la quantité de composé flavonoïde provenant de la plante. (La plante naturelle montre teneur élevé des flavonoïdes).

Ces résultats démontrent que l'utilisation de l'ultrason est plus performante que la macération car la méthode implique l'utilisation d'une irradiation de la matrice en présence d'un solvant. Le phénomène de cavitation permet de renvoyer les analytes dans le milieu externe. Nous utilisons cette méthode pour comparer les plantes naturelles et cultivées dans la région de Sour el ghozlane dans la wilaya de Bouira. En examinant nos résultats par rapport à ceux obtenus par **Karouche et ses collaborateurs (2020)**, il est évident que leurs résultats sont inférieurs à ceux de nos résultats. Par ailleurs, les résultats obtenus par **Aiouaz et Arezki (2021)** sont plus élevés que ceux de nos résultats. Les résultats peuvent être faibles en raison de cette disparité par rapport à des facteurs naturels tels que le climat, la localisation géographique et la grande variabilité de la composition biochimique active. En outre, cette situation peut résulter de plusieurs facteurs de variabilités spécifiques telles que le type de solvants utilisés, la méthode d'extraction et le temps nécessaire pour effectuer la technique.

Selon plusieurs études, il a été démontré que l'éthanol offre des rendements similaires à ceux du méthanol dans la majorité des cas. Cependant, ce dernier est toxique pour l'environnement et à la santé humaine, ce qui le rend peu recommandé pour les applications alimentaires (**Proestos et Komaitis 2008 ; Yaqoob et al ; 2020**). Cela explique pourquoi nous avons opté pour l'éthanol et l'eau, qui présentent l'avantage d'être moins coûteux, non polluants et non toxiques pour la santé (**Mahmoudi et al ; 2013**). De plus, il a été démontré que lorsque le milieu de vie de la plante n'est pas approprié, les niveaux de phénols totaux et de flavonoïdes sont élevés, ce qui encourage la production de métabolites secondaires pour s'adapter et survivre (**Apak et al., 2007**).

II.2. Pouvoirs antioxydants des extraits

L'évaluation de l'activité antioxydant des extraits de *B. mauratinicom L.* a été réalisée par trois tests in vitro : Le test au DPPH, la méthode de FRAP et le test d'ABTS.

II.2.1. Activité de piégeage du radical ABTS'+

L'activité antioxydant des extraits est due à leur capacité à inhiber le radical ABTS'+. Les différents extraits de la plante *Bunium mauratinicom L.* obtenus par ultrason et par macération, présentent une activité antioxydant. L'absorbance élevée témoigne une activité intense.

L'histogramme de la figure 23 montre que les extraits de PNM présentent une concentration

de $(1,35 \pm 0,04)$ mg/ml.

Les concentrations de PNU sont de $(1,72 \pm 0,06)$ mg/ml, ce qui est supérieur aux autres PCM de 1,34 mg/ml et aux PCU de $(1,35 \pm 0,01)$ mg/ml.

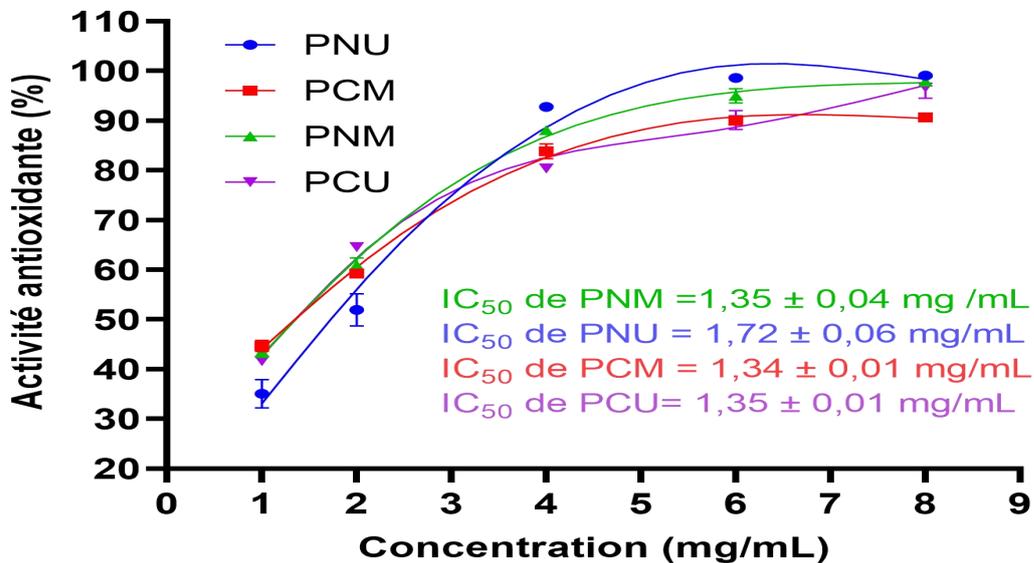


Figure 23 : Activité antioxydant des extraits obtenus par ultrasons et macérations (Plante commercialisé et naturelle).

A partir des résultats obtenus, on peut en déduire que l'extraction n'est pas efficace sur l'activité antioxydant, même si la source de la plante joue un rôle essentiel dans la détermination de l'activité antioxydante à 7 mM avec une absorbance de 430nm.

Les travaux réalisés par **Karouche et al. (2022)** leurs résultats sont supérieurs par rapport nos résultats.

Par ailleurs, les résultats obtenus dans la présente étude sont largement supérieurs à ceux obtenus par **Toul et al. en 2022**, **Karouche et al. En 2020**) et ceux de **Aiouaz et Arezki en 2021**.

Cette différence est étroitement liée aux conditions expérimentales telles que le type du solvants utilisés, la méthode d'extraction et le temps de la technique.

II.2.2. L'activité antioxydant totale

Les résultats mentionnés dans la figure ci-dessous, obtenus avec l'activité antioxydant totale dans les différents extraits de la plante *Bonium mauritanicum L.* réalisés par ultrasons et macération montrent la présence d'une activité antioxydant totale.

Selon les résultats obtenus une concentration élevée d'absorbance indique des activités antioxydant élevées.

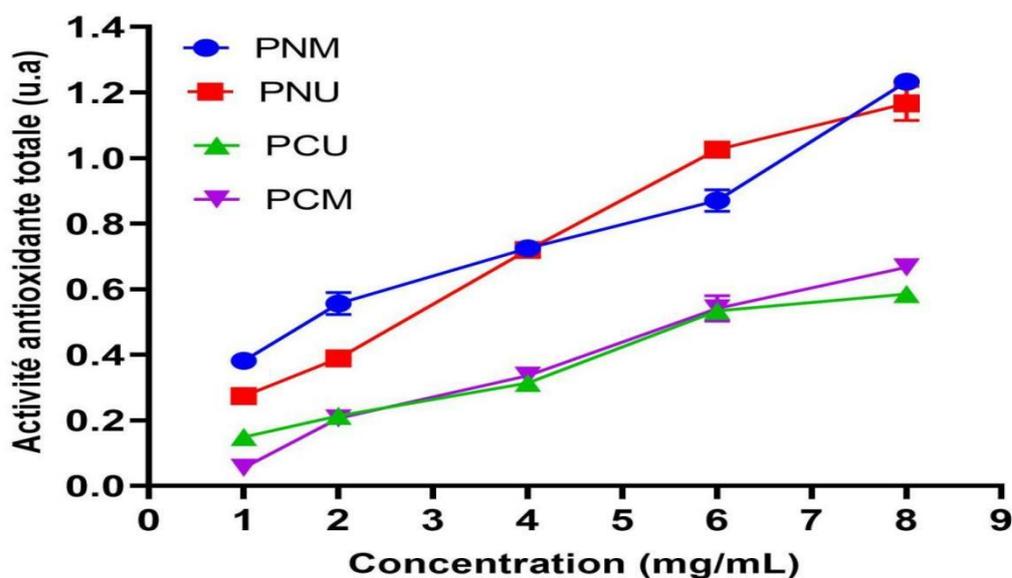


Figure 24 : Activité antioxydant totale des extraits obtenus par ultrasons et macération de la Plante naturelle et commercialisée de l'espèce *Bunium mauritanicum L.*

Les extraits de PNM ($1,23 \pm 0,01$) mg/ml et PNU ($1,16 \pm 0,05$) mg/ml obtenus par ultrasons et macération présentent des activités antioxydants totales plus élevées que les PCM ($0,66 \pm 0,007$) mg/ml et PCU ($0,58 \pm 0,01$) mg/ml.

Il est possible de conclure que la méthode d'extraction n'a pas d'impact sur l'activité antioxydant totale, bien que la source de la plante joue un rôle crucial dans la détermination de cette dernière.

Par ailleurs, à la concentration maximale de 8 mg/ml, la plante naturelle extraite par macération a une absorbance maximale de ($1,23 \pm 0,01$ mg/ml). Nos résultats convergent avec ceux de **Gharboudje et Hellous en (2023)** sur l'espèce *Bunium mauritanicum L.*

II.2.3. L'activité antibactérienne :

La méthode de diffusion sur des puits sur un milieu gélosé solide Mueller-Hinton a été utilisée pour étudier le pouvoir antibactérien des extraits des plantes médicinales testées sur l'espèce *Bunium mauratinicom L.* Le diamètre de la zone d'inhibition autour des puits contenant les extraits à tester a été utilisé pour évaluer l'activité antibactérienne des extraits.

L'activité antibactérienne de nos extraits a été évaluée in vitro en fonction de la présence ou non de zones d'inhibition, du diamètre de la zone (DD) et de la concentration minimale inhibitrice (CMI) par rapport au blanc représenté par l'éthanol utilisé (Ben abdallâh et al, 2019)

Selon les résultats obtenus, nous remarquons qu'il n'y a pas apparition des zones d'inhibitions dans les boîtes de pétries donc la plante de *Bunium mauratinicom L.* N'a pas un effet antibactérien et que les bactéries résistent à l'extrait (absence de l'activité antibactérienne des extraits) sauf dans des quelque boîte on remarque qu'il y a une clairance autour des puits par rapport ou autre boîtes ce qui insinue qu'il y a une diminution de la charge bactérienne.

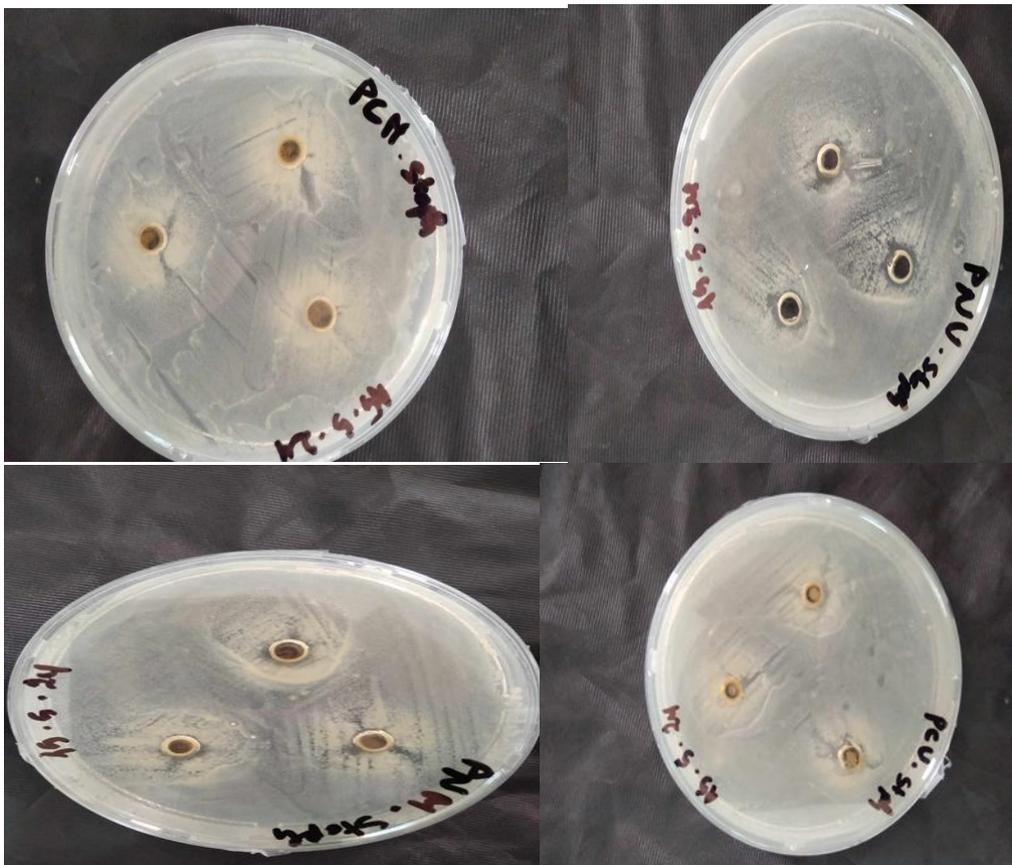


Figure 25 : absence de l'activité antibactérienne des extraits (*Staphylococcus aureus*)

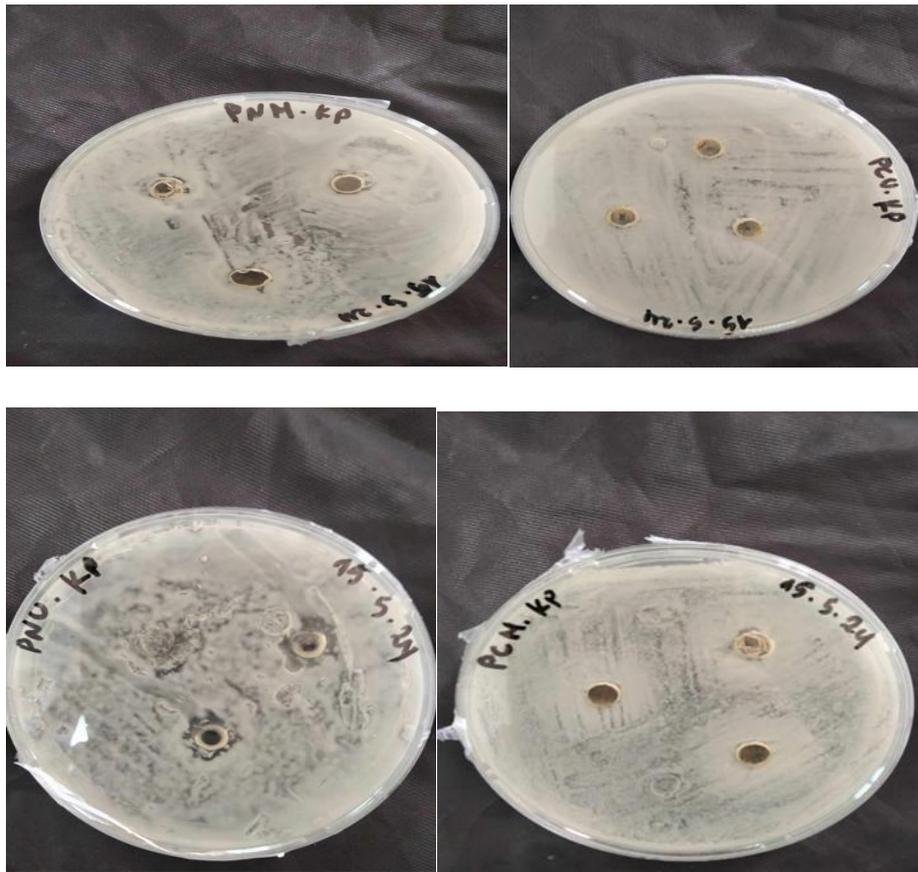


Figure 26 : absence de l'activité antibactérienne de l'extrait (*Klebsiella oxytoca*)

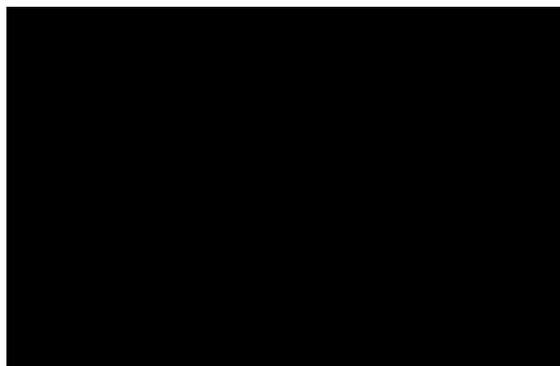


Figure 27 : absence de l'activité antibactérienne de l'extrait (*Pseudomonas aerogenosa*)

Figure 28 : absence de l'activité antibactérienne de l'extrait (*E. coli*)

Figure 29 : activité antibactérienne (diminution de la charge bactérienne) sur la souche *E. coli*, l'extrait des plantes PCM et PCU

D'après les résultats de (**Bousetla et al, 2011**) on a remarqué que les résultats sont positifs par rapport à nos résultats et ils ont travaillé à plusieurs concentrations de 1 mg/ml à 8 mg/ml comme suit :

E. coli 08.00 ± 1.47

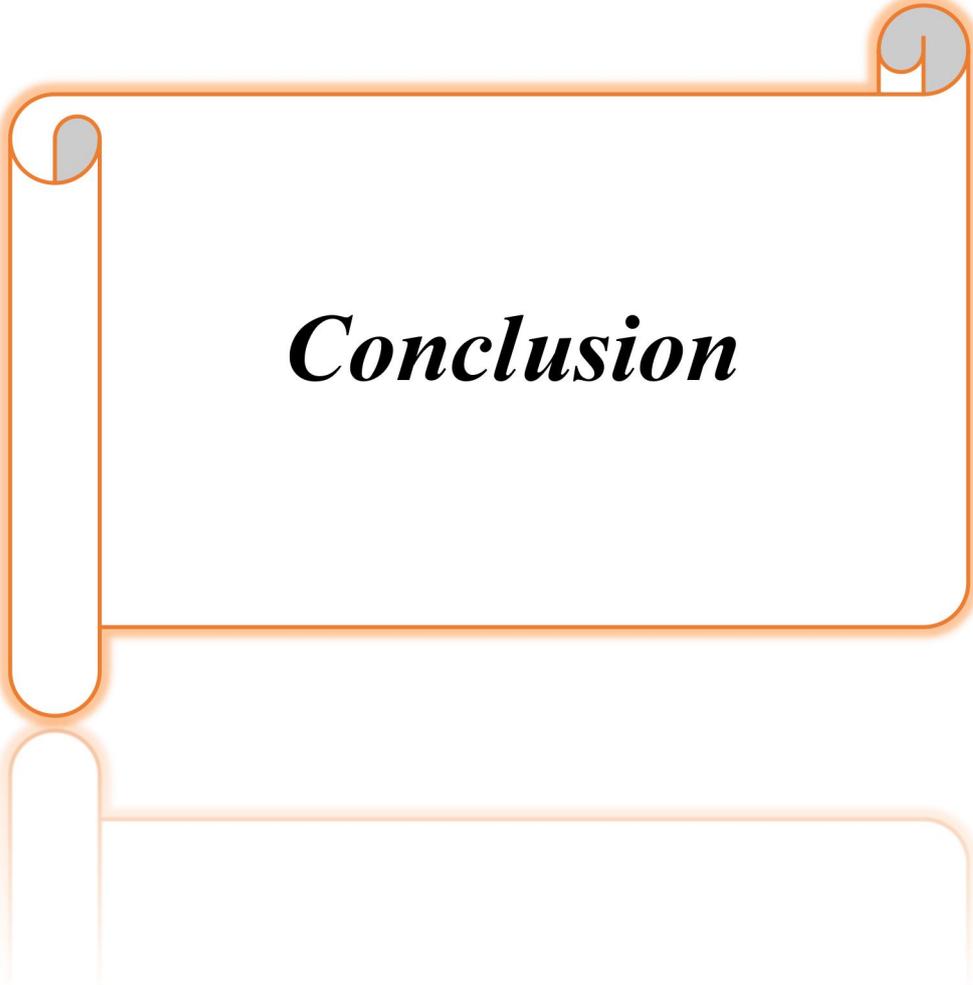
Staphylococcus aureus 06.00 ± 0.00 13.00 ± 1.47 18.50 ± 1.15 20.33 ± 0.86

Pseudomonas aerogenosa 07.00 ± 01.00 13.00 ± 0.57 16.66 ± 01.15

Klebsiella oxytoca 08.0 ± 1.47 11.00 ± 01.15

De ces résultats, on peut déduire que les facteurs naturels, les conditions climatiques, la localisation géographique, la période de récolte, les facteurs génétiques, et la grande variabilité de la composition chimique active peuvent expliquer cette faiblesse de résultats. Cependant, cela peut être induit par des conditions expérimentales telles que le type de solvant utilisé, la méthode d'extraction et le temps de la technique.

Par ailleurs, la sensibilité excessive des bactéries aux changements environnementaux externes, tels que la température, le pH, et les extraits naturels, peut également expliquer les résultats négatifs (Crandall et al. 2006).



Conclusion

Conclusion

Les plantes médicinales demeurent une source privilégiée de substance active et sont donc de plus en plus utilisées dans le domaine pharmaceutique. Les polyphénols parmi les nombreuses composées végétales, sont très intéressants et font l'objet de nombreuse recherche aujourd'hui.

A la lumière des résultats obtenus suite à cette étude qui vise à comparer deux techniques d'extraction des composé phénoliques à savoir la macération traditionnelle à température ambiante et l'extraction assistée par ultrason. Cette étude examine divers éléments tels que le taux d'extraction des métabolites spécifiques, la mesure colorimétrique des extraits obtenue et l'évaluation de leur activité antioxydant.

Les résultats de la comparaison montrent que la méthode de macération conventionnelle a donné le meilleur rendement d'extraction grâce à cette technique, une plus grande quantité de composés phénoliques a été extraite de l'espèce *Bonium mauritanicum L.* par rapport à l'extraction assiste par ultrason.

Les résultats de la comparaison entre les deux variétés de plante montrent que la plante naturelle meilleure en activité antioxydant que la plante commercialisée et ceux par rapport aux étapes d'extraction et aux dosages.

Les analyses quantitatives des diverses catégories de composées phénoliques totaux, des flavonoïdes et des tanins, démontrent que la macération traditionnelle permet une extraction quantitative plus efficace des polyphénols totaux. Cela implique que la méthode de macération permet d'extraire une quantité plus importante de polyphénols totaux de l'échantillon de l'espèce *Bonium mauritanicum L.*

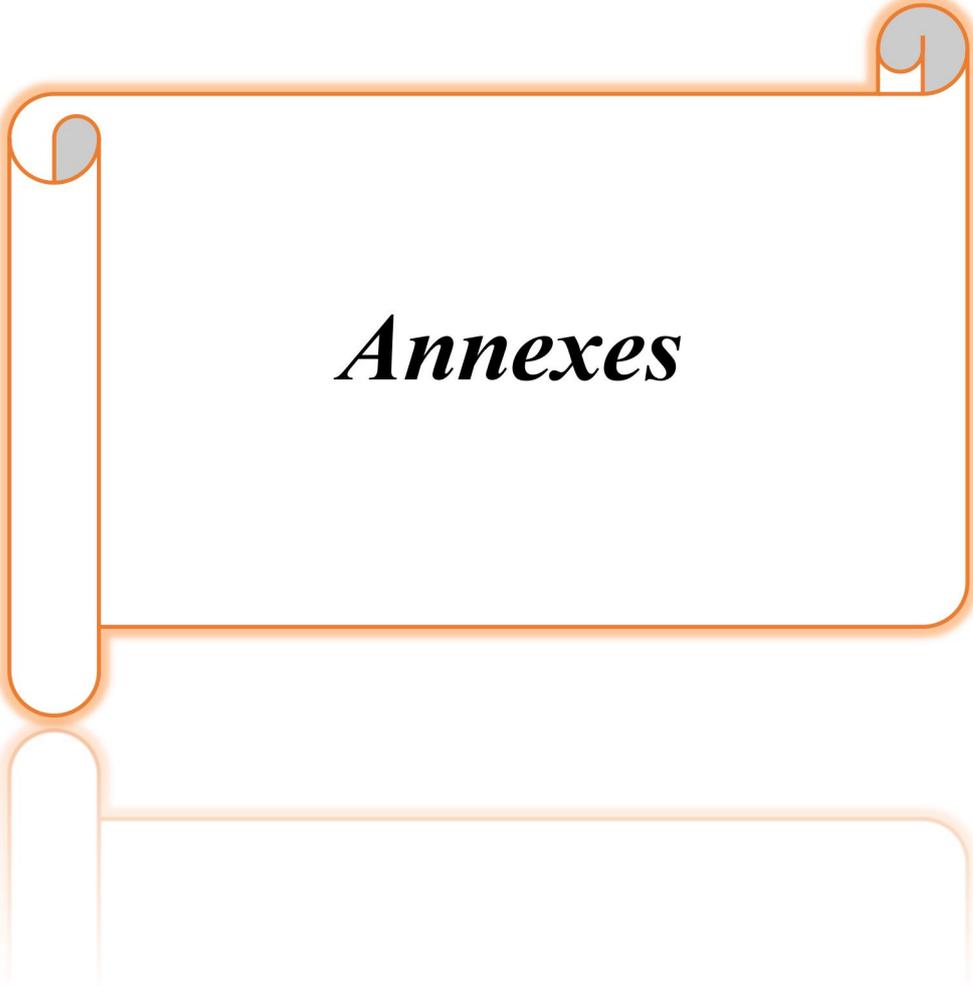
Concernat la méthode de piégeage du radical-cation ABTS. Cette dernière a révélé que l'extrait éthanolique 50% présente un pouvoir antioxydant élevé soit $IC_{50} = 7,1 \text{ ug /ml}$ pour ultrason, comparable à celui de l'acide ascorbique qui présente un $IC_{50} = 2,44 \text{ ug / ml}$. Cependant, les extraits aqueux ont un effet faible par rapport à la quercitrine ou à l'acide gallique.

Concernant l'activité antimicrobienne, une légère réaction a été observée avec l'espèce

Conclusion

Il ressort de tous ces résultats que les meilleurs rendements que ce soit avec l'extraction des molécules bioactives ou avec l'activité antioxydante sont obtenus avec la variété *Bonium mauritanicum L.* cultivée à Sour el ghozlane dhira.

Des études supplémentaires sont suggérées pour identifier les composées phytochimiques présentes dans les extraits étudiés, soit par macération traditionnelle, soit par extraction assisté par ultrason, de mettre en évidence la caractérisation de l'espèce *Bonium mauritanicum L.* Et aussi d'élucider le mécanisme génétique de cette plante



Annexes

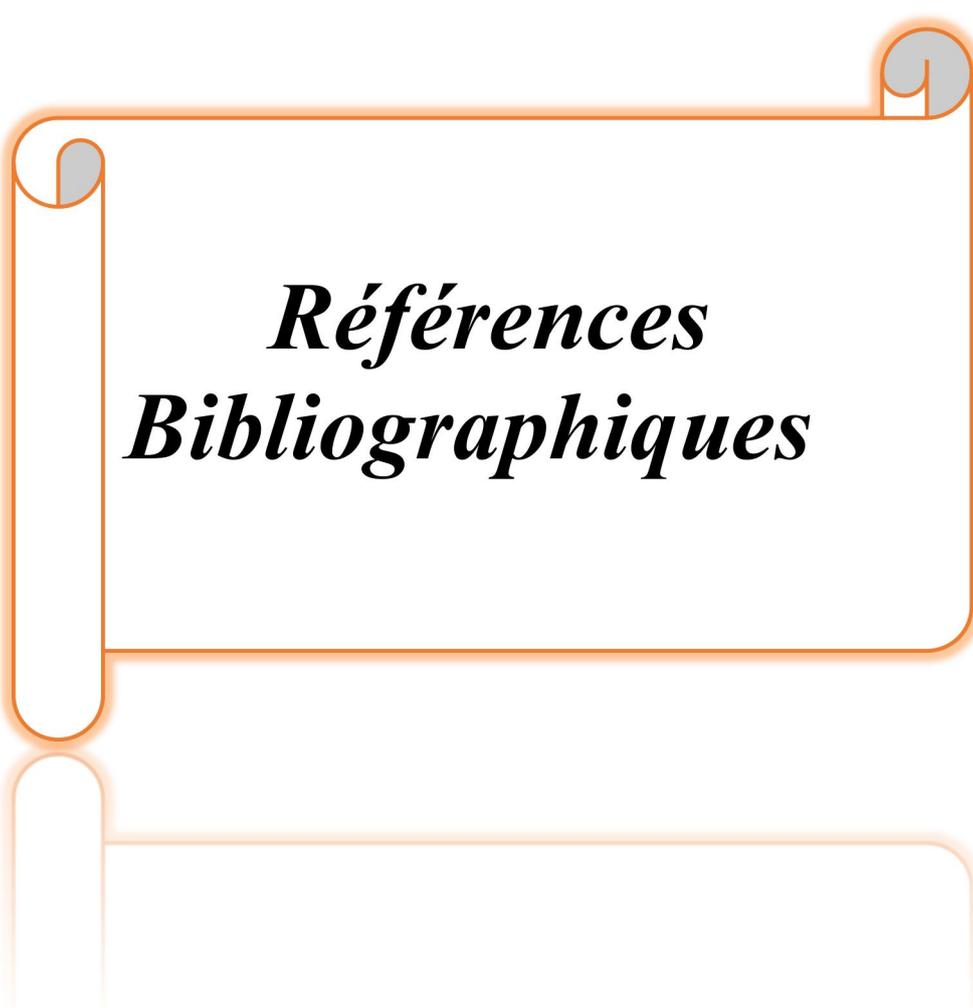
Annexes

Tableau A.1 : Différents produits et appareillages utilisé dans l'évaluation des activités.

produits chimique	Appareils
Ethanol	Balance de précision (OHAUS, PX85, B937268868, USA).
Folin –Ciocalteu	Spectrophotomètre UV visible (UV/vis Spectrophotomètre, SP-3000nano, 5T5701-143132-00, Japan).
Carbonate de sodium (Na ₂ CO ₃)	Etuve ventilée (Mettler, D39263/D39264, B319.0656, Germany).
Chlorure d'aluminium (AlCl ₃)	Bain marie (Mettler, L519.0937, Germany).
Hydroxyde de sodium (NaOH)	Plaque agitatrice (Stuart, R600002574, UK-PRC).
ABTS (acide 2,2'-azino-bis (3éthylbenz-thiazoline-6-sulfonique))	Soxhlet.
persulfate de potassium (K ₂ S ₂ O ₈)	Plaque chauffante (Stuart, R600002574, UK-PRC).
Milieu Muller-Hinton (TMMEDIA)	Lyophilisateur (CHRIST, 22645, Germany).
Milieu Gélose nutritive (Liofilchem)	Broyeur électrique
	Ultrasons à bain (J.P.SELECTA, s.a., 611898, Spain).

Tableau A.2 : Les souches bactériennes utilisé dans l'étude d'activité antibactérienne.

Nom de la souche	Référence
Escherichia coli	ATCC25922
Klebsiella pneumoniae	ATCC 700603
Staphylococcus aureus	ATCC25923



***Références
Bibliographiques***

Référence

« A »

- **Afonso, V., R. Champy, et al. (2007).** "Radicaux libres dérivés de l'oxygène et superoxydes dismutases: rôle dans les maladies rhumatismales." *Revue du Rhumatisme* 74(7): 636-643.
- **Ahmed, S., Siddiqui, MUA, Hasan, MM (2017).** Globally used antiurolithiatic plants of family Apiaceae. *World Journal of Pharmaceutical Research*; 6(7): 358-364.
- **Aissani, Fatine ; (2022).**Caractérisation phytochimique, valorisation biologique et toxicologique des différents extraits d'une espèce Algérienne *Sonchus oleraceus* L. Université 8 mai 1945 - Guelma.
- **Amor, B. B. (2008).** Maîtrise de l'aptitude technologique de la matière végétale dans les opérations d'extraction de principes actifs : texturation par détente instantanée contrôlée (DIC), Université de La Rochelle.
- **Atawodi, S. E (2005).** Antioxydant Potential of African Plants. *Afr J Biotechnol.* 4 (2), pp: 128-133. 14. Georgetti, S. R., Casagrande, R., Di-Mambro, V. M., Azzolini, A. E., Fonseca, M. J. V (2003). Evaluation of Antioxidant Activity of Different Flavonoids by the Chemiluminescence Method. *A P S Pharm Sci.* (2), 20.
- **Aurousseau, B (2002).** Les Radicaux Libres Dans L'organisme Des Animaux D'élevage : Conséquences Sur La Reproduction, La Physiologie Et La Qualité De Leurs Produits. *INRA Prod. Anim*, 15 (1): pp: 67-82.

« B »

- **Balentine, C., P. Crandall, et al. (2006).** "The pre-and post-grinding application of rosemary and its effects on lipid oxidation and color during storage of ground beef." *Meat Science* 73(3): 413-421.
- **Behih Y. B. & Ben Amrouche S., (2017).** Screening phytochimique et analyse pédologique de la plante « *Pinus halpensis* mill. » récolté de trois régions (Ghilassa, Ksour, Ouacif). Mémoire de Master. Université Mohamed El Bachir El Ibrahim B.B.A. p.12.
- **Bergogne-Berezin E. et Dellamonica P. (1995).** Antibiothérapie en pratique clinique. Ed. Masson, Paris. 486p.
- **Belkhir, S, A. Koubaa, et al. (2013)** .Seasonal effect on the chemical composition of the leaves of *Stipa tenacissima* L .and implications for pulp properties .*Industrial crops and products* 44:56-61
- **Benayache, Fadila and Belbache, Hanene (2017).**"Investigation phytochimique de l'extraitchèoroformede *centaurea parviflora* desf."

Références Bibliographiques

- **Benkhalifa, A., Toumi, M., & Berberi, M. (2018).** Laboratoire d'ethnobotanique et substances naturelles, ENS El-Ibrahimi Kouba, Biotechnol. Agron. Soc. Environ, Alger, 3(2), 69-77.
- **Benkhalifa, A., Toumi, M (2019).** Talghouda, une ancienne source alimentaire bien évoquée dans les soins traditionnels en Algérie. Laboratoire d'Ethnobotanique et **substances** Naturelles Ecole de Normale Supérieure, El-branimi, Vieux Kouba. Alger. 37-39. 58-364.
- **Bisoli, E., Garcez, W. S., Hamerski, L., Tieppo, C., & Garcez, F. R. (2008).** Bioactive pentacyclic triterpenes from the stems of *Combretum laxum*. *Molecules*, 13(11), 2717-2728.
- **Blayo, B (2022).** Les huiles végétales, les colophanes et les terpènes. in L'ACTUALITE CHIMIQUE, N° 11-12, p. 27-30.
- Heller, R., Esnault, R., Lance, C (2004). Physiologie végétale 1. Nutrition. Dunod, Paris, 1998 pour la cime présentation, p. 288-305 _ (Sciences Sup).
- **Booth, N. L., Dejan, N., Richard, B., & Stoci, E. (2004).** New lanthanide complexes of 4 methyl 7 hydroxy coumarin and their pharmacological activity. *Clinical Pharmacology and Therapeutics*, p50, 120-123.
- **Boubakri, C., (2014).** "Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de *Solanum melongena* par des techniques électrochimiques". Thèse en vue de l'obtention Du diplôme de Doctorat en Chimie. Université Mohamed Khider –Biskra. P176.
- **BOUKEZATA, Boualem, CHAOUI, Abdelmadjid, GAUBERT, Jean-Paul, et al.** Système Solaire photovoltaïque connecté au réseau électrique et associé à un filtre actif parallèle. In : Symposium de Génie Électrique 2014.
- **Boukezata A. (2014).** La Composition chimique et l'activité antibactérienne d'une plante Algérienne (*Bunium Incrassatum*). Mémoire de Master. Université Ferhat Abbas, Sétif, 59p.
- **BOUKEZATA, Ahlem.** La Composition chimique et l'activité antibactérienne d'une plante Algérienne (*Bunium Incrassatum*). 2015. Thèse de doctorat.
- **BOUKHOBZA, Florine et GOETZ, Paul.** Phytothérapie en odontologie. Éditions CdP, 2014.
- **Boukhobza, F., & Goetz, P. (2014).** *Phytothérapie en odontologie-Éditions CdP*. Initiatives Santé.
- **Boumediou, A., & Addoun, S. (2017).** Étude Ethnobotanique sur l'usage des plantes toxiques, en médecine traditionnelle, dans la ville de Tlemcen (Algérie).

Références Bibliographiques

- **Boumediou, A. et Addoun, S., 2017.** Thèse de doctorat Etude ethnobotanique sur l'usage des plantes toxiques, en médecine traditionnelle, dans la ville de Tlemcen (Algérie). Université Abou Bakr Belkaïd-Tlemcen 67p.
- **Bousetla, A., Zellagui, A., Derouiche, K., & Rhouati, S. (2011).** Chemical constituents of the roots of Algerian *Bunium incrassatum* and evaluation of its antimicrobial activity. *Arabian Journal of Chemistry*, 1-4.
- **Boyd B., Ford C., Koepke M.C., GaryK., Horn E., Mc Analley S., and Mc Analley B. (2003).** Étude pilote ouverte de l'effet antioxydant d'Ambrotose sur des personnes en bonne santé. *Glycoscience & Nutrition*. 4 (6):7.
- **Bruneton J., (2009).** **Pharmacognosie**, Phytochimie, Plantes Médicinales. Ed.Tec & Doc. 4ème Ed, Paris. France. 1288 P.
- **Bruneton, J. (2009).** Pharmacognosie -Phytochimie, plantes médicinales, 4e éd., revueet augmentée, Paris, Technologie & Document. Éditions médicalesinternationales. P.978-2-7430-1188-8.
- **Bruneton, J. (2009).** Pharmacognosie : Phytochimie, Plantes Médicinales. 4ème Édition. Edition Lavoisier Tec & Doc. Médicales Internationales, Paris, P 261, 308, 571.
- **Bruneton, J. (2009).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (4e éd.). *Tec & Doc/Lavoisier, Paris, 279-281.*

« C »

- **Caltagirone M, Bitar 1, Piazza A, Spalla M, Nucleo E, Navarra A, Migliavacca R.** Detection of an IncA/C plasmid encoding VIM-4 and CMY -4 P-lactamases in *Klebsiella oxytoca* and *Citrobacter koseri* from an inpatient in a cardiac rehabilitation unit. *New Microbiologique*. **2015**, 38(3) : 387-392.
- **Caron F.** Physiopathologie des infections urinaires nosocomiales. *Médecine et Maladies Infectieuses*. **2003**, 33(9) : 438-446.
- **Cavallo J-D, Garrabé É.** outils de diagnostic biologique des infections urinaires nosocomiales (IUN) : analyse critique. *Médecine et Maladies Infectieuses*. **2003**, 33(9): 447-456.

Références Bibliographiques

- **Chebaibi A, Filali Rhazi F, Amine A, Zerhouni M.** Effet bactéricide (in vitro) des extraits aqueux des feuilles du grenadier marocain (*Punica granatum L.*) sur des bactéries multi résistantes aux antibiotiques. *Phototherapies*. **2011**, 9(3): 158-164.
- **Christiansen, M. H., & Chater, N. (2008).** Language as shaped by the brain. *Behav Brain Sci*, 31(5), 489-509.
- **Cissé, M., P. Bohuon, et al. (2012).** "Aqueous extraction of anthocyanins from *Hibiscus sabdariffa*: Experimental kinetics and modeling." *Journal of food engineering* 109(1): 16-21.
- **Cohen Y et Jacquot C. (2001).** Pharmacologie. 5ème Ed. Masson. Paris. p.350.
- **Collin, S., & Crouzet, J. (2011).** *Polyphénols et procédés : Transformation des polyphénols au travers des procédés appliqués à l'agro-alimentaire*. Lavoisier, Paris.336p.
- **Crozier, A., Clifford, M. N., & Ashihara, H. (2006).** Plant Secondary Metabolites: Occurrence, Structure and Role in the Human Diet. Edt Blackwell Publishing Ltd. *Thèse Présentée Par Mme Belyagoubi Née Benhammou Nabila*.
- **Cyril, T. (2001).** *Étude des métabolismes primaires et secondaires de racines transformées de Catharanthus Roseusen, vue du développement d'un modèle cinétique, université de Montréal*.

« D »

- **Donnez, D., Jeandet, P., Clément, C., & Courot, E. (2009).** Bioproduction of resveratrol and stilbene derivatives by plant cells and microorganisms. *Trends in biotechnology*, 27(12), 706-713.
- **Detry P., (2017).** Etude biochimique des fractions lipidiques de graines de la famille des Apiaceae obtenues par différentes méthodes d'extraction. Master en bioingénieur: chimie et bioindustries, LIEGE Université de Gembloux Agro-Bio Tech. p.1.
- **Descheemaeker, K., & Provoost, CH. (1999).** L'impact de la nutrition sur la santé, Ed, Louvain-Garant, 95p.
- **Deveoğlu, O., & Karadağ, R. (2012).** *A Review on the Flavonoids—A Dye Source*. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 31(3), 188-200.
- **Dey, P., Kundu, A., Kumar, A., Gupta, M., Lee, B. M., Bhakta, T., & Kim, H. S. (2020).** *Analysis of alkaloids (indole alkaloids, isoquinoline alkaloids, tropane alkaloids)*. In *Recent Advances in Natural Products Analysis* (pp. 505-567). Elsevier.

Références Bibliographiques

- **Dibert, K., E. Cros, et al. (1989).** "Solvent extraction of oil and chlorogenic acid from green coffee. Part II: Kinetic data." *Journal of food engineering* 10(3): 199-214.
- **Djermane N., (2014).** Extraction des métabolites secondaires de plantes médicinales : *Pulicaria arabica* (L.) Cass. ET *Rhanterium adpressum* Coss. & Durieu. Et évaluation de leurs propriétés Bioactives. Mémoire de Magister En Biochimie appliquée, Université Larbi Ben M'hidi -Oum El Bouaghi. p. 14,15.
- **Dworkin M.M. et FALKOW S., (2006).** Proteobacteria: Gamma subclass. Ed. Springer, New York. p.1248.

«E»

- **Edeas, M. (2007).** Les polyphénols et les polyphénols de thé. *Phytothérapie*, 5(5), 264-270.
- **Elghozi J.L., Duval D. (1992).** Pharmacologie 2ème Ed : Médecine Flammarion. Paris. 289p.
- **Esseid C., (2018).** Isolement et détermination structurale de métabolites secondaires de plantes Sahariennes - activités biologiques. Thèse de doctorat. Université frères Mentouri Constantine 1.p.8, 12
- **Epifano F., Genovese S., Menghini L. & Curini M., (2007).** Chemistry and pharmacology of oxyprenylated secondary plant metabolites. *Phytochemistry*. 68(7): pp. 939-953.

« F »

- **Favier, A. (2003).** "Le stress oxydant." *L'actualité chimique* 108(10) : 863-832.
- **Favier A (2003).** The Oxidative Stress: Concept and Experimental Interest to Understand Diseases Mechanisms and Therapeutic Approaches. *Actualité Chimique*, pp: 108-115.
- **Favier A (2006).** Oxidative Stress in Human Diseases. *Annales Pharmaceutiques Françaises* 64, pp : 390-396.
- **Fischer, U. A., R. Carle, et al. (2013).** "Thermal stability of anthocyanins and colourless phenolics in pomegranate (*Punica granatum* L.) Juices and model solutions." *Food Chemistry* 138(2-3): 1800-1809.
- **Filliat P., (2012).** Les plantes de la famille des Apiacées dans les troubles digestifs. Thèse de Doctorat. Université Joseph Fourier. p.14, 15,17.
- **Flamini G., Smaili T., Zellagui A., Gherraf N. & Luigi-Cioni P., (2013).** Effect of Growth

Références Bibliographiques

Stage on Essential-Oil Yield and Composition of *Daucus sahariensis*, Chemistry & Biosiversity.

Vol: .10. pp. 2014-2020.

- **Foti, M.C., Daquino, C., Geraci, C. (2004).** Electron- Transfer Reaction of Cinnamic Acids and Their Methyl Esters with the DPPH Radical assay, Journal Org Chem, Vol.69; pp: 2309-2461.
- **Fouché, JG, Marquet, A and Hambuckers, (2000).** "Les plantes médicinales de la plante au médicament ; Observatoire du Monde des Plantes ; Observatoire du Monde des Plantes ; Sart - Tilman, B77." B-4000 Liège.
- **François Denis, Marie-Cécile Ploy (2007).** Bactériologie médicale : techniques usuelles. Elsevier Masson, p.573.
- **Fransworth N.R.; Soejarto D. (1991).**Global importance of medicinal plants .Cambridge university Press, Cambridge, UK, 25-51.

« G »

- **Garcia-Ruiz A., Bartolomé B., Martínez-Rodríguez A.J., Pueyo E., Martin- Alvarez P.J., and Moreno-Arribas M.V. (2008).** Potential of phenolic compounds for controlling lactic acid bacteria growth in wine. Food Control. 19 ; pp : 835–841.
- **Goudable, J. and A. Favier (1997).** "Radicaux libres oxygénés et antioxydants." Nutrition clinique et métabolisme 11(2) : 115-120.
- **Guinebert, E., P. Durand, et al. (2005).** "Mesure de la résistance aux radicaux libres." Acte du 6ème Journées de la Recherche Avicole, S Malo, les 30: 554-558.
- **G. Z. Feuerstein and R. R. Ruffolo JR (1995).** Carvedilol, a novel multiple action antihypertensive agent with antioxidant activity and the potential for myocardial and vascular protection European Heart Journal. **Rizzo AM., Berselli P., Zava S., et al. (2011).** Endogenous antioxidants and radical scavengers. Adv Exp Med Biol, Vol. 698; pp: 52-67.

« H »

- **Halimi, A. (2017).** Plantes médicinales en Algérie, Le samedi 24 juin 2017.
- **Hamza Moussa, Farid Dahmoune, Mohamed Hentabli, Hocine Remini, Lotfi Mouni, (2022).** Optimization of ultrasound –assisted extraction of phenolic-saponin content from *Carthamus caeruleus* L. rhizome and predictive model based on support vector regression optimized by dragonfly algorithm. chemometrics and intelligent laboratory systems 222, journal homepage:WWW.esevier.com/locate/chemometrics, pp: 2-6.
- **Harchaoui L., (2019).** Etude biotechnologique, biochimique de *Deverra scoparia*, plante Endémique de Tamanrasset. Recherche de quelques activités biologiques. Thèse de Doctorat,

Références Bibliographiques

USTHB/Alger.p.29.

- **Havsteen, B. H. (2002).** The biochemistry and medical significance of the flavonoids. *Pharmacology & therapeutics*, 96(2-3), 67-202.
- **Heywood, V. H. (1996).** Les plantes à fleurs : 306 familles de la flore mondiale. Nathan.
- **Houria Bechlen. 2018.** étude phytochimique et biologie de deux plantes médicinales
- **H, Shin DW, Rho JR, Kwon DY.** In vitro and in Vivo antibacterial activity of Punica granatum peel ethanol extract against Salmonella. *Evidence Based Complementary and Alternative Medicine.* 2011
- **Huang Guangrong., Jiang Jiaxin., and Dai Dehui. (2008).** Antioxidative and antibacterial activity of the methanol extract of Artemisia anomala S. Moore. *African Journal of Biotechnol.*7 (9); pp: 1335-1338.

« J »

- **Jacques B, and André R. (2004).** Biochimie métabolique Ed ellipses. Paris. Pp. : 217- 219-220223-225.
- **Jain, P. K., & Joshi, H. (2012).** *Coumarin: chemical and pharmacological profile. Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2(6), 236-240.
- **Jean-Christophe, T., & Ghadouli, M. (2012).** Les Plantes aromatiques et médicinales - Un exemple de développement humain au Maroc : la coopérative féminine de Ben Karrich – Tétouan. Exposition photographique.
- **J. Haleng, J. Pincemail, J.O. Defraigne, C. Charlier, J.P. Chapelle (2007).** Le Stress Oxydant. *Rev Med Liege*; 62; 10; pp: 628-638.
- **Jiménez-Mejías, P., Vargas, P (2015).** Taxonomy of the tribe Apieae (Apiaceae) revis-ited as revealed by molecular phylogenies and morphological characters. *Phytotaxa.* 212: 57–79.
- **Jürgen R., Paul.S, Ulrike S., and Reinhard S. (2009).** Essential Oils of Aromatic Plants with Antibacterial, Antifungal, Antiviral, and Cytotoxic Properties– an Overview: *Forsch Komplementmed.*16; pp: 79–90.
- **J, Gardner PT, O'Neil J, Crawford S, Morecroft I, McPhail DB, Lister C, Matthews D, MacLean MR, Lean ME, Duthie GG, Crozier A; (2000).** Relationship among antioxidant activity, vasodilation capacity, and phenolic content of red wines. *J Agric Food Chem.* 2000 Feb; 48(2):220-230.

« K »

- **Karouche, S., Benbott, A., Henouda, S (2022).** Contenu phenolique et activités biologiques des feuilles de l'espèce Bunium mauritanicum. *Revue des Bioressources* Vol 12. P. 13 – 22.

Références Bibliographiques

- **Karadağ, B., & Yücel, N. C. (2017).** Cinnamic acid and fish flour affect wheat phenolic acids and flavonoid compounds, lipid peroxidation, proline levels under salt stress. *Acta Biologica Hungarica*, 68(4), 388–397. doi:10.1556/018.68.2017.4.5
- **Kaper J.B., Nataro J.P., ET Mobley H.L. (2004).** Pathogenic *Escherichia coli*. *Nat Rev Microbiol.* 2(2); pp : 123-140
- **Kempf S. Zeitouni. (2009).** Coût biologique de la résistance aux antibiotiques : analyse et conséquences Pathologie Biologie : article in presse.
- **K. Chira, J. H. Suh, C. Saucier, P. L. Teissèdre ; (2008).** Les polyphénols du raisin ; Article de Synthèse Phytonutrition Fondamentale. Volume 6, pp 75-82.

- **Kharchoufa, L.; Bouhrim, M.; Bencheikh, N.; Addi, M.; Hano, C.; Mechchate, H.; Elachouri, M.** Potential Toxicity of Medicinal Plants Inventoried in Northeastern Morocco: An Ethnobotanical Approach. *Plants* **2021**, 10, 1108.
<https://doi.org/10.3390/plants10061108>
- **Kohen, R. and A. Nyska (2002).** "Invited review: Oxidation of biological systems: oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reactions, and methods for their quantification." *Toxicologic pathology* 30(6): 620-650.
- **Krief S., (2003).** Métabolites secondaires des plantes et comportement animal : surveillance Sanitaire et observations de l'alimentation des chimpanzés (*Pan troglodytes schweinfurthii*) en Ouganda. Activités biologiques et étude chimique de plantes consommées. Thèse de Doctorat, Muséum National D'histoire Naturelle.p. 26.
- **Ksouri A., (2017).** Extraction, identification et étude de quelques effets biologiques des huiles essentielles et des extraits polyphénoliques de deux plantes médicinales *Anethum graveolens* L., *Pituranthos scoparius* (Coss et Dur.) Benth et hook. Thèse de Doctorat, Université des Sciences Et de la Technologie Houari- Boumediene.p.14.
- **Kumar, S. and Pandey, A.K., (2013).** Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. *The scientific world journal*, 2013.

« L »

- **Laouedj, M. (2019).** Les bienfaits du *Bunium*...contre le goitre. Herboriste et conseiller en phytothérapie .Adresse : Hadjout-Tipaza- Algérie A côté de la Daïra de Hadjout.
- **Laraoui, H. (2007).** *Etude phytochimique de l'extrait chloroformique de bupleurum atlanticum.*

Références Bibliographiques

- **Lefahal M., (2014).** Etude phytochimique, biologique et activité anticorrosion de trois plantes médicinales Algériennes appartenant aux familles Plumbaginaceae, Tamaricaceae et Apiaceae. Thèse Pour l'Obtention du Diplôme de DOCTORAT en SCIENCES En Chimie Organique, la faculté des Sciences exactes, Département de Chimie, Université de Constantine 1, p.50.
- **Leybros, J. and P. Frémeaux (1990).** "Extraction solide-liquide. I. Aspects théoriques." Techniques de l'ingénieur. Génie des procédés 2: J2780. 2781-J2780. 2721.
- **Limonier. N., (2018).** La Phytothérapie de demain : les plantes médicinales au coeur de la Pharmacie, Faculté de pharmacie de Marseille, P. 30.
- **Lonchamp, J.-P. (2000).** http://www.dijon.inra.fr/bga/hyppa/hyppa-f/buibu_fh.htm.
- **Lozniewski A., Rabaud C., (2010).** Résistance bactérienne aux antibiotiques, Fiches conseils pour la prévention du risque infectieux–Infections associées aux soins, CCLIN, Sud-Est, Nancy, p4.
- **Lutge U., Kluge M. & bauer G., (2002).** Botanique 3ème Ed: Technique et documentation. Lavoisier. Paris.p.211.

« M »

- **Macheix J., Fleuriet A., Jay C. 2005.** Les composés phénoliques des végétaux, un exemple des métabolites secondaires. Collection Biologie, pp.1-11.
- **Mac F.** Physiopathologie des infections urinaires nosocomiales. Médecine et Maladies Infectieuses. **2003**, 33(9) : 438-446.
- **Macheix, J. J., Fleuriet, A., & Jay-Allemand, C. (2005).** Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. PPUR presses polytechniques.
- **Mahmoudi, S., M. Khali, et al. (2013).** "Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.)." *Nature & Technology*(9) : 35.
- **Malecky, M (2007).** Métabolisme des terpénoïdes chez les caprins. Thèse de Doctorat de L'institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement. Agro. Paris, Tech. P, 35-37.
- **Malešev, D., & Kuntić, V. (2007).** Investigation of metal-flavonoid chelates and the determination of flavonoids via metal-flavonoid complexing reactions. *Journal of the Serbian chemical society*, 72(10), 921-939.
- **Malecky, M. (2008).** *Métabolisme des terpénoïdes chez les caprins.*

Références Bibliographiques

- **Mariam Abotaleb et al.,** (2019) Flavonoids and Their Anti-Diabetic Effects: Cellular Mechanisms and Effects to Improve Blood Sugar Levels, *Biomolecules*, Sep;9(9): 430.
- **Manallah A, (2012).** Activités Antioxydante Et Anticoagulante Des Polyphénols De La Pulpe D'olive Oleaeuropaeal. Pour Obtenir Le Diplôme De Magister, Option : Biochimie Appliquée. Université Ferhat Abbas-Sétif, 87
- **Mason, T. J., L. Paniwnyk, et al. (1996).** "The uses of ultrasound in food technology." *Ultrasonics sonochemistry* 3(3): S253-S260.
- **Mayer, S. R., & Mayer, R. K. (2012).** Biochimie métabolique. *Paris*, P 12.
- **Morena, M., Martin-Mateo, M., Cristol, J. p et Canaud, B. (2002).** Stress oxydant, hémocompatibilité et complication de la dialyse au long cours. *Néphrologie. 5* ; pp : 201-208.
- **Mpondo, ME., Yinyang, J., Dibong, SD (2015).** Valorisation des plantes médicinales à coumarines des marchés de Douala Est (Cameroun). *J. Appl. Biosci.*, 85:7804–7823.

« N »

- **Namdeo, A. (2007).** Plant cell elicitation for production of secondary metabolites: A review. *Pharmacogn Rev*, 1(1), 69-79.
- **Nauciel C., Vilde J-L., (2005).** Bactériologie médicale. 2ème édition. Masson, Paris., p.78. 97
- **Novelli, G. (1997).** "Role of free radicals in septic shock." *Journal of physiology and pharmacology* 48(4).

« P »

- **Paloma, F. (2012).** Les plantes de la famille des Apiacées dans les troubles digestifs. *Sciences pharmaceutiques*, 129p.
- **Panja, P. (2018).** "Green extraction methods of food polyphenols from vegetable materials." *Current Opinion in Food Science* 23 : 173-182.
- **Perez-Vizcaino, F., & Duarte, J. (2010).** Flavonols et maladies cardiovasculaires. Aspects moléculaires de la médecine, 31(6), 478–494.)
- **Pham Hoang-Nam., (2017).** Impact des métabolites secondaires de plantes sur des bactéries Pathogènes de la rhizosphère : existe-t-il un lien entre la résistance sur métaux et la modulation de Résistance aux antibiotiques, Thèse de Doctorat de l'université de Toulouse .p.24.
- **Picó, Y. (2013).** "Ultrasound-assisted extraction for food and environmental samples." *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 43: 84-99.
- **Poux, M., P. Cognet, et al. (2010).** Génie des procédés durables : Du concept à la concrétisation industrielle, Dunod.

Références Bibliographiques

« Q »

- **Quezel P., Santa S., (1962-1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. CNRS, 2 Tomes, 1170 p.

« R »

- **Ramakrishna A. & Ravishankar G.A., (2011).** Influence of abiotic stress signals on secondary Metabolites in plants, *Plant Signal Behav.* 6: pp.1720–1731.
- **Rates,S.M.K.(2001).**" Plantas as sources of drugs".*Toxicon* 39(5):603-613. Croteau, R., Kutchan ,T.M.& Lewis ,N.G. (2000).*Naturel Products(Secondary Metabolites).Biochemistry And Molecular Biologie Of Plants.*1250-1318
- **Raven, J. (2000).** The Raven's progressive matrices: Change and stability over culture and time. *Cognitive psychology*, 41(1), 1-48.
- **Reduron J-P., (2021).** Taxonomy, origin and importance of the Apiaceae family, ©CAB International. *Carrots and Related Apiaceae Crops, 2nd Edition.*pp.1-8. .
- **Rufatto, L., Santos, D., Marinho, F., Henriques, J., Roesch Ely, M., Moura, S (2017).** Chemical composition and pharmacological activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, Vol 7(7) ,p. 591–598.

« S »

- **Sabelle foury.1986.** role écophysiological des metabolites secondaires
- **Sayed-Ahmad, B., Talou, T., Saad, Z., Hijazi, A., Merah, O (2017).** The Apiaceae : Ethnomedicinal family as source for industrial uses. *Ind. Crops Prod.*, 109, 661–671.
- **Sayed-Ahmad B., (2018).** Etude de l'agroraffinage de graines d'Apiaceae, Lamiaceae et Chenopodiaceae pour la production de molécules biosourcées en vue d'application en industrie Cosmétique : Thèse de doctorat de l'université de Toulouse. .p.25.
- **SHENG-JI P. (2001)** - Ethnobotanical Approches of Traditional Medicine Studies: Some Experiences from Asia. *Pharmaceutical Biology*, 39: 74-79
- **Schofield, P., Mbugua, D.M., pell, A.N (2001).** Analysis of condensed tannins: A review. *Animal feed science and technology*. Vol. (91), p. 21-40.
- **Schwarzacher SP, Hutchison S, Chou TM, Sun YP, Zhu BQ, Chatterjee K, Glantz SA, Deedwania PC, Parmley WW, Sudhir (1998).** Antioxidant diet preserves endothelium-dependent vasodilatation in resistance arteries of hypercholesterolemia rabbits exposed to

Références Bibliographiques

environmental tobacco smoke. *J Cardiovasc Pharmacol.* 31(5) ; pp : 649-53.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9593062>.

- **Shin, S.-A., Moon, S. Y., Kim, W.-Y., Paek, S.-M., Park, H. H., & Lee, C. S. (2018).** *Structure-Based Classification and Anti-Cancer Effects of Plant Metabolites. International Journal of Molecular Sciences*, 19(9), 2651.
- **Smaili T., Rebbas K., Flamini G. & Belkassam A., (2016).** Chemical composition of the Essential oil of *Brachyapium dichotomum* (L.) Maire, *Scholars Research Library*.8 (10): pp, 32-36.
- **Suhr, K. I., & Nielsen, P. V. (2003).** Antifungal activity of essential oils evaluated by two different application techniques against rye bread spoilage fungi. *Journal of applied microbiology*, 94(4), 665-674.

« T »

- **Tabak S., Bendif H., Miara H-D., Mediouni R-M. & Blake P., (2022).** Physico-Chemical Analysis of some medicinal plants growing in Algeria: *Allium sativum*, *Allium cepa* and *Foeniculum vulgare*. *Genetics and Biodiversity Journal*. 6 (1): pp. 149-166.
- **Tamer Fouad, M.D (2003).** Free Radicals, Types, Sources and Damaging Reactions, *Internal Medicine Articles*. ([Http://Www.Doctorslounge.Com/Primary/Articles/](http://www.doctorslounge.com/primary/articles/)).
- **Tang S. Y. ET Halliwell B. (2010).** Medicinal plants and antioxidants: What do we learn from cell culture and *Caenorhabditis elegans* studies? *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 394; pp: 1-5.
- **Taïbi, K., Abderrahim, L. A., Helal, F., & Hadji, K. (2021).** Ethnopharmacological study of Herbal remedies used for the management of thyroid disorders in Algeria. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 29(1), 43-52.
- **Täufel, A., Ternes, W., Tunger, L., & Zobel, M. (1993).** *Lebensmittel-Lexikon* Behr's Verlag. Hamburg/Germany.
- **T L Yue, H Y Cheng, P G Lysko, P J McKenna, R Feuerstein, J L Gu, K a Lysko, L L Davisand G Feuerstein (1992),** Carvedilol, a new vasodilator and beta adrenoceptor antagonist, is an antioxidant and free radical scavenger the journal of pharmacology. <http://jpet.aspetjournals.org/content/263/1/92.short>.
- **Tiwari, P., B. Kumar, et al. (2011).** "Phytochemical screening and extraction: a review." *Internationale pharmaceutica scientia* 1(1): 98-106.
- **Tungmunnithum, D., Thongboonyou, A., Pholboon, A., & Yangsabai, A. (2018).** *Flavonoids and Other Phenolic Compounds from Medicinal Plants for Pharmaceutical and Medical Aspects: An Overview. Medicines*, 5(3), 93. Doi:10.3390/medicines5030093.

Références Bibliographiques

« U »

- **Ulrich, L., Manfred, K., & Gabriela, B. (2002).** Botanique 3ème édition. TEC et DOC Paris, PP.

« V »

- **Vermerris W. & Nicholson R. L., (2006).** Phenolic compound biochemistry. Published by Springer, P.O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, the Netherlands. p. 2.
- **Valko M., Rhodes C.J., Moncol J., Izakovic M. et Mazur M. (2006).** Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions*. 160:1-40.
- **Verpoorte, R. (2005).** *ALKALOIDS. Encyclopedia of Analytical Science*, 56–61. doi:10.1016/b0-12-369397-7/00010-8.

« W »

- **Walker, J.E.M., Saraste, M. J., Runswick and N. J. Gay (1982).** Distantly Related Sequences in the Alpha and Beta-Subunits of ATP Synthase, Myosin, Kinases and Other ATP-Requiring Enzymes and a Common Nucleotide Binding Fold. *Embo J*, 1(8). Pp: 945-51.
- **Waksmundzka, M., Hajnos, J (2010).** *Sherma, High Performance Liquid Chromatography in Phytochemical Analysis*, Taylor & Francis, Boca Raton.
- **Wen, C., J. Zhang, et al. (2018).** "Advances in ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from cash crops – A review." *Ultrasonics sonochemistry* 48: 538-549.
- **Wichtl, M., & Anton, R. (2003).** *Plantes thérapeutiques, tradition, pratique officinale, science et thérapeutique*. 2ème éd. EM Inter /Tec & Doc éditions. Paris, 382-386.
- **Wink, M. (2018).** *Plant secondary metabolites modulate insect behavior-steps toward addiction? Frontiers in physiology*, 9, 364. doi:10.3389/fphys.2018.00364.
<https://www.redcare-apotheke.ch/fr/hygiene-et-sante/16864369/naturafit-pycnogenol-100-mg-c.htm>
- **William G.H., (2003).** *Physiologie végétale*, Éditeur, De Boeck Supérieur, p.282.
- **Xia E.Q., Deng G.F., Guo Y. J. et Li H.B., (2011).** Biological activities of polyphenols from grapes. *International Journal of Molecular Sciences*. 11(2): 622-646.

« Y »

Références Bibliographiques

- **Yalavarthi, C. (2013).** A review on identification strategy of phyto constituents present in herbal plants. *International journal of research in pharmaceutical sciences*, 4(2), 123-140.
- **Yashin, A. Y., Yashunskii, D. B., Vedenin, A. N., Nifant'ev, N. E., Nemzer, B. V., & Yashin, Y. I. (2018).** Chromatographic Determination of Lignans (Antioxidants) in Food Products. *Journal of Analytical Chemistry*, 73(5), 399–406. Doi: 10.1134/s106193481805012x.