

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I  
Frères Mentouri Constantine I University  
Université Frères Mentouri Constantine I

Faculté des Sciences De la Nature et de la Vie

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Biologie Appliquée de Département

قسم البيولوجيا التطبيقية

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de  
Master2

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologies

Spécialité : Biotechnologie et Biothérapie

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

**Evaluation de l'activité  
antibactérienne et anti-inflammatoire  
de deux plantes de la famille des  
Apiaceae : *Bunium Crassifolium* Batt  
& *Oenanthe Fistulosa* L**

Présenté par : BOUDJELLAL ANFEL  
GUETTECHE BOUCHRA

Le11/06/2023

Jury d'évaluation :

Président du jury : KACEM CHAOUICHE Noredline (Prof-UFMC1).

Encadreur : BELLIL Ines (Prof-UFMC1).

Examineur : MILET Esma (Dr -UFMC1).

Année universitaire  
2023 - 2024

# *Remerciements*

# Remerciements

الحمد لله حمدا كثيرا طيبا مباركا فيه

*Avant tout, Nous remercions Dieu Tout-Puissant qui nous a donné la force et le courage, qui nous a aidé pour qu'on puisse d'accomplir notre travail.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à Madame BELLIL Ines Professeur à la faculté SNV, Université Frères Mentouri – Constantine 1, d'avoir accepté de nous encadrer et pour tout le soutien, l'assistance et les conseils qu'elle nous a fournis pour ses précieux conseils et encouragements lors de la mise en œuvre de notre mémoire.*

*Nos profonds remerciements s'adressent à Monsieur BOUDARSSA Yasser et madame BENOUCHENNE Djamila pour nous avoir aidé, guidé et dirigé pour le bon déroulement de ce travail.*

*Nos vifs remerciements s'adressent à tous les membres du jury : nous vous remercions vivement le Pr. KACEM CHAOUCHE NOREDDINE de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire*

*Nous remercions notre examinatrice Dr. MILET ESMA pour nous avoir fait l'honneur d'accepter d'examiner ce modeste travail*

*Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les Professeurs qui nous ont enseignés et qui nous ont soutenus tout au long de notre cursus d'études.*

*Nous remercions Nos Parents pour le soutien inconditionnel qu'ils ont fait, Merci pour le soutien financier, moral, psychologique et matériel.*

*Enfin, Nous remercions nos Amis et Camarades de Promotion Biotechnologie et biothérapie 2024 pour ces années Passées ensemble, dans les meilleurs moments comme dans les pires.*

# *Dédicace*

*Alhamdou li allah, qui me donne tout puissant, le courage, la patience d'étudier et suivre le chemin de la science.*

*Je dédie ce travail à*

*Ma mère **Loubna** : tu as toujours été ma source d'inspiration et de force, même si tu n'es plus physiquement parmi nous, ton amour et ton soutien continuent de me guider chaque jour. Je te dédie ce succès car c'est grâce à toi que j'ai pu arriver jusque-là. Tu es et resteras toujours dans mon cœur maman.*

*Mon père **Omar** : Mon soutien dans la vie, la seule personne qui a sacrifié sa jeunesse et sa vie pour me voir au premier plan.*

*Ma chère sœur **Maroua** et son mari **Khair-Eddine** pour leur soutien et leurs encouragements dans la réalisation de ce mémoire*

*Mes frères et sœurs : qui sont toujours à mes côtés, prêts à m'aider **Radwane, Issam, Wissam, et Malak***

*Mes très chères amies **Chourouk, Djihane, Aya, Amina, Touaiba** pour votre fidèle amitié et les moments passés ensemble tout au long de mes études et en dehors.*

*Ma binôme **Anfel** ; Pour les efforts déployés avec assiduité et persévérance tout au long de ce projet.*

*Bouchra*

# Dédicace

*C'est avec l'aide et la grâce du Dieu que j'ai achevé ce modeste travail que je Dédie*

*J'ai ceux qui ont semé dans mon cœur les graines de l'amour pour la connaissance et la poursuite du succès : mon cher père et ma chère mère.*

*À ma chère mère **Mebarka** qui m'a apporté son appui durant toutes mes années d'études, pour sa sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité. Vous êtes et vous resterez pour moi ma référence.*

*À mon cher père **Ammar** qui a toujours cru en moi et as mis à ma disposition tous les moyens nécessaires pour que je réussisse je te remercie pour ton soutien.*

*À mon cher frère: **Housseem** et sa femme **Chaima**, et mes chers frères **Riad** et **Akram**. Et à ma petite princesse ma nièce **Rahaf**.*

*À ma binôme **Bouchra** d'être patiente et dépasser toutes les circonstances durant ce travail et pour les bons et les mauvais moments partagé ensemble.*

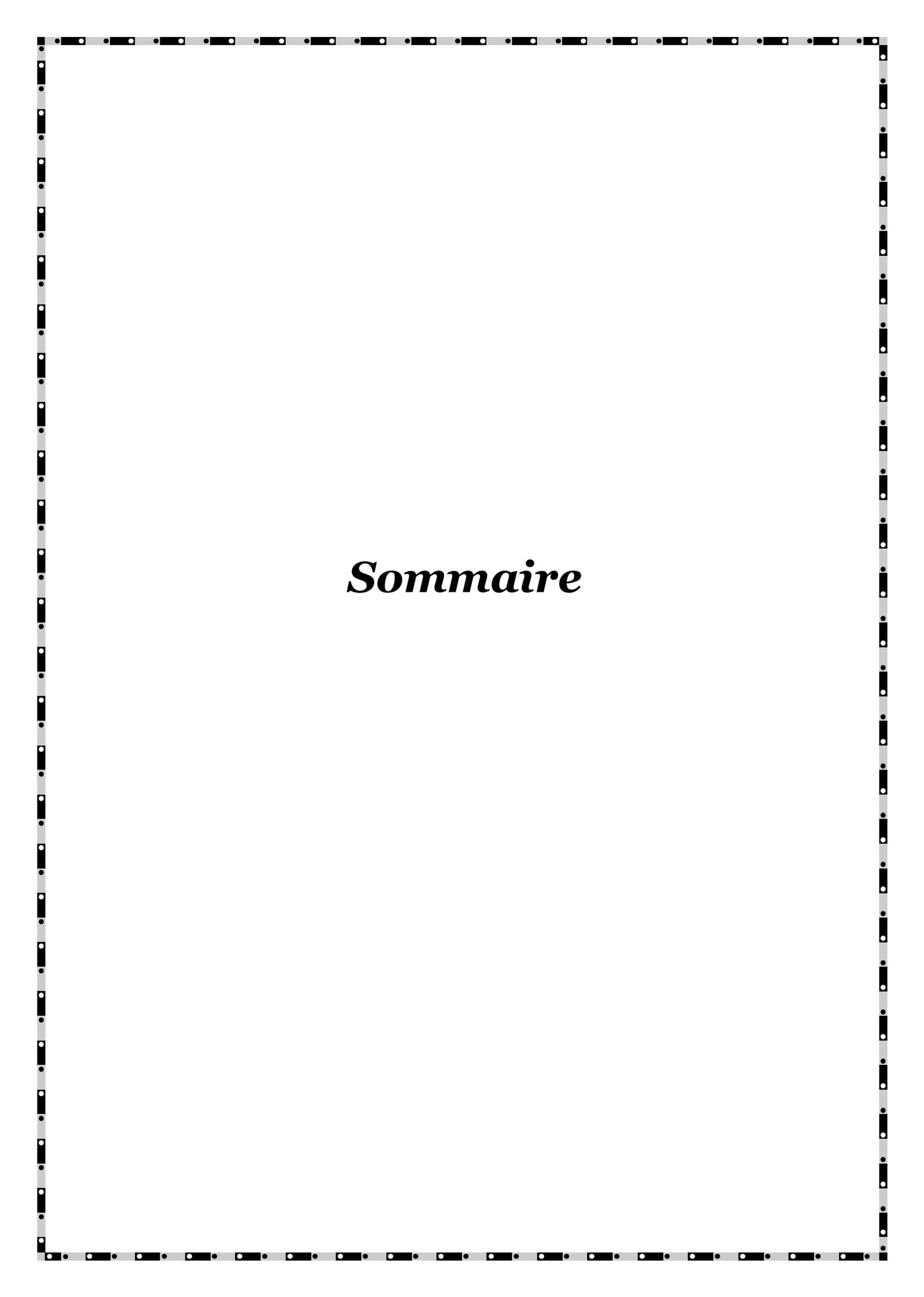
*À toutes mes amies **Mima**, **Safa**, **Sara**, au nom des souvenirs qu'on a partagés ensemble ,et à mes cousines **Noussaiba** et **Zineb**, et à toute la promotion de **Biotechnologie et biothérapie 2024**.*

*À tous les enseignants qui ont contribué à ma formation.*

*À mes tantes qui m'ont toujours soutenu.*

*Tous ceux et celles qui m'ont aidé de près ou de loin,mes sincères remerciements.*

*Anfel*



# *Sommaire*

# Sommaire

Liste des abréviations.....	i
Liste des figures.....	ii
Liste des tableaux.....	iii

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

## Partie bibliographique

### Chapitre I : Généralités sur les plantes étudiées

<b>1. La famille des apiacées .....</b>	<b>3</b>
1.1. Généralités .....	3
1.2. Classification .....	3
1.3. Caractéristiques .....	4
1.4. Intérêt.....	5
1.5. Distribution Géographique.....	5
<b>2. Le Genre <i>Bunium</i>.....</b>	<b>6</b>
2.1. Présentation.....	6
2.2. Applications thérapeutique et utilisation .....	6
2.3. Etude Phytochimique.....	7
<b>3. L'espèce <i>Bunium Crassifolium</i>.....</b>	<b>8</b>
3.1. Description Botanique.....	8
3.2. Classification.....	8
3.3. Etude des composés Bioactif et les Activités Biologiques.....	9
<b>4. Le Genre <i>Oenanthe</i>.....</b>	<b>10</b>
4.1. Présentation de genre .....	10
4.2. Application thérapeutique et utilisation .....	10
<b>5. L'espèce <i>Oenanthe Fistulosa L.</i>.....</b>	<b>10</b>
5.1. Description Botanique.....	10
5.2. Classification taxonomique.....	12
5.3. Composition chimique de l'huile essentielle .....	12

### Chapitre II : Généralités sur les métabolites secondaires

<b>1. Les métabolites secondaires .....</b>	<b>13</b>
<b>2. Définition des métabolites secondaires .....</b>	<b>13</b>
<b>3. Classification des métabolites secondaires .....</b>	<b>13</b>
3.1. Les composés phénoliques .....	14
3.1.1. Classification des composés phénoliques .....	14
3.1.1.1. Les acides phénoliques .....	15
3.1.1.2. Les flavonoïdes .....	16
3.1.1.3. Les tanins .....	16
3.1.1.4. Les anthocyanes .....	17
3.1.1.5. Les coumarines .....	18

3.2. Les alcaloïdes.....	18
3.3. Les terpénoïdes. ....	19
3.4. Les saponosides .....	20

### Chapitre III : Les activités biologiques

<b>1. L'activité antibactérienne .....</b>	<b>21</b>
1.1. Les Bactéries.....	21
1.2. Les souches bactériennes étudiées.....	22
1.2.1. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	22
1.2.2. <i>Escherichia coli</i> .....	22
1.2.3. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	23
1.3. Les antibiotiques .....	24
1.3.1. Le mode d'action .....	24
1.4. Activité antibactérienne des composés phénolique.....	25
<b>2. Activité anti-inflammatoire .....</b>	<b>25</b>
2.1. L'inflammation .....	25
2.2. Types d'inflammation .....	26
2.2.1. Inflammation aiguë .....	26
2.2.2. Inflammation chronique .....	26
2.3. Médiateurs de l'inflammation .....	26
2.4. Anti-inflammatoires .....	27
2.4.1. Les anti-inflammatoires non stéroïdiens .....	27
2.4.2. Les anti-inflammatoires stéroïdiens .....	28
2.5. Anti-inflammatoires d'origine végétale .....	28
2.5.1. Effet des polyphénols sur l'inflammation .....	28
2.5.2. Effet des flavonoïdes .....	28

### Partie expérimentale

#### Chapitre I : Matériels et méthodes

<b>1. Matériel végétal .....</b>	<b>29</b>
<b>2. Activité antibactérienne .....</b>	<b>30</b>
2.1. Teste de diffusion .....	30
2.2. Revivification des souches .....	31
2.3. Préparation des disques .....	31
2.4. Stérilisation de matériel .....	31
2.5. Milieu de culture .....	31
2.6. Préparation des dilutions des extraits de plantes.....	32
2.7. Préparation de la suspension bactérienne .....	33
2.8. Ensemencement de la gélose .....	33
2.9. Dépôt des disques.....	34
2.10. La lecture .....	34
<b>3. L'activité anti-inflammatoire in vitro .....</b>	<b>35</b>
3.1 Principe .....	35

## Chapitre II : Résultats et discussion

1. Evaluation de l'activité antibactérienne .....	36
2. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire .....	40
Conclusion et perspectives.....	42
Références bibliographiques	
Résumé	
Abstract	
ملخص	

## Liste des abreviations

<b>APG</b>	Angiosperm Phylogeny Group
<b>AINS</b>	Les anti-inflammatoires non stéroïdiens
<b>ATCC</b>	American Type Culture Collection.
<b>BSA</b>	L'Albumine de Sérum Bovine
<b>CG-MS</b>	Chromatographie en phase gazeuse –spectromètre de masse
<b>COX</b>	Cyclooxygénase
<b>DMSO</b>	Di Méthyle Sulf Oxyde
<b>EOR</b>	Espèces Réactives de l'oxygène
<b>HCl</b>	Chlorure d'hydrogène
<b>MI</b>	Microlitre.
<b>SM</b>	Solution mère.
<b>UV</b>	Ultra violet

## Listes des figures

<b>Figure 1</b> les plantes de la famille des Apiacées (Filliat P., 2012) .....	3
<b>Figure 2</b> Inflorescence de la famille des Apiacées (Filliatp., 2012).....	5
<b>Figure 3</b> Répartition géographique mondiale des Apiaceae (Lakhdar, 2011).....	6
<b>Figure 4</b> <i>B. crassifolium</i> Batt. (Partie aérienne et ampoule) (Djarriet al.,2023).....	8
<b>Figure 5</b> <i>Oenanthe fistulosa</i> L (Souilah, et al.,2020) .....	11
<b>Figure 6</b> Structure d'unité de base des polyphénols (Ghnimi, 2015).....	14
<b>Figure 7</b> Classification des polyphénols (Macheix et al., 2006).....	15
<b>Figure 8</b> Hydroxylation d'acide benzoïque.....	15
<b>Figure 9</b> Hydroxylation d'acide cinnamique.....	16
<b>Figure 10</b> Structure générale d'un flavonoïde (Collin et Creast, 2011).....	16
<b>Figure 11</b> Structures chimiques (a) d'un tanin hydrolysable et (b) d'un tanin condensé.....	17
<b>Figure 12</b> structure de base des anthocyanes.....	18
<b>Figure 13</b> structure de base des coumarines.....	18
<b>Figure 14</b> Structures chimiques de quelques alcaloïdes (Bruneton, 2009).....	19
<b>Figure 15</b> Structure de la molécule d'isoprène (Amor,2020).....	20
<b>Figure 16</b> Structure de la molécule d'isoprène (Calsmiglia et al., 2007).....	20
<b>Figure 17</b> Aspects caractéristiques en amas de coques à Gram positif de <i>S. aureus</i> .....	22
<b>Figure 18</b> Micrographie électronique à balayage d' <i>Escherichia coli</i> ( <i>E. coli</i> ).....	23
<b>Figure 19</b> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	24
<b>Figure 20</b> Cellule bactérienne et modes d'action des antibiotiques (Lesseur 2014).....	25
<b>Figure 21</b> Les extraits utilisés.....	30
<b>Figure 22</b> Les trois souches bactériennes testées ( <i>E.coli</i> , <i>Pseudo</i> , <i>Staph</i> )( photo personnelle).....	31
<b>Figure 23</b> milieu de culture Muller-Hinton coulé (photo personnelle, 2024).....	32
<b>Figure 24</b> Préparation des dilutions (photo personnelle, 2024).....	32
<b>Figure 25</b> Préparation de la suspension bactérienne (photo personnelle, 2024).....	33
<b>Figure 26</b> Ensemencement de la gélose (photo personnelle, 2024).....	34
<b>Figure 27</b> Dépôt des disques (photo personnelle, 2024).....	34
<b>Figure 28</b> : le mélange avant l'incubation à 72°C.....	36
<b>Figure 29</b> spectrophotomètre.....	36
<b>Figure 30</b> activité antibactérienne des extraits sur les souches testées.....	36
<b>Figure 31</b> Activité antibactérienne de l'extrait butanol précipité ( <i>Oenanthe fistulosa</i> ).....	36
<b>Figure 32</b> Activité antibactérienne de l'extrait acetate d'ethyle ( <i>Oenanthe fistulosa</i> ).....	37
<b>Figure 33</b> Activité antibactérienne de l'extrait CH <sub>2</sub> CL <sub>2</sub> ( <i>Oenanthe fistulosa</i> ).....	37
<b>Figure 34</b> Activité antibactérienne de l'extrait butanolique ( <i>Oenanthe fistulosa</i> ).....	37
<b>Figure 35</b> Activité antibactérienne de l'extrait Methanolique( <i>Bunium crassifolium</i> ).....	38
<b>Figure 36</b> Pourcentage d'inhibition de la dénaturation protéique des deux extraits comparés au standard.....	40

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> Quelques genres de la famille des Apiacées en Algérie (boukezata, 2014).....	6
<b>Tableau 2</b> Usages médicaux de certaines espèces du genre <i>Bunium</i> L. (Souilah et al.,2021).....	7
<b>Tableau 3</b> Investigations phytochimiques menées sur le genre <i>Bunium</i> L (Lefahal, 2014).....	8
<b>Tableau 4</b> classification de l'espèce <i>Bunium crassifolium</i> Batt. (Dobignard, a. &c. chatelain (2010-2013)).....	9
<b>Tableau 5</b> classification de l'espèce <i>Oenanthe fistulosa</i> L selon INPN (inventaire national du patrimoine naturel).....	12
<b>Tableau 6</b> Origines cellulaires et effets des principaux médiateurs inflammatoires.....	27
<b>Tableau 7</b> les différents extraits des plantes étudiées.....	29
<b>Tableau 8</b> Les souches bactériennes testées.....	30

# ***Introduction générale***

## **Introduction**

Depuis des temps reculés, l'homme s'approvisionne dans l'impressionnante réserve de plantes que regorge la nature. L'utilisation de ces dernières et de leurs extraits comme traitements, est une pratique très ancienne. Cependant, la phytothérapie connaît de nos jours un succès considérable dans de nombreuses régions d'Afrique, d'Asie et d'Europe (**Najja et al., 2010**).

Les plantes, éléments vitaux de la diversité biologique servent essentiellement au bien être humain. Après avoir longtemps combattu la médecine traditionnelle, médecins et organismes de santé portent davantage un intérêt aux valeurs et à l'efficacité des traitements par les plantes. De nombreuses études scientifiques ont été entreprises afin d'étudier l'aspect botanique et thérapeutique de ces dernières et d'intégrer leurs propriétés médicinales dans un système de santé moderne (**Mpondo et al., 2015**). Elles renferment des composants chimiques qui se répartissent en des grands groupes. Les protides, les glucides, les lipides et les acides nucléiques d'une part, les pigments, les tanins, les polymères, les hormones et les huiles essentielles d'autre part. Les premiers sont les constituants du métabolisme primaire. Il existe en permanence au sein de la plante. Les autres proviennent du métabolisme secondaire et ne sont pas toujours présents chez tous les végétaux (**Bouameret al., 2005**).

Un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales, des plantes épicées et autres possèdent des propriétés biologiques très intéressantes, qui trouvent l'application dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, cosmétique et agriculture grâce aux principes actifs qu'elles contiennent : flavonoïdes, hétérosides, alcaloïdes, saponosides, quinone, vitamine, et huiles essentielles (**PhytoChem., 2007**). Ces principes actifs sont à l'origine de plusieurs activités biologiques tels que l'activité anti-inflammatoire, antimicrobienne, antiseptique, diurétique et antioxydante (**haddouchi et al., 2014**).

L'Algérie est un pays riche en plantes médicinales et aromatiques de par la diversité de son climat et la nature de son sol et constitue un véritable réservoir phylogénétique, avec environ 4000 espèces et sous-espèces de plantes vasculaires. Malgré cela, les plantes médicinales en Algérie ne sont pas encore totalement connues (**Hamel et al., 2018**). Les métabolites secondaires font l'objet de nombreuses recherches basées sur les cultures *in vivo* et *in vitro* de tissus végétaux. Ceci est notamment le cas des polyphénols végétaux qui sont largement utilisés en thérapeutique comme vasculoprotecteurs, anti-inflammatoires, inhibiteurs enzymatiques, antioxydants et antiradicalaires (**Bahorun, 1997**).

Face à l'apparition de formes de résistances de plusieurs bactéries à certains antibiotiques, ainsi que l'émergence de beaucoup de maladies d'origine inflammatoire, la recherche de nouvelles molécules actives et à large spectre d'action est devenue une nécessité. Pour cela l'évaluation des propriétés phyto-thérapeutiques comme l'activité antibactérienne et anti-inflammatoire demeure une tâche très utile et l'une des plus intéressantes pistes à exploiter, en particulier pour les plantes médicinales d'une utilisation rare ou non connues (**Chaouche et al., 2021**).

La famille des Apiaceae riche en métabolites secondaires présente des intérêts économiques et médicaux, comportant des coumarines, flavonoïdes, composés acétyléniques et des lactones sesquiterpéniques, ainsi qu'une grande richesse en huile essentielle. Cette famille de plantes est bien connue pour avoir une quantité importante d'huile essentielle dans la quasi-totalité de ses organes anatomiques. A nos jours, 760 constituants d'huiles essentielles ont été isolés des apiacées (**Chaker El calamouni., 2010**).

Dans ce contexte, ce travail de mémoire de fin d'étude a pour objectif l'étude de l'activité antibactérienne et anti-inflammatoire des extraits de métabolites secondaires, de deux plantes en l'occurrence de la famille des Apiaceae en l'occurrence *Oenanthe Fistulosa* L et *Bunium Crassifolium*. Il comporte deux parties essentielles :

➤ La première partie comprendra trois chapitres :

Le premier chapitre est consacré à la synthèse bibliographique regroupant des généralités sur les plantes et une description botanique de la famille des Apiacées, le genre et les espèces étudiées.

Le deuxième chapitre comprendra des généralités sur les métabolites secondaires.

Le troisième chapitre comprendra un aperçu sur les activités biologiques en particulier l'activité antibactérienne et anti-inflammatoire.

➤ La deuxième partie concerne le quatrième chapitre qui comprend la partie expérimentale, dédiée à la présentation du matériel et les méthodes utilisées pour réaliser ce travail et présentera les résultats obtenus accompagnés de leur discussion.

Une conclusion avec des perspectives seront données pour clôturer le travail.

## ***Partie bibliographique***

Chapitre I

*Généralités sur les plantes étudiées*

## 1. La Famille des Apiacées

### 1.1. Généralités

La famille des Apiacées, anciennement connue sous le nom d'Ombellifères, comprend environ 3000 espèces présentes dans toutes les régions tempérées, notamment dans l'hémisphère Nord.

C'est une famille très homogène, facilement identifiable grâce aux ombelles composées de ses inflorescences. Paradoxalement, les espèces de cette famille sont difficiles à distinguer les unes des autres (figure1) (Filliat P., 2012).



Figure 1 les plantes de la famille des Apiacées (Filliat P., 2012)

### 1.2. Classification taxonomique

La place de la famille des Apiacées dans la classification systématique botanique APG III est la suivante (APG III Chase et Reveal, 2009) :

- Embranchement des Spermatophytes (plantes à graine) appelé encore Phanérogames.
- Sous embranchement des Angiospermes (plantes à ovaire).
- Clade des Eudicotylédones (Eudicots) ou dicotylédones vraies (embryon à deux cotylédons).
- Clade des Eudicotylédones centrales (Core Eudicots).
- Classe des Asteropsida ou grade des Asteridées

- Sous-classe des Euastéridées II (espèces herbacées à ovaire infère et regroupement des fleurs en inflorescence).
- Ordre des Apiales (**AmeniLandoulsi., 2016**).

### 1.3. Caractéristiques

Les plantes qui appartiennent à la famille des Apiacées sont principalement herbacées, annuelles, bisannuelles ou plus communément vivaces.

- **L'appareil souterrain** : vivace est très diversifié, avec une racine pivotante, un rhizome ou un tubercule.
- **La tige** : typiquement côtelée et creuse en raison de la résorption précoce de la moelle pendant la croissance ; elle est dite fistuleuse avec des canaux sécrétoires contenant des huiles essentielles et des résines, des saponines triterpéniques, des coumarines, des polyacétylènes falcarinone, des monoterpènes et des sesquiterpènes, l'ombelliférose (un trisaccharide) étant un matériau de réserve (**Judd et al., 2001**).
- **Les feuilles** : sont alternes, souvent très découpées. La nervation étant pennée et la découpe séquée.
- **L'inflorescence ou ombelle** : L'inflorescence est la partie la plus importante de la plante car il est facile d'identifier les ombellifères, avant la classification APG, cette famille était appelée ombellifères en raison de son inflorescence caractéristique.
- **Les Fleurs** : les fleurs sont réunies en ombelles simples ou composées (figure 2), munies de bractées appelées involucelles à la base. Elles comptent 5 pétales et 5
- Étamines et un ovaire à deux loges (**Filliat P., 2012**).

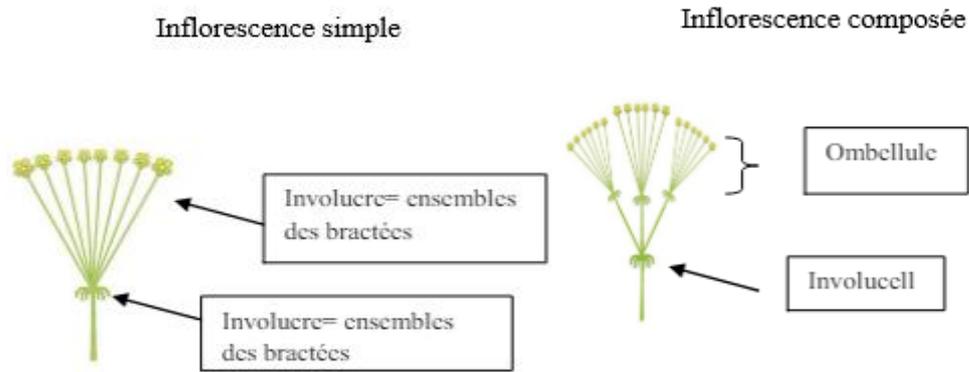


Figure 2 Inflorescence de la famille des Apiacées (Filliatp., 2012).

### 1.4.Intérêt

Les Apiaceae comprennent une variété d'espèces économiquement importantes. Certaines sont des plantes alimentaires (comme la carotte, le fenouil, le céleri...), tandis que d'autres sont des condiments utilisés depuis longtemps en cuisine en raison des huiles essentielles produites par leurs canaux sécréteurs (comme le persil, la coriandre, le carvi...). Dans le domaine de la phytothérapie on leur attribue principalement des vertus digestives (Mokaddem, 2012).

### 1.5.Distribution géographique

La famille des Apiacées constituant les plantes aromatiques médiévales, est une famille de plantes dicotylédones. Elle comprend près de 3000 espèces réparties en 42

0 genres qui sont surtout présentes dans les régions tempérées du monde. En Algérie, selon Quezel et Santa (1962), elle est représentée par 55 genres, 130 espèces et 27 sous - espèces (Tableau 1).

Les espèces présentent une distribution bipolaire (dans toutes les régions tempérées), mais la majorité habitant l'hémisphère Nord tempéré (Tabanca et al., 2006) (Figure 3).



**Figure 3** Répartition géographique mondiale des Apiaceae (Lakhdar, 2011).**Tableau 1** Quelques genres de la famille des Apiacées en Algérie (boukezata, 2014).

Genre	Nombre d'espèces	Genre	Nombre d'espèces
<i>Ammi</i>	2	<i>Conium</i>	1
<i>Ammiopsis</i>	1	<i>Ferula</i>	5
<i>Ammodaucus</i>	1	<i>Bunium</i>	7
<i>Anethum</i>	1	<i>Cuminum</i>	1
<i>Apium</i>	1	<i>Thapsia</i>	3
<i>Bifora</i>	1	<i>Heracleum</i>	1
<i>Margotia</i>	1	<i>Torilis</i>	2

## 2. Le Genre *Bunium*

### 2.1. Présentation du genre

Le genre *Bunium* appartient à la famille des Apiacées, représente environ 50 espèces réparties en Afrique du Nord et en Europe, vers l'Asie centrale et du sud-ouest.

Il contient des plantes médicinales et aromatiques comme *B. persicum* et *B. bulbocastanum* (Djarri et al., 2023).

En Algérie, le genre *Bunium* en contient sept espèces, dont quatre sont endémiques comme :

- *B. crassifolium* Batt.
- *B. elatum* Batt.
- *B. chaberti* Batt.
- *B. fontanessi*.

### 2.2. Applications thérapeutiques et utilisations

Les plantes du genre *Bunium* évoquent pour certains une source alimentaire remarquable mais pour d'autres, un symbole de misère qui rappelle la famine des années de disette en particulier durant la deuxième guerre mondiale et la période de révolution nationale. De nos jours, elle intéresse certains cueilleurs herboristes pour son usage thérapeutique dans le traitement du goitre et le dysfonctionnement de la thyroïde.

Les habitants des montagnes de Serraidi (Algérie) consomment ces plantes d'intérêt comme le rhizome de *B. crassifolium*, cru, bouilli ou rôti, tandis que sa feuille ou sa partie aérienne était utilisée pour aromatiser et garnir les aliments comme du persil (**Djarri et al.,2023**).

De nombreuses espèces du genre *Bunium* ont été identifiées pour leurs nombreux effets pharmacologiques comme il est indiqué dans le (tableau 2).

**Tableau 2** Usages médicaux de certaines espèces du genre *Bunium* L. (Souilah et al.,2021).

Espèce	Usage médical
<i>Bunium incrassatum</i> (Boiss.) Batt	Astringent, diarrhée, inflammations hémorroïdales, bronchite.
<i>Bunium persicum</i> B. Fedtsch.	Antioxydantes, carminatives, antidiarrhéiques et digestives.
<i>Bunium paucifolium</i> DC. Var.	Inflammations urinaires.
<i>B. bulbocastanum.</i>	L'amélioration de la santé générale et pour les problèmes gynécologiques et musculo-squelettiques ( <b>Zengin et al.,2019</b> ).

Certains herboristes algériens sont intéressés par les rhizomes du genre *Bunium* pour leur utilisation thérapeutique dans le traitement du goitre et des dysfonctionnements thyroïdiens. Plusieurs recherches ont montré que l'huile essentielle et les extraits de certaines espèces de *Bunium* ont des propriétés antihistaminiques, activités antifongiques, antibactériennes et antioxydantes (**Lefahal et al., 2017**).

### 2.3. Etude phytochimique

Des études phytochimiques sur le genre *Bunium* ont permis de découvrir l'existence de coumarines et de sesquiterpènes. Tandis que les huiles essentielles (monoterpénoïdes) sont considérées comme une riche source de métabolites (tableau 3).

**Tableau 3** Investigations phytochimiques menées sur le genre *Bunium* L (Lefahal, 2014)

Type de composés	Espèce
Les coumarines	<i>Bunium incrassatum</i> <i>Bunium paucifolium</i>
Lessesquiterpènes	<i>Bunium paucifolium</i>
Les huiles essentielles	<i>Bunium persicum</i> <i>Bunium cylindricum</i>

### 3. L'espèce *Bunium Crassifolium*

*Bunium crassifolium* Batt. Est une espèce endémique et rare extrêmement distribuée et en croissance dans le Nord-Est de l'Algérie.

#### 3.1. Description botanique

*Bunium crassifolium* est une plante vivace de 30 à 60 cm de hauteur. Les feuilles sont pinnatisectées avec de longues divisions linéaires de 2 à 4 cm. Fleurs en grandes ombelles de 7 à 10 cm. Les fruits sont noirâtres, presque aussi larges que longs, avec côtes primaires très marquées, carénées sur le dos et parfois un peu ailé (Figure 4) (Djarri et al., 2023).



**Figure 4** *B. crassifolium* Batt. (Partie aérienne et ampoule) (Djarriet al., 2023)

#### 3.2. Classification taxonomique

La classification taxonomique de l'espèce étudiée est résumée dans le tableau suivant.

**Tableau 4** classification de l'espèce *Bunium crassifolium* Batt. (Dobignard, a. &c. chatelain (2010-2013))

● Règne	Plantae
● Embranchement	Spermatophytes
● Sous Embranchement	Trachéophytes
● Classe	Magnoliopsida
● Ordre	Apiales
● Famille	Apiaceae
● Sous -famille	Apioïdeae
● Genre	<i>Bunium</i>
● Espèce	<i>Buniumcrassifolium</i>

### 3.3. Etude des composés bioactifs et les Activités biologiques

D'après l'étude de **Souillah et al., (2021)**, 37 composés phytochimiques bioactifs ont été découverts pour la première fois. Les parties aériennes ont été analysées, révélant 10 acides phénoliques et 8 flavonoïdes. En outre 3 acides organiques non phénoliques ont été détectés, les acides quinique et malique étant les plus abondants. Les extraits ont montré une activité antioxydante significative

Les teneurs totales en phénols et en flavonoïdes ont été déterminées, montrant que l'extrait méthanol/eau (70 :30) avait une capacité antioxydante plus élevée. L'activité anticholinestérase a également été évaluée, montrant que l'extrait méthanolique avait une meilleure activité anti-acétylcholinestérase que l'extrait méthanol : eau (70 :30), tandis que les deux extraits avaient une faible activité anti-butyrylcholinestérase. Cette plante pourrait être

Une option intéressante pour être utilisée comme ingrédient fonctionnel dans les industries pharmaceutiques et agroalimentaires.

## 4. Le Genre *Oenanthe*

### 4.1. Présentation du genre

Le genre *Oenanthe* appartient à la famille des Apiacées. Il comprend 40 espèces, distribuées dans l'hémisphère nord tempéré (en Europe, en Asie occidentale, en Inde et en Afrique du Nord) (Souilah et al.,2020). Les plantes du genre *Oenanthe* (famille des Ombellifères) sont parmi les espèces les plus toxiques de la flore européenne. Elles ont une apparence similaire à celle du panais et de la carotte, et sont encore une cause fréquente d'empoisonnements humains mortels (Appendino et al.,2009).

### 4.2. Applications thérapeutiques et utilisations

Ce genre est également utilisé en médecine traditionnelle comme caractéristique du trismus, comme le spasme des muscles de la mastication.

La plupart des espèces *Oenanthe* sont hautement toxiques dans toutes leurs parties, provoquant des troubles respiratoires, digestifs, nerveux et circulatoires. *Oenanthe fistulosa* contient deux composés toxiques, à savoir l'oenanthotoxine et la Dihydroanténosine.

L'oenanthotoxine a montré une activité contre les récepteurs de l'acide gamma-aminobutyrique (GABA). L'oenanthotoxine et la dihydro-oenanthotoxine bloquent fortement les réponses GABAergiques, justifiant ainsi les symptômes d'empoisonnement par la décoction d'*Oenanthe* (Souilah et al.,2020).

## 5. L'espèce *Oenanthe Fistulosa* L

*O. fistulosa* est originaire du sud-ouest de l'Asie, de l'Europe et de l'Afrique du Nord, atteignant sa limite nordique en Suède méridionale et en Russie occidentale, et sa limite sud en Tanzanie.

- Nom scientifique : *Oenanthe fistulosa*.
- Nom commun : *Oenanthe fistuleuse* (Nom féminin).

### 5.1. Description botanique

*Oenanthe fistulosa* est une ombellifère dressée et glabre avec des feuilles pennées, des segments étroits presque linéaires et des ombelles de petites fleurs blanches ou rosées. Elle est souvent associée à des sols humides, périodiquement inondés, faiblement acides à basiques.

Les plantes persistent dans des conditions légèrement ombragées mais sont de faibles compétitrices (**Stroh,2015**) (Figure05).



**Figure 5** *Oenanthe fistulosa* L (Souilah, et al.,2020)

C'est une plante vivacée, hémicryptophyte, parfois hélophyte, glaucescente, haute de 30 à 100cm (**Leurquin, 2007**). Elle a des tiges légèrement striées de 30 à 80 cm de hauteur, creuses mais resserrées au niveau des nœuds (fistulaires), à parois minces et facilement compressibles donnant à la tige un aspect légèrement pincé aux jonctions des feuilles.

Les feuilles basales et inférieures sont pennées, avec des lobes de folioles linéaires à étroitement ovales-lancéolés et mucronés. Les feuilles de la tige supérieure (caulines) sont pour la plupart pennées et ont des lobes entiers de 0,5 à 2 cm de long, linéaires-lancéolés ou subulés et distants. Chaque fruit est sessile, obconique à cylindrique (**Stroh, 2015**).

## 5.2. Classification taxonomique

**Tableau 5** classification de l'espèce *Oenanthe fistulosa* L selon INPN (inventaire national du patrimoine naturel)

Règne	Plantae
Classe	Equisetopsida
Clade	Tracheophyta
Sous classe	Magnolidae
Ordre	Apiale
Famille	Apiaceae
Genre	<i>Oenanthe</i>
Espèce	<i>Fistulosa</i> L

## 5.3. Composition chimique de l'huile essentielle

D'après **Souillah et al., (2020)**, qui ont étudié la composition chimique de l'huile essentielle obtenue à partir de la partie aérienne de *O. fistulosa* cultivée en Algérie, la CG-MS des huiles essentielles révèle la présence de 23 composants, parmi lesquels 18 produits ont été identifiés.

La composition de l'huile essentielle est dominée par une grande quantité de sesquiterpènes tels que l'oxyde de caryophyllène qui est efficace dans la conservation des aliments, des médicaments et des cosmétiques. Et peut également être utilisé comme agent anesthésique local, analgésique, anti-inflammatoire et dans le traitement du cancer de la prostate et du sein. Cependant, on note la présence d'hénécicosane qui est une phéromone agissant sur le comportement sexuel d'un insecte *Aedesaegypti* vecteur de la maladie de la Dengue.

Chapitre II

*Généralités sur les métabolites  
secondaires*

## 1. Les métabolites secondaires

Une des originalités majeures des végétaux réside dans leur capacité à produire des substances naturelles très diversifiées. En effet, à côté des métabolites primaires classiques (glucides, protides, lipides, acides nucléiques), ils accumulent fréquemment des métabolites dits secondaires dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais représente une source importante de molécules utilisables par l'homme dans des domaines aussi divers que la pharmacologie et l'industrie alimentaire (**Macheix J-J., Fleuriet A.2006**).

Ces métabolites sont un groupe de molécules qui interviennent dans l'adaptation de la plante à son environnement ainsi que la régulation des symbioses et d'autres interactions plantes-animaux, la défense contre les prédateurs et les pathogènes, ou pour attirer les agents chargés de la pollinisation ou de la dissémination des fruits (**Attou, 2011**).

## 2. Définition des métabolites secondaires

Le terme « métabolite secondaire », qui a probablement été introduit par Albrecht Kossel en 1891, est utilisé pour décrire une vaste gamme de composés chimiques dans les plantes, qui sont responsables des fonctions périphériques indirectement essentielles à la vie des plantes telles que la communication intercellulaire, la défense, la régulation des cycles catalytiques (**Yezza et Bouchama, 2014**).

Les plantes supérieures contiennent ces métabolites qui se trouvent en quantités limitées dans l'organisme de la plante. Il existe plus de 200 000 structures différentes de ces molécules, qui sont produites en petites quantités mais qui présentent une variété structurale extraordinaire. Ces composés ont la particularité de caractériser une espèce, une famille ou un genre de plante (**Guillaume, 2008**).

## 3. Classification des métabolites secondaires

La classification des métabolites secondaires des plantes repose sur leurs propriétés chimiques et les rassemblent en quatre groupes de molécules :

- Les composés phénoliques ou les polyphénols.
- Les alcaloïdes ou les composés azotés.
- Les terpènes.
- Les saponosides (**Merghem, 2009**).

### 3.1. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques sont des métabolismes secondaires caractérisés par la présence d'un cycle aromatique portant des groupements hydroxyles libres ou engagés avec des glucides. (Figure6) (Boizot et Charpentier, 2006).

Les composés phénoliques forment le groupe des composés phytochimiques le plus important des plantes. Ils présentent près de 8000 molécules divisées en une dizaine de classes chimiques (Stalikas, 2007). Chaque classe est caractérisée par la présence d'un noyau benzoïque auquel un ou plusieurs groupes hydroxyles sont directement liés (Macheix et al., 2006).

Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, grains et bois) (Bruneton, 1999).

Ils sont synthétisés par les plantes soumises à des conditions difficiles (infections, blessures, radiation UV...) et sont impliqués dans de nombreux processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la rhizogenèse, la germination des graines ou la maturation des fruits. Ils sont des molécules biologiquement actives (Kening, et al., 1995).

Ces molécules sont stockées dans des vacuoles cytoplasmiques mais seulement dans les cellules périphériques des épidermes de la plante.

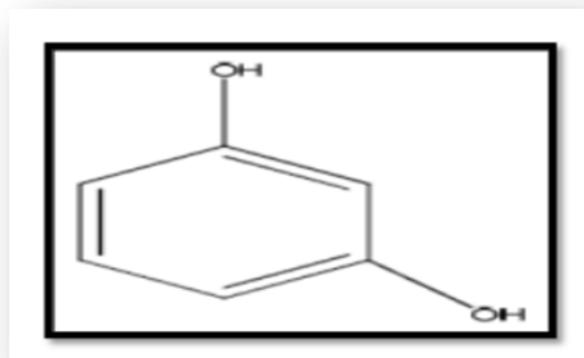


Figure 6 Structure d'unité de base des polyphénols (Ghnimi, 2015)

#### 3.1.1. Classification des composés phénoliques

Selon Harborne (1989), les polyphénols peuvent être divisés en au moins 10 classes différentes selon leur structure chimique de base. Ils peuvent s'étendre de molécules simples, tels que les acides phénoliques, aux composés fortement polymérisés, tels que des tannins (Lugasi al., 2003).

Les principales classes des composants phénoliques sont les acides phénoliques, les

flavonoïdes, les tanins les coumarines et anthocyanes. (Figure 7)

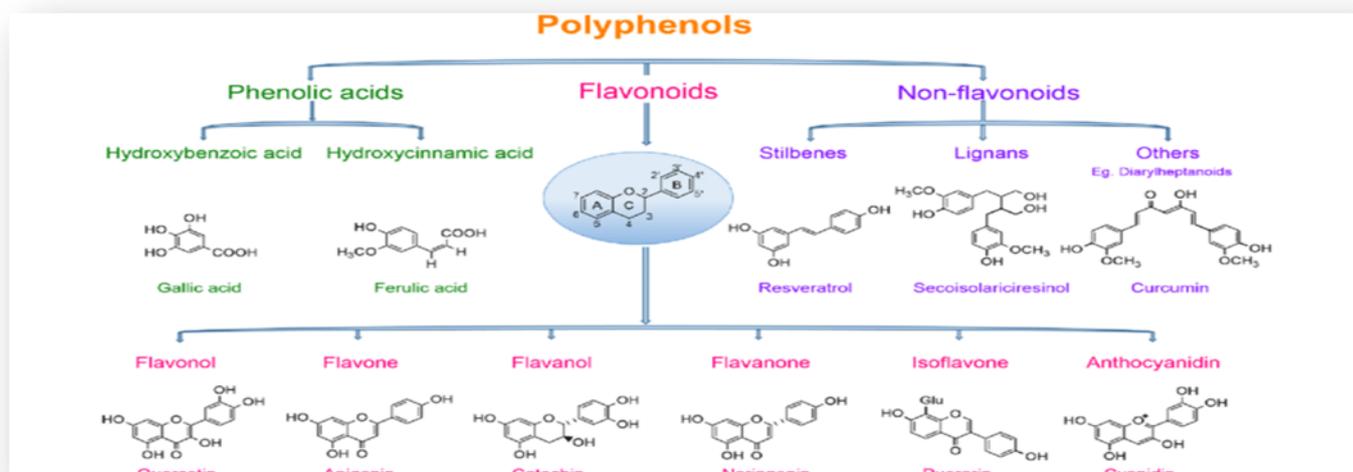


Figure 7 Classification des polyphénols (Macheix et al., 2006).

### 3.1.1.1. Les acides phénoliques

Les acides phénoliques ont une fonction acide et plusieurs fonctions phénoliques. Ils sont incolores et plutôt rares dans la nature (Haslam, 1994). Ces acides sont contenus dans un certain nombre de plantes agricoles et médicinales (Psotová et al., 2003). Comme exemple d'acide phénolique on cite : l'acide chlorogénique l'acide caféique, l'acide protocatechique, l'acide vanillique, l'acide férulique, l'acide sinapique et l'acide gallique).

Ils se divisent en deux classes : les dérivés de l'acide benzoïque (les acides hydroxycinnamiques) (figure 08) et les dérivés de l'acide cinnamique (les acides hydroxybenzoïques) (figure 9) (Pandey et Rizvi, 2009).

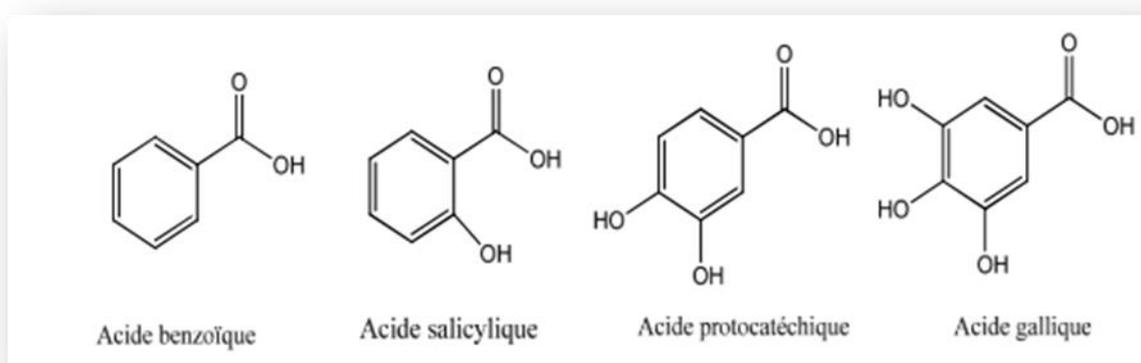


Figure 8 Hydroxylation d'acide benzoïque.

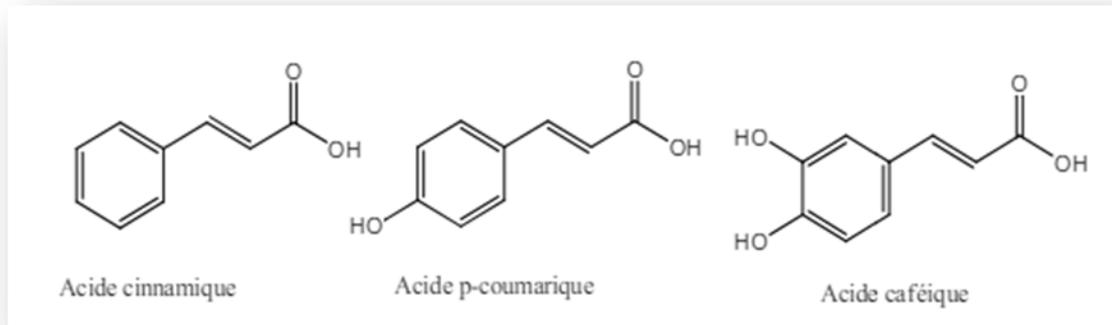


Figure 9 Hydroxylation d'acide cinnamique.

### 3.1.1.2. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont le plus grand groupe de composés phénoliques, ils constituent des pigments responsables des colorations jaune, orange et rouge de différents organes végétaux (Yezza et Bouchama, 2014) (Figure 10). Ils sont constitués de quinze atomes de carbone (C6-C3-C6), essentiellement, la structure se compose de deux cycles aromatiques A et B, reliés par un pont de trois carbones, le plus souvent sous forme d'un hétérocycle C. Presque toujours hydrosolubles (Nijveldt et al., 2001).

Ils peuvent être regroupés en une douzaine de classes selon le degré d'oxydation du noyau pyranique central : flavone, flavonol, flavanol, anthocyane, aurone...

Ce sont susceptibles d'assurer la protection des tissus contre les effets nocifs du rayonnement ultra-violet (UV) (Ahmad a, 2015).

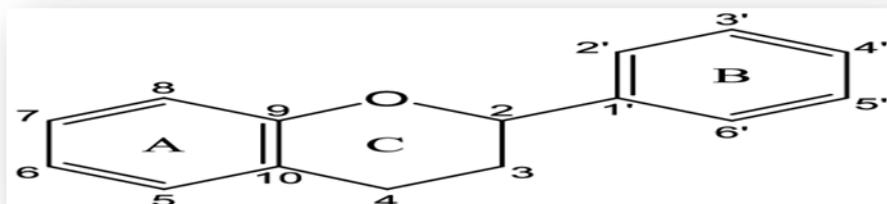


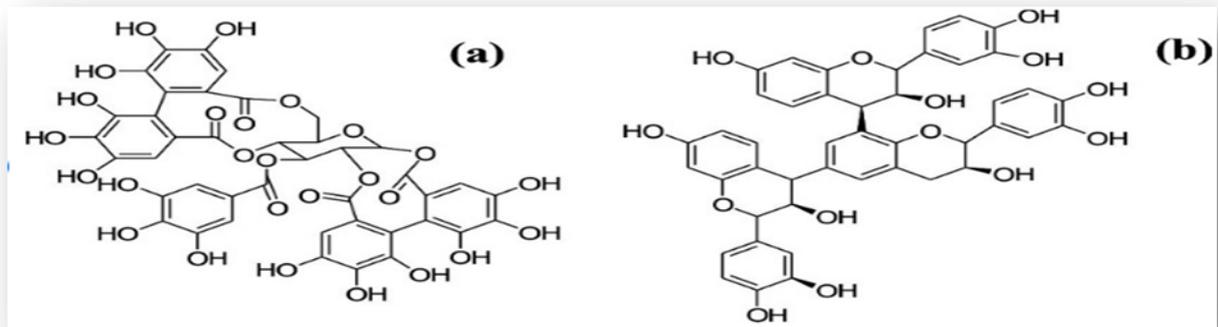
Figure 10 Structure générale d'un flavonoïde (Collin et Creast, 2011).

### 3.1.1.3. Les tanins

D'un point de vue biochimique, une première définition a été proposée par Bate Smith, (1973) c'est que les tanins sont des composés phénoliques hydrosolubles ayant un poids moléculaire

(PM) compris entre 500 et 3000 Da (**Bruneton, 2009**). Les tanins se distinguent nettement des autres composés phénoliques végétaux secondaires par leur activité chimique et leur activité biologique. Les tanins sont largement présents dans différentes parties des plantes. Ils présentent des propriétés antiseptiques, antibiotiques, astringentes, anti-inflammatoires, anti diarrhéiques, hémostatiques et vasoconstrictrices (**Ali-dellile, 2013**). Ils jouent un rôle important dans la protection de la plante contre la prédation (y compris sous la forme de pesticides) et peuvent aider à la croissance des plantes, ils sont considérés comme des polyphénols en raison du grand nombre de groupes phénoliques dans leurs structures (**E.Haslam, 1994**).

Deux groupes de tanins peuvent être distingués : les tanins hydrolysables et les tanins non hydrolysables ou condensés (proanthocyanidine et phlorotanins) (figure 11)



**Figure 11** Structures chimiques (a) d'un tanin hydrolysable et (b) d'un tanin condensé

### 3.1.1.4. Les Anthocyanes

Les anthocyanes sont des pigments issus du métabolisme des flavonoïdes. Ils sont responsables de la couleur des feuilles et fruits auxquels ils donnent leur teinte bleu, violet et pourpre (**Bruneton, 1993**). (Figure 12)

Les anthocyanes sont présents dans la nature uniquement sous forme d'hétérosides appelés anthocyanosides ou anthocyanines. Les génines anthocyanidines ou anthocyanidols sont des dérivés du phényl-2-benzopyrylium ou flavylium (où l'oxygène est sous forme oxonium) présents dans la plante sous forme de sels. Ils sont localisés dans les vacuoles de cellules de l'épiderme. Les antioxydants connus comme anthocyanes jouent un important rôle dans l'élimination des radicaux libres de l'organisme (**Jackman et Smith, 1996**).

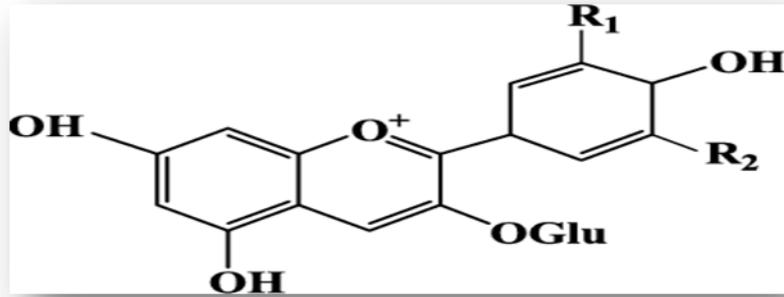


Figure 12 structure de base des anthocyanes

### 3.1.1.5. Les Coumarines

Les coumarines sont généralement étudiées en tant que flavonoïdes. Elles sont composées de coumarine (1,2-benzopyrone), une substance naturelle que l'on trouve dans diverses plantes, en particulier dans les racines (**Crestini, 2015**). Elles se trouvent dans toutes les parties de la plante et notamment dans les fruits et les huiles essentielles des graines (**Deina et al, 2003 et Booth et al, 2004**). Ils sont capables de prévenir la peroxydation des lipides membranaires et peuvent capter les radicaux hydroxyles, superoxydes et pyroxyles (**Igor, 2002**). (Figure 13)

Les coumarines peuvent également se trouver dans le règne animal (les glandes à sécrétion odoriférante du castor) et chez certains microorganismes (**Hofmann, 2003**).

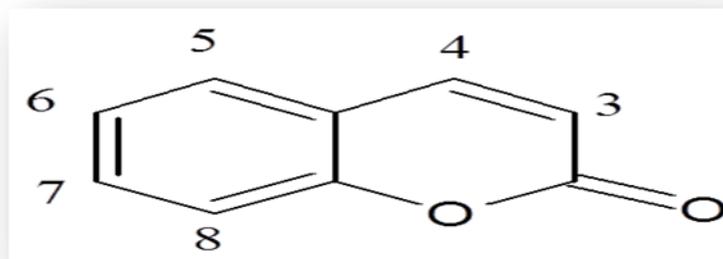


Figure 13 structure de base des coumarines

## 3.2. Les Alcaloïdes :

Les alcaloïdes sont des substances organiques, le plus souvent d'origine végétale, azotées, basiques, donnant des réactions de précipitation avec certains réactifs (appelés « réactifs généraux des alcaloïdes ») et douées, à faible dose, de propriétés physiologiques marquées (**Bruneton, 1999**).

On trouve des alcaloïdes, en tant que métabolites secondaires, principalement chez les végétaux, les champignons et quelques groupes d'animaux peu nombreux. Habituellement, les alcaloïdes sont des dérivés des acides aminés tels que le tryptophane, la lysine, la phénylalanine et la tyrosine. Ces acides aminés sont décarboxylés en amines et couplés à d'autres squelettes carbonés (figure14). Ils sont généralement insolubles ou très peu solubles dans l'eau, par contre ils sont solubles dans les solvants organiques apolaires ou peu polaires (Cyril, 2001).

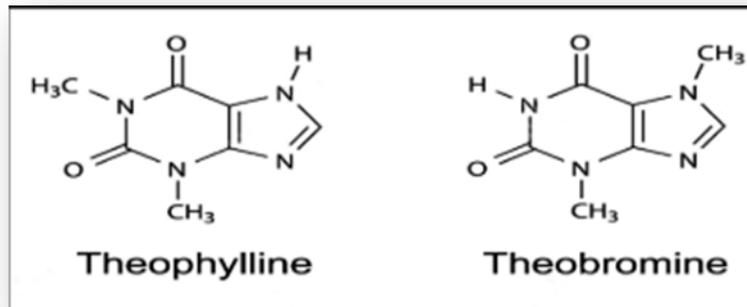


Figure 14 Structures chimiques de quelques alcaloïdes (Bruneton, 2009).

### 3.3. Les Terpenoïdes

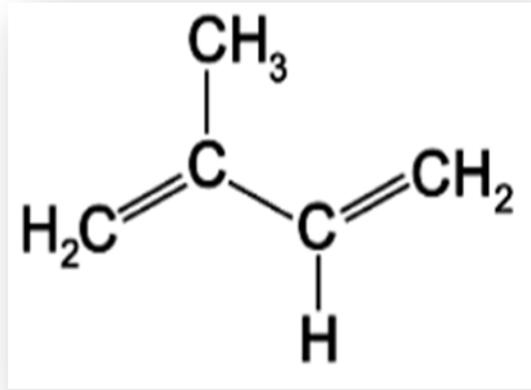
Le terme de terpénoïde est attribué à tous les composés possédant une structure moléculaire construite d'un monomère à 5 carbones appelé isoprène (figure 15), ces composés sont majoritairement d'origine végétale (Malecky, 2005). Selon le nombre d'unités isopréniques qui les constituent, on distingue :

- Les Monoterpènes (C10).
- Les Sesquiterpènes (C15).
- Les Diterpènes (C20).
- Les Triterpènes (C30).
- Les Tetraterpènes (C40).
- Les Polyterpènes (C4000) (Merghem, 2009).

Les terpénoïdes sont classés aussi parmi les substances secondaires importantes du métabolisme chez les végétaux. Les terpènes sont des hydrocarbures naturels, de structure cyclique ou de chaîne ouverte (Hernandez-Ochoa, 2005). (Figure 15)

Les composés terpénoïdes constituent un groupe de molécules très différentes tant d'un point de vue structurel que fonctionnel. Avec près de 15000 structures moléculaires connues, ils

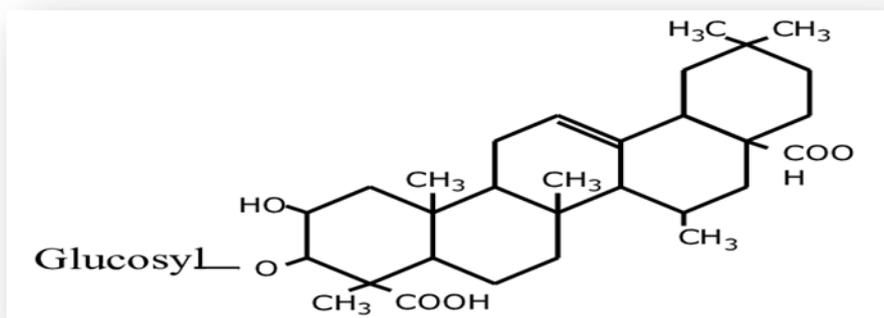
constituent probablement la classe la plus vaste et plus diversifiée de composés organiques végétaux (**Hopkins, 2003**). De nombreux terpenoïdes ont la particularité de dégager de fortes odeurs comme le menthol et le limonène qui permettent la fabrication d'huiles essentielles. Ils sont utilisés comme antiseptiques et dans certains domaines comme la cosmétique (parfum). Elles sont utilisées aussi pour traiter les maladies de la respiration (**Valnet, 2003**).



**Figure 15** Structure de la molécule d'isoprène (Amor,2020).

### 3.4. Les Saponosides:

Le terme saponosides est dérivé de mot savon, ils sont des terpènes glycolysés comme on peut aussi les trouver sous forme aglycones (stéroïdes), ils possèdent un goût amer et acre (**Iserin et al., 2001**). (Figure 16)



**Figure 16**  
molécule

(Cal-smiglia et al., 2007)

Structure de la  
d'isoprène

**Chapitre III**

*Les activités Biologiques*

Les plantes médicinales constituent une source inépuisable et diversifiée en métabolites secondaires, qui ont de nombreuses applications : pharmaceutiques, médicales, agroalimentaires, agronomiques et biotechnologiques. Ces métabolites ont des effets biologiques tels que l'activité antibactérienne et anti-inflammatoire.

## 1. L'Activité antibactérienne

Les microorganismes sont à l'origine de l'apparition d'infections bactériennes, ils sont également à l'origine des maladies les plus mortelles et des épidémies les plus répandues. C'est pourquoi des antibiotiques ont été découverts et fabriqués, qui est une substance antibactérienne produite par des microorganismes, qui empêche la multiplication des bactéries ou les détruit **(Ben Abdallah et al., 2019)**.

### 1.1. Les Bactéries

Les bactéries sont présentes partout et ont un rôle essentiel dans la préservation de notre environnement. Seulement un petit nombre d'entre elles provoquent des maladies et des infections, mais celles-ci ont un impact important sur la santé publique. En général, les infections bactériennes sont plus simples à traiter que les infections virales car il existe davantage de médicaments antimicrobiens efficaces contre les bactéries **(Doron et Gorbach, 2008)**.

Les bactéries sont classées en deux types grâce à la coloration de gram :

- **Les bactéries à Gram positif** : les bactéries à Gram positif ont une épaisse paroi cellulaire en peptidoglycane. Cela signifie qu'ils retiennent le colorant lors des tests de gramme, ce qui leur donne une teinte bleue observable au microscope.
- **Les bactéries à Gram négatif** : Les bactéries à Gram négatif possèdent une membrane externe et une paroi cellulaire en peptidoglycane plus fine, Cela signifie qu'ils ne retiennent pas le colorant bleu utilisé dans les tests Gram et n'apparaissent pas bleus. Au lieu de cela, ils apparaissent de couleur rouge ou rose. Ces bactéries sont un problème majeur de santé publique dans le monde, en raison de leur forte résistance aux antibiotiques **(Lloyd, 2022)**.

## 1.2. Les souches bactériennes étudiées

### 1.2.1. *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus aureus* (également désigné sous le nom de *Staph. aureus* ou *S. aureus*) est une bactérie pathogène à Gram-positive et est une cause majeure de différentes maladies infectieuses chez les humains et les animaux. *Staphylococcus aureus* sécrète une substance polymère extracellulaire (EPS), appelée biofilm, qui aide le microbe à résister et à minimiser l'effet des médicaments antibactériens (Idrees et al.,2021). Elle est de 0,5 à 1 µm de diamètre, immobile, non sporulée, parfois encapsulée(figure17) (Denis et al., 2007).

*S. aureus* est un commensal de la peau et des muqueuses de l'homme et des animaux (rhinopharynx). Chez l'adulte, *S. aureus* est présent dans les zones cutanées humides et colonise surtout les muqueuses des fosses nasales et de l'oropharynx mais aussi le périnée. La peau, particulièrement celle des mains, est régulièrement colonisée (Werthein et al.,2005).

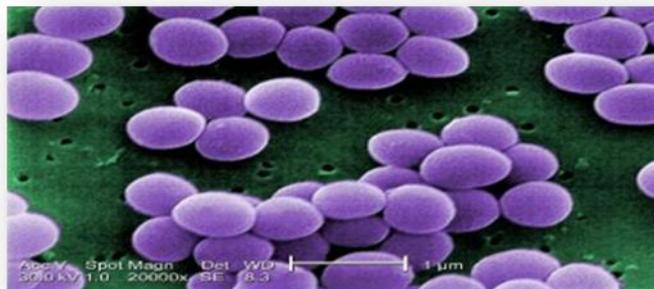


Figure 17 Aspects caractéristiques en amas de coques à Gram positif de *S. aureus*.

### 1.2.2. *Escherichia coli*

*E. coli* est une bactérie bacille à Gram-négative, d'une durée d'incubation de 3 à 4 jours.

La plus courante dans le tractus gastro-intestinal humain et manque de virulence dans ce contexte. Mais peut également être à l'origine de maladies intestinales et extra-intestinales chez l'homme. Cependant, lorsqu'elle est trouvée en dehors du tractus intestinal, *E. coli* peut provoquer, entre autres, des infections des voies urinaires (IVU), une pneumonie, une bactériémie et une péritonite.

*E. coli* peut également être trouvé dans le sol, sur les légumes et dans l'eau, ainsi que dans les viandes insuffisamment cuites (figure18) (Mueller et Tainter, 2023).



**Figure 18** Micrographie électronique à balayage d'*Escherichia coli* (*E. coli*)

### 1.2.3. *Pseudomonas aeruginosa*

*Pseudomonas aeruginosa* est un bâtonnet à Gram négatif, aérobic et non sporulé, capable de provoquer diverses infections chez les hôtes immunocompétents et immunodéprimés. Sa prédilection à provoquer des infections chez des hôtes immunodéprimés, son extrême polyvalence, sa résistance aux antibiotiques et son large éventail de défenses dynamiques en font un organisme extrêmement difficile à traiter en médecine moderne.

*Pseudomonas aeruginosa* est couramment trouvé dans l'environnement, en particulier en eau douce. Les réservoirs dans les communautés urbaines comprennent des spas, et des piscines. Cela peut provoquer un large éventail d'infections communautaires telles que la folliculite, les plaies perforantes conduisant à l'ostéomyélite, la pneumonie, l'otite externe et bien d'autres. Il s'agit généralement d'un agent pathogène opportuniste et également d'une cause importante d'infections nosocomiales telles que la pneumonie associée à la ventilation, les infections urinaires liées aux cathéters, etc(figure19) (Wilson et Pandey, 2023).



*Figure 19 Pseudomonas aeruginosa*

### 1.3. Les antibiotiques

Les antibiotiques sont des substances chimiques organiques d'origine naturelle ou synthétique. Ils sont deux types selon l'activité qu'ils exercent :

- Un antibiotique bactériostatique qui inhibe la croissance et la reproduction des bactéries.
- Un antibiotique bactéricide qui tue les bactéries.

#### 1.3.1 Le mode d'action des antibiotiques

L'action des antibiotiques est principalement due à leur capacité à se lier à des sites spécifiques dans les cellules bactériennes, ce qui perturbe diverses réactions métaboliques en empêchant la synthèse de protéines. Chaque famille d'antibiotiques a des cibles spécifiques qui leur sont propres.

- Antibiotiques qui inhibent la synthèse de la paroi bactérienne.
- Antibiotiques qui altèrent la perméabilité de la membrane cytoplasmique.
- Antibiotiques qui inhibent la synthèse protéique.
- Antibiotiques actifs sur le métabolisme des acides nucléiques (figure 20) (Yala et al., 2001).

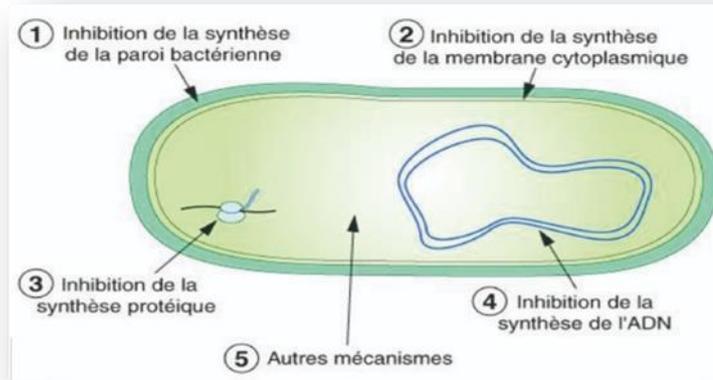


Figure 20 Cellule bactérienne et modes d'action des antibiotiques (Lesseur 2014).

## 1.4. Activité antibactérienne des composés phénoliques

L'activité antibactérienne peut s'exercer selon diverses modalités. Certaines molécules exercent leur activité en oxydant ou en dénaturant les protéines bactériennes. Tandis que d'autres ont un effet plus spécifique en altérant les structures membranaires ou en inactivant des composés ou des fonctions essentielles de la cellule. En dehors de l'influence du caractère hydrophobe de la molécule, l'efficacité antibactérienne des composés phénoliques, notamment les flavonoïdes, dépend principalement de la longueur, de la ramification et de la position de la chaîne de substitution liée au noyau phénolique, ainsi que de la nature des substituants et du degré d'encombrement du noyau phénolique (BAKLI, 2020).

## 2. Activité anti-inflammatoire

### 2.1. L'inflammation

La réaction inflammatoire est un processus physiologique de défense immunitaire de l'hôte en réponse à une agression d'origine physique, chimique ou biologique qui entraîne une altération tissulaire. Ce processus a pour but de protéger l'organisme en éliminant l'agent pathogène, en réparant les lésions tissulaires, en favorisant le retour à l'équilibre et en cicatrisant les tissus endommagés. La réaction inflammatoire est un ensemble de phénomènes qui se produisent à l'endroit où un agent pathogène est présent. Les symptômes courants sont la douleur, la chaleur et la rougeur. Au niveau tissulaire, la réponse inflammatoire se caractérise par une augmentation de la perméabilité vasculaire, une augmentation de la dénaturation des protéines et une altération de la membrane cellulaire (Dehiri,2023).

## 2.2. Types d'inflammation

La réponse inflammatoire est subdivisée en deux types ; une inflammation aiguë et chronique. Ces deux réponses sont associées au système immunitaire **(Rousselet et al., 2005)**.

### 2.2.1. Inflammation aiguë

Inflammation aiguë est une réponse immédiate à un agent agresseur, elle se développe rapidement et de courte durée de quelques jours à quelques semaines, elle est principalement caractérisée par un grand nombre de cellules inflammatoires dans la région touchée. En général, l'inflammation aiguë disparaît spontanément ou avec un traitement sans causer de dommages tissulaires significatifs, mais peuvent laisser des séquelles si la destruction tissulaire est importante **(Bessout, 2013)**.

L'inflammation aiguë se déroule en trois phases : une phase vasculaire immédiate caractérisée par des modifications de la microcirculation locale, une phase cellulaire caractérisée par la mobilisation de nombreuses cellules immunitaires qui permettra l'élimination des microorganismes pathogènes et des tissus lésés, et une phase de résolution et de cicatrisation qui conduit à la restauration des tissus **(Weill et Batteux, 2003)**.

### 2.2.2. Inflammation chronique

Une inflammation chronique survient lorsque l'organisme est constamment exposé à une agression qui dure plusieurs mois ou années, et qu'il n'est pas capable d'éliminer l'agent agresseur **(Canaud et al., 2003)**. Les symptômes initiaux sont semblables à ceux d'une inflammation aiguë, cependant les dommages tissulaires qui en résultent sont plus importants et ont des conséquences fonctionnelles profondes. Ce type d'inflammation entraîne des séquelles anatomiques et fonctionnelles **(Weill et Batteux, 2003)**.

## 2.3. Médiateurs de l'inflammation

La réaction inflammatoire entraîne la libération de divers médiateurs inflammatoires qui jouent un rôle essentiel dans le processus inflammatoire. Ces médiateurs augmentent la perméabilité des vaisseaux sanguins, attirent les leucocytes vers le site de l'inflammation, favorisent leur adhérence à la paroi des vaisseaux sanguins et augmentent l'agrégation des plaquettes. Le tableau 6 récapitule l'origine et les effets des principaux médiateurs inflammatoires **(Mayouf, 2019)**.

**Tableau 6** Origines cellulaires et effets des principaux médiateurs inflammatoires

<b>Médiateur</b>	<b>Origine</b>	<b>Action</b>
Histamine	Mastocytes Basophiles Plaquettes	Vasodilatation, augmentation de la perméabilité vasculaire, induit l'expression des molécules d'adhésion sur l'endothélium vasculaire.
Sérotonine	Mastocytes et plaquettes.	Augmente la perméabilité vasculaire, dilate les capillaires et stimule la contraction des muscles lisses.
Cytokines	Lymphocytes et Macrophages	Médiateurs de la communication intercellulaire, qui agissent à faible concentration, généralement localement par action autocrine et paracrine grâce à la fixation à des récepteurs membranaires de haute affinité.
Facteur activateur des plaquettes (PAF)	Plaquette, neutrophiles, monocytes et cellules endothéliales.	Assure la vasodilatation, augmente l'adhésivité de la paroi vasculaire, stimule la bronchoconstriction, l'agrégation des plaquettes et la libération des médiateurs qu'elles renferment, induit la production des EOR et la libération des enzymes lysosomiales par les neutrophiles, les éosinophiles et les macrophages.

## 2.4. Anti-inflammatoires

Les traitements anti-inflammatoires utilisent souvent des médicaments synthétiques tels que les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) ou les corticoïdes stéroïdiens.

### 2.4.1. Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS)

Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) ont comme principal mode d'action l'inhibition de la synthèse des prostaglandines par le blocage de la cyclo-oxygénase (COX). La COX existe sous deux isoformes : les COX-1 jouent surtout un rôle physiologique (en particulier la protection gastrique). Les COX-2, sont principalement générées en présence

d'inflammation (**Becker et Monassier, 2018**).

## 2.4.2. Anti-inflammatoires stéroïdiens

Les anti-inflammatoires stéroïdiens ou corticoïdes, dérivés synthétiques de la cortisone, hormone sécrétée par les glandes surrénales sont des anti-inflammatoires puissants qui possèdent également des propriétés immunomodulatrices et antiallergiques (**Payne et Adcock, 2001**). Ils sont très puissants et permettent de contrôler l'inflammation quand elle devient sévère ou qu'elle se déclenche sans raison apparente, comme dans les maladies dites inflammatoires (polyarthrite rhumatoïde, allergies sévères, etc.) (**Boulangier, 2017**).

Cependant, leur désavantage est qu'ils réduisent la capacité de défense de l'organisme et de provoquer des troubles qui peuvent être aigus (hypertension artérielle, dérégulation de la synthèse naturelle de glucocorticoïdes, ulcère gastroduodéal...) ou chroniques tel que l'ostéoporose, les cataractes et la prise de poids (**Mayouf, 2019**).

## 2.5. Anti-inflammatoire d'origine végétale

### 2.5.1. Effet des polyphénols sur l'inflammation

Plusieurs études démontrent que les polyphénols ont des propriétés thérapeutiques intéressantes pour lutter contre l'inflammation. Contrairement aux médicaments traditionnels qui ciblent un récepteur spécifique, les polyphénols ont plusieurs modes d'action. Ils peuvent inhiber la production d'acide arachidonique et bloquer les voies de la cyclooxygénase et la lipoxygénase, qui sont des éléments clés de la réponse inflammatoire (**Yoon et Baek, 2005**).

### 2.5.2. Effet des flavonoïdes

Plusieurs recherches ont démontré que les flavonoïdes ont des effets pharmacologiques, notamment anti-inflammatoires, en inhibant des enzymes régulatrices importantes. En effet, certains flavonoïdes sont de puissants inhibiteurs de la production de prostaglandines, qui sont des molécules pro-inflammatoires très actives. Ce résultat serait dû à la réduction du métabolisme de l'acide arachidonique en inhibant la lipoxygénase, la cyclooxygénase et la phospholipase A2 (**Manthey, 2000**).

# *Partie expérimentale*

**Chapitre I**

***Matériel et méthodes.***

Notre étude a été réalisée au niveau du laboratoire de Génétique Biochimie et Biotechnologie Végétales, Université Frères Mentouri Constantine 1.

Le but de notre travail est d'évaluer l'activité antibactérienne et anti-inflammatoire des extraits de *Bunium crassifolium* et *Oenanthe fistulosa*.

Cette recherche vise à explorer les propriétés thérapeutiques des composés naturels présents dans les plantes en vue de développer de nouveaux médicaments ou thérapies alternatives pour traiter les infections bactériennes et les processus inflammatoires.

## 1. Matériel végétal

Différents extraits de deux plantes en l'occurrence *Bunium crassifolium* et *Oenanthe fistulosa* ont été utilisés pour l'évaluation des activités antibactérienne et anti-inflammatoire. Ces extraits nous ont été fournis directement par le laboratoire de Génétique Biochimie et Biotechnologie Végétales.

### ➤ Les extraits testés

Un total de cinq extraits des plantes étudiées ont fait l'objet de nos études (tableau 7).

**Tableau 7** les différents extraits des plantes étudiées

Les extraits	
1	N-butanol précipité d' <i>Oenanthe fistulosa</i>
2	Acetate d'éthyle d' <i>Oenanthe fistulosa</i>
3	Dichloromethane CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> d' <i>Oenanthe fistulosa</i>
4	N-butanol 1 d' <i>Oenanthe fistulosa</i>
5	Méthanol 100% de la Partie aérienne de <i>Bunium crassifolium</i>



Figure 21 Les extraits utilisés

## 2. Activité antibactérienne

### ➤ Les souches bactériennes utilisées

Pour démontrer l'activité antibactérienne des différents extraits des deux plantes étudiées, trois souches bactériennes de référence de type ATCC ont été utilisées (deux bactéries à Gram- et une à Gram+) (tableau 8).

Tableau 8 Les souches bactériennes testées.

Bactérie	Gram	Origine
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	ATCC 6538
<i>Escherichia coli</i>	-	ATCC 25922
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	-	ATCC 27853

### 2.1. Test de diffusion (méthode des disques)

Le test de diffusion est une méthode utilisée en microbiologie pour évaluer l'efficacité antibactérienne d'une substance.

Le principe de base repose sur la diffusion des agents antibactériens de différentes concentrations dans un milieu gélosé. Après un certain temps de contact entre les composés antibactériens et la souche bactérienne, l'effet du produit antibactérien est apparu comme une zone d'inhibition autour du disque. En fonction du diamètre d'inhibition, la souche est considérée soit sensible, très sensible, extrêmement sensible ou bien résistante (**Biondi et al.,**

1993).

## 2.2. Revivification des souches

Les tests antibactériens doivent être réalisés à partir de cultures jeunes de 18h à 24heures en phase de croissance exponentielle. La réactivation des souches a été effectuée par ensemencement de chaque espèce bactérienne en stries sur la surface de la gélose nutritive préalablement coulée et solidifiée dans les boîtes de Pétri. Une incubation à l'étuve, 18h à 24h, à une température 37°C est réalisée (Moroh et al., 2008) (Figure21).

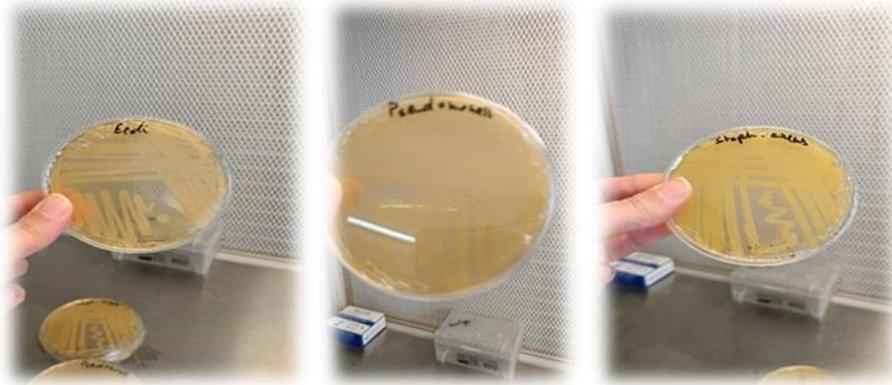


Figure 22 Les trois souches bactériennes testées (E.coli, Pseudo, Staph)( photo personnelle)

## 2.3. Préparation des disques

Une feuille de papier Wattman N°3 est coupée en disques de 6mm de diamètre. Ensuite ils sont mis dans un tube en verre, et stérilisés à l'autoclave et conservés jusqu'à l'utilisation.

## 2.4. Stérilisation de matériel

Le matériel de travail a d'abord été stérilisé (les tubes à essai, les disques en papiers Wattman de 6 mm, la gélose Muller Hinton, les Eppendorf, les embouts des micropipettes) dans un autoclave à 121°C pendant 15 minutes ainsi que par les rayons UV de la hotte et du bec benzène.

## 2.5. Milieu de culture

Le milieu de culture utilisé est le Muller-Hinton qui est le milieu le plus employé pour les tests de sensibilité aux agents antibactériens.

La gélose est bouillie jusqu'à la dissolution complète dans un bain marie, le milieu de culture est par la suite coulé dans les boîtes de Pétri, puis laissé se refroidir (Figure 22).

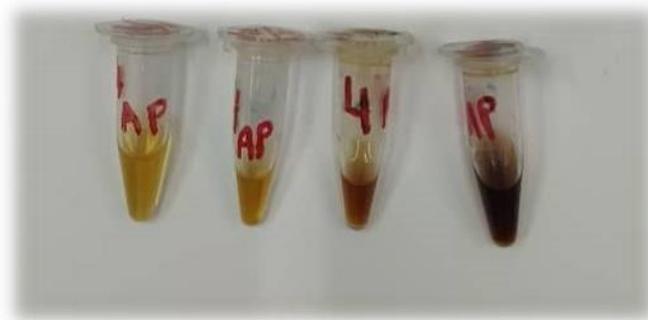


**Figure 23** milieu de culture Muller-Hinton coulé (photo personnelle, 2024)

## 2.6. Préparation des dilutions des extraits de plantes

Les extraits des plantes *B.crassifolium* et *O.fistulosa* ont été dissous dans le diméthyle sulfoxyde (DMSO), un solvant qui n'a aucun effet sur les bactéries, comme cela a été démontré dans des études antérieures.

Les différentes concentrations ont été préparées en effectuant des dilutions successives (SM,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ ), sachant que la concentration de la solution mère de chaque extrait est de 100 mg/mL (Figure 23).



**Figure 24** Préparation des dilutions (photo personnelle, 2024)

## 2.7. Préparation de la suspension bactérienne

Des suspensions bactériennes des souches à tester sont préparées à partir des cultures pures de 24 h sur milieu d'isolement, en raclant à l'aide d'une anse de platine quelques colonies bien isolées de chaque espèce bactérienne (Figure 24), qui sont par la suite introduites dans un tube contenant de l'eau physiologique (0,9 % NaCl). Une homogénéisation de la suspension bactérienne à l'aide d'un vortex pendant quelques secondes est effectuée. La suspension bactérienne doit être trouble avec une densité de 0,5 Mcfarland (**Mohhamdi, 2006**).



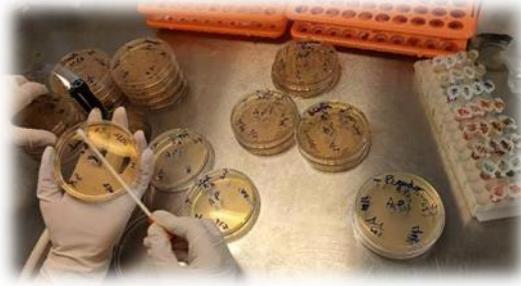
**Figure 25** Préparation de la suspension bactérienne (photo personnelle, 2024)

## 2.8. Ensemencement de la gélose

La Muller Hinton (MH), fondue et stérilisée à 120°C, dans un autoclave est versée dans des boîtes de pétri près du bec bunsen (Les géloses sont séchées avant emploi).

Tremper un écouvillon stérile dans la suspension bactérienne. L'essorer en le pressant fermement (en le tournant) sur la paroi interne du tube, afin de le décharger au maximum. Frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée, sèche, de haut en bas, en stries serrées (Figure 25).

L'opération est répétée deux fois, en tournant la boîte de 60° à chaque fois sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même. Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose. Les boîtes de Pétri sont finalement placées à 4°C pendant 1h avant de déposer les disques.



**Figure 26** Ensemencement de la gélose (photo personnelle, 2024)

## 2.9. Dépôt des disques

À proximité du bec Bunsen et en utilisant une pince stérile, les disques contenant 10 $\mu$ l d'extrait sont placés sur la gélose déjà ensemencée. En laissant un espace entre chaque disque, un disque imprégné de DMSO est utilisé comme témoin (Figure 26).

Les boîtes de Petri sont ensuite fermées hermétiquement et incubées dans l'étuve à 37°C pendant 24h.



**Figure 27** Dépôt des disques (photo personnelle, 2024)

## 2.10. La lecture

Les données des tests de diffusion ont été analysées en mesurant les diamètres des zones d'inhibition autour des disques après 24 heures d'incubation. Les résultats sont exprimés en fonction du diamètre de la zone d'inhibition (Ponce et al., 2003).

- Pour les souches non sensibles (-) ou résistantes : le diamètre est inférieur à 8 mm.
- Pour les souches sensibles (+) : le diamètre est compris entre 9 et 14 mm.
- Pour les souches très sensibles (++) : le diamètre est compris entre 15 et 19 mm.
- Pour les souches extrêmement sensibles (+++) : le diamètre est supérieur à 20 mm.

### 3. L'activité anti-inflammatoire *in-vitro*

#### 3.1. Principe

L'effet anti-inflammatoire *in vitro* des différents extraits de *Oenanthe fistulosa L.* est déterminé en utilisant le test d'inhibition de la dénaturation de l'Albumine de Sérum Bovine (BSA) selon le protocole de Kandikattu (2013).

Brièvement une gamme de concentrations de chaque extrait allant de 0 à 10 mg/mL, est réalisée. 1mL de chaque dilution est ajouté à 1 mL de la solution de BSA à 0,2 % préparée dans le Tris-HCl (0,05 M à pH 6,6). Le mélange est ensuite incubé à 37 C ° pendant 15 min puis à 72°C pendant 5 min. A la fin de l'incubation, et après l'avoir vortexé, le mélange est refroidi rapidement, puis la turbidité est mesurée à 660 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

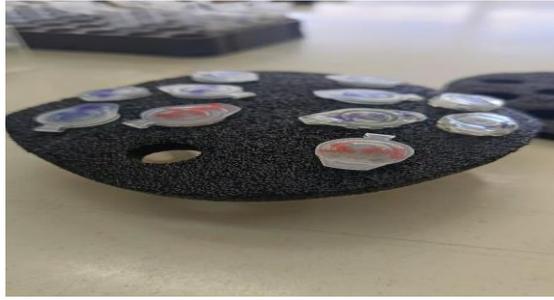
Pour chaque concentration d'extrait, un blanc constitué de 1mL d'extrait et de 1mL de Tris-Hcl (0,05 M à pH 6,6) est préparé. Ce blanc a pour but de soustraire l'absorbance de l'extrait et du Tris-Hcl des résultats obtenus.

Dans ce test, le diclofénac a été utilisée comme anti-inflammatoire de référence. L'évaluation de son activité anti-inflammatoire a été effectuée dans les mêmes conditions opératoires que celles appliquées aux échantillons. Le pourcentage d'inhibition de la dénaturation de l'albumine sérique bovine (BSA) a été déterminé en utilisant la formule suivante :

$$\% \text{d'inhibition} = [(A \text{ contrôle} - A \text{ test}) / A \text{ contrôle}] \times 100$$

A contrôle : absorbance de blanc

A test : absorbance de l'échantillon.



**Figure 28** : le mélange avant l'incubation à 72°C.



**Figure 29** spectrophotomètre.

**Chapitre II :**

---

## *Résultats et discussion*

## 1. Évaluation de l'activité antibactérienne

### ❖ Activité antibactérienne des extraits concentrés et dilués :

L'étude de l'activité antibactérienne a été réalisée par la technique de diffusion sur milieu solide. Cette technique nous permet une estimation qualitative de l'effet antibactérien des extraits en mesurant les diamètres de la zone d'inhibition, en millimètre (mm) des disques contenant un volume d'extrait végétal à une concentration prédéfinie (figure 27).

Les résultats sont présentés dans et les figures (28, 29, 30, 31, 32).



Figure 30 L'activité antibactérienne des extraits sur les souches testées

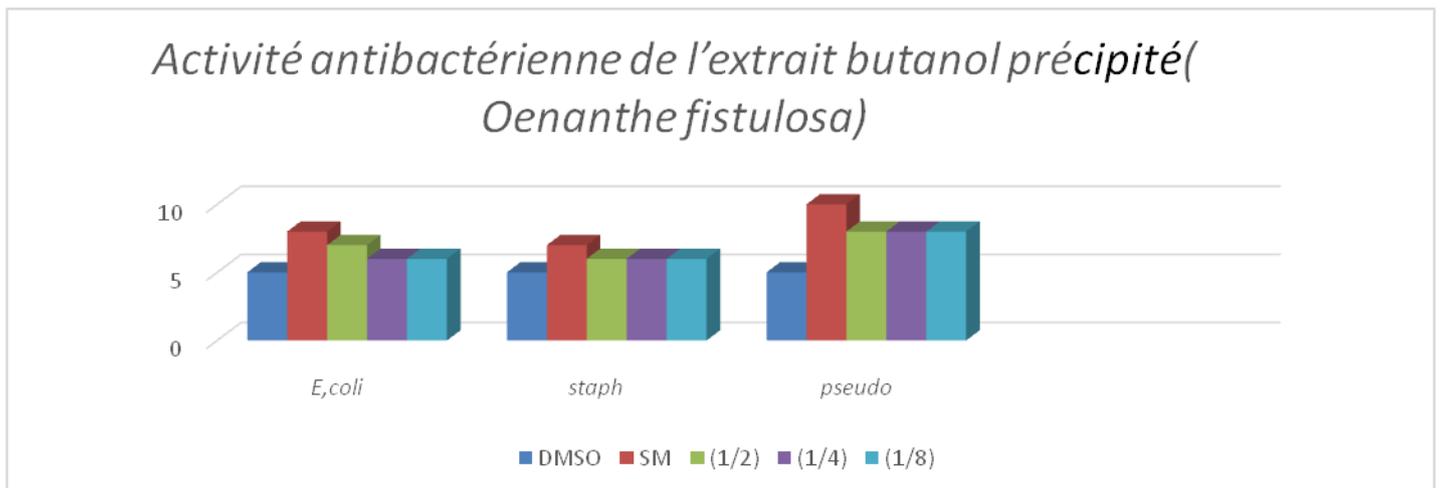


Figure 31 Activité antibactérienne de l'extrait butanol précipité (*Oenanthe fistulosa*)

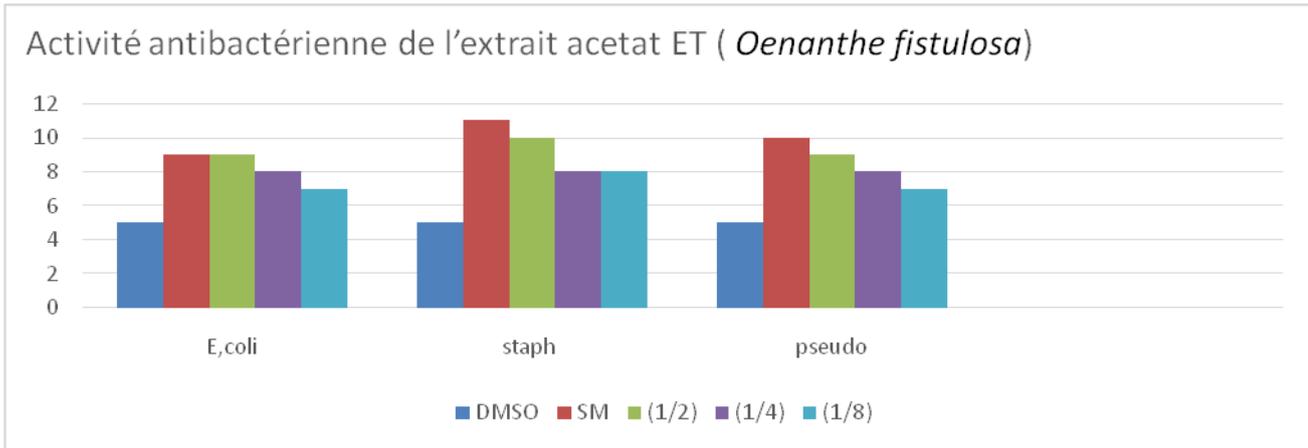


Figure 32 Activité antibactérienne de l'extrait acetate d'ethyle (*Oenanthefistulosa*)

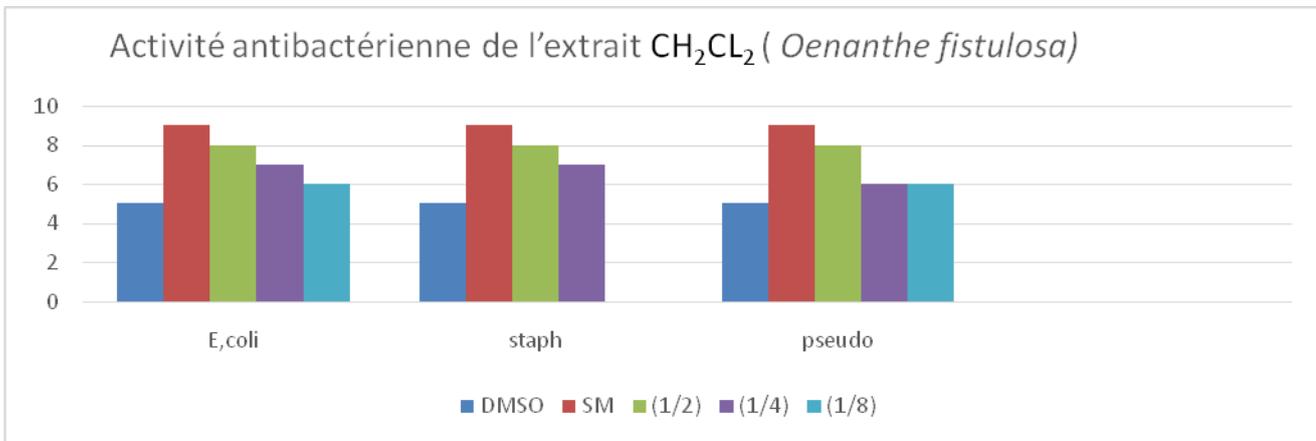


Figure 33 Activité antibactérienne de l'extrait CH<sub>2</sub>CL<sub>2</sub> (*Oenanthefistulosa*)

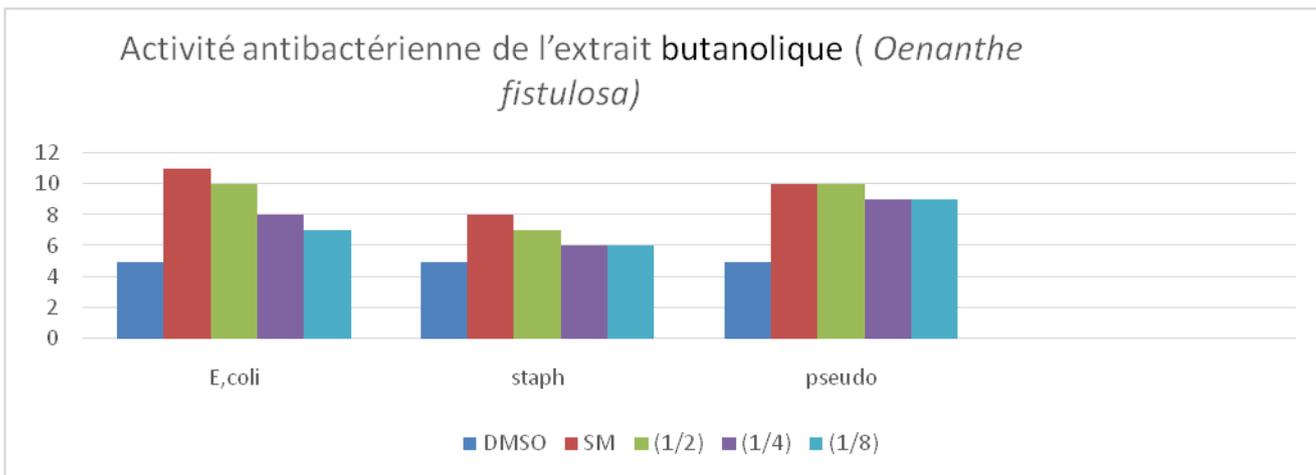
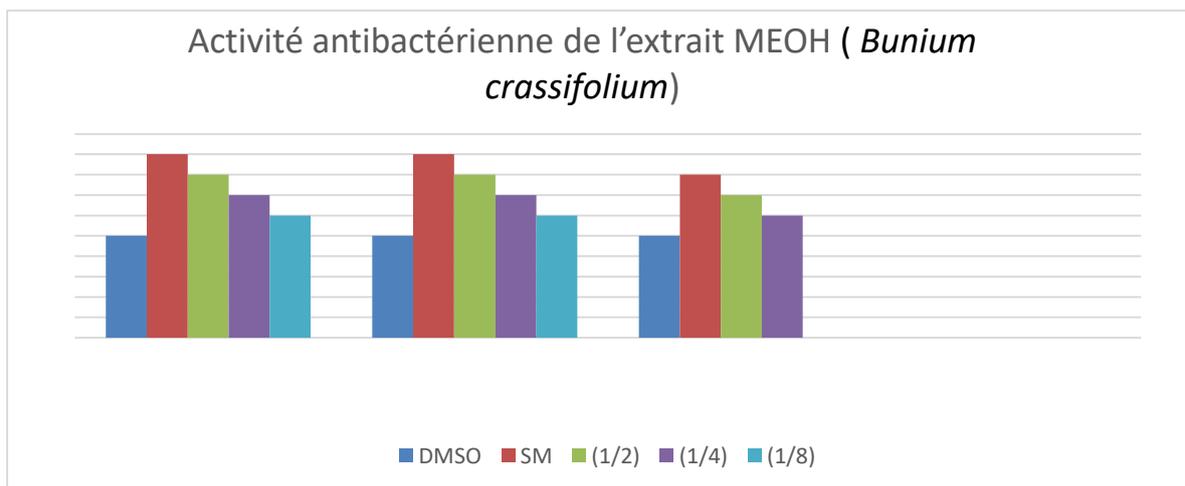


Figure 34 Activité antibactérienne de l'extrait butanolique (*Oenanthefistulosa*)



**Figure 35** Activité antibactérienne de l'extrait Methanolique( *Bunium crassifolium*)

A partir des résultats exprimés dans les figures :

On constate que *Staphylococcus aureus* est la souche la plus sensible à l'extrait d'*Oenanthe fistulosa*. L (acétate d'éthyle) avec les concentrations SM, 1/2 dont les valeurs du diamètre d'inhibition atteints (11, 10) mm, respectivement. *Pseudomonas aeruginosa* montre une sensibilité au même extrait avec la concentration SM et 1/2 dont le diamètre d'inhibition est de (11,10) mm. *Escherichia coli* montre aussi une sensibilité avec la concentration SM et 1/2 dont le diamètre d'inhibition est de (9,9) mm. Pour l'extrait n-butanolique (*Oenanthe fistulosa*), la souche la plus sensible est *Escherichia coli* dont les diamètres d'inhibition sont de (11et10) mm avec les concentrations SM et 1/2. *Pseudomonas aeruginosa* montre aussi une sensibilité avec la concentration SM et 1/2 dont le diamètre d'inhibition est de (9,9) mm. Le même extrait n'exerce aucun effet inhibiteur sur *Staphylococcus aureus*.

L'extrait acétate d'éthyle présente une efficacité moyenne contre les trois souches. Cependant, l'extrait n-butanolique est efficace contre *Staphylococcus aureus* et *Escherichia coli*.

Selon les résultats précédents, on peut déduire que l'extrait acétate d'éthyle présente une activité antibactérienne plus efficace que l'extrait n-butanolique.

L'extrait n-butanol précipité possède une activité antibactérienne avec la concentration initiale (SM) envers la souche bactérienne *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli* dont les valeurs du diamètre d'inhibition atteints sont (10 et 8) mm, respectivement. Les autres dilutions ne possèdent aucune activité antibactérienne (diamètre inférieur à 8 mm). Tandis que l'extrait dichloromethane CH<sub>2</sub>CL<sub>2</sub> d'*Oenanthe fistulosa* possède une activité

antibactérienne envers les trois souches bactériennes avec les concentrations initiales (SM) (un diamètre de 9 mm).

L'extrait dichloromethane CH<sub>2</sub>CL<sub>2</sub> présente une efficacité moyenne contre les trois souches. Cependant, l'extrait n-butanol précipité est efficace contre *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*. Selon les résultats précédents, on peut déduire que l'extrait dichloromethane CH<sub>2</sub>CL<sub>2</sub> présente une activité antibactérienne plus efficace que l'extrait n-butanol précipité.

L'extrait MeOH de l'espèce *Bunium crassifolium* possède une activité antibactérienne envers les souches (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *pseudomonas aeruginosa*), avec la concentration initiale (SM) dont les valeurs du diamètre d'inhibition atteints sont (9, 9, 8) mm, respectivement. Les autres dilutions ne possèdent aucune activité antibactérienne (diamètre inférieur à 8 mm).

Donc l'extrait dichloromethane CH<sub>2</sub>CL<sub>2</sub> présente une efficacité moyenne contre les trois souches testées.

En comparant nos résultats à ceux de (**Chaibeddra, 2020**) qui ont testé l'extrait d'acétate d'éthyle et n-butanolique de la plante *Oenanthe virgata* Poiret, où il a enregistré que l'extrait acétate d'éthyle a une activité antibactérienne contre trois bactéries, tandis que l'extrait butanolique a une activité antibactérienne contre une seule bactérie. L'extrait acétate d'éthyle présente une bonne inhibition contre *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*, et aucun effet n'a été montré contre *E.coli* (le diamètre de la zone d'inhibition : *Pseudomonas aeruginosa* = 20 mm, *Staphylococcus aureus*=16 mm). En revanche, n-Butanol présente une inhibition modérée contre *Pseudomonas aeruginosa* (le diamètre de la zone d'inhibition : *Pseudomonas aeruginosa* =11mm).

On trouve que notre extrait d'*Oenanthe fistulosa* présente une activité antibactérienne moins importante comparativement aux extraits d'*Oenanthe virgata* Poiret.

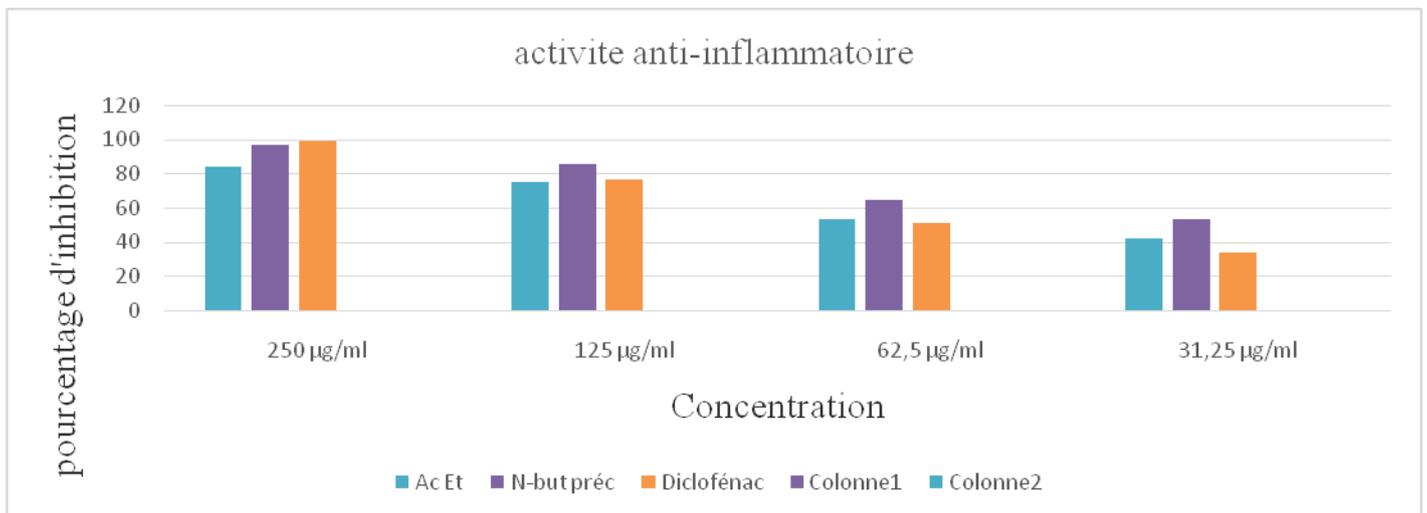
Dans une autre étude qui est faite par **Karouche et al., (2020)** sur l'extrait méthanolique de la plante *Bunium mauritanicum*, ce dernier a réagi positivement sur les deux souches de référence : *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*, ces dernières possèdent des zones d'inhibition de diamètres qui varient entre 8 et 12mm. Les résultats que nous avons obtenus sont plutôt comparables à ceux de cette étude.

Les résultats obtenus indiquent que la présence d'une activité antibactérienne dans les extraits de la plante *bunium crassifolium* et *oenanthe fistulosa* est due à la présence de différents composants chimiques tels que les alcaloïdes, flavonoïdes, phénols, saponines, stéroïdes, tanins, et terpénoïdes.

L'apparition d'une zone d'inhibition autour du disque de papier imprégné avec les extraits bruts étudiés indique une action bactériostatique. Le diamètre de la zone d'inhibition varie d'une bactérie à l'autre et d'un extrait à l'autre. Conformément aux informations rapportées dans la littérature, nous avons établi qu'un extrait a une action bactériostatique si son diamètre d'inhibition est supérieur à 8 mm (Marjorie, 1999).

## 2. Evaluation de l'activité anti-inflammatoire

Pour évaluer l'effet anti-inflammatoire de deux extraits *d'Oenanthe fistulosa*, nous avons réalisé in vitro un test d'inhibition de la dénaturation thermique du BSA. Les résultats obtenus (Figure 33) ont été ensuite comparés à ceux obtenus dans les mêmes conditions pour l'anti inflammatoire commerciale le diclofénac sodium.



**Figure 36** Pourcentage d'inhibition de la dénaturation protéique des deux extraits comparés au standard

La capacité de différents extraits d'inhiber la dénaturation de la BSA a été estimée. Les résultats obtenus montrent que les deux extraits possèdent un effet inhibiteur vis-à-vis de la dénaturation de la BSA. L'évaluation du pourcentage d'inhibition montre que l'extrait d'Acétate d'éthyle et de N-butanol précipité *d'Oenanthe fistulosa* possède une activité anti-inflammatoire in vitro à la dose de 125, 62.5, 31.25 µg/ml plus élevée par rapport la solution standard de diclofénac dans les mêmes concentrations. Par contre dans la concentration 250 µg/ml le diclofénac présente une inhibition maximale de la dénaturation des protéines à un pourcentage de 99.23 %, et le pourcentage d'inhibition pour l'extrait de n-butanol précipité à la même concentration reste relativement proches de 96.41 %, tandis que le pourcentage d'inhibition pour l'extrait d'Acétate d'éthyle est de 84.35%.

Le pourcentage d'inhibition de la dénaturation par l'extrait de n-butanol précipité est supérieur comparativement à l'extrait d'acétate d'éthyle et proche à celui de l'anti-inflammatoire de référence(diclofénac).

La comparaison entre les pourcentages d'inhibition de la dénaturation des protéines de l'extrait d'Acétate d'éthyle d'*Oenanthe virgata* Poiret où il a enregistré une protection de l'ordre de (81,58%) dans l'étude de (**Chaibeddra, 2020**) et l'extrait n-butanol d'*Oenanthe virgata* Poiret était inefficace. On trouve que notre extrait d'*Oenanthe fistulosa* présente une protection relativement supérieure.

La dénaturation des protéines est définie comme un processus dû à des facteurs externes tels que la chaleur, un acide fort ou une base forte, un solvant organique ou un sel inorganique concentré, ce qui signifie que la structure tertiaire et la structure secondaire de la protéine sont désorientées (**Dharmadeva et al, 2018**). La dénaturation des protéines est l'un des événements bien connus qui provoquent des maladies inflammatoires et arthritiques. Dans certaines maladies arthritiques, la production d'auto-antigènes peut être causée par la dégradation des protéines qui se produit dans le corps (**Chandra et al, 2012**).

D'après nos résultats, nous constatons que les deux extraits (Acétate d'éthyle et N-butanol précipité) d'*Oenanthe fistulosa* étaient capables de contrôler la dénaturation des protéines et donc d'inhiber la production d'auto-antigènes. L'activité inhibitrice de la dénaturation de la BSA peut être attribuée à la présence de différents composés bioactifs tels que les flavonoïdes dans les extraits. On peut conclure que les extraits bruts possèdent un effet anti-inflammatoire.

## ***Conclusion et perspectives***

Les plantes médicinales restent et resteront encore longtemps une source fiable de principes actifs pour leurs propriétés thérapeutiques.

La présente étude a été menée pour évaluer l'activité antibactérienne et anti-inflammatoire des extraits, d'acétate d'éthyle, n-butanolique, n-butanol précipité, dichlorométhane et du méthanol de deux plantes appartenant à la famille des apiaceae. Ces extraits ont été testés contre trois bactéries pathogènes : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*.

L'évaluation de l'activité antibactérienne de ces extraits dans la perspective de développer de nouveaux antibiotiques naturels à différentes concentrations contre les souches bactériennes testées a révélé que les extraits des plantes étudiées possèdent un effet inhibiteur plus ou moins important.

Cette étude met en évidence le potentiel des extraits *d'Oenanthe fistulosa* et de *Bunium crassifolium* en tant que sources d'agents antibactériens naturels. Leur capacité à inhiber la croissance de bactéries pathogènes communes suggère qu'ils pourraient être explorés d'avantage pour le développement de nouveaux traitements antibactériens. Toutefois, des études supplémentaires sont nécessaires pour comprendre les mécanismes d'action spécifiques de ces extraits et pour évaluer leur efficacité in vivo.

L'évaluation de l'activité anti-inflammatoire des extraits bruts d'acétate d'éthyle et de n-butanol précipité *d'Oenanthe fistulosa* montre que ces derniers présentent un potentiel prometteur en tant qu'agents anti-inflammatoires naturels. Leurs effets inhibiteurs sur la dénaturation des protéines suggèrent qu'ils pourraient être explorés davantage pour le développement de traitements contre les maladies inflammatoires et arthritiques. Toutefois, des études supplémentaires sont nécessaires pour identifier les composés actifs spécifiques et comprendre leurs mécanismes d'action exacts.

L'ensemble de ces résultats obtenus ne constituent qu'une première étape dans la recherche de substances d'origine naturelle biologiquement active, c'est pour cela il serait donc important d'approfondir les recherches sur ces deux plantes intéressantes et les perspectives qui en résultent sont les suivantes :

- Il serait important d'isoler et d'identifier les composés bioactifs responsables

de l'activité antibactérienne et anti-inflammatoire observée dans les extraits *d'Oenanthe fistulosa* et de *Bunium crassifolium*.

- Des études in vivo seraient nécessaires pour évaluer l'efficacité des extraits dans des modèles animaux contre les maladies inflammatoires et infectieuses.
- Des recherches pourraient également être menées sur la synergie entre les extraits et d'autres agents antimicrobiens ou anti-inflammatoires, tels que les antibiotiques ou les anti-inflammatoires conventionnels.
- Des études approfondies sur la sécurité et la toxicité des extraits, notamment à long terme et à des doses plus élevées.

# ***Références bibliographiques***

## A

- Afaq, F., Saleem, M., Krueger, C. G., Reed, J. D., & Mukhtar, H. (2005).** Anthocyanin-and hydrolyzable tannin-rich pomegranate fruit extract modulates MAPK and NF- $\kappa$ B pathways and inhibits skin tumorigenesis in CD-1 mice. *International Journal of Cancer*, 113(3), 423-433.
- Ahmad A, Kaleem M, Ahmed Z, Shafiq H (2015)** Therapeutic potential of flavonoids and their mechanism of action against microbial and viral infections—a review.
- Ali-dellile, L. (2013).** Les plantes médicinales d'Algérie. Berti Edition Alger. 6-11.
- AmeniLandoulsi. (2016)** Etude chimiotaxonomique et activité biologique des métabolites secondaires des plantes du genre *Eryngium*. Médecine humaine et pathologie. Université du Droit et de la Santé - Lille II; Université de Tunis El Manar, Français. NNT : 2016LIL2S056. Tel-01755125 page 246.
- Amor, (2020).** Métabolismes secondaires des plantes. Cour de l'usage des étudiants de M1 Biodiversité et physiologie végétale, Université Ferhat Abbas –SETIF 1
- Anne-Sophie Limonier La phytothérapie de demain (2018)** les plantes médicinales au cœur de la pharmacie Sciences pharmaceutiques. Thèse de doctorat
- APGIII. (2009).** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Bot. J. Linn. Soc.*, 161(2):105–121
- Appendino, G., Pollastro, F., Verotta, L., Ballero, M., Romano, A., Wyrembek, P., & Tagliatela-Scafati, O. (2009).** Polyacetylenes from Sardinian *Oenanthe fistulosa*: A Molecular Clue to risus sardonicus. *The American Chemical Society and American Society of Pharmacognosy*. doi:10.1021/np8007717.
- Attou, A. (2011)** Contribution à l'étude phytochimique et activités biologiques des extraits de la plante *Rutachalepensis* (Fidjel) de la région d'Ain Témouchent. Université Aboubaker Belkaid, Tlemcen.

## B

- Bahorun, T (1997).** Substances Naturelles actives. La flore Mauricienne. une source D'approvisionnement potentielle Food and Agricultural Research Council Mauritiias, 83-94.

**BAKLI Sabrina, Activité antimicrobienne, antioxydante et anticoccidienne des extraits phénoliques de**

**Becker G, Monassier L, (2018).** Anti-inflammatoires non stéroïdiens : rappels pharmacologiques et évolutions récentes de l'état des connaissances. *Med Ther*, 24(4): 240–248.

**Ben abdallah, R., Frikha, D., Maalej et S. Sass, S (2019).** Evaluation in vitro de l'activité antibactérienne et antifongique de quatre espèces d'algues marines in vitro evaluation of the antibacterial and antifungal activities of marine algae. *jimStax* N°31. P. 38-44.

**Biondi, D., Cianci, P., Gerad, C., Rubertof, G., and Piattelli, M. 1993.** Antimicrobial Activity and Chemical Composition of Essential Oils from Sicilian Aromatic Plants. 8, 331–337. Boeck Université (Paris), pp: 12-23.

**Boizot N., Charpentier J-P. (2006).** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre fruitier. *Le cahier des techniques de l'INRA*.

**Booth, N.L., Dejan, N., Richard, B., Stoci, E. (2004).** New lanthanide complexes of 4 methyl 7 hydroxycoumarin and their pharmacological activity. *Clinical Pharmacology and Therapeutics*. p50, 120-123.

**Bouamer A., Bellaghit M., Moulay O., (2005).** Etude comparative entre les huiles essentielles de la menthe verte et de la menthe poivrée dans la région de Ouargla. *Etude supérieure en biologie université de kasdimerbah Ouargla*.

**Bruneton J, (2009).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 4ème Edition Lavoisier, Paris, 1234p.

**Bruneton J. (1993).** Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales. Ed Lavoisier, Paris. P 278-279.

**Bruneton J. (2005).** Plantes toxiques pour l'Homme et les animaux. 3ème Edition Lavoisier. Pp: 111-112

**Bruneton, J., (1999)** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 3ème édition, Ed. Lavoisier, Paris, 1269p.

**Calsmiglia S., Busquet M., Cardozop W., Castillejos L., Ferret A., (2007).** Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *Journal of dairy science*. Vol. (90): 2580–2595. *Care*, 12(8) : 553-564.

**Canaud, B., Sénécal, L., Leray-Moragués, H., Picard-Gontiers, A., Terrier, N., Morena, M., et Cristol, J-P. (2003).** L'accès vasculaire, une cause d'inflammation sousestimée chez l'hémodialysé. *Néphrologie*, 24(7), 353-358.

**Chaker El Kalamouni. (2010)** Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées. Thèse de Doctorat Alimentation et Nutrition. Institut National Polytechnique de Toulouse - INPT, Français.

**Chandra S., Chatterjee P., Dey P. and Bhattacharya S.** Evaluation of in vitro antiinflammatory activity of coffee against the denaturation of protein, 2012. *J. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. P. 178-180.

**Chaouche., T.M , Haddouchi F . , Abbou F . , Aissaoui M . , Boudjemai O . , Ghellai L., Senhadji S.,(2021).** Phytochemical screening and evaluation of the antioxidant and evaluation of the antioxidant and antibacterial activity of *Atriplex halimus* from two regions Algeria (El Oued and Tlemcen).

**Chase et James L. Reveal, (2009).** <https://wikimonde.com/article/Plumbaginaceae>

**Collin S et Creast G , (2011)** .Polyphynol Et Procédé . 1ère Ed , Lavoisier : Paris .

**Crestini, C., Lange, H. (2015).** A novel and efficient immobilized tannase coated by the layer-by-layer technique in the hydrolysis of gallotannins and ellagitannins. *Microchemical Journal*, volume 123, pp: 139– 147.

**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.

**DEHIRI Mounira,** Evaluation de l'activité antiarthritique et toxique des extraits de *Peganum harmala* L. Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi Bordj Bou Arréridj. 2023, 142p.

**Deina, M., Rosa, A., Casu, V., Cottiglia, F., Bonsignore, L. ( 2003)** Natural product: their

chemistry and biological significance. *Journal of the American Oil Chemistry Society*. 80:65-70

**Denis F., Cécile P., Martin C., Bingen E., Quentin R. (2007).** *Bactériologie Médicale*

**Dharmadeva S, Galgamuwa LS, Prasadinie C, Kumarasinghe N.** In vitro anti-inflammatory activity of *Ficus racemosa* L. bark using albumin denaturation method. *Ayu*. 2018 Oct-Dec;39(4):239-242. doi: 10.4103/ayu.AYU\_27\_18. PMID: 31367147; PMCID: PMC6639822.

**DJARRi, L., SOUILAH, N., BENDIF, H., MEDJROUBI, K., Akkal, S., HAMEL, T., & DEMIRTAS, I. (2023).** CHEMICAL COMPOSITION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS OF AN. *Acta Biologica Marisiensis*. doi:10.2478/abmj-2023-0001.

**DOBIGNARD, A. & C. CHATELAIN (2010-2013).** Index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord.

**Doron S, Gorbach SL.** Bacterial Infections: Overview. *International Encyclopedia of Public Health*. 2008:273–82.

doi: 10.1016/B978-012373960-5.00596-7. Epub 2008 Aug 26. PMCID: PMC7149789.

---

## E

**E. Haslam, T.H. Lilley, Y. Cai, R. Martin, D. Mangnolato, (1989).** Traditional Herbal Medicines - The Role of Polyphenols, *Planta Med*. 55 .1–8.

**Euro+Med. (2013).** The information resource for Euro-Mediterranean plant diversity.

---

## F

**FILLIAT P., ( 2012).** Les plantes de la famille des Apiacées dans les troubles digestifs. Thèse de doctorat en pharmacie. Unv. Joseph Fourier (France)

from Euro+Med Plant Base <https://www.euoplusmed.org/>.

## G

**Ghnimi W. (2015).** Etude phytochimique des extraits de deux Euphorbiacées :

Ricinus communis et Jatropha curcas. Evaluation de leur propriété anti-oxydante et de leur action inhibitrice sur l'activité de l'acétylcholinestérase

**Guillaume, ( 2008).** Chemical from Plants: Perspectives on plant secondary products; Ed: WORLD SCIENTIFIC. P19

## H

**Haddouchi, F., Chaouche, T. M., Ksouri, R., Medini, F., Sekkal, F. Z., & Benmansour, A. (2014).** Antioxidant activity profiling by spectrophotometric methods of aqueous methanolic extracts of Helichrysum stoechas subsp. rupestre and Phagnalon saxatile subsp. saxatile. Chinese journal of natural medicines.

**Hamel, T., Sadou, N., Seridi, R., Boukhdir, S., Boulemtafes, A (2018).** Pratique traditionnelle d'utilisation des plantes médicinales dans la population de la péninsule de l'Edough (nord-est algérien). Ethnopharmacologia 59. P, 65-71

**Harborne, J.B., Williams, C A. (1989).** Advances in flavonoid research since 1992. Phytochemistry. 55: 481-504.

**Haslam, E., (1994).** Natural polyphenols (vegetable tannins): Gallic Acid metabolism. Nat. Prod., 11, pp 41-66.

**Hernandez -Ochoa L.R., (2005).** Substitution de solvants et matières actives.

**Hoffman L ,2003.** Etude du métabolisme des phénylpropanoïdes ; analyse de l'interaction de la caféol-coenzyme A-3-O-méthyltransférase (CCoAOMT) avec son substrat et caractérisation fonctionnelle d'une nouvelle acyltransférase, l'HydroxycinnamoylCoA : shikimate/quinat hydroxycinnamoylTrnsférase (HCT). Thèse de doctorat en Biologie moléculaire et cellulaire, Université Louis Pasteur Strasbourg I, 245p.

**Hopkins, W. G. (2003).** Physiologie végétale. 2ème édition américaine, de Boeck et Lancier S.A, Paris : 514.

<https://doi.org/10.1055/s-2006-961764>

[https://www.researchgate.net/publication/263221610\\_Antibacterial\\_activity\\_of\\_some\\_plants\\_from\\_family\\_Apiaceae\\_in\\_relation\\_to\\_selected\\_plant\\_patogenic\\_bacteria](https://www.researchgate.net/publication/263221610_Antibacterial_activity_of_some_plants_from_family_Apiaceae_in_relation_to_selected_plant_patogenic_bacteria)

## I

**Idrees, M., Sawant, S., Karodia, N., & Rahman, A. (2021).** Staphylococcus aureus Biofilm: Morphology, Genetics, Pathogenesis and Treatment Strategies. MDPI. doi:10.3390/181.

**Igor Passi L B. (2002).** Etude des activités biologiques de Fagaranthoxyloïdes Lam. (Rutaceae). Thèse Pharmacie, Bamako; 133 P.

**Isrin P. (2001).** Encyclopédie des plantes médicinales, identification, préparation, soin. Ed : Larousse/ VUEF, 336 p.

## J

**Jackman and Smith. (1996).** Anthocyanins and betalains, in Natural food colorants. 2nd ed., eds

**Judd ,W. S., Campbell , C. S ., Kellogg, E .A .et Stevens ,P ., (2001).** Botanique systématique : une perspective phylogénétique, Ed 1 : Deboeck , 84- 336 .

## K

**Kandikattu K, Bharath Rathna Kumar P, Venu Priya R, Sunil Kumar K, Ranjith Singh.B.Rathore.** EVALUATION OF ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY OF CANTHIUM PARVIFLORUM BY IN-VITRO METHOD. Indian Journal of Research in Pharmacy and Biotechnology 2013 ; 1(5) : 729-730.

**Kening, Y., Vincenzo, D.L., Normand, B. (1995).** Creation of a metabolic sink for tryptophan alters the phenylpropanoid pathway and the susceptibility of potato to Phytophthora infestans. The plant. cell., 7:1787-1799.

**Khalil, N. M., Sperotto, J. S., & Manfron, M. P. (2006).** Antiinflammatory activity and acute toxicity of Dodonaea viscosa. Fitoterapia, 77(6), 478-480.

## L

**Lefahal Mostafa., (2014).** Etude phytochimique, biologique et activité anticorrosion de trois plantes médicinales Algériennes appartenant aux familles Plumbaginaceae, Tamaricaceae et

Apiaceae, Thèse de Doctorat. Université De Constantine 1, Algérie.

**Lefahal, M., Zaabat, N., Djarri, L., Benahmed, M., Medjroubi, K., Laouer, H., & Akkal, S. (2017).** Evaluation of the antioxidant activity of extracts and flavonoids. *Journal homepage*, 30, 5-8. doi:10.1515/cipms-2017-0001.

**Leurquin J.** Etude du genre *Oenanthe* (Apiaceae) de la Belgique et des régions voisines, Clés de détermination, Données morphologiques, stationnelles et socioécologiques. Lotissement Coputienne, 200710- 6920 Wellin Janvier, p.14.

**Lloyd, W. C. (2022).** What is the difference between Gram-positive and Gram-negative bacteria? *Medical News Today*.

**Lobstein, A., (2010).** Substances naturelles et pharmacognosie, les alcaloïdes.

**Lugasi A., Hovari J., Sagi, K.V et Biro L. (2003).** The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta Biologica Szegedensis* 1-4: 119-125.

**Lv Fei, Liang H, Yuan Q, (2011)** In vitro antimicrobial effects and mechanism of action of selected plant essential oil combinations against four food-related microorganisms. *Food Res Inter* 44:3057–64

**Pascale Lesseur.(2014).** Antibiotiques : modes d'action, mécanismes de la résistance. Paris

---

## M

**M.A. Mosiewicki, M.I. Aranguren, A. a. S. Curvelo, J. Borrajo, (2007)** Effect of natural rubber on wood-reinforced tannin composites, *Journal of Applied Polymer Science*. 105 1825–1832. <https://doi.org/10.1002/app.26276>.

**Macheix J-J., Fleuriet A., Jay-Allemand C. ( 2006)** Composés phénoliques dans la plante, structure, biosynthèse, répartition et rôle. In : *Les polyphénols en agroalimentaire*. Edition Technologie et document. Paris, 380-398

**Malecky, M., (2005).** Métabolisme des terpenoïdes chez les caprins, thèse Pour obtenir le grade de docteur de l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Agro Paris Tech. p 9, 13-19, 20, 27.

**Manthey J.M. (2000).** Biological properties of flavonoids pertaining to inflammation.

microcirc 7:28-34.

**Marion Opatowski. (2021)** .Résistance bactérienne aux antibiotiques, apport du système national des données de santé. Médecine humaine et pathologie. Université Paris-Saclay. Français. ffNNT : 2021UPASR006ff. fftel-03149679f.

**Marion Opatowski.** Résistance bactérienne aux antibiotiques, apport du système national des données de santé. Médecine humaine et pathologie. Université Paris-Saclay, 2020. Français. ffNNT :2020UPASR006ff. fftel-03149679f.

**Marjorie, M. C. (1999).** Plant products as antimicrobial agents.ClinMicrobiolRev. 12.

**MarkW.ChaseetJamesL.Reveal, (2009).**<https://wikimonde.com/article/Plumbaginaceae>

**MayoufNozha,** these de doctorat Propriétés antioxydante, anti-inflammatoire et immunomodulatrice des extraits d'Asphodelusmicrocarpus Université Ferhat abbassetif, 2019, 151p.

**MerghemRachide., 2009.** Éléments de biochimie végétale P 95-171.

**Mohhamdi, Z. (2006).**Etude de pouvoir antimicrobien et antioxydant des huiles essentielles et flavonoïdes de quelque plantes de la région de TLEMCEN. Thèse de l'obtention de MAGISTRE R : Université Abou Bakr Belkaid ,115P.

**MokaddemDarui Habiba., (2012).**..étude phytochimique et biologique des especes Eucalyptusglobulus(Myrtaceae),Smyrniolumolusatrum(Apiaceae),AsteriscusmaritimusET Chrysanthemumtrifurcatum(Asterarceae). Thèse de Doctorat. biochimie appliquee. Université de Constantine.

**Moreau, F. (1960)** "Botanique : Procaryotes (cyanophites et bactéries). Eucaryotes (algues, champignons et végétaux supérieurs). La plante dans ses rapports avec le milieu." Ed. Paris, Gallimard.

**Moroh, J., Bahi C., Dje K., Loukou Y and Guede-guina F, (2008).** Study of the antibacterial activity of Morindamorindoides (Baker) milne-redheat (rubiaceae) acetatique extract (ACE) on in-vitro growth of Escherichia coli strains. Bulletin Societe Royale des Sciences Liege, 77: 44-61.

**Mpondo et al. J. Appl. Biosci (2015)** . Valorisation des plantes médicinales à coumarines des

marchés de Douala Est (Cameroun) . Journal of Applied Biosciences 85:7804– 7823 ISSN 1997–5902

**MrsChaibeddraZeyneb.(2020).** Phytochemical and Biological Studies of Plants: ScrophulariatenuipesCoss&Durieu. and Oenanthe virgata Poiret. These de doctorat.

**Mueller, M., &Tainter., C. (2023).** Escherichia coli Infection. national center for biotechnology information.

N

---

**Najja,Hanen., Zouari, Sami., Arnault,Ingrid., Auger, Jacques., Ammar,Emna., Neffati, Mohamed (2010).**Différences et similitudes des métabolites secondaires chez deux espèces du genre Allium, Allium roseumL. et Allium ampeloprasum L., 158 (1), 111-123, 2011.

Nature et de la Vie,2020, 216.p.

**Nijveldt, R.J., Nood, E.V., Hoorn, D., Boelens, P., Norren, K., and Leeuwen, P. (2001).** Flavonoids, a review of probable mechanisms of action and potential application. American Society for Clinical Nutrition. 74: 418-425.

P

---

**Pandey, K. B et Rizvi, S. I. (2009).**Plant polyphenols as dietary antioxidants inhuman health and disease. OxidativeMedicine and Cellular Longevity. Vol. 2(5): 270 – 278.

**Payne DNR, Adcock IM, (2001).** Molecular mechanisms of corticosteroid actions. Paediatric

**PhytoChem&BioSub Journal (2007).** Peer-reviewed research journal on Phytochemistry &Bioactives Substances .ISSN 2170 – 1768

**Ponce, A. G., FRITZ, R., DELVALLE, C. &Roura, S. I. (2003).**Antimicrobiol Activity OfEssentialOils On TheNativeMicrofloraOf Organic Swiss Chard.

**Psotová, J., Lasovsky, J. et Vicar, J. (2003).**Metal-chelating Properties, electrochemicalBehaviour, Scavenging et cytoprtoective Activities of six Natural phenolic. Biomedical Papers, 147(2): 147-153.

Q

---

**Quezel P, Santa S(1962).** Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II, CNRS, Paris, (1963) : pp 600. Cité par Beniekhlef, 2014.

R

---

**Raphaëlle Bessout.** Traitement des lésions colorectales radio-induites par injection de Cellules Stromales Mésoenchymateuses (CSM) : implication du processus inflammatoire. Immunologie. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, 2012. Français. ffNNT : 2012PAO66633ff. fftel-00827629f.

**Rota MC, Herrera A, Martinez RM, et al (2008)** Antimicrobial activity and chemical composition of *Thymus vulgaris*, *Thymus zygis* and *Thymus hyemalis* essential oils. Food Control 19:681–7

**Rousselet M.C.,Vignaud J.m.,Hofman p., (2005).**Inflammation et pathologie inflammatoire. [en ligne]. Marseille : faculté de medecine de la timone. Disponible sur :<<http://medidacte.timone.univmrs>.

S

---

**S. Karouche, A. Benbott, S. Henouda, S. Malki and I. Boudchicha.** Evaluation of phenolic content and biological activities of *bunium mauritanicum* tubers. J. Fundam. Appl. Sci., 2020,12(2), 916-930.

**Sophia Jorite. ( 2015).** La phytothérapie, une discipline entre passé et futur : de l'herboristerie aux pharmacies dédiées au naturel. Sciences pharmaceutiques. ffdumas-01188820

**Souilah N, Bendif H, Ullah Z, Hamel T, Djarri L, Öztürk M, Ertas A, Akkal S, Medjroubi K, Mustafa AM.(2021).**LC-MS/MS simultaneous determination of 37 bioactive compounds in *Bunium crassifolium* Batt. and its biological activities. J Res Pharm. 2021; 25(4): 450-463.

**SOUILAH, N., BENDIF, H., HARIR, M., BENSLAMA, A., HARRAR, A., DJARRI, L. MEDJROUBI, K. (2020).** Chemical composition of essential oil of the species *Oenanthe*

fistulosa L. growing in. JOURNAL OF COMPLEMENTARY MEDICINE RESEARCH, 11 (1).

**Stalikas., C. D. (2007).**Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids Review. J. Sep. Sci. 30, 3268 - 3295.

**Stroh, P.A. 2015.** Oenanthe fistulosa L. Tubular Water Dropwort. Species Account. Botanical Society of Britain and Ireland.

**Tabanca N ., Demirci B., Ozek T., Kirimer N., Baser K.H.C., Bedir E., Khan I.A. and**

**Wedge D.E. (2006)** - Gas chromatographic–mass spectrometric analysis of essential oils from Pimpinella species gathered from Central and Northern Turkey. Journal of Chromatography. A, 1117: 194–205.

---

T

**Thomas Boulanger, (2017).** PHARMACOLOGIE: ANTI-INFLAMMATOIRES. IFSI,p 50.

---

V

**Valnet . (2003).** Les huiles essentielles, une santé toute naturelle. Phytothérapie de la recherche à la pratique. 2003, 1(1), 12.

---

W

**Weill B, Batteux F and Dhainaut J, (2003).**Immunopathologie et réactions inflammatoires. Eds, De

**Weill, B et Batteux, F. (2003).** Immunopathologie et réaction inflammatoire. France: De Boeck Supérieur, p.23.

**Wertheim H. F. L., Melles D. C., Vos M. C., Van Leeuwen W., Van Belkum A., Verbrugh H. A., et al. (2005).** The role of nasal carriage in Staphylococcus aureus infections. Lancet Infect Dis. 5(12): p751-62.

**Wilson MG, Pandey S. Pseudomonas aeruginosa. 2023 Aug 8.** In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. PMID: 32491763.

**Wilson, M., & Pandey, S. (2023).** Pseudomonas aeruginosa. national center for biotechnology information.

**World Health Organisation. ( 2000)**A report of the consultation meeting on traditional and modern medicine: Harmonizing two approaches, Beijing, China: 22-26.

Y

---

**YALA, D. MERAD, A.S. MOHAMEDI, D. OUAR-KORICHI, M.N. 2001.**Classification et mode d'action des antibiotiques. Médecine du Maghreb n°91.Institut Pasteur d'Algérie.p1-8.

**Yano Y, Satomi M, Oikawa H. (2006)**Antimicrobialeffect of spices and herbs on Vibrio parahaemolyticus, International Journal Food Microbiology 111: 6-11.

**Yezza S., et Bouchama S., (2014)** index des métabolites secondaires végétaux, université kasdimerbah, Ouargla faculté des sciences de la nature et de la vie département des sciences biologiques

**Yoon JH, Baek SG, (2005).** Molecular targets of dietary polyphenols with anti-inflammatory properties, Yonsie Med J, 46(5): 585–596.

Z

---

**Zengin, G., Paksoy, M. Y., Aumeeruddy, M. Z., Glamocilja, J., Sokovic, M., Diuzheva, A., &Mahomoodally, M. F. (2019).** New insights into the chemical profiling, cytotoxicity and bioactivity of four Bunium species. food research international, 123, 414-424. doi:10.1016/j.foodres.2019.05.013.

# ***Résumé***

## Résumé

Les recherches actuelles se concentrent principalement sur l'exploration des molécules naturelles ayant des propriétés anti-inflammatoires et antibactérienne. C'est dans cette optique que nous nous sommes intéressés à deux plantes médicinales (*Oenanthe fistulosa* L. et *Bunium crassifolium* Batt.) de la région du nord-est de l'Algérie. L'objectif de cette étude consiste à évaluer l'activité antibactérienne des extraits : n-butanol, acétate d'éthyle, n- butanol précipité et dichlorométhane de l'espèce *Oenanthe fistulosa* et l'extrait méthanol 100 % de l'espèce *Bunium crassifolium*, en utilisant la méthode de diffusion en milieu solide à partir des disques imprégnés avec différentes concentrations d'extraits sur trois types de bactéries : une à Gram+ (*Staphylococcus aureus*) et deux à Gram- (*Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*). L'activité anti-inflammatoire qui est basée sur la capacité de ces deux extraits (Acétate d'éthyle et n- butanol précipité) d'*Oenanthe fistulosa* à réduire la dénaturation thermique des protéines a été également évaluée.

L'extrait d'acétate d'éthyle d'*Oenanthe fistulosa* montre une activité antibactérienne plus efficace comparée aux autres extraits, bien qu'il présente une efficacité moyenne. Les extraits de n-butanol précipité et de dichlorométhane CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> montrent des activités antibactériennes notables mais limitées. L'extrait de méthanol de *Bunium crassifolium* montre une activité modérée contre toutes les souches à la concentration initiale.

Les deux extraits présentent une capacité intéressante pour réduire le taux de la dénaturation des protéines, un taux d'inhibition maximal a été enregistré avec une valeur de 96.41% à la dose 250µg/ml pour l'extrait n- butanol précipité, tandis que l'extrait acétate d'éthyle a obtenu une valeur de 84,35% à la même dose.

Les résultats obtenus contribuent à prouver l'efficacité d'*Oenanthe fistulosa* et *Bunium crassifolium* dans l'inhibition de la croissance de certaines bactéries pathogènes. Les tests ont également montré que la plante *Oenanthe fistulosa* a des propriétés anti-inflammatoires qui la rendent intéressante pour le traitement de l'inflammation.

**Mots clés :** *Oenanthe fistulosa*, *Bunium crassifolium*, activité antibactérienne, activité anti-inflammatoire.

**Abstract**

Current research primarily focuses on exploring natural molecules with anti-inflammatory and antibacterial properties. In this context, we have become interested in two medicinal plants, *Oenanthe fistulosa* L. and *Bunium crassifolium* Batt., from the North-eastern Algeria region.

The objective of this study is to evaluate the antibacterial activity of extracts: n-butanol, ethyl acetate, precipitated n-butanol, and dichloromethane from *Oenanthe fistulosa* and the 100% methanol extract from *Bunium crassifolium*. This is done using the agar diffusion method with discs impregnated with different concentrations of extracts on three types of bacteria: one Gram-positive (*Staphylococcus aureus*) and two Gram-negative (*Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*). The anti-inflammatory activity, based on the ability of these two extracts (ethyl acetate and precipitated n-butanol) from *Oenanthe fistulosa* to reduce thermal denaturation of proteins, was also evaluated.

The ethyl acetate extract of *Oenanthe fistulosa* shows more effective antibacterial activity compared to the other extracts, although it exhibits moderate efficacy. The precipitated n-butanol and dichloromethane (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) extracts show notable but limited antibacterial activities. The methanol extract from *Bunium crassifolium* shows moderate activity against all strains at the initial concentration.

Both extracts exhibit a significant ability to reduce the rate of protein denaturation, with a maximum inhibition rate recorded at 96.41% at a dose of 250 µg/ml for the precipitated n-butanol extract, while the ethyl acetate extract achieved a rate of 84.35% at the same dose.

The results obtained contribute to proving the efficacy of *Oenanthe fistulosa* and *Bunium crassifolium* in inhibiting the growth of certain pathogenic bacteria. The tests also showed that the plant *Oenanthe fistulosa* has anti-inflammatory properties that make it interesting for the treatment of inflammation.

**Key words:** *Oenanthe fistulosa*, *Bunium crassifolium*, antibacterial activity, anti-inflammatory activity.

## ملخص

تركز الأبحاث الحالية بشكل رئيسي على استكشاف الجزيئات الطبيعية ذات الخصائص المضادة للالتهابات والمضادة للبكتيريا. في هذا السياق، اهتمنا بنبتتين طبيبتين، *Oenanthe fistulosa* L و *Bunium crassifolium* Batt من منطقة شمال شرق الجزائر.

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم النشاط المضاد للبكتيريا لمستخلصات: n-بيوتانول، أسيتات الإيثيل، n-بيوتانول المترسب، وثنائي كلورو الميثان من نبات *Oenanthe fistulosa*، ومستخلص الميثانول 100% من نبات *Bunium crassifolium* يتم ذلك باستخدام طريقة الانتشار فيالأجار بواسطة أقراص مبللة بتركيزات مختلفة من المستخلصات على ثلاثة أنواع من البكتيريا: نوع واحد موجب الجرام (*Staphylococcus aureus*) ونوعان سلبي الجرام (*Escherichia coli* و *Pseudomonas aeruginosa*) كما تم تقييم النشاط المضاد للالتهابات بناءً على قدرة هذين المستخلصين (أسيتات الإيثيل n-بيوتانول المترسب) من *Oenanthe fistulosa* على تقليل تحلل البروتين الحراري.

يظهر مستخلص أسيتات الإيثيل من *Oenanthe fistulosa* نشاطاً مضاداً للبكتيريا أكثر فعالية مقارنة بالمستخلصات الأخرى، على الرغم من أنه يظهر فعالية متوسطة. تُظهر مستخلصات n-بيوتانول المترسب وثنائي كلورو الميثان (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) نشاطاً مضاداً للبكتيريا ملحوظاً ولكن محدوداً. ويظهر مستخلص الميثانول من *Bunium crassifolium* نشاطاً معتدلاً ضد جميع السلالات بتركيزها الابتدائي.

كلا المستخلصين يظهران قدرة كبيرة على تقليل معدل تحلل البروتين، حيث تم تسجيل معدل تثبيط أقصى بنسبة 96.41% بجرعة 250 ميكروغرام/مل لمستخلص n-بيوتانول المترسب، بينما حقق مستخلص أسيتات الإيثيل معدل 84.35% عند نفس الجرعة. تساهم النتائج التي تم الحصول عليها في إثبات فعالية *Oenanthe fistulosa* و *Bunium crassifolium* في تثبيط نمو بعض البكتيريا الممرضة. كما أظهرت الاختبارات أن نبات *Oenanthe fistulosa* يمتلك خصائص مضادة للالتهابات تجعله مهماً لعلاج الالتهابات.

**الكلمات المفتاحية:** *Oenanthe fistulosa*، *Bunium crassifolium*، النشاط المضاد للبكتيريا، النشاط المضاد للالتهابات.

Année universitaire : 2023-2024	Présenté par :Boudjellal Anfel Guetteche Bouchra
Evaluation de l'activité antibactérienne et anti-inflammatoire de deux plantes de la famille des Apiaceae : <i>Bunium Crassifolium</i> Batt & <i>Oenanthe Fistulosa</i> L	
<b>Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biotechnologie et Biothérapie</b>	
<p>Les recherches actuelles se concentrent principalement sur l'exploration des molécules naturelles ayant des propriétés anti-inflammatoires et antibactérienne. C'est dans cette optique que nous nous sommes intéressés à deux plantes médicinales (<i>Oenanthe fistulosa</i> L. et <i>Bunium crassifolium</i> Batt.) de la région du nord-est de l'Algérie. L'objectif de cette étude consiste à évaluer l'activité antibactérienne des extraits : n-butanol, acétate d'éthyle, n- butanol précipité et dichlorométhane de l'espèce <i>Oenanthe fistulosa</i> et l'extrait méthanol 100 % de l'espèce <i>Bunium crassifolium</i>, en utilisant la méthode de diffusion en milieu solide à partir des disques imprégnés avec différentes concentrations d'extraits sur trois types de bactéries : une à Gram+ (<i>Staphylococcus aureus</i>) et deux à Gram- (<i>Escherichia coli</i> et <i>Pseudomonas aeruginosa</i>). L'activité anti-inflammatoire qui est basée sur la capacité de ces deux extraits (Acétate d'éthyle et n- butanol précipité) d'<i>Oenanthe fistulosa</i> à réduire la dénaturation thermique des protéines a été également évaluée.</p> <p>L'extrait d'acétate d'éthyle d'<i>Oenanthe fistulosa</i> montre une activité antibactérienne plus efficace comparée aux autres extraits, bien qu'il présente une efficacité moyenne. Les extraits de n-butanol précipité et de dichlorométhane CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> montrent des activités antibactériennes notables mais limitées. L'extrait de méthanol de <i>Bunium crassifolium</i> montre une activité modérée contre toutes les souches à la concentration initiale.</p> <p>Les deux extraits présentent une capacité intéressante pour réduire le taux de la dénaturation des protéines, un taux d'inhibition maximal a été enregistré avec une valeur de 96.41% à la dose 250µg/ml pour l'extrait n-butanol précipité, tandis que l'extrait acétate d'éthyle a obtenu une valeur de 84,35% à la même dose.</p> <p>Les résultats obtenus contribuent à prouver l'efficacité d'<i>Oenanthe fistulosa</i> et <i>Bunium crassifolium</i> dans l'inhibition de la croissance de certaines bactéries pathogènes. Les tests ont également montré que la plante <i>Oenanthe fistulosa</i> a des propriétés anti-inflammatoires qui la rendent intéressante pour le traitement de l'inflammation.</p>	
<b>Mots clés :</b> <i>Oenanthe fistulosa</i> , <i>Bunium crassifolium</i> , activité antibactérienne, activité anti-inflammatoire.	
<b>Laboratoires de recherche :</b> Laboratoire de Génétique Biochimie et Biotechnologie Végétales (Université Frères Mentouri, Constantine1).	
<b>Encadreur:</b> BELLIL Inès (Prof - Université Frères Mentouri, Constantine 1). <b>Président :</b> KACEMCHAOUCHE Noredine (Prof - Université Frères Mentouri, Constantine 1). <b>Examineur:</b> MILET Esma (Dr – Université Frères Mentouri, Constantine 1).	