

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

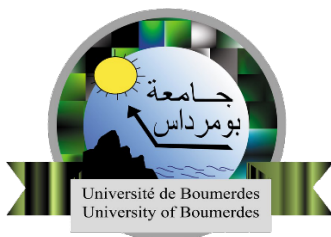
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة امجد بوقرة بومرداس

UNIVERSITÉ M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



**Faculté des Sciences**

**Département de Biologie**

Mémoire de projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de

**MASTER**

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Sciences Biologiques**

**Spécialité : Biochimie Appliquées**

**Thème :**

**Évaluation de quelques activités biologiques des composés phénoliques de la plante  
*Portulaca oleracea* L.**

**Présenté par :**

**M<sup>lle</sup> MOKHFI Meriem**

**M<sup>lle</sup> KAHOUADJI Hadil**

Devant le jury composé de :

<b>Mr BENMOULOU A.</b>	MCA	UMBB	Président
<b>Mr DAHMANI MM.</b>	MCB	UMBB	Examineur
<b>Mr BOUDJEMA K.</b>	Prof	UMBB	Promoteur
<b>Mme OURAGHI S.</b>	Docteur	CRD, Sidal	Co-promotrice

Année Universitaire 2023-2024

# Remerciements

*Ce travail n'aurait jamais vu le jour sans la volonté d'ALLAH, qui nous a offert la santé, la force, la patience et la volonté jusqu'au dernier moment. Nous remercions ALLAH pour ça et pour tout le reste.*

*Nos vifs remerciements vont en particulier à **Mr. BOUDJEMA K.** de nous avoir proposé ce sujet et de diriger notre travail par ses précieux conseils et encouragements.*

*Nos sincères remerciements vont aussi à nos co-promotrices **Mme OURAGHI S.** et **Mme TRIBECHE N.** pour leurs orientations et leurs conseils pendant notre pratique.*

*Nos sincères remerciements vont aussi aux membres de jury pour l'honneur qu'ils auront fait en acceptant de juger ce travail. A **Mr BENMOULOUD A.** d'avoir accepté de présider ce jury et à **Mr DAHMANI MM.** qui a consacré leur temps pour l'examen de ce travail.*

*Nos vifs remerciements vont aussi aux **Mme Azzine.K** d'avoir accepté notre stage pratique au CRD Saïdal (Alger).*

*Nous remercions tout le personnel du laboratoire de Pharmacotoxicologie, Microbiologie et l'animalerie du CRD Saïdal ainsi que le laboratoire de Biochimie appliquée de département Biologie (UMBB). Dans l'impossibilité de citer tous les noms, nos sincères remerciements vont à tous ceux et celles, qui de près ou de loin, ont permis par leurs conseils et leurs compétences à la réalisation de ce mémoire.*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce mémoire*

*À mes chers parents, BRAHIM et SAMIRA, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études, Vous avez été la chose la plus précieuse que j'ai eue, toujours à mes côtés pour me soutenir et m'encourager.*

*À mon cher frère Boualem et Moumen, mes sœurs Maria, Iness pour leur encouragement permanent, et leur soutien morale*

*Spéciale dédicace à toute ma famille et mes amies, en particulier à mes cousines Zina, Amine, Amar, Meryem, Ryma, Abla.*

*À mes cousines Aya, Ibtihal, Maysa, Yossra, Tasnim pour leur encouragement permanent.*

*Une spéciale dédicace à mon magnifique et merveilleux binôme qui compte énormément pour moi Meriem*

*Merci d'être toujours là pour moi.*

*M<sup>elle</sup> KAHOUADJI*

## *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire à la mémoire de mon père « Rabah ». Ton amour, ta générosité et ton dévouement ont été des piliers essentiels dans mon parcours. Même si tu n'es plus là pour partager ce moment avec moi, sache que ta présence invisible m'a toujours soutenu et encouragé à donner le meilleur de moi-même. Cette réussite t'appartient autant qu'à moi.*

*À ma famille, notamment ma mère « Amel » que j'aime le plus dans ce monde, mes très chères sœurs « Katia » et « Hanan », et mon petit frère « Mohamed », qui m'ont toujours soutenu et encouragé dans mes études. Je tiens à les remercier pour leur amour, leur patience et leur dévouement. Cette réussite leur appartient autant qu'à moi, et je suis reconnaissante de les avoir à mes côtés tout au long de mon parcours. Je dédie ce mémoire à leur mémoire, en espérant qu'ils puissent être fiers de ce que j'ai accompli.*

*Et à mon cher mari « Sami », qui m'a accompagnée dans chaque étape de ce parcours, je dédie également ce mémoire, en reconnaissance de son amour et de son soutien inconditionnels.*

*Enfin, à mes amies et mon binôme « Hadil », Je vous suis profondément reconnaissante pour les souvenirs que nous avons partagés et pour les liens indissolubles que nous avons créés.*

*M<sup>lle</sup> MOKHFI*

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : morphologie de la plante <i>Portulaca oleracea</i> L.	<b>03</b>
<b>Figure 02</b> : structure de base des polyphénols	<b>07</b>
<b>Figure 03</b> : schéma de la voie Shikimate de biosynthèse de tryptophane	<b>08</b>
<b>Figure 04</b> : schéma de la voie d'acétate	<b>09</b>
<b>Figure 05</b> : exemple de quelques acides phénoliques de la série benzoïque	<b>10</b>
<b>Figure 06</b> : exemple de quelques acides phénoliques de la série cinnamique	<b>10</b>
<b>Figure 07</b> : structure de base de flavonoïdes	<b>11</b>
<b>Figure 08</b> : structure de différentes classes de flavonoïdes	<b>11</b>
<b>Figure 09</b> : structure chimique des coumarines	<b>12</b>
<b>Figure 10</b> : structure chimique de lignine	<b>12</b>
<b>Figure 11</b> : structure de base des tanins hydrolysables	<b>13</b>
<b>Figure 12</b> : structure de base des tanins condensés	<b>13</b>
<b>Figure 13</b> : mécanisme d'action d'agent microbien	<b>16</b>
<b>Figure 14</b> : diagramme représentant les différentes étapes de l'extraction ainsi que l'analyse effectuée sur l'extrait de <i>Portulaca oleracea</i>	<b>23</b>
<b>Figure 15</b> : photo originale de <i>Portulaca oleracea</i> .	<b>24</b>
<b>Figure 16</b> : poudre de <i>Portulaca oleracea</i> .	<b>24</b>
<b>Figure 17</b> : réaction de réduction du DPPH en présence d'un antioxydant	<b>27</b>
<b>Figure 18</b> : ensemencement des souches microbiennes et fongiques	<b>29</b>
<b>Figure 19</b> : disposition des disques d'extrait dans la boîte.	<b>31</b>
<b>Figure 20</b> : identification des souris	<b>32</b>
<b>Figure 21</b> : administration orale de l'infusé	<b>32</b>
<b>Figure 22</b> : injection de la carragénine	<b>33</b>
<b>Figure 23</b> : sacrifice des animaux	<b>33</b>
<b>Figure 24</b> : récupération des pattes	<b>33</b>
<b>Figure 25</b> : résultat de l'activité antimicrobienne de 6 souches : <i>Candida albicans</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Basillus substillus</i> , <i>Escherichia coli</i> et <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<b>41</b>
<b>Figure 26</b> : histogramme représente le pourcentage d'augmentation d'œdème	<b>43</b>

Liste des tableaux

<b>Tableau 01:</b> classification botanique de <i>Portulaca oleracea</i>	<b>04</b>
<b>Tableau 02 :</b> caractéristique des souches microbiennes testées	<b>22</b>
<b>Tableau 03:</b> teneur en poly phénol totaux et flavonoïdes dans l'extrait éthanoïque	<b>36</b>
<b>Tableau 04:</b> valeurs des IC <sub>50</sub> d'acide ascorbique et extrait éthanoïque de <i>Portulaca oleracea</i> L.	<b>37</b>
<b>Tableau 05 :</b> diamètre d'inhibition des différents antibiotiques sur les souches testées	<b>38</b>
<b>Tableau 06 :</b> résultats de l'activité antimicrobienne de l'extrait de <i>Portulaca oleracea</i>	<b>41</b>

**Liste des abréviations**

PO: *Portulaca oleracea*

DO: Densité optique

IC<sub>50</sub> : Half-maximal inhibitory concentration

AIS : Anti inflammatoires stéroïdiens

AINS : Anti inflammatoires non stéroïdiens

ERO : Espèces réactives de l'oxygène

SOD : Peroxydase dismutase

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl

µg EAA/g MS : Microgramme équivalent acide ascorbique par gramme de matière sèche

mg EAG/g MS : milligrammes équivalent l'acide gallique par gramme de matière sèche

mg EQ/g MS : milligrammes équivalent de Quercétine par gramme de matière sèche

BSA : Bovine Serum Albumin

DOX : Doxycycline

AMP : Ampicilline

GMI : Gentamicine

## Table de matière

Remerciements .....	
Dédicace .....	
Liste des figures.....	
Liste des tableaux.....	
Liste des abréviations.....	

## Sommaire

Introduction.....	01
<b>Chapitre I : Synthèse bibliographique</b>	
I.1.Description botanique et chimique de « <i>Portulaca Oleracea</i> L. ».....	03
I.1.2.Classification botanique .....	03
I.1.3. Habitat et origine.....	04
I.1.4.Composition chimique .....	05
I.1.5.Utilisation médicinale de la plante .....	05
I.2.Généralité sur métabolites secondaire .....	07
I.2.1.Les composés phénoliques.....	07
I.2.2.Les voies de biosynthèse des composés phénoliques .....	08
I.2.3.Classification des composés phénoliques.....	09
I.2.4.Clasement du composé phénolique .....	09
I.3.les activités biologiques.....	14
I.3.1.L'activité anti-inflammatoire .....	14
I.3.1.1.L'inflammation .....	14
I.3.1.2.L'activité anti-inflammatoire.....	14
I.3.1.3.Anti-inflammatoire synthétiques.....	14
I.3.1.3.1.Les agents anti-inflammatoires stéroïdiens (AIS) .....	14
I.3.1.3.2.Les agents Anti-inflammatoire non stéroïdiens (AINS).....	15
I.3.1.4.Anti-inflammatoires naturels .....	15
I.3.2.Activité antimicrobienne .....	15
I.3.2.1.Mécanismes d'action des agents antimicrobiens .....	16

---

I.3.2.2. Les méthodes utilisées pour déterminer l'activité antimicrobienne.....	16
I.3.2.2.1. Méthode de contact direct.....	17
I.3.2.2.2. Méthode de diffusion sur gélose.....	17
I.3.2.2.2. Méthode de dilution sur milieu liquide.....	17
I.3.2.2.3. Micro atmosphère.....	17
I.3.2.3. Les agents antimicrobienne.....	17
I.3.3. L'activité antioxydante.....	18
I.3.3.1. Le stress oxydatif .....	18
I.3.3.2. Origine du stress oxydatif.....	18
I.3.3.3. Les radicaux libres .....	18
I.3.3.4. Les antioxydants .....	19
I.3.3.5. Mécanisme d'action des antioxydants .....	19
<b>Chapitre II : Matériel et méthodes</b>	
II. Matériel et méthodes .....	21
II.1. Matériel.....	21
II.1.1. Matériel non biologique .....	21
II.1.2. Matériel biologique .....	21
II.1.2.1. Animaux.....	21
II.1.2.2. Les microorganismes.....	21
II.1.2.3. Les milieux de culture.....	22
II.2. Méthodes.....	22
II.2.1. Récolte.....	23
II.2.2. Préparation de la poudre végétale.....	24
II.2.3. Préparation de l'extrait.....	24
II.2.4. Détermination du rendement d'extraction.....	24
II.3. Dosage des composés phénoliques .....	25
II.3.1. Dosage de polyphénols .....	25
II.3.2. Dosage de flavonoïdes.....	25
II.4. Évaluation des activités biologiques.....	26

II.4.1.Evaluation de l'activité antioxydante par DDPH.....	26
II.4.2.Evaluation de l'activité antimicrobienne.....	28
II.4.3.Evaluation d'activité anti-inflammatoire .....	31
II.5.Etude statistique .....	34
II.6.Test de Student.....	34

**Chapitre III : Résultats et Discussion**

III.1.Le rendement d'extraction .....	36
III.2.Dosage des poly phénols totaux.....	36
III.2.1.Dosage des poly phénols.....	36
III.2.2.Dosage des flavonoïdes totaux.....	36
III.3.Activité antioxydante.....	37
III.4.Evaluation de l'activité antimicrobienne de l'extrait de <i>Portulaca oleracea</i> L.....	38
III.4.1.Sensibilité aux antibiotiques .....	38
III.4.2.Sensibilisé à l'extrait éthanoïque.....	40
III.5.Evaluation de l'activité anti-inflammatoire .....	43
Conclusion.....	45
Références Bibliographique.....	46
Annexe.....	52
Résumé.....	60

### Introduction

Les plantes médicinales sont utilisées depuis l'antiquité comme remèdes pour le traitement de diverses maladies parce qu'elles contiennent des composants riches en principes thérapeutiques (**Khaldi et al., 2012**). Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) près de 80% des populations dépendent de la médecine traditionnelle. La plupart des plantes sont utilisées empiriquement et sans validation scientifique de leur efficacité et sécurité (**Moutinho, 2013**).

Actuellement, la plupart des médicaments modernes sont dérivés à partir des plantes et de leurs produits s'obtiennent des techniques modernes aux techniques traditionnelles, d'après l'organisation mondiale de la santé, plus de 80% des populations africaines font recours à la médecine et la pharmacopée traditionnelle pour faire face aux problèmes de santé, pour satisfaire ses besoins en soins de santé primaire, en raison de la pauvreté dans certains pays et du manque d'accès aux méthodes de médecines modernes. La recherche scientifique actuelle s'oriente vers la phytothérapie ; en effet les plantes médicinales possèdent des métabolites secondaires, ces derniers sont doués de plusieurs activités biologiques, telles que les activités antioxydantes, anti-radicalaires et anti-inflammatoires. Ces antioxydants font l'objet d'un nombre croissant de recherches, suite à la reconnaissance de leur rôle probable dans la prévention de diverse pathologie (**Lim et Quah, 2007**).

Dans plusieurs régions d'Afrique, les plantes médicinales représentent pratiquement le seul arsenal thérapeutique à disposition des guérisseurs traditionnels qui soignent dans certains cas plus de 90% de la population. Il est donc indispensable d'étudier ces plantes et de donner une base scientifique pour leur utilisation (**Sofowora, 2010**) Les plantes médicinales sont extrêmement nombreuses. On estime que 13000 espèces de plantes médicinales ayant été utilisées pendant au moins un siècle comme remèdes traditionnels par diverses cultures dans le monde entier. Les propriétés médicinales des plantes sont dues à des produits chimiques qu'elles synthétisent, des métabolites primaires qui sont indispensables à leur existence, ceux-ci englobent des protéines, des lipides et des hydrates de carbone qui servent à la subsistance et à la reproduction de plus, elles synthétisent une gamme extraordinaire d'autres composés appelés métabolites secondaires qui sont utilisés par l'homme dans son arsenal thérapeutique, il s'agit des principes actifs connus par leurs divers activités biologiques (**Small et Catling, 2000**).

L'Algérie dispose d'une grande diversité floristique à laquelle s'ajoute une tradition séculaire d'utilisation traditionnelle des plantes. Ce potentiel de plantes médicinales comporte des milliers d'espèces présentant divers intérêts et constituent un axe de recherche scientifique, plus particulièrement dans le domaine des substances naturelles. Dans ce contexte, notre choix s'est porté sur « *Portulaca oleracea* L.» connue sous le nom « *Redjila* » en Algérie que l'on retrouve dans le pourtour méditerranéen, dans le centre Européen et en Afrique (**Lim et Quah, 2007**). Cette plante est utilisée dans certaines préparations alimentaires traditionnelles en Algérie, Egypte et en Chine, en vue de sa richesse en plusieurs composés antioxydants, tels que les Omega 3, les flavonoïdes, les minéraux, les vitamines A, C, E et la  $\beta$  carotène (**Simopolous et al., 2005**).

L'objectif de notre travail vise l'extraction des les composés phénoliques de et l'évaluation des activités biologiques afin de confirmer l'utilisation traditionnelle de *Portulaca oleracea* L. La partie expérimentale de notre travail englobe les étapes suivantes

- Extraction des composés phénoliques de la plante *Portulaca oleracea* L. ;
- Détermination des teneurs en poly phénols totaux et en flavonoïdes ;
- Evaluation des activités biologiques de l'extrait obtenu (ani-inflammatoire, antimicrobienne et antioxydante).

# **Chapitre I: Synthèse bibliographique**

## I.1. Description Botanique de *Portulaca Oleracea*

Le pourpier potager, scientifiquement connu sous le nom de *Portulaca oleracea* est également appelé « Redjila » en arabe, est une plante largement répandue. Appartenant au genre *Portulaca* qui compte environ 40 espèces tropicales adaptées aux climats chauds. *Portulaca oleracea* L. est reconnu par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) comme l'une des plantes médicinales les plus utilisées (Lim et Quah, 2007).

Cette plante annuelle se caractérise par ses tiges rampantes pouvant mesurer entre 10 et 30 cm de longueur, ses feuilles opposées et rondes, ses fleurs solitaires d'un jaune vif (Figure 01), composées de 5 pétales libres et de 6 à 12 étamines. Les graines, généralement petites et de couleur noire, ont une forme ovale (Salah et Chemli, 2004).



Figure 01 : Morphologie de la plante *Portulaca oleracea* L. (Gilbert,1993)

### I.1.2 Classification botanique

Le pourpier appartient à la famille de *Portulacaceae* qui comprend 20 genres et 500 espèces (Jones et Luchsinger, 1987) La classification de la plante *Portulaca oleracea* L. (Tableau 01)

Tableau 01: classification botanique de *Portulaca oleracea* (Julve ,2014).

Règne	Plante
Sous règne	Viridaeplantae
Division	Magnoliophyta.
Classe	Magnolipsida.
Sous classe	Caryophyllidae
Ordre	Caryophyllales.
Famille	Portulacaceae.
Genre	<i>Portulaca.</i>
Espèce	<i>PortulacaOleracea.</i>

### I.1.3.Habitat et origine

*Portulaca oleracea* L., est une plante horticole largement répandue dans l'ancien monde. Elle a été introduite en Amérique et en Europe où elle a été cultivée dans les jardins, le long des chemins et devant les rochers (**Holm et al., 1977; Hernandez et Leon, 1994**).L'origine de cette plante reste incertaine, avec plusieurs zones tempérées de l'hémisphère Nord proposées comme lieux (**Haudricout et Hedin, 1993**). Elle pousse dans des régions d'Eurasie, d'Europe du Sud, d'Asie occidentale, de Chine, d'Inde et dans le Sahara d'Afrique du Nord, ce qui pourrait expliquer son aspect succulent (**Holm et al., 1977**).Le pourpier est une plante facultative de jours courts, avec une photopériode de 16 heures qui stimule la croissance végétative et une photopériode de 12 heures qui stimule la croissance reproductive (**Vengris et al., 1972**). Il tolère différentes intensités lumineuses, mais la plus élevée provoque les plus grands rendements en poids frais et la croissance de l'espèce (**Zimrnerman, 1976**).Le pourpier est sensible au froid et aux températures de réfrigération, mais les graines peuvent survivre dans des zones où les températures hivernales sont inférieures à 30°C. Il résiste bien à la sécheresse et peut continuer à accumuler la matière sèche et à produire des graines avec une légère irrigation tous les 6 jours (**Noguchi et al., 1975**). Cette plante pousse sur différents types de sol, mais préfère les sols fertiles, riches, humides, limoneux, calciques et acidophiles. Elle est également capable de croître dans des sols salés dont la concentration de NaCl est égale ou supérieure à 0,5% (**Aronson, 1989**).

### I.1.4 Composition chimique

*Portulaca oleracea* est riche : en vitamine C : 10 à 20 mg pour 100 g de feuilles fraîches, en acides gras essentiels, c'est même une des plantes terrestres qui contient en pourcentage le plus d'acides gras oméga 3, exemple : 100 g de feuilles et tiges de la plante pourrait contenir 300 à 400 mg d'acide alpha linoléique. Les graines (minuscules mais nombreuses) en contiennent encore plus (80 à 170 mg/g) ; l'acide alpha linoléique représente 60% des acides gras de la feuille et 40% de la graine. On note aussi la présence de 0.01 mg/g d'acide eicosapentaénoïque (EPA), acide gras oméga3 généralement produite en milieu marin. En carotène (22 à 33 mg/g de feuille fraîche), en vitamine A et en vitamines du groupe B. elle apporte du potassium, du calcium, du fer et du magnésium (**Uddin et al., 2012**). Il contient beaucoup d'acide oxalique (en partie responsable du gout acidulé des feuilles), (**Abdel-Moneim et al., 2011**). C'est une plante qui tolère des sols un peu salins, elle contient dans ces conditions plus de chlorure de sodium ou d'autres sels de sodium et magnésium. Elle serait riche en neurotransmetteur (noradrénaline = norépinephrine), une hormone naturelle qui, à dose active, contracte les vaisseaux sanguins et peut donc augmenter la pression artérielle. Enfin, cette plante est une source de composés phénoliques, fréquents dans les plantes, et qui sont des antioxydants naturels : flavonoïdes (en particulier des colorants type bêtaïne), acides phénol. Ils ont notés aussi la présence d'une petite quantité d'alcaloïdes peu actifs (**Sreelatha et al., 2011**).

### I.1.5 Utilisation médicinale de la plante

*Portulaca oleracea*, est une plante utilisée en médecine traditionnelle pour ses propriétés médicinales. Voici quelques-unes de ses utilisations médicinales :

Propriétés anti-inflammatoires : La plante contient des composés anti-inflammatoires qui peuvent aider à soulager les douleurs articulaires et les inflammations (**Khan, 2016**).

Selon **Iranshahy et al, (2016)** On constate plusieurs propriétés :

Anti oxydantes : Le pourpier est riche en antioxydants, ce qui peut aider à protéger les cellules contre les dommages causés par les radicaux libres.

Antimicrobiennes : La plante a des propriétés antimicrobiennes qui peuvent aider à combattre les infections.

Cicatrisantes : Le pourpier peut aider à accélérer la guérison des plaies et des brûlures grâce à ses propriétés cicatrisantes.

Propriétés diurétiques : La plante peut aider à éliminer l'excès de liquide dans le corps, ce qui peut être bénéfique pour les personnes souffrant d'hypertension artérielle ou de

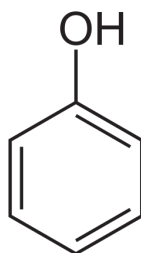
rétenction d'eau. Propriétés hypoglycémiantes : Le pourpier peut aider à réguler la glycémie, ce qui peut être bénéfique pour les personnes atteintes de diabète. Il est important de noter que ces utilisations médicinales ne sont pas approuvées par les autorités de santé et qu'il est recommandé de consulter un professionnel de la santé avant de commencer tout traitement à base de plantes (**Iranshahy et al., 2014**).

## I .2. Généralité sur métabolites secondaire

Les métabolites secondaire des plantes, aussi appelé métabolite spécialisé, est un ensemble de composés phyto-chimiques non directement impliqués dans les processus vitaux de bases (croissance, la division cellulaire, la respiration, la photosynthèse, reproduction). Contrairement aux métabolites primaires, il fait référence à la synthèse et à l'identification d'un ensemble de biomolécules de structures et de fonctions variées qui interviennent dans l'interaction des plantes avec leur environnement biotique et abiotique (**François et al,2012**) les plantes synthétisent ces composés en réponse à des stimuli externes, et ils agissent souvent comme régulateurs dans une série de réactions physiologiques et métaboliques déclenchées par un stress environnemental ou une attaque de ravageurs. Lorsqu'une nouvelle fonction biologique est découverte pour l'un de ces métabolites secondaires, il est souvent qualifié de vitamine (**Brandt, 2001 ; Benbrook, 2005**).

### I .2.1. Les composés phénoliques

Les poly phénols, dénommés aussi composés phénoliques sont des métabolites secondaires issue de deux voies métaboliques principales: la voie Shikimate et la voie d'acétate, ayant un poids moléculaire élevé. Ils sont largement distribués dans le règne végétal, avec près de 8000 molécules réparties en une dizaine de classes chimiques (**Stalikas, 2007**). Chaque classe est caractérisée par la présence d'un noyau benzoïque auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle libre (figure 02) ou engagé dans une autre fonction telle que l'éther ou l'ester (**Macheix et al., 2005**). Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs : racines, tiges, feuilles, fleurs, fruits (**Boizot et Charpentier, 2006**).



**Figure 02:** structure de base des polyphénols (**Matou, 2019**).

## I.2.2 Les voies de biosynthèse des composés phénoliques

La biosynthèse des composés phénoliques des végétaux suit généralement deux principales voies synthétiques : la voie Shikimate et la voie d'acétate.

### I.2.2.1 La voie shikimate

La voie de Shikimate, ou voie de l'acide Shikimique, c'est la voie biosynthétique des composés aromatiques la plus importante et la plus courante, notamment les acides aminés aromatiques la phénylalanine, tryptophane et tyrosine. La phénylalanine issue de la voie de Shikimate est convertie en acide cinnamique par la phénylalanine ammonia-lyase (PAL), marquant ainsi l'entrée dans la voie des phénylpropanoïdes. Cette conversion est le point de départ de la synthèse de nombreux métabolites, tels que les acides phénoliques simples, les flavonoïdes, les isoflavonoïdes, les coumarines, les tanins condensés et les polymères de lignines (figure 03) (Zeghad, 2018).

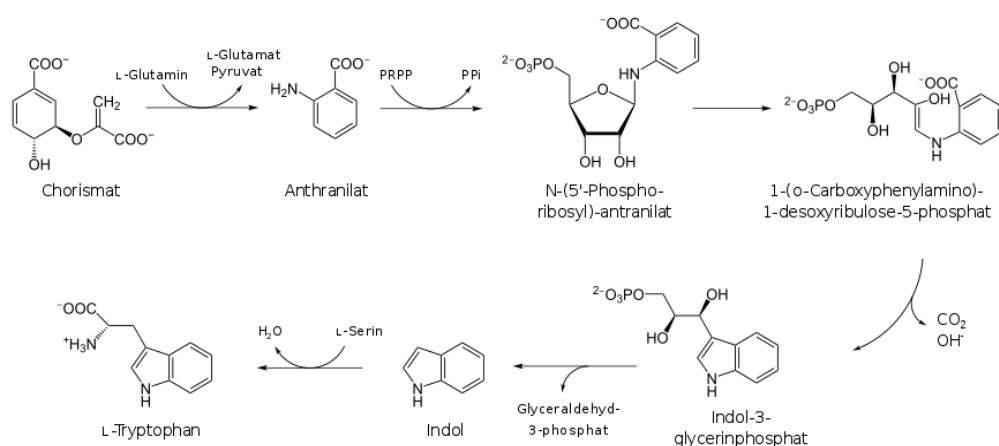


Figure 03 : Schéma de voie Shikimate de biosynthèse de tryptophane (Wilson et al.,1998)

### I.2.2.2 La voie d'acétate

La diversité structurale des composés phénoliques issus de cette voie biosynthétique est encore étendue par la fréquente implication concomitante du Shikimate et de l'acétate dans la synthèse de composés hybrides comme les flavonoïdes, les stilbènes et les xanthones. Elle provoque la formation de systèmes aromatiques tels que les chromones, les isocoumarines et les quinones par des cycles de condensations successives (figure 04) (Madi, 2018).

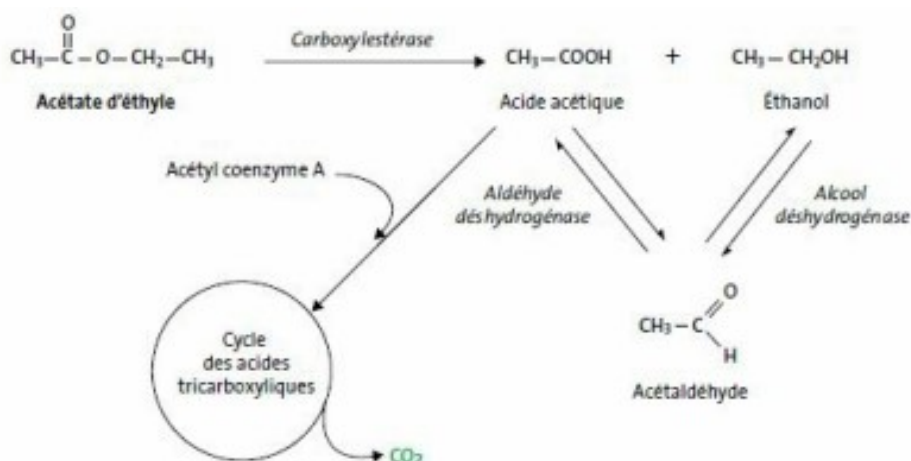


Figure 04 : Schéma de voie d'acétate (Gallaher et Loomis ,1975)

### I.2.3 Classification des composés phénoliques.

D'après Macheix et *al* (2005), Ils peuvent aller de molécules simples comme (acides phénoliques simples) vers les molécules les plus hautement polymérisées (tanins condensés).

Les composés phénoliques peuvent être classés selon :

- Les voies de la biosynthèse
- Les degrés de modification de ce squelette
- La complexité
- Liaison possible de ses molécules de base d'autres molécules (Urquiaga et Leighton, 2000).

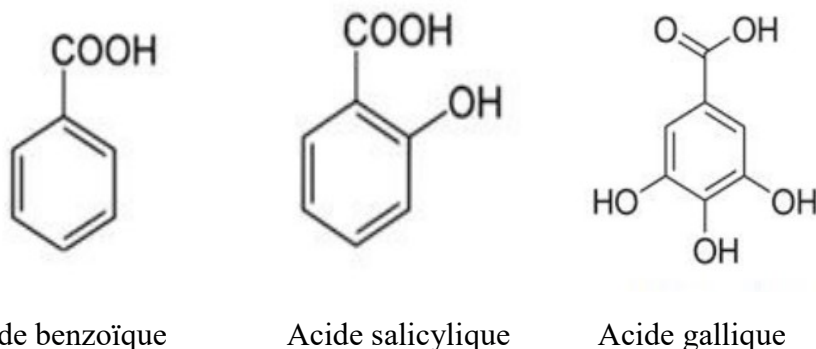
### I.2.4 Classement du composé phénolique

#### I.2.4.1 Les acides phénoliques

Ces substances organiques sont les formes les plus simples des composés phénoliques. Elles possèdent au moins une fonction hydroxyle et une fonction carboxyle. Ce sont des dérivés hydroxylés de l'acide benzoïque (C6-C1) ou de l'acide cinnamique (C6-C3) (Pandey et Rizvi, 2009).

##### I.2.4.1.1 Acides phénols dérivés de l'acide benzoïque

Acides hydrox benzoïques (C6-C1): très présent dans le règne végétal soit sous forme libre ou sous forme combinée à l'état d'ester ou d'hétéroside (figure05). Les plus répandus sont l'acide salicylique et l'acide gallique (Macheix et *al.*, 2005).



Acide benzoïque

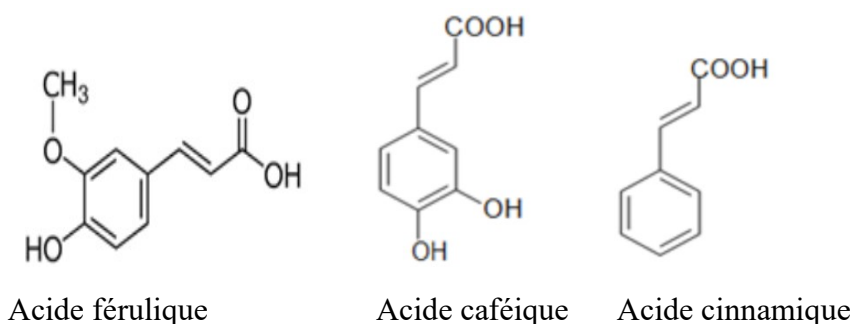
Acide salicylique

Acide gallique

**Figure 05 :** Exemple de quelques acides phénoliques de la série benzoïque (Sarni-Manchado et Cheynier, 2006).

#### I.2.4.1.2 Acides phénols dérivés de l'acide cinnamique

Acides hydroxycinnamiques ou phénylpropanoïdes (C6-C3), sont très répandus dans le règne végétal, le plus souvent sous forme estérifiée (Courduroux, 1959). C'est une classe de composés très importante qui dérive de l'acide cinnamique. La réactivité de ces acides est liée au degré d'hydroxylation de leur cycle benzénique et aux modifications aléatoires qu'ils subissent par des réactions secondaires. Les acides phénols les plus abondants de cette classe sont l'acide caféique et l'acide férulique (figure 06) (Åberget Johansson, 1969).



Acide férulique

Acide caféique

Acide cinnamique

**Figure 06 :** Exemple de quelques acides phénoliques de la série cinnamique (Ribau-Gayon, 1968)

#### I.2.4.2 Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des substances pigmentaires hydrosolubles végétales responsables de la couleur variée des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. Les flavonoïdes constituent le principal groupe de poly phénols (figure 07) , Plus de 4000 flavonoïdes ont été identifiés, ils ont une origine biosynthétique commune et par conséquent, possèdent tous un même squelette de base à quinze atomes de carbones, constitué de deux unités aromatiques, deux cycles en C6 (A et B), reliés par une chaîne en C3. (Bruneton 1999).

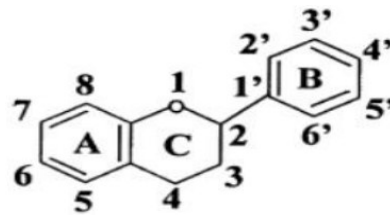


Figure 07 : structure de base de flavonoïdes (Heim *et al.*, 2002).

Les flavonoïdes sont classés en différentes catégories dont les plus importantes sont les flavanones, les flavonols, les flavones, les flavanols, les isoflavones et les anthocyanes (figure 08). Les flavones et flavonols représentent 80% des flavonoïdes (Adrian *et al.*, 1995) .

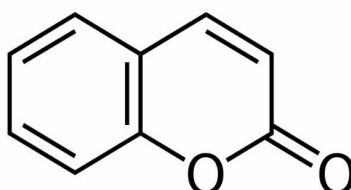
Classe	Structure générale
Flavanol	
Flavone	
Flavonol	
Flavanone	
Isoflavone	
Anthocyanidine	

Figure 08 : structure de différentes classes de flavonoïdes (Richard, 1992)

### I.2.4.3 Coumarines

D'après **Bruneton (2009)**, Ce sont des substances organiques aromatiques caractérisées par une saveur amère et qui se présentent chez les végétaux aux niveaux des différents organes sous forme de cristaux blancs ou jaunâtre.

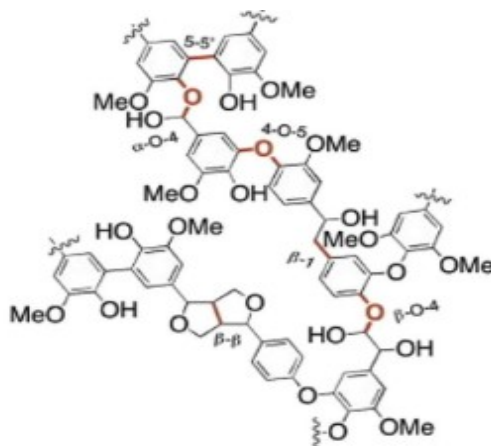
Les coumarines sont des composés issus de la cyclisation du résidu C3 de dérivés du cinnamate (figure 09). Ils sont souvent synthétisés en réponse à des attaques pathogènes.



**Figure 09** : Structure chimique des coumarines (**Moghaddam et al., 2018**).

### I.2.4.4 La lignine

La lignine est un polymère complexe aromatique, hydrophobe, de haut poids moléculaire formé à partir d'unités dérivées de l'acide cinnamique. La lignine est de formule brute (C6-C3) (figure 10). Elle renforce les parois végétales et limite fortement la digestibilité des tissus lignifiés. (**Cruz et al., 2001**).



**Figure 10** : Structure chimique de lignine (**Saake et al., 2007**)

### I.2.4.5 Les tanins

Les tanins sont des composés phénoliques hydrosolubles d'origine végétale, avec un poids moléculaire compris entre 500 et 3000. Ils ont la capacité de transformer la peau fraîche en cuir, un matériau durable. Ce processus, appelé tannage, résulte de la formation de liaisons entre les molécules de tanins et les fibres de collagène de la peau (**Obame, 2009 ; Verbois, 2015**).

Il existe deux catégories distinctes de tanins : les tanins condensés, également appelés (proanthocyanidols), et les tanins hydrosolubles, tels que les tanins galliques et ellagiques. Ces deux types de tanins se distinguent par leur structure chimique et leur origine biogénétique (Merad et Mahiout ,2019).

#### I.2.4.5.1 Les tanins hydrolysables

Les tanins hydrolysables sont des polyesters d'hydrates de carbone et de noyaux phénoliques carboxyles (figure 11), tels que l'acide gallique ou l'acide ellagique, et peuvent être facilement hydrolysés par la chaleur en milieu acide ou par des enzymes (Jarrige et al.,1995).

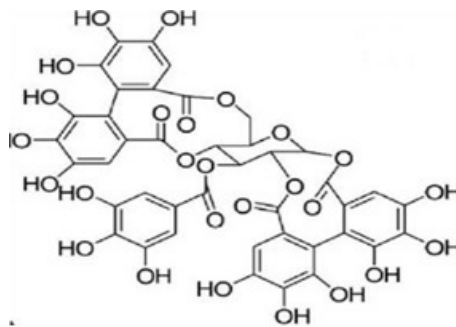


Figure 11 : la structure de base des tanins hydrolysables (Raja et al., 2014).

#### I.2.4.5.2 Les tanins condensés

Les tanins condensés également appelés proanthocyanidines (figure 12), sont des polymères de flavane-3-ol ou de flavan-3-ol, qui se polymérisent par la chaleur en milieu acide. Ces tanins ont la capacité de former des complexes avec les protéines, les vitamines, les minéraux, les ions métalliques et les structures membranaires des microorganismes (Wollgast et Anklam, 2000 ; Dykes et Rooney, 2006).

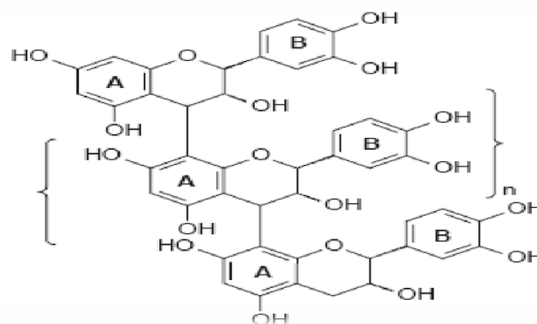


Figure 12 : Structure de base des tanins condensés (Li, 2004)

## I.3 Les activités biologiques

### I.3.1 L'activité anti-inflammatoire

Les anti-inflammatoires permettent de lutter contre l'inflammation quelle que soit la cause de cette inflammation. Ce sont des traitements symptomatiques, c'est à dire qu'ils ne suppriment pas la cause de l'inflammation mais seulement sa conséquence (**Ait-Kaki et al., 2016**).

#### I.3.1.1 l'inflammation

L'inflammation survient en réponse à divers types d'irritations, incluant des infections, des traumatismes mécaniques ou chimiques, des troubles métaboliques, des brûlures et des irradiations. On distingue deux types d'inflammation : primaire et secondaire. Les inflammations primaires sont généralement localisées et ont une cause immédiate identifiable, tandis que les inflammations secondaires sont des réactions systémiques qui se manifestent à distance (**Cohen, 1981**).

Selon **Marie, (2001.)** La réaction inflammatoire se caractérise par la présence de douleur, de chaleur et d'œdème, elle se déroule en trois étapes principales.

- La phase vasculaire, marquée par la dilatation et l'augmentation de la perméabilité des vaisseaux sanguins, ainsi que par la libération de facteurs chimiotactiques.
- La phase cellulaire, caractérisée par l'afflux de polynucléaires et de macrophages, la libération d'enzymes lysosomales, la phagocytose et la production de lymphokines.
- La phase de régénération et de cicatrisation, durant laquelle les fibroblastes synthétisent du collagène.

Les phospholipides des membranes cellulaires peuvent donner naissance à deux groupes de substances impliquées dans l'inflammation : les eicosanoïdes et le facteur activant les plaquettes (PAF). Les eicosanoïdes, tels que l'acide arachidonique, comprennent des composés chimiques à 20 atomes de carbone, parmi lesquels les leucotriènes qui ont une structure linéaire (**Talbert, 1998**).

suppriment pas la cause de l'inflammation mais seulement sa conséquence (**Ait-Kaki et al., 2016**).

#### I.3.1.3 Anti-inflammatoire synthétiques

Il existe deux catégories, les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS), et les anti-inflammatoires stéroïdien (**Perdriger,2015**)

### **I.3.1.3.1 Les agents anti-inflammatoires stéroïdiens (AIS)**

Les corticostéroïdes, aussi connu sous le nom d'anti-inflammatoires stéroïdiens, sont des dérivés synthétiques des corticostéroïdes naturels, Des hormones produites par les glandes surrénales. Leur puissance leur permet de contrôler efficacement l'inflammation lorsqu'elle déviants sévère survient de manière expliquée comme c'est le cas dans les maladies inflammatoires telles que la polyarthrite rhumatoïde et les allergies grave (**Wainster ,2009.**)

### **I.3.1.3.2 Les agents Anti-inflammatoire non stéroïdiens (AINS)**

Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) sont des médicaments qui agissent de manière symptomatique pour contrer le processus inflammatoire, quelle qu'en soit la cause (mécanique, chimique, infectieuse, immunologique). Leur action se concentre sur les manifestations locales de l'inflammation telles que les rougeurs, la chaleur, la douleur et l'œdème. En plus de leur effet anti-inflammatoire, tous les AINS possèdent des propriétés analgésiques et antipyrétiques. Contrairement aux corticostéroïdes anti-inflammatoires qui sont des glucocorticoïdes, les AINS se distinguent par leur structure chimique non stéroïdienne (**Talbert ,1998**).

Les AINS appartiennent à diverses catégories mais partagent la capacité de bloquer la formation de certaines substances telles que les prostaglandines, des médiateurs chimiques essentiels au déclenchement de l'inflammation. Ils sont particulièrement efficaces lors des phases aiguës de l'inflammation et sont couramment utilisés en rhumatologie, en urologie (notamment pour les coliques néphrétiques) et en gynécologie (pour soulager les règles douloureuses) (**Caron, 2006**).

### **I.3.1.4 Anti-inflammatoires naturels**

Les substances anti-inflammatoires d'origine végétale, en raison de leurs avantages par rapport aux médicaments anti-inflammatoires conventionnels. Parmi les espèces végétales utilisées en médecine traditionnelle et récemment étudiées (**Al-Sobarry, 2012**).

## **I.3.2 Activité antimicrobienne**

Les plantes ont développé un système de défense naturel remarquable, fondé sur la richesse et la diversité de leurs métabolites secondaires. Cette diversité structurelle et fonctionnelle leur permet de repousser efficacement un large éventail de pathogènes tels que les bactéries, les champignons et les virus. En réponse à des stimuli internes ou externes, les plantes produisent de manière constante ou induite des molécules antimicrobiennes. Parmi ces

composés, les huiles essentielles et les extraits végétaux se distinguent depuis longtemps par leur utilisation dans le traitement de diverses affections et pour favoriser la santé et le bien-être (Jones et Dangl, 2006).

### I.3.2.1 Mécanismes d'action des agents antimicrobiens

Les agents antibactériens sont catégorisés en fonction de leurs cibles spécifiques dans les bactéries, se répartissant en cinq mécanismes distincts : le blocage de la synthèse de la paroi bactérienne, l'inhibition de la synthèse des protéines, la perturbation de la synthèse des acides nucléiques, la modification du fonctionnement de la membrane cytoplasmique, et l'arrêt de la synthèse de divers métabolites (Bergogne-Bérézin et Dellamonica, 1999). Les composés phénoliques agissent sur les diverses souches de bactéries selon plusieurs mécanismes, mais de manière générale, leur action peut être décrite en trois phases (Oussalah *et al.*, 2006)

- Tout d'abord, ils attaquent la paroi bactérienne, ce qui entraîne une augmentation de sa perméabilité et finalement la perte de certains constituants cellulaires.
- Ensuite, ils provoquent une acidification à l'intérieur de la cellule bactérienne, ce qui bloque la production d'énergie cellulaire et la synthèse des composants de la structure cellulaire (Figure 13) (Brute, 2004).

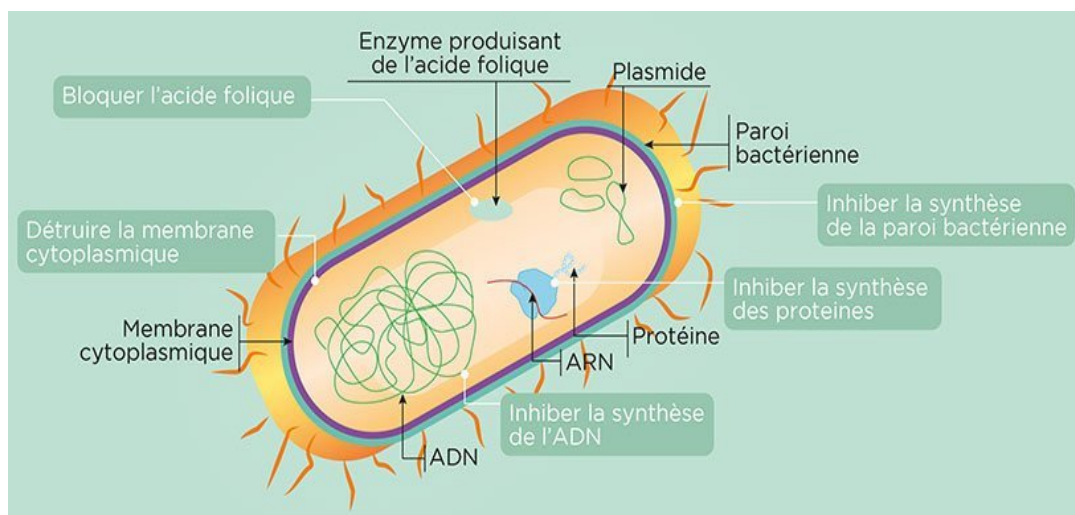


Figure 13 : Mécanisme d'action d'agent microbien (Brute, 2004)

### I.3.2.2 Les méthodes utilisées pour déterminer l'activité antimicrobienne

Le potentiel antimicrobien des extraits de plantes peut être évalué à l'aide de deux méthodes principales : l'aromatogramme (en milieu solide ou liquide) et la technique de micro-atmosphère (Bouchenak *et al.*, 2020).

#### I.3.2.2.1 Méthode de contact direct

Cette technique consiste à mettre en contact l'extrait et les micro-organismes, puis à observer la croissance de ces derniers. Le contact peut avoir lieu en milieu gélosé (milieu solide) ou dans un bouillon (milieu liquide) (Droguet, 2015).

### **I.3.2.2.2 Méthode de diffusion sur gélose**

C'est une méthode ancienne mais toujours d'actualité. Elle permet l'estimation qualitative de l'effet de l'extrait. Ce dernier est déposé à l'aide de disques de cellulose imprégnés d'une quantité connue d'extrait. Après incubation, la lecture des résultats se fait par mesure des diamètres des zones d'inhibition obtenues sur gélose ensemencée (Humeau, 2016).

### **I.3.2.2.2 Méthode de dilution sur milieu liquide**

Cette technique permet de donner au clinicien un chiffre correspondant à la dose minimale bactéricide de l'extrait. Son principe consiste à faire agir en phase liquide des dilutions croissantes de l'extrait, après adjonction d'un tensioactif sélectionné (Audhoui et Belaiche, 1979).

### **I.3.2.2.3 Micro atmosphère**

Dans cette méthode, les disques imprégnés par l'extrait sont déposés au centre du Couvercle de la boîte de Pétri, renversée pendant la durée de l'expérience (couvercle en bas). Cette méthode est appelée « Méthode de microatmosphères ». Le disque n'est donc plus en Contact avec le milieu gélosé. Il se produit une évaporation des substances volatiles et on lit après incubation, la croissance des germes ou l'inhibition de leur croissance (Baser et Buchbauer., 2010).

### **I.3.2.3 Les agents antimicrobienne**

Les agents antimicrobiens font référence à tous les types de médicaments naturels et synthétiques susceptibles de diminuer la multiplication de micro-organismes ou de les détruire. Cela inclut notamment les antibiotiques, les antifongiques et les désinfectants ménagers. Le nombre d'articles scientifiques publiés sur les activités antimicrobiennes des huiles essentielles a fortement augmenté à partir des années 2000, en raison notamment de la multiplication des micro-organismes résistants aux anti-infectieux et de la diminution de l'arsenal thérapeutique. Les principales recommandations pour les études sur les activités antimicrobiennes des agents antimicrobiens incluent l'utilisation du milieu de culture Mueller-Hinton II, la spécification de l'origine des souches bactériennes testées, et la réalisation d'antibiogrammes si nécessaire (Duval *et al.*, 2019).

Les alternatives à l'utilisation d'agents antimicrobiens dans les produits cosmétiques incluent des paramètres du conditionnement (pompes, doses unitaires, conditionnements airless) et de la formule (activité de l'eau, pH, tensioactifs) (Lopes *et al.*, 2017)

Les agents antibactériens peuvent avoir différents mécanismes d'action comme l'inhibition de la synthèse de la paroi cellulaire, la diminution de la perméabilité de la membrane cellulaire,

ou la perturbation de la synthèse protéique et du métabolisme des acides nucléiques (**Kohanski et al., 2010**)

Les tests de sensibilité aux antimicrobiens *in vitro* visent à fournir des informations permettant de prédire la réponse d'un microorganisme au traitement antimicrobien chez l'hôte infecté, afin d'aider les cliniciens à choisir l'agent antimicrobien approprié (**Jorgensen et Ferraro, 2009**)

### **I.3.3L'activité antioxydante**

L'activité antioxydant concerne le rôle crucial de l'oxygène moléculaire dans la vie des organismes aérobies. Cependant, elle implique également la présence de certaines formes d'oxygène hautement toxiques, appelées radicaux libres ou espèces réactives de l'oxygène (ERO ou ROS), ainsi que des espèces réactives de l'azote (RNS). À des niveaux faibles, ces ERO sont bénéfiques, participant à la production de médiateurs cellulaires, à l'élimination des substances toxiques, et à la défense contre les agents pathogènes et les cellules cancéreuses. Néanmoins, des concentrations excessives d'ERO peuvent être nocives pour l'organisme (**Diallo, 2005**).

#### **I.3.3.1Le stress oxydatif**

Le stress oxydatif est un déséquilibre entre la génération des EOR et la capacité du corps à les neutraliser et à séparer les dommages oxydatifs (**Boy et al, 2003**). Il correspond à une perturbation du statut oxydatif intracellulaire (**Morel et Barouki, 1999**).

#### **I.3.3.2Origine du stress oxydatif**

Les radicaux libres se forment à partir de divers processus physiologiques, étant bénéfiques à l'organisme à des niveaux modérés. Cette production est régulée efficacement par des systèmes de défense. En conditions normales, l'équilibre entre les antioxydants et les pro-oxydants est maintenu. Cependant, un déséquilibre, causé par un manque d'antioxydants ou par une surproduction de radicaux, conduit à un excès de ces derniers, appelé stress oxydatif. Il est désormais établi que ce phénomène est lié à l'apparition de nombreuses maladies neurodégénératives telles qu'Alzheimer, Parkinson et Huntington, ainsi qu'à des troubles pathologiques comme le syndrome d'ischémie répercussion, et même au processus de vieillissement (**Favier, 2003**).

#### **I.3.3.3Les radicaux libres**

Un radical libre se caractérise par la présence d'un ou plusieurs électrons non appariés, ce qui lui confère une grande réactivité (**Vansant, 2004**). L'ensemble de ces radicaux libres et de leurs précurseurs est souvent désigné sous le terme d'espèces réactives de l'oxygène. Cette

appellation, "dérivés réactifs de l'oxygène", est générale, englobant non seulement les radicaux libres d'oxygène eux-mêmes, mais également certains dérivés oxygénés réactifs non radicalaires, tels que le peroxyde d'hydrogène  $H_2O_2$ , qui possèdent une toxicité significative (Favier, 2003).

### I.3.3.4 Les antioxydants

Les antioxydants sont des agents chimiques capables de neutraliser les radicaux libres, responsables de nombreuses affections. Ils agissent en inhibant ou en ralentissant le processus d'oxydation, bloquant ainsi le début ou la propagation des réactions oxydatives (Behera *et al.*, 2006). Ces composés, qu'ils soient naturels ou synthétiques, sont largement utilisés pour prévenir diverses maladies telles que les troubles cardiovasculaires et neurodégénératifs, l'inflammation, le diabète, ainsi que le processus de vieillissement, causés par la surproduction de radicaux libres. De plus, les antioxydants sont employés dans l'industrie alimentaire pour retarder la détérioration, le rancissement ou la décoloration, souvent provoqués par l'oxydation due à la lumière, à la chaleur et à certains métaux (Méda, 2005)

### I.3.3.5 Mécanisme d'action des antioxydants

En conditions physiologiques, il existe un équilibre entre la production de radicaux libres et les mécanismes de défense antioxydant endogènes de l'organisme, composés du système enzymatique (catalase, peroxydase, dismutase, glutathion peroxydase), des vitamines A, E et C, ainsi que des poly phénols issus de l'alimentation et des plantes. La peroxydase dismutase (SOD) joue un rôle crucial dans le système de défense antioxydant de l'organisme depuis 1968. L'ion peroxyde  $O_2^-$  est le point de départ de la chaîne de production des radicaux libres. Dès cette étape initiale, la SOD désactive l'ion  $O_2^-$  en le convertissant en peroxyde d'hydrogène  $H_2O_2$ , qui est ensuite rapidement dégradé par la catalase et les peroxydases en dioxygène  $O_2$  et en molécules d'eau  $H_2O$ . L'activité antioxydant de ces molécules est mesurée in vitro par plusieurs méthodes, dont celle du DPPH (Meda *et al.*, 2005) .

# **Chapitre II :**

## **Matériel et méthodes**

## II. Matériel et méthodes

Le présent travail a pour objectif l'évaluation des activités biologiques (antimicrobienne, activité anti-inflammatoire, antioxydant) de l'espèce *Portulaca oleracea*, cultivée dans la région de Boudouaou El Bahri, à Boumerdes (Algérie).

Notre étude a été menée au niveau du laboratoire de Biochimie appliquée de l'Université M'Hamed Bougara (Boumerdes) ainsi qu'au niveau du Centre de Recherche et de Développement du groupe SAIDAL (Gué de Constantine, Alger).

### II.1 Matériel

#### II.1.1 Matériel non biologique

Les appareillages et les réactifs utilisés au cours de l'évaluation de ce travail sont cités dans (l'annexe).

#### II.1.2 Matériel biologique

##### II.1.2.1 Animaux

L'étude a été menée sur des souris NMRI mâles du poids corporel 30g.

Les souris ont été maintenues dans des conditions standards de température (20-24C°) humidité (50-60%), éclairage 10 h, alimentation (granulés O.N.A.B), boisson (eau de ville ad libitum) obtenues à partir de l'animalerie du Centre de Recherche et de Développement du groupe SAIDAL (Gué de Constantine, Alger).

##### II.1.2.2 Les micro-organismes

Pour l'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'extrait de *Portulaca oleracea*, nous avons effectué le test sur des micro-organismes de référence de collection ATCC qui ont été fournies le laboratoire de Microbiologie du Centre de Recherche et de Développement CRD-SAIDAL. Il s'agit de quatre souches bactériennes (deux Gram positifs et deux Gram négatifs) ainsi que deux souches fongiques. Les caractéristiques sont mentionnées dans le tableau 2.

**Tableau 02** : Caractéristique des souches microbiennes testées

Microorganismes		Référence	Gram	Famille
Souches Bactériennes	<i>Bacillus subtilis</i>	ATCC 6633	Positif	<i>Bacillaceae</i>
	<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 6538	Positif	<i>Staphylococcaceae</i>
	<i>Escherichia coli</i>	ATCC 8739	Négatif	<i>Enterobacteriaceae</i>
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 9027	Négatif	<i>Pseudomonadaceae</i>
Souches fongiques (levures)	<i>Candida albicans</i>	ATCC 10231	/	<i>Saccharomycetaceae</i>
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	ATCC 9763	/	<i>Saccharomycetaceae</i>

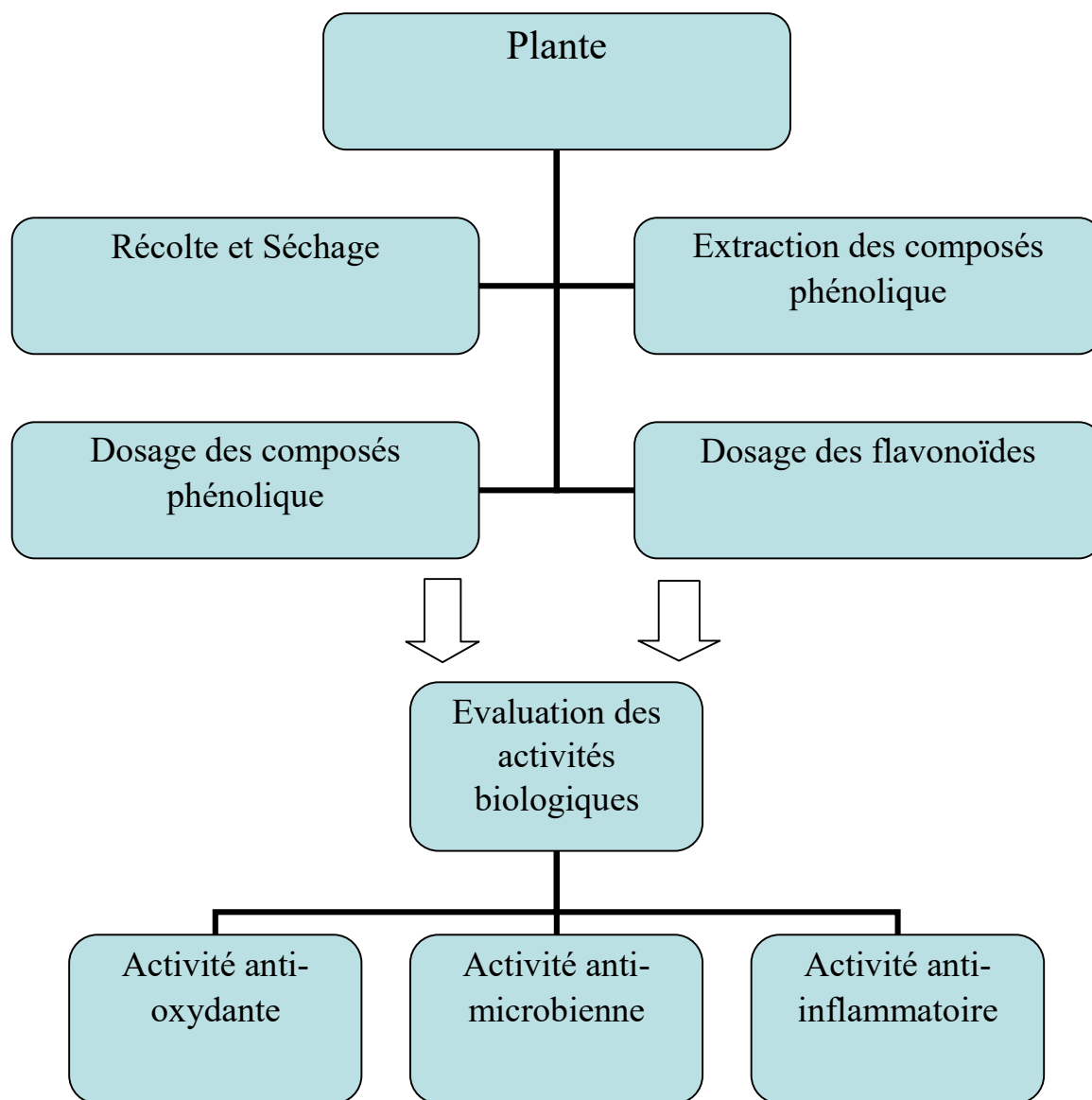
ATCC : American Type Culture Collection

### II.1.2.3 Les milieux de cultures utilisés

Les milieux de culture utilisés pour réaliser l'évaluation qualitative de l'activité antimicrobienne de l'extrait à étudier sont les suivants : le milieu gélose nutritive, le milieu Mueller Hinton gélosée et le milieu Sabouraud gélosé.

## II.2 Méthodes

L'ensemble des méthodes et des étapes de cette étude sont résumés à travers le diagramme porté par la figure 14.



**Figure 14** : Diagramme représentant les différentes étapes de l'extraction ainsi que l'analyse effectuée sur l'extrait de *Portulaca oleracea*.

### II.2.1 Récolte

La plante *Portulaca oleracea* L. (Figure 15) à été récoltée en deux parties la premier en mars 2023 et la deuxième en avril 2023 dans la région de Boudouaou El Bahri, Boumerdes (Algérie)



Figure 15 : photo originale de *Portulaca oleracea*.

### II.2.2 Préparation de la poudre végétale

La partie aérienne de la plante est séchée à l'air libre et à l'abri de la lumière durant 15 jours. Ensuite, elle est broyée à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à obtention d'une poudre fine. Cette poudre est conservée dans des flacons en verre hermétiquement fermés (Figure 16) à l'abri de la lumière et de l'humidité.



Figure 16 : Poudre de *Portulaca oleracea*

### II.2.3 Préparation de l'extrait

La macération consiste à émerger 30 g de la poudre de *Portulaca oleracea* dans 200 ml d'éthanol, puis agités pendant 24 heures et filtrés sur papier filtre. Le solvant a été récupéré du filtre par évaporation dans un Rota vapeur à une température de 50°C sous agitation avec une vitesse de 45 tours/min, La solution obtenue est séchée dans l'étuve à une température 45°C pendant 24h pour obtenir une poudre ou une patte qui est conservée à 4°C jusqu'à son utilisation.

### II.2.4 Détermination du rendement d'extraction

Selon **Falleh et al,( 2008)**, nous pouvons déterminer le rendement de l'extrait par la formule suivante:

$$\text{Rendement (\%)} = (P1-P2) / P3 \times 100$$

R : le Rendement en %

P1:Poids du ballon après évaporation

P2:Poids du ballon avant évaporation (ballon vide)

P3:Poids de la matière végétale

### II.3 Dosage des composés phénoliques

#### II.3.1 Dosage de poly phénols

##### Dosage des poly phénols totaux

###### ➤ Principe

Le dosage des polyphénols est réalisé selon la méthode décrite par **Singleton et Ross (1965)** en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce réactif de couleur jaune est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique et d'acide phosphomolybdique. Lorsque les polyphénols sont oxydés, ils réduisent le réactif Folin-Ciocalteu en un complexe ayant une couleur bleue constitué d'oxyde de tungstène et de molybdène.

###### ➤ Mode opératoire

Pour mesurer la teneur en polyphénols totaux, un volume de 200 µL d'extrait est mélangé avec 1 mL du réactif Folin-Ciocalteu. Après 5 minutes, 800 µL d'une solution de carbonate de sodium à 7,5 % sont ajoutés, et le tout est agité au vortex. Le mélange obtenu est alors incubé pendant 1 heure à température ambiante et à l'abri de la lumière. La lecture de l'absorbance est ensuite effectuée à 765 nm contre un blanc, à l'aide d'un spectrophotomètre. En parallèle, une courbe d'étalonnage est réalisée dans les mêmes conditions opératoires, en utilisant l'acide gallique comme standard à différentes concentrations (100µg/ml, 200µg/ml, 400µg/ml, 600µg/ml, 800µg/ml et 1000µg/ml). La teneur en polyphénols est finalement exprimée en milligrammes d'équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EQ/g MS).

#### II.3.2 Dosage de Flavonoïdes

###### ➤ Principe

Le dosage des flavonoïdes totaux dans les extraits de *Portulaca oleracea* se fait généralement par une méthode colorimétrique basée sur la formation d'un complexe stable entre le chlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ) et les groupements hydroxyles des flavonoïdes (Messast, 2021).

### ➤ Mode opératoire

Les contenus en flavonoïdes d'extraits *Portulaca oleracea* L. ont été déterminés selon la méthode colorimétrique au chlorure d'aluminium  $\text{AlCl}_3$  décrite par Koslec et al,(2004). avec modification légère, on met 1 ml d'extrait et on ajoute 1 ml d' $\text{AlCl}_3$  à 2% puis le mélange est vigoureusement agité, après 6 minute ajoute 800  $\mu\text{l}$  de NaOH (1M). L'ensemble est incubé à l'ombre à la température ambiante pendant 10 minutes, l'absorbance est lue à 430 nm. La quantification des flavonoïdes se fait en fonction d'une courbe d'étalonnage réalisée par un flavonoïde standard (Quercétine). La teneur en flavonoïde est exprimée en milligramme d'équivalent de Quercétine par gramme de matière sèche (mg EQ/g MS).

## II.4 Evaluation des activités biologiques

### II.4.1. Evaluation de l'activité antioxydante par DPPH

#### ➤ Le piégeage du radicale libre DPPH

L'étude de l'activité antioxydante de l'extrait de *Portulaca oleracea* des parties aériennes de *Portulaca oleracea* porte sur le piégeage du radicale libre 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl.

#### ➤ Principe

C'est une méthode largement utilisée dans l'étude de l'activité antioxydante, Le DPPH (2,2-diphényl-1picryhydrazil) est un radical stable qui possède un électron célibataire sur l'atome d'azote, caractérisé par une couleur violette et pic d'absorption spectral maximal à 517nm. En présence d'antioxydants, l'électron célibataire devient apparié, ce qui conduit la décoloration de DPPH du violet foncé (forme radicalaire DPPH 2,2-diphényl-1-picryl hydrazyl) au jaune (forme réduite DPPH-H 2,2-diphényl-1-picryl hydrazine) (Figure17) (Ramadan, 2010).

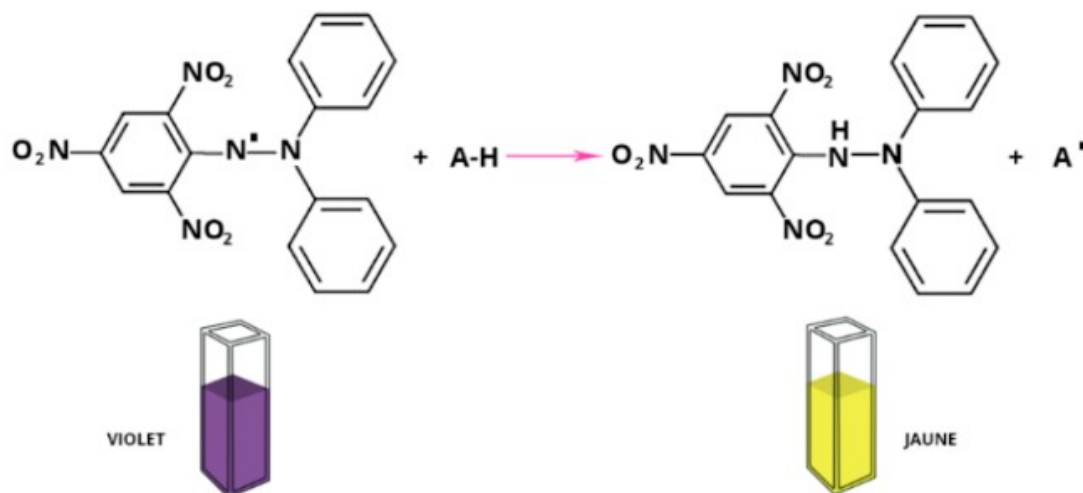


Figure 17 : Réaction de réduction du DPPH en présence d'un antioxydant

➤ **Mode opératoire**

La solution de DPPH a été préparée dans une fiole jaugée de 100 ml par dissolution de 2,4 mg de DPPH par 100 ml d'éthanol, le mélange ainsi obtenu est agité pendant 2 h puis incubé à une température ambiante.

Ont préparé trois solution mère de 12mg, 30mg et 50mg de l'extrait de *Portulaca oleraceas* ont mélangées avec 100 ml d'éthanol à différentes concentrations. On prélève de 50 µl de la différente concentration de mélange préparé (extrait de *Portulaca oleracea*+ Ethanol) et on ajoute 1950 µl de solution de DPPH (2,4 mg /100 ml d'éthanol). Après agitation pendant 30 min à la température ambiante. La lecture est effectuée par la mesure de l'absorbance à 517 nm par un spectrophotomètre contre le blanc (contrôle négatif) qui est constitué de 50 µl d'éthanol. Le control positif, l'acide ascorbique (vitamine C), qu'est préparé à partir de solution mère (1mg/ml) à une de 6 déférentes concentrations (1 mg/ml ; 0,08 mg/ml ; 0,06 mg/ml ; 0,04 mg/ml ; 0,002 mg/ml ; 0,01 mg/ml), est présenté par une solution d'un antioxydant standard et le contrôle négatif contient uniquement la solution de DPPH qui a été préparé selon la même méthode pour la comparaison et l'absorbance est mesurée dans les mêmes conditions que l'échantillon test.

➤ **Expression de résultats**

Le pourcentage de réduction de radicale libre de DPPH est exprimé par la formule suivante :

$$\% \text{ d'inhibition} = (\text{Do blanc} - \text{Do échantillon}) / (\text{Do blanc}) \times 100$$

**Do blanc** : Densité optique du tube de contrôle négatif

**Do échantillon** : Densité optique de l'échantillon

### ➤ Détermination de concentration inhibitrice de (IC<sub>50</sub>) 50%

Par définition la valeur IC<sub>50</sub> est la concentration de l'acide ascorbique ou de l'extrait qui peut réduire 50% du DPPH, Les IC<sub>50</sub> sont calculées graphiquement par la formule de la régression des pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations des extraits testées.

### II.4.2 Evaluation de l'activité antimicrobienne

L'évaluation de l'activité antimicrobienne de l'extrait de *Portulaca oleracea* a été réalisée par la méthode de diffusion sur gélose ou aromatoگرامme afin de tester la sensibilité ou la résistance des microorganismes cibles.

#### ➤ Principe

L'évaluation qualitative de l'activité antimicrobienne de l'extrait de *Portulaca oleracea* consiste à estimer l'inhibition de la croissance des micro-organismes (bactéries et levures) soumis aux contacts de l'échantillon à tester et ceci par la méthode de diffusion sur gélose ou aromatoگرامme.

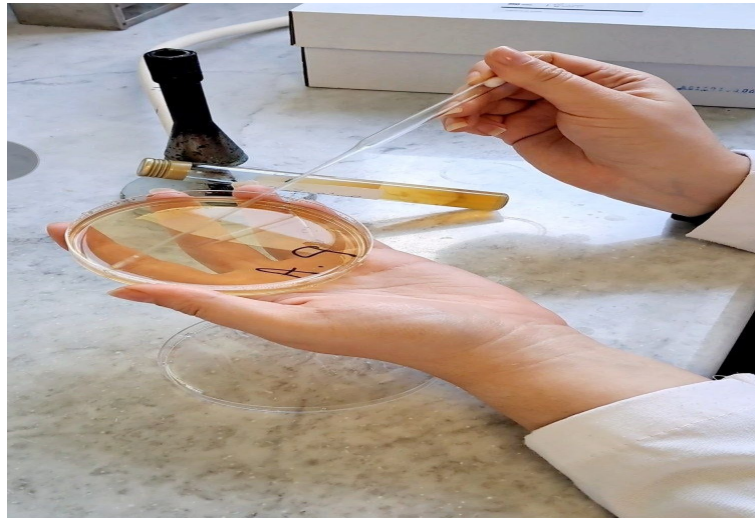
Elle s'effectue par un dépôt de disques stériles imbibés de l'extrait à étudier sur un milieu gélosé préalablement ensemencé en surface à l'aide d'une suspension bactérienne.

L'évaluation de l'activité antibactérienne et antifongique s'effectuent par la mesure des diamètres des zones d'inhibitions (**Pharmacopée Européenne ,2023**).

#### ➤ Protocole expérimental

##### • Préparation de pré culture

Pour assurer la revivification des souches microbienne et obtenu d'une culture jeune et pure, Elle consiste à ensemencer quelques colonnes de souches conservées en stries la surface de la gélose préalablement coulée et solidifiée dans les boîte de Pétri (figure 18), Il s'agit de Muller Hinton pour les bactéries et de Sabouraud pour les levures et champignons, puis incubée pendant 48h a 24C° respectivement pour les bactéries et les champignons.



**Figure 18:** Ensemencement des souches microbiennes et fongiques

- **Préparation de l'inoculum**

- **Pour les bactéries**

- A partir d'une culture jeune de 18 h, réaliser des suspensions en prélevant 3 à 5 colonies bien isolées et identiques, et les mettre dans 5 ml d'eau physiologique stériles
- Agiter au vortex pendant quelques secondes.
- Réaliser une lecture de la densité optique avec le spectrophotomètre à une longueur d'onde de 620 nm et qui doit être comprise entre 0,150 et 0,460, ce qui correspond à une concentration  $1,5 \times 10^7$  UFC/ml et  $5,0 \times 10^7$  UFC/ml (AFNOR, 2006).

- **Pour les levures**

- A partir d'une culture jeune de 48h réaliser des suspensions en prélevant 3 à 5 colonies bien isolées et identiques, et les mettre dans 5 ml d'eau physiologique stériles.
- Agiter au vortex pendant quelques secondes.
- Réaliser une lecture de la densité optique avec le spectrophotomètre et qui doit être comprise entre 0,200 et 0,350. Ce qui correspond à une concentration de  $1,5 \times 10^7$  UFC/ml et  $5,0 \times 10^7$  UFC/ml (AFNOR, 2006).

**NB :** Si la valeur obtenue de la première lecture pour les bactéries et les levures n'est pas comprises dans les intervalles voulus, les concentrations doivent être ajustées en ajoutant soit de l'eau physiologique ou des colonies, et l'inoculum doit être utilisé dans les 15 minutes qui suivent sa préparation.

### ➤ Préparation de la 1<sup>ère</sup> couche du milieu

Pour préparer les milieux de culture, le milieu gélosé Mueller-Hinton et le milieu Sabouraud sont d'abord fondus dans un bain-marie à 95°C. Une fois fondu, le milieu est versé aseptiquement dans des boîtes de pétri, à raison de 15 ml par boîte, avec trois répétitions par souche. Les boîtes sont ensuite laissées refroidir et solidifier sur une pailleasse.

### ➤ Préparation de la 2<sup>ème</sup> couche du milieu :

Pour préparer les milieux de culture, le milieu gélosé Mueller-Hinton et le milieu Sabouraud gélosé sont d'abord fondus dans un bain-marie à 95°C. Les milieux sont ensuite remplis dans des flacons en verres stériles, avec 50 ml de Mueller-Hinton pour les bactéries et 50 ml de Sabouraud pour les levures, pour chaque souche. Chaque suspension est ensuite inoculée dans les milieux de culture avec 200 µL. Les milieux inoculés sont rapidement transvasés en deux couches sur la surface des boîtes contenant déjà la première couche de gélose. Les boîtes sont finalement laissées solidifier sur une pailleasse.

### ➤ Dépôt des disques

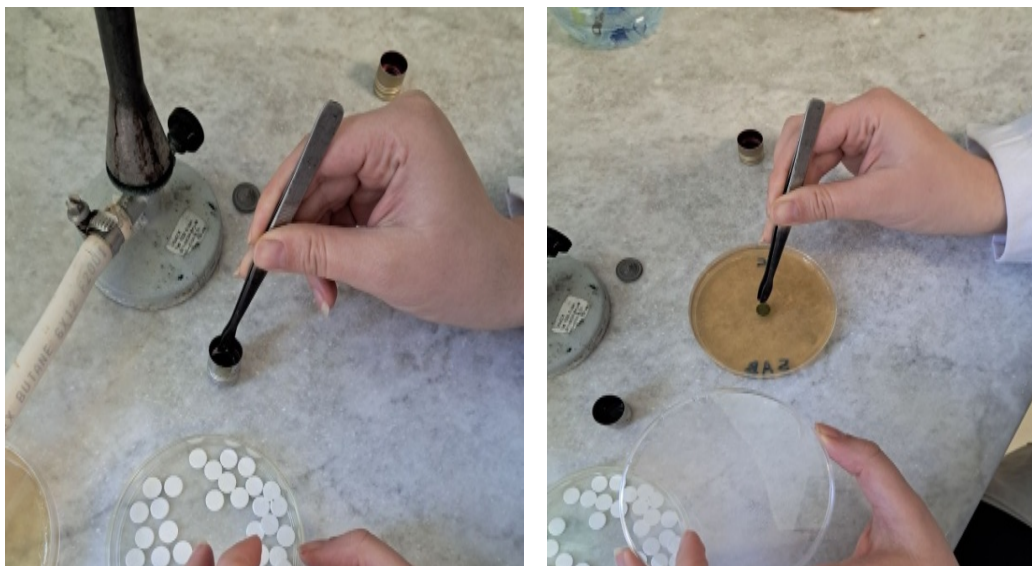
Pour l'implantation des extraits, un disque stérile est prélevé à l'aide d'une pince stérile et imbibé avec l'extrait de *Portulaca oleracea*. Le disque absorbe progressivement jusqu'à une imprégnation totale. Le disque imprégné est ensuite déposé sur la surface de la gélose. Le disque est laissé diffuser sur une pailleasse pendant 30 minutes. Ensuite, il est incubé à 37°C pendant 24 heures pour les bactéries et à 25°C pendant 48 heures pour les levures.

**Nb** : le diamètre des disques des antibiotiques est de 6 mm alors que celui des disques absorbants est de 9 mm.

### ➤ Expression des résultats

#### Lecture

- Présence de zone claire autour du disque : Présence d'activité inhibitrice
- Absence de zone claire autour du disque : Absence d'activité inhibitrice (figure 19)



**Figure 19 :** Disposition des disques d'extrait dans la boîte.

L'activité antimicrobienne a été déterminée en mesurant des diamètres des zones inhibition obtenues après incubation pour chaque souche microbienne.

L'échelle d'estimation de l'activité antimicrobienne utilisées et celle donnée par (Mutai),2009

- Très fortement d'inhibitrice :  $D \geq 30$  mm
- Fortement d'inhibitrice :  $21 \text{ mm} \leq D \leq 29 \text{ mm}$
- Modérément inhibitrice :  $16 \text{ mm} \leq D \leq 20 \text{ mm}$
- Légèrement inhibitrice:  $11 \text{ mm} \leq D \leq 16 \text{ mm}$
- Non inhibitrice :  $D \leq 10 \text{ mm}$

### II.4.3 Evaluation de l'activité anti-inflammatoire

La recherche de la propriété anti-inflammatoire a été réalisée sur l'extrait de la plante *Portulaca oleracea*.

#### ➤ Principe

Le principe de cette étude consiste à injecter sous l'aponévrose plantaire de la patte gauche de la souris de la carragénine à 0,1% (P/V) pour évaluer ses propriétés anti-inflammatoire. Les produits testés ont été administrés par injection intramusculaire 30 min avant l'injection de la carragénine. Cette étude permet la comparaison de l'œdème plantaire après administration de doses égales du produits anti-inflammatoire à tester soit l'extrait de la plante a 10% et du produit de référence correspondant (Dicloflex 75mg).

#### ➤ Protocole expérimental

Les souris ont été réparties en 5 lots (Figure 20). Chaque lot contient 5 souris dont le poids corporel est 30g. Il s'agit d'un lot de témoin (eau physiologique), d'un lot de référence (Dicloflex à 75mg) et de 3 lots d'essais des trois doses (100 mg/kg, 200 mg/kg et 300 mg/kg).



**Figure 20:** Identification des souris

- **Première étape :** ( Au temps  $T_0$ )

Les souris ont été mises à jeun pendant 16 heures. Au temps  $T_0$  on a administré par voie intragastrique (gavage) pour les cinq lots les suspensions suivantes. Pour le lot témoin, chaque souris reçoit 0,5ml de l'eau distillée. Ce qui est du lot de référence, chaque souris reçoit 0,5ml de Dicloflex à 75mg. Enfin au niveau des 3 lots essais, chaque souris reçoit 0,5 ml de l'extrait de *Portulaca oleracea*, (Figure 21).



**Figure 21:** Administration orale de l'infusé

- **Deuxième étape :** (Après 30 min)

Les souris des cinq lots ont reçu 0,025 ml de la carragénine 0,1% (p/v) sous l'aponévrose plantaire de la patte arrière gauche (figure 22).



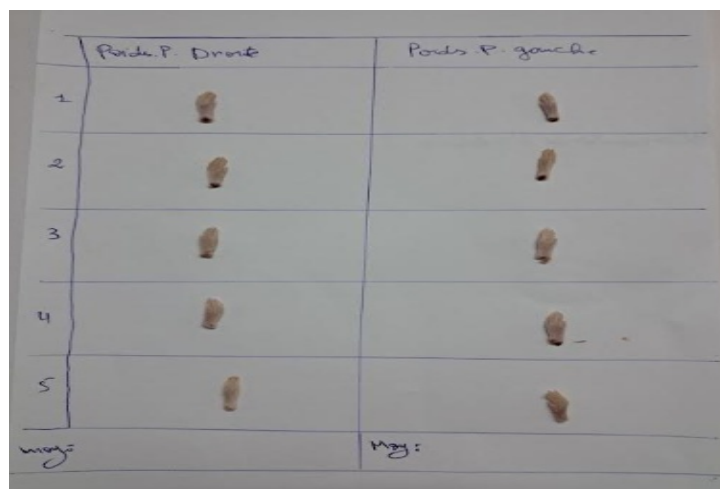
**Figure 22:** Injection de carragénine

- **Troisième étape :** (Après 4 heures)

Les animaux sont sacrifiés par rupture de la nuque (Figure 23). Puis les pattes potérieures sont coupées à hauteur de l'articulation (Figure 24) et pesées sur une balance analytique.



**Figure 23:** Sacrifice des animaux



**Figure 24 :** Récupération des patte

➤ **Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés sous forme de pourcentage selon **Amezouar et al, (2013)**

- On a calculé les moyennes arithmétiques des poids des pattes gauches pour chaque lot.
- On a calculé le pourcentage d'augmentation des poids de la patte (% d'augmentation d'œdème)  
$$\% \text{ d'augmentation d'œdème} = (\text{Moyenne des poids de la patte gauche} - \text{Moyenne des poids de la patte droite}) / \text{Moyenne des poids de la patte droite} \times 100$$
- On a calculé le pourcentage de réduction de l'œdème chez les souris traitées par rapport aux témoins par la formule suivante
- % de réduction d'œdème =  $(\% \text{ d'œdème témoin} - \% \text{ d'œdème essai}) / (\% \text{ d'œdème témoin}) \times 100$

## II.5 Test de Student

Les résultats sont calculés à l'aide d'un logiciel Excel. « T » calculé est comparé au « T » théorique lue sur la table de Student, Si  $T_c$  est inférieure à la valeur lue dans la table « t » pour un degré de liberté  $ddl = N_1 + N_2 - 2$  et le risque 5 %, la différence n'est pas significative. Dans le cas contraire elle est significative. Student par Excel si :

- $P > 0,05$ , le résultat est non significatif
- $P < 0,05$ , le résultat est peu significatif (\*)
- $P < 0,01$ , le résultat est significatif (\*\*)
- $P < 0,001$ , le résultat est très significatif (\*\*\*)
- $P < 0,0001$ , le résultat est hautement significatif (\*\*\*\*).

# **Chapitre III :**

## **Résultats et Discussion**

### III.1 Le rendement d'extraction

L'extrait obtenu présente un aspect pâteux de couleur verte foncé. Le rendement d'extraction des composés phénoliques de la partie aérienne de la plante *Portulaca oleracea* est de l'ordre de  $3,78 \pm 0,085$  % (p/v). Il est inférieur à celui rapporté par **Belarbi et Djeziri, (2020)** qui ont obtenu une valeur de 14,17% de l'extrait éthanolique de la même espèce tandis qu'il est supérieur à celui signalé par **EL Newary (2016)**, qui a trouvé une valeur de 2,25% en utilisant le méthanol comme solvant d'extraction. En effet, le rendement d'extraction dépend de plusieurs facteurs à savoir le temps, la température et la nature chimique de l'échantillon ainsi que la localisation géographique, la durée de stockage, la génétique, le climat et aussi la période de récolte (**Faten et al., 2012**).

### III.2 Dosage des poly phénols totaux

#### III.2.1 Dosage des poly phénols

Les résultats de la teneur en composés phénoliques sont représentés dans le tableau 03.

**Tableau 03:** teneur en poly phénol totaux et flavonoïdes dans l'extrait éthanolique

Métabolites	Polyphénols totaux	Flavonoïdes
Concentration (mg/ ml)	$0,25 \pm 0,097$	$2,27 \pm 1,430$

Nous remarquons que la concentration de polyphénols présente dans l'extrait éthanolique du *Portulaca oleracea* L. est égale à  $0,25 \pm 0,097$  mg EAG/g MS. Cette valeur est très petite en comparaison avec celle trouvée par **Gatea et ses collaborateurs (2017)**, qui ont signalé que l'extrait éthanolique de *P. oleracea* présente des teneurs en polyphénol de l'ordre de  $13,605 \pm 0,88$  mg EAG/g MS. Par contre, elle est supérieure à celle obtenue par **Uddin et ses collaborateurs**, qui ont enregistré des concentrations de 0,002 mg EAG/g MS pour l'extrait éthanolique et 0,001 mg EAG/g MS pour l'extrait aqueux (**Uddin et al., 2012**).

Les différences constatées avec les résultats obtenus par le dosage des poly phénols et flavonoïdes totaux peuvent être expliquées par la nature des solvants utilisés, ainsi que par les variétés de plantes étudiées sachant qu'en général, le climat et la région influencent sur la quantité des métabolites secondaires. L'âge de plante et ses changements physiologiques affectent la richesse et la diversité de sa composition chimique (**Macheix et al., 2005**).

#### III.2.2 Dosage des flavonoïdes totaux

Les résultats de la teneur en flavonoïdes de l'extrait éthanolique sont représentés dans le tableau 04 et la figure 27.

D'après les résultats, nous observons que la concentration de flavonoïdes présente dans l'extrait éthanolique du *Portulaca oleracea* L. est de l'ordre de  $2,27 \pm 1,43$  mg EQ/g MS. Le résultat obtenu dans cette étude est supérieur à ceux signalés par **Uddin et al (2012)**, qui travaillé sur la même espèce et ont obtenu des concentrations de 0,041 mg EQ/g MS pour l'extrait hydroéthanolique, 0,028 mg EQ/g MS pour l'extrait aqueux, et 0,049 mg EQ/g MS pour l'extrait méthanolique.

De même, **Gunaskarn et al (2014)** ont rapporté que l'extrait brut hydroéthanolique de la même plante obtenu par macération présente une teneur de 0,064 mg EQ/g MS.

En revanche, la valeur obtenue en flavonoïdes est très inférieure à celle trouvée par **Scavo et al (2019)**, qui ont signalé que l'extrait éthanolique des feuilles de *P.oleracea* L. récoltée en Tunisie, présente des teneurs en flavonoïdes de l'ordre de  $16,26 \pm 0,18$  mg EQ/g MS.

### III.3 Activité antioxydante

Les résultats de l'évaluation de l'activité antioxydante sont illustrés dans le tableau 04. A partir du graphe représenté dans (**Annexe 06**), nous avons déterminé les valeurs de IC<sub>50</sub> sont représentées dans le tableau 04.

**Tableau 04 :** Valeurs des IC<sub>50</sub> d'acide ascorbique et extrait éthanoïque de *Portulaca oleracea* L.

	Acide ascorbique	Extrait éthanolique
Valeur d'IC <sub>50</sub>	$119,65 \pm 8,54$ (µg/ml)	$41,14 \pm 0,17$ (mg/ml)

Selon les valeurs obtenues, il est notable que l'extrait éthanolique présente une valeur d'IC<sub>50</sub> de 41,14 mg/ml, ce qui est presque 344 fois inférieur à celle du contrôle positif (acide ascorbique) qui correspond à une valeur d'IC<sub>50</sub> de 119,65 µg/m.

Des études précédentes ont montré des résultats divergents pour le piégeage du radical libre DPPH par l'extrait de la plante *Portulaca oleracea*. Par exemple, **Sanja et al .,(2009)** ont enregistré une valeur d'IC<sub>50</sub> de 12,67 µg/mL dans un extrait éthanolique obtenu par extraction à l'aide de Soxhlet, tandis que **Uddin et al .,(2012)**. Ont trouvé des valeurs d'IC<sub>50</sub> variant entre 1300 et 1710 µg/mL dans l'extrait éthanolique de la même espèce. Ces résultats sont en désaccord à ceux obtenus dans notre étude.

Cette différence peut être expliquée par l'influence de plusieurs facteurs tels que ; la nature différente des solvants, le type d'extraction utilisée, condition de séchage de la plante et les conditions bioclimatiques.

En effet, cette faible activité antioxydante pourrait être due à la faible quantité des flavonoïdes présente dans l'extrait éthanolique de la plante étudiée. **Hanasaki et al., (1993)** a aussi montré la corrélation étroite entre le pouvoir antioxydant et la quantité des flavonoides.

### **III.4 Evaluation de l'activité antimicrobienne de l'extrait de *Portulaca oleracea* L.**

#### **III.4.1 Sensibilité aux antibiotiques**

Les résultats des antibiotiques testés sur les différentes souches microbiennes sont rapportés dans (Annexe 06) ainsi que dans le tableau 05 ci-dessous :

**Tableau 05** : diamètre d'inhibition des différents antibiotiques sur les souches testées

<b>Les antibiotiques</b> <b>Les souches bactériennes</b>	Gentamicine (15)	Ampicilline (10)	Doxycycline (30)
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 9027	15	-	-
<i>Bacillus subtilis</i> ATCC 6633	29	12	34
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	21	12	30
<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739	19	-	20

#### **➤ La Doxycycline(30)**

La Doxycycline présente une activité fortement inhibitrice vis-à-vis de *Bacillus subtilis* correspondant à un diamètre d'inhibition égal à 34 mm. Ceci permet de classer les bactéries parmi les microorganismes très fortement sensibles à ces antibiotiques. Et de *Staphylococcus aureus* dont le diamètre de zone d'inhibition est de 30 mm.

De même la Doxycycline présente une activité modérément inhibitrice vis-à-vis d'*Escherichia coli* dont le diamètre la zone d'inhibition est de 20 mm.

Contrairement à la souche *Pseudomonas aeruginosa*, pour laquelle la Doxycycline (30) n'a aucun effet sur cette dernière.

### ➤ La Gentamycine (15)

La Gentamycine présente une activité fortement inhibitrice vis-à-vis de *Bacillus subtilis* dont le diamètre de la zone d'inhibition est de 29 mm.

De même la Gentamycine présente une activité modérément inhibitrice vis-à-vis de *Staphylococcus aureus* et d'*Escherichia coli* dont les diamètres des zones d'inhibitions sont respectivement de 21 mm et 19 mm. A cet effet, les bactéries font partie des microorganismes modérément sensibles à cet antibiotique.

Par ailleurs la Gentamycine présente une activité légèrement inhibitrice vis-à-vis de la souche *Pseudomonas aeruginosa* dont le diamètre de la zone d'inhibition est de 15 mm.

### ➤ L'Ampicilline (10)

L'ampicilline présente une activité légèrement inhibitrice vis-à-vis de *Bacillus subtilis* et de *Staphylococcus aureus* dont le diamètre de la zone d'inhibition est de 12 mm. A cet effet, la bactérie fait partie des microorganismes légèrement sensibles à cet antibiotique.

Par ailleurs, l'Ampicilline ne présente aucun effet sur les deux souches : *Pseudomonas aeruginosa* et *Escherichia coli*. Cela signifie qu'il y a absence d'activité vis à vis de ces deux souches.

Pour *E. coli*, la moyenne des diamètres des zones d'inhibition de GMI et DOX sont respectivement de 19 mm et 20 mm. Donc, *E. coli* fait partie des microorganismes modérément sensibles à cet antibiotique. Tandis que l'extrait de *Portulaca oleracea* n'a pas d'activité inhibitrice remarquable sur *E. coli*.

Concernant *S.aureus*, la moyenne de diamètre de zone d'inhibition de la GMI est de 21 mm. Ceci permet de classer cette souche dans la classe des microorganismes fortement sensibles à cet antibiotique, pour l'antibiotique AMP la moyenne de diamètre de zone d'inhibition est de 12 mm et pour la DOX, la moyenne de diamètre de zone d'inhibition est de 30 mm. Donc, la bactérie est classée parmi les microorganismes très fortement sensible à ces antibiotiques. Ainsi que l'extrait de *Portulaca oleracea* a montré une activité légèrement inhibitrice sur *S.aureus* correspondant à un diamètre de zone d'inhibition de 12,33 mm.

Pour la bactérie *P.aeruginosa*, le diamètre de la zone d'inhibition de GMI est de 15 mm. Cela donne la possibilité de considérer cette souche comme microorganisme légèrement sensible pour cet antibiotique. Tandis que l'extrait de *Portulaca oleracea* n'a pas d'activité inhibitrice remarquable sur *P.aeruginosa*.

Alors que pour *B.subtilis* la GMI présente une forte sensibilité de 29 mm. Classant cette bactérie parmi les microorganismes fortement sensibles à cet antibiotique. La moyenne de

diamètre de zone d'inhibition de AMP est de 12 mm. A cet effet, la bactérie fait partie des microorganismes légèrement sensibles à cet antibiotique.

Pour la DOX, la moyenne de diamètre de zone d'inhibition est 34 mm. Ce résultat donne lieu au classement de la bactérie parmi les microorganismes très fortement sensibles à cet antibiotique. Tandis que l'extrait de *Portulaca oleracea* a montré une activité légèrement inhibitrice sur *B.subtilis* dont le diamètre de la zone d'inhibition est de 13,66 mm.

D'après les résultats de l'évaluation de l'activité antimicrobienne par les antibiotiques. On déduit que la bactérie la plus inhibitrice est *B.subtilis* dont les diamètres des zones d'inhibition sont de GMI 29 mm, AMP 12 mm et DOX 34 mm, ainsi *S.aureus* est respectivement à des diamètres des zones d'inhibition de 21 mm, 12 mm et 30 mm.

D'autre part, Selon Akter et al (2020), la bactérie à Gram<sup>-</sup> *E. coli* s'est avéré la moins sensible aux antibiotiques avec des diamètres des zones d'inhibition de 19 mm pour GMI et de 20 mm pour DOX. Tandis que, la bactérie à Gram<sup>+</sup> *P.aeruginosa* semble être la plus résistante à l'antibiotique GMI avec une zone d'inhibition de 15 mm.

#### III.4.2 Sensibilisé à l'extrait éthanolique

La figure 25 et le tableau 06 présentent les résultats de l'activité antimicrobienne de l'extrait *Portulaca oleracea* vis à vis des différentes souches testées.

**Tableau 06** : Résultats de l'activité antimicrobienne de l'extrait de *Portulaca oleracea*

Souches microbiennes et antifongiques			Diamètre de la zone d'inhibition (mm)
Bactéries	Gram <sup>+</sup>	<i>Staphylococcus aureus</i>	12,33 ± 0,47
	Gram <sup>+</sup>	<i>Basillus substillus</i>	13,66 ± 0,47
	Gram <sup>-</sup>	<i>Escherichia coli</i>	Absente
	Gram <sup>-</sup>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Absente
Les levures		<i>Candida albicans</i>	Absente
		<i>Sccharomyces cervisiae</i>	Absente

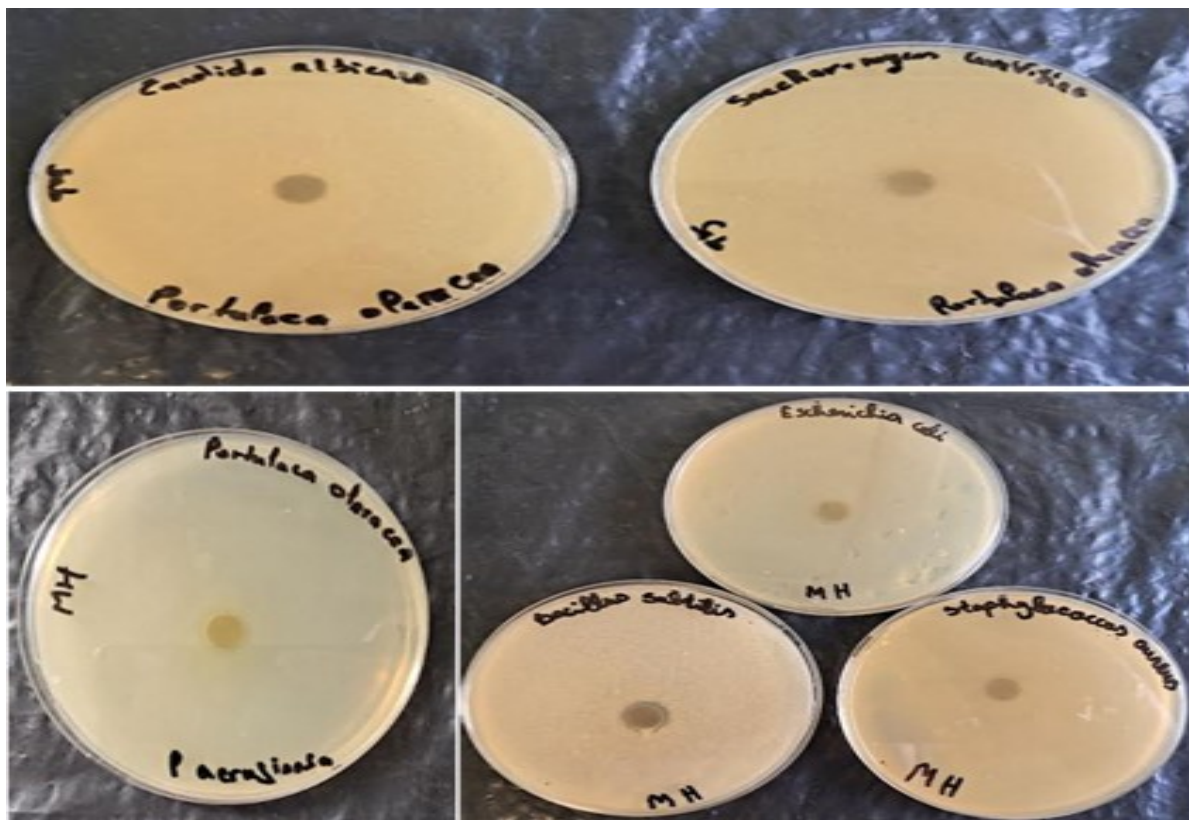


Figure 25: Résultat de l'activité antimicrobienne de 6 souches : *Candida albicans*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Staphylococcus aureus*, *Basillus substillus*, *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*

Notre étude à montrer la présence d'une activité antimicrobienne de l'extrait de *Portulaca oleracea* qui varie entre 12 mm et 14 mm. Notamment sur les bactéries à Gram positif dont les diamètres des zones d'inhibition sont respectivement de 14 mm pour *Basillus subtilis* et 12,33 mm vis à vis de *Staphylococcus aureus*.

Par ailleurs, nous notons l'absence d'activité antimicrobienne vis-à-vis des deux souches à Gram négatif à savoir : *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*.

*Basillus subtilis* semble avoir une activité antibactérienne modérée à l'extrait contrairement au reste des bactéries avec une zone d'inhibition de 14 mm, cela signifie qu'il y a un effet bactéricide sur *Basillus subtilis*.

A l'opposé de *Staphylococcus aureus* qui présente une activité bactériostatique à l'extrait dont la zone d'inhibition est de 12,33 mm.

Nos résultats concordent avec ceux de **Hassawi et Kharma,( 2006)**,qui ont rapporté que l'extrait de *Portulaca oleracea* possède une activité antibactérienne vis-à-vis les bactéries à Gram positif notamment *Staphylococcus aureus* et *Basillus subtilis*.

D'autre part, nous notons l'absence d'activité antimicrobienne vis-à-vis des deux souches à Gram négatif à savoir : *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginos*.

Néanmoins, les résultats obtenus ne sont pas compatibles avec ceux de **Hassawi et Kharma, (2006)**, qui ont rapporté que l'extrait de *Portulaca oleracea* présente une activité antibactérienne sur les bactéries à Gram négatif, notamment sur deux souches : *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa*.

Par ailleurs, nous notons l'absence d'une activité antifongique vis-à-vis de *Candida albicans* et *Saccharomyces cerevisiae* par l'extrait de *Portulaca oleracea*. Ces résultats sont en désaccord avec ceux obtenus avec **Duarte et al (2007)** et **Galvao et al (2012)**,qui ont rapporté que l'extrait de *Portulaca oleracea* inhibe la croissance de *Candida albicans* et de *Saccharomyces cerevisiae*.

Les différences observées entre les résultats que nous avons obtenus et ceux des différents auteurs en ce qui concerne la présence ou l'absence d'une activité antibactérienne ou antifongique peuvent être attribuées à plusieurs facteurs **rapportés par Berkane et Bouhelfa (2023)** tels que:

- Le procédé et les conditions d'extractions
- La nature du matériel d'extraction (risque d'oxydation)
- Les conditions de conservation, de stockage et de transport
- La concentration de l'extrait utilisé

- Facteurs géographiques qui incluent les facteurs climatiques et la nature du sol
- La saison de récolte de la plante
- Et la partie de la plante qui va servir à l'extraction

### III.5 Evaluation de l'activité anti-inflammatoire

Cette étude a montré que l'extrait de *Portulaca oleracea* possède des propriétés pharmacologiques figure 26.

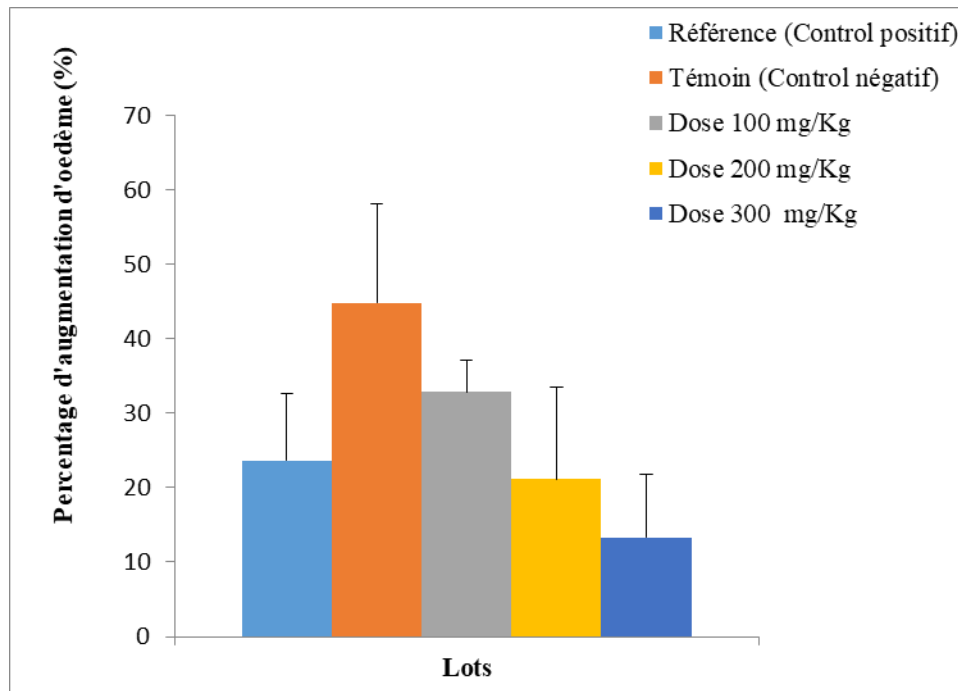


Figure 26 : Histogramme représente le pourcentage d'augmentation d'œdème

Ces résultats montrent une augmentation des poids moyens des pattes gauches dans les cinq lots par rapport au poids des pattes droites.

Le pourcentage d'augmentation de l'œdème varie en fonction des doses testées où il prend respectivement les valeurs de 32,75%, de 21,21% et de 13,13% pour les doses 100 mg/kg, 200 mg/kg et 300 mg/kg. Ces valeurs sont inférieures à celle du lot témoin qui correspond à 44,92 %.

Par ailleurs, l'évaluation de l'activité anti-inflammatoire de l'extrait éthanolique a montré une réduction de l'œdème atteignant respectivement des valeurs de 27,08%, de 52,78% et de 70,32% pour les doses 100 mg/kg, 200 mg/kg et 300 mg/kg, après une durée de 4 heures de l'injection de carragénine.

Cependant, l'effet anti-inflammatoire observé à la dose de 100 mg/kg est statistiquement différent ( $P > 0,05$ ) de celui du Diclofénac à 75 mg/kg, qui présente un pourcentage d'inhibition de l'œdème de 47,62%. En revanche, les effets observés aux doses de 200 mg/kg et 300 mg/kg ne sont pas statistiquement différents ( $P < 0,05$ ) à celui de référence.

Ces résultats indiquent que l'administration orale de l'extrait de *Portulaca oleracea* produit un effet anti-inflammatoire significatif face à une inflammation induite par (la carragénine), avec un effet dose-dépendant.

Nos résultats sont en accord avec l'étude de **Belarbi et Djeziri, (2020)** portant sur l'extrait éthanolique de *Portulaca oleracea* dans laquelle l'extrait a montré une forte capacité d'inhiber la dénaturation des protéines BSA, avec un pourcentage d'inhibition de 236,75%. Cela indique que cette plante possède des propriétés anti-inflammatoires *in vitro*.

D'une manière générale, l'injection de la carragénine provoque la libération de plusieurs médiateurs chimiques qui sont responsables du processus inflammatoire (**Skerget et al, 2005**). Cela entraîne une réponse inflammatoire presque immédiate, se manifestant par des signes classiques d'inflammation aiguë locale tels que rougeur, douleur, chaleur et œdème dans les trois groupes expérimentaux (**Bouhanika et al, 2019**).

# **Conclusion**

### Conclusion

L'utilisation des plantes médicinales en phytothérapie a suscité un grand intérêt dans la recherche biomédicale, une telle thérapie prévient l'apparition des effets secondaires observés lors de l'utilisation des médicaments de synthèse chimique.

Le présent travail a porté sur l'étude des activités biologiques (anti-oxydant, anti-microbienne et anti-inflammatoire) de l'extrait éthanolé de la partie aérienne de *Portulaca oleracea* L.. Il a permis d'obtenir un rendement d'extraction de 3,78%. L'analyse quantitative des polyphénols totaux et des flavonoïdes totaux dans l'extrait a donné respectivement des valeurs moyennes de 0,25 mg d'acide gallique/g MS, et de 2,27 mg d'Equivalent de Quercétine /g MS.

Par ailleurs, l'activité antioxydante de l'extrait éthanolé a été explorée par la méthode de réduction du radical libre 1,1-diphényl-2-picryl-hydrazyl (DPPH), révélant un pouvoir antioxydant moyen, avec une valeur d'IC<sub>50</sub> égale à 41,14 (mg/ml).

L'activité antimicrobienne a été déterminée sur six souches microbiennes, selon la méthode sur diffusion de disque, les résultats ont montré une variation de la sensibilité des souches étudiées vis-à-vis de l'extrait éthanolé avec un maximum d'inhibition sur *Bacillus subtilis* (13,66 mm). En plus, les résultats de l'évaluation de l'activité anti-inflammatoire (*in vivo*), à enregistré respectivement des pourcentages de protection élevés 27,08%, de 52,78% et de 70,32% pour les doses de 100 mg/kg, 200 mg/kg et 300 mg/kg, suggérant ainsi un pouvoir anti-inflammatoire important de la plante étudiée.

D'après les résultats, on peut dire que cette espèce locale *Portulaca oleracea* L. peut constituer une source naturelle de composés naturels à usage thérapeutique intéressant.

Ce travail ne s'arrêtera pas à ce stade, il reste une étape préliminaire pour des études plus approfondies. Il serait intéressant de :

- Faire l'extraction par d'autres solvants ;
- Caractérisation des composés phénoliques par HPLC ;
- Elargir les recherches sur d'autres molécules que les polyphénols, telles que les alcaloïdes, les terpènes... etc

**Références**

**Bibliographiques**

- Åberg, B. and Johansson, I, 1969.** Studies on plant growth regulators. XXIV. Some phenolic compounds. *Lantbrukshögskolans Annaler*, 35,3-27.
- Adrian J, Potus J et Frangne R, 1995.** La science alimentaire de A à Z. 2<sup>ème</sup> Edition Lavoisier, Paris, 578 p.
- Agbor G., 2014.** Folin-Ciocalteu Reagent for Polyphenolic Assay. *International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics*, 1 :1-19.
- Al-sobarry, M.A.M., 2012.** Valorisation pharmacologique d'Aloe perryi Baker et Jatropha unicostata Balf., plantes endémiques du Yémen : toxicité, potentiel anti-inflammatoire et analgésique. Thèse de doctorat, Université Mohamed V, Maroc, 147p.
- Aronson, A., 1989.** Halophytes: plants adapted to salt. *Ecological Studies*, 68, 1-244
- B. A (Editor). 2009.** *Plantes médicinales d'Algérie*. Editions El Maarif, Alger.
- Bailey, L.H. and Bailey, E.Z., 1976.** Hortus Third: A Concise Dictionary of Plants Cultivated in the United States and Canada. 1st ed. New York: Macmillan, 1290p
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. And Idaomar, M., 2008.** Biological effects of essential oils - A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2):446-475.
- Behera J. N and Rao J., 2006.** A Ni<sup>2+</sup> (S=1) Kagome Compound Templated by 1,8-Diazacubane. *American of Chemistry Society*, 128 (29): 9334 -9335.
- Beloued, A., 2009.** *Plantes médicinales d'Algérie*. Alger: Éditions Elsevier Masson, 174p
- Bergogne-Bérézin, E. and Dellamonica, P., 1999.** Antibiothérapie en pratique clinique. 2nd ed. Paris: Masson, 158p.
- Boizot, N. And Charpentier, J., 2006.** Méthode Rapide D'évaluation Du Contenu En Composés Phénoliques Des Organes D'un Arbre Forestier. Méthodes Et Outils. Cahier Des Techniques de l'INRA :79-82
- Brandt, K., Leifert, C., Sanderson, R. and Seal, C.J., 2011.** Agroecosystem management and nutritional quality of plant foods: the case of organic fruits and vegetables. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30 (1-2):177-197.
- Bruneton, J., 1993.** Pharmacognosy, phytochemistry, medicinal plants. Paris: Lavoisier, p.241,310.
- Bruneton, J., 1999.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Paris: Éditions Médicales Internationales - Tec et Doc 70-401.
- Bruneton, J., 2009.** Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales, 4<sup>e</sup> éd., revue et augmentée, Paris, Tec & Doc - Éditions médicales internationales, 1288 p.
- Burt, S., 2004.** Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94 (3) : 223-253.

- CARON A. 006** .Larousse médical, Larousse, Paris, 81-82)
- Courduroux, J. C., 1959.** Température et tubérisation chez la Pomme de terre.Bull. Soc. bot. Fr. 106: 322–324.
- Cruz-Suarez, L. E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., McCallum, I. M., & Hickling, D, 2001.** Assessment of differently processed feed pea (*Pisum sativum*) meals and canola meal as ingredients in diets for blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*). *Aquaculture*, 196(1-2), 87-104.
- D J Wilson, S Patton, G Florova, V Hale et K A Reynolds, « The shikimic acid pathway and polyketide biosynthesis », Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, vol. 20, no 5, 1998, p. 299–303**
- Delage B (November 2015).** "Flavonoids". Linus Pauling Institute, Oregon State University, Corvallis, Oregon. Retrieved January 26, 2021.
- Deshpande S.S., Cheryan M., Salunkhe D.K. 1986** - Tannin analysis of food products. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 24 (4): 401-449.
- Diallo à, 2005.** etude de la phytochimie et des activites biologiques de *syzygiumguineense*willd. (myrtaceae). thèse pour l'obtention du doctorat, université d'odonto-stomatologie de bamako, disease in a defined population: the hisayama study, *stroke*,35 (9): 2072-2077? 100 p.)
- Dosemeci M., Blair A., Stewart P.A., Chander J. et Trush M.A. 1991,** Mortality among industrial workers exposed to phenol, *Epidemiology*, 2, 188-193.
- Duval, R. E., Grare, M., and Demoré, B. 2019.** Fight against antimicrobial resistance: weal ways need new antibacterials but for right bacteria. *Molecules*, 24(17), 3152).
- F. O'donnell, T. Smyth, V. Ramachandran and W. Smyth,** *International journal of antimicrobial agents*, 35 (2010) 30.
- Favier A., 2003.** Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité Clinique*. 108-115.)
- François J., Gaudry M., Part R. 2012.** *Biologie végétale: Croissance et développement.* Dunod (ed.). Paris. P217-218.
- Gallaher EJ et Loomis TA - Metabolism of ethyl acetate in the rat : Hydrolysis to ethyl alcohol in vitro and in vivo. Toxicology and Applied Pharmacology. 1975; 34 (2): 309-313.**
- Greathead, H. 2003.** Plants and plant extracts for improving animal productivity. *Proceedings of The Nutrition Society*, 62, 279 – 290.
- Guignard, J. L, 1996.** *Abrégé de biochimie végétale.* Edition Masson, Paris, p 160.

- Gutteman, S, 1974.** Photoperiodism in Portulacaoleracea L. *Journal of Experimental Botany*, 25(9), 1018-1025.
- Harborne JB ,1980.** Plant phenolics. In: BELL EA, CHARLWOOD BV (eds) *Encyclopedia of Plant Physiology*, volume 8 Secondary Plant Products, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York. Pp:329-395
- Hartmann, T, 2007.** From waste products to ecochemicals: Fifty years research of plant secondary metabolism. *Phytochemistry*, 68, 2831 – 2846.
- Haudricout, A. P., et Hedin, C. 1993.** Origine et distribution de Portulacaoleracea L. (Portulacaceae) en Afrique. *Adansonia*, 18(2), 285-294.
- Heim, S., Benelli, C., et Gobet, F, 2002.** Cognitive mechanisms underlying the creative process in jazz improvisation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930(1), 433-435
- Hernandez, X., et Leon, J, 1994 .** Plantas medicinales de México. Editorial Limusa.
- Holm, L. G., Doll, J. E., Holm, E., et Plucknett, D. L, 1977.** The world's worst weeds: distribution and biology. University of Chicago Press.
- Iranshahy et al., 2014 M.** Iranshahy, B. Javadi, M. Iranshahi, S. P. Jahanbakhsh, S. Mahyari, F. V. Hassani, and G. R. Karimi, "Portulacaoleracea L.: A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology," *J. Med. Plants Res.*, vol. 8, no. 30, pp. 1575-1, 2014.
- Iranshahy et al., 2016 M.** Iranshahy et al., "Portulacaoleracea L.: A review on its phytochemistry, pharmacology, nutritional properties, and toxicology," *J. Ethnopharmacol.*, vol 184 pp.278-294, 2016.
- Jarrige R., Ruckebusch Y., Demarquilly C., Farce M. H., Journet M., 1995-** Nutrition des ruminants domestique: ingestion et digestion. Edition Inra, 57p
- Jones B.S., Luchsinger E.A., 1987-** Plant Systematics. New York: McGraw-Hill Book Company, 512p.
- Jones, J. D., & Dangi, J. L, 2006.** The plant immune system. *Nature*, 444(7117), 323–329. <https://doi.org/10.1038/nature05286>
- Jorgensen, J. H., et Ferraro, M. J, 2009.** Antimicrobial susceptibility testing: a review of general principles and contemporary practices. *Clinical Infectious Diseases*, 49(11), 1749-1755.
- Kalam S., Singh R., Mani A., Patel J., Naem K.F. et Pandey A. 2012.** Antioxidants: Elixir of life. *International Multidisciplinary Research Journal* 1:18-34
- khan, 2016 A. S.** Khan, "Portulacaoleracea L.: A comprehensive review on its phytochemistry, pharmacology and toxicology," *Pharmacognosy Reviews*, vol. 10, no. 21, pp. 121-129, 2016.

- Kohanski, M. A., Dwyer, D. J., et Collins, J. J. 2010.** How antibiotic kill bacteria: from targets to networks. *Nature Reviews Microbiology*, 8(6), 423-435.
- Lebo, Stuart E. Jr.; Gargulak, Jerry D.; McNally, Timothy J, 2001.**
- Leinmüller E., Steingass H., Menke K.H. 1991** - Tannins in ruminant feedstuffs. *Anim. Res. Dev.* 33: 9-62.
- Li, X, 2004.** An analysis of factors affecting the adoption of web-based learning systems in Taiwan. *International Journal of Information Management*, 24(4), 319-337.
- Lopes, M., Martins, M., Oliveira, M. B. P., & Soares, R, 2017.** Antimicrobial agents in cosmetic products. *Cosmetics*, 4(1), 11.
- Macheix J. J., Fleuriet, A., Jay-Allemand C., 2005-** Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne (Suisse), 192 p.
- Marie J, 2001.** Le préparateur en pharmacie, Tec&doc, Paris, 50-54.
- Marinova D, Ribarova F and Atanassova M. 2005.** Total phenolics and total flavonoids in bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 40 (3): 255-260.
- Meda et al., 2005.** *Tropical Medicine & International Health*, Blackwell. *Synergy*. 11 (2) : 136-143.
- Merad F., Mahiout T., 2019-** Contribution à l'étude de conformité des drogues pour tisanes vendues en officines. Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université de Mouloud MAAMERI-Tizi Ouzou.
- Moghaddam, S. A., Moghaddam, A. H., Esfandyari, A., et Moghaddam, G. H, 2018.** Stock market index prediction using multivariate technical analysis and machine learning. *Expert Systems with Applications*, 94, 345-356.
- Morel Y. et Barouki R., 1999.** Repression of gene expression by oxidation stress. *Biochemical Journal*. 342 (3), 481-496.)
- Noguchi, T., Yoshida, M., et Ohta, H ,1975.** Effect of irrigation intervals on the growth and yield of *Portulacaoleracea* L. *Japanese Journal of Crop Science*, 44(2), 183-188.
- Oussalah, M., Caillet, S., et Hassouni, A, 2006.** Essais de stérilisation de l'eau par ultraviolets et par UV-C combinés à l'ozone. *Revue générale des sciences pures et appliquées*, 117(5), 535-544.)
- Pandey, K.B. and Rizvi, S.I., 2009.** Plant Polyphenols as Dietary Antioxidants in Human Health and Disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2, 270-278

- Perdriger a,2015.** qu'est-ce qu'un anti-inflammatoire société française de rhumatologie : 80, rue de l'abbé groult - 75 015)
- Raja, M. M., Butt, A. N., Khan, T. M., & Hussain, K. 2014.** Cross-sectional study on knowledge, attitude and practices regarding dengue fever among healthcare workers in Faisalabad, Pakistan. *BMC Public Health*, 14(1), 1-7
- Ribereau-Gayon J., peynaud E., 1968.** Les composés phénoliques des végétaux. Ed. Édition Dunod, Paris. France. 254 p.
- Richard J.S., 1992-** High Pressure Phase Behaviour of Multicomponent Fluid Mixtures. Amsterdam : Elsevier
- S. Brunet, F. Jackson and H. Hoste,** *International Journal for Parasitology*, 38 (2008) 783.
- S. S. Sreelatha et al., 2011** "Portulacaoleracea L.: A comprehensive review on its phytochemistry, pharmacology, nutritional value and toxicity," *J. Ethnopharmacol.*, vol. 135, no. 1, pp. 1-24.
- Saake, Bodo; Lehnen, Ralph 2007.** *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Weinheim: Wiley-VCH.
- SARNI -Manchado P and Cheynier V. Les polyphénols en agroalimentaire. Ed. Tec & doc, Paris, 2006,** p. 2-10.
- Scavo, A., Pandino, G., Restuccia, A., Lombardo, S., Pesce, G.R., Mauromicale, G. Allelopathic potential of leaf aqueous extracts from *Cynara cardunculus* L. On the seedling growth of two cosmopolitan weed species. *Ital. J. Agron.* 2019, 14, 78–83.**
- Schoch, C. L., Schneider, H., & Weiller, M,1998.** *Portulacaoleracea*: a succulent crop from the Old World. In *Succulent Plants of the World* (pp. 352-355). Springer.
- Sharififar F, Moshafi M.H, Mansouri S.H, Khodashenas M and Khoshnoodi M, 2007.** In vitro evaluation of antibacterial and antioxidant activities of the essential oil and methanol extract of endemic *Zataria multiflora* Boiss, *Food Control*, 18; 800-805.
- Smith J ,2005.** *Abrégé de pharmacologie*, 3e édition. Masson, Paris. Pages 245-251.
- Stalikas, C.D, 2007.** Extraction, Separation, and Detection Methods for Phenolic Acids and Flavonoids. *Journal of Separation Science*, 30, 3268-3295.
- Stanley et al., 2003** « Antioxidants and the Free Radical Theory of Degenerative Disease », *Alternative Medicine and Rehabilitation*.
- Talbert M,1998.** *Guide pharmacologique*, LAMMARIE ,3éd, Paris, 49-61
- Tutin, T. G, 1993.** *Flora Europaea*. Cambridge University Press.
- Urquiaga, I., & Leighton, F. 2000.** Plant polyphenol antioxidants and oxidative stress. *Biological research*, 33(2), 55-64

**Vansant G., 2004.** Radicaux libres et antioxydants : Principes de base. Symposium « Antioxydant et alimentation» Institut Danone)

**Vengris, A., Krivonosova, E., & Sizov, A. 1972.** Influence of photoperiod and temperature on the growth and development of *Portulacaoleracea* L. *Soviet Plant Physiology*, 19(3), 467-470.

**Wainster ,2009.** Le larousse médical. 5th ed. Paris: Larousse.

**Waston, R. R., Preedy, V. R., & Zibadi, S ,2013.** Polyphenol in Human Health and Disease. Edition Academic Press is an Imprint of Elsevier, p 643.

**Wollgast J., Anklam E., 2000-** Review on polyphenols in *Theobroma cacao*: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Journal of Food Research International*, 33: 423-447.

**Y.Y. Lim and E.P. Quah,** *Food chemistry*, 103 (2007) 734)

**Zeghad, N. 2018.** Evaluation des propriétés biopharmacologiques, standardisation chimique et valorisation des agroressources fonctionnelles cas de *Vitis vinifera*, *Punica granatum*, *Citrus aurantium* et *Opuntia ficus-indica*. Thèse de Doctorat en Sciences. Université Des Frères Mentouri-constantine1.

**Zimrnerman, B. 1976.** The effect of light intensity on the growth and yield of *Portulacaoleracea* L. *Scientia Horticulturae*, 4(2), 117-123.

# *Annexes*

**Annexe 01 : Réactifs, appareillages et verreries**

Réactifs	verreries	appareillages
Ethanol	Eprouvettes	Bain marie
DPPH	Tubes à essai	Spectrophotomètre
Folin-Ciocalteu	Flacons en verre	Etuve
Acide ascorbique	Béchers	Vortex
Carragénine	Spatules	Balance analytique
Dicolofénac 75mg	Fiole jaugée	Rota-vapeur
Acide gallique	Tube stériles	Bac benzine
NaoH	Pince	
Carbonate de sodium	Boite de Pétrie	
AlCl <sub>3</sub>	Embouts bleu et jaune	
Quercétine	Micropipettes	
	Eppendorf	

Annexe 02 : Quelques appareils utilisés



Euve



Balance analytique



Vortex



Rota-vapeur



Bain marie



Balance

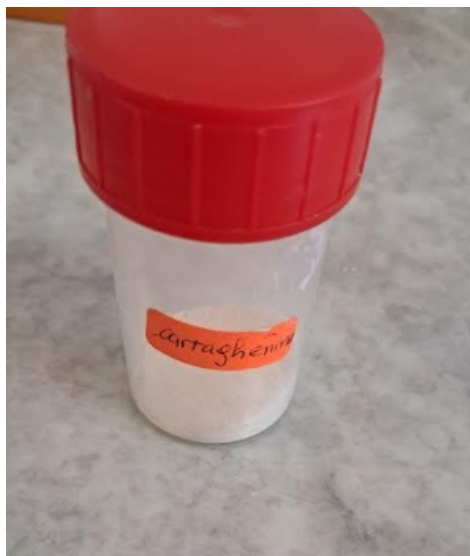


Spectrophotométrie



Etuve

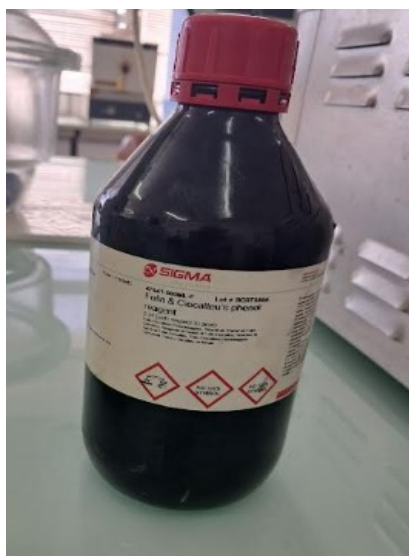
Annexe 03 : Quelques réactifs utilisés



Carraghénine



Diclofénac



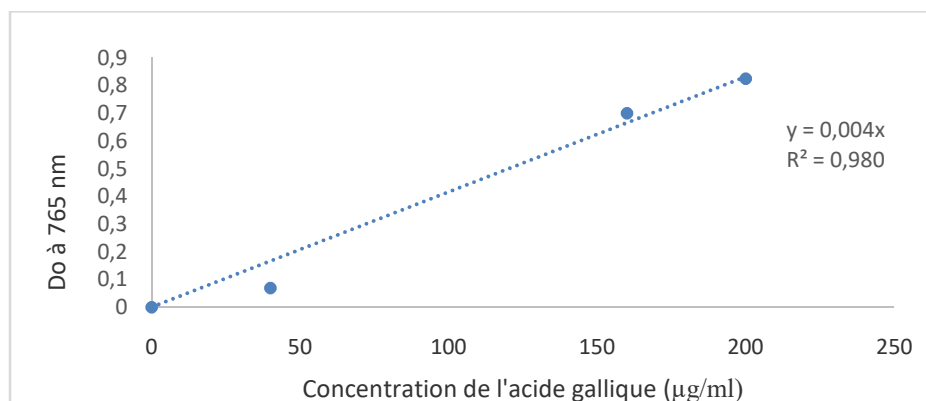
Folin-Ciocalteu



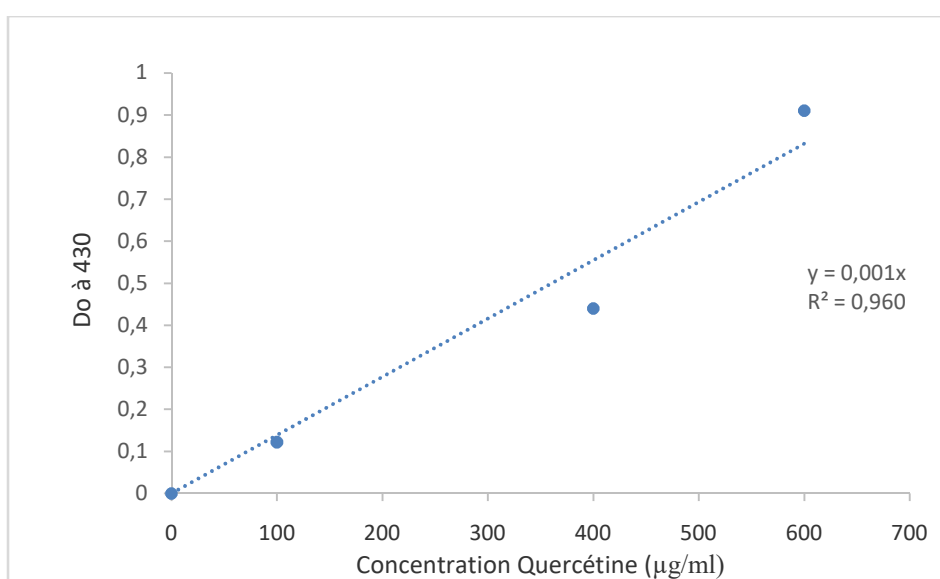
les milieux de culture

**Annexe 04** : Résultats de l'activité anti inflammatoire

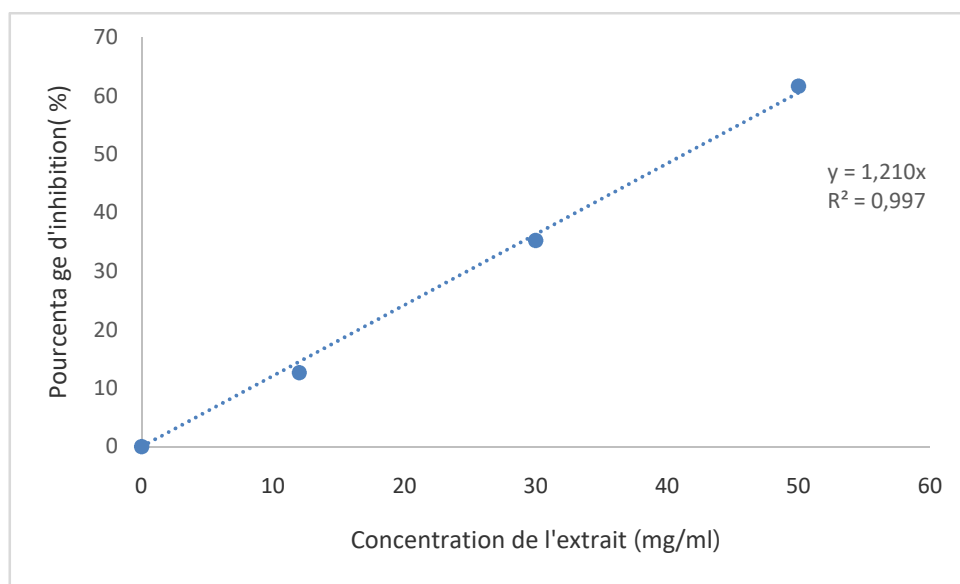
	Moyenne du poids des pattes(g)		Pourcentage d'augmentation d'œdème	Pourcentage de réduction de l'œdème
	Gauche	Droite		
Témoin (Eau physiologique)	0,14	0,16	44,92± 0,13	0
Référence (Dicoflex75mg)	0,14	0,17	23,50± 1,38	47,62
Essai 1 Dose 100 mg/kg	0,12	0,15	32,75± 4,16	27,08
Essai 2 Dose 200 mg/kg	0,13	0,16	21,21± 1,14	52,78
Essai 3 Dose 300 mg/kg	0,12	0,14	13,33 ±8,49	70,32

**Annexe 06 : Quelque résultat de dosage et de l'activité antioxydante et antimicrobienne**

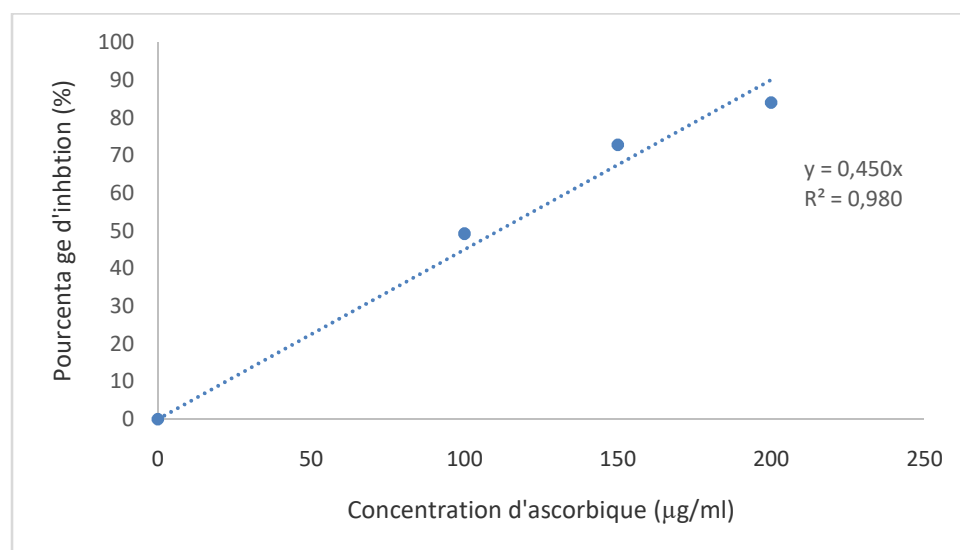
Courbe d'étalonnage d acide gallique



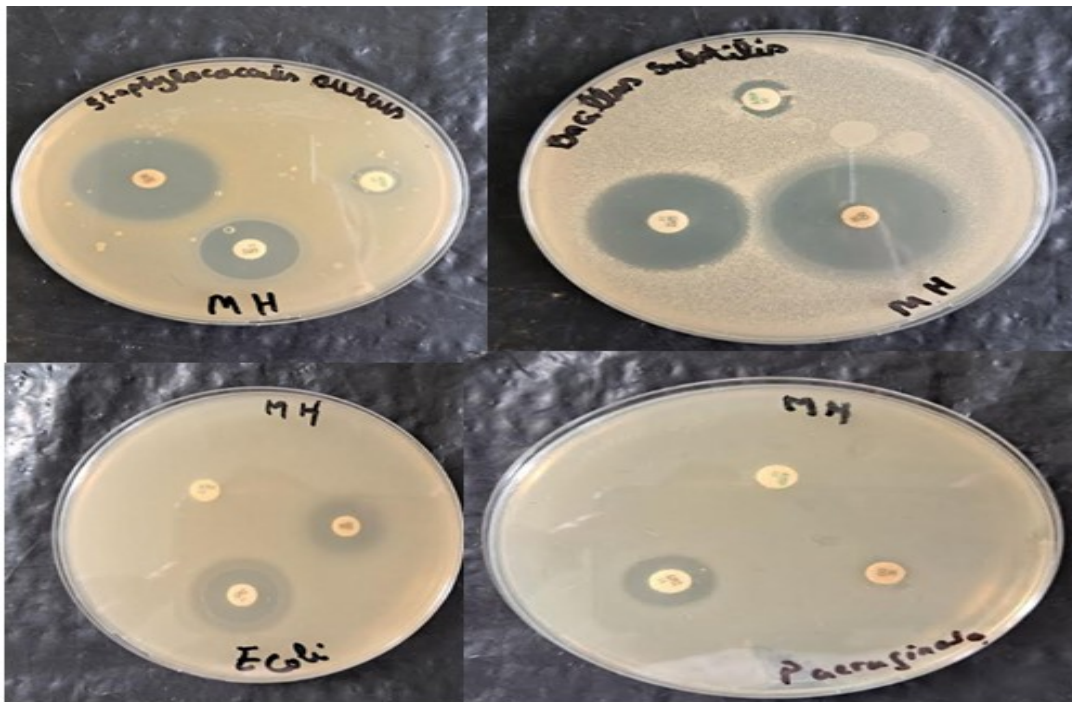
Courbe d'étalonnage de la Quercétine.



Variation du pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de différentes concentrations d'extrait éthanolique.



Variation du pourcentage d'inhibition du DPPH en fonction de différentes concentrations de l'acide ascorbique.



Résultat de l'activité antibactérienne vis à vis les antibiotiques

## Résumé

L'objectif de cette étude vise l'extraction des composés phénoliques de la partie aérienne de *Portulaca oleracea* L. récoltée dans la région de Boumerdes ainsi que l'évaluation des activités biologiques à savoir anti-oxydante, anti-microbienne et anti-inflammatoire. Le rendement d'extraction est de 3,87 %. L'extrait éthanolique ainsi obtenu a présenté des teneurs moyennes en polyphénols totaux et en flavonoïdes où nous avons enregistré respectivement des valeurs de  $0,25 \pm 0,097$  mg EAG/g MS et de  $2,27 \pm 1,43$  EQ/g MS.

En outre, l'évaluation de l'activité antioxydante de l'extrait éthanolique en utilisant la méthode de DPPH a donné un pouvoir antioxydant moyen pour la plante tandis que l'évaluation de l'activité antimicrobienne de cet même extrait a révélé un effet variable envers les quatre souches bactériennes testées. De même, l'évaluation de l'activité anti-inflammatoire *in vivo*, a montré un pourcentage de protection élevé avec une valeur de 70,30 % pour la dose 300 mg/ml.

D'après les résultats, on peut dire que cette espèce locale *Portulaca oleracea* L. peut constituer une source naturelle de composés naturels à usage biologique et thérapeutique intéressant.

**Mots clés :** *Portulaca oleracea* L., Composés phénoliques, Activité anti-oxydante, Activité anti-microbienne, Activité anti-inflammatoire.

## Abstract

The objective of this study is to extract the phenolic compounds from the aerial part of *Portulaca oleracea* L. collected in the Boumerdes region, as well as to evaluate the biological activities, namely antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory. The extraction yield is 3.87%. The ethanolic extract obtained presented average contents of total polyphenols and flavonoids, where we recorded values of  $0.25 \pm 0.097$  mg GAE/g DW and  $2.27 \pm 1.43$  QE/g DW, respectively. Furthermore, the evaluation of the antioxidant activity of the ethanolic extract using the DPPH method gave an average antioxidant power for the plant, while the evaluation of the antimicrobial activity of this same extract revealed a variable effect towards the four bacterial strains tested. Similarly, the evaluation of the *in vivo* anti-inflammatory activity showed a high percentage of protection with a value of 70.30% for the dose of 300 mg/ml. Based on the results, we can say that this local species *Portulaca oleracea* L. can be a natural source of interesting natural compounds for biological and therapeutic use.

**Keywords:** *Portulaca oleracea* L., phenolic compounds, flavonoids, Antioxidant activity, Antimicrobial activity, Anti-inflammatory activity

### ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو استخراج المركبات الفينولية من الجزء الهوائي لنبات البقلة المحصول في منطقة بومرداس، بالإضافة إلى تقييم الأنشطة البيولوجية مثل الوقاية من التأكسد، ومكافحة الجراثيم، ومضادات الالتهاب. كانت نسبة الاستخراج 3.87%. أظهر المستخلص الإيثانولي المحضر نسب متوسطة من البوليفينولات الكلية والفلافونويدات حيث  $MS$  غ/  $EQ$  و  $MS$  1.43 ± 2.27 غ/  $EAG$  سجلنا قيمًا على التوالي تبلغ  $0.097 \pm 0.25$  ملغ قدرة متوسطة على  $DPPH$  بالإضافة إلى ذلك، أظهر تقييم النشاط المضاد للأكسدة للمستخلص الإيثانولي باستخدام طريقة مكافحة التأكسد للنبات، في حين كشف تقييم النشاط المضاد للميكروبات لنفس المستخلص عن تأثير متفاوت تجاه السلالات البكتيرية الأربع المختبرة. علاوة على ذلك، أظهر تقييم النشاط المضاد للالتهابات داخل الجسم نسبة عالية من الحماية بقيمة 70.30% للجرعة 300 ملغ / مل.

يمكن أن يشكل مصدرًا طبيعيًا للمركبات الطبيعية ذات استنادًا إلى النتائج، يمكن القول إن هذا النوع المحلي من البقلة الاستخدامات البيولوجية والعلاجية المثيرة للاهتمام.

**الكلمات الرئيسية:** مركبات فنولية، النشاط المضاد للأكسدة، النشاط المضاد للميكروبات، النشاط المضاد للالتهابات