



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 محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج  
Université Mohammed El Bachir El Ibrahimy B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers  
قسم العلوم البيولوجية  
Département des Sciences Biologiques

## Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Biochimie

### Intitulé :

Evaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne  
des extraits de *Peganum harmala L*

#### Présenté par :

L Aidani Wissal & Sedrati Imene

Soutenu le 12 / 06 / 2024, Devant le Jury :

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	Mme. ROUAIGUIA Nadia	MAA	Université de Bordj Bou Arreridj
Encadrant :	Mme. DEHIRI Mounira	MAB	Université de Bordj Bou Arreridj
Examineur :	M. BELLIK Yuva	Professeur	Université de Bordj Bou Arreridj

Année Universitaire 2023/2024

# *Remerciements*

On remercie DIEU le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Dr. DEHIRI Mounira** on la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nous exprimons notre plus profonde gratitude, respect et considération aux membres du jury **Mem. ROUAIGIA Nadia** et **M. BELLIK Yuva** pour avoir accepté d'évaluer ce modeste travail.

Notre remerciement s'adresse à **Mr SADRATI Nouari** pour son aide, son soutien moral et ses encouragements.

Nos remerciements vont également à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, et notamment les ingénieurs de laboratoire de biochimie et de microbiologie au département des Sciences et de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers.

# Dédicace

Alhamdoliallah, qui m'a éclairé les voies de la science et de la connaissance et qui m'a aidé à compléter cette recherche modeste.

Je dédie ce mémoire à mes chers parents qui ont été toujours à mes côtés soutenus tout au long de ses longues années d'études.

Mes frères et sœur, en reconnaissance de leur affection toujours constante.

À mon fiancé, Pour son soutien indéfectible et son présence et son encouragement de ce travail.

À mes enfants qui ne sont pas encore nés ...

Tous mes proches Mes amis Mes camarades de promotion.

Tous ceux qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire.

Tous ceux qui aiment la science.

# *Dédicace*

À l'âme de ma mère que dieu la garde dans son paradis, à mon cher père en témoignage de ma reconnaissance pour leur amour, leur affection ainsi que les sacrifices qu'ils ont consentis pour mon éducation et ma formation.

À mon modèle et pilier, mon cher frère SADRATI Nouari, pour son soutien constant et son aide dans mon travail.

À mes chers frères sœur, pour leur soutien, leur attention et leurs encouragements.

À mon cher fiancé et pilier, Pour son soutien et ses encouragements.

À toute ma famille.

À mes amis et à tous mes proches  
Vous tous je dédie ce modeste travail.

**IMENE**

## Liste des abréviations

**AA %** : Pourcentage de l'activité antioxydante

**AlCl<sub>3</sub>** : trichlorure d'aluminium

**ANOVA** : Analyse de la Variance

**BHT** : Butylhydroxytoluène

**°C** : Degré Celsius

**DMSO** : Diméthylsulfoxyde

**DPPH** : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle

**EAA** : Equivalent acide ascorbique

**EAG** : Equivalent acide gallique

**Eaq** : Extrait Aqueux

**EDc** : Extrait de décoction

**ES** : Extrait sec

**EqQ** : Equivalent quercétine

**GN** : Gélose Nutritive

**H<sub>3</sub>PMO<sub>12</sub>O<sub>40</sub>** : Acide phosphomolybdique

**H<sub>3</sub>PW<sub>12</sub>O<sub>40</sub>** : Acide phosphotungstique

**IC<sub>50</sub>** : Concentration inhibitrice

**MO** : Molybdène

**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** : Carbonate de sodium

**RNA** : Espèces réactives d'azote

**ROS** : Espèces réactives de l'oxygène

**OH** : les groupes hydroxyles

***p*** : Probabilité

**UFC** : unité formant coloné

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Les feuilles de la plante <i>Peganum harmala</i> L. (photo personnelle) .....	3
<b>Figure 2</b> : Les étapes de préparation de l'extrait aqueux et l'extrait de décoction .....	4
<b>Figure 3</b> : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.....	9
<b>Figure 4</b> : Teneur en polyphénols totaux des deux extraits de <i>Peganum harmala</i> L. ....	9
<b>Figure 5</b> : Courbe d'étalonnage de la Quercétine .....	10
<b>Figure 6</b> : Teneur en flavonoïdes totaux des deux extraits de <i>Peganum harmala</i> L. ....	11
<b>Figure 7</b> : Pourcentage d'inhibitions (I %) de l'EDc et l'EAq contre le radical libre DPPH ...	12
<b>Figure 8</b> : Pourcentage d'inhibitions (I %) de BHT contre le radical libre DPPH .....	12
<b>Figure 9</b> : Les concentrations des extraits de <i>P. harmala</i> et BHT qui inhibent 50 % du radical DPPH .....	13
<b>Figure 10</b> : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique .....	14
<b>Figure 11</b> : La capacité antioxydante totale de l'EAq et l'EDc de <i>P. harmala</i> et le BHT .....	14
<b>Figure 12</b> : Activité antibactérienne de l'EAq et l'EDc obtenue par la méthode des puits .....	16

### Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> :	Classification de <i>Peganum harmala</i> L.	.....3
<b>Tableau 2</b> :	les rendements des extraits obtenus par macération et décoction.	.....8

## Table des matières

Dédicace	
Remerciements	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	1
<b>Chapitre 1 : Matériels et méthodes</b>	
1. Matériel.....	3
1.1. Matériel végétal.....	3
1.2. Matériels microbiennes.....	3
2. Méthodes.....	4
2.1. Préparation des extraits .....	4
2.1.1. Préparation de l'extrait aqueux (EAq).....	4
2.1.2. Préparation de l'extrait de décoction (EDc).....	4
2.2. Dosage phytochimique.....	5
2.2.1. Dosage des polyphénols totaux .....	5
2.2.2. Dosage des flavonoïdes totaux .....	5
2.3. Etude de l'activité antioxydante .....	5
2.3.1. Piégeage du radical DPPH.....	5
2.3.2. Activité antioxydante totale (TAC).....	6
2.4. Etude de l'activité antibactérienne.....	6
2.5. Analyses statistiques.....	7
<b>Chapitre 2 : Résultats et discussion</b>	
1. Rendement d'extraction.....	8
2. Teneur en composée phénolique.....	9

2.1. Teneur en polyphénols totaux .....	9
2.2. Teneur en Flavonoïdes totaux .....	10
3. Activité antioxydante <i>in vitro</i> .....	11
3.1. Piégeage du radical DPPH.....	11
3.2. Activité antioxydante totale.....	13
4. Effet antibactérien des extraits de <i>P. harmala</i> .....	15
Conclusion et perspectives.....	17
Références bibliographiques.....	18
Annexe	

# INTRODUCTION



### Introduction

Depuis longtemps, l'humanité a utilisé les plantes disponibles pour se soigner. A travers les siècles, les traditions ont développé la connaissance et l'usage des plantes médicinales afin d'améliorer la santé humaine (**Behidj-Benyounes et al., 2013**).

La majorité des plantes présentes dans le monde possèdent des propriétés thérapeutiques en raison de la présence de composés actifs agissant directement sur le corps. Elles sont employées aussi bien dans la médecine traditionnelle que dans la phytothérapie, offrant ainsi des avantages souvent absents dans les médicaments classiques (**Iserin et al., 2001**).

*Peganum harmala* L. est une plante médicinale traditionnelle qui est employée à diverses fins (**Abbas et al., 2021**). Fait partie de la famille des Zygophyllaceae, et une espèce intéressante de la flore Algérienne et en Afrique du Nord en général (**Behidj-Benyounes et al., 2013**). Elle est également appelée « harmel », « bender tiffin », « rue sauvage », « rue verte » ou encore « rue de Syrie » (**Achour et al., 2012**). Elle se développe dans des conditions semi-arides, telles que les steppes et les sols sablonneux (**Niroumand et al., 2015**).

*P. harmala* a été utilisé dans diverses régions du monde à des fins thérapeutiques, (**Sharifi-Rad et al., 2021**), elle couramment utilisé dans les maladies soulagement de la douleur, diabète, maladies respiratoires, de l'arthrite et de l'inflammation. Les principaux effets thérapeutiques de *P. harmala* incluent, les activités anti-inflammatoires, antimicrobiennes, antitumorales, les activités antioxydantes et cytotoxiques (**Shahrajabian et al., 2021**).

Le métabolisme oxydatif dans les cellules eucaryotes implique la génération de radicaux libres, d'espèces réactives d'oxygène (ROS) et d'espèces réactives d'azote (RNS), en tant que sous-produits du métabolisme normal. Un déséquilibre entre la génération de ROS/RNS et les défenses antioxydantes entraîne un stress oxydatif, provoquant plusieurs maladies (**Böhm et al., 2023**).

La fréquence des maladies dues aux micro-organismes pathogènes (bactéries, protozoaires, parasites et champignons) a augmenté dans le monde entier et devient une cause majeure de morbidité et de mortalité chez les patients immunodéprimés (**Touaibia, 2017**). Cela est dû au fait que les micro-organismes ont aujourd'hui tendance à devenir résistants aux antibiotiques. Il y a un besoin urgent de nouveaux médicaments antimicrobiens pour lutter contre les micro-organismes résistants aux drogues.

Des études récentes ont montré que les produits végétaux naturels, tels que *Peganum harmala*, ont des activités biologiques spéciales en tant qu'antibiotiques naturels (Zhu *et al.*, 2022).

Des études phytochimiques ont révélé que les principaux composants chimiques de la plante *Peganum harmala* sont les alcaloïdes, les flavonoïdes, les huiles volatiles et les oligo-éléments (Zhu *et al.*, 2022).

Dans ce contexte que nous nous intéressons à l'étude de l'activité antioxydante et antibactérienne de l'extrait aqueux et l'extrait de décoction préparé à partir des feuilles de *Peganum harmala*. Le présent travail a pour objectif :

- Dosage phytochimiques du contenu en polyphénols et en flavonoïdes d'extraits aqueux et l'extrait de décoction de *Peganum harmala*.
- Evaluation de l'activité antioxydante d'extraits aqueux et l'extrait de décoction de *Peganum harmala*.
- Evaluation de l'activité antibactérienne d'extraits aqueux et l'extrait de décoction de *Peganum harmala*.

Notre étude est constituée d'une description détaillée du matériel utilisé et des méthodes employées pour évaluer l'activité antibactérienne et antioxydante. Puis nous avons exposé l'ensemble des résultats obtenus et leur discussion. Enfin, une conclusion générale sur l'ensemble de cette étude.

# **MATÉRIELS ET MÉTHODES**

## I. Matériels

### 1.1. Matériel végétale

Nous avons travaillé sur des feuilles de *Peganum harmala* qui ont été récoltées entre le mois de Mai et d'Août 2023, dans la région d'El -Hammadia wilaya de Bordj Bou Arréridj (Nord-Est de l'Algérie), qui se caractérise par un climat semi-aride sec. Ces feuilles ont été ensuite nettoyées, séchées, puis broyées. La poudre obtenue est maintenue à température ambiante pour un usage ultérieur (**Fig. 1**).



**Figure 1** : Les feuilles de la plante *Peganum harmala* L. (photo personnelle).

La classification de la plante *P. harmala* L. est indiquée dans le **tableau 1**.

**Tableau 1** : Classification de *Peganum harmala* L.

<b>Règne</b>	Sapindales
<b>Sous-règne</b>	Trachéobiontes
<b>Ordre</b>	Sapindales
<b>Famille</b>	Nitrariaceae
<b>Genre</b>	Peganum
<b>Espèce</b>	<i>Peganum harmala</i> L.

### 1.2. Matériels microbiens

Pour cette étude, nous avons utilisé trois souches bactériennes pathogènes pour l'homme, fournies par le laboratoire de microbiologie d'Université Mohamed el Bachir el Ibrahimy à Bordj Bou Arreridj. Ces souches comprennent des bactéries Gram positif (*Staphylococcus aureus* ATCC 25923 et *Micrococcus luteus* NRLL B-4375) et Gram négatif (*Escherichia coli* ATCC 25922)

## II. Méthodes

### 2.1. Préparation des extraits

#### 2.1.1. Préparation de l'extrait aqueux (EAq)

L'extrait aqueux de *P. harmala* a été préparé par la méthode de macération (Mbiantcha *et al.*, 2011). Pour cela, 20 g de poudre des feuilles a été mélangé avec 300 mL d'eau distillée. L'ensemble a été maintenu sous agitation magnétique pendant 48 heures à la température ambiante avec renouvellement de solvant chaque 24 h.

#### 2.1.2. Préparation de l'extrait de décoction (EDc)

La décoction a été préparée à partir d'un mélange de 20 g de matière végétale avec 300ml de l'eau distillée (100°C) pendant 20 min (Arrar *et al.*, 2013).

Tous les extraits ont été filtrés sur papier filtre Whatman et évaporés à l'aide d'un évaporateur rotatif 'BÜCHI' sous vide à 40°C. Les extraits obtenus sont séchés puis stockés à température de 4°C jusqu'à leurs utilisations (Fig. 2).

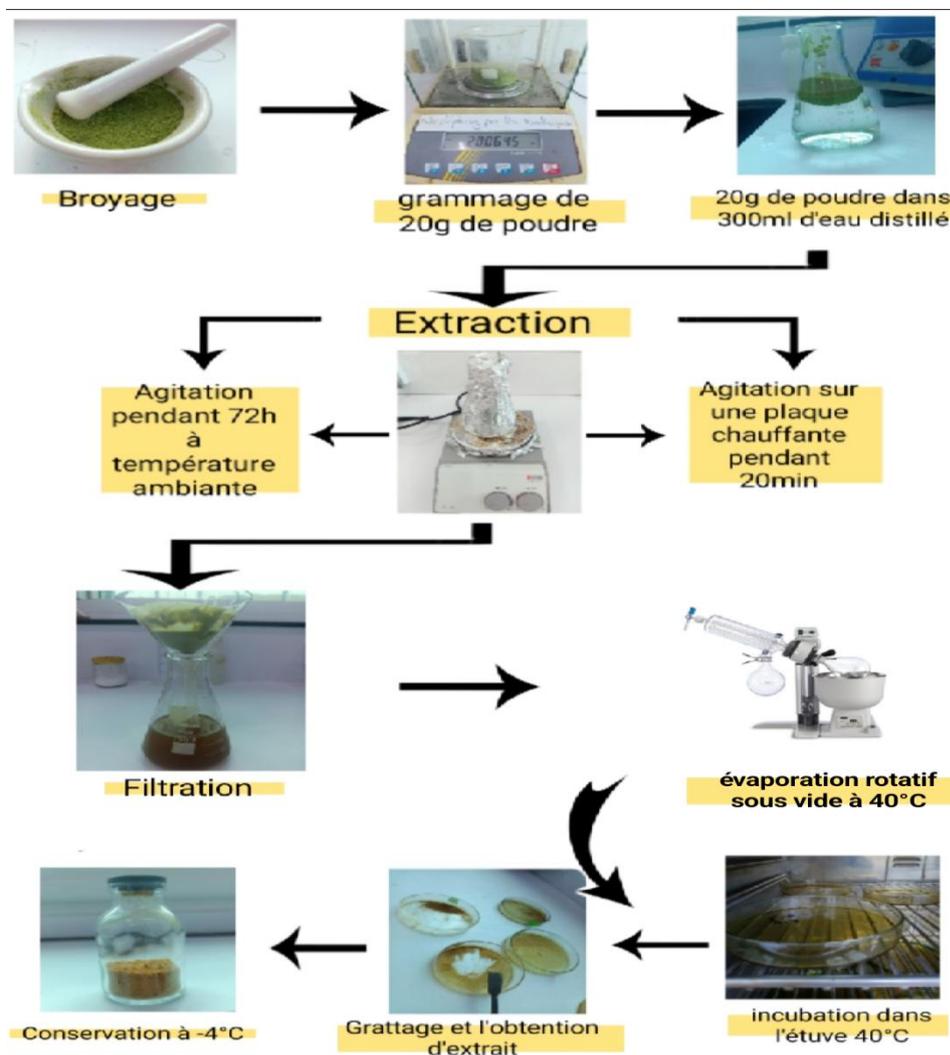


Figure 2 : Les étapes de préparation de l'extrait aqueux et l'extrait de décoction.

## **2.2. Dosage phytochimique**

### **2.2.1. Dosage des polyphénols totaux**

La teneur en polyphénols totaux des extraits de *P. harmala* L. a été mesurée par la méthode de Folin-Ciocalteu (Li *et al.*, 2007). Le réactif de Folin est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $H_3PMO_{12}O_{40}$ ) réduits par des composés phénoliques dans un milieu alcalin et conduit à la formation d'un mélange d'oxyde bleu, dont l'intensité de couleur est proportionnelle à la quantité des polyphénols présents dans les extraits de la plante (Georgé *et al.*, 2005).

Un volume de 100  $\mu$ l de dilution appropriée d'extrait ou de standard (Acide gallique) ont été mélangés avec 500  $\mu$ l du réactif de Folin-Ciocalteu (dilué au 1/10 dans de l'eau distillée). Après 4 min d'incubation, 400  $\mu$ l de solution de carbonate de sodium ( $Na_2CO_3$ ) (à 7.5 % dans le méthanol) est ajoutée au milieu réactionnel. L'ensemble est incubé pendant 2 h à température ambiante, la lecture des absorbances a été réalisée contre un blanc à 765 nm.

A partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique (0-160  $\mu$ g/ml), la teneur en composé phénolique a été calculée et exprimée en microgramme d'équivalent acide gallique par milligramme d'extrait sec ( $\mu$ g EAG/mg ES).

### **2.2.2. Dosage des flavonoïdes totaux**

La concentration de flavonoïdes dans les extraits a été mesurée à l'aide d'une méthode colorimétrique de trichlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ) (Bahorun *et al.*, 1996). Ce composé réagit fortement avec les groupes hydroxyles (OH) présents dans les phénols pour former un complexe stable de couleur jaune ayant une absorbance maximale à 430 nm

Un volume de 500  $\mu$ l de chaque extrait ou standard (Quercétine) est mélangé avec 500  $\mu$ l de la solution de trichlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ) (2 % dans le méthanol). L'absorbance a été lue à 430 nm après 10 min d'incubation. La concentration des flavonoïdes dans les échantillons a été calculée à partir d'une gamme d'étalonnage de quercétine (0-30  $\mu$ g/ml) et les résultats ont été exprimés en microgramme d'équivalent quercétine par milligramme d'extrait sec ( $\mu$ g EqQ/mg ES).

## **2.3. Etude de l'activité antioxydante**

### **2.3.1. Piégeage du radical DPPH**

Le pouvoir antiradicalaire ou l'effet scavenger sur le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) est une méthode indirecte qui est initialement utilisée pour déterminer les donneurs de protons dans les composés naturels. Dans ce test l'antioxydant réduit le diphenyl picryl-hydrayl violet en un composé jaune le diphenyl picrylhydrazine, dont

l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la concentration des antioxydants présents dans le milieu (Sanchez Moreno, 2002).

Un volume de 375 µl d'extrait ou de standard (BHT : l'hydroxytoluène butylé) à différentes concentrations est mélangé avec 125 µl d'une solution méthanolique de DPPH (0.004 %) (Burits et Bucar, 2000). Après 30 min d'incubation dans l'obscurité, l'absorbance est lue à 517 nm. Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH a été calculé selon l'équation suivant : **Inhibition (%) = [(Ac -At) /Ac] x 100**

Où : **Ac** est l'absorbance de la solution du DPPH (contrôle négatif) ; **At** est l'absorbance de l'échantillon. La concentration inhibitrice de 50 % du DPPH (IC<sub>50</sub>) de chaque extrait est calculée et exprimée en µg/ml et comparée avec celle du BHT, l'antioxydant de référence.

### 2.3.2 Activité antioxydante totale (TAC)

La technique est basée sur la réduction de MO(VI) en MO(V) par l'extrait ou par le standard et la formation d'un complexe phosphate vert/Mo (V) à pH acide. Un volume de 0.3ml de chaque extrait ou de standard (BHT) a été mélangé avec 3 ml de solution réactif (0.6 M d'acide sulfurique, 28 mM de phosphate de sodium et 4 mM de molybdate d'ammonium). Le mélange est incubé dans un bain-marie à 95°C pendant 90 min. L'absorbance de la solution a été mesurée à 695 nm après refroidissement contre un blanc (Prieto *et al.*, 1999). L'activité antioxydante totale a été déterminée à partir d'une courbe d'étalonnage réalisée à l'aide d'une gamme étalon d'acide ascorbique à différentes concentrations (0-250 µg/ml) dans les mêmes conditions que l'échantillon et est exprimée en microgramme équivalent d'acide ascorbique par milligramme d'extrait (µg EAA/mg Ext). L'activité de l'extrait est comparée à celle d'un contrôle positif (BHT).

### 2.4. Etude de l'activité antibactérienne

L'évaluation de l'activité antibactérienne des deux extraits a été réalisée selon la méthode des puits sur le milieu de culture gélose nutritif (GN). Les bactéries pathogènes testées comprenaient *E. coli*, *S. aureus*, et *M. luteus*.

Les souches bactériennes ont été réactivées afin d'obtenir des cultures jeunes en phase de croissance exponentielle. Elles sont d'abord repiquées par la méthode des stries sur le milieu gélose nutritif, puis incubées à 37 °C pendant 24 h. Une ou plusieurs amas de chaque culture pure sont prélevées et transférées dans des tubes contenant 10 ml de l'eau physiologique stérile afin d'avoir des suspensions bactériennes ayant une turbidité équivalente à 0.5 Mc Farland,

ce qui est traduit par une absorbance comprise entre 0.08 et 0.10 à 600 nm ce qui correspond à une concentration de  $10^6$  UFC/ml (unité formant coloné/ ml).

Des puits de 6 mm de diamètre ont été réalisés sur le gélose nutritif préalablement ensemencées avec des cultures jeunes de bactéries. Chaque puits a été ensuite rempli avec 50  $\mu$ L de chaque extrait à différent concentration (100, 200 et 400 mg/ml) en duplicata.

Les puits de contrôle négatif sont imprégnés d'eau distillée et de DMSO stériles. En parallèle, à des fins de comparaison, des disques standards contenant les antibiotiques de référence, Amoxicilline 25, servent de contrôle positif.

Les boîtes de Pétri ont été incubées à 37°C pendant 24 h. L'activité est ensuite estimée par la présence ou l'absence de la zone claire d'inhibition autour des disques. Selon **Biyiti et al. (2004)**, les zones d'inhibition mesurée en millimètres (mm) et estimée comme suit :

- Diamètres inférieurs à 7 mm : aucune activité antimicrobienne (-),
- Diamètres de 7 à 9.9 mm : activité antimicrobienne faible (+),
- Diamètres de 10 à 11.9 mm : activité antimicrobienne modeste (++) ,
- Diamètres de 12 à 15 mm : activité antimicrobienne élevée (+++),
- Diamètres supérieurs à 15 mm : activité antimicrobienne forte (++++).

### 2.5. Analyses statistiques

Les résultats des différents tests effectués sont exprimés en moyenne  $\pm$  SD. Le logiciel GraphPad Prism (version 8.00) a été utilisé pour l'analyse statistique. Les données ont été analysées à l'aide du *test t* de Student et de l'analyse unidirectionnelle de la variance (ANOVA), suivis du test de Dunnett ou test de Tukey's pour une comparaison multiple. Les différences ont été considérées comme statistiquement significatives à  $p < 0.01$ .

# **RESULTATS ET DISCUSSION**

### 1. Rendement d'extraction

L'extraction des composés phénoliques joue un rôle essentiel dans la valorisation des principes actifs de la matière végétale. L'extraction a été réalisée à partir d'une poudre végétale et de l'eau distillée pour l'obtention de l'EAq et l'EDc.

Le rendement d'extraction est calculé par la formule suivante :

$$R \% = (m / M) \times 100$$

**m** : Masse de l'extrait obtenu après l'extraction.

**M** : La masse végétale sèche

Les rendements d'extraction de *Peganum harmala* étudiées par les deux méthodes sont présentés dans le **tableau 2**

**Tableau 2** : Les rendements d'extraction obtenus par macération et décoction.

Extrait	Rendement (%)
EAq	20
EDc	18

Le meilleur rendement d'extraction des deux méthodes utilisées, est la macération (20 %) suivi de la décoction (18 %). Statistiquement, le rendement d'extraction par décoction ne diffère pas avec celle de la macération. . Cependant, la méthode d'extraction par décoction diffère significativement ( $p < 0.01$ ) de l'extraction par macération.

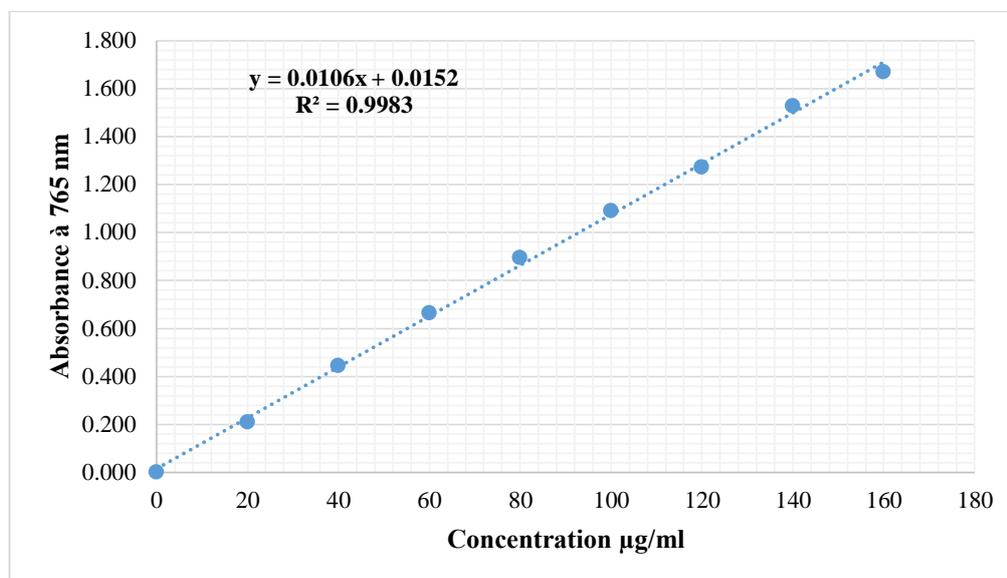
Ces extraits donnent des rendements inférieurs à ceux obtenus par **Behidj-benyounes et al. (2013)** (l'EAq : 34.10 %), et supérieur à ceux obtenus par **Rouibah (2019)** (l'EAq : 7 %) et par **Senhaji et al. (2022)** (l'EAq : 7.65 % et l'EDc : 12.02 %).

L'origine géographique, le type de sol et le climat, La partie de la plante utilisée peuvent affecter la composition chimique de la plante, tandis que la période de la récolte influence la présence de composés actifs spécifiques (**Dehiri et al., 2022**). La méthode de séchage joue un rôle crucial, car le séchage lent à basse température préserve les composés sensibles à la chaleur, contrairement au séchage rapide à haute température. La méthode d'extraction elle-même, qu'il s'agisse de macération, décoction ou utilisation de solvants divers, impacte également la quantité et la qualité des composés extraits (**Behidj-benyounes et al., 2013 ; Rouibah, 2019, Dehiri et al., 2022**).

## 2. Teneur en composé phénolique

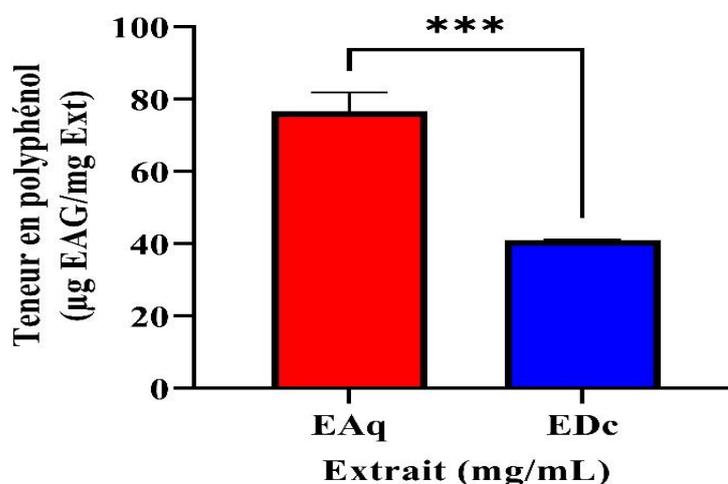
### 2.1. Teneur en polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols a été effectué par la méthode de Folin-Ciocalteu, avec l'acide gallique comme standard. La concentration des polyphénols est obtenue à partir d'une courbe d'étalonnage de l'acide gallique présenté dans la **figure 3**.



**Figure 3** : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

La teneur la plus élevée en polyphénols a été observée dans l'EAq avec une valeur de  $(76.52 \pm 5.28 \mu\text{g EAG/mg ES})$ , suivi par l'EDc avec une valeur de  $(40.93 \pm 0.21 \mu\text{g EAG/mg ES})$ . Il y'a une différence significative ( $p < 0.001$ ) entre la teneur dans l'EAq et l'EDc (**Fig. 4**)



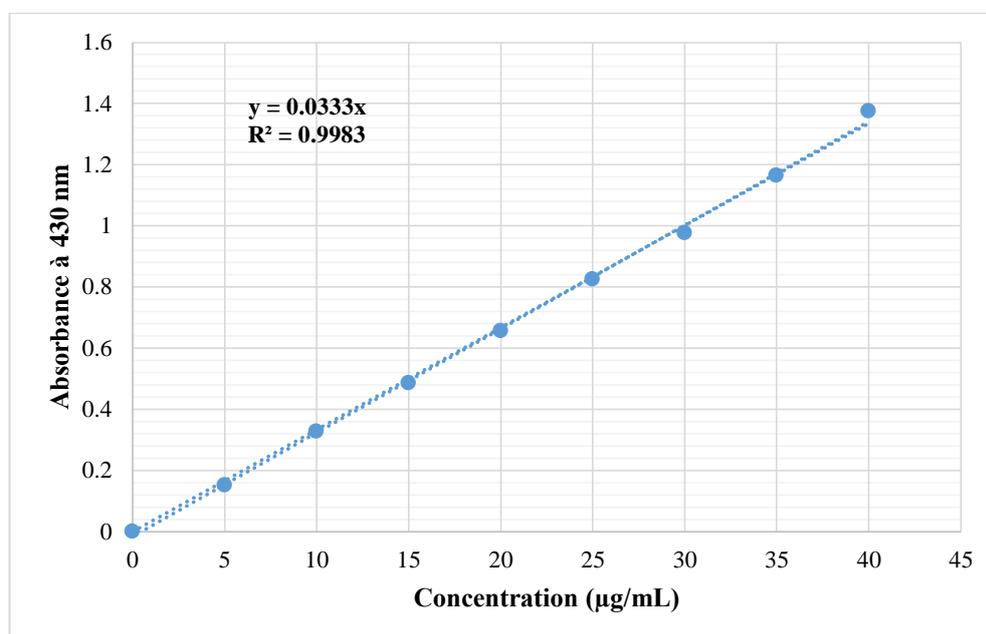
**Figure 4** : Teneur en polyphénols totaux dans les deux extraits de *Peganum harmala* L. Chaque valeur représente la moyenne  $\pm$  SD (n = 3). **EAq** : extrait aqueux, **EDc** : extrait de décoction. \*\*\* : ( $p < 0.001$ ) une différence significative entre les deux extraits.

Selon des études antérieures, notre résultats est supérieur à ceux obtenus par **Senhaji et al. (2022)** ; l'EDc (15  $\mu\text{g}$  EAG/mg ES) et l'EAq (10.47  $\mu\text{g}$  EAG /mg ES) donc l'extraction de polyphénols à partir des feuilles de *Peganum harmala* donne des valeurs plus élevées que l'extraction à partir de ces graines, et inférieur à ceux obtenus par **Al Qaisi et al. (2024)**, l'extrait méthanolique (18.3 mg EAG /g ES). Cette différence pourrait être due à une composition chimique différente entre les feuilles et les graines, ce qui affecte la quantité de polyphénols extraite.

La teneur en composés phénoliques dans les extraits a été aussi influencée par leur solubilité dans les solvants et la méthode utilisée pour l'extraction. Le méthanol est recommandé et fréquemment utilisé pour l'extraction des composés phénoliques (**Al Qaisi et al., 2024**).

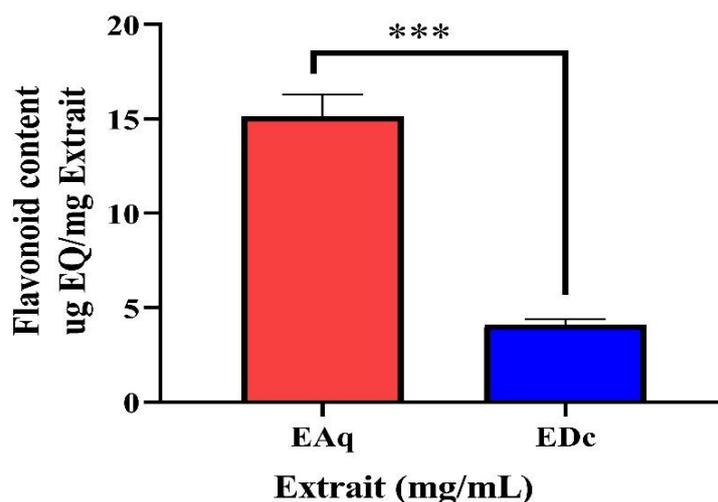
### 2.2. Teneur en flavonoïdes totaux

Le dosage des flavonoïdes a été effectué par la méthode du trichlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ), avec la quercétine comme standard. La concentration des flavonoïdes est obtenue à partir une courbe d'étalonnage de la quercétine présenté dans la **figure 5**.



**Figure 5** : Courbe d'étalonnage de la Quercétine.

Les résultats de dosage des flavonoïdes montrent que l'EAq est le plus riche avec une teneur de ( $15.135 \pm 1.158$   $\mu\text{g}$  EqQ/mg ES) en comparaison avec l'EDc ( $4.12 \pm 0.27$   $\mu\text{g}$  EqQ/mg ES). Il y a une différence significative ( $p < 0.001$ ) entre les teneurs en flavonoïdes de l'EAq avec celle de l'EDc (**Fig. 6**).



**Figure 6 :** Teneur en flavonoïdes totaux des deux extraits de *Peganum harmala* L. Chaque valeur représente la moyenne  $\pm$  SD (n = 3). **EAq** : extrait aqueux, **EDc** : extrait de décoction. \*\*\* : ( $p < 0.001$ ) une différence significative entre les deux extraits.

D'après les résultats des travaux de **Senhaji et al. (2022)**, l'EDc ( $17.40 \pm 1.26$  mg EQ/mg ES) et l'EAq ( $8.36 \pm 0.82$  mg EQ/mg ES) on trouve que l'EAq des feuilles est plus riches en flavonoïdes que celui des graines, mais la teneur en flavonoïdes dans l'EDc des feuilles est inférieur par rapport à celle dans l'EDc des graines.

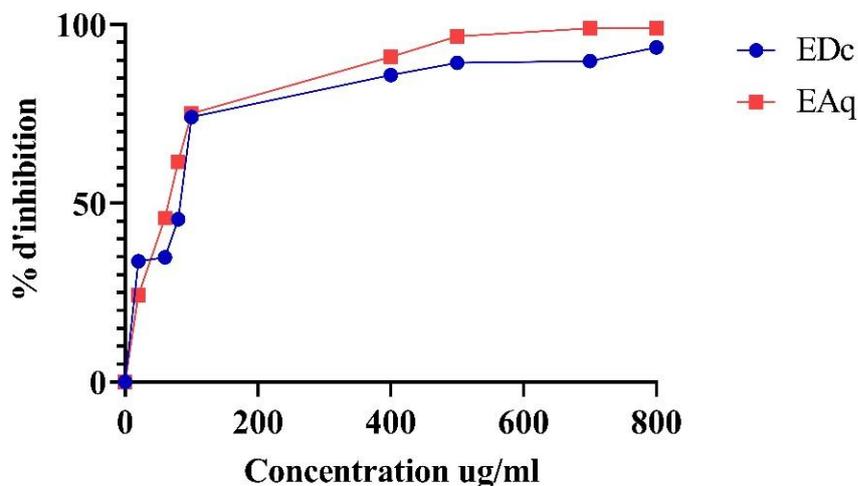
La variation des parties de la plante utilisées influence la teneur en flavonoïdes dans l'extrait (les feuilles et les graines contiennent des composés différents à des concentrations variées) De plus, l'origine de la plante et la période de récolte peuvent également avoir un impact sur cette teneur (**Senhaji et al., 2022**). Les différences de teneur en flavonoïdes sont dues aussi au type de solvant utilisé pour l'extraction (**Al Qaisi et al., 2024**).

### 3. Activité antioxydante *in vitro*

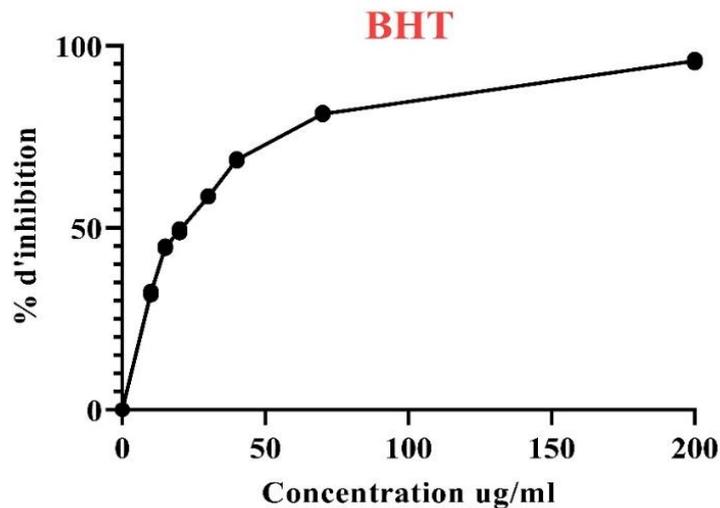
#### 3.1. Piégeage du radical DPPH

Le teste de DPPH repose sur la réduction de radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl, qui passent de la couleur violette à la couleur jaune lorsqu'ils réagissent avec un antioxydant. Ce changement de couleur est mesuré à l'aide d'un spectrophotomètre et les résultats de notre étude ont montré que les extraits de *Peganum harmala* sont capables de provoquer ce changement.

Les extraits étudiés montrent une activité importante de piégeage du radical DPPH, qui est de 33.78 à 94.98 % pour l'EDc et de 23.91 à 99.71 % pour l'EAq (Fig. 7). Alors qu'elle est de 32.09 à 95.87 % pour le BHT (Fig. 8)



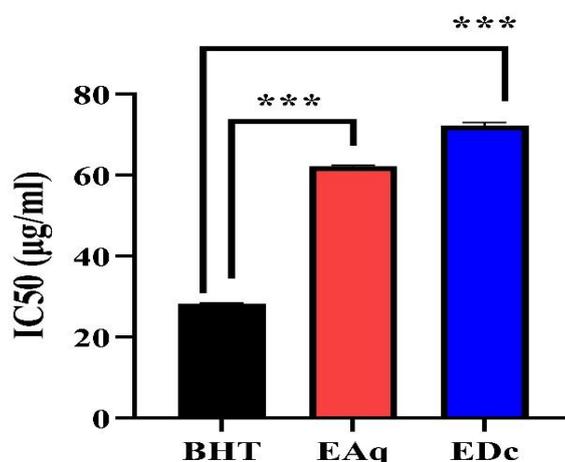
**Figure 7 :** Pourcentage d'inhibitions (I %) de l'EDc et l'EAq contre le radical libre DPPH. Chaque valeur représente la moyenne  $\pm$  SD (n = 3). **EAq** : extrait aqueux, **EDc** : extrait de décoction.



**Figure 8 :** Pourcentage d'inhibitions (I %) de BHT (Butylhydroxytoluène) contre le radical libre DPPH. Chaque valeur représente la moyenne  $\pm$  SD (n = 3).

L'inhibition du radical DPPH, est exprimée en  $IC_{50}$ . Ce paramètre est défini comme étant la concentration efficace de l'extrait capable d'inhiber 50 % des radicaux DPPH dans le mélange réactionnel, où l'activité la plus forte correspond à l' $IC_{50}$  la plus faible.

Les résultats de l'activité anti-radicalaire des extraits montrent que l'EAq est le plus actif avec une  $IC_{50}$  de  $62.18 \pm 0.29 \mu\text{g/ml}$  suivi de l'EDc avec une  $IC_{50}$  de  $72.26 \pm 0.73 \mu\text{g/ml}$ . Les deux extraits ont montré une activité de piégeage du DPPH inférieure à celles de l'antioxydant standard 'BHT' avec une  $IC_{50}$  de  $28.22 \pm 0.17 \mu\text{g/ml}$  (**Fig. 9**).



**Figure 9 :** Les concentrations des extraits de *P. harmala* et de BHT qui inhibent 50 % du radical DPPH. Chaque valeur représente la moyenne  $\pm$  SD ( $n = 3$ ). **EAq** : extrait aqueux, **EDc**: extrait de décoction, **BHT** : Butylhydroxytoluène. \*\*\* : ( $p < 0.001$ ) Différence significative par rapport au BHT.

En comparaison avec le travail de **Diab et al. (2021)**, l'EAq et l'EDc de notre étude possèdent une activité antioxydante importante avec des valeurs d' $IC_{50}$  de  $62.18 \pm 0.29 \mu\text{g/ml}$  et  $72.26 \pm 0.73 \mu\text{g/ml}$ , respectivement par rapport à leur extrait hydro-éthanolique des feuilles ( $IC_{50} = 130 \mu\text{g/ml}$ ).

De plus, nos extraits montrent une activité nettement supérieure par rapport aux résultats trouvés par **Senhaji et al. (2022)**, pour l'EAq et l'EDc des graines, leurs  $IC_{50}$  respectives sont de  $(4560.67 \pm 5.62 \text{ mg/ml})$ ,  $(4587.5 \pm 15.9 \text{ mg/ml})$ .

Les différences dans les valeurs d' $IC_{50}$  peuvent être dues à la nature du solvant et la méthode d'extraction (**Elansary et al., 2020 ; Diab et al., 2021**), en plus de l'origine géographique de la plante et la variation de la partie utilisée de la plante étudiée.

### 3.1. Activité antioxydante totale (TAC)

L'activité antioxydante totale a été mesurée à l'aide d'un dosage au phosphomolybdate. Ce test permet de déterminer la capacité antioxydante, en utilisant une équation de régression linéaire ( $y = ax + b$ ) obtenue à partir d'une courbe d'étalonnage avec de l'acide ascorbique (**Fig. 10**).

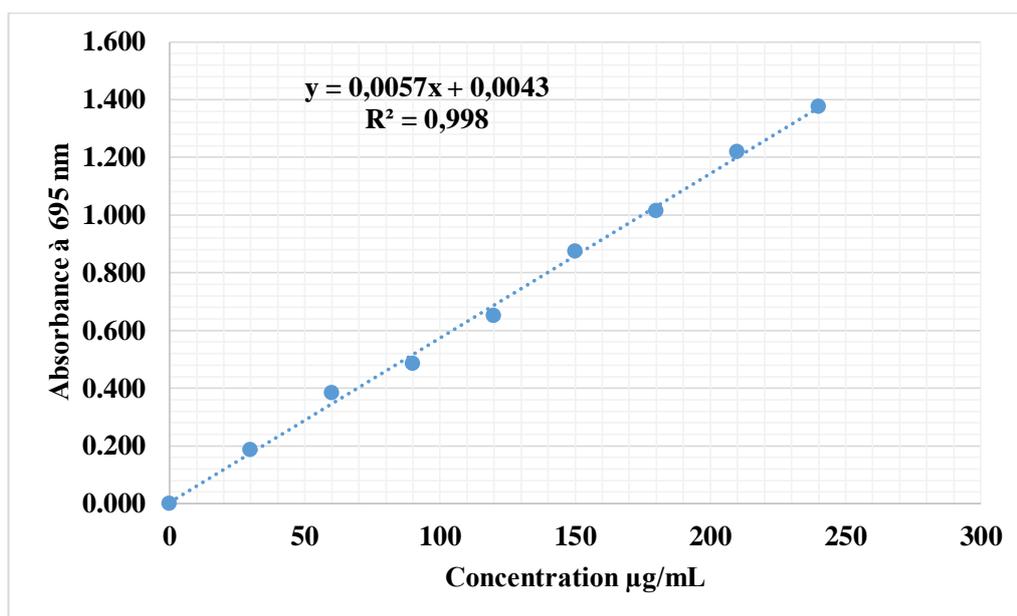


Figure 10 : Courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique.

Nos résultats indiquent que la capacité antioxydante de l'EAq ( $65.15 \pm 0.27 \mu\text{g EAA/mg ES}$ ) est presque deux fois supérieure à celle de l'EDc ( $38.30 \pm 0.42 \mu\text{g EAA/mg ES}$ ). Cette capacité reste faible et significativement inférieure ( $p < 0.001$ ) à celle du BHT dont la capacité antioxydante est de  $108.71 \pm 1.20 \mu\text{g EAA/mg Ext}$  (Fig. 11).

En comparaison avec le travail de Diab *et al.* (2021), nous constatons que les extraits aqueux et décoction ont une activité antioxydante plus élevée que celle d'extrait hydro-éthanolique ( $95 \mu\text{g EAA/g ES}$ ). La capacité antioxydante des extraits varie selon la méthode d'extraction et le solvant utilisé.

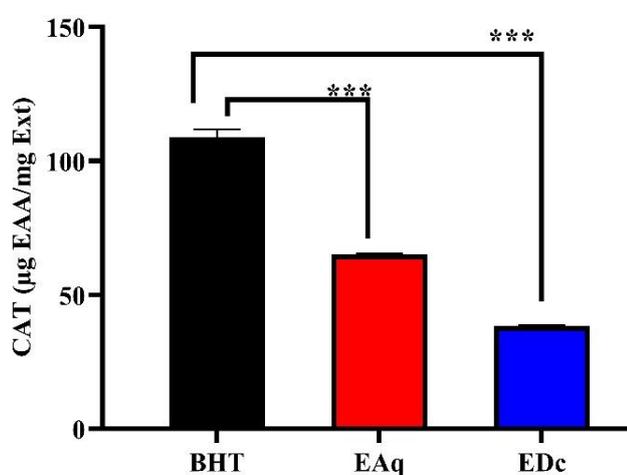


Figure 11 : La capacité antioxydante totale de l'EAq et l'EDc de *P. harmala* et le BHT. Chaque valeur représente la moyenne  $\pm$  SD ( $n = 3$ ). EAq : extrait aqueux, EDc : extrait de décoction, BHT : Butylhydroxytoluène. \*\*\* : ( $p < 0.001$ ) Différence significative par rapport au BHT.

### 4. Effet antibactérien des extraits de *P. harmala*

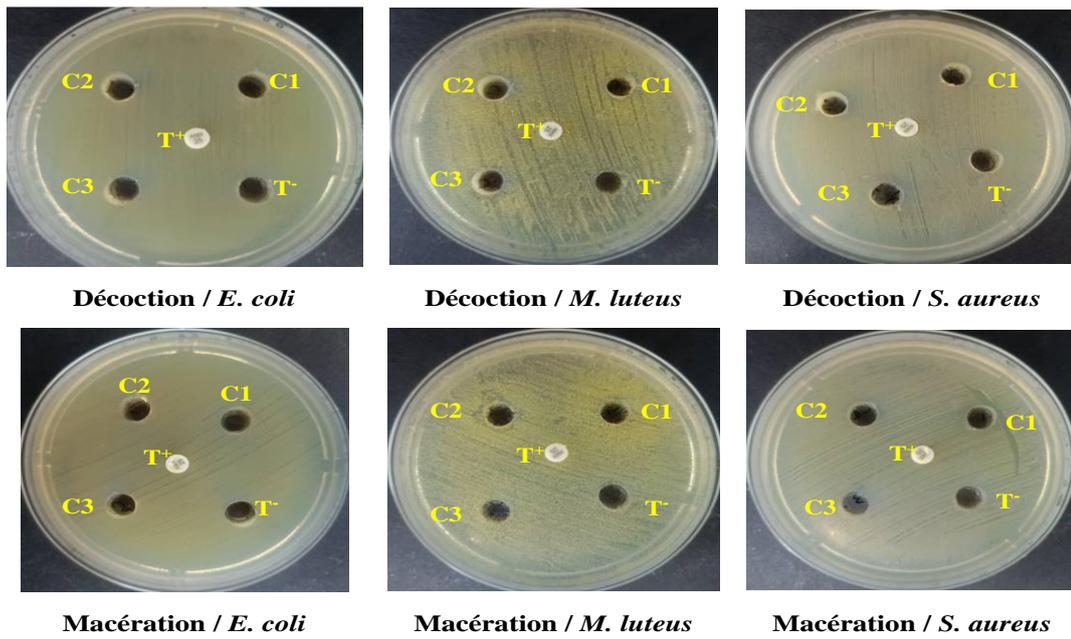
Après l'obtention des extraits aqueux par macération et décoction, ces derniers ont été testés pour leur pouvoir antibactérien contre trois bactéries pathogènes ; *Escherichia coli*, *Micrococcus luteus* et *Staphylococcus aureus* en utilisant la technique des puits. Les extraits n'ont montré aucune activité contre ces bactéries (**Fig. 12**).

Il existe très peu de travaux sur l'activité antibactérienne des extraits aqueux des feuilles de la plante *P. harmala* et la plupart des travaux ont été réalisés sur les graines en utilisant le méthanol comme solvant d'extraction. En **2016**, **Fatma et ses collaborateurs** ont montré que l'extrait méthanolique des feuilles de *P. harmala* était efficace contre les quatre micro-organismes testés (*P. mirabilis*, *E. coli*, *P. aeruginosa* et *S. aureus*).

Il a été observé également que la concentration minimale inhibitrice et la concentration minimale bactéricide des flavonoïdes extraits des feuilles et des graines de *P. harmala* étaient bactéricides contre *Staphylococcus aureus*. Alors que les extraits aqueux des graines et des feuilles étaient inactifs contre toutes les bactéries ou possédait une très faible activité contre uniquement deux bactéries (**Fatma et al., 2016**) ce qui est en accord avec les résultats obtenus dans notre étude.

Dans l'étude menée par **Najm et ses collaborateurs, (2022)**, les alcaloïdes séparés à partir de l'extrait méthanolique des graines de la plante *P. harmala* L. ont montré une activité inhibitrice contre *S. aureus* et *E. coli* à différentes concentrations.

Les variations observées dans l'activité antibactérienne des extraits de *P. harmala* peuvent s'expliquer par des différences géographiques et environnementales influençant la composition chimique des plantes, ainsi que par les méthodes d'extraction (macération, décoction ou infusion) et le choix du solvant. Les conditions spécifiques telles que le climat, le sol et l'altitude, ainsi que les techniques et les paramètres d'extraction, peuvent modifier les composés bioactifs présents, ce qui explique pourquoi certains extraits de la plante montrent une activité antibactérienne alors que d'autres n'en montrent pas (**Sabo et al., 2019 ; Dilbato Dinbiso et al., 2022**).



**Figure 12 :** Activité antibactérienne de l'EAQ et l'EDc obtenue par la méthode des puits. C1 : 400 mg/mL, C2 : 200 mg/mL, C3 : 100 mg/mL, T<sup>-</sup> : eau distillé, T<sup>+</sup> : un antibiotique.

# **CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

## **Conclusion et perspectives**

*Peganum harmala* L., couramment connu sous le nom de « Harmel », est une plante largement utilisée dans la médecine traditionnelle Algérienne pour traiter diverses affections, et elle possède également des propriétés antimicrobiennes et anti-inflammatoires et antioxydantes.

Le présent travail visait à évaluer la capacité des extraits de *Peganum harmala* à réduire les radicaux libres responsables du stress oxydatif et à diminuer la prolifération des microbes pathogènes. À cette fin, nous avons étudié les extraits des feuilles de la plante *P. harmala* afin de déterminer leurs propriétés antioxydantes et antibactériennes.

Le rendement d'extraction de l'EAq (20 %) est relativement supérieur à celui de l'EDc (18 %), et les résultats de l'analyse quantitative des métabolites secondaires indiquent la richesse des feuilles de *P. harmala* en polyphénols totaux et en flavonoïde.

L'activité antioxydante a été évaluée en utilisant la méthode de piégeage des radicaux libres DPPH et la méthode de la Capacité Antioxydante Totale (TAC). Les deux extraits ont montré une bonne activité antioxydante, mais elle reste inférieure à celle du standard (BHT).

De plus, le test antibactérien d'extraits aqueux et décoction de la plante *P. harmala* a été effectué contre diverses souches bactériennes. Ces derniers n'ont révélé aucune activité antibactérienne. Malgré les potentiels bienfaits connus de cette plante dans d'autres domaines, nos résultats indiquent que, dans les conditions expérimentales appliquées, les extraits aqueux ne possèdent pas de propriétés antibactériennes significatives.

Pour approfondir ces résultats prometteurs, des études supplémentaires pourraient inclure :

- ✓ Caractérisation Chimique approfondie : une analyse détaillée des composés actifs responsables de ces activités.
- ✓ Études *in vivo* afin de tester l'efficacité et la sécurité des extraits sur des modèles animaux.
- ✓ Développement des produits pharmaceutiques : formuler des produits thérapeutiques potentiels à partir des extraits étudiés.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographiques

- Abbas M. W., Hussain M., Qamar M., Ali S., Shafiq Z., Wilairatana P. & Mubarak M. S. (2021).** Antioxidant and anti-inflammatory effects of *Peganum harmala* extracts: An in vitro and in vivo study. *Molecules* **26** (19), 6084.
- Achour, S., Saadi, H., Turcant, A., Banani, A., Mokhtari, A., Soulaymani, A., & Bencheikh, R. S. (2012).** Intoxication au *Peganum harmala* L. et grossesse : deux observations marocaines. *Médecine et Santé Tropicales*, **22** (1), 84-86.
- Al Qaisi Y., Alfarayeh I., Alsarayreh A., Khleifat K. & Abu-Nwas N. (2024).** Assessment of Antioxidant Potential, Cytotoxicity, and Anticancer Activity of Methanolic Extracts from Selected Wild Medicinal Plants. *Phytomedicine Plus* **4** (2), 100534.
- Arrar L., Diafet A., Charef N., Khennouf S. & Baghiani A. (2013).** Preventive and curative effect of the methanolic extract of *Ajuga iva* on collagen induced arthritis in rats. *Pharmacognosy Communications* **3** (2), 1-7.
- Bahorun T., Gressier B., Trotin F., Brunet C., Din T., Vasseur J., Gazin J. C, Pinkas M., Luyckx M. & Gazin M. (1996).** Oxygen species scavenging activity of phenolic extract from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparation. *Arzneimittel-forschung/Drug Research* **46** (2), 1086 – 1089.
- Behidj-benyounes N., Dahmane T., Aknouche F. & Demmouche K. (2013).** Screening phytochimique et évaluation de l'activité antimicrobienne des alcaloïdes des feuilles de *Peganum harmala* L. récoltées dans la région de M'sila. *Sciences & Technologie. C, Biotechnologies*, 27-37.
- Biyiti, L. F., Meko'o, D. J. L., Tamzc, V., & Amvam Zollo, P. H. (2004).** Recherche de l'activité antibactérienne de quatre plantes médicinales camerounaises. *Pharmacopoeia and African Traditional Medicine*, **13**, 11-20.
- Böhm E., W., Buonfiglio F., Voigt A., M., Bachmann P., Safi T., Pfeiffer N. & Gericke A. (2023).** Oxidative stress in the eye and its role in the pathophysiology of ocular diseases. *Redox Biology* **68**, 102967.
- Burits M. & Bucar F. (2000).** Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytotherapy Research* **14**, 323-328.
- Dehiri. M., Diafat. A., Fatmi. W., Ben Mansour. R., Bouaziz. F., Bahloul. A. (2022).** Cytotoxic, antioxidant and antimicrobial activities of *Peganum harmala* L. extracts. *Bbiotechnologia Acta*. **15**(1).
- Diab T. A., Donia T. & Saad-Allah K. M. (2021).** Characterization, antioxidant, and cytotoxic effects of some Egyptian wild plant extracts. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences* **10**, 1-13.
- Dilbato Dinbiso T., Deressa F. B., Legesse D. T., Shumi Gebisa E., Choramo Diko A. & Tolosa Fulasa T. (2022).** Antimicrobial activity of selected ethnoveterinary medicinal plants of Southern Region, Ethiopia. *Infection and Drug Resistance*, 6225-6235.
- Elansary H. O., Szopa A., Kubica P., Ekiert H., Al-Mana F. A. & El-Shafei A. A. (2020).** Polyphenols of *Frangula alnus* and *Peganum harmala* leaves and associated biological activities. *Plants* **9** (9), 1086.
- Fatma B., Fatiha M., Elattafia B. & Noureddine D. (2016).** Phytochemical and antimicrobial study of the seeds and leaves of *Peganum harmala* L. against urinary tract infection pathogens. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* **6**(10), 822-826.
- Georgé S., Brat P., Alter P. & Amiot J.M. (2005).** Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **53**, 1370-1373.

Iserin P., Masson M. & Reslellini J. (2001). La rousse encyclopédie des plantes médicinales. 2<sup>ème</sup> édition. Paris, 335p.

Li H.B., Cheng K.W., Wong C.C., Fan K.W., Chen F. & Jiang Y. (2007). Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae. Food chemistry **102** (3), 771-776.

22

Mbiantcha M., Kamanyi A., Teponno R.B., Tapondjou L.A., Watcho P. & Nguелеfack T.B. (2011). Analgesic and Anti-inflammatory Properties of Extracts from the Bulbils of *Dioscorea bulbifera* L. Var sativa. (*Dioscoreaceae*) in Mice and Rats. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine **2011**, 912935.

Najm M. R. & Sultan F. I. (2022). Evaluation of Phytochemical Constituents by GC-MS, HPLC and Biological Activity of *Peganum Harmala* L. Seeds Extract. In IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science* **1060** (1), p. 012097.

Niroumand M. C., Farzaei M. H. & Amin G. (2015). Medicinal properties of *Peganum harmala* L. in traditional Iranian medicine and modern phytotherapy: a review. *Journal of Traditional Chinese Medicine* **35** (1), 104-109.

Prieto P., Pineda M. & Aguilar M. (1999). Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. Analytical biochemistry **269** (2), 337-341.

Rouibah M. (2019). Insecticidal Potency of Aqueous Extracts of Seeds and Leaves of Harmal *Peganum Harmala* (*Zygophyllaceae*) on Juveniles of *Calliptamus barbarus* (Orthoptera: *Calliptaminae*): Contact and Ingestion Effects. *International Journal of Zoology and Animal Biology* **2** (11), 1-13

Sabo V. A. & Knezevic P. (2019). Antimicrobial activity of *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. plant extracts and essential oils: A review. *Industrial crops and products* **132**, 413-429.

Sánchez-Moreno C. (2002). Review: Methods Used to Evaluate the Free Radical Scavenging Activity in Foods and Biological Systems. *Food Science and Technology International* **8** (3), 121-137.

Senhaji S., Lamchouri F., Boulfia M., Lachkar N., Bouabid K. & Toufik H. (2022). Mineral composition, content of phenolic compounds and in vitro antioxidant and antibacterial activities of aqueous and organic extracts of the seeds of *Peganum harmala* L. *South African Journal of Botany* **147**, 697-712.

Shahrajabian M. H., Sun W. & Cheng Q. (2021). Improving health benefits with considering traditional and modern health benefits of *Peganum harmala*. *Clinical Phytoscience* **7**, 1-9.

Touaibia M. (2017). Composition and anti-inflammatory effect of the common myrtle (*Myrtus communis* L.) essential oil growing wild in Algeria. *Phytothérapie* **16**, 143-148.

Zhu Z., Zhao S. & Wang C. (2022). Antibacterial, antifungal, antiviral, and antiparasitic activities of *Peganum harmala* and its ingredients: A review. *Molecules* **27**(13), 4161.



# **ANNEXE**

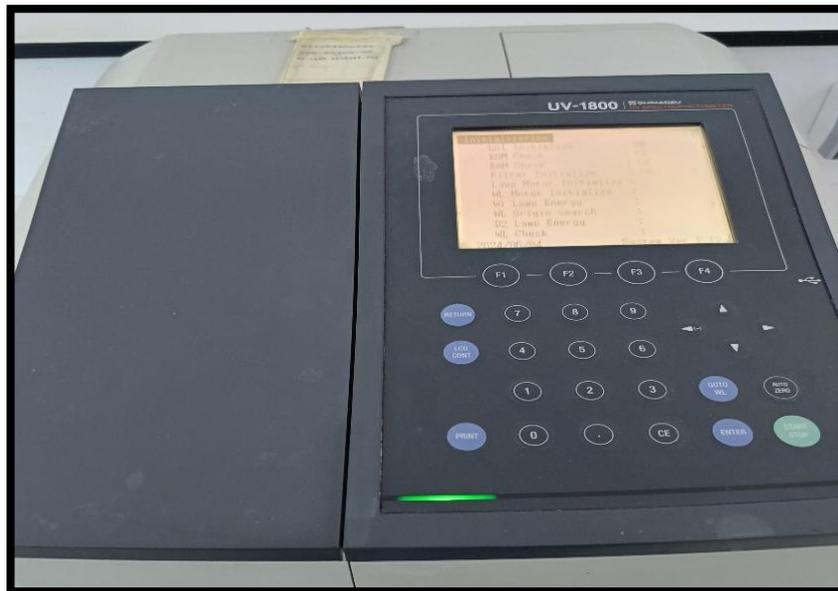
➤ **Matériels de laboratoire**



**Annexe 1 : Le bain-marie (photo personnelle).**



**Annexe 2 : Une étuve (photo personnelle).**



**Annexe 3 : Le spectrophotomètre UV-Visible (photo personnelle).**



**Annexe 4 : Agitateur vortex (photo personnelle).**

### ➤ Produits

- Le méthanol
- L'eau distillée
- Folin-Ciocalteu
- Acide phosphotungstique ( $H_3PW_{12}O_{40}$ )
- Acide phosphomolybdique ( $H_3PMO_{12}O_4$ )
- Trichlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ )
- Quercétine
- Acide gallique
- 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH)
- carbonate de sodium ( $Na_2CO_3$ )
- Hydroxytoluène butylé (BHT)
- Acide ascorbique
- Acide sulfurique ( $H_2SO_4$ )
- Phosphate de sodium ( $Na_3PO_4$ )
- Molybdate d'ammonium
- Gélose nutritif (GN).
- DMSO
- Amoxicilline 25

*Peganum harmala* L. هو نبات يعتبر من الأعشاب المستخدمة على نطاق واسع في الطب التقليدي الجزائري. هذه الدراسة تهدف إلى تقييم النشاط المضاد للأكسدة والنشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصات المائية من أوراق نبات *Peganum harmala* ، الذي تم جمعه من منطقة في ولاية برج بوعريش. كان مردود عملية الاستخلاص المائي بالنقع أعلى مردود 20% حيث أظهر التحليل الكيميائي النباتي أن المستخلص المائي بالنقع يحتوي على أعلى مستويات من الفلافونويد ( $1.15 \pm 15.14$  ميكروغرام /EqQ /مغ SE) ، من البوليفينول ( $5.28 \pm 76.52$  ميكروغرام /EAG /مغ SE) . أظهرت دراسة نشاط مضادات الأكسدة بواسطة تقنية إرجاع الجذر الحر DPPH وطريقة اجمالي نشاط مضادات الأكسدة TAC ، ان كل من المستخلصين لديهم نشاطا جيدا ضد DPPH و كانت قيمة التركيز التثبيطي الأقصى حتى النصف كما يلي :  $0.73 \pm 72.26$  و  $0.29 \pm 62.18$  µg/ml بالنسبة للمستخلص المائي بالنقع و بالعلي على الترتيب, أما فيما يخص الاختبار الثاني تشير النتائج إلى أن المستخلص (EAQ) يظهر نشاطاً مضاداً للأكسدة أعلى بقيمة ( $0.27 \pm 65.15$ ) ميكروغرام /EAA /مغ SE مقارنة بالمستخلص (EDC). تم اختبار النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصين ضد السلالات البكتيرية الجرام (+) و (-) بطريقة الثوب لم يظهر أي نشاط. تسلط هذه النتائج الضوء على أهمية *Peganum harmala* واستخدامه بشكل خاص في الطب التقليدي. على الرغم من أن هناك حاجة لدراسات معملية إضافية ودراسات على الجسم الحي (مثل السمية) للتأكد من سلامة وفعالية مستخلصات *P. harmala* عند البشر.

#### الكلمات المفتاحية

*Peganum harmala* L، نشاط مضاد الأكسدة، نشاط مضاد البكتيريا، البوليفينول والفلافونويدات.

#### Abstract

*Peganum harmala* L. is plant considered as a herb widely used in traditional Algerian medicine. This study aims to evaluate the antioxidant and antibacterial activity of aqueous extracts of the *Peganum harmala* leaves, collected in a region of the wilaya of Bordj Bou Arreridj. The yield of aqueous extraction by decoction (EAQ) shows the highest yield at 20%. Phytochemical analysis of the plants showed that the aqueous extract (EAQ) contained the highest levels in flavonoids ( $15.14 \pm 1.15$  QE µg /mg SE) in polyphenols ( $52.76 \pm 5.28$  µg AGE /mg SE). Subsequently, an antioxidant activity study was realised using the DPPH free radical scavenging method and the total antioxidant activity method (TAC). Both extracts reveal good anti-radical activity against the DPPH radical with values of  $IC_{50}$   $72.26 \pm 0.73$  µg/ml and  $62.18 \pm 0.29$  µg/ml in the extracts (DcE) and (AqE) respectively. Concerning the second test, the results indicate that the AqE exhibits higher antioxidant activity with a value of  $65.15 \pm 0.27$  µg AAE/mg SE compared to the DcE. Testing the antibacterial activity of the two extracts against Gram (+) and (-) bacterial strains by the well method revealed no activity. These results highlight the importance and particular use of *Peganum harmala* in traditional medicine. Additional laboratory studies and *in vivo* studies (such as toxicity) are needed to confirm the safety and effectiveness of *P. harmala* extracts in humans.

#### Key words

*Peganum harmala* L., antioxidant activity, antibacterial activity, polyphenols, flavonoids.

#### Résumé

*Peganum harmala* L. est une plante considérée comme une herbe largement utilisées dans la médecine traditionnelle Algérienne. Notre étude vise à évaluer l'activité antioxydante et l'antibactérienne de l'extrait aqueux et l'extrait de décoction des feuilles du *Peganum harmala*, collectées dans une région de la wilaya de Bordj Bou Arreridj. L'extraction est réalisée par deux méthodes la macération et la décoction. L'extrait de décoction (EAQ) présente le rendement le plus élevé à 20 %. L'analyse phytochimique des extraits a montré que l'extrait aqueux (EAQ) donne la teneur la plus élevée en flavonoïdes ( $15.14 \pm 1.15$  µg EQ/mg extrait sec) et en polyphénols ( $52.76 \pm 5.28$  µg EAG/mg extrait sec). L'étude de l'activité antioxydante a été réalisée, en utilisant la méthode de piégeage du radical libre DPPH et la méthode d'activité antioxydante totale (TAC). Les deux extraits révèlent une bonne activité antiradicalaire contre le radicale DPPH avec des valeurs d' $IC_{50}$   $72.26 \pm 0.73$  µg /ml et  $62.18 \pm 0.29$  µg /ml dans l'EDC et l'EAQ, respectivement. Concernant le deuxième test, les résultats montrent que l'EAQ présente une capacité antioxydante plus élevée avec une valeur de  $65.15 \pm 0.27$  µg EAA/mg ES par rapport à l'EDC. Le test de l'activité antibactérienne des deux extraits contre des souches bactériennes Gram (+) et (-) par la méthode de puits, n'a révélé aucune activité. Ces résultats mettent en lumière l'importance et l'utilisation particulière de *Peganum harmala* dans la médecine traditionnelle. Des études supplémentaires en laboratoire et des études *in vivo* (comme la toxicité) sont nécessaires pour confirmer la sécurité et l'efficacité des extraits de *P. harmala* chez l'homme.

#### Mots clés

*Peganum harmala* L, activité antioxydante, activité antibactérienne, polyphénols, flavonoïdes.