الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Ferhat Abbas Sétif -1-
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة فرحات عباس سطيف -1-
كلية علوم الطبيعية والحياة

Département de Biotechnologie

N° ……/SNV/2026

Mémoire

Présenté par :

NASRI Naima & MESSAOUD SALEM Ikram

Pour l'obtention du diplôme de

Master

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie et Valorisation des Plantes

***Thème* :**

Dosage et activités biologiques de l'extrait hydroéthnolique de *Peganum harmala* L

DEVANT LE JURY :

PRESIDENT: BOUSBAA F	**MCA**	**UFA Sétif 1**
ENCADRANT : RAHMOUNI M	**MCA**	**UFA Sétif 1**
EXAMINATEUR : BELGUET A	**MCA**	**UFA Sétif 1**

Laboratoire de valorisation des Ressources Naturelles biologiques

2025/2026

Résumé

Cette étude vise à évaluer la composition phytochimique et les activités biologiques de l'extrait hydroéthanolique (80 %) obtenu à partir des graines de *Peganum harmala* L., une plante médicinale reconnue pour ses usages traditionnels et sa richesse en métabolites secondaires d'intérêt biologique. L'extrait a été obtenu par macération à l'aide d'un mélange hydroéthanolique (80 % d'éthanol et 20 % d'eau distillée). Les teneurs en composés phénoliques totaux, flavonoïdes et tanins condensés ont été déterminées respectivement par les méthodes de Folin-Ciocalteu, du trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$) et de la vanilline en milieu acide. L'activité antioxydante a été évaluée par le test du radical DPPH, tandis que l'activité antibactérienne a été étudiée par la méthode de diffusion sur gélose.Les résultats ont montré que l'extrait hydroéthanolique des graines de *Peganum harmala* L. est riche en composés phénoliques totaux avec une teneur de 211,64 ± 15,12 mg EAG/g d'extrait, ainsi qu'en flavonoïdes avec une teneur de 116,59 ± 6,64 mg EQ/g d'extrait. En revanche, la teneur en tanins condensés était très faible et a atteint 0,0046 ± 0,0003 mg EC/g d'extrait. L'extrait a également présenté une activité antioxydante importante, avec une valeur d'IC_{50} de 14,92 ± 0,034 µg/mL, proche de celles des antioxydants de référence BHT et α-tocophérol, traduisant une capacité appréciable de piégeage des radicaux libres.Concernant l'activité antibactérienne, l'extrait a montré une activité limitée vis-à-vis des souches bactériennes testées dans les conditions expérimentales appliquées.Ces résultats indiquent que les graines de *Peganum harmala L*. constituent une source intéressante de composés phénoliques dotés d'un potentiel antioxydant important, ce qui met en évidence leur intérêt dans la valorisation des ressources végétales naturelles et leur utilisation potentielle comme source de molécules bioactives d'intérêt pharmaceutique et alimentaire.

Mots-clés : *Peganum harmala* L., extrait hydroéthanolique, polyphénols, flavonoïdes, tanins condensés, activité antioxydante, DPPH, activité antibactérienne.

Abstract

This study aimed to evaluate the phytochemical composition and biological activities of an 80% hydroethanolic extract obtained from the seeds of *Peganum harmala* L., a medicinal plant known for its traditional uses and its richness in biologically active secondary metabolites. The extract was prepared by maceration using a hydroethanolic mixture (80% ethanol and 20% distilled water). The contents of total phenolic compounds, flavonoids, and condensed tannins were determined using the Folin–Ciocalteu, aluminum chloride ($AlCl_3$), and acidified vanillin methods, respectively. Antioxidant activity was evaluated using the DPPH free radical scavenging assay, while antibacterial activity was assessed by the agar disc diffusion method. The results revealed that the hydroethanolic seed extract of *Peganum harmala* L. is rich in total phenolic compounds, with a content of 211.64 ± 15.12 mg GAE/g extract, and flavonoids, with a content of 116.59 ± 6.64 mg QE/g extract. In contrast, the content of condensed tannins was very low, reaching 0.0046 ± 0.0003 mg CE/g extract. The extract also exhibited significant antioxidant activity, with an IC_{50} value of 14.92 ± 0.034 µg/mL, close to those of the reference antioxidants BHT and α-tocopherol, indicating a considerable free radical scavenging capacity. Regarding antibacterial activity, the extract showed limited effectiveness against the tested bacterial strains under the experimental conditions applied These findings suggest that *Peganum harmala L*. seeds constitute a valuable source of phenolic compounds with notable antioxidant potential, highlighting their relevance in the valorization of natural plant resources and their possible use as a source of bioactive molecules for pharmaceutical and food applications.

Keywords: *Peganum harmala L*., hydroethanolic extract, polyphénols,flavonoids, condensed tannins, antioxidant activity, DPPH, antibacterial activity.

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم التركيب الفيتوكيميائي والنشاطات البيولوجية للمستخلص الهيدروإيثانولي (80%) المحضر من بذور نبات الحرمل(*Peganum harmala L.*) ، وهو نبات طبي معروف باستعمالاته التقليدية وثرائه بالمستقلبات الثانوية ذات الأهمية البيولوجية.

تم الحصول على المستخلص بطريقة النقع باستعمال مزيج هيدروإيثانولي (80% إيثانول، 20% ماء مقطر). وتم تحديد محتوى المركبات الفينولية الكلية والفلافونويدات والتانينات المكثفة باستعمال طرق Folin-Ciocalteuو $AlCl_3$وطريقة الفانيلين في الوسط الحمضي. كما تم تقييم النشاط المضاد للأكسدة بواسطة اختبارDPPH ، إضافة إلى دراسة النشاط المضاد للبكتيريا باستعمال طريقة الانتشار على الوسط الصلب.

أظهرت النتائج أن المستخلص الهيدروإيثانولي لبذور الحرمل غني بالمركبات الفينولية الكلية بمحتوى بلغ 211.64 ± 15.12 mg EAG/g d'extrait ، كما سجل محتوى معتبراً من الفلافونويدات قدره 116.59 ± 6.64 mg EQ/g d'extrait. في المقابل، كانت كمية التانينات المكثفة منخفضة جداً وبلغت 0.0046 ± 0.0003 mg EC/g d'extrait. كما أظهر المستخلص نشاطاً مضاداً للأكسدة مهماً، حيث بلغت قيمةIC_{50} 14.92 ± 0.034 µg/mL ، وهي قيمة قريبة من مضادات الأكسدة المرجعية BHT و α-tocophérol، مما يدل على قدرة معتبرة على تثبيط الجذور الحرة.

أما فيما يخص النشاط المضاد للبكتيريا، فقد أظهر المستخلص فعالية محدودة تجاه سلالتي *Escherichia coli* ATCC 25922و *Staphylococcus aureus*_ATCC 25923 بأقطار تثبيط بلغت 6 مم، ضمن حدود التجربة.

تؤكد هذه النتائج أن بذور *Peganum harmala L.* تمثل مصدراً مهماً للمركبات الفينولية ذات النشاط المضاد للأكسدة، مما يبرز إمكاناتها في مجال تثمين الموارد النباتية الطبيعية واستعمالها كمصدر واعد للمركبات الحيوية ذات الأهمية الصيدلانية والغذائية

الكلمات المفتاحية: Peganum harmala L.، الحرمل، البوليفينولات، الفلافونويدات، التانينات المكثفة، النشاط المضاد للأكسدة، DPPH، النشاط المضاد للبكتيريا.

Sommaire

Résumer
Liste des figures
Liste des tableaux
Liste des abréviations
Introduction générale 1
chapitre I. Généralités sur la phytothérapie 7
I.1. Définition de la phytothérapie 7
I.2. Définition d'une plante médicinale 8
I.3. Production des plantes médicinales 9
I.4. Parties utilisées des plantes médicinales et modes d'utilisation 11
I.5. Conditions optimales d'utilisation des plantes médicinale 14
I.5.1. Récolte 14
I.5.2. Séchage 15
I.5.3. Conservation 15
I.6. Les plantes médicinales en Algérie 16
I.7. Étude de la plante *Peganum harmala* 16
I.7.1. Présentation de la famille Zygophyllaceae 16
I.7.2. Répartition géographique 18
I.7.3. Le genre *Peganum* 20
I.7.4. Systématique de Peganum harmala 22
I.7.5. Description botanique de *Peganum harmala* 23
I.7.6. Nomenclature 24
I.7.7. Usages traditionnels 25
I.7.8. Activités pharmacologiques 26
Chapitre II : Composition phytochimique 30
Introduction 31
II.1. Généralités sur les métabolites secondaires 31
II.2. Rôles des métabolites secondaires 32
II.3. Classification des métabolites secondaires 33
II.4. Les alcaloïdes : intérêt particulier pour *Peganum harmala* L 34

II.5. Les composés phénoliques 35
II.5.1. Généralités 36
II.5.2. Localisation 37
II.5.3. Les tanins 37
II.5.4. Les flavonoïdes 38
II.5.5. Les lignanes 39
II.5.6. Les coumarines 39
Chapitre III : Activité biologique 41
Introduction 42
III.1. Généralités sur l'activité biologique 42
III.1.1. Notion d'activité biologique 42
III.1.2. Approches expérimentales d'évaluation 43
III.1.3. Spécificité biologique de L. 43
III.2. Activité antioxydante 44
III.2.1. Stress oxydatif 44
III.2.2. Radicaux libres 44
III.2.3. Antioxydants 45
III.2.4. Méthodes d'évaluation de l'activité antioxydante 45
III.3. Activité antibactérienne 46
III.3.1. Définition et intérêt scientifique 46
III.3.2. Mécanismes généraux d'action antibactérienne 46
III.3.3. Facteurs influençant l'activité antibactérienne 46
III.3.4. Méthodes d'évaluation de l'activité antibactérienne 47
III.3.5. Concentration minimale inhibitrice et concentration minimale bactéricide 47
III.3.6. Limites d'interprétation 47
chapitreIV Matériel et méthodes 48
IV.1.1. Matériel végétal 49
IV.1.2Matériel biologique : 50
IV.2Méthodes 50
IV.2.1Préparation des extraits 50
IV2.1.1**Préparation de L'extrait brut par Extraction Solide - Liquide (ESL) 51**
IV2.1.2**Calcule le rendement 52**

IV.3**Dosage des polyphénols** **52**
IV.4**Dosage des flavonoïdes** **53**
IV.5**Dosage des tanins condensés** **54**
IV.6**Activité antioxydante in *vitro*** **55**
IV.7**Evaluation *in vitro* de l'activité antibactérienne** **56**
CHAPITRE V **59**
Résultats et Discussion **59**
1. Extrait obtenu **60**
2. . Rendement d'extraction **61**
3. Détermination de la teneur en polyphénols totaux **63**
4. Teneur en flavonoïdes **65**
5. Dosages des tanins condensés **66**
6. . Activité antioxydante des extraits de Peganum harmala L **68**
7. Activité bactérienne **72**
Conclusion générale **77**
Références bibliographiques **80**



INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

Les plantes médicinales représentent une source importante de composés bioactifs, tels que les alcaloïdes, les composés phénoliques et les flavonoïdes, reconnus pour leurs diverses activités biologiques. Cependant, leur origine naturelle ne garantit ni leur efficacité ni leur innocuité, ce qui justifie leur évaluation scientifique (Bruneton,2016).

Parmi ces plantes, *Peganum harmala* L. (harmel), largement utilisée en médecine traditionnelle et répandue dans les régions arides et semi-arides d'Algérie, se distingue par sa richesse en alcaloïdes β-carboliniques et en composés phénoliques. Ces constituants sont associés à plusieurs activités biologiques, notamment les activités antioxydante et antibactérienne, mais peuvent également présenter une certaine toxicité selon les conditions d'utilisation (Moloudizargari et al., 2013 ; Li et al., 2024).

Problématique

L'usage traditionnel de *Peganum harmala* L. est largement connu dans plusieurs régions, notamment en Afrique du Nord et au Moyen-Orient. Cette plante est souvent associée à des usages thérapeutiques ou rituels, ce qui explique l'intérêt qui lui est accordé dans les travaux ethnobotaniques. Cependant, la reconnaissance d'un usage populaire ne suffit pas à valider scientifiquement l'efficacité d'une plante médicinale. Il devient donc nécessaire de confronter ces pratiques à une analyse botanique, phytochimique et biologique capable de préciser les composés actifs, les effets observés et les risques éventuels.

Le problème central de cette recherche réside dans la dualité scientifique de *Peganum harmala* L. D'un côté, cette espèce présente un potentiel pharmacologique important en raison de sa richesse en alcaloïdes et en composés phénoliques. De l'autre, ces mêmes constituants peuvent être associés à des effets toxiques lorsque l'utilisation n'est pas contrôlée. Cette situation impose de dépasser une vision simplement valorisante de la plante pour adopter une lecture critique, capable d'évaluer à la fois son intérêt biologique et ses limites toxicologiques. (Herraiz et *al*., 2010 ; Moloudizargari et *al*., 2013).

À partir de cette réflexion, la problématique principale peut être formulée ainsi :

Dans quelle mesure l'étude botanique, phytochimique et biologique de *Peganum harmala* L. permet-elle de comprendre son potentiel thérapeutique tout en mettant en évidence les limites et les risques liés à son utilisation traditionnelle ?

Cette problématique est directement liée au contenu du mémoire. Le premier chapitre permet d'établir les bases scientifiques de la phytothérapie et de situer *Peganum harmala* L. sur le plan botanique et écologique. Le deuxième chapitre apporte les éléments nécessaires à la compréhension de sa composition chimique, notamment les métabolites secondaires responsables de ses effets biologiques. Le troisième chapitre permet enfin d'examiner les activités antioxydantes et antibactériennes, tout en montrant que les résultats expérimentaux doivent être interprétés avec prudence avant toute application thérapeutique. (Wichtl et Anton, 2003 ; Dai et Mumper, 2010 ; Li et *al*., 2024).

Hypothèses de recherche

Hypothèse principale

L'étude botanique, phytochimique et biologique de *Peganum harmala* L. permet de montrer que cette plante possède un potentiel pharmacologique réel, mais que sa valorisation thérapeutique reste conditionnée par la standardisation des extraits, l'évaluation des doses efficaces et la maîtrise des risques toxicologiques. (Moloudizargari et *al*., 2013 ; Li et *al*., 2024).

Hypothèses secondaires

H1 : Les caractéristiques écologiques de *Peganum harmala* L., notamment son adaptation aux milieux arides et semi-arides, peuvent influencer la production et l'accumulation de ses métabolites secondaires. (Ababou et *al*., 2013 ; Flora of China, 2008).

H2 : Les alcaloïdes β-carboliniques, en particulier l'harmine et l'harmaline, constituent les principaux marqueurs phytochimiques expliquant une part importante des activités biologiques attribuées à la plante. (Herraiz et *al*., 2010 ; Moloudizargari et *al*., 2013).

H3 : Les composés phénoliques, les flavonoïdes, les tanins, les lignanes et les coumarines contribuent de manière complémentaire au profil biologique global de l'espèce, notamment dans les réponses antioxydantes. (Dai et Mumper, 2010 ; Khoddami et *al*., 2013 ; Li et *al*., 2024).

H4 : Les activités biologiques observées, notamment antioxydantes et antibactériennes, dépendent fortement de l'organe végétal étudié, du solvant d'extraction, de la concentration de l'extrait et des conditions expérimentales. (Senhaji et *al*., 2022 ; Balouiri et *al*., 2016).

H5 : Les usages traditionnels de *Peganum harmala* L. ne peuvent être considérés comme scientifiquement exploitables que s'ils sont confrontés à des données pharmacologiques et toxicologiques fiables. (Bruneton, 2016 ; Liu et *al*., 2022).

Objectifs de la recherche

Objectif général

L'objectif général de cette recherche est d'analyser *Peganum harmala* L. à travers une synthèse bibliographique portant sur ses caractéristiques botaniques, sa composition phytochimique et ses activités biologiques, afin de mieux comprendre son potentiel pharmacologique et les précautions nécessaires à son utilisation.

Objectifs spécifiques

1. Présenter les fondements scientifiques de la phytothérapie et les conditions d'utilisation des plantes médicinales.
2. Décrire les caractéristiques botaniques, taxonomiques, écologiques et géographiques de *Peganum harmala* L.
3. Identifier les principales familles de métabolites secondaires présentes dans cette espèce.
4. Mettre en évidence l'importance des alcaloïdes β-carboliniques dans le profil phytochimique du harmel.
5. Analyser la contribution des composés phénoliques et des flavonoïdes dans l'activité antioxydante.
6. Présenter les méthodes générales d'évaluation de l'activité antioxydante, notamment les tests DPPH et FRAP.
7. Examiner l'activité antibactérienne dans une perspective générale liée aux extraits végétaux.
8. Souligner les limites d'interprétation des résultats expérimentaux et la nécessité d'une évaluation toxicologique rigoureuse.

Raisons du choix du thème

Le choix de ce thème s'explique d'abord par l'importance de *Peganum harmala* L. dans les pratiques traditionnelles algériennes et maghrébines. Cette plante est connue dans plusieurs régions sous le nom de harmel et demeure associée à des usages populaires variés. L'étudier dans un cadre académique permet de ne pas se limiter à la transmission orale, mais de confronter ces pratiques à des connaissances scientifiques fondées sur la botanique, la phytochimie et la biologie expérimentale. (Benarba et *al*., 2015 ; Bakiri et *al*., 2017).

Ce thème présente également un intérêt scientifique en raison de la richesse chimique particulière de *Peganum harmala* L. La présence d'alcaloïdes β-carboliniques et de composés

phénoliques donne à cette espèce une valeur pharmacognosique importante. Cependant, cette richesse impose une analyse prudente, car les molécules responsables de l'activité biologique peuvent aussi être impliquées dans des effets indésirables. Le sujet permet donc d'aborder une question centrale en phytothérapie : comment valoriser une plante médicinale sans négliger les exigences de sécurité ? (Herraiz et *al*., 2010 ; Moloudizargari et *al.*, 2013).

Le choix de cette plante répond aussi à un intérêt méthodologique. *Peganum harmala* L. permet de construire un mémoire cohérent, organisé autour d'une progression claire : généralités sur la phytothérapie, étude botanique de l'espèce, composition phytochimique et activités biologiques. Cette structure donne au travail une orientation scientifique solide et évite une simple description de la plante. Elle permet au contraire d'établir des liens entre les usages traditionnels, les métabolites secondaires et les effets biologiques rapportés dans la littérature. (Bruneton, 2016 ; Li et *al*., 2024).

Enfin, ce thème possède un intérêt sanitaire. L'utilisation non contrôlée des plantes médicinales peut entraîner des risques, particulièrement lorsque l'espèce contient des molécules puissantes comme les alcaloïdes. L'étude de *Peganum harmala* L. permet donc de rappeler que la valorisation du patrimoine végétal doit s'accompagner d'une évaluation scientifique rigoureuse, afin de distinguer les usages potentiellement utiles des pratiques pouvant exposer l'utilisateur à des effets toxiques. (OMS, 2003 ; Liu et *al*., 2022).