



République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de l'Enseignement
Supérieur Et de La Recherche Scientifique

Université de Ghardaïa

Laboratoire de recherche Valorisation et Conservation des Ecosystèmes Arides
(LVCEA)



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

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecologie

Par :

ROUARI Amel

BOUKHARI Nacira

Thème

**La lutte contre les scorpions par des
biopesticides d'origine végétale**

Soutenu publiquement le : 23/09/2024

Devant le jury :

M. BEN SAMOUNE Youcef	Maître Assistant A	Université de Ghardaïa	Président
Melle. ROUARI Linda	Maître Assistant B	Université de Ghardaïa	Encadreur
M. SADINE Salah Eddine .	Professeur	Université de Ghardaïa	Co-encadreur
M. BELGUIDOUM Mahdi	Maître de conférence A	Université de Ghardaïa	Examineur

Année universitaire 2023/2024

Dédicace

Au terme de ce modeste travail, je le dédie :

En premier lieu, à la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, mon école de la vie, les roses de diamant de ma vie ; à mes très chers parents (ELHADJ ET LOUIZA) pour leurs patiences, leurs amours, leurs sacrifices et leurs aides.

(Qu'ALLAH vous garde et vous donne une vie pleine de joie, de bonheur, de la réalisation de vos rêves et de sérénité).

À ma sœur, ma moitié, Rachida, qui est absente de notre domicile à l'étranger, qui m'a toujours apporté son soutien.

À mon frère Abdel Malek, à son épouse Sarah et à leurs filles, (Amina Tasneem et Louisa)

À mon frère Sayeh, sa femme Abir et leur fils Mazen

A mes frères rafik et Ibrahim el Khalil

A ma sœur Fatima et son mari Muhammad et À ma nièce Leila et A mes neveux, Louay Mahjoub, Yassin et Yasser

À ma tante Fatna, qui m'a toujours prié et m'a donné des encouragements.

À mon fiancé Soliman et à sa famille

À tous mes amis., notamment Afaf Amal Meriem Kawthar Safiya Ibtiseme Selma Zeinab Siham Meriem Amina, maria sihem safia aicha fatima et chaima

À tous mes proches de deux familles BOUKHARI et DJELLOUD Surtout mes tantes aicha souria nadjo et Mon oncle Mohammed

À tout le personnel enseignant, doctorant, technique et administratif de la faculté de la science de la vie et de la terre de l'université de Ghardaïa.

À mes collègues de la promotion 2023 /2024

BOUKHARI NACIRA

Dédicace

Au terme de ce modeste travail, je le dédie :

En premier lieu, à la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, mon école de la vie, les roses de diamant de ma vie ; à mes très chers parents (Allaoua et Dalila) pour leurs patiences, leurs amours, leurs sacrifices et leurs aides.

(Qu'ALLAH vous garde et vous donne une vie pleine de joie, de bonheur, de la réalisation de vos rêves et de sérénité).

À mes très chers frères Abdelmalek et Zakaria et mes très chères sœurs Linda et Aicha, les sources de ma force et de mon bonheur.

(Qu'ALLAH vous guide dans le droit chemin, vous protège et vous aide pour la continuation de vos réussites et de plus).

À tous mes amis notamment : Safia, Ibtissame, Nacira, Sirine, Leila, Aminato, Hind, Selma, Bouthaina, Zineb, Kaouther, Fatima.

À tous qui m'aiment.

À tout le personnel enseignant, doctorant, technique et administratif de faculté SNV de l'université de Ghardaïa.

ROUARI AMEL

Remerciements

*Avant tout nous remercions **ALLAH** tout puissant de nous avoir accordé la santé la force, les moyens pour suivre nos études et le courage et la patience pour terminer ce mémoire.*

*Nos vifs remerciements s'adressent à **Melle. ROUARI Linda** (Université De Ghardaïa), pour avoir nous encadré et nous a guidé tout au long de ce travail avec une grande rigueur scientifique et grande patience. La qualité de ses conseils, remarques constructives, le soutien, la confiance qu'elle nous a accordée, et leur disponibilité au long ce travail.*

*Nos vifs remerciements aussi s'adressent à **Mr SADINE Salah Eddine** (Université de Ghardaïa), qui a accepté de codiriger ce travail, pour nous avoir Fait confiance, son aide, son encouragement à nous, ses conseils et ses sacrifices de leur temps pour nous et d'avoir été présent aussi pendant la réalisation de ce travail.*

*Nos vifs remerciements sont adressés à tous les membres de jury Mr. **BEN SMAOUNE Youcef** (Université De Ghardaïa) et Mr. **BELGUIDOUM Mahdi** (Université De Ghardaïa), Nos professeurs et tous les enseignants du département des Sciences de La Nature et de la Vie de L'université de Ghardaïa*

*Nos vifs remerciements sont adressés aussi à Mme **SOULEM Zineb** (Université De Ghardaïa) pour leur aide et encouragement à nous.*

*Nous remercions Mr **Hassan Nasser** de nous avoir soutenu dans notre travail, pour sa motivation continue et pour son assistance tout au long des travaux,*

Nous remercions l'équipe de Laboratoire de recherche Valorisation et Conservation des Ecosystèmes Arides Notamment le directeur.

*Nous remercions vivement tous les membres de l'équipe des laboratoires de la Faculté de la science de la vie et de la terre de l'université de Ghardaïa : le Responsable et les techniciens (Notamment : **MOULAI OMAR Ali**,*

BENHAMOUDA Hicham, MOULAI ABDALLAH Bachir) pour leur patience, leur énergie, leur créativité, leur présence, leur aide à nous et leurs conseils pendant la réalisation de nos mémoires.

Nous tenons de remercier nos parents pour leur contribution, leur soutien et Leur patience

*Nous remercions aussi toute personne ayant collaboré de loin ou de près
Pour Accomplir et améliorer ce travail*

Résume :

Comme d'autres pays d'Afrique du Nord, du Moyen-Orient et d'Amérique du Sud, l'Algérie est gravement affectée par les envenimations scorpioniques, particulièrement dans les régions désertiques. Pour lutter contre ce danger, les habitants ont recours à des pesticides chimiques qui endommagent l'environnement. Cette étude vise à développer des biopesticides à partir d'extraits de plantes pour une lutte biologique contre les scorpions. Elle se concentre sur l'efficacité des extraits de *Peganum harmala* et *Euphorbia guyoniana* contre *Androctonus australis*.

L'extraction des composés s'est faite par macération à froid, et un test chimique a permis d'identifier les principaux composants des plantes. Les scorpions ont été exposés à différentes concentrations des extraits (10, 15, 20, 25, 30 mg/ml) par pulvérisation, et leurs comportements ont été observés sur 72 heures. Les résultats ont montré que *Euphorbia guyoniana* contenait une diversité chimique importante, tandis que *Peganum harmala* a entraîné les premières mortalités après 24 heures, avec un taux maximal de 60% à 30 mg/ml.

Les taux de mortalité des scorpions variaient en fonction des concentrations et du temps d'exposition, sans atteindre 100%. Les tests de toxicité ont révélé que *Peganum harmala* était plus efficace après 72 heures, avec des doses létales plus faibles que celles de *Euphorbia guyoniana*. Les analyses ont aussi montré que les extraits de ces deux plantes sont prometteurs pour la lutte biologique contre les scorpions, avec des taux d'inhibition variant entre 20% et 100% après 72 heures d'exposition.

L'étude a révélé que les extraits végétaux de *Peganum harmala* et d'*Euphorbia guyoniana* sont très efficaces et essentiels pour la lutte biologique contre les scorpions.

Mot clés : Biopesticide, Inhibition d'envenimation, Extrait, *Peganum harmala*, *Euphorbia guyoniana*, *Androctonus australis*.

Summary:

Like other countries in North Africa, the Middle East, and South America, Algeria is severely affected by scorpion envenomations, especially in desert regions. To combat this danger, residents use chemical pesticides that harm the environment. This study aims to develop biopesticides from plant extracts for biological control of scorpions. It focuses on the effectiveness of *Peganum harmala* and *Euphorbia guyoniana* extracts against *Androctonus australis*.

The compounds were extracted using cold maceration, and a chemical test was conducted to identify the main components of each plant. Scorpions were exposed to different concentrations of the extracts (10, 15, 20, 25, 30 mg/ml) through spraying, and their behavior was observed over 72 hours. The results showed that *Euphorbia guyoniana* contained a significant chemical diversity, while *Peganum harmala* caused the first deaths after 24 hours, with a maximum mortality rate of 60% at a concentration of 30 mg/ml.

Scorpion mortality rates varied based on the concentrations of the extracts and the exposure time, without reaching 100%. Toxicity tests revealed that *Peganum harmala* was more effective after 72 hours, with lower lethal doses compared to *Euphorbia guyoniana*. The analyses also demonstrated that the extracts of these two plants are promising for biological control of scorpions, with inhibition rates ranging from 20% to 100% after 72 hours of exposure.

The study revealed that plant extracts from *Peganum harmala* and *Euphorbia guyoniana* are highly effective and essential for the biological control of scorpions.

Keywords: Biopesticide, Envenomation inhibition, Extract, *Peganum harmala*, *Euphorbia guyoniana*, *Androctonus australis*.

الملخص:

مثل غيرها من دول شمال إفريقيا، والشرق الأوسط، وأمريكا الجنوبية، تعاني الجزائر بشدة من لسعات العقارب، خاصة في المناطق الصحراوية. لمكافحة هذا الخطر، يستخدم السكان مبيدات كيميائية تضر بالبيئة. تهدف هذه الدراسة إلى تطوير مبيدات حيوية من مستخلصات نباتية لمكافحة العقارب بيولوجيًا. تركز هذه الدراسة على فعالية مستخلصات نبات *Peganum harmala* و *Euphorbia guyoniana* ضد العقرب *Androctonus australis*.

تم استخراج المركبات من النباتات باستخدام تقنية النقع البارد، وتم إجراء اختبار كيميائي لتحديد المكونات الرئيسية لكل نبات. تم تعريض العقارب لتركيزات مختلفة من المستخلصات (10، 15، 20، 25، 30 ملغم/مل) عن طريق الرش، وتمت مراقبة سلوكها على مدار 72 ساعة. أظهرت النتائج أن *Euphorbia guyoniana* تحتوي على تنوع كيميائي كبير، في حين أظهرت *Peganum harmala* أولى حالات الوفيات بعد 24 ساعة، مع نسبة وفيات قصوى بلغت 60% بتركيز 30 ملغم/مل.

تفاوتت معدلات الوفيات بين العقارب وفقًا لتركيزات المستخلصات وفترة التعرض، دون أن تصل إلى 100%. كشفت اختبارات السمية أن *Peganum harmala* كانت أكثر فعالية بعد 72 ساعة، حيث كانت الجرعات القاتلة أقل مقارنة بـ *Euphorbia guyoniana*. كما أظهرت التحليلات أن مستخلصات هذين النباتين واعدة في مكافحة البيولوجية للعقارب، مع نسب تثبيط تتراوح بين 20% و100% بعد 72 ساعة من التعرض.

كشفت الدراسة أن مستخلصات نباتي *Peganum harmala* و *Euphorbia guyoniana* فعالة للغاية وضرورية في مكافحة البيولوجية للعقارب.

الكلمات المفتاحية: مبيد حيوي، تثبيط اللسعات، مستخلص، *Peganum harmala*، *Euphorbia* *Androctonus australis*، *guyoniana*

Liste des abréviations

AcOEt : Acétate d'éthyle

BuOH : butanol

DL²⁵ : Dose létale 25

DL⁵⁰ : Dose létale 50

DL⁹⁰ : Dose létale 90

DMSO : diméthylsulfoxyde

FeCl₃ : chlorure de fer

h : heure

HCl : chlorure d'hydrogène

HPLC : chromatographie liquide à haute performance

MAO-A : mono-amine-oxydase A

mg/mL : milligrammes par millilitre

NaOH : hydroxyde de sodium

R² : Coefficient de Régression linéaire

TL²⁵ : Temps létale 25

TL⁵⁰ : Temps létale 50

TL⁹⁰ : Temps létale 90

UHPLC : La chromatographie liquide à ultra haute performance

UV : ultra violette

Liste des tableaux

Tableau :	Titre.....	Page
Tableau 1 :	Différentes espèces de scorpions répertoriées en Algérie.....	18
Tableau 2 :	Position systématique d' <i>Euphorbia guyoniana</i>	23
Tableau 3 :	Classification de <i>Peganum harmala</i> selon.....	30
Tableau 4 :	Limites géographique de Ghardaïa	35
Tableau 5 :	Caractéristiques organoleptiques des extraits organiques.....	57
Tableau 6 :	Criblage phytochimique des extraits organiques. (- : absence, + : faible présence, ++ : présence moyenne, +++ : forte présence)	57
Tableau 7 :	Résultat d'intégration d'analyses d'extrait organique d' <i>Peganum harmala</i> par HPLC.....	59
Tableau 8 :	Résultat d'intégration d'analyses d'extrait organique d' <i>Euphorbia guyoniana</i> par HPLC	60
Tableau 9 :	Toxicité des fractions d'extrait organique d' <i>Euphorbia guyoniana</i> contre <i>Androctonus australis</i>	63
Tableau 10 :	Toxicité des fractions d'extrait organique d' <i>Peganum harmala</i> contre <i>Androctonus australis</i>	63
Tableau 11 :	Valeurs de doses létales d'extrait organique d' <i>Euphorbia guyoniana</i> contre <i>Androctonus australis</i>	65
Tableau 12 :	Valeurs de doses létales d'extrait organique d' <i>Peganum harmala</i> contre <i>Androctonus australis</i>	66
Tableau 13 :	Valeurs de temps létaux d'extrait organique d' <i>Euphorbia guyoniana</i> contre <i>Androctonus australis</i>	67
Tableau 14 :	Valeurs de temps létaux d'extrait organique d' <i>Peganum harmala</i> contre <i>Androctonus australis</i>	67
Tableau 15 :	Inhibition d'envenimation par les fractions d'extrait organique d' <i>Euphorbia guyoniana</i>	72
Tableau 16 :	Inhibition d'envenimation par les fractions d'extrait organique d' <i>Euphorbia guyoniana</i>	73

Liste des Figure

Figure :	Titre.....	Page
Figure 1 :	Classification phylogénique des Arachnides.....	7
Figure 2 :	Anatomie externe du scorpion.....	9
Figure 3 :	Gîte Ou Terrier d'un scorpion.....	11
Figure 4 :	Scorpion sous une écorce.....	12
Figure 5 :	<i>Androctonus australis</i> s'alimentant d'une souris.....	13
Figure 6 :	Femelle d' <i>Androctonus amoreuxi</i> quelques minutes après la mise- bas.....	15
Figure 7 :	Hérisson : principal prédateur du scorpion.....	16
Figure 8 :	Répartition géographique mondiale des scorpions.....	17
Figure 9 :	Répartition latitudinale des scorpions.....	18
Figure 10 :	<i>Androctonus australis</i>	20
Figure 11 :	Carte de répartition géographique d' <i>Euphorbia guyoniana</i> au Sahara septentrional selon africain plantes data bases.....	22
Figure 12 :	Photos de la plante <i>Euphorbia guyoniana</i>	24
Figure 13 :	Feuilles de la plante <i>Euphorbia guyoniana</i>	25
Figure 14 :	Tiges de la plante <i>Euphorbia guyoniana</i>	25
Figure 15 :	Fleurs de la plante <i>Euphorbia guyoniana</i>	26
Figure 16 :	Fruits de la plante <i>Euphorbia guyoniana</i>	26
Figure 17 :	Graines de la plante <i>Euphorbia guyoniana</i>	27
Figure 18 :	Arbuste de <i>Peganum harmala</i>	29
Figure 19 :	Différentes parties de <i>Peganum harmala</i> L.....	29
Figure 20 :	Démarche méthodologique.....	33
Figure 21 :	Localisation de Metlili et d'El-Atteuf dans la willaya du Ghardaïa	34
Figure 22 :	Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de Ghardaïa (2009-2019).....	36
Figure 23 :	Climagramme d'EMBERGER de la région de Ghardaïa (2009- 2019).....	37
Figure 24 :	Adulte d' <i>Androctonus australis</i>	38
Figure 25 :	<i>Euphorbia guyoniana</i>	39
Figure 26 :	<i>Peganum harmala</i>	39

Figure 27 : Récolte des plantes	41
Figure 28 : Séchage des plantes collectées	42
Figure 29 : Démarche méthodologique d'extraction	43
Figure 30 : Rampe de filtration	44
Figure 31 : Evaporateur rotatif.....	44
Figure 32 : Lot d'expérimentation sur les scorpions	45
Figure 33 : Séparation d'extrait par chromatographie sur colonne.....	49
Figure 34 : Analyse par CCM pour <i>Euphorbia guyoniana</i>	50
Figure 35 : Analyse par CCM pour <i>Peganum harmala</i>	50
Figure 36 : Thermo Scientific Vanquish UHPLC.....	54
Figure 37 : Rendement des extraits organiques	56
Figure 38 : Chromatogramme d'analyses d'extrait organique d' <i>Peganum harmala</i> par HPLC.....	58
Figure 39 : Chromatogramme d'analyses d'extrait organique d' <i>Euphorbia guyoniana</i> par HPLC	60
Figure 40 : Toxicité d'extrait organique d' <i>Euphorbia guyoniana</i> contre <i>Androctonus australis</i>	61
Figure 42 : Toxicité d'extrait organique d' <i>Peganum harmala</i> contre <i>Androctonus australis</i>	64
Figure 43 : Cinétique de mortalité des individus de <i>Androctonus australis</i> traités par d'extrait l'extrait organique d' <i>Euphorbia guyoniana</i>	65
Figure 44 : Cinétique de mortalité des individus de <i>Androctonus australis</i> traités par d'extrait l'extrait organique d' <i>Peganum harmala</i>	68
Figure 45 : Inhibition d'envenimation par l'extrait d'extrait organique d' <i>Euphorbia guyoniana</i>	69
Figure 46 : Inhibition d'envenimation par l'extrait d'extrait organique d' <i>Peganum harmala</i>	70
Figure 47 : Cinétique de l'inhibition d'envenimation par l'extrait d'extrait organique d' <i>Euphorbia guyoniana</i>	71

Table des matières

Introduction.....	2
-------------------	---

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES SCORPIONS

1. Systématique.....	7
2. Morphologie	8
3. Morphologie interne	9
4. Ethologie.....	11
5. Reproduction	14
6. Prédateurs et parasites des scorpions.....	16
7. Distribution des scorpions	16
8. <i>Androctonus australis</i> (Linnaeus, 1758)	20

CHAPITRE II : PRESENTATION DES PLANTES ETUDIEES

1. <i>Euphorbia guyoniana</i> BOISS. & REUT	22
1.1. Description et distribution géographique.....	22
1.2. Systématique de <i>Euphorbia guyoniana</i>	23
1.3. Habitat.....	23
1.4. Description botanique.....	23
1.5. Morphologie de la plante <i>Euphorbia guyoniana</i>	24
1.6. Toxicité d' <i>Euphorbia</i>	27
1.7. Propriétés pharmacologiques.....	28
2. <i>Peganum harmala</i>	28
2.1. Description.....	28
2.2. Répartition géographique de <i>Peganum harmala</i>	30
2.3. Systématique de <i>Peganum harmala</i>	30
2.4. Toxicité de <i>Peganum harmala</i>	30
2.5. Utilisation traditionnelle de <i>Peganum Harmala</i>	31

2.6.Activités pharmacologiques.....	32
2.7.Usage thérapeutique.....	32

PARTIE 2 : MATERIEL ET METHODES

1. Démarche méthodologique.....	33
2. Présentation du site d'étude.....	34
2.1.Situation géographique	35
2.2.Synthèse climatique	35
2.2.1.Diagramme ombrothermique.....	35
2.2.2.Climagramme d'EMBERGER.....	36
.3 Matériel biologique.....	38
.3.1Scorpions.....	38
3.2.Végétaux.....	39
.4 Récolte des scorpions	40
5. Identification des scorpions	40
.6 Elevage des scorpions.....	40
7. Identification des plante.....	41
8. Récolte des plantes	41
.9 Séchage des plantes	42
10. Broyage des plantes	42
11. Extraction.....	43
12. Test de toxicité contre les scorpions.....	45
13. Paramètres de toxicité étudiée	46
13.1.Taux de mortalité.....	46
13.2.Cinétique de mortalité.....	46
13.3.Doses létales.....	46
13.4.Temps létaux.....	47
14. Test d'inhibition d'envenimation	47

15.	Chromatographie	47
15.1.	Chromatographie sur colonne.....	48
15.2.	Chromatographie sur couche mince.....	49
16.	Criblage des extraits	51
16.1.	Flavonoïdes.....	51
16.2.	Cyanidine.....	51
16.3.	Anthocyanines.....	52
16.4.	Quinones.....	52
16.5.	Coumarines.....	52
16.6.	Alcaloïdes.....	52
16.7.	Glycosides.....	52
16.8.	Stéroïdes.....	52
16.9.	Tanins.....	53
16.10.	Composés réducteurs.....	53
16.11.	Saponosides.....	53
1.	Analyses chromatographiques des extraits par HPLC	53

PARTIE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION

1.	Résultats.....	56
1.1.	Rendement d'extraction et caractéristiques de l'extrait obtenu.....	56
1.2.	Criblage phytochimique.....	57
1.3.	Analyses chromatographiques des extraits par HPLC.....	58
1.4.	Toxicité d'extrait.....	61
1.5.	Efficacité d'extrait.....	65
1.6.	Inhibition d'envenimation.....	67
2.	Discussion.....	73
	Conclusion.....	79
	Références bibliographiques.....	80

INTRODUCTION

Introduction

Les scorpions, appartenant aux chélicérates, sont reconnus comme l'un des groupes d'arthropodes les plus anciens, datant de plus de 425 millions d'années (**DUNLOP et WEBSTER, 1999 ; CLOUDSLEYTHOMPSON, 1992**). Ces prédateurs nocturnes quittent leurs abris à la nuit tombée pour rechercher activement leur nourriture, se nourrissant principalement d'insectes, de vers et de petits invertébrés, mais ils peuvent également consommer des carcasses d'animaux (**QUINLAN et al., 1995**). Leur comportement nocturne leur permet d'échapper aux températures diurnes élevées, caractéristiques des zones désertiques, et de conserver leur humidité corporelle (**MILLOT et VACHON, 1949**). De plus, les scorpions tendent à proliférer dans les régions chaudes, où des températures élevées favorisent leur reproduction et leur survie (**BROGLIO et GOYFFON, 1980**).

Les scorpions se reproduisent principalement dans des zones caractérisées par des températures élevées, ce qui favorise le développement et la survie des jeunes. Cela indique que le changement climatique et l'augmentation des températures dans certaines régions pourraient accroître leur activité et leur prolifération, comme mentionné dans divers travaux sur l'impact climatique sur les arthropodes (**SADINE, 2020**).

Le danger que représentent les scorpions pour l'homme est surtout lié à leur venin, particulièrement actif pendant les périodes de forte chaleur. Le venin des scorpions contient un mélange complexe de toxines, dont certaines affectent directement le système nerveux, le cœur, ou les reins. Par exemple, des composés tels que la sérotonine, la phospholipase et l'histamine peuvent déclencher des réactions physiopathologiques graves, entraînant des symptômes tels qu'une augmentation de la fréquence cardiaque, des troubles respiratoires, des perturbations des mouvements et une perte d'équilibre neurologique (**ISMAIL et ABD-ELSALAM, 1988**). En fonction de la toxicité du venin, des effets secondaires graves, tels que des œdèmes pulmonaires, des infections du pancréas, voire des hémorragies internes, peuvent se manifester. Dans les cas les plus sévères, ces symptômes peuvent conduire à la mort, notamment lorsque l'envenimation est importante (**GOUZZAZ, 2009**).

Afin de lutter contre la menace que représentent ces arthropodes, des pesticides chimiques sont couramment utilisés. Cependant, bien que cette méthode soit efficace pour réduire temporairement les populations de scorpions, elle présente de nombreux inconvénients écologiques. En effet, les composants chimiques présents dans ces pesticides

peuvent se dissoudre dans le sol, s'évaporer dans l'air et se retrouver dans les ressources en eau, entraînant des perturbations environnementales importantes. Ces produits affectent non seulement les scorpions, mais aussi d'autres organismes vivants non ciblés, ce qui constitue un risque pour la biodiversité et pour la santé humaine (**AUBERTOT, 2005**). Les effets à long terme de ces pesticides sur l'environnement sont de plus en plus préoccupants, incitant à la recherche de solutions plus durables (**PIMENTEL, 1971**).

Pour résoudre ces problèmes, il est crucial de développer de nouvelles stratégies de lutte contre les nuisibles. La lutte biologique se définit comme « la réduction d'une population par l'utilisation de compétiteurs, prédateurs, parasites, pathogènes ou de toxines dérivées de ces organismes ». L'emploi d'extraits de plantes constitue une méthode de lutte biologique (**LOKESH et al., 2010 ; BAWIN et al., 2015**).

L'utilisation des plantes comme pesticides pourrait avoir des avantages écologiques en raison de leur origine naturelle. Plusieurs plantes produisent des composés bioactifs qui peuvent être exploités comme biopesticide (**MOUHAMADOU et al., 2019**). Les huiles essentielles, les alcaloïdes et les terpènes sont souvent cités comme ayant des propriétés insecticides efficaces (**ISMAN, 2006**).

Les pesticides végétaux sont souvent biodégradables et ont un impact environnemental moindre, mais soulignent également la nécessité de gestion intégrée des nuisibles pour minimiser les risques d'émergence de résistance chez les insectes (**MILLER et al., 2011**).

Les plantes du Sahara sont réputées pour leur capacité à résister à divers stress. Sous des conditions climatiques extrêmes, elles produisent de nouvelles biomolécules naturelles aux activités biologiques significatives (**BOUCHOUKA et al., 2012**).

Dans le cadre de la lutte biologique contre les scorpions et leur envenimation, cette étude a pour but d'évaluer l'efficacité des extraits éthanoliques des espèces *Peganum harmala* et *Euphorbia guyoniana* provenant de la région de Ghardaïa vis-à-vis les adultes des scorpions *Androctonus australis*. En parallèle, les extraits organiques de ces plantes seront soumis à une analyse phytochimique qualitative et quantitative afin de déterminer les principaux groupes de composants photochimiques présents dans ces extraits.

Pour atteindre les objectifs de ce travail, le document est structuré de la manière suivante :

Introduction : Présentation générale du thème et des objectifs de l'étude.

Première partie : Synthèse bibliographique, divisée en deux chapitres :

- Le premier chapitre offre un aperçu général sur les scorpions, incluant leur morphologie, leur taxonomie et leur cycle de vie.
- Le deuxième chapitre est dédié à la monographie des plantes étudiées.

Deuxième partie : Description de la méthodologie employée dans l'étude, englobant les processus d'extraction, les tests de toxicité, l'analyse phytochimique et l'analyse statistique des données.

Troisième partie : Présentation des résultats, incluant les données sur l'efficacité des extraits et les analyses statistiques, suivie d'une discussion approfondie des résultats obtenus.

Conclusion : Résumé des principales idées abordées dans l'étude et des perspectives pour des recherches futures ou des applications pratiques.

PARTIE I :
Synthèse
bibliographique

CHAPITRE I :

Généralités sur les

scorpions

CHAPITRE I : GENERALITE SUR LES SCORPIONS

1. Systématique

Les scorpions font partie de l'embranchement des Arthropodes à chélicères (Chélicérates) et non d'antennes. Les Arachnides comprennent 11 ordres qui se distinguent facilement les uns des autres (fig.1). Les zoologistes ont décrit plus de 2200 espèces de scorpions groupés 19 familles, avec plus de 184 genres à travers le monde (VACHON, 1952 ; SHULTZ, 2007 ; STOCKMANN et YTHIER, 2010 ; SADINE, 2018).

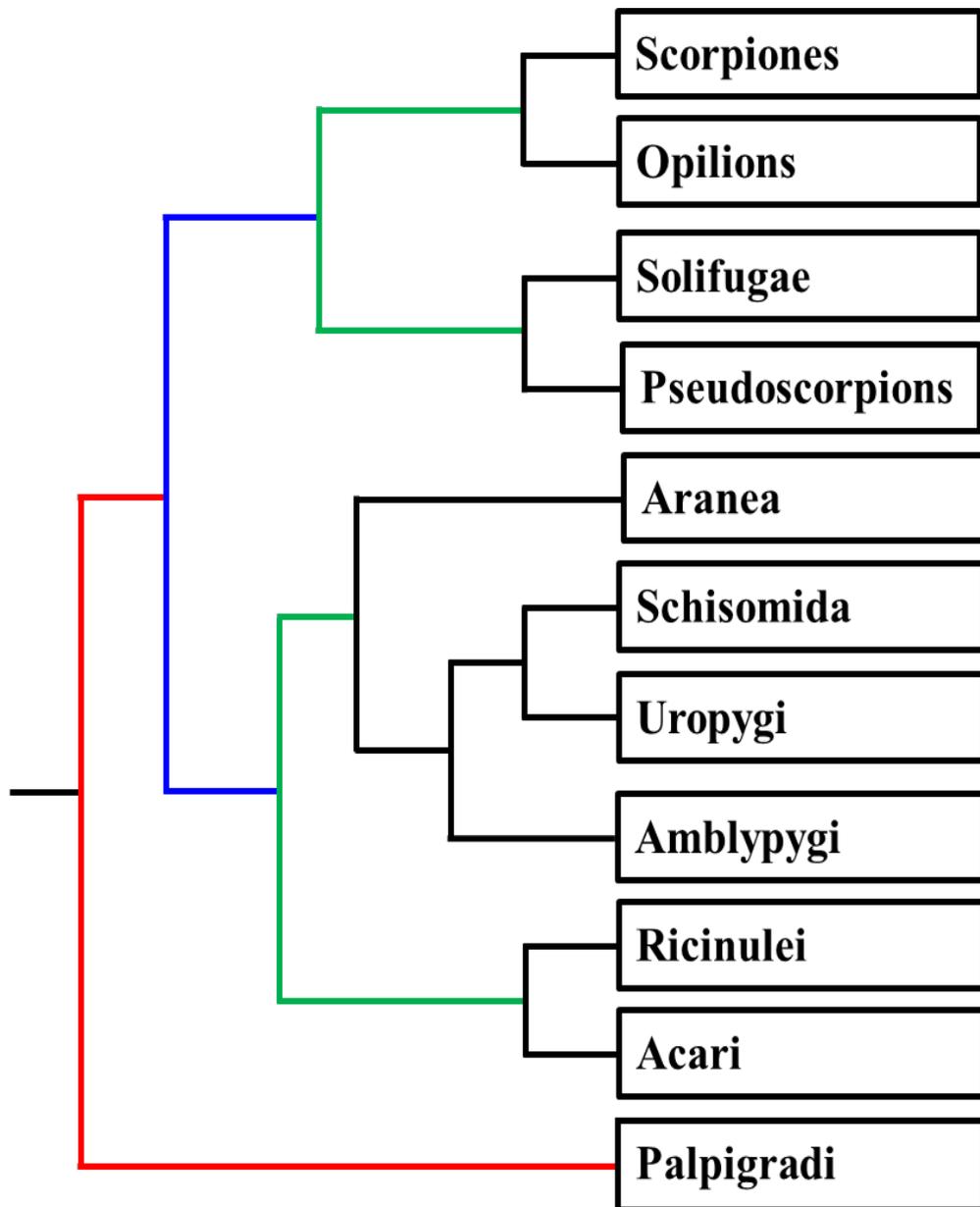


Figure 1 : Classification phylogénique des Arachnides (SHULTZ, 2007; SADINE, 2018)

2. Morphologie

En général, les scorpions adultes ne dépassent pas 25cm, en particulier ceux de l'Afrique du Nord, variant entre 2 et 12cm (**VACHON, 1952 ; SADINE, 2012**) Le corps du scorpion est formé d'un squelette externe, divisé en trois parties : le prosoma ou céphalothorax, le mésosoma dénommé abdomen ou préabdomen et le métasoma appelé queue ou postabdomen (**MILLOT et VACHON, 1949 ; BEAUMONT et CASSIER, 1996**).

Le prosoma est large et aplati. Il se compose de deux faces. La première est dorsale qui porte deux gros yeux médians avec un large champ de vision mais ne permettent que la perception d'images grossières et plusieurs paires latérales. La deuxième est ventrale qui contient une pièce médiane, le sternum où s'attachent les pattes à mâchoire, les quatre paires des pattes locomotrices et les deux chélicères qui constituent l'armature buccale (**GRASSE, 1949 ; AZZA, 2015**) Le mésosoma est composé de sept segments, avec les segments antérieurs étroits et les segments postérieurs qui se rétrécissent vers l'arrière. Il n'y a que cinq plaques distinctes visiblement présentant chacune une paire de fentes stigmatiques latérales. Les deux autres segments situés en avant des cinq plaques ventrales sont identifiables grâce à leurs appendices ou dérivés d'appendices : les peignes et les opercules génitaux (**VACHON, 1952**). Le métasoma est composé de cinq segments sans appendices et est terminé par un telson ou vésicule avec aiguillon qui contient une glande venimeuse (**GRASSE et al., 1970**) La queue est un peu plus longue que le reste du corps d'un scorpion (**MILLOT et VACHON, 1949**)

Les Appendices sont les chélicères, les pattes-mâchoires et les quatre paires de pattes ambulatoires (**MILLOT et VACHON, 1949**). Nous considérons comme dérivant d'appendices abdominaux : les opercules génitaux et les peignes (**VACHON, 1952**). Les peignes (peignes) se trouvent juste après la quatrième paire de pattes. Ils sont très mobiles et propres au scorpion. Ces organes sont des éléments sensoriels essentiels dont il se sert pour "palper" les objets ou ils localisent (**JAULIN et al., 2010**)

En général, les scorpions ont une teinte jaunâtre. La plaque prosomienne est jaune clair avec des tubercules oculaires et des yeux latéraux noirâtres, le mésosoma est jaune clair avec une zone longitudinale blanchâtre et les anneaux métamériques sont jaunes très foncés. Le métasoma se termine avec une vésicule et un aiguillon d'un jaune clair. Les peignes, l'opercule génital, le sternum, les hanches et le processus maxillaire sont jaunes clairs. Les Pédipalpes

ont des fémurs et tibia jaunâtres et des pinces à main jaunâtres avec des doigts très clairs de couleur jaune. Les célicères sont jaunâtres et ne présentent aucune tache ou trame (LOURENÇO, 2001).

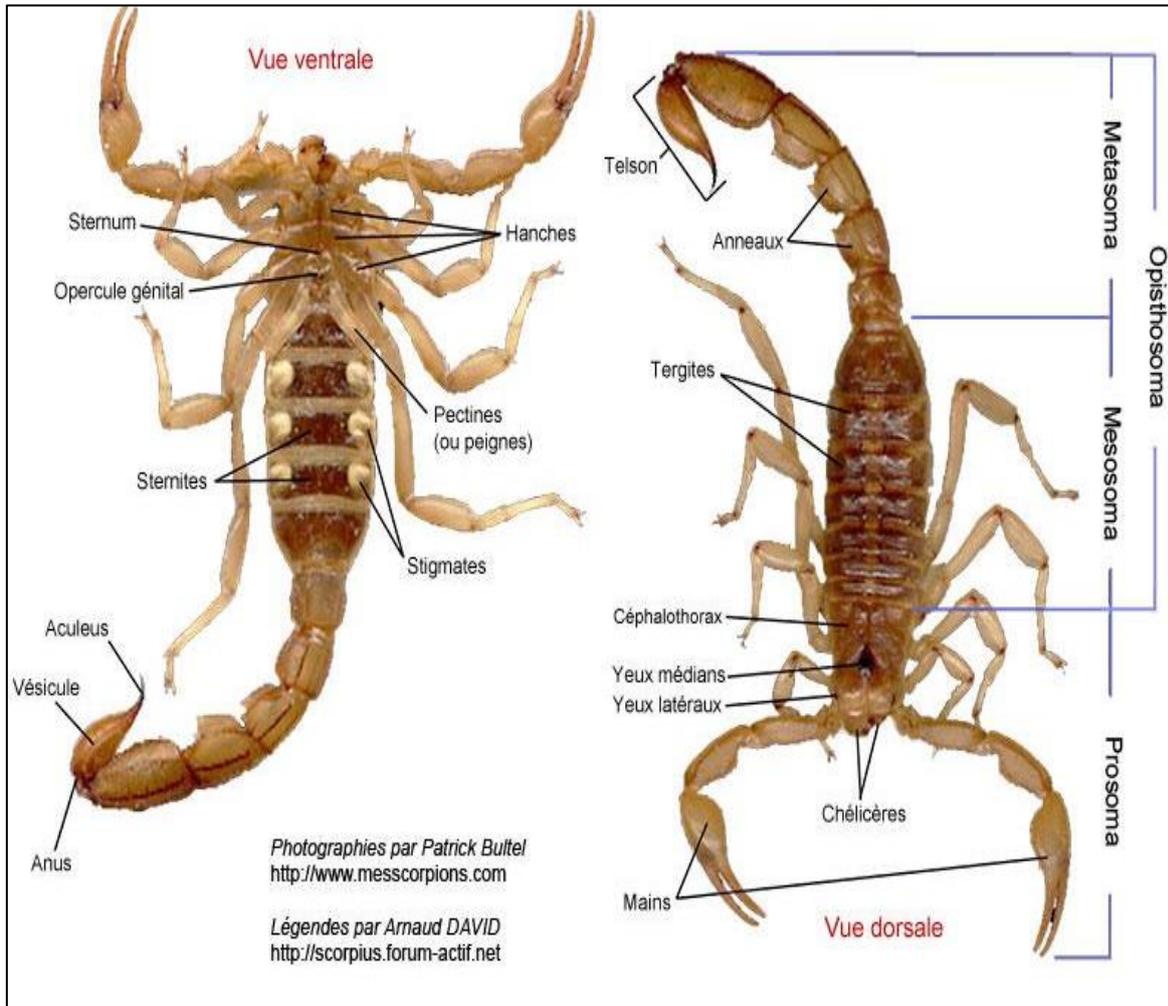


Figure 2 : Anatomie externe du scorpion (AZZA; 2015)

3. Morphologie interne

Le scorpion est un invertébré. Ce sont des arthropodes : leur squelette interne est composé d'un système sanguin qui a des propriétés toxiques et comprend le coeur, un long tube percé d'ostioles ; leur système digestif est composé de la bouche, du tube digestif, avec ses diverticules, et de l'anus. Le système nerveux et le deuxième segment du mésosome comprennent un cerveau d'origine complexe et une chaîne de ganglions nerveux. (VACHON, 1952).

4. Ethologie

Les scorpions sont des animaux thermophiles, bien adaptés aux milieux désertiques. Ils vivent en colonies non socialement organisées. Leur capacité de déplacement est limitée. Ils habitent souvent les pierres, les anfractuosités des murs, les petites cavités du sol et les écorces où ils creusent des terriers (AZZA, 2015)



Figure 3 : Gite Ou Terrier d'un scorpion (SADINE, 2012)



Figure 4 : Scorpion sous une écorce (SADINE, 2012)

Cependant, certains scorpions ont un impact sur les environs des maisons, se trouvant entre les draps, les chaussures, les cuisines et les salles de bains. (VACHON, 1952 ; PINKSTON et WRIGHT, 2001 ; ISMAIL, 2003 ; GEOFFERY et al., 2003 ; SADINE, 2012).

Parmi les scorpions domestiques, on trouve l'*Androctonus australis*, *Androctonus aeneas*, *Androctonus amoreuxi* et *Buthtrix occitanus* (GUETTAL et DELENDIA, 2001).

Les proies sont repérées par les scorpions par des récepteurs sensoriels, puis capturées par leurs pinces. Pour se nourrir, ils ne mangent que des proies vivantes qu'ils paralysent par leur venin ou qu'ils maintiennent fermement entre leurs pédipalpes (pinces). Par la suite, le scorpion emmène sa proie dans son abri et entame l'ingestion (ABDI, 2022).

Les proies sont très diverses et dépendantes du milieu dans lequel l'animal vit : araignées, opilions, coléoptères, blattes, sauterelles, papillons, fourmis (VACHON, 1952).



Figure 5 : *Androctonus australis* s'alimentant d'une souris (SADINE, 2012).

Ils peuvent survivre presque deux ans sans nourriture ni eau. (PINKSTON et WRIGHT, 2001). *Androctonus australis* est capable de survivre à une privation totale de nourriture pendant 14 mois. (CHARNOT et FAURE, 1934).

Les scorpions sont caractérisés par une longévité élevée, mais pas encore bien déterminée. Elle varie de 2 à 10 ans et même vingt ans (GOYFFON et MARTOJA 1983 ; LOURENÇO, 2000b ; SADINE, 2018).

Le scorpion est très résistant à tous les facteurs d'agression tels que le gel, l'asphyxie, l'immersion, l'extrême chaleur, le jeûne et même les radiations ionisantes (MILLOT et VACHON, 1949).

Le scorpion se situe au sommet de la chaîne alimentaire des arthropodes, ils se nourrissent essentiellement d'insectes (criquets, sauterelles, mouches, papillon.) et d'araignées, en préférant les proies vivantes ou fraîchement tuées (SADINE, 2012).

Le cannibalisme est très répandu chez les scorpions : attaqués les faibles ou malades, les nouveau-nés et les mâles au moment de la reproduction .(VACHON, 1952).

Ils sont lucifuges, nocturnes, craintifs et peu agressifs. (GOYFFON et ELAYEB, 2002). Ils sont actifs au printemps et en été, mais hibernent dès le début de l'automne. (SADINE, 2005). Certaines variétés peuvent maintenir leur niveau d'activité pendant la saison froide. (BROGLIO et GOYFFON, 1980).

Le souffle de l'air provoque une réaction violente du scorpion. Dans le cas où quelque chose le touche, le scorpion fait face et recule rapidement, sa queue élevée au-dessus de son corps et ses pinces ouvertes, ce sont les sensations tactiques qui le guident dans sa marche et dans la perception des proies (GUETTAL et DELENDIA, 2001).

5. Reproduction

Scorpions sont ovovivipares et peuvent donner naissance pendant une période prolongée de 7 à 12 mois. (KARREN, 2001). En trouve 2 types :

Sexué : ou le mariage est précédé d'une danse appelée « courtship ». Cette danse change à chaque fois et dure de 24 à 36 heures. (PERETTI et CARRARA, 2005 ; PINKSTON et WRIGHT, 2001).

La reproduction asexuée ou parthénogénétique consiste à produire un nombre d'individus sans la présence du sexe masculin. Dans ce cas, la seule population de scorpions est composée de femelles (LOURENCO et CULLAR, 1995) et chacune a la capacité de produire des œufs pour engendrer une nouvelle espèce (ABDI, 2022).

Les scorpions sont des animaux qui n'ont pas complètement métamorphosé. Ils se développent de manière discontinue et par mues successives. Leurs appendices sont assez spécifiques, avec des ventouses pédieuses au lieu des griffes aux pattes ambulatoires et l'absence de sculpture à travers tout le corps et la rareté de soies. On sait que les scorpions, dans leur évolution, traversent six stades larvaires successifs et réalisent six mues au moment où ils abandonnent leur cuticule précédente (VACHON, 1952).

Selon VACHON (1952), les glandes venimeuses ne seront complètement actives qu'après la première mue, et la maturité sexuelle après un an ou un an et demi.

Une femelle scorpion peut donner de 14 à 100 pullus. (PINKSTON et WRIGHT, 2001). Ce chiffre diffère selon l'espèce. (VACHON, 1952). Pour illustrer, on peut dire que *A. australis* peut produire plus de 130 pullus. Les jeunes sont blancs et conserveront cette couleur jusqu'à la première mue. (GOUGE et al., 2001).

Les pullus se distinguent de l'adulte par l'absence de griffes aux pattes ambulatoires à la place desquelles on observe des palettes adhésives, et une rareté des soies (Vachon, 1952). Ils sont également souvent dépourvus de chitine. Durant leur premier stade les pullus ne semblent pas manger (DUMONT, 1986)

Une fois sortis de leur sac, ils s'élèvent sur le dos de leur mère et y restent pendant plusieurs jours sans nourriture. Ils subissent leur première mue à cet endroit, et en quelques jours, ils quittent leur mère et commencent à se défendre eux-mêmes. (ROGER, 2005). Ils deviennent adultes à l'âge d'un an (PINKSTON et WRIGHT, 2001).



Figure 6 : Femelle d'*Androctonus amoreuxi* quelques minutes après la mise-bas (LAHRECH et SOULEM, 2018).

6. Prédateurs et parasites des scorpions

Les prédateurs du scorpion sont surtout certaines singes d'Afrique, la Mante religieuse, l'Araignée lycose, la grosse scolopendre, certains solifuges ou les oiseaux notamment les rapaces nocturne et les volailles, le chat, certaines reptiles et le hérisson. (HOUTIA, 2007).



Figure 7 : Hérisson : principal prédateur du scorpion (SADINE, 2012).

Parmi les parasites qui sont peu nombreux nous avons les acariens et les nématodes, la plupart des parasites et maladies connues proviennent d'observations réalisées dans des élevages et peuvent être provoquées par les conditions de captivités et non issus d'études scientifiques (BULTEL, 2008).

7. Distribution des scorpions

Les scorpions sont les plus anciens habitants de notre planète. Ils sont très répartis. Les animaux sont très étroitement liés à leurs biotopes car ils sont lents et peu déplacements. Aucune espèce ne dépasse les 50 degrés de latitude Nord et 55 degrés de latitude Sud. Les conditions de vie de ces animaux thermophiles expliquent aisément cette répartition. Ils ont la même façon de vivre en savane (en Afrique tropicale) que dans les forêts. Ils se trouvent principalement dans les régions intertropicales ou tempérées chaudes (Afrique du Nord). Les scorpions peuvent même habiter des habitats à plus de 4000 mètres d'altitude, tels que les

montagnes des chaînes de l'Himalaya et des Andes. (POLIS, 1990 ; POLIS, 1996 ; SADINE, 2018).

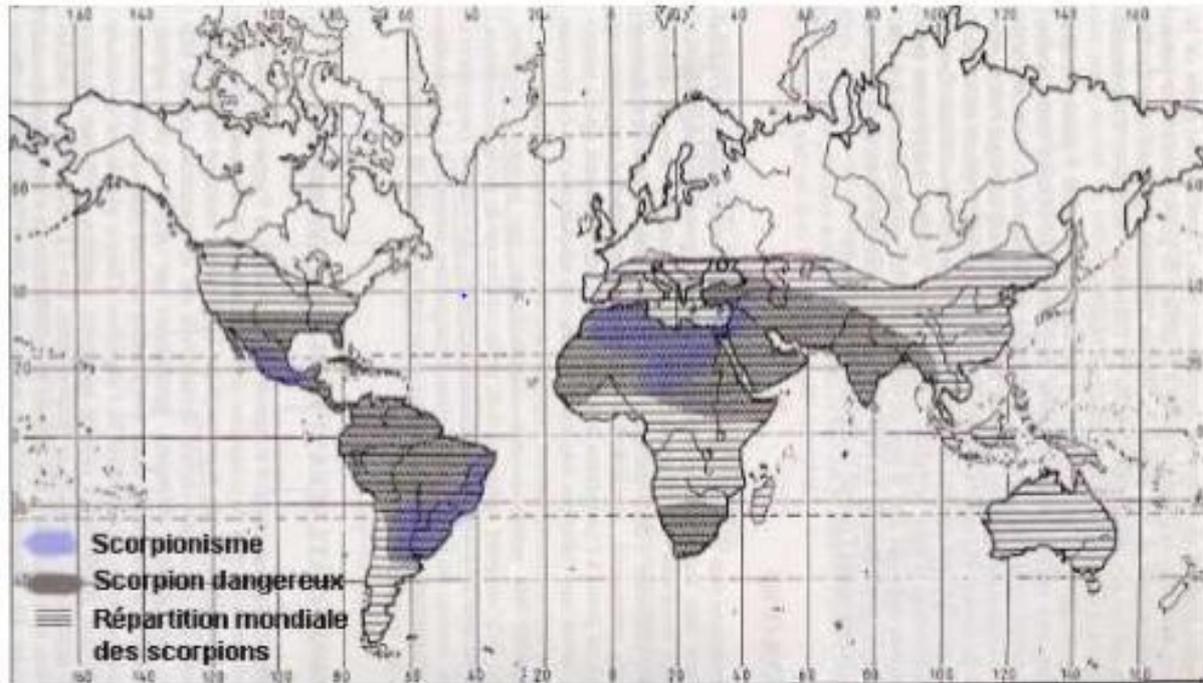


Figure 8 : Répartition géographique mondiale des scorpions (GOYFFON et HEURTAULT, 1995).

L'ordre des scorpions est peu important numériquement, avec environ 1500 espèces toutes venimeuses. Elles appartiennent toutes à la famille des Buthudés, et un petit nombre d'entre elles est dangereux pour l'homme en Afrique. Les scorpions sont plus nombreux et variés dans tout le pays. Cela nécessite une connaissance de la répartition longitudinale et latitudinale pour étudier leur cartographie complète. La distribution des scorpions en fonction de la latitude indique l'existence ou l'absence de certains types dans le Nord et le Sud. Les scorpions sont répartis en fonction de la longitude, ce qui permet de mieux comprendre les caractéristiques de la répartition des genres dans la direction Est-Ouest. (VACHON, 1952 ; GOYFFON et BILLIALD, 2007 ; SADINE, 2012).

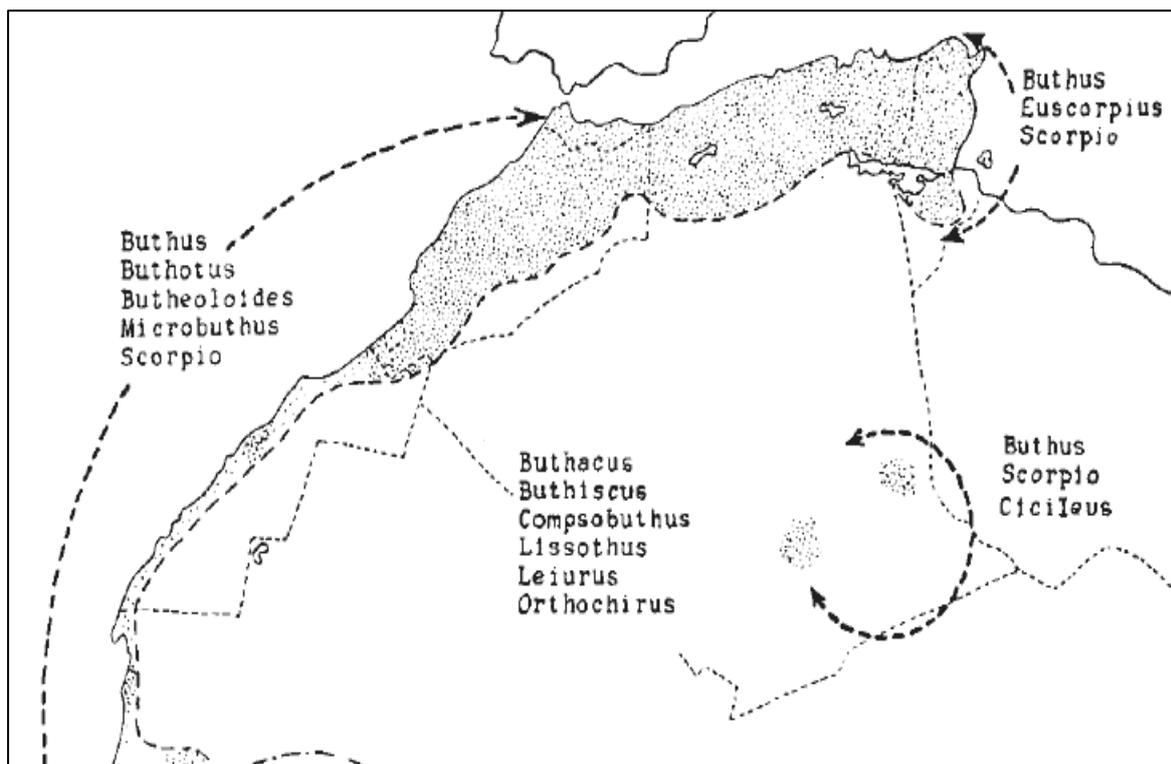


Figure 09 : Répartition latitudinale des scorpions (SADINE ,2012).

On a recensé 28 espèces et 14 genres de scorpions dans tout le pays, appartenant à 3 familles : Buthidae, Chactidae (Euscorpidae) et Scorpionidae. (DUPRE, 2011).

Tableau 1 : Différentes espèces de scorpions répertoriées en Algérie (SADINE ,2012)

Famille	Genre	Espec
	<i>Androctonus</i> (Ehrenberg, 1828)	<i>A. amoreuxi</i> (Audouin,1826)
		<i>A. australis</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>A. bicolor</i> (Ehrenberg, 1828)
		<i>A. hoggarensis</i> (Pallary, 1929)

Buthidae (Simon, 1880)		<i>A. liouvillei</i> (Pallary, 1924)
		<i>A. eburneus</i> (Pallary, 1928)
	<i>Buthacus</i> (Birula, 1908)	<i>B. arenicola</i> (Simon, 1885)
		<i>B. foleyi</i> (Vachon, 1948)
		<i>B. leptochelys</i> (Ehrenberg, 1829)
		<i>B. birulai</i> (Lourenço, 2006)
		<i>B. schwendingeri</i> (Lourenço, 2002)
	<i>Butheoloides</i> (Hirst, 1925)	<i>B. bicalcaratus</i> (Birula, 1905)
	<i>Buthus</i> (Leach, 1815)	<i>B. paris</i> (C. L. Koch, 1839)
		<i>B. tassili</i> (Lourenço, 2002)
		<i>B. occitanus</i> (Amoreux, 1789)
		<i>B. tunetatus</i> (Herbst, 1800)
	<i>Cicileus</i> (Vachon, 1948)	<i>C. exilis</i> (Pallary, 1928)
	<i>Compsobuthus</i> (Vachon, 1949)	<i>C. berlandi</i> (Vachon, 1950)
		<i>C. tassili</i> (Lourenço, 2010)
	<i>Hottentotta</i> (Birula, 1908)	<i>H. franzwernerii</i> (Birula, 1914)
	<i>Isometrus</i> (Ehrenberg, 1828)	<i>I. maculatus</i> (DeGeer, 1778)
<i>Leiurus</i> (Ehrenberg, 1828)	<i>L. quinquestriatus</i> (Ehrenberg, 1828)	
<i>Orthochirus</i> (Karsch, 1891)	<i>O. innesi</i> (Simon, 1910)	
	<i>O. tassili</i> (Lourenço, 2011)	
<i>Pseudolissothus</i> (Lourenço, 2001)	<i>P. pusillus</i> (Lourenço, 2001)	
EUSCORPIIDAE (Laurie, 1896)	<i>Euscorpis</i> (Thorell, 1876)	<i>E. flavicaudis</i> (DeGeer, 1778)
		<i>E. italicus</i> (Herbst, 1800)
SCORPIONIDAE (Latreille, 1802)	<i>Scorpio</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Scorpio punicus</i> (Fet, 2000)

8. *Androctonus australis* (Linnaeus, 1758)

Il s'agit d'une espèce de grande taille pouvant atteindre plus de 10 cm chez l'adulte. De couleur brune ou jaune paille, les parties du corps (les pinces et les derniers anneaux de la queue) peuvent être plus ou moins assombries en fonction des sous-espèces. Le mâle présente une queue épaisse qui s'élargit principalement jusqu'au quatrième anneau et qui est lisse dorsalement. Il y a 12-14 séries semi-obliques de granules de couleur sombre sur les doigts, qui sont fixes et mobiles. La denture des peignes est de 30 à 36 dents chez le mâle et de 22 à 26 chez la femelle. *Androctonus australis* a probablement été observé en Afrique du Nord, mais il n'y a pas de données sur une station spécifique. Étant une espèce ancienne, il est probable que les types aient été perdus (VACHON, 1952 ; LOURENÇO, 2005 ; SADINE 2018).



Figure 3 : *Androctonus australis* (Linnaeus, 1758)

CHAPITRE II :

Présentation des plantes étudiées

CHAPITRE II : PRESENTATION DES PLANTES ETUDIEES

1. *Euphorbia guyoniana* BOISS. & REUT

1.1. Description et distribution géographique

L'*Euphorbia* est une plante vivace (CHAHMA, 2006). C'est une espèce endémique d'Algérie (OZENDA, 1991), L'*Euphorbia* est un arbuste, présente dans les zones sableuses (Fig13), prédésertiques et dans le Sahara septentrional (Fig. 12). Il s'agit d'une plante robuste avec une souche souterraine et une longue croissance d'un vert vif, mesurant de 30cm à 1 mètre de haut (SMARA, 2014). C'est une espèce qui supporte la chaleur et résiste à la sécheresse, car *Euphorbia guyoniana* d'un type fort sous un sol étendu de couleur verte (REYNAUD, 2002 ; ELORFI et SAADALLAH, 2022), leur Période de la florisation végétal en l'hiver et le printemps (OZENDA, 1991 ; CHEHMA, 2006)

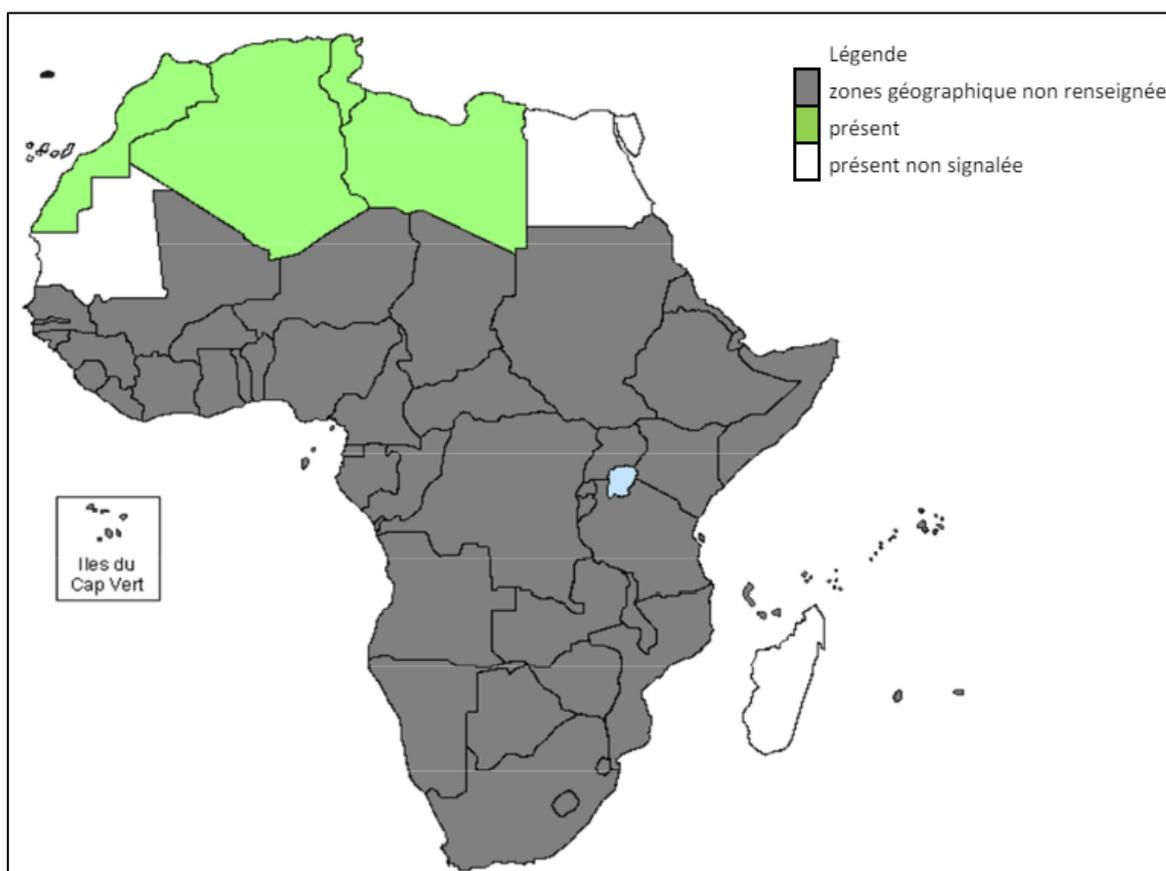


Figure 4 : Carte de répartition géographique d'*Euphorbia guyoniana* au Sahara septentrional selon africain plantes data bases (SMARA, 2014).

1.2. Systématique d'*Euphorbia guyoniana*

La position systématique d'*Euphorbia guyoniana* : selon la flore medcheclist et le catalogue de **DOBIGNARD et CHATELAIN (2010)** est la suivante (**GREUTER et al. 1984**) (Tableau 2) :

Tableau 2 : Position systématique d'*Euphorbia guyoniana* (**WEBSTER, 1987 ; GREUTER et al., 1984**).

Regne	Plantae
Taxon	Rhizophytes
Embranchement	Spermaphytes
sous- embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
sous-classe	Dialypétales
Série	Thalamiflores
sous-série	Méristémons
ordre	Tricoques
famille	Euphorbiaceae
sous-famille	Euphorbiadeae
tribu	Euphorbieae
sous-tribu	Euphorbinae
genre	Euphorbia
espece	<i>Euphorbia guyoniana</i> Bioss et Reut

1.3. Habitat

La plante se trouve en pieds isolés et en petits groupes, dans les zones ensablées (**CHAHMA, 2006**).

1.4. Description botanique

On peut observer les fleurs et le cyathe de loin, avec des petites boules jaunes sur les fleurs et des petites boules vertes sur les fruits. Il a de nombreuses tiges dressées, non charnues, qui partent du sol. Feuilles étroites et alternes qui se desséchant souvent rapidement. Il n'y a qu'un seul cyathe terminal de petite taille, inférieur à 2 mm Les graines sont des graines sans caroncules (fig 13), noirâtres et avec des côtes longitudinales grises, les glandes du cyathe sont arrondies et pointues (**SMARA, 2014**).



Figure 12 : Photos de la plante *Euphorbia guyoniana* (OZENDA, 1991 ; ELORFI et SAADALLAH, 2022).

1.5.Morphologie de la plante *Euphorbia guyoniana*

Les feuilles (Fig. 14) : Les branches fleuries, qui sont généralement absentes, produisent du lait lorsqu'elles sont brisées. Les rameaux portent des feuilles très petites, étroites, linéaires, alternes et sèchent abondamment (OZENDA, 1991 ; OUANISSA, 2014)



Figure 13 : Feuilles de la plante *Euphorbia guyoniana* (OUANISSA, 2014).

Les tiges (Fig. 15) : sont très ramifiées dès leur origine, dressées et non charnues, munies de latex et peuvent atteindre jusqu'à 1 mètre de hauteur en tant que telles. Lorsqu'elles sont brisées, les tiges produisent du lait (MERZOUGA, 2015).



Figure 5 : Tiges de la plante *Euphorbia guyoniana* (MERZOUGA, 2015)

Les fleurs (Fig. 16) : Connues sous le nom de cyathium, sont très petites, mesurant moins de 2 mm. Elles sont composées de sépales souvent définitifs, d'une touffe de cinq feuilles et d'un cyathium à cinq glandes. Une nouvelle tige se développe à l'aisselle de chaque

feuille, avec 2 petites feuilles et un cyathium avec 4 glandes. Les petites boulettes jaune vif ou verte sont visibles de loin (OZENDA, 1991, MERZOUGA, 2015).



Figure 6 : Fleurs de la plante *Euphorbia guyoniana* (MERZOUGA, 2015)

Les fruits (Fig. 17) : se présentent sous forme d'une capsule de 4 à 5 mm, renfermant des graines ailées (OZENDA, 1991 ; TAOUS, 2018).



Figure 7 : Fruits de la plante *Euphorbia guyoniana* (TAOUS, 2018).

Les graines (Fig. 18) : présentent une caroncule absente, sont noirâtres et sont équipées de côtes longitudinales grises, avec des glandes du cyathe arrondi. Sans crête ni pointe, il a tendance à être d'une couleur claire. Noir, avec de longues côtes grises et un cotylédon non pointu, circulaire. Toutes les parties des cyathes disparaissent lorsque les graines sont mûres ; il ne reste que les fruits au bout des tiges. (OZENDA, 1991 ; OUZINA, 2018)



Figure17: Graines de la plante *Euphorbia guyoniana* (OUZINA, 2018)

Cette espèce s'adapte à la sécheresse et à la chaleur en diminuant la surface des feuilles. Effectivement, les très petites feuilles, parfois absentes, qui mènent l'élévation de la perte d'eau par transpiration Elle vit dans toutes les zones sableuses où elle est souvent la seule plante à survivre lorsque les troupeaux ont dévoré toutes les plantes (Fig. 19) (PALICI, 2016).

1.6.Toxicité d'Euphorbia :

E.guyoniana est une espèce de plantes vénéneuses du genre Euphorbia, qui est considérée comme une plante venimeuse. Elle est toxique pour l'homme en raison des composés cétoniques et quinoniques (AL-SULTAN et HUSSEIN, 2006). Ces composés sont riches en latex, ce qui peut entraîner des rougeurs et une irritation de la peau, des érythèmes ou des phlyctènes. De plus, très irritant pour les yeux, il provoque des larmes intenses par simple contact. À des doses supérieures, Des lésions graves de l'œil surviennent au niveau de la rétine, pouvant entraîner la cécité. La toux, la rhinite avec écoulement nasal, la laryngite et la brûlure des lèvres sont fréquemment associés aux troubles de la vue. Selon une fois absorbé, le latex provoque des symptômes plus ou moins graves de gastro-entérite et d'inflammation des muqueuses du tube digestif (ELORFI et SAADALLAH, 2022 ; BELLAKHDAR, 1997). *E.guyoniana* Inclut des éléments qui empêchent la germination et la croissance des plantes, ainsi que des bactéries indésirables. L'inhibition est causée par la

présence de quantités de composés phénoliques massives (ADEDAPO et al., 2004). Elle présente un intérêt pastoral, mais elle est toxique pour les animaux (CHAHMA, 2006) .

1.7. Propriétés pharmacologiques

Les avantages d'*E. guyoniana* proviennent de sa forte concentration en composés secondaires, à partir desquels elle a été extraite. Les terpènes, les alcaloïdes et les flavonoïdes sont parmi les composés qui confirment la vertu médicinale de cette plante (HABA et al, 2013 ; BOUDIAR et al, 2010 ; HABA et al, 2007), La résine est utilisée autrefois comme émétique et comme laxatif (STEINMETZ, 1954). Plusieurs populations du désert utilisent *Euphorbia guyoniana* dans leur pharmacopée pour soigner les morsures de serpents et piqures venimeuses de scorpions, En Algérie, le latex de la plante est employé pour combattre les verrues et supprimer les épines (BOUMAZA, 2019 ; BOUMAZA et al, 2018), et comme expectorante et diurétique (GUBB, 1913 ; MAIRE, 1933). Et aussi la partie aérienne d'*Euphorbia guyoniana* est décoctionnée pour traiter les vers intestinaux et le trachôme (EL RHAFFARI et al., 2002)

2. *Peganum harmala*

2.1. Description

La plante *Peganum harmala* est une plante herbacée glabre et annuelle qui peut atteindre une hauteur de 70 cm. Elle se distingue par ses tiges très rameuses et ses feuilles étroitement pliées. Fleurs blanches à cinq pétales et à capsules sphères. (Fig. 20 et 21). il s'agit d'une espèce qui pousse spontanément (NAHAL et ABIDI, 2016), Les fruits sont de petites capsules sphériques contenant des graines noires au sommet. Quand on la froisse, *Peganum harmala* dégage une odeur désagréable (NAHAL et ABIDI, 2016 ; BOUZIANE, 2012), L'harmel se rencontre dans les pâturages arides, les steppes et les montagnes. Elle se développe dans les sols salins des zones semi-désertiques (ANONYME, 2007 ; LAMCHOURI, 2002), Les plantes de cette famille Zygophyllaceae sont facilement identifiables grâce à leur apparence en tant qu'herbes, arbustes ou arbres. Elles présentent des feuilles stipulées et sont très variées. La corolle est composée de 4 à 5 mères, qu'elles soient isolées ou en inflorescences 5 mères, parfois absentes (NAHAL et ABIDI, 2016)



Figure 18 : Arbuste de *Peganum harmala* (Original, 2024).

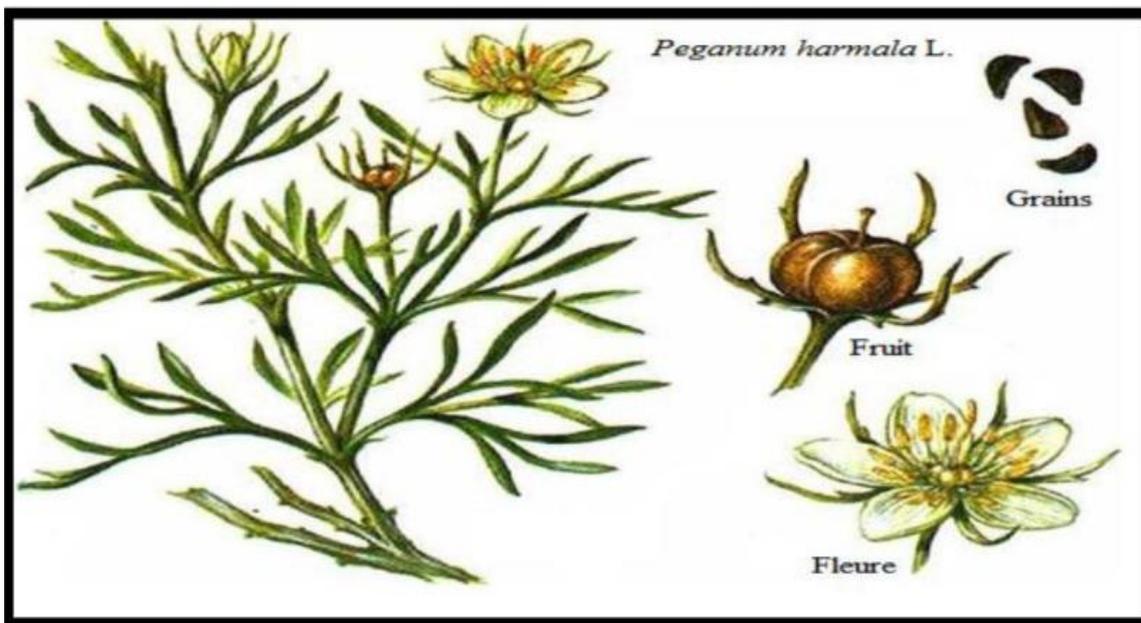


Figure 19 : Différentes parties de *Peganum harmala* L (SITE WEB 2)

2.2. Répartition géographique de *Peganum harmala*

C'est une plante spontanée qui pousse dans les régions steppiques et semi-arides (NAHAL et ABIDI, 2016 ; BAIKIRI et al., 2016) La plante *Peganum harmala* (zygophyllacées) est répandue dans les régions arides de la Méditerranée, telles que le Maroc oriental, le Sahara septentrional, les hauts plateaux algériens, la Tunisie, la Libye et l'Égypte. (NAHAL et ABIDI, 2016 ; HABBACHI et al., 2013), Elle est abondamment présente dans les régions subdésertiques de l'Afrique du Nord et dans certaines régions de l'Europe méditerranéenne (SANAE et al., 2012).

P. harmala se rencontre en Algérie sur les hauts plateaux et au Sahara. Au nord et au sud, ainsi qu'aux montagnes du Sahara central. On le connaît pour ses terrains sablonneux, dans les lits d'oued et à l'intérieur des villes (CHOPRA et al., 1960 ; MAIRE, 1933 ; OZENDA, 1991).

2.3. Systématique de *Peganum harmala*

La position systématique de *Peganum harmala* est comme suit , (tableau 3) ;

Tableau 3 : Classification de *Peganum harmala* selon (OZENDA, 1991).

Regne	Plantae
Embranchement	Spermatophytes
sous- embranchement	Angiospermes
Classe	décolytédones
sous-classe	Rosidae
Ordre	Sapindales
Famille	Zygophyllaceae
genre	<i>Peganum</i>
Especce	<i>Peganum harmala</i>

2.4. Toxicité de *Peganum harmala*

L'espèce *P. harmala* est nocive pour les animaux et les êtres humains. C'est une substance hallucinogène et psychoactive qui entraîne la paralysie du système nerveux et l'arrêt

respiratoire, et qui peut entraîner l'interruption de la grossesse chez les femmes. (MEBARKI et KHOULED, 2018 ; ABBASSI et al., 2003) La toxicité provoque une diminution de la tension artérielle, principalement en raison de la faiblesse du muscle cardiaque, ainsi qu'une diminution de la température corporelle (GOULTHARD, 1934) .

2.5.Utilisation traditionnelle de *Peganum harmala*

Les graines de *Peganum harmala* sont depuis longtemps employées dans les pays arabes en tant que : nacrotiques, antihelmitiques, antispasmodiques pour traiter le rhumatisme et l'asthme, La raison pour laquelle les graines sont utilisées est la richesse en alcaloïdes, dont les plus importants. L'harmine, l'harmaline, l'harmol et l'harmalol jouent un rôle crucial en raison de leur activité antivirale. (HABBACHI et et al., 2013). On retrouve l'utilisation du harmel dans les cas de diarrhées, de douleurs intestinales et d'impuissance sexuelle. Les femmes utilisent cette plante pour traiter la stérilité (BOUSLIMAN et al., 2012). On l'utilise également en pharmacologie et elle a une action antimicrobienne (ABBASSI et et al., 2003).

Le *Peganum harmala* est employée comme analgésique, anti-inflammatoire et dans le traitement de la dépression. Au laboratoire, on a découvert que l'harmaline . Il joue un rôle stimulant dans le système nerveux central et agit comme un inhibiteur réversible de La monoamine-oxydase A (MAO-A) , A (MAO-A) est une classe d'antidépresseurs. Les algues, les bactéries, les parasites intestinaux et les moisissures sont éliminés par la fumée des graines (ALSHAMMA et al., 1981).

Peganum harmala possède une action antibactérienne qui lutte contre les bactéries qui ne sont pas résistantes aux médicaments. On utilise la racine de cette plante pour éliminer les poux et les graines pour éliminer les insectes. Il empêche également le coléoptère *Tribolium castaneum* de se reproduire. Il est aussi employé en tant qu'anthelminthique (pour éliminer les vers parasitiques). Il semble que les graines de *Peganum harmala* en poudre soient utilisées par les Grecs anciens pour soigner les ténias et la fièvre récurrente (paludisme). En grande quantité, il peut également entraîner une diminution de la spermatogenèse et de la fertilité chez le rat (ALSHAMMA et al., 1981)

2.6. Activités pharmacologiques

De nombreux travaux ont été menés sur les graines de *Peganum harmala*, qui ont révélé des activités diverses. La plupart sont principalement liées aux effets cytotoxiques, anti-nociceptifs et antimicrobiens. (REZZAGUI, 2012).

2.7. Usage thérapeutique

On utilise les extraits de cette plante pour traiter le diabète et l'hypertension artérielle (CACCAMESE et al., 2005), les extraits de la plante *Peganum harmala* ont des effets antiinflammatoires, antioxydants, hypotrmiques, analgésiques, antitumoraux, vasodilatateurs, antispasmodiques, abortifs, antidépresseurs, et surtout des effets hallucinogènes indésirables (BERROUGUI et al., 2006 ; CHEN et al., 2005 ; FAROUK et al., 2008 ; FARZIN et MANSOURI, 2005 ; LAMCHOURI et al., 1999 ; LAMCHOURI et al., 2006 ; TSE et al., 1991)

PARTIE II :

Matériel et

méthodes

Notre étude vise à évaluer l'efficacité des pesticides de deux plantes de la région de Ghardaïa : *Euphorbia guyoniana* et *Peganum harmala*. Nous avons testé ces extraits de plantes contre les scorpions *Androctonus australis* en les exposant à diverses concentrations pendant une période de 72 heures, afin de déterminer leur impact et leur efficacité.

1. Démarche méthodologique

La figure 22 présente une vue d'ensemble détaillée des différentes étapes de la démarche méthodologique employée pour la réalisation de cette étude depuis la fixation d'objectif jusqu'à l'achèvement du travail, en incluant les différentes étapes de collecte et d'analyse des données, ainsi que l'interprétation des résultats obtenus (Fig 22).

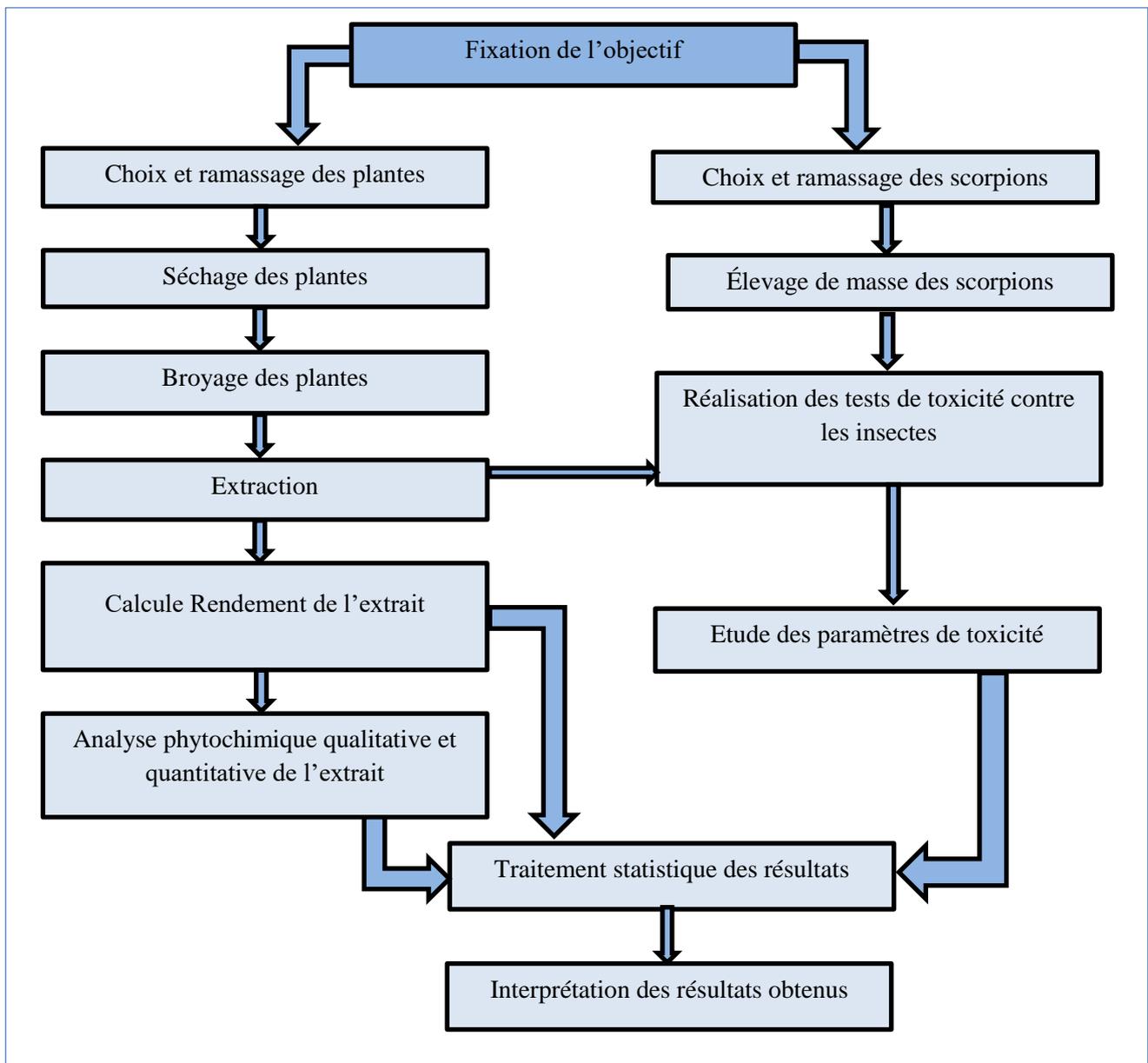


Figure 8 : Démarche méthodologique

2.1.Situation géographique :

La wilaya de Ghardaïa est une région administrative située dans le nord du Sahara algérien. Elle fait partie des zones sahariennes du pays, caractérisée par un climat désertique et des paysages arides (**BICHI et BENTAMER, 2006**)

Tableau 4 : Limites géographique de Ghardaïa (**BICHI et BENTAMER, 2006**)

Ghardaïa		
Superficie (km ²)	86.560	
Limites	Nord	Laghouat et Djelfa
	Sud	Tamanrasset et Adrar
	Est	Ouargla
	Ouest	El-Bayad
Administrations	Daïras	7
	Communes	10

2.2.Synthèse climatique :

Le climat, avec ses différentes variables telles que la température, les précipitations, le vent et l'humidité relative, joue un rôle crucial dans de nombreux phénomènes biologiques et physiologiques (**BOUDY, 1952 ; TOUTAIN, 1979**). Étant donné l'impact significatif de ces facteurs climatiques sur la faune et la flore, il est essentiel d'examiner les principaux éléments climatiques (**IDDER, 2011**). La wilaya de Ghardaïa, par exemple, possède un climat typiquement saharien (**BOUMASBAH, 2007**).

2.2.1.Diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de **BAGNOULS et GAUSSEN (1953)** constitue un outil précis pour surveiller les variations saisonnières de la disponibilité en eau dans une région donnée (**BOUHAMIDA et ABDELHAKEM, 2023**). Ce diagramme est construit de manière à représenter les mois de l'année sur l'axe des abscisses, tandis que deux variables

climatiques majeures, les précipitations et les températures moyennes, sont tracées sur l'axe des ordonnées. Les précipitations sont exprimées en millimètres, tandis que les températures sont en degrés Celsius. Une échelle particulière est utilisée, où P (les précipitations) est égal à 2T (deux fois la température), ce qui permet de représenter simultanément les deux courbes sur le même diagramme. Les précipitations et les températures sont tracées en fonction de cette relation, et l'intervalle entre les deux courbes met en évidence la période sèche de l'année. Sur ce diagramme, une période est considérée comme sèche lorsque la courbe des précipitations se trouve en dessous de la courbe des températures. La distance entre les deux lignes indique l'intensité de cette sécheresse.

Dans la région de Ghardaïa, caractérisée par un climat saharien, l'analyse du diagramme ombrothermique révèle que la saison sèche couvre presque toute l'année (Fig 22). En effet, les précipitations sont très faibles, voire inexistantes, sur plusieurs mois, tandis que les températures restent élevées, surtout pendant la saison chaude.

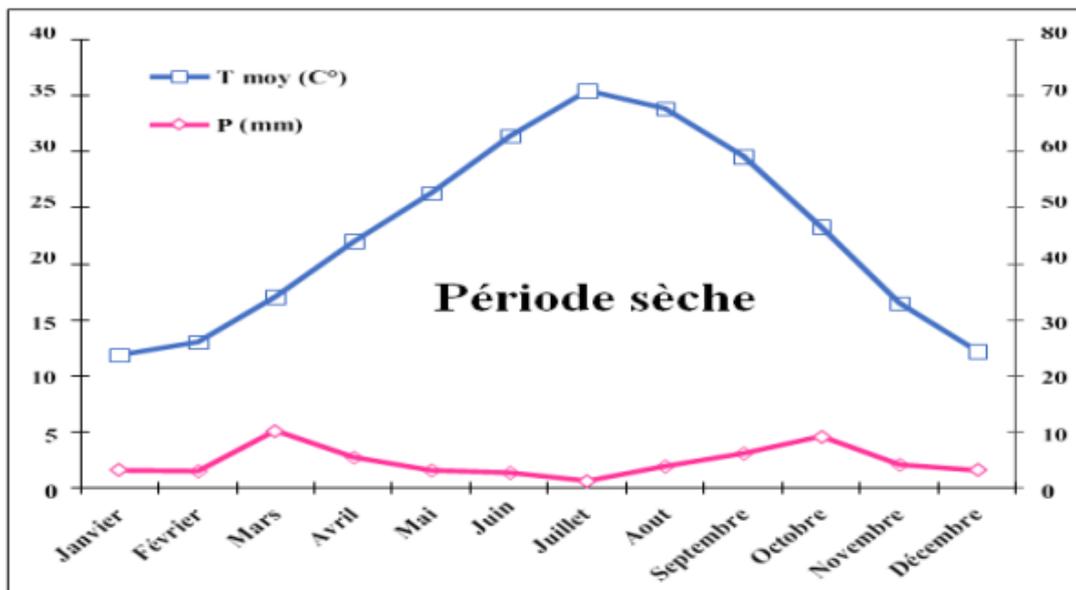


Figure 10 : Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de Ghardaïa (2009-2019) (BOUHAMIDA et ABDELHAKEM , 2023)

2.2.2. Climagramme d'EMBERGER

Le climagramme d'EMBERGER est un outil précieux pour déterminer l'étage bioclimatique d'une zone, en fournissant des informations essentielles sur les conditions climatiques et leur influence sur les écosystèmes locaux. Il est construit à partir de deux

éléments principaux : la température minimale moyenne du mois le plus froid et le quotient pluviométrique.

Tout d'abord, l'axe des abscisses du climagramme représente la moyenne des températures minimales enregistrées durant le mois le plus froid de l'année. Cette température est calculée selon la formule développée par STEWART (1969), qui a été adaptée pour les conditions climatiques spécifiques de l'Algérie. Cette formule permet de prendre en compte les variations locales de température et fournit une estimation précise des températures minimales moyennes. Ce paramètre est crucial pour évaluer les conditions de froid auxquelles les espèces doivent faire face et pour identifier les limites de leur tolérance thermique.(fig 23).

$$Q3 = 3.43 \times P / (M - m)$$

Où :

- Q3 représente le quotient thermique d'EMBERGER.
- P est la pluviométrie annuelle en millimètres.
- M correspond à la température maximale moyenne du mois le plus chaud en degrés Celsius.
- m désigne la température minimale moyenne du mois le plus froid en degrés Celsius.

D'après la Figure suivante Ghardaïa évolue de l'étage bioclimatique aride vers l'étage bioclimatique doux, avec un quotient thermique (Q3) de 5,43.

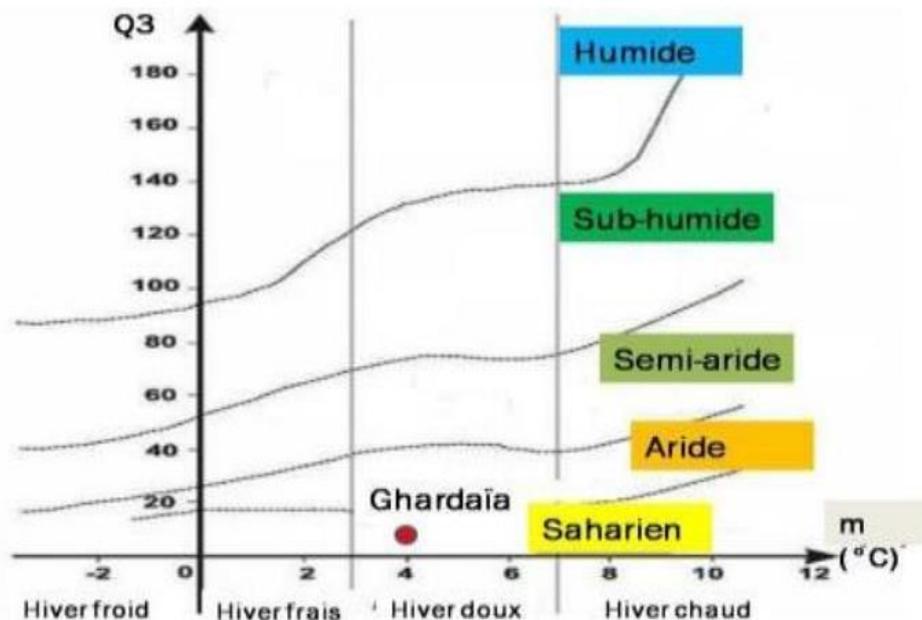


Figure 11 : Climagramme d'EMBERGER de la région de Ghardaïa (2009-2019) (BOUHAMIDA et ABDELHAKEM , 2023).

3. Matériel biologique

3.1. Scorpions

La région de Ghardaïa abrite actuellement sept espèces de scorpions, parmi lesquelles *Androctonus australis* est la plus prédominante, représentant 42 % de la population totale de scorpions dans cette région (SADINE, 2018). En raison de sa fréquence élevée et de son importance écologique dans l'écosystème local, nous avons choisi *Androctonus australis* (fig24), provenant spécifiquement de la station d'El-Atteuf, comme modèle biologique pour notre étude.

Il convient de préciser que notre recherche se concentre exclusivement sur les individus adultes de cette espèce. Cette sélection est motivée par le fait que les caractéristiques biologiques et comportementales des adultes peuvent offrir des informations plus représentatives et pertinentes pour les objectifs de l'expérimentation.



Figure 12 : Adulte d'*Androctonus australis* (ORIGINALE, 2024).

3.2.Végétaux

Pour cette étude, nous avons sélectionné deux espèces de plantes : *Euphorbia guyoniana* (fig25) et *Peganum harmala* (fig26). Nous avons concentré notre étude sur la partie aérienne de ces plantes, comprenant les feuilles, les tiges et les fruits.

Pour sélectionner les espèces végétales à étudier, plusieurs critères ont été pris en compte tel que la recherche bibliographique sur la composition phytochimique de ces plantes, ainsi que leur abondance dans la région de l'étude.



Figure 13 : *Euphorbia guyoniana*



Figure 14 : *Peganum harmala*

4. Récolte des scorpions

La collecte des scorpions a été réalisée sur une période de trois mois, de septembre à novembre 2023 au niveau de la région d'El-Atteuf (Ghardaïa). Cette opération s'est déroulée en suivant la méthodologie établie par **SADINE (2012)**, permettant de capturer les scorpions de deux manières : collective ou individuelle.

La méthode de collecte collective repose sur une stratégie préalablement définie pour la zone d'étude, impliquant un groupe de personnes expérimentées, généralement des locaux. Ce groupe parcourt la zone de manière systématique pour capturer les scorpions dans les habitats ciblés. À l'inverse, la méthode individuelle consiste en une capture aléatoire, effectuée par un seul collecteur, explorant divers sites au sein de la zone d'étude.

Les scorpions sont capturés dans différents micro-habitats tels que les débris, sous les pierres, dans les peaux animales en décomposition, ou encore sous les troncs de palmiers tombés. Ces captures ont lieu aussi bien de jour que de nuit, afin de maximiser les chances de succès. Chaque scorpion est immédiatement placé dans une boîte en plastique individuelle, afin d'éviter tout mélange ou contamination entre les spécimens.

La collecte débute souvent au lever du jour, en explorant les refuges naturels des scorpions, comme les planches en bois, les branches de palmiers, ou encore les arbres abattus. Ces abris sont souvent situés à proximité des exploitations agricoles, des palmeraies, des zones de déchets ou des formations rocheuses. De plus, l'utilisation d'une lampe à ultraviolets facilite grandement la détection des scorpions, grâce à leur capacité à refléter la lumière UV, ce qui permet de les repérer facilement à distance même dans des environnements difficiles à explorer.

5. Identification des scorpions

Les scorpions sont d'abord collectés sur les sites, puis transportés au laboratoire pour l'identification qui a été effectuée par Pr. SADINE Salah Eddine (Université de Ghardaïa).

6. Elevage des scorpions

Au laboratoire, l'élevage des scorpions s'est déroulé dans des conditions contrôlées afin d'assurer leur survie. Chaque scorpion a été placé individuellement dans une boîte en plastique, isolée des autres spécimens, avec une fine couche de sable au fond pour simuler

leur habitat naturel. Cette disposition permettait de surveiller et d'étudier chaque individu de manière distincte.

Pour leur alimentation, les scorpions ont été nourris avec des larves de *Tenebrio molitor* (vers de farine), une source de nourriture adaptée à leurs besoins nutritionnels. Les conditions environnementales, telles que la température et l'humidité, ont également été régulées afin de reproduire leur habitat naturel et minimiser le stress lié à la captivité.

7. Identification des plantes

L'identification des plantes a été effectuée par Mr. BEN SAMAOUNE Youcef (Université de Ghardaïa).

8. Récolte des plantes

Les plantes choisies ont été récoltées (fig 27) de manière aléatoire, pendant leur phase de floraison, en ne prélevant que les parties aériennes. Le récolte est déroulé entre les mois décembre et de février, dans la région de Ghardaïa, plus précisément à Metlili, dans la zone d'Oued Drine.



Figure 15 : Récolte des plantes (ORIGINALE, 2024).

9. Séchage des plantes

Pour éliminer l'humidité des plantes et obtenir une végétation sèche, les plantes ont été étalées et séchées à l'aire libre pendant au moins 20 jours à l'abri du soleil jusqu'à la stabilisation de leur masse.(fig28).



Figure 28 : Séchage des plantes collectées (ORIGINALE, 2024).

10. Broyage des plantes

Les plantes, après avoir été complètement sèches, ont été réduites en poudre fine à l'aide d'un mortier. Cette poudre a été stockée dans des flacons propres dans un endroit à l'abri de la lumière et de l'humidité à une utilisation ultérieure.

11. Extraction

Afin de schématiser le processus d'extraction, la démarche méthodologique d'extraction a été résumée dans la figure 29.

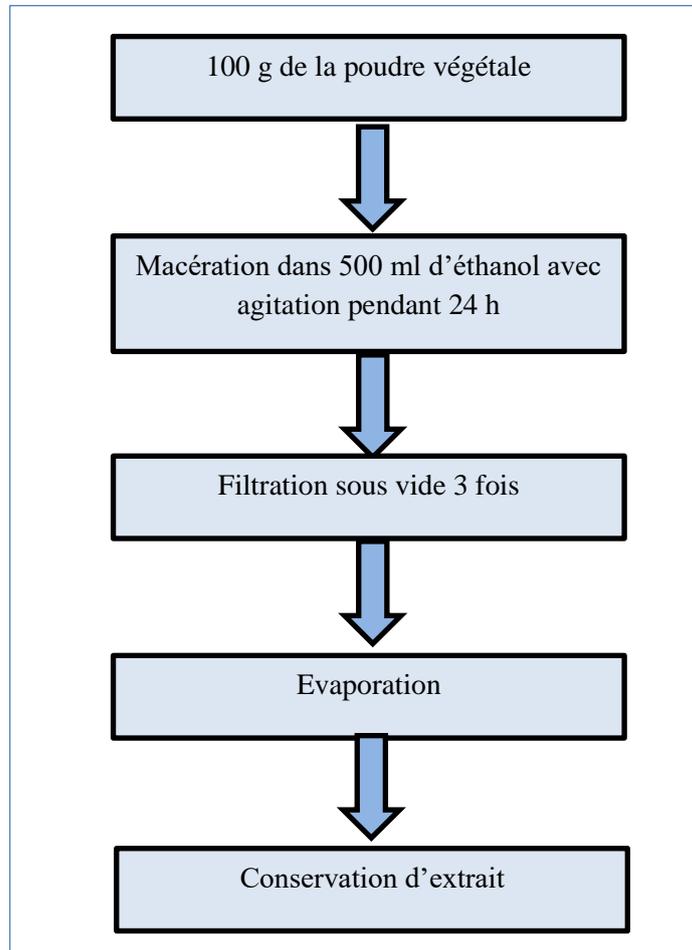


Figure 29 : Démarche méthodologique d'extraction

Le démarche d'extraction a suivi les travaux de **ROUARI et al. (2022)** avec quelques modifications. La macération à froid a été effectuée en utilisant de l'éthanol comme solvant. Pour cela, 100 g de poudre de plante ont été mises en contact avec 500 ml d'éthanol pendant 24 heures à température ambiante, sous agitation dans un incubateur à secousses précis (Precise Shaking Incubator WIS-10, Corée). Après la période de macération, le mélange a été filtré trois fois à l'aide de filtration sous vide (Fig.30.). Le filtrat obtenu a été évaporé à sec à l'aide d'un évaporateur rotatif (Fig. 31) à 45°C jusqu'à l'obtention d'un extrait sec. Cet extrait a ensuite été recueilli, pesé, étiqueté et stocké dans des flacons sombres à 4°C en vue d'une utilisation ultérieure.



Figure 16 : L'appareil de filtration sous vide (ORIGINALE, 2024).



Figure 17 : Evaporateur rotatif (ORIGINALE, 2024).

Le rendement des extraits de plantes est exprimé en pourcentage du principe actif dissous dans le solvant organique par rapport au poids initial du végétal utilisé pour l'extraction. Pour déterminer ce rendement, la masse du végétal est prise en compte. Le rendement d'extraction (%) est calculé selon l'équation suivante (KEMASSI, 2014) :

$$R (\%) = (\text{Masse d'extrait sec} / \text{Masse de matière végétale utilisée}) * 100$$

12. Test de toxicité contre les scorpions

L'évaluation de l'effet toxique des différentes concentrations croissantes des extraits (10 mg/ml, 15 mg/ml, 20 mg/ml, 25 mg/ml et 30 mg/ml) a été effectuée sur les scorpions adultes. Pour préparer ces concentrations, les extraits secs ont été solubilisés dans un volume approprié de DMSO à 20 %. Il est important de noter qu'aucune mortalité n'a été constatée chez les scorpions du lot témoin, qui était traité avec du DMSO à une concentration de 20 %.

Au total, six lots ont été préparés pour les tests de toxicité : un lot témoin et cinq lots supplémentaires, chacun correspondant à une concentration spécifique de l'extrait. Pour chaque concentration testée, cinq scorpions ont été immédiatement placés dans des boîtes en plastique isolées. Chaque boîte contenait une fine couche de sable, sur laquelle 5 ml de l'extrait à la concentration respective ont été pulvérisés. Les tests de toxicité ont été réalisés dans des conditions identiques à celles utilisées pour l'élevage des scorpions, assurant ainsi que les conditions expérimentales soient aussi proches que possible des conditions de vie normales des scorpions. Le suivi de la mortalité a été enregistré pendant 72 h d'exposition.(fig32).



Figure 18 : Lot d'expérimentation sur les scorpions (ORIGINALE, 2024).

13. Paramètres de toxicité étudiée

Quatre paramètres essentiels de toxicité sont évalués afin de déterminer l'efficacité des extraits végétaux organiques sur les scorpions. Ces paramètres sont : le taux de mortalité, la cinétique de mortalité, les doses létales (DL⁵⁰ et DL⁹⁰), et les temps létaux (TL⁵⁰ et TL⁹⁰).

13.1. Taux de mortalité

Le premier critère de cette étude est le taux de mortalité, qui est utilisé pour évaluer l'efficacité des traitements appliqués. Selon **KEMASSI (2014)**, le pourcentage de mortalité des scorpions, est calculé en utilisant la formule suivante :

$$\text{Mortalité observée (\%)} = \left[\frac{\text{(Nombre des scorpions mortes après le traitement)}}{\text{(Nombre des scorpions introduites)}} \right] \times 100.$$

Ce calcul permet de quantifier l'efficacité du traitement en fonction de la proportion des individus tuées par rapport au total des scorpions exposés.

13.2. Cinétique de mortalité

La cinétique de mortalité permet de suivre l'évolution du taux de mortalité des scorpions traitées au fil du temps, afin d'évaluer l'effet larvicide des extraits végétaux organiques. Cette étude observe la mortalité à des intervalles réguliers pendant une période de 72 heures d'exposition. Ces données permettent de tracer une courbe de mortalité en fonction du temps, offrant ainsi une vue plus dynamique de l'efficacité du traitement.

13.3. Doses létales

Les doses létales 50 et 90 (DL50 et DL90) représentent les concentrations des extraits nécessaires pour tuer respectivement 50 % et 90 % des individus exposés. Pour déterminer ces doses, les pourcentages de mortalité sont transformés en probits, et les concentrations de l'extrait sont transformées en logarithmes décimaux. Ensuite, des équations de régression linéaire sont établies en fonction du logarithme de la dose et des probits obtenus (**KEMASSI et al., 2019**). Ces doses létales permettent de déterminer avec précision les quantités nécessaires pour obtenir une efficacité optimale du traitement.

13.4. Temps létaux

Les temps létaux 50 et 90 (TL^{50} et TL^{90}) correspondent respectivement au temps nécessaire pour tuer 50 % et 90 % des scorpions exposées aux extraits. La détermination de ces temps létaux se fait en traçant des courbes de régression linéaire entre le pourcentage de mortalité et le logarithme du temps d'exposition. Ces données permettent de comprendre à quel rythme les extraits végétaux agissent sur les scorpions au fil du temps, fournissant ainsi une information cruciale pour l'optimisation de l'application des traitements (KEMASSI, 2014).

14. Test d'inhibition d'envenimation

Le test d'inhibition d'envenimation est relié avec la lecture des résultats de tests de toxicité. Pour chaque temps d'exposition, on teste l'envenimation de scorpion en touchant délicatement chaque individu un crayon. Cette action permet de vérifier si les individus réagissent normalement ou non.

15. Chromatographie

La chromatographie est une technique d'analyse physico-chimique qui permet de séparer les composants d'un mélange complexe. Cette séparation repose sur l'utilisation de deux phases distinctes : une phase mobile et une phase stationnaire.

La phase mobile peut être liquide ou gazeuse et se déplace à travers ou le long de la phase stationnaire. Les solutés du mélange interagissent différemment avec ces deux phases en fonction de leurs propriétés chimiques et physiques.

Les solutés ayant une forte affinité pour la phase stationnaire seront retenus plus longtemps et se déplaceront plus lentement, tandis que ceux ayant une forte affinité pour la phase mobile se déplaceront plus rapidement. Ce contraste dans les vitesses de déplacement permet la séparation des solutés au fur et à mesure que la phase mobile progresse.

Les solutés se séparent en une série de bandes ou de pics qui peuvent être détectés et analysés pour identifier et quantifier les différents composants du mélange. Cette technique est essentielle dans des domaines variés tels que l'analyse des produits chimiques, la purification des substances, et le contrôle de qualité dans les industries pharmaceutique, alimentaire, et environnementale

15.1. Chromatographie sur colonne

La chromatographie sur colonne est une technique essentielle en chimie organique pour purifier et séparer les composés d'un mélange. Cette méthode repose sur la séparation des composés en fonction de leur affinité pour une phase stationnaire, généralement du gel de silice, et une phase mobile, l'éluant. Lorsqu'un mélange est introduit dans la colonne, les composés se déplacent à des vitesses différentes selon leur interaction avec ces phases, permettant ainsi leur séparation.

Pour préparer une chromatographie sur colonne, on commence par préparer le gel de silice, qui est mélangé avec du dichlorométhane jusqu'à dissolution complète. Cette suspension est ensuite versée dans la colonne de manière contrôlée pour former une phase stationnaire uniforme. Il est crucial d'éviter les bulles d'air lors de cette étape afin de garantir une séparation efficace. Une fois la colonne remplie et la phase stationnaire correctement formée, la colonne est prête pour l'étape de séparation.

L'échantillon à séparer est d'abord préparé en dissolvant l'extrait sec des plantes *Euphorbia guyoniana* et *Peganum harmala* dans du méthanol. Cette solution est ensuite introduite sur la phase stationnaire de la colonne. La phase mobile, qui est un mélange de méthanol et de dichlorométhane, est ensuite appliquée à la colonne. Ce mélange est préparé avec des proportions variables allant de 100 % dichlorométhane à 100 % méthanol, selon les besoins de la séparation. L'application de cette phase mobile permet aux composés de se déplacer le long de la colonne en fonction de leur affinité pour les deux phases.

Lorsque le robinet de la colonne est ouvert, la phase mobile commence à s'écouler à travers la colonne, entraînant les composés du mélange. Les composés se déplacent à des vitesses différentes en fonction de leur interaction avec le gel de silice et le mélange méthanol-dichlorométhane. Les composés ayant une forte affinité pour le gel de silice seront retenus plus longtemps, tandis que ceux ayant une faible affinité seront entraînés plus rapidement par l'éluant. Cette séparation est souvent visible sous forme de bandes colorées dans la colonne, chaque couleur représentant un composé distinct.

Les fractions contenant les composés séparés sont collectées à différents moments en fonction des changements de couleur observés.(fig33).



Figure 19 : Séparation d'extrait par chromatographie sur colonne (Originale, 2024.)

15.2. Chromatographie sur couche mince

La chromatographie sur couche mince (CCM) est une méthode de chromatographie planaire où la phase mobile est sous forme liquide. Elle est principalement utilisée pour séparer et analyser les composants d'un mélange complexe. La procédure suit une série d'étapes méthodiques qui assurent une séparation efficace des composés présents dans l'échantillon.

La première étape consiste à préparer la plaque de chromatographie. À l'aide d'un crayon, on trace une ligne de dépôt, appelée ligne de base, à environ 1,5 cm du bord inférieur de la plaque. Cette ligne servira de repère pour l'application des échantillons. Ensuite, les échantillons sont appliqués le long de la ligne de dépôt. À l'aide d'un tube capillaire, de petites quantités de chaque fraction d'extrait sont soigneusement déposées sur cette ligne.

La préparation de l'éluant est une étape cruciale. On mélange du méthanol et du dichlorométhane dans un bécher, en veillant à ce que la solution ait une profondeur d'environ 0,5 à 1 cm. Cette solution servira de phase mobile et migrera à travers la plaque pour entraîner les composés déposés.

La plaque CCM, qui constitue la phase stationnaire, est ensuite placée dans le bécher contenant l'éluant. Par un phénomène de capillarité, le solvant monte le long de la plaque, emportant avec lui les échantillons appliqués. Ce processus est appelé le développement de la plaque et il se poursuit jusqu'à ce que l'éluant atteigne presque le sommet de la plaque. La plaque est ensuite laissée à l'air libre pour permettre à l'éluant de s'évaporer complètement.

Enfin, les composants séparés sont visualisés. La plaque est placée sous une lampe UV à une longueur d'onde de 254 nm, ce qui permet de voir les différentes taches représentant les composants de l'échantillon.

Pour renforcer la visualisation, la plaque peut être pulvérisée avec une solution d'acide vanillique, puis chauffée. Cela permet de faire apparaître des taches colorées, facilitant ainsi l'identification des divers composants présents dans l'extrait.

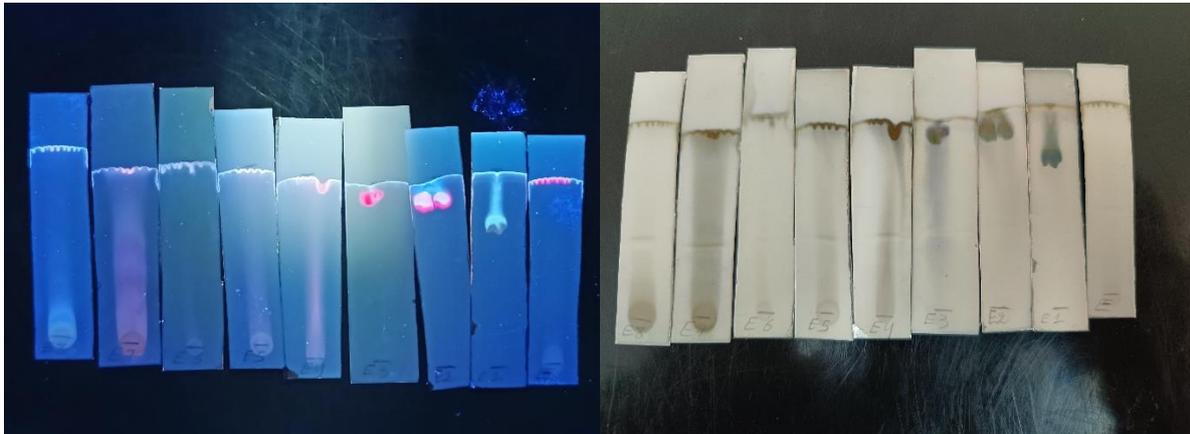


Figure 20 : Analyse par CCM pour *Euphorbia guyoniana* (ORIGINALE , 2024)

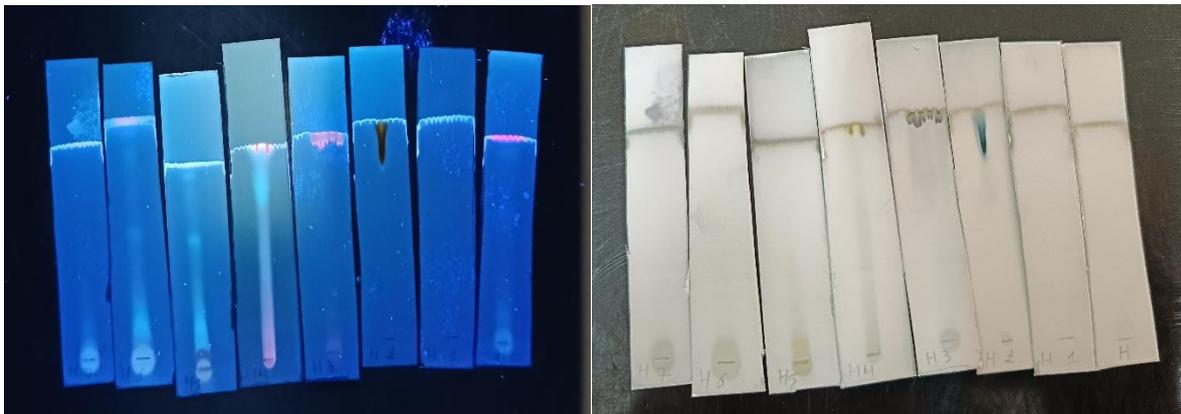


Figure 21 : Analyse par CCM pour *Peganum harmala* (ORIGINALE, 2024)

16. Criblage des extraits

Le criblage phytochimique est une méthode qualitative employée pour détecter et identifier les familles de molécules actives présentes dans les extraits de plantes. Il s'agit d'une première étape dans l'évaluation de la composition chimique d'un extrait végétal, permettant de fournir une vue d'ensemble des composés bioactifs potentiels. Cette technique repose sur des réactions chimiques spécifiques qui engendrent des changements visuels tels que la coloration ou la formation de précipités, facilitant ainsi l'identification des principaux groupes chimiques. Le criblage phytochimique se déroule généralement sous forme d'une série de tests distincts, chacun visant un groupe chimique particulier, tels que les alcaloïdes, flavonoïdes, tannins, saponines, ou encore les terpènes. Ces tests permettent d'évaluer la présence ou l'absence de ces familles de composés en fonction des réactions observées.

Dans cette étude, les résultats des tests phytochimiques sur les extraits de plantes sont représentés en fonction de l'intensité de la réaction observée. Les résultats sont codés de la manière suivante :

- +++ : Fortement positif
- ++ : Modérément positif
- + : Faiblement positif
- - : Négatif

16.1. Flavonoïdes

La détection des flavonoïdes est effectuée en mélangeant 3 ml de chaque extrait avec 1 ml d'une solution de NaOH à 10 %. L'apparition d'une couleur jaune intense indique la présence de flavonoïdes (LERATO *et al.*, 2017).

16.2. Cyanidine

Pour tester la présence de cyanidine, 5 ml d'éthanol chlorhydrique sont ajoutés à 5 ml de chaque extrait. Les résultats possibles sont :

- Leucoanthocyanes : Une couleur rouge cerise ou violacée apparaît.
- Catéchols : Une teinte brun-rouge se forme. (LERATO *et al.*, 2017).

16.3. Anthocyanines

La présence d'anthocyanines est confirmée en mélangeant 2 ml de chaque extrait avec 2 ml de HCl 2N et 2 ml d'ammoniac. L'apparition d'une couleur rose-rouge virant au bleu-violet indique leur présence (**LERATO et al., 2017**).

16.4. Quinones

La détection des quinones est réalisée en ajoutant quelques gouttes de NaOH à 1 % à chaque extrait. Une couleur jaune, rouge ou violette indique la présence de quinones (**EL-HAOUD et al., 2018**).

16.5. Coumarines

Pour déterminer la présence de coumarines, 3 ml de NaOH à 10 % sont ajoutés à 2 ml de chaque extrait. Une couleur jaune indique un résultat positif (**LERATO et al., 2017**).

16.6. Alcaloïdes

La présence d'alcaloïdes est testée par la formation d'un précipité de couleur verdâtre ou crème. Le protocole est le suivant :

- Mélanger 3 ml d'extrait avec 3 ml de HCl à 1 %, puis chauffer pendant 20 minutes.
- Après refroidissement, ajouter goutte à goutte 1 ml de réactif de Mayer. La formation d'un précipité confirme la présence d'alcaloïdes (**LERATO et al., 2017**).

16.7. Glycosides

La détection des glycosides est réalisée en mélangeant 1 ml de chaque extrait avec 1 ml de KOH à 10 %. L'apparition d'une couleur rouge brique indique la présence de glycosides. (**LERATO et al., 2017**).

16.8. Stéroïdes

Pour tester la présence de stéroïdes, 5 ml de chloroforme et 5 ml de H₂SO₄ sont ajoutés à 0,5 ml de chaque extrait. Les résultats se manifestent par :

- Un changement de couleur du violet au bleu ou au vert, ou un anneau bleu/vert.
- La couche supérieure devient rouge et la couche sulfurique jaune avec une fluorescence verte (LERATO et al., 2017).

16.9. Tanins

Pour identifier les tanins, quelques gouttes de FeCl_3 à 1 % sont ajoutées à 1 ml de chaque extrait et à 1 ml d'eau distillée. Les résultats possibles sont :

- Une couleur vert foncé indique des tanins catéchétiques.
- Une couleur bleu-vert signale la présence de tanins galliques (EL-HAOUD et al., 2018).

16.10. Composés réducteurs

La présence de composés réducteurs est testée en ajoutant 1 ml d'extrait à 2 ml de liqueur de Fehling, suivi d'un chauffage au bain-marie à 70°C pendant 2 minutes. Un précipité rouge brique indique un résultat positif (TREASE et EVANS, 1987).

16.11. Saponosides

La détection des saponosides est réalisée en ajoutant quelques gouttes d'eau distillée à 2 ml de chaque extrait, puis en agitant le mélange. Après 20 minutes, la mousse est évaluée :

- Pas de mousse = Test négatif
- Mousse de 1 à 2 cm = Test positif (TREASE et EVANS, 1987).

1. Analyses chromatographiques des extraits par HPLC

Une fois que 0,5 mg de l'extrait végétal des extraits *Euphorbia guyoniana* et *Peganum harmala* a été dissous dans 5 ml de méthanol (Grade HPLC), il a été passé par un micro filtre, puis injecté automatiquement dans HPLC à l'aide d'un maître-injecteur.(fig36).

À la faculté de ST de l'université de Ghardaïa, l'extrait a été étudié chromatographiquement à l'aide d'une HPLC (Thermo Scientific Vanquish UHPLC). On a employé la colonne C-18 afin de séparer les composants en utilisant une phase mobile isocratique.

La détection a été effectuée à 250 nm avec un volume d'injection d'environ 20 μ l. La colonne a une température d'environ 25°C et un débit de 0,8 ml/min. Le mélange de méthanol, d'acétonitril et d'eau purifiée (40 : 15 : 45 v/v) était utilisé pour la phase mobile.

Les standards ont été employés afin de repérer les pics obtenus en fonction des temps de rétention.

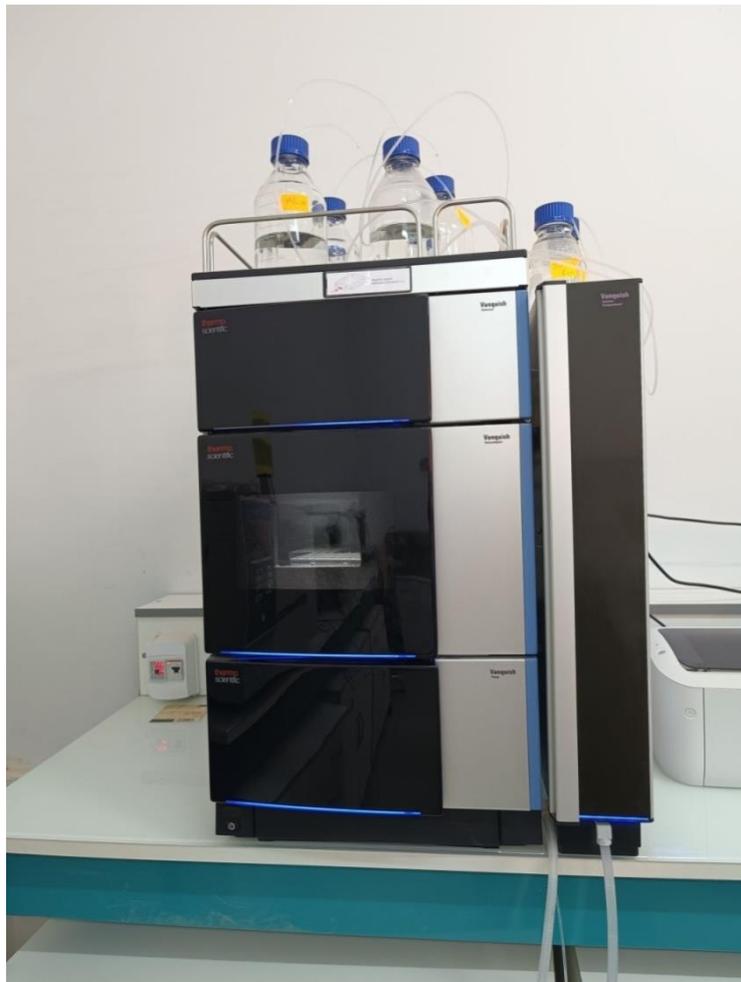


Figure 22 : Thermo Scientific Vanquish UHPLC (ORIGINALE, 2024).

PARTIE III :

Résultats et

discussion

Nos recherches scientifiques portent sur le développement d'un biocide efficace contre les scorpions à partir d'extraits organiques de plantes, appliqués par pulvérisation. Nous avons choisi de nous focaliser sur les plantes *Euphorbia guyoniana* et *Peganum harmala*, et appliquées à l'organisme des scorpions *Androctonus australis*. La région saharienne de Ghardaïa a été sélectionnée pour ses conditions environnementales.

1. Résultats

1.1. Rendement d'extraction et caractéristiques de l'extrait obtenu

Le rendement de l'extraction des plantes sélectionnées est calculé en rapportant le poids de l'extrait sec, obtenu après l'évaporation totale du solvant, au poids initial de la matière végétale sèche.

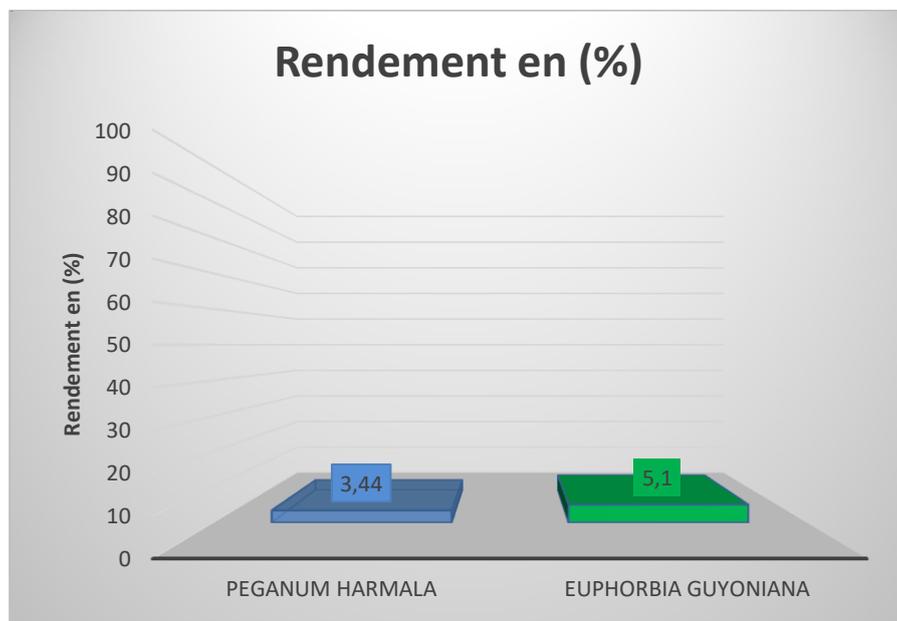


Figure 23 : Rendement des extraits organiques

La figure 37 présente les rendements d'extraction des plantes étudiées. Les résultats révèlent un rendement d'environ 3,44 % pour *Peganum harmala* et de 5,10 % pour *Euphorbia guyoniana*.

Le tableau 5 présente les propriétés des extraits de plantes. Il est à noter qu'il n'y a pas de différences significatives entre les extraits, à l'exception de la couleur. En effet, l'extrait de *Peganum harmala* se distingue par une teinte plus foncée comparé à celui de *Euphorbia guyoniana*.

Tableau 5 : Caractéristiques organoleptiques des extraits organiques.

<i>Plante</i>	<i>Aspect</i>	<i>Couleur</i>	<i>L'odeur</i>
<i>Peganum harmala</i>	Pâteux	Verte plus foncé	Désagréable
<i>Euphorbia guyoniana</i>	Pâteux	Verte foncé	Désagréable

1.2.Criblage phytochimique

Nous avons réalisé un test de criblage phytochimique pour identifier les familles de composés phytochimiques présentes dans les extraits des deux plantes étudiées. Les résultats de cette analyse sont illustrés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Criblage phytochimique des extraits organiques. (- : absence, + : faible présence, ++ : présence moyenne, +++ : forte présence, ++++ : très forte présence)

Groupe chimique	Résultats	
	<i>Peganum harmala</i>	<i>Euphorbia guyoniana</i>
Flavonoïdes	-	+++
Tanins	+	++++
Terpénoides	-	++++
Coumarines	-	++++
Quinones libres	-	+++
Alcaloïdes	++	+++
Composés réducteur	-	++++
Saponosides	-	---
Stéroïdes	++++	++++
Anthocyane	-	-

Le criblage phytochimique, résumé dans le tableau 6, révèle que l'extrait le plus riche en composés phytochimiques est celui de *Euphorbia guyoniana*, tandis que l'extrait de *Peganum harmala* est le moins riche. Les résultats montrent une présence notable de flavonoïdes, terpénoïdes, coumarines, quinones libres et composés réducteurs dans l'extrait d'*Euphorbia guyoniana*. En revanche, ces composés sont absents dans l'extrait de *Peganum harmala*. Les deux extraits contiennent toutefois des tanins, des alcaloïdes et des stéroïdes. Aucune détection de saponosides ni d'anthocyanes n'a été observée dans les extraits des deux plantes.

1.3. Analyses chromatographiques des extraits par HPLC

D'après les données présentées dans le tableau 7 suivant et la figure 38 de l'analyse chromatographique HPLC de l'extrait éthanolique de la partie aérienne de *Peganum harmala*, sept pics ont été détectés. Ces pics correspondent à différents composés identifiés dans l'extrait.

Les résultats de l'analyse montrent les composés suivants, classés par ordre croissant de leur temps de rétention : Quercétine, Catéchine, Pyrocatechol, Vanilline, Routine, Alpha-tocophérol et enfin, Adonitol.

Ces résultats illustrent la présence d'une gamme variée de composés dans l'extrait éthanolique de *Peganum harmala*, mettant en évidence la diversité des molécules actives qui pourraient contribuer à ses propriétés biologiques.

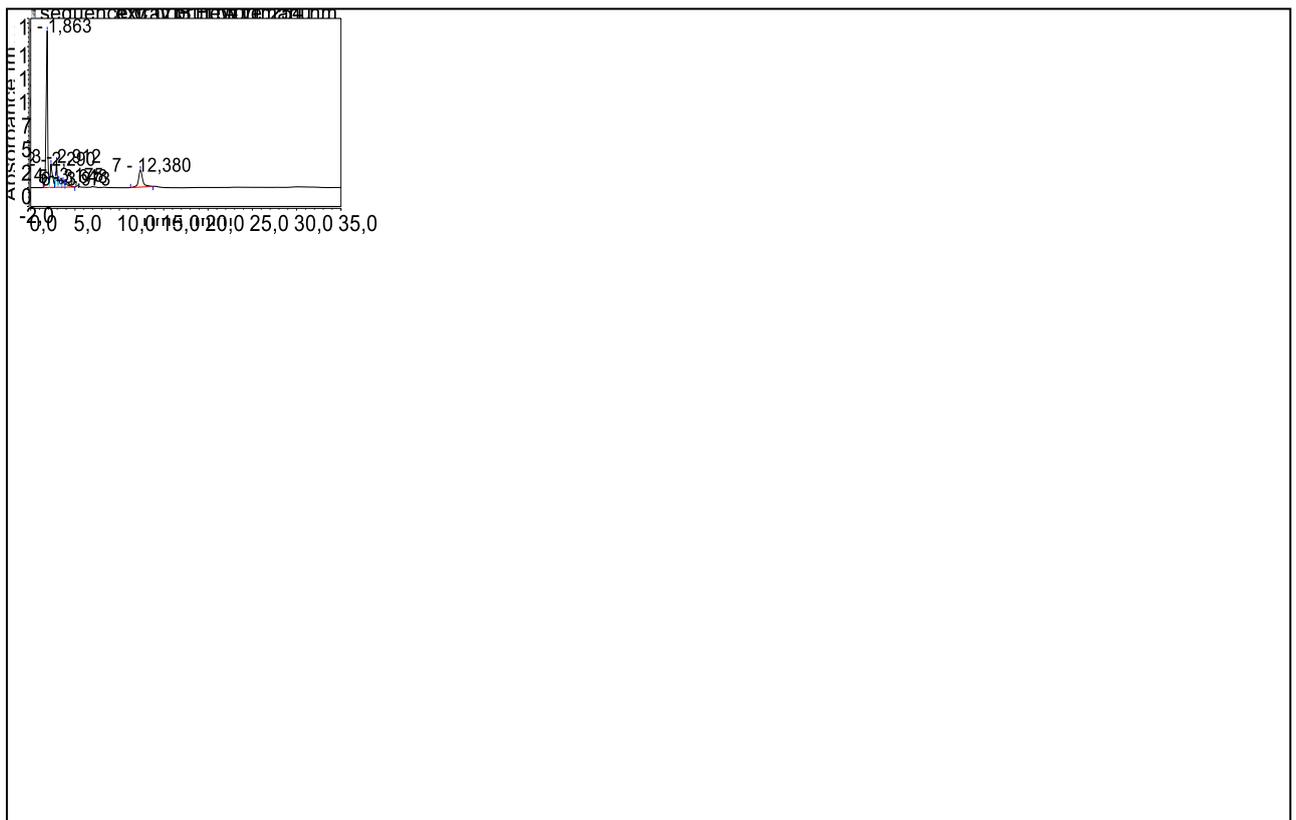


Figure 38 : Chromatogramme d'analyses d'extrait organique d' *Peganum harmala* par HPLC

Tableau 7 : Résultat d'intégration d'analyses d'extrait organique d' *Peganum harmala* par HPLC

No.	Nom du Peak	Temps de rétention (min)
1	Quercétine	1,863
2	Catechine	2,290
3	Pyrocatechol	2,912
4	Vaniline	3,175
5	Rutine	3,648
6	alpha tocopherol	3,973
7	Adonitol	12,380

D'après les informations fournies dans le tableau 8 suivant et la figure 39 suivante de l'analyse chromatographique HPLC de l'extrait éthanolique de la partie aérienne de *Euphorbia guyoniana*, six pics ont été détectés. Ces pics correspondent à différents composés présents dans l'extrait.

Les résultats montrent les composés suivants, classés par ordre croissant de leur temps de rétention : Quercétine, Catéchine, Rutine, Acide tannique, Acide chlorogénique et enfin Acide ascorbique.

Ces résultats mettent en évidence la diversité des composés présents dans l'extrait éthanolique de *Euphorbia guyoniana*, soulignant la richesse en molécules ayant potentiellement des effets bénéfiques pour la plante.

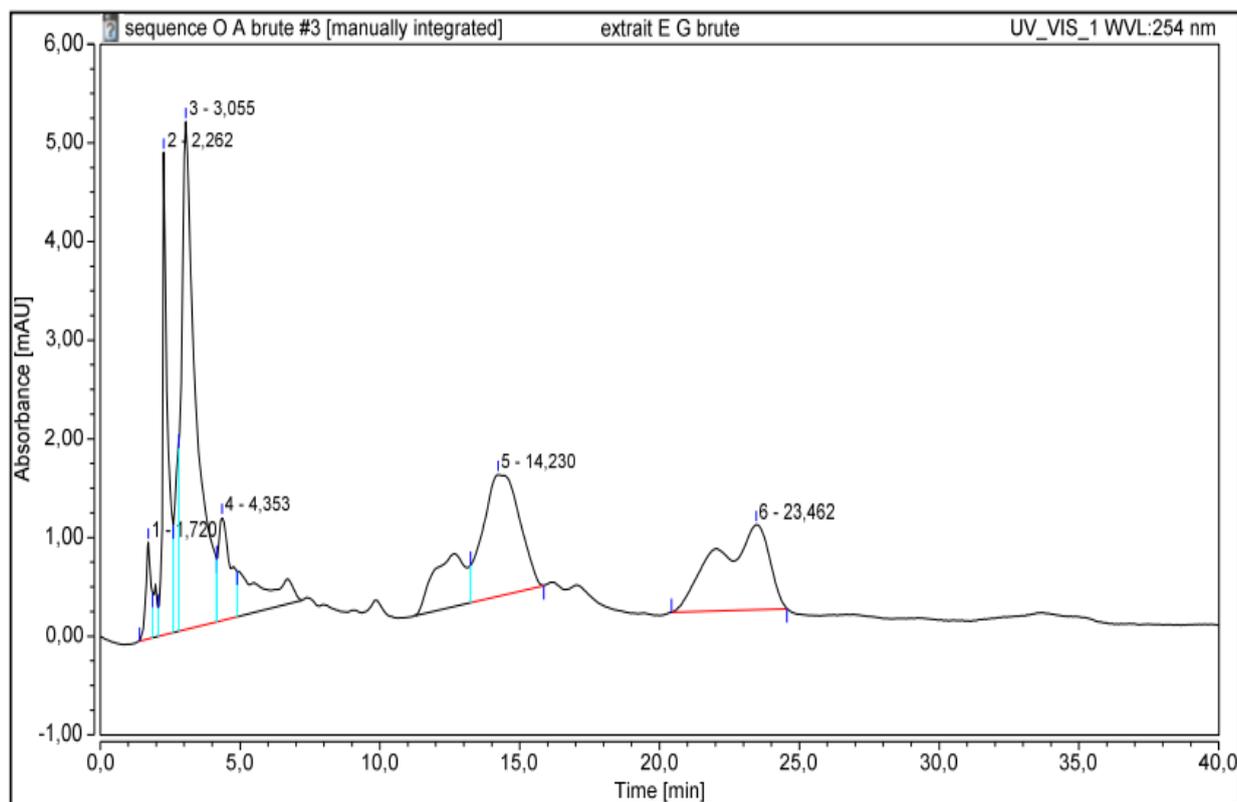


Figure 39 : Chromatogramme d'analyses d'extrait organique d' *Euphorbia guyoniana* par HPLC

Tableau 8 : Résultat d'intégration d'analyses d'extrait organique d' *Euphorbia guyoniana* par HPLC

No.	Nom du Peak	Temps de rétention (min)
1	Quercetine	1.720
2	Catechine	2.262
3	Rutine	3.055
4	Acide tannique	4.353
5	Acide chlorogenic	14.230
6	Acide ascorbique	23.462

1.4.Toxicité d'extrait

La figure 40 présente un histogramme qui analyse le taux de mortalité des scorpions *Androctonus australis* après l'application de l'extrait éthanolique de la plante *Peganum harmala* pendant une période de 72 heures. Selon les données, les premiers décès des scorpions sont observés après 24 heures, avec un taux de mortalité de 20 % à une concentration de 30 mg/ml. Après 48 heures, les taux de mortalité augmentent considérablement, atteignant entre 20 % et 40 % pour les concentrations de 25 mg/ml et 30 mg/ml. À la fin des 72 heures, le taux de mortalité est encore plus élevé, variant entre 20 % et 60 % pour les concentrations de 20 mg/ml, 25 mg/ml, et 30 mg/ml. Il est important de noter qu'aucune des concentrations testées n'a permis d'atteindre un taux de mortalité maximal de 100 %, suggérant ainsi que l'extrait présente une efficacité létale limitée aux doses évaluées.

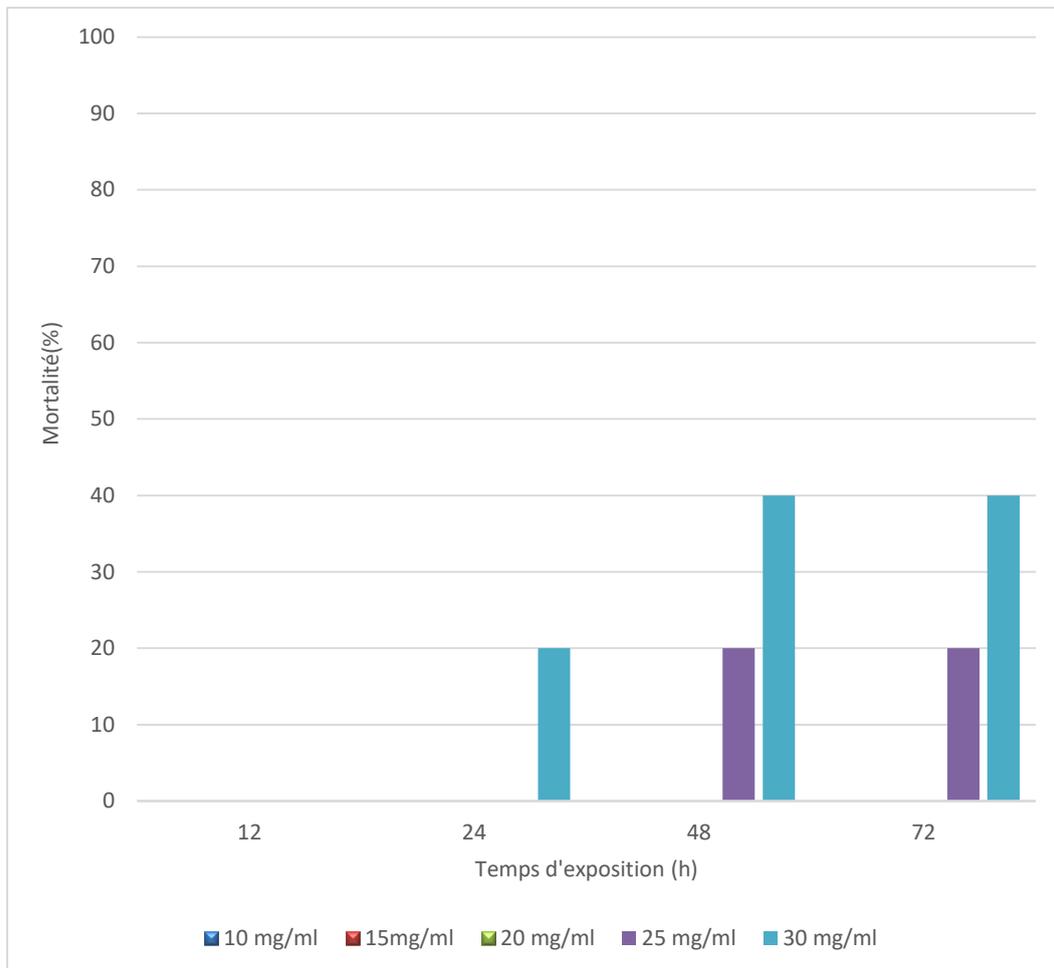


Figure 40 : Toxicité d'extrait organique d' *Euphorbia guyoniana* contre *Androctonus australis*

La figure 41 présente un histogramme illustrant le taux de mortalité des scorpions *Androctonus australis* après l'application de l'extrait éthanolique de *Euphorbia guyoniana* sur une période de 72 heures. Les résultats indiquent que les décès commencent à survenir après 24 heures, avec un taux de mortalité initial de 20 % à une concentration de 30 mg/ml. À 48 heures, les taux de mortalité augmentent, atteignant entre 20 % et 40 % pour les concentrations de 25 mg/ml et 30 mg/ml. Enfin, après 72 heures, les taux de mortalité varient entre 20 % et 60 % pour les concentrations de 20 mg, 25 mg/ml, et 30 mg/ml. Aucune des concentrations testées n'atteint un taux de mortalité de 100 %, ce qui suggère que l'extrait a une efficacité létale limitée dans les conditions de test.

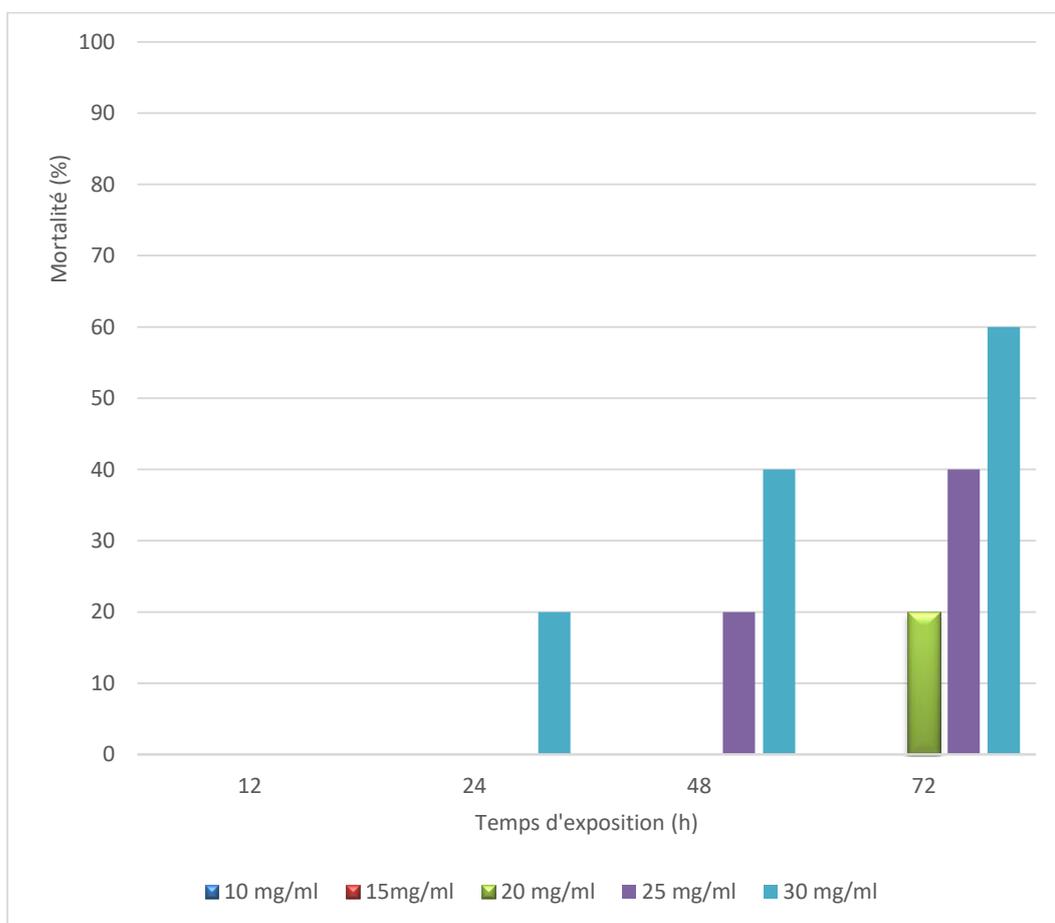


Figure 41 : Toxicité d'extrait organique d' *Peganum harmala* contre *Androctonus australis*

Le tableau 9 représente la toxicité des fractions d'extrait organique d'*Euphorbia guyoniana* contre *Androctonus australis*. Les résultats obtenus montrent que deux fractions qui présentent un effet toxique. Cet effet est enregistré après 24 h et 48 h d'exposition pour les fractions 2 et 3 respectivement.

Tableau 9 : Toxicité des fractions d'extrait t organique d' *Euphorbia guyoniana* contre *Androctonus australis*

Temps d'exposition (h)	Fraction			
	1	2	3	4
2	Non	Non	Non	Non
4	Non	Non	Non	Non
6	Non	Non	Non	Non
12	Non	Non	Non	Non
24	Non	Oui	Non	Non
48	Non	Oui	Oui	Non
72	Non	Oui	Oui	Non

Le tableau 10 représente la toxicité des fractions d'extrait organique de *Peganum harmala* contre *Androctonus australis*. Les résultats obtenus indiquent l'absence de toxicité .

Tableau 10 : Toxicité des fractions d'extrait organique d' *Peganum harmala* contre *Androctonus australis*

Temps d'exposition (h)	Fraction					
	1	2	3	4	5	6
2	Non	Non	Non	Non	Non	Non
4	Non	Non	Non	Non	Non	Non
6	Non	Non	Non	Non	Non	Non
12	Non	Non	Non	Non	Non	Non
24	Non	Non	Non	Non	Non	Non
48	Non	Non	Non	Non	Non	Non
72	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Selon la figure 42 qui représente la cinétique de mortalité des individus de *Androctonus australis* traités par d'extrait l'extrait organique de *Euphorbia guyoniana*, des taux de mortalité de 20 % sont enregistrés à 25 mg/ml après 48 heures et à 30 mg/ml après 24 heures, avec une persistance des effets sur les 24 heures suivantes. Aucune mortalité n'est observée à des concentrations de 10 mg/ml, 15 mg/ml, et 20 mg/ml après 72 heures. La toxicité maximale observée n'excède pas 60 %, indiquant que les extraits des deux plantes ne parviennent pas à atteindre un taux de mortalité de 100 % aux concentrations testées. Ces résultats suggèrent une toxicité limitée des extraits végétaux sur les scorpions, mettant en évidence une efficacité qui plafonne à des taux de concentration spécifiques.

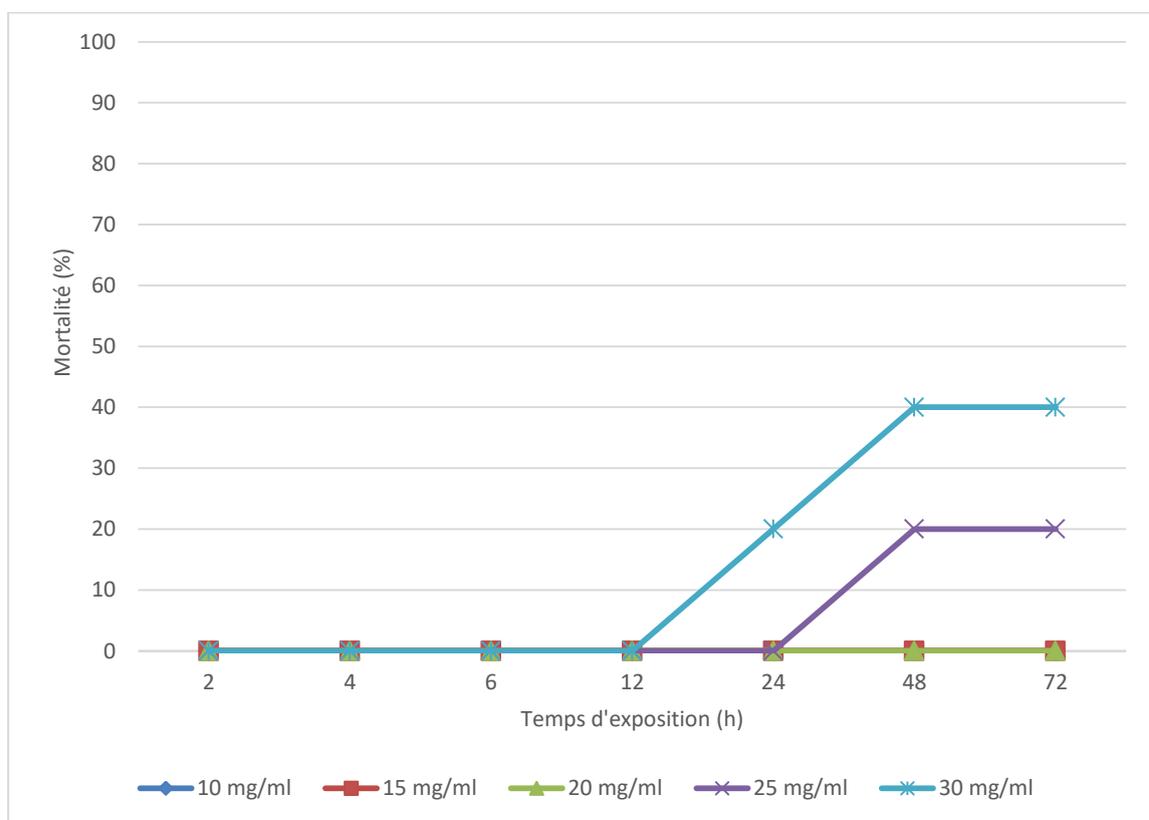


Figure 42 : Cinétique de mortalité des individus de *Androctonus australis* traités par d'extrait l'extrait organique d' *Euphorbia guyoniana*

D'après la figure 43 qui représente la cinétique de mortalité des individus de *Androctonus australis* traités par d'extrait l'extrait organique de *Peganum harmala*, les taux de mortalité significatifs sont observés à des concentrations de 20 mg/ml (20 % après 72 heures), 25 mg/ml (20 % après 48 heures et 40 % après 72 heures), et 30 mg/ml (20 % après 24 heures et 40 % après 48 heures, avec une stabilisation à 40 % pendant les 24 heures suivantes). Aucun effet léthal n'est noté à des concentrations de 10 mg/ml et 15 mg/ml pendant 72 heures.

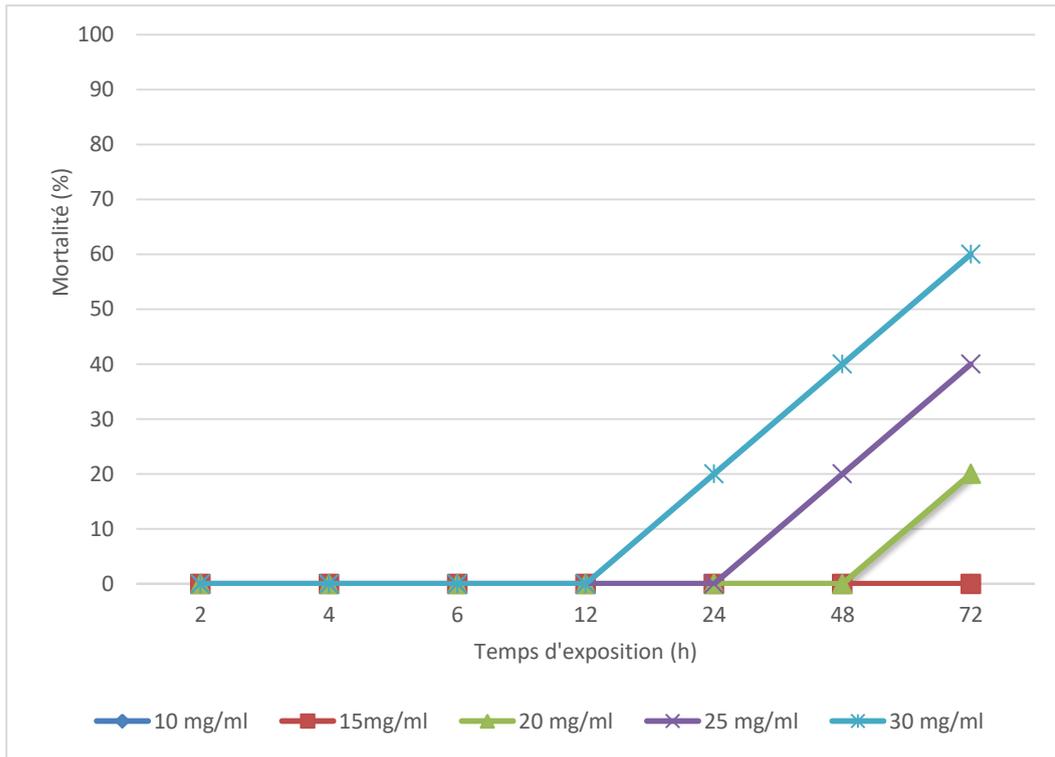


Figure 43 : Cinétique de mortalité des individus de *Androctonus australis* traités par d'extrait l'extrait organique d' *Peganum harmala*

1.5.Efficacité d'extrait

Les deux tableaux 11 et 12 représentent les valeurs des doses létales des extraits organiques de deux plantes contre *Androctonus australis*. Les résultats obtenus indiquent que les extraits organiques se caractérisent par des mêmes doses létales après 24 heures et 48 h d'application. Cependant, après 72 heures, les doses létales de l'extrait d'*Euphorbia guyoniana* sont supérieures à celles de *Peganum harmala*.

Tableau 11 : Valeurs de doses létales d'extrait organique d' *Euphorbia guyoniana* contre *Androctonus australis*

.Temps d'exposition	Equation	R ²	DL ²⁵ [mg/ml]	DL ⁵⁰ [mg/ml]	DL ⁹⁰ [mg/ml]
12 h	/	/	/	/	/
24 h	y = 6,0543x - 6,86	0,3762	70,4064	90,9784	148,1455
48 h	y = 10,647x - 11,745	0,6715	32,3176	37,3890	49,3348
72 h	y = 10,647x - 11,745	0,6715	32,3176	37,3890	49,3348

Tableau 12 : Valeurs de doses létales d'extrait organique d' *Peganum harmala* contre *Androctonus australis*

Temps d'exposition	Equation	R ²	DL ²⁵ [mg/ml]	DL ⁵⁰ [mg/ml]	DL ⁹⁰ [mg/ml]
12 h	/	/	/	/	/
24 h	$y = 6,0543x - 6,86$	0,3762	70,4064	90,9784	148,1455
48 h	$y = 10,647x - 11,745$	0,6715	32,3176	37,3890	49,3348
72 h	$y = 12,809x - 13,441$	0,8522	24,3821	27,5227	34,6559

Les deux tableaux 13 et 14 représentent les valeurs des doses létales des extraits organiques de deux plantes contre *Androctonus australis*. Les résultats obtenus révèlent des différences significatives dans le temps léthal pour 25 % des scorpions (TL²⁵) en fonction de la concentration des extraits des plantes *Peganum harmala* et *Euphorbia guyoniana*. À une concentration de 20 mg/ml, le TL²⁵ est plus long avec l'extrait de *Peganum harmala* comparé à celui de *Euphorbia guyoniana*.

En revanche, à une concentration de 30 mg/ml, le TL²⁵ est plus court pour *Peganum harmala* que pour *Euphorbia guyoniana*. De plus, à une concentration de 25 mg/ml, le TL²⁵ est équivalent pour les deux extraits.

Ces observations permettent de conclure que l'extrait organique de *Peganum harmala* présente une toxicité plus élevée à une concentration de 30 mg/ml, tandis que l'extrait de *Euphorbia guyoniana* montre une toxicité supérieure à une concentration de 20 mg/ml.

Par ailleurs, les résultats indiquent que la corrélation de régression pour l'extrait de *Euphorbia guyoniana* est plus forte que celle pour *Peganum harmala*, suggérant une relation plus précise entre la concentration de l'extrait et son effet léthal pour *Euphorbia guyoniana*.

Tableau 13 : Valeurs de temps létaux d'extrait organique d' *Euphorbia guyoniana* contre *Androctonus australis*

Concentration	Equation	R ²	TL ²⁵ [h]	TL ⁵⁰ [h]	TL ⁹⁰ [h]
10 mg/ml	/	/	/	/	/
15 mg/ml	/	/	/	/	/
20 mg/ml	$y = 4,636x - 5,8117$	0,4851	153,7214	214,8415	406,1156
25 mg/ml	$y = 6,9732x - 8,2301$	0,8558	63,1862	78,9366	120,5382
30 mg/ml	$y = 6,9732x - 8,2301$	0,8558	63,1862	78,9366	120,5382

Tableau 14 : Valeurs de temps létaux d'extrait organique d' *Peganum harmala* contre *Androctonus australis*

Concentration	Equation	R ²	TL ²⁵ [h]	TL ⁵⁰ [h]	TL ⁹⁰ [h]
10 mg/ml	/	/	/	/	/
15 mg/ml	/	/	/	/	/
20 mg/ml	$y = 4,2273x - 5,2994$	0,4851	189,2177	273,1502	549,1214
25 mg/ml	$y = 6,9732x - 8,2301$	0,8558	63,1862	78,9366	120,5382
30 mg/ml	$y = 6,3827x - 6,0313$	0,8286	41,9483	53,4949	84,9509

1.6. Inhibition d'envenimation

La figure 44 montre un histogramme illustrant le taux de réduction des piqûres de scorpion pour différentes concentrations utilisées dans l'expérience, sur une période de 72 heures après l'application des extraits organiques de la plante *Euphorbia guyoniana*. L'effet préventif des extraits débute 12 heures après leur pulvérisation.

Les résultats indiquent que, pour une concentration de 10 mg/ml, le taux de prévention des piqûres de scorpion reste constant à 40 % pendant toute la durée de 72 heures. À une concentration de 15 mg/ml, ce taux atteint 80 % après 12 heures, mais diminue ensuite à 60 % pour le reste de la période d'observation.

Pour les concentrations de 20 mg/ml, 25 mg/ml et 30 mg/ml, le taux de prévention atteint 100 % après 12 heures et demeure à ce niveau après 24 heures. Toutefois, après 48 heures, la prévention chute à 60 % pour la concentration de 20 mg/ml, tandis qu'elle se maintient à 80 % pour les concentrations de 25 mg/ml et 30 mg/ml. Après 72 heures, le taux de prévention se stabilise à 60 % pour les concentrations de 20 mg/ml et 25 mg/ml, et à 80 % pour la concentration de 30 mg/ml.

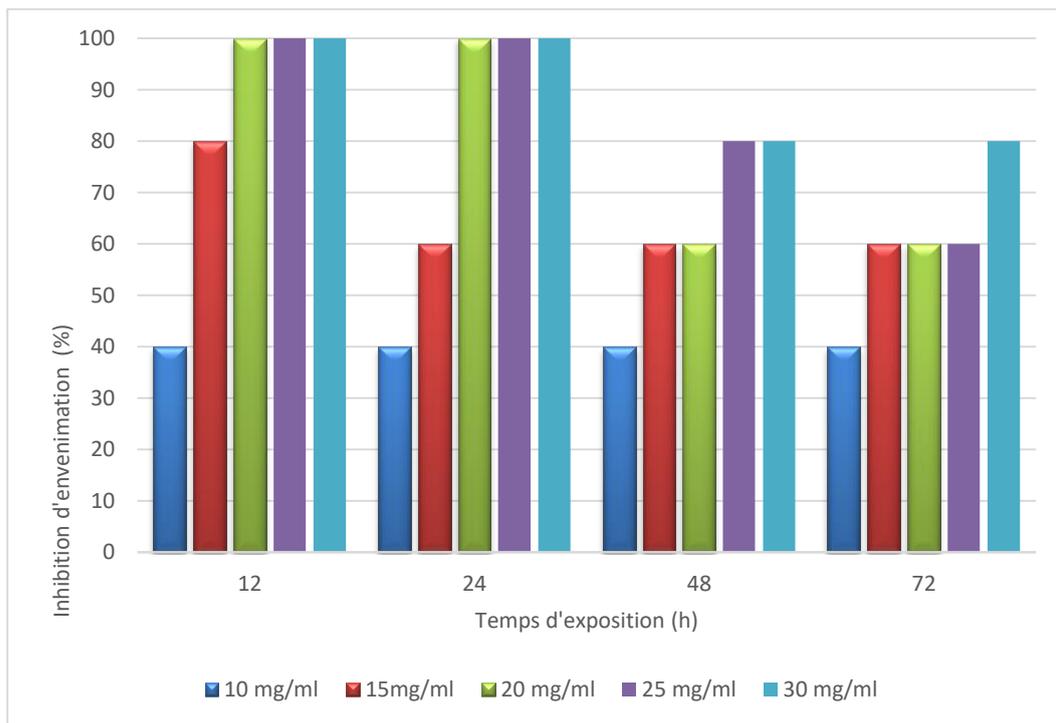


Figure 44 : Inhibition d'envenimation par l'extrait d'extrait organique d' *Euphorbia guyoniana*

La figure 45 montre un histogramme illustrant la réduction en pourcentage des piqûres de scorpion en fonction des différentes concentrations appliquées au cours de l'expérience, sur une période de 72 heures après l'application des extraits organiques de *Peganum harmala*. L'effet préventif des extraits commence 12 heures après leur pulvérisation.

Les résultats révèlent que le taux de prévention est de 40 % pour les concentrations de 10 mg/ml et 15 mg/ml. À une concentration de 20 mg/ml, ce taux atteint 80 %, et il atteint un maximum de 100 % aux concentrations de 25 mg/ml et 30 mg/ml. À une concentration de 15 mg/ml, le taux de prévention reste constant à 40 % pendant les 72 heures. À une concentration

de 10 mg/ml, le taux de prévention est de 40 % après 24 heures, puis chute à 20 % durant les 48 heures suivantes.

Pour une concentration de 20 mg/ml, la prévention baisse à 60 % après 24 heures et se maintient à ce niveau durant le reste de la période. À une concentration de 30 mg/ml, la prévention reste complète après 24 heures. En revanche, à une concentration de 25 mg/ml, elle diminue à 80 %. Après 48 heures, le taux de prévention est de 80 % pour les deux concentrations de 25 mg/ml et 30 mg/ml, se maintenant ainsi à 30 mg/ml, tandis qu'il baisse à 60 % pour la concentration de 25 mg/ml après 72 heures

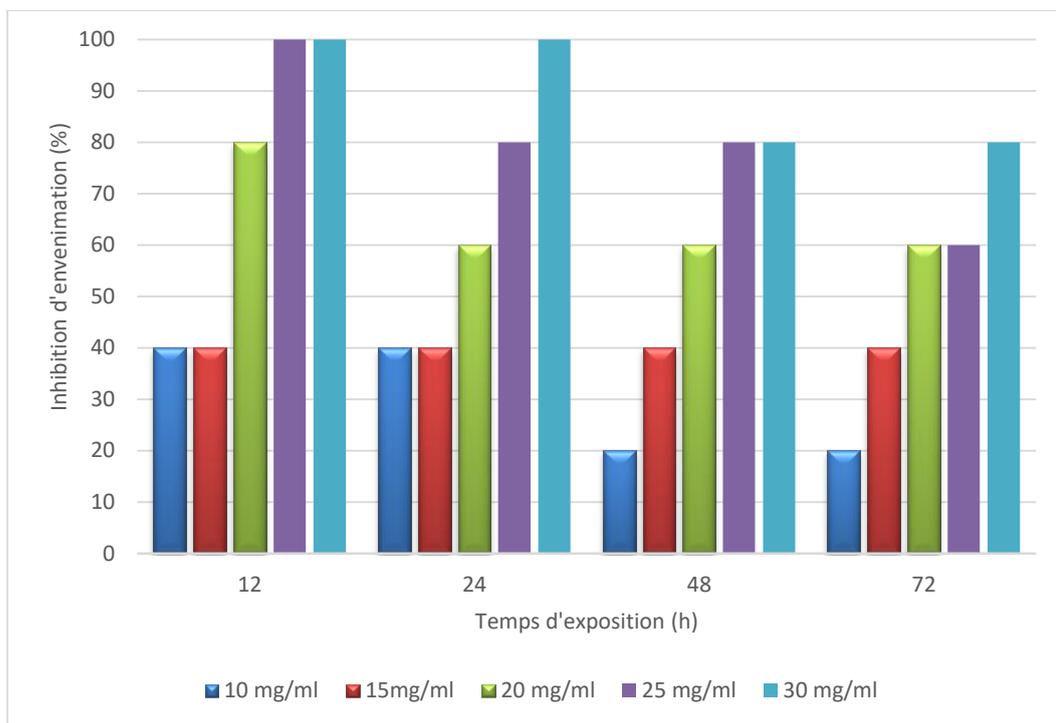


Figure 45 : Inhibition d'envenimation par l'extrait d'extrait organique d' *Peganum harmala*

Les résultats présentés dans la figure 46 montrent l'efficacité de l'extrait d'*Euphorbia guyoniana* pour prévenir les piqûres de scorpion sur une période de 72 heures, en fonction des différentes concentrations testées (10 mg/ml, 15 mg/ml, 20 mg/ml, 25 mg/ml, 30 mg/ml). À une concentration de 10 mg/ml, la prévention est de 20 % durant les 4 premières heures, puis augmente à 40 % et reste stable jusqu'à 48 heures, avant de redescendre à 20 % après 72 heures. Pour la concentration de 15 mg/ml, la prévention est de 60 % pendant les 6 premières heures, diminue à 40 % après 12 heures, et se maintient à ce niveau pour le reste de la période.

À une concentration de 20 mg/ml, la prévention atteint 80 % pendant les 12 premières heures, puis diminue à 60 % après 24 heures et se stabilise à ce niveau pour le reste de la période. Aux concentrations de 25 mg/ml et 30 mg/ml, une prévention complète de 100 % est observée pendant les 12 premières heures. La concentration de 30 mg maintient ce taux de 100 %, tandis qu'à 25 mg/ml, il diminue à 80 %. Après 48 heures, la prévention reste à 80 % pour les deux concentrations, mais après 72 heures, elle est maintenue à 80 % pour 30 mg/ml et chute à 60 % pour 25 mg/ml.

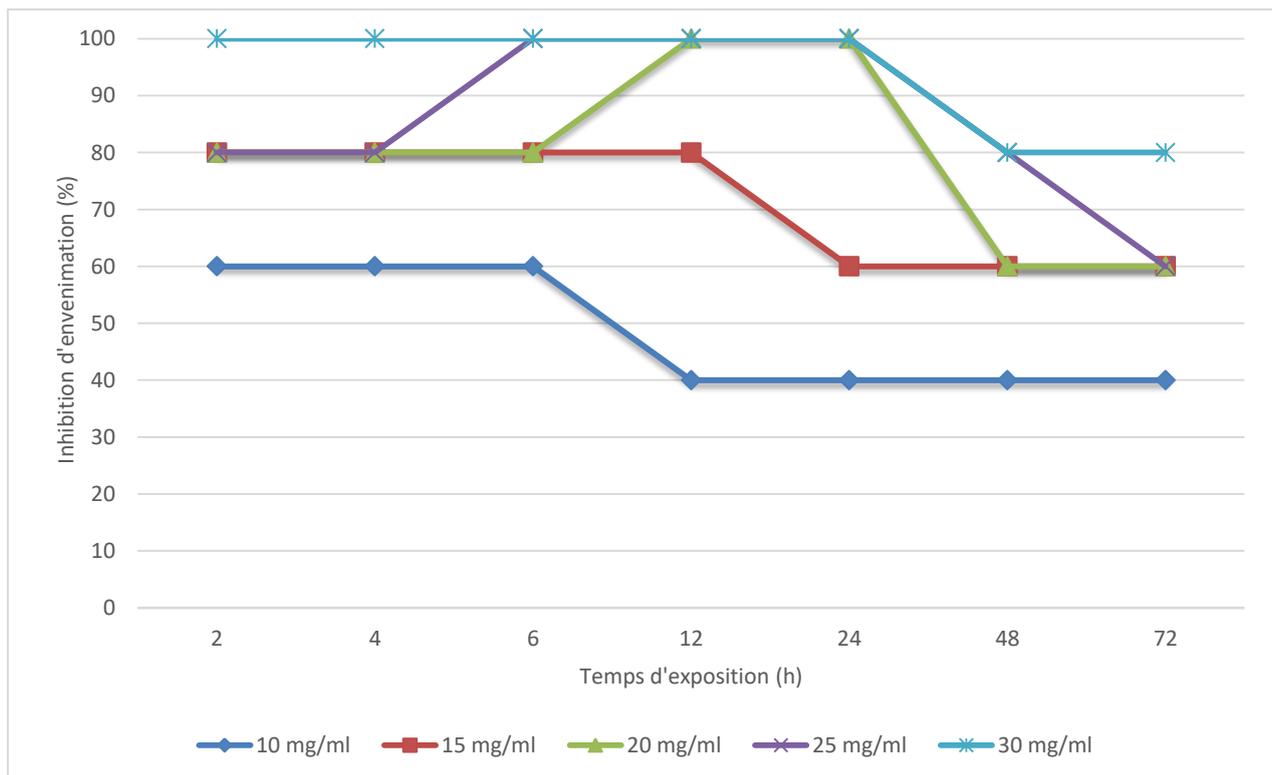


Figure 46 : Cinétique de l'inhibition d'envenimation par l'extrait d'extrait organique d' *Euphorbia guyoniana*

La figure 47 illustre l'évolution du taux de prévention des piqûres de scorpion sur une période de 72 heures, en fonction de différentes concentrations (10 mg/ml, 15 mg/ml, 20 mg/ml, 25 mg, 30 mg) d'extrait organique de *Peganum harmala*. À une concentration de 10 mg/ml, le taux de prévention est de 60 % pendant les 6 premières heures. Ce taux diminue ensuite à 40 % après 12 heures et se maintient à ce niveau pour le reste de la période. À une concentration de 15 mg/ml, la prévention atteint 80 % durant les 12 premières heures, puis chute à 60 % après 24 heures, où elle reste stable jusqu'à la fin de l'observation. Pour une

concentration de 20 mg/ml, le taux de prévention est de 80 % durant les 6 premières heures, atteint 100 % après 12 heures et se maintient à ce niveau pendant 24 heures. Cependant, il diminue à 60 % après 48 heures et se stabilise à ce niveau jusqu'à 72 heures.

À une concentration de 25 mg/ml, le taux de prévention est de 80 % au cours des 4 premières heures, passe à 100 % après 6 heures et reste constant à ce niveau pendant 24 heures. Il diminue ensuite à 80 % après 48 heures, pour atteindre 60 % après 72 heures.

Enfin, à une concentration de 30 mg/ml, le taux de prévention est de 100 % pendant les 24 premières heures. Ce taux diminue à 80 % après 48 heures et se maintient à ce niveau jusqu'à la fin de l'observation à 72 heures.

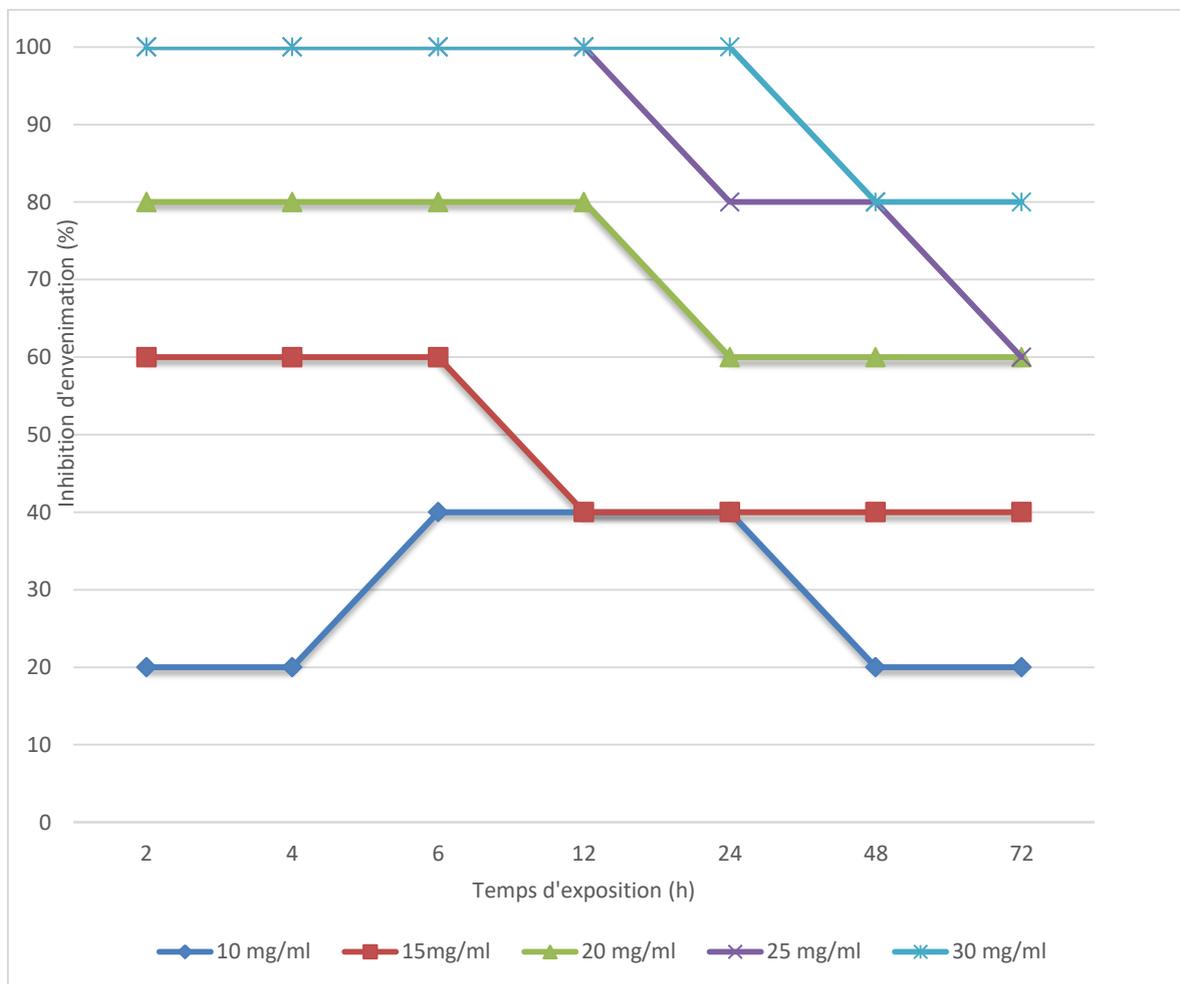


Figure 47 : d'inhibition d'envenimation par l'extrait d'extrait organique d' *Peganum harmala*

Le tableau 15 présente l'inhibition d'envenimation par les fractions d'extrait organique de *Euphorbia guyoniana*. Pour la fraction 1, un résultat positif est observé, avec une prévention efficace des piqûres de scorpion durant toute la période de 72 heures. La fraction 2 montre une prévention des piqûres dans les premières 24 heures, mais est suivie par la survenue de la mort du scorpion.

Concernant la fraction 3, la prévention des piqûres est également effective durant les premières 24 heures, mais cette fraction conduit également à la mort du scorpion. Enfin, la fraction 4 enregistre un résultat positif avec une prévention des piqûres de scorpion pendant toute la période de 72 heures.

Tableau 15 : Inhibition d'envenimation par les fractions d'extrait organique d' *Euphorbia guyoniana*

Temps d'exposition (h)	Fraction			
	1	2	3	4
2	Oui	Oui	Oui	Oui
4	Oui	Oui	Oui	Oui
6	Oui	Oui	Oui	Oui
12	Oui	Oui	Oui	Oui
24	Oui	Mortalité	Oui	Oui
48	Oui	Mortalité	Mortalité	Oui
72	Oui	Mortalité	Mortalité	Oui

Le tableau 16 présente l'inhibition d'envenimation par les fractions d'extrait organique de *Peganum harmala*. Pour les fractions 1 et 4, les résultats montrent une efficacité notable, avec une prévention des piqûres de scorpion observée pendant toute la période de 72 heures. En revanche, la fraction 2 n'offre une protection que pendant une courte période de 6 heures après l'application, avec des piqûres de scorpion enregistrées peu après.

Concernant la fraction 3, la prévention des piqûres est effective pendant les 4 premières heures d'expérimentation, mais cet effet cesse après 48 heures. Pour la fraction 5, la protection

est observée après 4 heures de test, mais elle ne persiste que pendant deux heures. Enfin, la fraction 6 présente une fluctuation dans la prévention des piqûres. Un effet protecteur est noté après 4 heures, s'interrompt après 2 heures, puis se manifeste à nouveau après 48 heures.

Tableau 16 : Inhibition d'envenimation par les fractions d'extrait organique d'*Euphorbia guyoniana*

Temps d'exposition (h)	Fraction					
	1	2	3	4	5	6
2	Oui	Non	Non	Oui	Non	Non
4	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
6	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non
12	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non
24	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non
48	Oui	Non	Non	Oui	Non	Oui
72	Oui	Non	Non	Oui	Non	Oui

2. Discussion

Les chercheurs et scientifiques explorent activement des alternatives efficaces et abordables aux pesticides chimiques en utilisant de nouvelles molécules, principalement extraites des plantes (GUARRERA, 1999). Les plantes constituent une source précieuse de métabolites secondaires, tels que les composés phénoliques, les flavonoïdes, les alcaloïdes, les lignanes et les terpénoïdes (EL NAGGAR, 2005). Contrairement aux pesticides chimiques, les pesticides botaniques présentent l'avantage d'être biodégradables et généralement moins coûteux .

L'objectif de cette étude est de rechercher l'effet pesticide de deux plantes du Sahara algérien. Elle repose sur l'évaluation de l'activité pesticide des extraits éthanoliques de deux espèces végétales, *Euphorbia guyoniana* et *Peganum harmala*, contre les Adultes du Scorpions *Androctonus australis*. Cette recherche vise à déterminer l'efficacité de ces plantes dans la lutte biologique contre le modèle animal étudié.

Les rendements des extraits aqueux des organes de la plante *Euphorbia guyoniana* sont de 4,3 % pour les tiges et les feuilles, et de 6,3 % pour les racines, selon les résultats de **SMARA (2014)** dans son étude ethnobotanique et chimique sur *Euphorbia guyoniana* Boiss. et Reut.. Quant aux extraits AcOEt, ils présentent un rendement de 5,22 g (1 %), tandis que les extraits n-BuOH montrent un rendement de 2,6 % de la partie aérienne de la même plante. Dans notre recherche, le rendement des extraits éthanoliques des deux plantes étudiées est de 3,44 % pour *Peganum harmala* et de 5,1 % pour *Euphorbia guyoniana* .

Selon les résultats de **BENBOTT et al. (2013)**, le criblage phytochimique de l'extrait de *Peganum harmala* a révélé la présence de plusieurs composés chimiques, notamment des alcaloïdes, flavonoïdes, saponines, composés réducteurs, tanins et huiles volatiles, dans toutes les parties de la plante. Cependant, seuls les triterpènes (ou stérols) et l'antraquinone ont été trouvés dans les fruits et les graines. En revanche, aucune trace de coumarines n'a été détectée dans l'ensemble des parties de la plante. Dans notre étude, nous avons observé la présence de tanins, d'alcaloïdes et de stéroïdes.

D'après les résultats de **BETTAYEB (2021)**, l'analyse phytochimique de la partie aérienne d'*Euphorbia guyoniana* a révélé une richesse en composés phénoliques, tels que les tanins, flavonoïdes, coumarines, et autres métabolites secondaires. Cette espèce contient également des quinones libres, des stéroïdes et des composés terpéniques, mais ne présente ni alcaloïdes ni substances réductrices. Contrairement à ces résultats, nos tests ont révélé la présence de flavonoïdes, tanins, terpénoïdes, coumarines, quinones libres, alcaloïdes, composés réducteurs et stéroïdes.

Le taux de mortalité des scorpions varie en fonction des concentrations des extraits testés, sans jamais atteindre 100 % à aucune concentration. Nos résultats se défont avec les résultats **BOUZIANE(2012)**, qui a mené une étude sur toxicité comparée des extraits foliaires d'*Euphorbia guyoniana* et de *Peganum harmala* sur les larves et les adultes de *Schistocerca gregaria*, une mortalité de 100% a causée par l'extrait foliaire acétonique, aqueux, alcaloïdale de *Peganum harmala* et d'*Euphorbia guyoniana*. Cette variation est attribuable aux différents composés biologiques présents dans les extraits, qui induisent diverses perturbations conduisant à la mort des scorpions. À des concentrations faibles de 10 mg et 15 mg, aucune mortalité n'a été observée avec les deux extraits. De plus, pour la concentration de 20 mg, l'extrait de *Euphorbia guyoniana* n'a également provoqué aucune mortalité. La différence observée dans la temporalité des décès peut être expliquée par la capacité

individuelle de chaque scorpion à résister au test de toxicité, qui peut varier en fonction de l'état général des scorpions et de leur réponse individuelle aux composés des extraits.

Les résultats obtenus indiquent une relation dose-mortalité entre les concentrations des extraits organiques d'*Euphorbia guyoniana* et *Peganum harmala* et les taux de mortalité des scorpions *Androctonus australis* sur une période de 72 heures. Les données montrent clairement que l'augmentation des concentrations des extraits entraîne une élévation proportionnelle des taux de mortalité des scorpions. Ainsi, plus la concentration des extraits est élevée, plus le taux de mortalité des scorpions augmente de manière proportionnelle.

D'après les résultats de **BOUZIANE (2012)**, les larves de cinquième stade (L5) ont montré un temps léthal 50 (TL⁵⁰) le plus court, soit 4,74 jours, lorsqu'elles ont été nourries avec des feuilles de chou traitées à l'extrait acétonique d'*Euphorbia guyoniana*. Ce résultat est suivi par l'extrait alcaloïdique de la même plante, avec un TL⁵⁰ de 9,14 jours, puis l'extrait aqueux, qui a pris 16,14 jours pour atteindre un TL⁵⁰. En revanche, l'extrait alcaloïdique de *Peganum harmala* a mis plus de temps, avec un TL⁵⁰ de 27,60 jours. En ce qui concerne les adultes du criquet du désert, le TL⁵⁰ le plus court a été observé avec l'extrait aqueux de *Peganum harmala*, soit 7,40 jours. Ensuite, vient l'extrait acétonique d'*Euphorbia guyoniana*, avec un TL⁵⁰ de 9,81 jours, suivi de l'extrait alcaloïdique de la même plante à 10,09 jours. L'extrait alcaloïdique de *Peganum harmala* a montré un TL⁵⁰ de 12,39 jours, tandis que l'extrait aqueux d'*Euphorbia guyoniana* a mis 14,36 jours pour atteindre ce seuil. L'extrait acétonique de *Peganum harmala* a provoqué un TL⁵⁰ de 21,09 jours. De plus, aucune mortalité n'a été observée avec les extraits aqueux de *Peganum harmala* chez les larves L5. Dans notre étude, les extraits éthanoliques des deux plantes montrent que les TL⁵⁰ pour *Euphorbia guyoniana* sont plus longs par rapport à ceux de *Peganum harmala*, aux concentrations de 20 mg/ml, 30 mg/ml, ainsi qu'à 25 mg/ml pour les mêmes tests.

Selon les résultats obtenus par **KEMASSI (2010)**, dans le cadre de l'étude sur l'activité biologique de l'extrait d'*Euphorbia guyoniana* appliqué aux larves de cinquième stade et aux adultes de *Schistocerca gregaria*, un taux de mortalité de 100 % a été observé en moins de 10 jours. Cependant, dans nos propres expérimentations, nous n'avons pas atteint ce taux de mortalité maximale.

Une autre étude menée par **KEMASSI et ses collaborateurs (2019)** a confirmé que l'utilisation de l'extrait aqueux d'*Euphorbia guyoniana* induit également une mortalité de 100

% dans la population testée de l'espèce *Tribolium castaneum*. Ce taux de mortalité a été atteint en moins de 10 jours, confirmant l'efficacité létale de cet extrait sur les organismes concernés.

KEMASSI et al. (2019) ont rapporté que les doses létales 50 (DL⁵⁰) et 90 (DL⁹⁰) pour les imagos de *Tribolium castaneum*, lorsqu'ils sont traités avec l'extrait aqueux des tiges et des feuilles d'*Euphorbia guyoniana*, étaient respectivement de 0,0186 mg/ml et 0,0394 mg/ml. Cela signifie que ces concentrations spécifiques de l'extrait étaient nécessaires pour provoquer la mort de 50 % et 90 % des individus traités.

BOUNECHADA (2011) rapporte que le temps léthal 50 (TL⁵⁰) pour les larves de cinquième stade (L5) de *Tribolium castaneum* exposées à l'extrait de *Peganum harmala* est de 6,8 jours. En ce qui concerne les imagos de la même espèce, le TL⁵⁰ atteint 12,6 jours, montrant ainsi une plus grande résistance chez les adultes par rapport aux larves.

Dans une étude menée par **KEMASSI (2008)** a examiné l'effet de l'ingestion de feuilles de chou traitées avec un extrait acétonique de feuilles de *Peganum harmala* sur les larves L5 et les imagos du criquet pèlerin. Les résultats montrent que le TL⁵⁰ pour les larves L5, nourries avec des feuilles traitées par cet extrait, est de 24,80 jours, suggérant une action toxique relativement lente.

Une autre étude, réalisée par **HAMMAMI et al. (2022)**, révèle que les extraits aqueux des racines d'*Euphorbia guyoniana* présentent une DL⁵⁰ de 3,2 mg/mL contre *Sitophilus oryzae*, un ravageur important des grains stockés. Cela souligne l'efficacité potentielle de cet extrait contre des insectes nuisibles dans le contexte du stockage des aliments

Conclusion

Dans cette étude, nous avons cherché à développer une solution écologique et sûre pour réduire les risques d'envenimation par les scorpions, tout en diminuant le nombre de cas de piqûres. Nous avons exploité les propriétés des plantes *Peganum harmala* et *Euphorbia guyoniana*, reconnues pour leurs usages traditionnels et leurs composés bioactifs.

Une analyse chromatographique a révélé 4 fractions pour *Euphorbia guyoniana* et 6 fractions pour *Peganum harmala*. Lors de tests séparés sur des scorpions de l'espèce *Androctonus australis*, nous avons observé que toutes les fractions de *Euphorbia guyoniana* présentaient une prévention des piqûres, avec des effets létaux dans les 24 heures pour les fractions 2 et 3, et une prévention efficace des piqûres pour les fractions 1 et 4. En revanche, les extraits de *Peganum harmala* ont montré des résultats mitigés pour la prévention des piqûres, sans enregistrement de décès.

L'analyse HPLC a identifié six composés dans *Euphorbia guyoniana* (quercétine, catéchine, rutine, acide tannique, acide chlorogénique, acide ascorbique) et sept dans *Peganum harmala* (quercétine, catéchine, pyrocatechol, vanilline, rutine, alpha-tocophérol, adonitol). L'extraction à l'éthanol des plantes a donné des rendements de 3,44 % pour *Peganum harmala* et de 5,1 % pour *Euphorbia guyoniana*.

Des tests de toxicité utilisant cinq concentrations différentes (10 mg, 15 mg, 20 mg, 25 mg, 30 mg/ml) ont montré une immunité aux piqûres chez tous les scorpions testés, avec des décès enregistrés à 25 mg et 30 mg pour *Euphorbia guyoniana*, et à 20 mg et 25 mg pour *Peganum harmala*. La dose létale 50 (DL⁵⁰) après 72 heures a montré que *Peganum harmala* a une toxicité plus efficace que *Euphorbia guyoniana*, la DL⁵⁰ à 30 mg pour *Euphorbia guyoniana* étant plus élevée.

En conclusion, les extraits de plantes de *Peganum harmala* et *Euphorbia guyoniana* se révèlent être des solutions prometteuses et respectueuses de l'environnement contre les risques de piqûres de scorpions, offrant une alternative viable aux pesticides chimiques. Nous recommandons leur adoption dans les zones à haut risque de propagation des scorpions, anticipant une forte demande de la part des populations concernées.

Références

Bibliographique

- 1- **Abbassi, K., Mergaoui, L., Atay-Kadiri, Z., Stambouli, A., & Ghaout, S. (2003).** Effets des extraits de *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) sur le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskål, 1775). *Zoologica baetica*, 13(14), 203-217.
- 2- **ABIDI, H. (2022).** Composition et structure du peuplement scorpionique dans différents écosystèmes de l'Est Algérien (Doctoral dissertation).
- 3- **Adedapo, A. A., Abatan, M. O., & Olorunsogo, O. O. (2004).** Toxic effects of some plants in the genus *Euphorbia* on haematological and biochemical parameters of rats. *Veterinarski arhiv*, 74(1), 53-62.
- 4- **ALI, Radja; BETTAYEB, Imane.** Activités biologiques de différents extraits d'*Euphorbia guyoniana* Boiss. & Reut. PhD Thesis. UNIVERSITE KASDI MERBAHOUARGLA.
- 5- **Al-Shamma, A., Drake, S., Flynn, D. L., Mitscher, L. A., Park, Y. H., Rao, G. S. R., ... & Wu, S. S. (1981).** Antimicrobial agents from higher plants. Antimicrobial agents from *Peganum harmala* seeds. *Journal of natural products*, 44(6), 745-747.
- 6- **Al-Sultan, S. I., & Hussein, Y. A. (2006).** Acute toxicity of *Euphorbia helioscopia* in rats. *Pakistan Journal of Nutrition*, 5(2), 135-140.
- 7- **Aubertot, J. N., Doré, T., Ennaifar, S., Ferré, F., Fourbet, J. F., & Schneider, O. (2005).** Integrated Crop Management requires to better take into account cropping systems in epidemiological models. *ON PLANT DISEASE EPIDEMIOLOGY*, 112.
- 8- **Bawin, T., Dujeu, D., De Backer, L., Fauconnier, M. L., Lognay, G., Delaplace, P., ... & Verheggen, F. J. (2015).** Could alternative solanaceous hosts act as refuges for the tomato leafminer, *Tuta absoluta*?. *Arthropod-plant interactions*, 9, 425-435.
- 9- **BEAUMONT A., CASSIER P., 1996-** Biologie animale Des Protozoaires aux Métazoaires. 3ème édition. DUNOD, 450p.
- 10- **BELFAR, H., & MOUICI, F.** Etude de la réactivité immunologique du sérum anti-scorpionique algérien contre les venins scorpioniques (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA).

11- Bellakhdar, J. (1997). La pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires.

12- Benbott, A., Bahri, L., Boubendir, A., & Yahia, A. (2013). Study of the chemical components of *Peganum harmala* and evaluation of acute toxicity of alkaloids extracted in the Wistar albino mice. *Journal of Material and Environmental Science*, 4, 558-565.

13- Berrougui, H., Isabelle, M., Cloutier, M., Hmamouchi, M., & Khalil, A. (2006). Protective effects of *Peganum harmala* L. extract, harmine and harmaline against human low-density lipoprotein oxidation. *Journal of pharmacy and pharmacology*, 58(7), 967-974.

14- Bouchouka, E., Djilani, A., & Bekkouche, A. (2012). Antibacterial and antioxidant activities of three endemic plants from Algerian Sahara. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 11(1), 61-65.

15- Boudiar, T., Hichem, L., Khalfallah, A., Kabouche, A., Kabouche, Z., Brouard, I., ... & Bruneau, C. (2010). A new alkaloid and flavonoids from the aerial parts of *Euphorbia guyoniana*. *Natural product communications*, 5(1), 1934578X1000500109.

16- Boudy, P. (1952). Guide du forestier en Afrique du Nord.

17- BOUHAMIDA, A., & ABDELHAKEM, A. (2023). Contribution à l'étude des maladies fongiques du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. dans la région du Ghardaia.

18- Boumaza, S. (2019). Evaluation de l'effet des extraits flavonoïques et des huiles essentielles d'*Euphorbia guyoniana* sur les bactéries pathogènes d'origine tellurique (Doctoral dissertation, Thèse de doctorat. Université m^{re} Hamedbougara-Boumerdes. Algérie. 126).

19- Bounechada, M., & Arab, R. (2011). Effet insecticide des plantes *Melia azedarach* L. et *Peganum harmala* L. sur *Tribolium castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae)..

20- Bouziane, N. (2012). Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbia guyoniana* Boiss. & Reut.(Euphorbiaceae) et de *Peganum harmala* L.(Zygophyllaceae) récoltés au Sahara

Septentrional Est algérien sur les larves et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Doctoral dissertation).

21- BROGLIO N. et GOYFFON M., 1980- Les accidents d'envenimation scorpionique. *Le Concours Médical*, 102 (38) : 5615-5622

22- Broglio, N., & Goyffon, M. (1980). Les accidents d'envenimation scorpionique.

23- Caccamese, S., Caruso, C., Parrinello, N., & Savarino, A. (2005). High-performance liquid chromatographic separation and chiroptical properties of the enantiomers of naringenin and other flavanones. *Journal of Chromatography A*, 1076(1-2), 155-162.

24- Caccamese, S., Caruso, C., Parrinello, N., & Savarino, A. (2005). High-performance liquid chromatographic separation and chiroptical properties of the enantiomers of naringenin and other flavanones. *Journal of Chromatography A*, 1076(1-2), 155-162.

25- Charnot, , & Faure, . (1934). Les scorpions du Maroc [particularly the properties and effects of their venom].

26- CHEHMA A., 2006.-Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional Algérien. Ed. Dar El Houda Univ. De Ouargla, Laboratoire de protection des écosystèmes, Ouargla,76p.

27- Chen, Q., Chao, R., Chen, H., Hou, X., Yan, H., Zhou, S., ... & Xu, A. (2005). Antitumor and neurotoxic effects of novel harmine derivatives and structure-activity relationship analysis. *International Journal of Cancer*, 114(5), 675-682.

28- Chopra, I. C., Abral, B. K., & Handa, K. L. (1960). Les plantes médicinales des régions arides considérées surtout du point de vue botanique. UNESCO.

29- DEROUCHE, Rima; BABAHANI, Souad; KEMASSI, Abdellah. (2019).Morphometric and biochemical characteristics of date fruits from ten indigenous date cultivars in the Ouargla valley (Algerian Sahara).

30- Diallo, M., Thonnon, J., & Fontenille, D. (2000). Vertical transmission of the yellow fever virus by *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae): dynamics of infection in F1 adult

progeny of orally infected females. The American journal of tropical medicine and hygiene, 62(1), 151-156.

31- Dobignard, A., & Chatelain, C. (2010). Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord: volumen 3: Dicotyledoneae: Balsaminaceae-Euphorbiaceae. Editions des Conservatoire et Jardin botaniques.

32- Dohou, R., Yamni, K., Tahrouch, S., Hassani, L. I., Badoc, A., & Gmira, N. (2003). Screening phytochimique d'une endémie iberomarocaine, *Thymelaea lythroides*. Bulletin-Société de Pharmacie de Bordeaux, 142(1/4), 61-78.

33- Dunlop, J. A., & Webster, M. (1999). Fossil evidence, terrestrialization and arachnid phylogeny. *Journal of Arachnology*, 86-93.

34- DUPRÉ G., 2011- Annotated Bibliography on African scorpions (Systematic, faunistic).

35- El Gouzzaz, K. (2009). LES PIQUES DE SCORPIONS A LA PROVINCE D'EL KELAA DES SRAGHNA ASPECTS CLINIQUES ET EVOLUTIFS.

36- El Naggar, E. M. B., Bartošíková, L., Žemlička, M., Švajdlenka, E., Rabišková, M., Strnadova, V., & Nečas, J. (2005). Antidiabetic effect of *Cleome droserifolia* aerial parts: Lipid peroxidation-induced oxidative stress in diabetic rats. *Acta Veterinaria Brno*, 74(3), 347-352.

37- El Naggar, E. M. B., Bartošíková, L., Žemlička, M., Švajdlenka, E., Rabišková, M., Strnadova, V., & Nečas, J. (2005). Antidiabetic effect of *Cleome droserifolia* aerial parts: Lipid peroxidation-induced oxidative stress in diabetic rats. *Acta Veterinaria Brno*, 74(3), 347-352.

38- El Rhaffari, L., & Zaid, A. (2002). Pratique de la phytothérapie dans le sud-est du Maroc (Tafilalet): Un savoir empirique pour une pharmacopée rénovée. Des sources du savoir aux médicaments du futur, 1, 293-318.

39- Elorfi A ., Saadallah M.2022.Evaluation Des Activités Biologique Des Extraits

40- Evans, E., & Williams, P. (2002). Dynamic force spectroscopy. In Physics of bio-molecules and cells. Physique des biomolécules et des cellules: Session LXXV. 2–27 July 2001 (pp. 145-204). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

41- Evans, W. C. (2009). Trease and Evans' pharmacognosy. Elsevier Health Sciences.

42- Farley, R. D. (2005). Developmental changes in the embryo, pronymph, and first molt of the scorpion *Centruroides vittatus* (Scorpiones: Buthidae). *Journal of Morphology*, 265(1), 1-27.

43- Farouk, L., Laroubi, A., Aboufatima, R., Benharref, A., & Chait, A. (2008). Evaluation of the analgesic effect of alkaloid extract of *Peganum harmala* L.: possible mechanisms involved. *Journal of ethnopharmacology*, 115(3), 449-454.

44- Farzin, D., & Mansouri, M. (2005). A58 ANTI-IMMOBILITY EFFECTS OF BETA-CARBOLINES IN THE MOUSE FORCED-SWIM TEST. *Behavioural Pharmacology*, 16, S41-S42.

45- GHARIB, MEBARKI et RACHIDA, KHOULED. (2018). Estimation du potentiel antioxydant et antibactérien de l'extrait méthanolique de *Peganum harmala*. Thèse de doctorat. Université laarbi tebessi tebessa.

46- Godron, M. (1982). Analyse fréquentielle de l'écologie des espèces dans les communautés. Masson.

47- Gouge, D. H., Smith, K. A., Olson, C., & Baker, P. (2001). Mosquitoes. The University of Arizona, College of Agriculture and Life Sciences, Tuscon, Arizona, 85721.

48- GOULTHARD .1934. Les Plantes Médicinales Des Régions Arides. Unesco. Paris-7 e .97P.

49- Goyffon, M., & Billiard, P. (2007). Envenomations VI. Scorpionism in Africa. *Medecine Tropicale: Revue du Corps de Sante Colonial*, 67(5), 439-446.

50- Goyffon, M., & Martoja, R. (1983). Cytophysiological aspects of digestion and storage in the liver of a scorpion, *Androctonus australis* (Arachnida). *Cell and Tissue Research*, 228, 661-675.

- 51- Grassé, P. P. (1949). Ed. Traite de zoologie. Anatomie, systématique, biologie. Tome VI. Onychophores, Tardigrados, Arthropodes, Trilobltomorphes, Gbélécérates.
- 52- Grassé, P. P., & Doumenc, D. (1970). Zoologie. Masson.
- 53- Greuter, W., & Raus, T. (1989). Med-Checklist Notulae, 15. Willdenowia, 27-48.
- 54- Guarrera, P. M. (1999). Traditional antihelmintic, antiparasitic and repellent uses of plants in Central Italy. Journal of ethnopharmacology, 68(1-3), 183-192.
- 55- Gubb, A. S. (1913). La flore saharienne: un aperçu photographique. Adolphe Jourdan.
- 56- GUETTAL, R., & DELENDIA, T. Analyse des scorpions de la région de Ouargla-Analyse des toxines (Doctoral dissertation, UNIVERSITE DE OUARGLA).
- 57- Haba, H., Lavaud, C., Harkat, H., Magid, A. A., Marcourt, L., & Benkhaled, M. (2007). Diterpenoids and triterpenoids from Euphorbia guyoniana. Phytochemistry, 68(9), 1255-1260.
- 58- Haba, H., Marcourt, L., Benkhaled, M., & Long, C. (2013). Minor entabietane diterpenoids from Euphorbia guyoniana. Natural Product Communications, 8(11), 1934578X1300801105.
- 59- Haba, S., Yamao, K., Bhatia, V., Mizuno, N., Hara, K., Hijioka, S., ... & Sakamoto, N. (2013). Diagnostic ability and factors affecting accuracy of endoscopic ultrasound-guided fine needle aspiration for pancreatic solid lesions: Japanese large single center experience. Journal of gastroenterology, 48, 973-981.
- 60- Habbachi, W., Benhissen, S., Ouakid, M. L., & Farine, J. P. (2013). Effets biologiques d'extraits aqueux de Peganum harmala (l.)(Zygophyllaceae) sur la mortalité et le développement larvaire de Drosophila melanogaster (Diptera-Drosophilidae). المجلة الجزائرية للبيئة الجافة, 258(1624), 1-14.
- 61- HADDAD, S., ROUARI, L., SADINE, S. E., & ROUARI, A. (2022). Effect of scorpion venom, Androctonus australis (Linnaeus, 1758) against some bacterial strains. Algerian Journal of Environmental Science and Technology, 8(1).

62- HADJ MOUSSA, M., & TIRICHINE, L. (2024). Contribution à l'étude phytochimique et biologique des extraits aqueux de quelques plantes spontanées sur l'orge *Hordeum vulgare*.

63- Hajiba, A. Z. Z. A. (2015). Epidémiologie et facteurs pronostiques des envenimations scorpioniques.

64- Hammami, N., Patte, K., Battista, K., Livermore, M., & Leatherdale, S. T. (2022). Examining the role that weight perception and social influences have on mental health among youth in the COMPASS study. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 57(8), 1671-1684.

65- HANANE, CHAGRA et SAAD, LATRECHE. Analyses du venin des scorpions Espèce *Androctonus amoeruxi* et comparaison avec *Androctonus australis Hector*. Thèse de doctorat. Université Kasdi MERBAH Ouargla

66- Higurashi, Y., Ohnishi, J. I., Haba, H., Kidera, M., Ozeki, K., & Nakagawa, T. (2013). RECENT DEVELOPMENTS OF RIKEN 28 GHz SC-ECRIS. *Rev. Sci. Instrum.*(these proceedings), 10(1.4848976).

67- HOUTIA A., (2007). Analyse de venin du scorpion *Androctonus australis hector*

68- Idder, M. A., Doumandji-Mitiche, B., & Pintureau, B. (2011, November). Biological control in Algerian palm groves. In I International Symposium on Date Palm 994 (pp. 347-354).

69- Isbister, G. K., Volschenk, E. S., Balit, C. R., & Harvey, M. S. (2003). Australian scorpion stings: a prospective study of definite stings. *Toxicon*, 41(7), 877-883.

70- Ismail, M. (1995). The scorpion envenoming syndrome. *Toxicon*, 33(7), 825-858.

71- Ismail, M., & Abd-Elsalam, M. A. (1988). Are the toxicological effects of scorpion envenomation related to tissue venom concentration?. *Toxicon*, 26(3), 233-256.

72- Isman, M. B. (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual review of entomology*, 51(1), 45-66.

73- Isman, M. B., & Machial, C. M. (2006). Pesticides based on plant essential oils: from traditional practice to commercialization. *Advances in phytomedicine*, 3, 29-44.

74- Jaulin, S., Queleñec, C., Largier, J., & Gaymard, M. (2010). *Belisarius xambeui*–Le béliataire de Xambeu, le scorpion endémique de Catalogne. Inventaire et cartographie de l'espèce dans les Pyrénées-Orientales. Perpignan: Rapport d'étude de l'Opie et de la FRNC.

75- KARIMA, MOUSSAOUI. Etude de l'activité antifongique du venin de scorpion.

76- KARREN J. B., 2001- Scorpions. *Extension Entomology*, n° 68.

77- KEMASSI Abdellah., 2008 : Toxicité comparée des extraits de quelques plantes acridifuges du Sahara septentrional Est algérien sur les larves du cinquième stade et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775), Mémoire de Magistère. Université kasdi merbah. Ouargla. 160 p.

78- KEMASSI, A., BOUAL, Z., EL HADJ-KHELIL, A. O., BOUHOUN, M. D., & EL HADJ, M. D. O. (2010). Activité biologique de l'extrait d'*Euphorbia guyoniana* (Boiss. & Reut.)(Euphorbiaceae) sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775)(Orthoptera-Acrididae).

79- Kemassi, A., Herouini, A., Hadj, S. A., Cherif, R., & Elhadj, M. O. (2019). Effet insecticide des extraits aqueux d'*Euphorbia guyoniana* (Euphorbiaceae) récoltée dans Oued Sebseb (Sahara Algérien) sur le *Tribolium castaneum*. *Lebanese science journal*, 20(1), 55-70.

80- KHEDIDJA, ABIDI et GHAZALA, NAHAL. (2016). Etude de l'activité antioxydante et antibactérienne des plantes médicinales: cas de *Peganum harmala*. 2016. Thèse de doctorat. Université laarbi tebessi tebessa.

81- LAHRECH, A., & SOULEM, Z. (2017). Contribution à l'étude de la faune scorpionique de la région de Ghardaïa (Algérie).

82- Lamchouri, F., Settaf, A., Cherrah, Y., El Hamidi, M., Tligui, N. S., Lyoussi, B., & Hassar, M. (2002, March). Experimental toxicity of *Peganum harmala* seeds. In *Annales pharmaceutiques françaises* (Vol. 60, No. 2, pp. 123-129).

83- Lamchouri, F., Settaf, A., Cherrah, Y., Zemzami, M., Lyoussi, B., Zaid, A., ... & Hassar, M. (1999). Antitumour principles from *Peganum harmala* seeds. *Therapie*, 54(6), 753-758.

84- LINNAEUS C., (C. von Linné) 1758- Systema Naturae per regna tria Naturae, secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis. Ed. 10. Laurentii Salvii, Holmiae (Stockholm), 1, 821 pp. (Scorpions: p.624-625).

85- Lokesh, R., Barnabas, E. L., Madhuri, P., Saurav, K., & Sundar, K. (2010). Larvicidal activity of *Trigonella foenum* and *Nerium oleander* leaves against mosquito larvae found in Vellore City, India. *Current research journal of biological sciences*, 2(3), 154-160.

86- Lourenço, W. R. (2000). Reproduction in scorpions, with special reference to parthenogenesis. *European arachnology*, 2002, 71-85.

87- Lourenço, W. R. (2001). Further taxonomic considerations on the northwestern African species of *Buthacus* Birula (Scorpiones, Buthidae), and description of two new species.

88- Lourenço, W. R. (2001). Un nouveau genre et une nouvelle espèce de scorpion d'Algérie, avec des considérations taxonomiques sur le genre *Lissothus* Vachon, 1948 (Scorpiones, Buthidae). *Zoosystema*, 23(1), 51-57.

89- LOURENÇO, W. R. (2005). espèces (Scorpiones, Buthidae). *Revue suisse de Zoologie*, 112(1), 145-171.

90- Lourenço, W. R., & Cuéllar, O. (1995). Scorpions, scorpionism, life history strategies and parthenogenesis. *Journal of Venomous Animals and Toxins*, 1, 51-62.

91- Lourenço, W. R., & Hypolite, F. (2010). A new case of duplication of the metasoma and telson in the scorpion *Euscorpium flavicaudis* (DeGeer, 1778)(Euscorpiidae). *Euscorpium*, 2010(102), 1-2.

92- Lowe, G., Kutcher, S. R., & Edwards, D. (2003). A powerful new light source for ultraviolet detection of scorpions in the field. *Euscorpius*, 2003(8), 1-7.

93- Madike, L. N., Takaidza, S., & Pillay, M. (2017). Preliminary phytochemical screening of crude extracts from the leaves, stems, and roots of *Tulbaghia violacea*. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 9(10), 1300-1308.

94- Miller, J. D., Hoffman, B. J., Gaughan, E. T., Gentile, B., Maples, J., & Keith Campbell, W. (2011). Grandiose and vulnerable narcissism: A nomological network analysis. *Journal of personality*, 79(5), 1013-1042.

95- Millot, J. and Vachon, M. 1949 . “ Ordre des scorpions ” . In *Traité de Zoologie, Anatomie systématique, biologie* Edited by: Grassé, P.-P. Vol. 6, 386 – 436. Paris in

96- Mouhamadou, C. S., de Souza, S. S., Fodjo, B. K., Zoh, M. G., Bli, N. K., & Koudou, B. G. (2019). Evidence of insecticide resistance selection in wild *Anopheles coluzzii* mosquitoes due to agricultural pesticide use. *Infectious diseases of poverty*, 8, 1-8.

97- Ouanissa, S. (2014). Etude ethnobotanique et chimique d'*Euphorbia guyoniana* Boiss. et Reut (Doctoral dissertation, Université Badji Mokhtar).

98- Ozenda, P. (1991). Flore de Sahara (3e édition mise à jour et augmentée). Paris, Éditions du CNRS, 662.

99- Palici, I. F. (2016). Valorisation des Activités biologiques de certaines espèces végétales sahariennes Nord-africaines (Doctoral dissertation, Université de Bordeaux).

100- Peretti, A. V., & Carrera, P. (2005). Female control of mating sequences in the mountain scorpion *Zabius fuscus*: males do not use coercion as a response to unreceptive females. *Animal Behaviour*, 69(2), 453-462.

101- Pimentel, D. (1971). Ecological effects of pesticides on non-target species. Office of Science and Technology.

102- PINKSTON K. & WRIGHT R., 2001-Scorpions. OSU Extension Facts, 7303. Plante Médicinale Algérienne *Euphorbia Guyoniana*, Mémoire De Master, Université

- 103- POLIS G.A., 1996 ECOLOGY. In: Polis, G.A. (Ed.).** The Biology of Scorpions. Stanford University Press, pp. 247-293.
- 104- Polis, G. A. (Ed.). (1990).** The biology of scorpions (pp. xxiii+-587).
- 105- Quinlan, G. A., Williams, E. A., Tan, S. S., & Tam, P. P. (1995).** Neuroectodermal fate of epiblast cells in the distal region of the mouse egg cylinder: implication for body plan organization during early embryogenesis. *Development*, 121(1), 87-98.
- 106- RACHDA, ZEROUGA.** Effet de quelques extraits de plantes sur le comportement des scorpions.
- 107- Reynaud, J. (2002).** La flore du pharmacien. Tec & Doc: Ed. Médicales Internationales.
- 108- Rezzagui, A. (2018).** Évaluation de l'effet toxique de l'extrait brut et de l'activité antioxydante des différents extraits des graines de peganum harmala L (Doctoral dissertation).
- 109- ROUARI L.** Etude de l'activité insecticide de quelques plantes du sud algérien .2022 . Université Kasdi Merbah-Ouargla.
- 110- SADINE, Eddin Salah.** La faune scorpionique du Sahara septentrional algérien: Diversité et Ecologie. 2018.
- 111- SADINE, S. E.** Contribution à l'étude bioécologique de quelques espèces de scorpions. *Androctonus australis*, *Androctonus amoreuxi*, *Buthacus arenicola*, *Buthus tunetanus*, 2005.
- 112- SADINE, Salah Eddine.** Contribution à l'étude de la faune scorpionique du Sahara septentrional Est algérien (Ouargla et El Oued). 2012. Thèse de doctorat. UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA.
- 113- SADINE, Salah Eddine.** New locality of *Orthochirus innesi* Simon, 1910 in Algeria (Scorpiones: Buthidae). *Serket*, 2020, 17.3.

- 114- **Shultz, J. W. (2007).** A phylogenetic analysis of the arachnid orders based on morphological characters. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 150(2), 221-265.
- 115- **Smara, O., Julia, A., Moral-Salmi, C., Vigor, C., Joseph, V., & Legseir, B. (2014).** Flavonoids from *Euphorbia guyoniana* Boissier & Reuter. *J. Life Sci*, 8(6), 544-551.
- 116- **Steinmetz, C. H. (1954).** Some effects of thyroxine and antithyroid compounds on tadpoles and their relation to hormonal control of growth. *Physiological Zoology*, 27(1), 28-40.
- 117- **STOCKMANN, Roland, YTHIER, Eric, et FET, Victor.** Scorpions du monde. NAP éd., 2010.
- 118- **Toutain, G. (1979).** Elements of agriculture in the Sahara-from research to development.
- 119- **Tse, C. M., Ma, A. I., Yang, V. W., Watson, A. J., Levine, S., Montrose, M. H., ... & Donowitz, M. (1991).** Molecular cloning and expression of a cDNA encoding the rabbit ileal villus cell basolateral membrane Na⁺/H⁺ exchanger. *The EMBO journal*, 10(8), 1957-1967.
- 120- **Vachon, M. (1952).** Etude sur les scorpions, Institut Pasteur d'Algérie. Alger, 1, 487.
- 121- **VACHON, M. et MILLOT, J.** Ordre des scorpions. *Traité de Zoologie*, 1949, vol. 6, p. 386-436.
- 122- **Webster, G. L. (1987).** The saga of the spurge: a review of classification and relationships in the Euphorbiales. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 94(1-2), 3-46