



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



Université Amar Thelidji- Laghouat
FACULTE : SCIENCES
DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : AGGOUN Khaoula

BARGUI Batoul

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : PROTECTION DES VEGETAUX

Thème

Étude des effets biologiques de *Peganum harmala* L.
sur quelques adventices et quelques insectes

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
MARFOUA Mériem	Président	MCB
ZAZA Messaouda	Examineur	MAA
SARIDI Abdelkader	Encadreur	MAA
AMEUR Djamila	Co-Encadreur	MAA

Promotion : Juin 2023

Étude des effets biologiques de *Peganum harmala* L. sur quelques adventices et quelques insectes

Résumé

L'objectif précis de cette étude est de découvrir la possibilité d'utiliser *P.harmala* comme biopesticide naturel sur certains adventices et certains ravageurs. Notre expérimentation a visé d'étudier les effets de trois facteurs : l'origine géographique de la plante de Harmel, le mode d'extraction des principes actifs et la date prévue de l'influence de l'extrait sur les cibles.

Les résultats obtenus montrent une différence significative pour le mode d'extraction et la date d'influence des extraits, et une différence non significative pour l'origine de la plante de *P.harmala*. En plus, les résultats indiquent que l'extraction des principes actifs sous pression ou par la macération en méthanol est plus efficace que par la macération en eau distillée. Aussi, les extraits ont abouti à des taux de germination variant entre 66% à 72% chez l'avoine, 15 à 20% chez le brome, 00% chez l'ive et coringia. Ainsi qu'ils ont provoqué 20% de mortalité au niveau de charançon de blé, et 85% de mortalité au niveau des cochenilles adultes (mâles et femelles). Tandis qu'ils n'ont pas influé sur la germination du blé.

Mots clés : *Peganum harmala* L.adventices, ravageurs, extrait, germination

دراسة التأثيرات البيولوجية لمركب *Peganum Harmala L* على بعض الحشائش وبعض الحشرات

الملخص

الهدف الدقيق من هذه الدراسة هو اكتشاف إمكانية استخدام *P.harmala* كمبيد حيوي طبيعي على حشائش معينة وآفات معينة. هدفت تجربتنا إلى دراسة تأثيرات ثلاثة عوامل: الأصل الجغرافي لنبتة الحرمل، وطريقة استخلاص المكونات الفعالة، والتاريخ المتوقع لتأثير المستخلص على الأهداف.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها اختلافا معنويا في طريقة الاستخلاص وتاريخ تأثير المستخلصات، وفرقا غير معنوي لأصل نبات *P.harmala*. بالإضافة إلى ذلك، تشير النتائج إلى أن استخلاص المكونات النشطة تحت الضغط أو بالنقع في الميثانول أكثر كفاءة من النقع في الماء المقطر. كما نتج عن المستخلصات معدلات إنبات تتراوح بين 66 إلى 72 ٪ لدى الشوفان، و 15 إلى 20 ٪ لدى البروم، و 22 ٪ لدى نبتتي " *coringia* " و " *ive* " كما تسببت المستخلصات في وفاة 27 ٪ في سوسة القمح، و 85 ٪ في البق الدقيقي البالغ (ذكور وإناث). في حين أنها لم تؤثر على إنبات القمح.

الكلمات المفتاحية: *Peganum Harmala L*، لأعشاب، الحشرات، المستخلصات، الإنبات.

Study of the biological effects of *Peganum harmala* L. on some weeds and some insects

Summary

The precise objective of this study is to discover the possibility of using *P.harmala* as a natural biopesticide on certain weeds and certain pests. Our experiment aimed to study the effects of three factors: the geographical origin of the Harmel plant, the mode of extraction of the active ingredients and the expected date of the influence of the extract on the targets.

The results obtained show a significant difference for the mode of extraction and the date of influence of the extracts, and a non-significant difference for the origin of the *P.harmala* plant. In addition, the results indicate that the extraction of the active ingredients under pressure or by maceration in methanol is more efficient than by maceration in distilled water. Also, the extracts resulted in germination rates varying between 66 to 72% in oats, 15 to 20% in brome, 00% in ivermectin and coringia. As well as they caused 20% mortality in wheat weevils, and 85% mortality in adult mealybugs (male and female). While they did not influence wheat germination.

Keywords: *Peganum harmala* L., weeds, insects, extracts, germination

Dédicaces

À celui qui a rendu ce travail facile, à mon cher compagnon Aggoun
Khaoula

Je dédie ce travail à ma muse, ma compagne et mon cœur bien-aimé à
mon modèle, mon soleil, ma chère maman

A mon très chère père, qui as toujours été pour moi un exemple du père
respectueux, honnête, de la personne méticuleuse, je tiens à honorer
l'homme que tu es papa.

Ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que tu as déployés
pour mon éducation, à ma tante, à qui j'étais lié dans tous les cas, ma
belle tante BARGUI Feriha

A ma grande mère AZIZA

A mes belle grandes sœurs Habiba et Nadjoua, pour l'aide que tu m'as
apporté. Tu m'as soutenu, réconforté et encouragé.

A ma chère sœur Aicha, je sais enfin ce que sais que le bonheur d'avoir
une sœur sur laquelle on peut compter, moi qui n'en ai jamais eu.

A mes frère Chafik et Tdjani, vous m'offrez toujours soutien et
réconfort. A mes sœur Amina et Khadija Ferhat, Anfel Mashoub,
Bakhta Sahli je vous dédie ce travail en reconnaissance de l'amour
que vous m'offrez

Nulle dédicace ne pourrait exprimer ma profonde affection et mon
immense gratitude pour le soutien que Nour Djallouli ma donne

A mon amis Batoul Graa pour l'avoir avec moi pour tout temps

A ma nouvelle famille Benzineb, spécialement ma belle-mère Nasira
qui a été toujours mon repaire de bonheurs

A tous la famille Bargui et Abid

Batoul



Dédicaces

Je commence à dédier ce travail à la personne qui a rendu la possibilité de contenu ce travail ma collègue Bargui Batoul

Je dédie ce mémoire à mes parents, pour leur amour qu'ils m'ont toujours donné, leurs encouragements et toute l'aide qu'ils m'ont apportée durant mes études. Aucun mot, aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération, et mon amour pour les sacrifices qu'ils ont consentis pour mon instruction et mon bien être.

A mes sœurs, pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral, tout au long de mon parcours universitaire, que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible.

A ma deuxième famille, la famille de l'école coranique, qui a été la raison de faciliter mon travail, qui par leur prières a surmonté plusieurs difficultés, spécialement madame Tagar Noura. Et Sara Mostaphay

Pour mes chers amis, une sœur que je trouve toujours sur ma côté Nour Djallouli, et Batoul Graa, Soulaf Habib, Sara Azouzi, pour m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail

Pour tout la famille Aggoun et la famille Amrane

Pour l'âme de mon grand-père EL CHIKH HMIDA AGGOUN

Khaoula

Remerciement

*Nous remercions Dieu tout-puissant pour la grâce de la science qu'il nous
adonnée et pour son aide et le remboursement de nos pas dans l'achèvement de
ce travail.*

" فاحلمد d رجاء واحلمد d طاعة واحلمد d شكرا "

*Si la reconnaissance du beau est le sentiment des âmes généreuses, nous
adressons nos sincères remerciements et le plus grand sentiment d'appréciation
à l'honorable professeur*

*«SARIDI Abdelkader» pour tout le soutien, les conseils qu'il nous a donnés, que Dieu
protège et prolonge sa vie*

*Nous tenons également à remercier Mme «AMEUR Djamila »pour le soutien
matériel et morale qu'elle nous a apport, ce qui a grandement contribué au bon
déroulement de ce travail*

*Nous tenons à remercier tous les enseignants du département de science
agronomie à l'université de -Laghouat- qui nous ont permis de bénéficier de leurs
expériences, de leurs compétences et de leur rigueur scientifique tout le long de
notre formation universitaire.*

SOMMAIRE

	Page
Introduction	1
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chapitre I : généralité sur la de <i>Peganum Harmala</i> . L	
1. Donnée bibliographiques de <i>Peganum Harmala</i> .L	5
I.1Historique	5
I.2Position systémiques	5
Description de la plante	6
I.3.1. Les feuille	6
I.3.2 Les fleurs	7
I.3.3. Les fruits	7
I.4. Répartition géographiques	8
I.5. Composition chimique	8
I.6. Les intérêts pharmaceutiques	9
I.6.1. Effets cardiovasculaire	9
I.6.2. Effets antimicrobiennes	9
I.6.3. Effets protozoaires	9
I.6.4. Effets antibactériennes	9
I.6.5. Effets antinéoplasique, antiprolifératifs et antioxydants	10
I.6.6. Effets sur le système immunitaire	10
I.6.7. Effets sur le système nerveux	10
I.6.8. Effets gastro-intestinaux	10
I.6.9. Effets anti diabétique	11
I.6.10. Activité antibactérienne et antifongique	11
Chapitre II : généralité sur les plantes et les insectes étudiées	
II.1 .généralité sur les plantes spontanée	13
II.1.1. Bromus	13
II.1.1.1. Définition	13
II.1.1.2. Classification	14
II.1.1.3. Caractéristiques générales	14
II.1.1.4. Biologie	15
II.1.1.5. Nuisibilité	15

II.1.2. Folle avoine	15
II.1.2.1. Définition	15
II.1.2.2. Classification	15
II.1.2.3. Caractéristiques générales	16
II.1.2.4. Biologie	17
II.1.2.5. Nuisibilité	17
II.1.3. L'ive	17
II.1.3.1. Définition	17
II.1.3.2. Classification	17
II.1.3.3. Caractéristiques générales	18
II.1.3.4. Biologie	19
II.1.4. Coringia	19
II.1.3.1. Définition	19
II.1.3.2. Classification	19
II.1.3.3. Caractéristiques générales	20
II.1.3.4. Biologie	21
II.2 .généralité sur les insectes	21
II.2.1 .charançon de blé	21
II.2.1.1. Définition	21
II.2.1.2. Classification	21
II.2.1.3. Caractéristique générale	21
II.2.1.4. Les dégâts	22
II.2.2. Les cochenilles	23
II.2.1.1. Définition	23
II.2.1.2. Classification	23
II.2.1.3. Caractéristique générale	24
II.2.1.4. Les dégâts	25

PARTIE EXPERIMENTALES

Chapitre III : matériel et méthodes

III.1. objectif	28
III.2. matereiles vivante	28
III.3. lieux et condition expérimentaux	29
III.4. dispositif expérimentale	30
III.5. methodes de préparation des extraits	32
III.5.1. preparation de poudre de harmal	32
III.5.2. preparation des extraits	32
III.5.2.1. extraits aqueux par l'eau distillée	32
III.5.2.2. extrait méthanolique	32
III.5.2.3. extraits aqueux sous pression	33

III.6. Stérilisation des matériels	34
III.6.1. Stérilisation par autoclave	34
III.6.2. Stérilisation par four pasteur	34
III.6.3. Stérilisation par l'eau de javel et par l'éthanol	34
III.6.4. Stérilisation des graines	35
III.7. Application des extraits	35
III.7.1. Application des extraits sur les graines	35
III.7.2. Application des extraits sur le charançon de blé	36
III.7.3. Application des extraits sur les cochenilles	36
III.8. Les analyse statistique	37
Chapitre IV Résultats et discussions	
IV.1. Resultats	39
IV.1.1. Resultats des plantes spontanées	39
IV.1.1.1. L'avoine	40
IV.1.1.2. Le brome	40
IV.1.1.3. live	41
IV.1.1.4. La coringia	42
IV.1.1.5. Le blé	42
IV.1.2. Resultats des insectes	43
IV.1.2.1. Le charançon de blé	43
IV.1.2.2. Les cochenilles	44
IV.1I. Discussion générale	50
CONCLUSION	
LISTE DES REFERENCES	
BIBLIOGRAPHIQUES ANNEXES	

Liste de tableaux

Numéro de tableau	Titre	Page
Tableau 1	Les principaux alcaloïdes du P. harmala	08
Tableau 2	Les paramètres édaphiques de deux sites	29
Tableau 3	le pourcentage de germination de l'avoine sous l'effet des différents facteurs	40
Tableau 4	le pourcentage de germination du brome sous l'effet des différents facteurs	41
Tableau 5	le pourcentage de germination de l'ive sous l'effet des différents facteurs	41
Tableau 6	le pourcentage de germination du coringia sous l'effet des différents facteurs	42
Tableau 7	le pourcentage de germination de blé sous l'effet des différents facteurs	42
Tableau 8	le taux de mortalité de charançon de blé sous l'effet de différents facteurs	43
Tableau 9	résultats de mortalité de charançon de blé en interaction (f2*f3)	43
Tableau 10	le taux de mortalité des femelles de cochenilles sous l'effet de différents	44
Tableau 11	résultats de mortalité de femelles de cochenilles par l'interaction (f2*f3)	45
Tableau 12	le taux de mortalité des males de cochenilles sous l'effet de différents facteurs	45
Tableau 13	résultats de mortalité des males de cochenilles par l'interaction (f2*f3)	46
Tableau 14	le taux de mortalité en le stade larvaire 1 de cochenilles sous l'effet de différents facteurs	46
Tableau 15	résultats de mortalité en le stade larvaire 1 de cochenilles par l'interaction (f2*f3)	47
Tableau 16	le taux de mortalité en le stade larvaire 2 de cochenilles sous l'effet de différents facteurs	47
Tableau 17	résultats de mortalité en le stade larvaire 2 de cochenilles par l'interaction (f2*f3)	48
Tableau 18	le taux de mortalité en le stade larvaire 3 de cochenilles sous l'effet de différents facteurs	48
Tableau 19	résultats de mortalité en le stade larvaire 3 de cochenilles par l'interaction (f2*f3)	49

Liste de Figure

Numéro de figure	Titre	Page
Figure 1	Les feuilles de la plante <i>Peganum harmala</i> L.	6
Figure 2	La fleur de la plante <i>Peganum harmala</i> L	7
Figure 3	Le fruit de la plante <i>Peganum harmala</i> L	7
Figure 4	Inflorescence de brome (<i>Bromus secalinus</i>)	14
Figure 5	La plante de folle avoine	16
Figure 6	<i>Ajuga chamaepitys</i>	18
Figure 7	<i>Coringia orientalis</i> (L.) Dumort.	20
Figure 8	Un charançon de blé adulte	21
Figure 9	Une larve mobile de cochenille	25
Figure 10	Les graines de blé	28
Figure 11	Les différents types de plantes adventices utilisées	28
Figure 12	Un individu de charançon du blé	29
Figure 13	Un insecte de cochenille	29
Figure14	Dispositif expérimental de la plante <i>Peganum harmala</i> .	31
Figure15	Schéma de dispositif expérimental de la plante <i>Peganum harmala</i>	31
Figure16	Préparation d'extraction par l'eau distillée et méthanol	33
Figure17	Préparation d'extraction sous pression	33
Figure18	La stérilisation des graines	34
Figure19	Une stérilisation par micro filtre	35
Figure20	Application d'extraits sur les graines	35
Figure21	Les étapes d'application d'extraits sur charançon de blé	36
Figure22	Les étapes d'application d'extraits sur charançon de blé	37
Figure23	Les différentes espèces traitent par les trois extraits de Harmal	39
Figure24	L'effet des extraits de Harmel sur les cochenilles (x 40)	44

Liste des abréviations

T : témoin négative

Tmeth : témoin méthanol

Tps : témoin pesticide

ED : eau distillée

M : méthanol

SP : sous pression

E2 : coringia

E3 : avoine

E4 : l ive

E5 : brome

03 : région Laghouat

17 : région Djelfa

D1 : date 1(1er jour après le traitement)

D2 : date 2(7 éme jour après le

traitement) D3 : date 3(15 jour après le
traitement)

Introduction

INTRODUCTION

Il est évident que les trois piliers de l'écosystème : humain, animal et végétal qui sont en relation mutuelle et éternelle, sont actuellement soumis aux effets de nombreuses fluctuations dues à de nombreux problèmes, notamment le déséquilibre entre l'assurance des besoins nutritionnelle et la préservation de la vie naturelle des espèces spontanées, ceci est issu de l'utilisation des pesticides chimiques contre deux grandes nuisibles des cultures : les mauvaises herbes et les insectes.

Les plantes spontanées (mauvaises herbes) sont parmi les nombreux ennemis des cultures qui occupent une place très importante dans l'écosystème. Les plantes spontanées causent depuis toujours de grands problèmes aux producteurs agricoles. Des pertes énormes de rendements et de qualités des récoltes résultent de la compétition des mauvaises herbes (Buhler, 2005). Ces pertes sont évaluées à 9,7 % de la production agricole mondiale et sont dans l'ordre de 10 à 56 % en Afrique (Cramer, 1967 in Traore et al. 2009). Bien que les pertes causées par les mauvaises herbes, les insectes nuisibles font des dégâts plus catastrophiques sur les cultures notamment les céréales. (Bouljedri et al. 2005).

Cependant, la lutte par l'utilisation des pesticides chimiques durant plusieurs années contre ces deux principales causes de perturbation des cultures fait apparaître que ce sont l'origine de l'un des polluants environnementaux, et leur dangerosité pour la santé humaine et animale a incité pour cette raison les chercheurs et les agriculteurs à tenter de nouveaux pesticides respectueux de l'environnement appelés bio-pesticides.

L'utilisation de bio-pesticides en agriculture comporte des avantages non dénombrables à mentionner : restreindre ou éliminer l'utilisation d'insecticides chimiques, moins toxique que les pesticides chimiques, favoriser lors d'une utilisation en serre, diminuer les risques de développer de la résistance, favoriser par le nombre restreint d'insecticides homologués en serre plus grande spécificité d'action....etc.

Parmi les ressources éventuelles de ces bio-pesticides figure l'espèce de *peganum harmala*, qui est plus répandue dans le territoire national (Ozenda, 1991), et qui contient plusieurs substances biologiquement actives, qui lui permettent plusieurs fonctions de protection des plantes. Elle est utilisée dans la lutte biologique contre les insectes ravageurs et présente aussi un pouvoir allopathique contre la germination des mauvaises herbes.

(Benmeddour, 2010). Elle est considérée comme l'une des plantes médicinales les plus célèbres dans la médecine traditionnelle grâce à ses nombreuses vertus thérapeutiques telles que l'antidouleur, antispasmodique, agent narcotique, pour le traitement des fièvres et même pour soigner les rhumatismes (Mbuni et al. 2020).

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre objectif d'étude, qui consiste à tester les propriétés herbicides et insecticides de l'extrait des feuilles de *P.harmala* sur quelques espèces de mauvaises herbes et des insectes.

Notre document se structure en quatre chapitres, le premier présente la plante de *P. harmala* et ses propriétés, le deuxième chapitre vise la définition des espèces végétales et animales étudiées (les plantes spontanée et les insectes), la troisième concerne matériel et méthodologie de cette étude, le quatrième consacré pour présentation des résultats et la discussion de cette étude, et finalement le document est achevé par une conclusion et des perspectives.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I

Généralité sur la plante de

Peganum harmala L.

1. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES DE *Peganum harmala* L.

1.1. Historique

Le Harmal (*Peganum harmala*) est une plante médicinale connu et utiliser dans la médecine traditionnel depuis l'antiquité, elle représente une très bonne source de principes actif qui font l'objet de plusieurs études depuis des décennies. (Paris et Dillemann, 1960 ; Siddiqui et Afza, 1978 ; Puzii et *al.*, 1980 ; Adaay, 1994 ; Sobhani et *al.*, 2002 ; Benarous, 2010 ; Pozzi et *al.*, 2012).

Le *Peganum* pousse naturellement dans les zones arides méridionales, la plante retrouvé dans le nord du continent africain mais aussi au nord des Indes, en Mandchourie, au Tibet ou encore en Sibérie (Bahram et *al.*, 2006 ; Herraiz et *al.*, 2010).

1.2. Position systématique

Selon QUEZEL et SANTA (1963), ainsi que OZENDA (1991), cette plante se fait partir de la famille des Zygophyllacées. Mais récemment, elle a été placée dans la famille des Nitrariaceae NEHA, et *al.*, 2009)

Systématiquement, selon Cartini (1971) in (ASLAM et *al.*, 2014) cette plante occupe la position taxonomique suivante :

Embranchement :

Spermatophytes Sous embranchement :

Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Sapindales/ Zygophyllalée

Famille : Zygophyllaceae

Genre : *Peganum*

Espèce : *Peganum harmala* L.

1.3. Description de la plante

Le *P.harmala* est une plante vivace herbacée, glabre, non épineuse, à tige dressées et tres rameuses, atteignant 50 cm (Quezel et Santa, 1963 ; Ozenda, 1991), et meme jusqu'à 100 cm de hauteur (Mahmoudian et 2 *al.*, 002), et un système racinaire qui peut atteindre 3 à 4 cm d'épaisseur et de 3m de profondeur (Khashimov et *al.*, 1971). Il disparaissant l'hiver (Quezel et Santa, 1963 ; Ozenda, 1991),

En plus, cette plante est caractérisé par un odeur spécifique (Khashimov et *al.*, 1971), très forte et piquante avec un goût amer (Chehma, 2006), elle est non broutée par les animaux (Chehma, 2006 ; Halimi, 1997).

1.3.1. Les Feuilles :

Les feuilles alternes vert glauque et divisées ; Elles émettent une odeur désagréable quand on les froisse. Les feuilles sont allongées et irrégulièrement divisées en multiples lanières très fines pouvant atteindre 5x5 cm. Les feuilles supérieures ne dépassent pas 1,5 mm de largeur (Chopra et *al.*, 1960; Ozanda, 1991).



Figure 1: Les feuilles de la plante *Peganum harmala* L. (TARABSA, 2011).

1.3.2. Les fleurs :

Fleurs blanches sales grandes avec des sépales inégaux persistants qui dépassent la corolle et des pétales crème lavés de rose-orangé à nervures jaunes, oblongs et su symétriques

Les fleurs sont monoïques dotées de dix à quinze étamines à anthères longues de 8mm, à filets très élargis et plat dans leur partie inférieure, et à gynécée de 8-9 mm de longueur; des ovaires globuleux de trois à quatre loges et des stigmates à 3 carènes insensiblement atténués en style. (Maire, 1943; Chopra et *al.*, 1960; Ozanda, 1991)



Figure 2: La fleur de la plante *peganum haramala* L. (TARABSA, 2011).

3. Les fruits :

Le fruit, une capsule sphérique qui contient des graines noires en forme de triangle, à trois loges, de 6 à 8 mm déprimée au sommet, entourée des sépales persistants et s'ouvrant par 3 ou 4 valves pour libérer les graines. (Chopra et *al.*, 1956; Quezel et Santa, 1963).



Figure 3 : Le fruit de la plante *Peganum harmala* L. (TARABSA, 2011).

1.4. Répartition géographique

En Europe très commune dans les zones sèches (Espagne, steppes de la Russie méridionale, Hongrie); elle est particulièrement répandue dans les zones arides méditerranéennes (Maroc oriental, Sahara septentrional et hauts plateaux Algériens, Tunisie, steppes de la Lybie, déserts d'Egypte); dans Asie répandue dans les steppes de l'Iran, du Pakistan, du Turkestan jusqu'au Tibet et en Sibérie. (Abbassi et *al.*, 2003)

En Algérie, *Peganum harmala* est très commune aux hauts plateaux, au Sahara septentrional et méridional, et aux montagnes du Sahara central. Il est réputé pour les terrains sableux, dans les lits d'oued et à l'intérieur des agglomérations (Ozenda, 1991).

1.5. Composition chimique

Le *peganum harmala* est une plante riche en composants phytochimique, qui lui donne une efficacité médicinale, ces composants sont : des alcaloïdes, des flavonoïdes et des anthraquinones. La teneur totale en alcaloïdes de *P. harmala* varie entre 2 et 5 % (Jinous et Fereshteh, 2012)

La toxicité de la plante est reliée avec le taux d'alcaloïdes qui plus élevé dans la graine avec de 3 à 4% suiviez par les racines et les tiges avec de 0,36% puis les feuille 0,52% (Ben Salah et *al.*, 1986).

En été la teneur en alcaloïdes s'élève durant la phase de la maturation des fruits (Jinous et Fereshteh, 2012).

Tableau 1 : les principaux alcaloïdes du *P. harmala*

Les alcaloïdes	Les structures chimiques
Harmaline (harmidine).	$C_{13}H_{15}ON_2$
Harmine (banisterine).	$C_{13}H_{12}ON_2$
Harmalol.	$C_{12}H_{12}ON_2$
Harman.	$C_{12}H_{10}N_2$
Vasicine (peganine).	$C_{13}H_{15}ON_2$
Vasicinone.	$C_{11}H_{10}O_2N_2$

(Jinous et Fereshteh, 2012)

I.6. Les intérêts pharmaceutiques

Le Harmal est l'une des plantes commun est très utilisé dans la médecine traditionnelle algérienne et maghrébine, elle est efficace pour plusieurs troubles comme: gynécologiques: emménagogue, abortif, stérilité féminine ,généraux: hypnotique, antipyrétique, a antitussif digestifs: coliques, troubles digestifs cutanés: antiseptique et cicatrisant, dermato (eczémas) et brûlures, conjonctivites purulentes et blépharites, alopecie infectieux: tétanos néonatal; anthelminthique (ascaris, toenia); antipaludique; oreillons autres: sudorifique et dépuratif, hémorroïdes, diabète. (Abdel-Fattah et al. 1995),

I.6.1. Effets cardiovasculaires

Le harmel est l'une des plantes médicinales les plus utilisées dans le monde pour traiter l'hypertension et les maladies cardiaques (Tahraoui A et al, 2007). Il a également été démontré dans différent études pharmacologiques que l'extrait de *P. harmala* ou ses principaux alcaloïdes actifs, l'harmine, l'harmaline, l'harman et l'harmalol, ont différents effets cardiovasculaires (Aarons D et al. 1977).

I.6.2. Effets antimicrobiens

Dans les dernières années et après des déférentes études sur les effets de *Peganum harmala* les résultats ont montré différents effets antiparasitaires (Astulla. A et al, 2008), antifongiques et antibactériens (Nenaah. G, 2010).

I.6.3. Effet anti protozoaire

Les études qui ont été applique sur des formes de parasites de la leishmanie pour le but de voire les effets anti protozoaire d'extraction de harmal, les études qui sont faite in vivo et in vitro sort avec des résultats significatif (Di Giorgio C, et al., 2004).

I.6.4. Effet antibactérienne

Le caractéristiques le plus importantes des alcaloïdes de *P. harmala* est leur activité comme un bactéricide qui est comparable à celle des antibiotiques courants, qui ont de nombreux effets indésirables. Il a été démontré que différentes espèces de bactéries sont sensibles à ces alcaloïdes. Il n'est conclu que *P. harmala* et ses alcaloïdes pourraient

probablement être utilisés pour le contrôle des isolats de bactéries résistantes aux antibiotiques. (Nenaah G, 2010.).

I.6.5. Effets antinéoplasiques, antiprolifératifs et antioxydants

Depuis les temps anciens, *P. harmala* a été utilisé dans le traitement des cancers et des tumeurs dans certaines parties du monde. (Chen Q et al. 2005 ; Hamsa TP et al. 2010).

L'activité anti-tumorale de *Peganum harmala* L et ses alcaloïdes actifs (principalement les β -carbolines) ont également attiré l'attention de nombreux chercheurs dans le monde entier, ce qui a conduit à diverses études pharmacologiques concernant cet effet important de *P. harmala*. Plusieurs auteurs ont rapporté la cytotoxicité de *P. harmala* sur des lignées de cellules tumorales in vitro et in vivo. (Li Y et al, 2007).

I.6.6. Effets sur le système immunitaire

Les alcaloïdes de bêta-carboline de *P. harmala* ont des effets immuns modulateurs dans plusieurs études (Farzin D et al, 2006 ; Wang X et al, 1996). Les extraits de cette plante ont un effet anti-inflammatoire significatif via l'inhibition de certains médiateurs inflammatoires. (Bremner P et al, 2009).

I.6.7. Effets sur le système nerveux

Dans la médecine traditionnelle, *P. harmala* a été utilisé parmi les sociétés pour traiter certains troubles du système nerveux comme la maladie de Parkinson, (Leporatti ML et Ghedira K, 2009), dans des conditions psychiatriques (Herraiz T et al, 2010). Comme la nervosité, (Abu-Irmaileh BE et al, 2003) et pour soulager des douleurs rigoureuses (Farouk L et al, 2008)

I.6.8. Effets gastro-intestinaux

L'extrait et les graines en poudre de *P. harmala* ont été utilisés dans la médecine populaire de différentes parties du monde pour traiter les coliques chez l'homme et les animaux (Akhtar M al., 2000) L'efficacité de cette plante dans le traitement des coliques est due à son effet antispasmodique (Bnouham M et al., 2002). *P. harmala* possède également des effets nauséeux (Goel N et al, 2009) et émétiques (Herraiz T et al, 2010) notables.

I.6.9. Effets antidiabétiques

P. harmala a été traditionnellement utilisé pour traiter le diabète dans la médecine populaire de certaines parties du monde (Bnouham M et al, 2002). Cet effet de *P. harmala* a été confirmé pharmacologiquement dans plusieurs études dont l'une a montré que la plante perdrait son activité hypoglycémique à des doses élevées au lieu de l'augmenter (Nafisi S et al, 2011).

I.6.10. Activités antibactériennes et antifongiques

L'alcaloïde de *P. harmala* caractérisé par leur activité bactéricide qui est comparable à celle des antibiotiques courants. . L'activité de ces alcaloïdes dépendait du micro-organisme et de la méthode d'application (Alyaa, 2018).

L'extrait méthanoïque *P. harmala* a montré un pouvoir antibactérien plus élevé contre *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, et *P. vulgaris* que d'autres extraits de chloroforme et de pétrole dans une étude. (Alyaa, 2018).

L'activité antifongique de *P. harmala* sur 6 espèces de *Candida* et 3 espèces *Aspergillus*, a été évaluée in vitro. L'extrait alcoolique de graines de *P. harmala* était efficace surtout sur *Aspergillus niger* et *Aspergillus fumigatus* comme inhibiteur de croissance (Jinous et Fereshteh, 2012).

L'activité antibactérienne et antifongique de l'extrait de graines de *P. harmala* est principalement liée à l'harmaline (Jinous et Fereshteh, 2012).

Chapitre II

Généralités sur les
plantes et les insectes
étudiés

CHAPITRE II

GENERALITES SUR LES PLANTES ET LES INSECTES ETUDIES

2.1. GENERALITES SUR LES PLNTES SPONGTANEES

Les “mauvaises herbes” sont des plantes herbacées ou ligneuses, indésirables à l’endroit où elles se trouvent. En production végétale, elles représentent une contrainte importante au développement et à la productivité des cultures aussi bien industrielles que vivrières. Pour désherber ses cultures, l’agriculteur dispose d’une large gamme de méthodes de désherbage qu’elles soient chimiques ou agronomiques qui permettent de faire face à la plupart des problèmes posés par les “mauvaises herbes”. Or, tous les professionnels de la filière production végétale savent que la performance d’un désherbage dépend d’une bonne connaissance de la flore adventice de la parcelle et d’une intervention précoce, le plus près possible de la levée des adventices. Il est donc impératif de pouvoir reconnaître ces espèces nuisibles dans une culture à des stades juvéniles Choukry et *al.*, 2021).

Au cours de notre travaille nous avons utilisé quelques espèce des plantes spontanées définir comme suite

2.1.1. *Brome (Bromus secalinus)*

2.1.1.1 .Définition

Selon INPV (2019), les brome sont des plantes herbacées annuelle, bisannuelle ou vivaces, très communes dans les régions tempères. Elles sont des plantes monocotylédones de la famille des Poacées. Depuis quelques années pose de sérieux problèmes sur les parcelles céréalières notamment celles de multiplication où la semence risque de subir un refus ou un déclassement.

En Algérie, Il existe plusieurs espèces de brome. Au stade plantule, les espèces de brome sont difficilement distinguables entre elles (INPV, 2019).

2.1.1.2 Classification

Selon Quezel et Santa (1963), cette plante se fait parti systématiquement aux taxons suivants :

Embranchement	spermaphytes
Sous Embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Glumales (Poales)
Famille	Graminées (Poaceae)
Genre	Bromus
Espèce	<i>Bromus secalinus</i>

2.1.1.3. Caractéristiques générales

La plante à son plein développement, elle est dressée, poilue et mesure entre 30 et 100 cm de hauteur. Les feuilles, sont longues, vrillées et de couleur claire, au sommet, ont un limbe pubescent. L'inflorescence est une panicule qui, au départ, de couleur verte, puis elle prend un aspect violacé et à maturité elle devient rouge, très lâche, à longs rameaux. La semence est généralement dispersée avec une fleur entourée des glumelles. Présence d'une baguette à la base de la glumelle inférieure. La plantule du brome, connaît une préfoliation enroulée et sa pilosité est importante et générale (INPV, 2019).

le même auteur ajoute que la gaine est cylindrique, poilue et soudée. Pas d'oreillettes. La ligule de la plantule peut être simplement dentée ou plutôt profondément déchirée ; dans ce deuxième cas, on parle bien de "brome stérile".



Figure4 : inflorescence de brome (*Bromus secalinus*)

2.1.1.4. Biologie

Le brome est une plante annuelle dont les germinations se déroulent pratiquement de la fin de l'été au début du printemps et cela selon les conditions de l'année. Elles sont abondantes à l'automne et leur intensité diminue à la fin de l'hiver. Les germinations du brome, sont maximales lorsque l'automne est humide. C'est généralement de mai à août qu'a lieu la floraison. La profondeur propice des levées est superficielle lorsqu'elle est comprise entre 0 et 1,5 cm, sans aller au-delà de 6 cm. La germination des graines est possible dès leur chute au sol après leur maturité. Il faut pour cela que le sol soit bien humide (INPV, 2019).

2.1.1.5. Nuisibilité

Les bromes à une influence négative sur les rendements des céréales. Les pertes peuvent être importantes et leur impact peut même aboutir à la disparition de la culture. En effet cinq (05) pieds de bromes/m² réduisent le rendement de 5% sans évoquer la qualité de la production, par ailleurs un seul pied de brome peut produire jusqu'à 50 talles et 500 graines.

En Algérie, on peut avoir quatre différentes espèces de bromes sur les parcelles céréalières : le brome rigide, le brome rougeâtre, le brome stérile et le brome de (INPV, 2019).

2.1.2. Folle avoine (*Avena fatua*)

2.1.2.1 .Définition

Folle avoine est une plante adventice, herbacée annuelle monocotylédone. Elle est des adventices les plus courantes d'origines des régions méditerranéennes et tempérées, elle est également connue sous le nom d'avoine sauvage. (Rédaction WiKiagri le 30 mai 2019).

2.1.2.2 .Classification

Selon Quezel et Santa (1963), les taxons botaniques de cette plante sont les suivants :

Embranchement	spermaphytes
Sous Embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Glumales (Poales)
Famille	Graminées (Poaceae)
Genre	<i>Avena</i>
Espèce	<i>Avena fatua</i>

2.1.2.3. Caractéristiques générale

La plante croît en talle. La tige à un port dressé et mesure de 0,8 à 1,5 m de hauteur. Elle est cylindrique, de couleur vert grisâtre plus foncée aux nœuds et à texture lisse. Le système racinaire est fasciculé. Les feuilles sont de couleur vert foncé ou vert bleuté. Le limbe est plat et mesure de 20 à 30 cm de longueur et de 0,4 à 1,5 cm de largeur. Il est glabre, mais de longs poils espacés (cils fugaces) sont présents à la marge sur près de la moitié du limbe. La gaine est ouverte avec des marges blanches translucides. La ligule est membraneuse, de couleur gris-blanc et mesure de 2 à 6 mm de longueur. (Anonyme)

Elle est entière, terminée en pointe et devient inégalement lacérée avec le temps. Il n'y a pas d'auricules. Le fruit est un caryopse de forme elliptique mesurant 1 cm de longueur. Le caryopse est relâché avec la paléole et le lemme associé. La graine a une callosité circulaire et inclinée à la base, celle-ci est souvent entourée d'un anneau de poils bruns à blanc jaunâtre. La graine tombe facilement à maturité. (Anonyme)



(Syngenta 2023)

Figure 5 : la plante de folle avoine

2.1.2.4. Biologie

Leur profondeur optimale de levée superficielle, est de 15 cm grâce à la capacité d'allonger le 1er entre-nœud. La température optimale de germination c'est 10 °C
Persistance du stock semencier : faible (TAD = 80 à 90 % des graines enfouies perdent leur aptitude à germer au bout d'un an). La floraison : durant les mois de mai/juin et juillet. et pour la production grainière d'avoine est entre 150 et 1 000 graines par pied (Anonyme).

En ce qui concerne la dormance, les données bibliographiques indiquent que les graines d'*Avena sterilis* subsp. *Ludoviciana* sont très peu dormantes, alors que *Avena fatua*, est très dormante à maturité. L'intensité du froid durant l'hiver suivant est un catalyseur de la levée de dormance, expliquant les germinations printanières (Anonyme).

2.1.3.5. Nuisibilité

Les folles avoines sont extrêmement concurrentielles dans les cultures d'hiver, mais aussi dans les cultures de printemps (orge, maïs...) lors de semis précoces, en conditions froides (Anonyme).

2.1.4 .L'ive (*Ajuga chamaepitys*) « *Senouber el ardh* »

2.1.4.1 .Définition

La Bugle Petit Pin, *Ajuga chamaepitys* est une espèce herbacée annuelle à bisannuelle de la famille des Lamiaceae d'origine et de répartition méditerranéenne. Cette espèce de plantes porte également les noms communs d'Ive ou d'Ivette, ce qui la rend connue des cruciverbistes. Le nom d'Ive provient de la forme féminine d'if, et le nom de Petit Pin vient du fait de la forte odeur résineuse dégagée par la plante (FRANCK, 2019)

2.1.4.2 .Classification :

Selon Quezel et Santa (1963), cette plante se fait parti systématiquement aux taxons suivants :

Embranchement	spermaphytes
Sous Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Famille	Labiées (Lamiaceae)
Genre	Ajuga
Espèce	<i>Ajuga chamaepitys</i> Schreber

2.1.4.3. Caractéristiques générales

Hauteur est environ de 5-20 cm. Plante velue-hérissée. Tige dressée ou ascendante, rameuse, florifère presque dès la base. Feuilles à odeur de résine quand on les écrase, les moyennes profondément trilobées, à divisions linéaires, larges de 1-2 mm Feuilles inf. et sup. indivises, linéaires. Fleurs solitaires, axillaires (pseudo verticille de 2 fleurs). Corolle jaune, à lèvre inf. ponctuée de foncé, longue de 1-1,5 cm et lèvre sup. très courte (Flore 2019)



Source (flore Alpes, janvier, 2019)

Figure 6: *Ajuga chamaepitys*

2.1.4.4. Biologie

Ajuga chamaepitys à un type biologique Thérophytes avec une formation végétale Thérophytaie, leur floraison commence d'avril à octobre, les fleurs sont d'une couleur jaune.

2.1.5 .La coringia « *Conringia orientalis* (L.) Andr. »

2.1.5.1 .Définition

Conringia orientalis est une espèce des plantes spontanées qui est ordre ou sien de la famille des moutardes ou *Brassicaceae*. Largement répandue en Eurasie, elle est considérée comme invasive en Amérique du Nord, notamment au centre du Canada.

2.1.5.2 .Classification :

Selon Quezel et Santa (1963), cette plante se fait parti systématiquement aux taxons suivants :

Embranchement	spermaphytes
Sous Embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Famille	Crucifères (<i>Brassicaceae</i>)
Genre	<i>Conringia</i>
Espèce	<i>Conringia orientalis</i> (L.) Andr.

2.1.5.3. Caractéristiques générales

La coringia est une plante annuelle, très glabre et glauque avec une tige de 20-60 cm, dressée, simple, arrondie ses feuilles sont larges, entières, obtuses, les radicales obovales, pétiolées, les caulinaires elliptiques ou oblongues, embrassantes en cœur, fleurs d'un blanc jaunâtre, calice dressé, les latéraux bossus à la base, pétales dressés, étroits, en coin stigmate entier, siliques étalées-dressées, très longues, glabres, à cloison spongieuse les graines oblongues, brunes (Réf.Elec 1)



Réf.Eléc.1

Figure 7 : *Conringia orientalis* (L.)

2.2. GENERALITE SUR LES INSECTS

Les cultures sont régulièrement menacées par des insectes ravageurs. Leur présence en trop grand nombre cause d'importantes pertes de rendement, sur les cultures vivrières, fruitières, légumières, céréalières et ornementales. Nous présentons dans ce chapitre uniquement les deux espèces visées par notre étude.

2.2.1. Le charançon de blé (*Sitophilus granarius*)

2.2.1.1. Définition

Le charançon est un insecte ravageur des céréales stockées, dont les larves se développent à l'intérieur des grains. Il attaque non seulement le blé, mais également la plupart des céréales. (Alfred, 1935)

2.2.1.2. Classification

Selon EcophytoPIC (2020), le charançon de blé est classé comme suite

Règne :	Animalia
Embranchement :	Arthropoda
Sous-embr. :	Hexapoda
Classe :	Insecta
Sous-classe :	Pterygota
Infra-classe :	Neoptera
Ordre :	Coleoptera
Sous-ordre :	Polyphaga
Famille :	Curculionidae
Sous-famille :	Dryophthorinae
Genre :	Sitophilus
Especie :	

2.2.1.3. Caractéristiques générales

L'adulte est un petit coléoptère uniformément brun foncé d'environ 5 mm de longueur. L'adulte est incapable de voler. Les larves sont d'une couleur blanche et apode, elles se

développent à l'intérieur des grains. Elles ne sont donc pas décelées dans les échantillons passés au tamis ou à l'entonnoir Berlese (EcophytoPIC 2020).

La figure suivante présente un individu adulte de *Sitophilus granarius*



(Source originale ; 2023)

Figure8 : un charançon de blé adulte

Le charançon est composé en trois parties essentielles : une tête, un thorax et un abdomen. Aussi dispose de 6 pattes d'ailes, deux de ses ailes lui servent de coquilles protectrices et lui permettent de conserver une certaine humidité. Le charançon est facilement identifiable grâce à son rostre sur sa tête. Cet appendice en forme de trompe plus ou moins important et long comporte en son extrémité la bouche de l'insecte. Sa bouche comporte des mandibules qui lui permettent de ronger et de creuser les surfaces des aliments (PSS, 2017).

Ses deux antennes coudées comportent 10 à 12 segments terminées en massue et elles sont insérées sur le rostre de l'animal. L'insecte replie ses deux antennes le long de son rostre quand il doit creuser plus profondément (PSS, 2017).

Les charançons sont d'importants insectes phytophages et leur cycle de croissance passe par 4 stades : l'œuf, la larve, la nymphe, l'adulte.

2.2.1.4. Les dégâts

Le charançon de blé est un véritable fléau pour les céréales stockées (blé, maïs, riz, sorgho) ou les légumineuses (lentilles, pois, etc.). Il constitue une menace importante pour la sécurité alimentaire, notamment dans les pays en voie de développement, mais pas seulement, il constitue un frein pour la commercialisation des grains stockés. Les

charançons sont des insectes nuisibles, qui ressemblent à des petits scarabées. Ils comptent plusieurs milliers d'espèces. (Ravageurs des cultures, 2021).

2.2.2. Les cochenilles (*Parlatoria blanchardi*)

2.2.2.1. Définition

Les cochenilles sont de petits insectes de la famille des homoptères. Ces insectes piquent les plantes et en ponctionnent la sève pour se nourrir.

Les cochenilles farineuses sont des insectes à corps mou. Elles appartiennent à la famille des Pseudococcidés et se rencontrent le plus souvent en intérieur, sur les plantes en pots comme les orchidées ou citronniers ...Leur aspect cotonneux ou farineux les rendent facilement identifiables. (Insectospher).

2.2.2.2. Classification

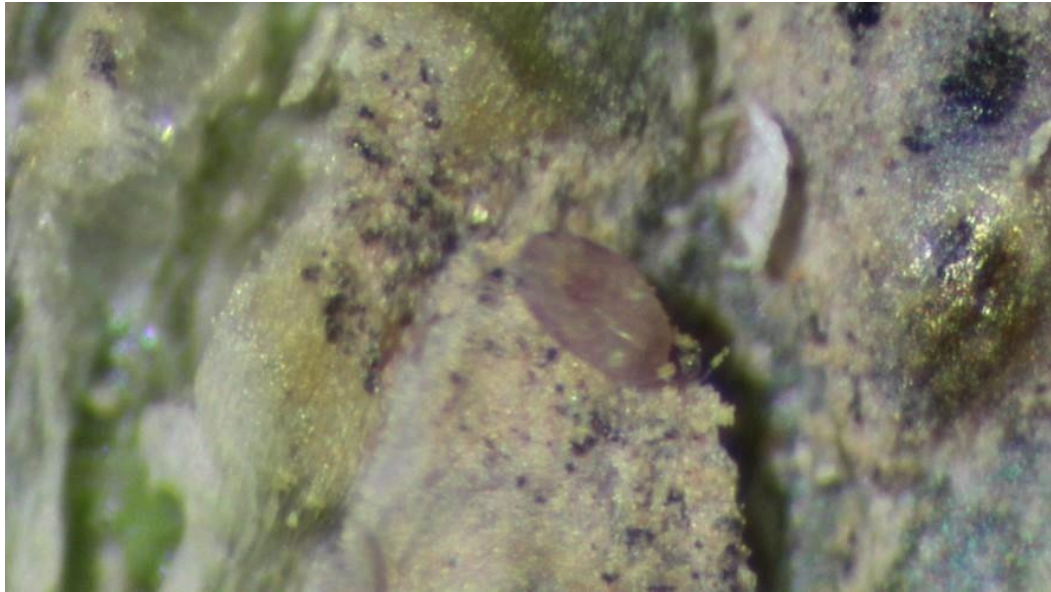
Selon EcophytoPIC (2020), les cochenilles sont classées comme suite :

Embranchement	Arthropodes
Classe	Insectes
Sous classe	Ptérygota
Super ordre	Hemipteroidea
Ordre	Homoptera
Sous ordre	Sternorrhyncha
Super famille	Coccidae
Famille	Diaspididae
Sous famille	Diaspidinae
Genre	Parlatoria
Espèce	<i>Parlatoria blanchardi</i> Targioni-Tozzetti, 1892.

2.2.2.3. Caractéristiques générales

Selon Smirnoff (1954) l'insecte de cochenilles se compose a cinq stades lesquels :

- Les œufs : L'œuf est allongé, de couleur rose pâle, à enveloppe externe très délicate, disposé sous le follicule maternel, groupés en nombre de 11 en moyenne. Ils mesurent environ 0,04 mm de diamètre et leur période d'incubation est de 3 à 5 jours
- Larves mobiles : Sont de couleur rouge clair (Figure 9), ont des pattes bien développées, explorent le support végétal puis se fixent. Leur activité varie de quelques heures à trois jours selon les conditions du milieu.
- Larves fixes : Les larves mobiles se fixent deux à trois jours, elles se couvrent d'une sécrétion blanchâtre, qui forme le follicule du premier âge (pseudo bouclier). Après la première mue, elles sécrètent un deuxième bouclier et deviennent apodes, donc les larves sont au deuxième stade qui correspond à la différenciation du mâle et la femelle.
- La femelle : La femelle est très aplatie à un bouclier blanc, tachée de brun de 1,3 à 1,8 mm de long sur 0,7 mm de large. Elle est de 1,2 à 1,6 mm de long et 0,3 mm de large, avec une forme largement ovale et aplati dans tous les stades (Dhouibi, 1991) .D'après Madkouri (1975), la jeune femelle immature est de couleur rose et vire à une teinte lilas au cours de sa croissance. La femelle pondreuse, mature, Devient de plus en plus foncé, parfois rouge vineux .Après la ponte elle dépérit, se dessèche et prend une couleur lilas foncé ou brun.
- Le mâle : Le mâle présent un follicule blanc, de forme allongée, mesure 0,8 à 0,9 mm de longueur. Le mâle adulte est de couleur roux jaunâtre, porte généralement une paire d'ailes transparentes, trois paires de pattes, une paires d'antenne bien développées et deux yeux globuleux (Smirnoff, 1954).



(Source originale 2023)

Figure 9: une larve mobile de cochenille

2.2.2.4. Les dégâts

Le régime alimentaire des cochenilles est strictement phytophage. Ils s'alimentent exclusivement aux dépens de la sève et plus particulièrement de la sève élaborée, (BALACHOWSKY 1932). La cochenille, en couche continue sur les jeunes tissus empêche la croissance normale des bourgeons. Leur dégâts ne consiste pas seulement sur le développement normal de la plante, mais il se le dessèchement prématuré des palmiers et peut conduire à la perte totale d'un végétal aussi robuste et résistant que le palmier dattier (SMIRNOFF, 1954). Le palmier-dattier attaqué présente une croute continue de cochenilles sur la partie verte de la couronne, et ceci va déséquilibrer le déroulement normale la photosynthèse et empêche une respiration et une transpiration correcte, mais encore a ce que l'encrouement continu de la cochenille empêche la croissance normal des bourgeons (DHOUIBI, 2000).

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre III

Matériel et méthodes

III.1. OBJECTIFS

Le but de notre expérience est d'étudier les effets biologiques d'extrait de la plante de Harmel (*Peganum harmala* L.) récolté de deux sites géographiquement et édaphiquement différents, et plus précisément l'objectif est de tester la possibilité d'existence des effets herbicides et/ou insecticides de cette plante sur quelques espèces vivantes.

III.2. MATIERE BIOLOGIQUE

Pour la réalisation de ce travail nous avons utilisé les espèces vivantes ci-dessous :

- Les feuilles de Harmel de deux sites (Laghouat et Djelfa)
- Les graines du blé (figure4).variété Vitron.



(Source originale 2023)

Figure 10 : Les graines de blé

- Les graines des espèces envahissantes des céréales (mauvaises herbes) fournies par d'IGTC de Sétif (Figure 5):
 - Coringia (E2)
 - Folle avoine (E3)
 - Ive (E4)
 - Brome (E5)



(Source originale 2023)

Figure 11 : les différents types de plantes adventices

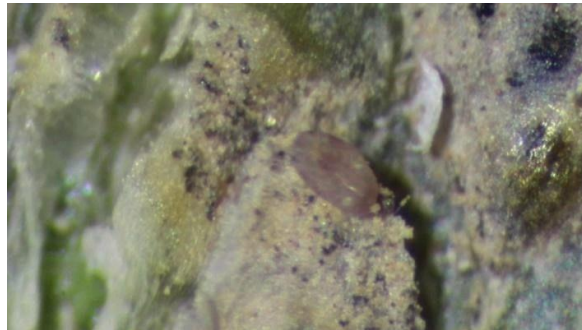
- eux insectes ont été étudiés :
 - L'insecte de charançon de blé (figure.6).



(Source originale 2023)

Figure 12 : un individu de charançon du blé

- L'insecte de la cochenille (figure7).



(Source originale 2023)

Figure.13 : Un insecte de cochenille

III.3. LIEU ET LES CONDITIONS EXPERIMENTAUX

Préalablement la matière végétale de Harmel a été prélever de deux sites géographiques différents, l'une se situe à (Hdjer Elmelh) dans la wilaya de Djelfa, et l'autre à (Elassafia) dans la wilaya de Laghouat. Ces deux sites ont les paramètres édaphiques présentés par le tableau suivant :

Tableau 2: les paramètres édaphiques de 2 régions

paramètres Site	CE (1/5)	pH (1/10)
Site 1 -Laghouat	868 ($\mu\text{s}/\text{c}$)	8.31
Site 2 - Djelfa	3.12 (ms/c)	8.02

L'expérimentation a été réalisée aux laboratoires de département d'agronomie à l'Université Amar TELIDJI - Laghouat, pendant la période de mois de Mars au mois de Mai de l'année 2023.

III.4. DISPOSITIF EXPERIMENTALE

Notre expérience était fondé sur l'utilisation d'un dispositif expérimental de type randomisation totale avec trois facteurs étudiés indiqués ci-dessous :

- le premier facteur représente la région de prélèvement de Harmel, il est composé de deux niveaux :
 - Le site de Laghouat (L03)
 - Le site de Djelfa (D17)
- le deuxième facteur représente le mode d'extraction des principes actifs de Harmel, il renferme 3 modes :
 - L'extraction eau distillée (ED)
 - L'extraction méthanolique (M)
 - L'extraction sous pression (SP)
- le troisième facteur représente la date ou le délai prévu des effets des principes actifs sur les cibles avec trois dates. Ce facteur est virtuel, il n'est pas représenté dans le schéma de dispositif. pour plus de détail, les dates varient d'un test à l'autre.
 - ❖ Le test de germination
 - La première date (D1) : 1 jour après le traitement
 - La deuxième date (D2) : 7 jours après le traitement
 - La troisième date (D3) : 15 jours après le traitement
 - ❖ Le charançon de blé
 - La première date (D1) : 1 jour après le traitement
 - La deuxième date (D2) : 3 jours après le traitement
 - La troisième date (D3) : 6 jours après le traitement
 - ❖ Les cochenilles
 - La première date (D1) : 1 jour après le traitement
 - La deuxième date (D2) : 3 jours après le traitement
 - La troisième date (D3) : 6 jours après le traitement

En plus un témoin négatif (l'eau distillée) a été appliqué (T ed)

Soit 10 traitements avec 3 répétitions par traitement, ce qu'est égale à 30 unités expérimentales.

Nous notons que pour le test des extraits sur les cochenilles nous avons appliqué trois types de témoins :

- un témoin négatif : l'eau distillée (T ed)
- un témoin positif 1 : le méthanol (Tmeth)
- un témoin positif 2 : un insecticide (T ps)

Les figures ci-dessous montrent le dispositif expérimental.



Source : originale (2022)

Figure 14: Dispositif expérimental des extraits de *P. harmala*

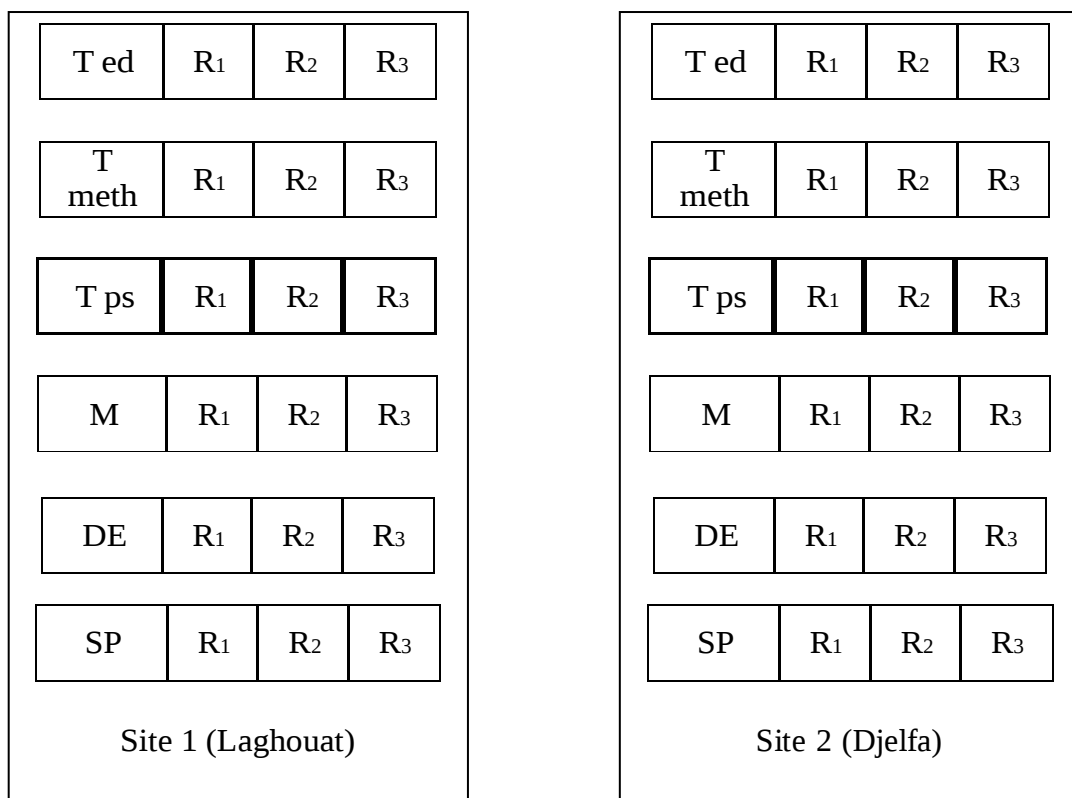


Figure 15: Schéma de dispositif expérimental des extraits de *P. harmala*

III.5.METHODES DE PREPARATIONS DES EXTRAIS

Pour la réalisation de cette étude qui est pour le but de connaitre l'effet des différents extraits de *Harmel*, nous avons passé à ces étapes

III.5.1. Préparation de la poudre de l'*Harmel*

Les feuilles de *Harmel* prélevées des deux sites sont séchées séparément à l'ombre et à la température ambiante, ensuite ont été broyées, tamisées et conservées jusqu'à l'heure d'utilisation.

III.5.2. Préparation des extraits

Les extraits de feuilles de *harmal* de deux régions (Djelfa et Laghouat) ont été préparés par trois méthodes définies comme suit :

III.5.2.1. Extrait aqueux par l'eau distillée

L'extrait aqueux est préparé en suivant la méthode décrite par MBIANTCHA et ses collaborateurs (2011), avec quelques modifications. Une quantité de 50 g de poudre de feuilles de *harmal* a été mise avec 500 ml d'eau distillée (stériliser dans un autoclave) dans une fiole courbe avec un papier d'aluminium et mettre en macération pendant 2 jours. Par la suite, une filtration a été effectuée en deux étapes, la première à l'aide d'une passoire et la deuxième avec un papier filtre, l'extrait obtenu a été mis dans des flacons stériles et étiqueté. Il est conservé par la suite, à -4°C , jusqu'à leur utilisation (figure 16).

III.5.2.2. Extrait méthanolique

Cette méthode décrite par MBIANTCHA et ses collaborateurs (2011), consiste à déposer 50 g de poudre dans 500 ml de méthanol pendant 48 heures en température ambiante et à l'abri de la lumière. Le mélange est par la suite filtré à deux reprises la première par une passoire et la deuxième par un papier filtre (figure 16), l'extrait obtenu est conservé à -4°C (figure 16).

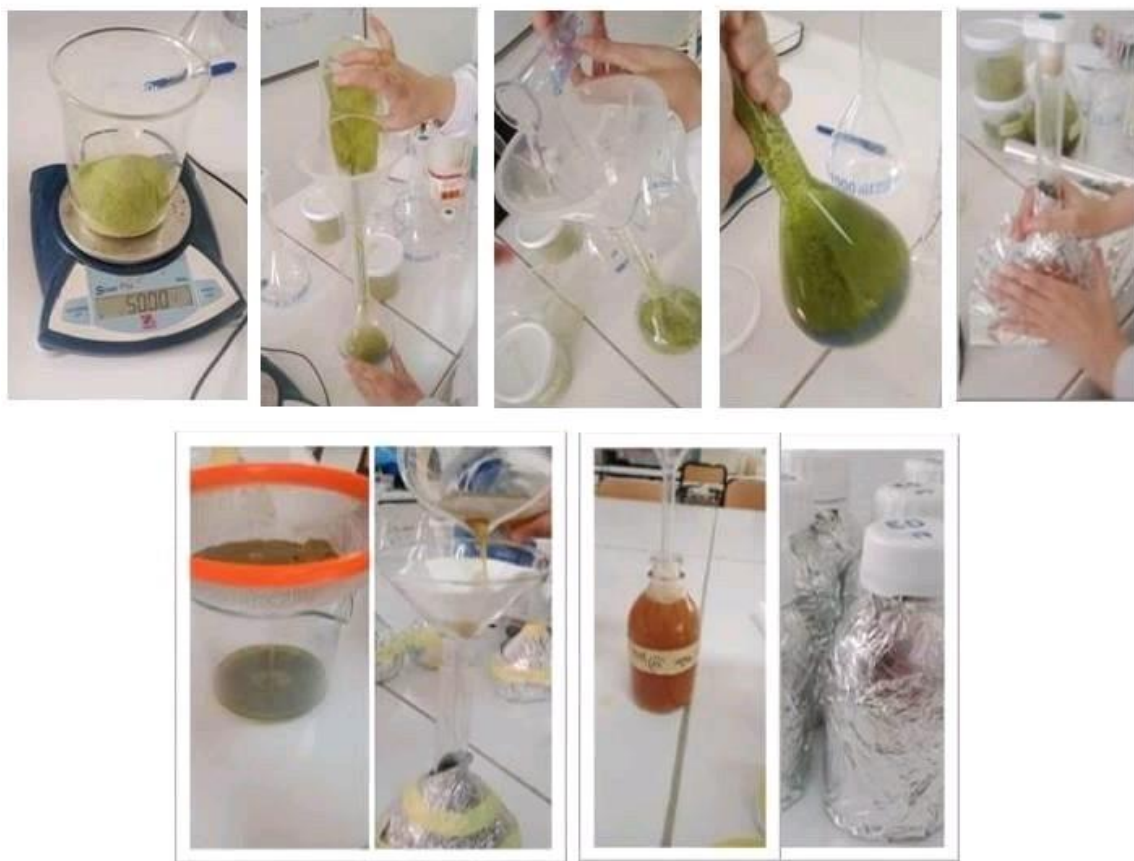


Figure.16: Préparation d'extraction par l'eau distillée et méthanol

III.5.2.3. Extrait aqueux sous pression

La préparation de l'extrait aqueux sous pression consiste à mettre 50g de poudre de Harmel et 500 ml d'eau distillée dans une presse à café, en soulevant aux sources de chaleur (plaque chauffante) jusqu'à l'obtention de l'extrait, dès que l'extrait monte complètement à la partie supérieure de presse (figure 17) on laisse à refroidir, on le filtre par la suite et on le conserve à -4°C .



Figure 17: préparation d'extraction sous pression

III.6.1. Stérilisation des graines

La préparation consistait à stériliser les graines (graine des mauvaise herbe, blé) superficiellement, en mettant chaque espèces dans l'eau de javel à 2% pendant 2min, puis on a rince les graines avec l'eau distillée, puis sèche avec des papiers absorbant stériles (Figure18)



Figure18: matériel de la stérilisation des graines

III.6.2. Stérilisation par micro filtre

Cette stérilisation a été applique dans les cas d'une contamination des extractions, c'est pour le but d'éliminer tous les microorganismes dans les solutions, en prélevons de chaque solution contamine une quantité, et mettre dans des micros filtre, comme la figure suivante montre (figure 19)



Figure 19 : une stérilisation par micro filtre

III.7. APPLICATION DES EXTRAIS

III.7.1. Application des extraits sur les graines

Préalablement les biotes les biotes de pétri, sont rempli du sable fin tamis et légèrement humidifié avec de l'eau distillée, puis les graines des quatre espèces adventices plus le blé sont distribué sur les biotes à raison 15 graines de l'espèce adventice (mauvaise herbe) avec 5 graines du blé.

Il est très important de noter que nous avons utilisé le blé comme un catalyseur des graines de plantes spontanées tel qu'il est indiqué par Dogan (2004).

Ensuite chaque boîtes est arroser une seule fois avec 5ml de l'extrait déterminé, et la mise à germer (figure 20) en température ambiante (20° à 25°C), en contrôlant et en arrosant quotidiennement avec l'eau distillée.

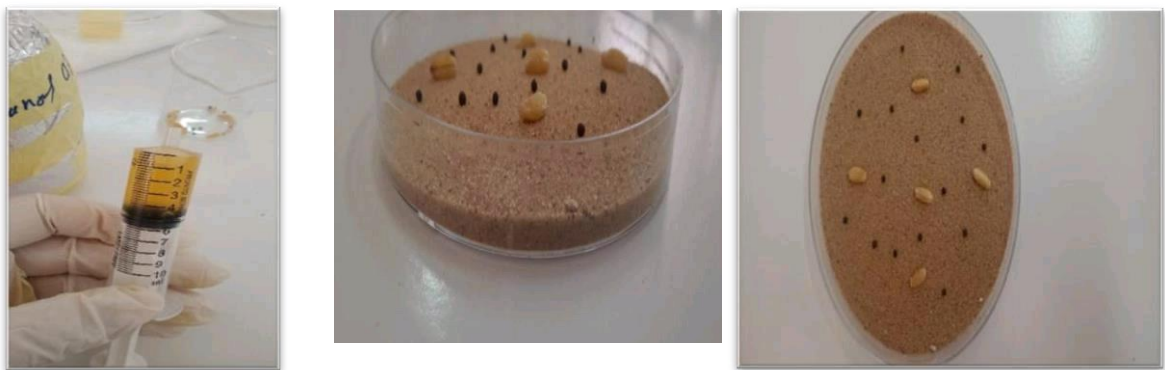


Figure20: application d'extraits sur les graines

III.7.2. Application d'extraits sur charançon de blé

Cette méthode consiste premièrement de prélever les charançons de semoule du blé infectée par cette insecte, puis on les met en nombre de 10 individus par boîte pétri contient de papier absorbant stérile, et on pulvérise de 2ml d'extrait sur chaque boîte (figure21). Par la suite, les boîtes sont examinées quotidiennement et en ajoutant de l'eau distillée au cas de sècheresse de papier absorbant, et en comptant le taux de mortalité.



Figure 21: les étapes d'application d'extraits sur charançon de blé

III.7.3. Application sur les cochenilles

Des feuilles de palmier contiennent des populations des cochenilles ont été prélevées de la commune de Laghouat, l'échantillonnage a été effectué sur quatre coins de site de prélèvement.

Tous d'abord, les feuilles sont rincées légèrement avec l'eau pour éliminer les individus morte de la surface des feuilles, puis elles sont séchées avec papier absorbant stérile et coupées en fragments égaux (3cm pour chaque fragment), afin de faciliter leur mise en boîte de pétri, les extrémités du fragments sont entourées de coton stérile et humidifié légèrement avec de l'eau distillée stérile pour assurer la durée de vie du coupe de feuille.

Les fragments préparés sont placés au nombre de 4 fragments par boîte, et trois boîte par traitement (répétitions), ensuite, une pulvérisation avec 2 ml d'extrais a été appliquer sur les fragments, et les boîtes sont mis à l'étuve en température modérée, avec une surveillance quotidienne (Figure 22).

Quant à la lecture des résultats, ils ont été divisés par le nombre de morceaux (4 fragments par boîte), chaque jour nous lisons un morceau de chaque traitement et de chaque répétition.

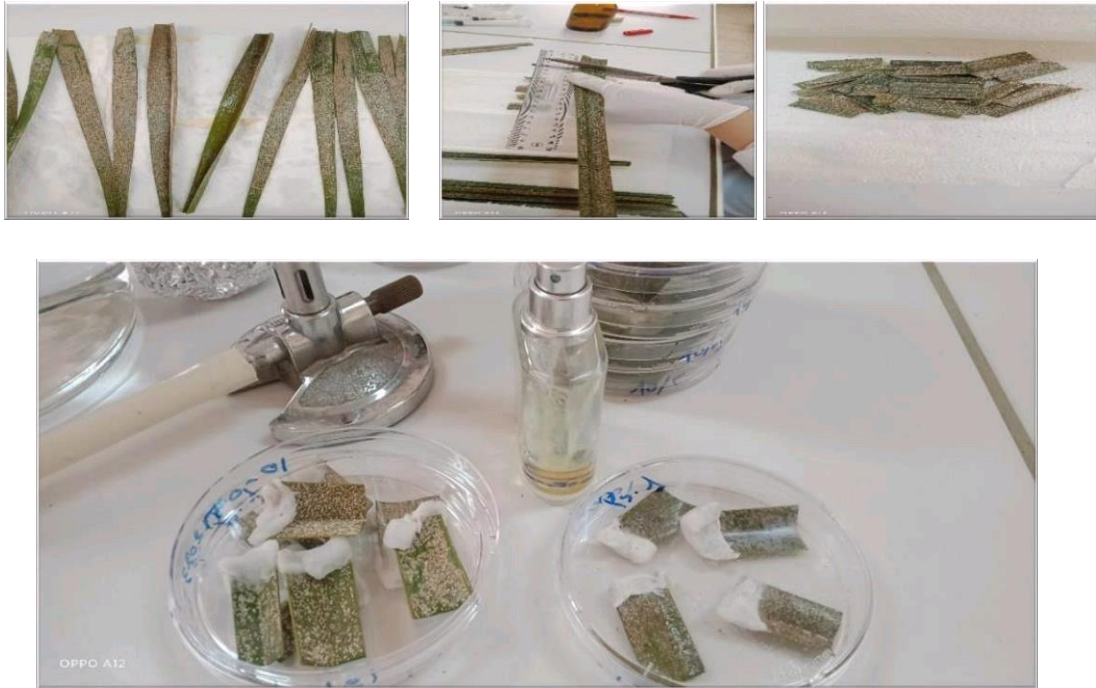


Figure22 : les étapes d'application d'extraits sur charançon de blé

III.6.LES ANALYSES STATISTIQUE

Les résultats obtenus sont comparés par « ANOVA », a un trois facteurs par le test de Tukey en utilisant le logiciel « Statbox version 7.2 » avec un seuil de 5% ainsi que la comparaison multiple des moyennes par le test de Newman-keuls

Chapitre IV

Résultats et discussions

IV.1. RESULTATS

Préalablement, nous pouvons juger grosso modo que les résultats de notre étude menée sur les extraits de *P. harmala* montrent des effets clairs sur les différents paramètres mesurés pour les plantes spontanées ainsi que pour les insectes.

Les figures et les tableaux ci-dessous présentent en détaille les résultats obtenus pour chaque espèces.

IV.1.1. Résultats des plantes adventices

La figure suivante représente l'effet de trois extraits de Harmel sur la germination des graines des espèces étudiée



(source originale 2023)

Figure 23 : les différentes espèces traitées par les trois extraits de Harmal

IV.1.1.1. l'avoine

Tout d'abord l'analyse de variance (Annexe 1) montre une différence non significative pour le facteur 1(0.414), l'interaction facteur 1 et facteur 2(0.875), l'interaction facteur 1 et facteur 3 (0.510) et interaction 1. 2. 3. (0.963) Tandis qu'est significatif pour le facteur 2(0.049) et pour l'interaction de facteur2 et facteur 3(0.002) .et hautement significative pour le facteur 3 (0.001).

Le tableau 3 indique que pour le facteur 2, le taux de germination le plus élevé 82% au niveau de témoin (T), suivi par ED (eau distille) avec une valeur de 70% de germination, et les traitements M (méthanol) et SP (sous pression) avec 72,22% et 66,67% respectivement. Ces derniers sont classés dans le même groupement homogène.

Tableau 3: le pourcentage de germination de l'avoine sous l'effet des différents facteurs

facteur	1		2				3		
traitement	03	17	T	M	ED	SP	D1	D2	D3
moyenne	71.11	74.44	82.22	72.22	70.00	66.67	18.33	100.00	100.00
Ecart-type	10.33	17.02	20.20	16.33	11.88	0.00	24.55	0.00	0.00
Groupe homogène			A	AB	B	AB	B	A	A

Pour le facteur 3, les résultats montrent un faible taux de germination au début 18,33% et une germination complète (100%) par la suite.

IV.1.1.2. Le brome

Le tableau d'analyse de variance (annexe 2) montre une différence significative pour le facteur 2 (le mode d'extraction) (0.003), une différence hautement significative pour le facteur 3 (les dates) (0.001), et une différence non significative pour le facteur1 (région) (0.799) et pour les différentes interactions entre facteurs.

Les résultats obtenus (Tableau 4) indiquent clairement la supériorité de témoin (57,78%), suivi par « ED » l'extrait de l'eau distillée avec (46.66%). Tandis que l' l'extrait méthanolique « M » et l'extrait sous pression « SP » ont enregistré des résultats homogènes avec une valeur de (15.55%) et (20.00%) respectivement.

Tableau 4: le pourcentage de germination du brome sous l'effet des différents facteurs

facteur	1		2				3		
traitement	03	17	T	M	ED	SP	D1	D2	D3
moyenne	33.89	36.11	57.78	15.56	46.67	20.00	15.83	27.50	61.67
Ecart-type	30.36	32.07	28.00	30.70	36.94	30.42	22.33	36.83	33.36
Groupe homogène			A	B	AB	B	A	B	B

Concernant le facteur 3 (la date), la germination dans la première date est très faible avec une valeur de (15.83%), ensuite elle augmente progressivement durant la deuxième (27.50%) la troisième date (61.66%).

IV.1.1.3. l'ive

Pour cette espèce, l'analyse de variance (Annexe 3) présente une déférence très hautement significative pour le facteur 2 et le facteur 3 (0.001), tandis qu'il est non significative pour le facteur1 (0.990) et pour les différentes interactions entre facteurs.

Le tableau suivant présente une déférence dans te taux de germination d'ive, dont seul le témoin qui a enregistré un taux de germination positive avec une valeur de (20%), tandis que la germination a été nul (00%) chez tous les autres traitements.

Pour le facteur 3, qui présenter les trois dates de lecture, la germination est nul dans les deux premières dates, et très faible (15%) dans la dernière date.

Tableau 5 : le pourcentage de germination de l'ive sous l'effet des différents facteurs

facteur	1		2				3		
traitement	03	17	T	M	ED	SP	D1	D2	D3
moyenne	5.00	5.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00
Ecart-type	12.65	12.69	25.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.07
Groupe homogène			A	B	B	B	A	B	B

IV.1.1.4. la coringia

Les résultats de l'analyse de la variance (Annexe 4) montrent une déférence significative pour le facteur 2 (0.02), et hautement significatif pour les interactions entre les trois facteurs 1*2*3 (0.005), et non significative pour les autres facteurs.

Tableau 6 : le pourcentage de germination du coringia sous l'effet des différents facteurs

facteur	1		2				3		
traitement	03	17	T	M	ED	SP	D1	D2	D3
moyenne	2.22	1.11	4.44	0.00	2.22	0.00	3.40	3.82	3.40
Ecart-type	4.78	2.76	5.60	0.00	5.60	0.00	0.83	1.67	2.50
Groupe homogène			A	B	AB	B			

Les résultats enregistrés sur le tableau 6 montrent une moyenne de germination égale à 4.44% au niveau de témoin, 2.22% chez ED, et nulle pour M et SP.

IV.1.1.5. le blé

Pour les graines du blé, l'analyse de variance (annexe5) est significative chez le facteur 1 (0.005), tres hautement significative avec le facteur 3 (0.001), alors qu'il est non significatif pour le facteur 2 (0.07), et pour les interactions entre les facteurs.

Tableau 7 : le pourcentage de germination de blé sous l'effet des différents facteurs

facteur	1		2				3		
traitement	03	17	T	M	ED	SP	D1	D2	D3
moyenne	66.67	76.11	77.78	66.67	63.33	77.78	53.33	76.67	84.17
Ecart-type	19.12	13.80	11.20	20.20	16.33	18.58	13.19	18.65	18.02
Groupe homogène	A	A					B	A	A

Les résultats notés sur le tableau ci-dessus indiquent que le facteur 1 (les sites de Laghouat et Djelfa) a aboutit à une pourcentage de germination remarquable et homogène avec des valeurs de 66.66% et 76.11% respectivement, puis les résultats obtenus pour les extraction montre que les deux méthodes 1 et 4 (témoin et méthanol) a un taux de germination haut et similaire avec une valeur de (77.77 %), les autre méthodes a aussi une valeur élevé pour la germination des graine de blé avec de (63.33%) pour la deuxième méthode qui présente l' eau distillée, puis avec de (66.66%) pour la troisième méthode qui présente sous pression .Pour les trois dates de lecture, on a enregistré une augmentation progressive de la germination de la graine de blé depuis D1 jusqu'à D3 avec une valeur de 53.33% , 76.66% puis 84.16% successivement.

IV.1.2. résultats des insectes

IV.1.2.1. Le charançon de blé

Les résultats obtenus de l'analyse de variance (annexe 6) montrent une différence hautement significative pour le facteur 1 (0.002) et très hautement significative pour le facteur 2, le facteur 3 avec une valeur (0.000) et ainsi que pour l'interaction entre facteur 2 et 3 (0.001), et une différence non significatif pour les autres interactions (1*2, 1*3 et 1*2*3).

Le tableau ci-dessous évoque un effet positif de l'origine de la plante, traduit par la supériorité des extraits issus de Laghouat (17,22%) par rapport à celle de Djelfa (12,22%), il indique aussi une homogénéité des modes d'extraction varie entre 19 et 21% de taux de mortalité, alors que le témoin est complètement nulle.

Le tableau 8 montre aussi un effet cumulative des extraits sur le taux de mortalité de charançon de blé signaler par la valeur la plus élevé au niveau de D3 par rapport au D1 et D2 qui sont égaux avec un taux de 7,5 à 7.9%.

Tableau 8: le taux de mortalité de charançon de blé sous l'effet de différents facteurs

facteur	1		2				3		
traitement	03	17	T	M	ED	SP	D1	D2	D3
moyenne	17.22	12.22	0.00	18.89	18.89	21.11	7.92	7.50	28.75
Ecart-type	9.46	5.69	0.00	7.41	10.85	8.86	7.80	7.62	8.16
Groupe homogène	A	B	B	A	A	A	B	B	A

Concernant l'interaction (tableau 9) entre le facteur 2 (type d'extrait) et le facteur 3 (date), il paraît que le témoin est nulle au cours de toute la période expérimentale, tandis que les extraits enregistrent des résultats positifs avec des valeurs homogènes pendant D1 et D2 (entre 10 et 11,66%), et des valeurs élevées en D3 avec des valeurs de mortalité équivalentes à 35 et 36,67 pour ED et M respectivement, alors que la valeur la plus élevée est égale à 43,33 % au niveau de SP.

Tableau 9 : résultats de mortalité de charançon de blé en interaction (f2*f3)

	T	ED	M	SP
D1	0.000 ± 0.000 A	11.667 ± 13.166 B	10.000 ± 8.944 B	10.000 ± 5.164 B
D2	0.000 ± 0.000 A	10.000 ± 12.649 B	10.000 ± 8.944 B	10.000 ± 5.164 B
D3	0.000 ± 0.000 A	35.000 ± 8.165 B	36.667 ± 5.164 B	43.333 ± 14.606 B

IV.1.2.2. Les cochenilles

La figure et les tableaux ci-dessous ont mis en évidence l'effet positif des extraits de *P.harmala* sur la mortalité des cochenilles.



(Source originale 2023)

Figure 24: l'effet des extraits de Harmel sur les cochenilles (x 40)

Les résultats obtenus sont présentés selon le sexe des individus (mâle et femelle) et trois stades larvaires des cochenilles.

a) Femelle :

L'analyse de variance (annexe 7) présente une différence très hautement significative pour le facteur 2 et pour l'interaction entre le facteur 2 et le facteur 3 (0.001). Cependant, la différence est non significative pour tous les facteurs 1 et 3 ainsi que les interactions 1*2, 1*2, 1*3 et 1*2*3.

Tableau 10 : le taux de mortalité des femelles de cochenilles sous l'effet de différents facteurs

facteur	1		2						3		
traitement	03	17	Ted	Tmeth	Tps	M	ED	SP	D1	D2	D3
moyenne	63.75	62.04	32.72	39.99	90.62	72.38	67.39	74.28	59.01	64.99	64.60
Ecart-type	12.36	13.50	12.76	24.18	2.70	8.00	11.10	10.12	12.99	15.49	9.945
Groupe homogène			C	C	A	B	B	B			

Les résultats représentés dans le (tableau 10) montrent un taux de mortalité très élevé chez les femelles de cochenilles au niveau de témoin positif « T ps » (un pesticide) avec une valeur de 90%, suivi par l'extrait sous pression « SP » qui atteint 74.28% et l'extrait méthanolique « M » avec 72.38%, puis l'extrait de l'eau distillée « ED » qui est de 67.39%. Ensuite le témoin positif méthanol « T meth » avec une valeur de (39.99%), et le témoin qui enregistre la valeur la plus faible 32,72%.

Tableau 11: résultats de mortalité de femelles de cochenilles par l'interaction (f2*f3)

	T ed	T meth	T ps	M	ED	SP
D1	37,700	44,813	80,237	70,000	50,833	71,010
	22,497	4,481	4,793	9,309	18,106	14,731
	EF	CDE	A	ABC	BCDE	ABC
D2	43,297	42,300	95,293	69,900	72,543	66,627
	2,593	38,162	1,214	8,946	8,627	7,721
	DE	DE	A	ABC	AB	ABCD
D3	17,163	32,857	96,323	77,245	78.802	85.215
	6.364	22.606	0.531	7.133	4.107	8.445
	F	EF	A	AB	AB	A

Les résultats représenté par le (tableau 11) montrent qu'à la fin de la période expérimentale les résultats obtenus par l'application de l'extrait sous pression sont homogène (groupe « A ») à ceux de pesticide avec des valeurs de 85,21% et 96,33% respectivement, suivi par l'extrait méthanolique et l'extrait de l'eau distillée (groupe AB) par 77,245 et 78,802. Tandis que les plus faibles résultats sont enregistrés d'une manière globale chez les témoins (Ted et Tmeth).

b) Male

Dans ce cas l'analyse de variance (annexe 8) est très hautement significative chez le facteur 2, le facteur 3 avec une valeur de (0,001), et au niveau d'interaction 2* 3 (0,002), par contre, la déférence est non significatif pour le facteur 1 et pour les interactions 1*2 ,1*3 et 1*2*3.

Tableau 12 : le taux de mortalité des males de cochenilles sous l'effet de différents facteurs

facteur	1		2						3		
traitement	03	17	Ted	Tmeth	Tps	M	ED	SP	D1	D2	D3
moyenne	64,77	58,46	43,73	41,49	83,46	64,57	65,92	70,50	49,90	64,27	70,67
Ecart-type	12,93	17,23	21,17	15,29	3,27	18,37	16,65	11,79	20,19	14,89	8,56
Groupe homogène			C	C	A	B	B	B	B	A	A

Selon le (tableau 12), le taux de mortalité des males de cochenille est très élevé dans le témoin pesticide (Tps) avec une valeur de (83,46%) suivi par l'extraction sou pression (SP) en 70,49 % et l'eau distillée et méthanol avec une valeur respectivement (65,92%, 64,57%). Et les plus faibles valeurs sont notées chez Ted et Tmeth avec 43,72% et 41,48 % respectivement.

Concernant le troisième facteur, les résultats montrent une progression de taux de mortalité au fil du temps avec des valeurs de 49 %, 64 % et 70 % successivement.

Tableau 13 : résultats de mortalité des males de cochenilles par l'interaction (f2*f3)

	T ed	T meth	T ps	M	ED	SP
D1	50,000 ± 22,361 CDEF	36,773 ± 26,959 F	64,447 ± 3,444 ABCDEF	60,00 ± 21,37 BCDEF	38,333 ± 29,276 F	49,828 ± 17,339 CDEF
D2	36,773 ± 26,959 F	41,853 ± 3,764 EF	91,453 ± 3,531 AB	59,070 ± 25,150 BCDEF	80,463 ± 4,898 ABC	76,002 ± 11,944 ABCDE
D3	44,403 ± 17,246 DEF	45,833 ± 7,316 CDEF	94,480 ± 3,470 A	74,655 ± 7,643 ABCDE	78,973 ± 7,870 ABCD	85,663 ± 5,399 AB

Les résultats enregistrés dans le (tableau 13) dévoilent que le taux de mortalité le plus élevé sont au niveau de troisième dates chez Tps (94,480), suivi par SP (85,663), ED (78,973) et M (74,655).

En outre, le taux de mortalité le plus faible à la fin d'expérimentation reste au niveau de Ted et Tmeth avec 44 à 45%.

c) Larve 1

A ce stade, l'analyse de la variance (annexe 9) est heurtements significatif en facteur 2 et l'interaction 2*3, alors qu'il est non significatif en facteur 1, le facteur 3, et l'interaction 1*2, 1*3 et 1*2*3.

Tableau 14: le taux de mortalité en le stade larvaire 1 de cochenilles sous l'effet de différents facteurs

facteur	1		2						3		
traitement	03	17	Ted	Tmeth	Tps	M	ED	SP	D1	D2	D3
moyenne	33,15	26,34	22,35	10,34	45,67	27,35	38,06	35,19	25,70	39,30	24,48
Ecart-type	25,05	22,57	19,80	13,16	18,65	25,51	32,33	30,51	25,62	25,67	20,12
Groupe homogène			AB	B	A	AB	A	AB			

Les résultats notés sur le tableau indiquent que le taux de mortalité est élevé dans le témoin pesticide avec 45,67%) et dans l'extrait de l'eau distillée en 38,06, ces deux traitements sont classés dans le même groupe homogène « A ». Ensuite, la deuxième groupe des traitements « AB » enferme SP, M et Ted avec 35,18%, 27,35% et 22,34% respectivement.

Tableau15 : résultats de mortalité en le stade larvaire 1 de cochenilles par l'interaction (f2*f3)

	T ed	T meth	T ps	M	ED	SP
D1	36,777	0,667	42,000	25,667	23,000	26,112
	32,756	1,033	33,669	25,701	22,839	34,678
	AB	B	AB	B	B	B
D2	0,667	19,333	81,347	50,397	47,945	36,083
	1,033	24,022	5,030	39,349	35,420	34,708
	B	B	A	AB	AB	AB
D3	29,593	11,030	13,667	6,000	43,237	43,372
	16,116	3,231	4,926	2,066	42,152	27,526
	AB	B	B	B	AB	AB

Les résultats d'interaction (tableau 15) montrent que le taux de mortalité le plus élevé est celui T ps en D2 avec 81,34% (le groupe homogène « A »), suivi par les interactions de groupe homogène (AB), qui varient de 50,39% à 19,33%. Et enfin le groupe « B » avec des valeurs au-dessous de 13,66%.

d) Larve2

Pour le stade larve 2, l'analyse de la variance (annexe 10), est hautement significative en facteurs 2, facteurs 3 et l'interaction 2*3, et non significative pour les facteurs 1 et l'interaction 1*2,1*3,1*2*3.

Tableau 16 : le taux de mortalité en le stade larvaire 2 de cochenilles sous l'effet de différents facteurs

facteur	1		2						3		
traitement	03	17	Ted	Tmeth	Tps	M	ED	SP	D1	D2	D3
moyenne	34.95	28,57	17,56	8,78	38,58	40,02	43,81	41,83	29.62	44.10	21.57
Ecart-type	19,30	21,67	19,27	9,82	14,12	24,58	32,58	17,13	25.41	19.19	16.17
Groupe homogène			B	B	A	A	A	A	B	A	B

Dans ce tableau le taux de mortalité le plus élevé est présenté par le traitement ED avec une valeur de 43,81 %, suivi par SP en 41,82%, M avec 40,01%, et le témoin pesticide en 38,57%, tous ces traitements fassent partir de groupe homogène (A).

En outre, le groupe homogène (B) présente le taux de mortalité le plus faible, qu'est enregistré au niveau de témoin (eau distille et méthanol) avec des valeurs 17,55% et 8,77% respectivement.

Tableau 17 : résultats de mortalité en le stade larvaire 2 de cochenilles par l'interaction (f2*f3)

	T ed	T meth	T ps	M	ED	SP
D1	17,667 ± 25,049 CD	21,667 ± 18,074 CD	17,333 ± 25,319 CD	30,778 ± 30,162 BCD	41,612 ± 33,298 BCD	48,640 ± 30,125 BCD
D2	25,000 ± 22,361 CD	0,333 ± 0,516 D	87,737 ± 1,927 A	44,167 ± 33,665 BCD	35,833 ± 29,383 BCD	71,508 ± 8,851 AB
D3	10,000 ± 11,628 CD	4,333 ± 1,033 CD	10,667 ± 5,750 CD	45,103 ± 3,316 BCD	53,988 ± 40,466 ABC	5,333 ± 3,386 CD

Les résultats d'interaction (tableau 17) indiquent globalement que les extraits ont un effet plus important (les groupes AB et BCD) que les témoins (CD et D) à l'exception de Tsp (groupe A) en deuxième date (87,73%).

e) Larve 3

En stade larve 3, Les résultats enregistrés sont statistiquement (annexe 11) hautement significative en facteur 3 et l'interaction 2*3, tandis qu'ils sont non significatives dans les facteurs 1et2 l'interaction 1* 2 et 1* 3.

Tableau 18 : le taux de mortalité en le stade larvaire 3 de cochenilles sous l'effet de différents facteurs

facteur	1		2						3		
traitement	03	17	Ted	Tmeth	Tps	M	ED	SP	D1	D2	D3
moyenne	40,72	33,57	35,97	26,38	31,97	44,44	42,97	41,15	29,03	58,45	23,97
Ecart-type	20,88	18,22	18,09	17,07	1,80	22,21	28,50	21,60	21,20	13,70	22,93
Groupe homogène									B	A	B

Le tableau montre une homogénéité entre D1 et D3 avec des valeurs de 23,96 à 29%, par contre, une supériorité en D2 (58,44%).

Tableau 19 : résultats de mortalité en le stade larvaire 3 de cochenilles par l'interaction (f2*f3)

	T ed	T meth	T ps	M	ED	SP
D1	28,443 ± 21,797 BCD	57,143 ± 18,568 ABC	0,000 ± 0,000 D	32,555 ± 29,029 BCD	27,127 ± 25,073 CD	28,917 ± 29,234 BCD
D2	57,143 ± 18,568 ABC	4,667 ± 2,251 D	91,580 ± 2,448 A	62,877 ± 8,903 ABC	61,202 ± 27,668 ABC	73,213 ± 10,620 AB
D3	22,333 ± 17,119 CD	17,333 ± 25,303 CD	4,333 ± 2,251 D	37,873 ± 27,482 BCD	40,575 ± 36,977 BCD	21,333 ± 24,894 CD

Selon le tableau 19 , l'interaction 2*3 indique que les taux de mortalité les plus importants sont enregistrés pendant D2, à l'exception de Tmeth qui est le plus faible (4,66%), avec la valeur la plus élevé au niveau de pesticide (91,58%), suivi par SP (73,21%), et une homogènes (ABC) pour Ted, M et ED (57.14 %, 61,20% et 62,87%).

En D3, seul les traitements M et ED qui ont atteint des niveaux élevés (37,873 et 40,575), tandis qu'au D1 s'est uniquement le traitement Tmeth qui le plus important (57,143).

DISCUSSION GENERALE

Les résultats obtenus grâce à notre travail consistant en l'étude des extraits de *P. harmala*, nous permettent de constater de manière générale et très nette leur effet sur la germination des graines et la mortalité des insectes.

Les résultats obtenus grâce à notre travail consistant en l'étude des effets d'extraits de la plante de l'harmal, nous permettent de constater de manière générale et très nette la germination positive des graines et la mortalité des insectes.

Concernant l'absence de l'influence de l'effet de l'origine géographique de *P. harmala* sur le pourcentage de germination et le taux de mortalité des insectes, nous supposons qu'elle due à une déférence négligeable en composants actifs.

D'une manière générale, les résultats des extraits des feuilles de Harmel dévoilent d'une inhibition importante de la germination de la plupart des mauvaises herbes étudiées par rapport au témoin, Ce résultat concorde avec les travaux de Yang (1987), qui a déclaré que la substance harmaline est le produit active de harmal qui responsable de l'inhibition de germination.

D'autre part, la différence constaté entre les trois modes d'extraction durant ces essais (l'extrait aqueux de l'eau distillée, l'extrait méthanolique et l'extrait par sous pression), dont il apparaitre d'une part, la supériorité de l'extrait méthanolique et l'extrait par sous pression (les pourcentages de germination les plus faibles) par rapport à l'extrait aqueux de l'eau distillée, et d'autre part, l'égalité et par fois la domination de l'extrait par sous pression à celle de méthanol. cette différenciation est confirmé par SALEH HASSAN JAZA (2012), qui a déclarer que les extraits d'eau et d'alcool contenaient des alcaloïdes, des glycosides et d'autres composés efficaces à des degrés divers.

En ce qui concerne la germination des espèces végétales spontanées, elles manifestent différemment d'une espèce à l'autre, mais on peut dire que l'ive et coringai sont plus sensible à l'effet de Harmel que la folle avoine et le brome, ceci est confirmé par Batish et *al.*, (2002), qui a trouvé que la germination de la folle avoine est inhibée complètement par des extraits de feuille de *P.harmala*.

Généralement le *P.harmala* que nous avons utilisé dans cette étude a montré un pouvoir herbicide très efficace surtout par l'application des extraits sous pression. Ces résultats correspondent aux études que Sharma et al. (1982) ont fait pour connaître les effets biologiques de *P.Harmala* montrant que l'harmaline contenue dans les résidus de *P. harmala*, affecte la croissance du mil. En plus, nos résultats expliquent très bien l'utilisation de Harmel comme engrais vert par les agriculteurs locaux du nord-ouest de la Chine (Zeng et al., 2008).

En revanche, l'effet des extraits sur la germination du blé n'a donné aucune différence significative, ce qui est positif pour notre étude, cela confirme que les extraits de *P. harmala* ont une influence spécifique. Ces résultats sont en contradiction avec les études de Sharma et al., (1982), qui ont confirmé que les résidus de *P. harmala*, affectent la croissance du mil.

Concernant l'effet insecticide de *P.harmala* sur le charançon de blé, ainsi que sur les cochenilles, Nous pouvons l'expliquer par l'effet des alcaloïdes indoliques (la vasicine et la harmaline) de *P. harmala* qui sont connus par leur action neurotoxique chez les insectes, ceci est confirmé par El Bahri et al., (1991) et Abbassi et al., (2005) qui ont déclaré que le pouvoir insecticide de cette plante serait dû à la présence des alcaloïdes indoliques de type β -carbolines (la harmine, harmaline et harmol), qui ont été identifiés dans les extraits alcooliques des feuilles de *P. harmala*.

Par ailleurs, nous pouvons dire que l'effet pesticide de *P.Harmala* est très élevé chez les femelles de cochenille par rapport aux mâles et larves, surtout en l'extrait sous pression, est due aux effets des alcaloïdes indoliques neurotoxiques qui causent des troubles de l'ovogenèse. ceci est confirmé par les travaux antérieurs (Bruneton, 1993; Duke, Zool. baetica, 1985 in Idrissi, 2000) qui ont montré que cet alcaloïde a des effets abortifs et anti-fertilisants sur les femelles.

En plus, nos résultats peuvent être expliqués selon Moréteau (1991), par les troubles de l'équilibre, des tremblements des appendices, des segments abdominaux et ensuite la mort des individus que l'extrait affectant.

Conclusion

CONCLUSION

Dans le but de valoriser le patrimoine national des espèces végétales, et dans le but de la recherche des solutions aux nouvelles contraintes écologiques et agricoles. Cette étude est un pas sur le chemin d'évaluation des bio-pesticides potentielles existants sur le territoire national.

L'objectif précis de cette étude est de découvrir la possibilité d'utiliser *P.harmala* comme biopesticide naturel sur certains adventices et certains ravageurs.

Notre expérimentation a visé d'étudier les effets de trois facteurs : l'origine géographique de la plante de Harmel, le mode d'extraction des principes actifs et la date prévue de l'influence de l'extrait sur les cibles.

Cette étude apporte une différence significative pour le mode d'extraction et la date d'influence des extraits, et une différence non significative pour l'origine de la plante de *P.harmala*.

Dans les conditions de notre étude, nous pouvons conclure que :

- ✓ La plante *P.harmala* possède des propriétés positifs quelque soit son d'origine.
- ✓ L'extraction des principes actifs sous pression ou par la macération en méthanol est plus efficace que par la macération en eau distillée.
- ✓ Les extraits de *P.harmala* donnent plus d'efficacité à long terme (plus d'une semaine).
- ✓ Les graines de folle avoine sont les plus résistants aux extraits de Harmel (66 à 72% de germination sous les extraits et 82% chez le témoin)
- ✓ La germination des graines de brome est inhibée en grand parti par l'extrait (15 à 20% de germination par rapport à 57% au niveau de témoin).
- ✓ La germination de l'ive est inhibée complètement par les extraits (00% de germination).
- ✓ La germination des graines de coringia peuvent être inhibée à 100% par l'extrait sous pression.
- ✓ La germination du blé n'est pas effectuer pas les extraits dont la germination est de 63 à 77 % chez les extraits et 77% chez le témoin.
- ✓ Les extraits n'effectuent que 20% de mortalité des individus de charançon de blé.

- ✓ Les individus adultes (mâles et femelles) des cochenilles sont les plus touchées par les extraits avec 85% de mortalité au niveau d'extrait sous pression.

À la lumière de ces résultats nous suggérons d'approfondir ces études à fin d'envisager la potentialité d'utiliser *P.harmala* comme biopesticide, en le testant sur autres espèces végétales et animales.

**Les listes des
références
Bibliographiques**

Les listes des références bibliographiques

- Abbassi K. Mergaoui L., Kadiri Z., Stambouli T A. et Ghaout S. Activités biologiques des feuilles de *peganum harmala* (Zygophyllacea) en floraison sur la mortalité et l'activité génesique chez le criquet pèlerin. Zool. baetica 16, 2005, 31– 46
- ACHOURA Ammar 2013 Contribution à la connaissance des effets des paramètres écologiques oasiens sur les fluctuations des effectifs chez les populations de la cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* Targ.1868, (Homoptera, Diaspididae) dans la région de Biskra p27, Thèse En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Agronomiques
- AHMID Asma et HABI Aicha Contribution à l'étude bioécologique des mauvaises herbes d'une culture de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) dans la région d'EL OUED, Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences agronomiques p6,7.
- AISSAOUI Hafsa Activité biologique des extraits de *Peganum harmala*, *Nerium oleander* et d'un insecticide sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskal, 1775) (Orthoptera, Acrididae) Thèse En vue de l'obtention du diplôme de Magister en sciences agronomiques p23, 24.
- AMMARI Dounia et SLATNIA Marwa Activité antimicrobiennes de « *Peganum harmala* L » Analyse d'articles 2022, MÉMOIRE DE MASTER en Microbiologie appliquée p3.6.8
- ANONYME, manual of vascular plants of northeastern united states, ministère de l'agriculture, de l'Alimentation et des Affaire rurales, 2013 p 367
- ANONYME. 1976. les mauvaises herbes des céréales d'hiver en Algérie. Edition de l'institut du développement des grandes cultures, Alger. 152 p
- ANONYME, problématiques du brome dans les parcelles céréalières, Ministère de l'agriculture du développement rurale de et de la pêche
- BENMEDDOUR TAREK 2009 – 2010 Etude du pouvoir allélopathique de l'Harmel (*Peganum harmala* L.), le laurier rose (*Nerium oleander*L.) et l'ailante (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swing.) sur la germination de quelques mauvaises herbes des céréales. MEMOIRE de M A G I S T E R En biologie et physiologie végétale
- Beloued A., 1998. Plantes médicinales d'Algérie, Ed. Office des publications universitaires, 277p.
- CHOUKRY Kazi Tani, PIERRE Grard, THOMAS Le Bourgeois. AdvenAlg 1.0 Identification et connaissance des principales adventices d'Algérie

Méditerranéenne. Al Yasmina, 2021, 2 (3), 184 p. hal-03259469 NOTE
TECHNIQUE N° 02 13 janvier 2019

- Idrissi-Hassani L.M., Ould Ahmedou M.L., Mayad E.H. et Bouaichi A. "Pouvoir insecticide de Peganum harmala sur Schistocerca gregaria: Effets de l'huile et des extraits de feuilles". Biologie& Santé, 2, N° 2, 2002, 122-133
- Imad Bendjemel, Said Bacha 2021 Etude de quelques activités biologiques des extraits de peganum harmala L Mémoire En vue de l'obtention du
Diplôme de Maste
- Marhuenda E. et Herrera M.D., 2006. Vasorelaxant effects of harmine and harmaline extracted from Peganum harmala L. seed's in isolated rat aorta, Pharmacological Research, 52, 150–157.
- TAHRI Djilali & SEBA Mohammed Étude de L'effet inhibiteur des extraits de Peganum harmala L. sur la lipase de Candida rugosa 2012/2013 (Paris et Dillemann, 1960 ; Siddiqui et Afza, 1978 ; Puzii et al. 1980 ; Adaay, 1994 ; Sobhani et al. 2002 ; Benarous, 2010 ; Pozzi et al. 2012)

Références électroniques

- Réf.Elec 1 (Flora Helvetica 2018)
- Réf.Elec 2 : (Info Flora .com 2019)

Les annexes

Annexe 1

Tableau d'Analyse de variance de la germination des graines l'avoine

	S.C. E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	129044,444	71	1817,527		
Var. FACTEUR 1	200,000	1	200,000	0,692	0,414
Var. FACTEUR 2	2422,222	3	807,407	2,795	0,049
Var. FACTEUR 3	106711,111	2	53355,556	184,692	0,000
Var. INTER F1*2	200,000	3	66,667	0,231	0,875
Var. INTER F1*3	400,000	2	200,000	0,692	0,510
Var. INTER F2*3	4844,444	6	807,407	2,795	0,021
Var. INTER					
F1*2*3	400,000	6	66,667	0,231	0,963
VAR.RESIDUELLE					
1	13866,667	48	288,889		

Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 2 d'avoine

Facteur	Moyenne	Ecart type
1(F1n1) *1(F2n1)	82.222	20 .81
1(F1n1) *2(F2n2)	66.667	0.000
1(F1n1) *3(F2n3)	68.889	5.774
1(F1n1) *4(F2n4)	66.667	0.000
2(F1n2) *1(F2n1)	82.222	20.817
2(F1n2) *2(F2n2)	73.333	17.321
2(F1n2) *3(F2n3)	75.556	23.094
2(F1n2) *4(F2n4)	66.667	0.000

Tableau d'interaction entre facteur 1et facteur 3 d'avoine

Facteur	Moyenne	Ecarts type
1(F1n1) *1(F3n1)	13.333	18.423
1(F1n1) *2(F3n2)	100.00	0.000
1(F1n1) *3(F3n3)	100.00	0.000
2(F1n2) *1(F3n1)	23.333	30.351
2(F1n2) *2(F3n2)	100.00	0.000
2(F1n2) *3(F3n3)	100.00	0.000

Annexe 2

Tableau d'analyse de variance de germination des graines de brome

	S.C.E DDL		C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	140600,000	71	1980,282		
Var. FACTEUR 1	88,889	1	88,889	0,062	0,799
Var. FACTEUR 2	22644,444	3	7548,148	5,307	0,003
Var. FACTEUR 3	27233,333	2	13616,667	9,574	0,000
Var. INTER F1*2	3111,111	3	1037,037	0,729	0,543
Var. INTER F1*3	1744,444	2	872,222	0,613	0,551
Var. INTER F2*3	13922,222	6	2320,370	1,632	0,158
Var. INTER					
F1*2*3	3588,889	6	598,148	0,421	0,862
VAR.RESIDUELLE					
1	68266,667	48	1422,222		

Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 2 du brome

Facteur	Moyenne	Ecart type
1(F1n1) *1(F2n1)	57.778	28.868
1(F1n1) *2(F2n2)	42.222	42.032
1(F1n1) *3(F2n3)	6.667	17.321
1(F1n1) *4(F2n4)	28.889	33.665
2(F1n2) *1(F2n1)	57.778	28.868
2(F1n2) *2(F2n2)	51.111	33.665
2(F1n2) *3(F2n3)	24.444	41.231
2(F1n2) *4(F2n4)	11.111	28.868

Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 3 du brome

Facteur	Moyenne	Ecart type
1(F1n1) *1(F3n1)	21.667	26.515
1(F1n1) *2(F3n2)	23.333	33.394
1(F1n1) *3(F3n3)	56.667	33.394
2(F1n2) *1(F3n1)	10.000	18.423
2(F1n2) *2(F3n2)	31.667	41.48
2(F1n2) *3(F3n3)	66.667	34.81

Annexe 3

Tableau d'analyse de variance de germination des graines de l'ive

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	31000,000	71	436,620		
Var.FACTEUR 1	0,000	1	0,000	0,000	0,990
Var.FACTEUR 2	5400,000	3	1800,000	7,714	0,000
Var.FACTEUR 3	3600,000	2	1800,000	7,714	0,001
Var.INTER F1*2	0,000	3	0,000	0,000	0,990
Var.INTER F1*3	0,000	2	0,000	0,000	0,990
Var.INTER F2*3	10800,000	6	1800,000	7,714	0,000
Var.INTER F1*2*3	0,000	6	0,000	0,000	0,990
VAR.RESIDUELLE 1	11200,000	48	233,333		

Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 2 de l'ive

Facteur	Moyenne	Ecart type
1(F1n1) *1(F2n1)	20.000	26.458
1(F1n1) *2(F2n2)	0.000	0.000
1(F1n1) *3(F2n3)	0.000	0.000
1(F1n1) *4(F2n4)	0.000	0.000
2(F1n2) *1(F2n1)	20.000	26.458
2(F1n2) *2(F2n2)	0.000	0.000
2(F1n2) *3(F2n3)	0.000	0.000
2(F1n2) *4(F2n4)	0.000	0.000

Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 3 de l'ive

Facteur	Moyenne	Ecart type
1(F1n1) *1(F3n1)	0.000	0.000
1(F1n1) *2(F3n2)	0.000	0.000
1(F1n1) *3(F3n3)	15.000	22.563
2(F1n2) *1(F3n1)	0.000	0.000
2(F1n2) *2(F3n2)	0.000	0.000
2(F1n2) *3(F3n3)	15.000	22.563

Annexe 4

Tableau d'analyse de variance de germination des graines de coriginia

	S.C. E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	2200,000	70	31,429		
Var. FACTEUR 1	22,222	1	22,222	0,979	0,329
Var. FACTEUR 2	244,444	3	81,481	3,590	0,020
Var. FACTEUR 3	33,333	2	16,667	0,734	0,489
Var. INTER F1*2	66,667	3	22,222	0,979	0,412
Var. INTER F1*3	77,778	2	38,889	1,714	0,189
Var. INTER F2*3	188,889	6	31,481	1,387	0,239
Var. INTER F1*2*3	500,000	6	83,333	3,672	0,005
VAR.RESIDUELLE 1	1066,667	47	22,695		

Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 2 de coriginia

Facteur	Moyenne	Ecart type
1(F1n1) *1(F2n1)	4.444	5.774
1(F1n1) *2(F2n2)	4.444	8.165
1(F1n1) *3(F2n3)	0.000	0.000
1(F1n1) *4(F2n4)	0.000	0.000
2(F1n2) *1(F2n1)	4.444	5.774
2(F1n2) *2(F2n2)	0.000	0.000
2(F1n2) *3(F2n3)	0.000	0.000
2(F1n2) *4(F2n4)	0.000	0.000

Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 3 de coriginia

Facteur	Moyenne	Ecart type
1(F1n1) *1(F3n1)	3.333	4.924
1(F1n1) *2(F3n2)	1.667	4.924
1(F1n1) *3(F3n3)	1.667	4.924
2(F1n2) *1(F3n1)	0.000	0.000
2(F1n2) *2(F3n2)	3.333	4.924
2(F1n2) *3(F3n3)	0.000	0.000

Annexe 5

.Tableau d'analyse de variance de blé

	S.C. E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	39061,111	71	550,156		
Var. FACTEUR 1	1605,556	1	1605,556	3,959	0,050
Var. FACTEUR 2	3038,889	3	1012,963	2,498	0,070
Var. FACTEUR 3	12411,111	2	6205,556	15,301	0,000
Var. INTER F1*2	1172,222	3	390,741	0,963	0,419
Var. INTER F1*3	211,111	2	105,556	0,260	0,775
Var. INTER F2*3	344,444	6	57,407	0,142	0,988
Var. INTER F1*2*3	811,111	6	135,185	0,333	0,916
VAR.RESIDUELLE 1	19466,667	48	405,556		

Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 2 de blé

Facteur	Moyenne	Ecart type
1(F1n1) *1(F2n1)	77.778	11.574
1(F1n1) *2(F2n2)	60.000	16.330
1(F1n1) *3(F2n3)	62.222	25.166
1(F1n1) *4(F2n4)	66.667	23.805
2(F1n2) *1(F2n1)	77.778	11.547
2(F1n2) *2(F2n2)	66.667	17.321
2(F1n2) *3(F2n3)	71.111	15.275
2(F1n2) *4(F2n4)	88.889	12.910

Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 3 de blé

Facteur	Moyenne	Ecarts type
1(F1n1) *1(F3n1)	48.333	13.926
1(F1n1) *2(F3n2)	70.000	22.019
1(F1n1) *3(F3n3)	81.667	22.019
2(F1n2) *1(F3n1)	58.333	13.027
2(F1n2) *2(F3n2)	83.333	15.570
2(F1n2) *3(F3n3)	86.667	13.926

Annexe 6

Tableau d'analyse de variance de taux de mortalité de charançon de blé

	S.C. E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	20594,444	71	290,063		
Var. FACTEUR 1	450,000	1	450,000	5,063	0,028
Var. FACTEUR 2	5261,111	3	1753,704	19,729	0,000
Var. FACTEUR 3	7086,111	2	3543,056	39,859	0,000
Var. INTER F1*2	550,000	3	183,333	2,062	0,116
Var. INTER F1*3	108,333	2	54,167	0,609	0,553
Var. INTER F2*3	2547,222	6	424,537	4,776	0,001
Var. INTER F1*2*3	325,000	6	54,167	0,609	0,723
VAR.RESIDUELLE 1	4266,667	48	88,889		

Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 2 du charançon de blé

Facteur	Moyenne	Ecart type
1(F1n1) *1(F2n1)	0.000	0.000
1(F1n1) *2(F2n2)	25.556	14.434
1(F1n1) *3(F2n3)	18.889	7.638
1(F1n1) *4(F2n4)	24.444	11.180
2(F1n2) *1(F2n1)	0.000	0.000
2(F1n2) *2(F2n2)	12.222	6.455
2(F1n2) *3(F2n3)	18.889	7.638
2(F1n2) *4(F2n4)	17.778	6.455

Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 3 du charançon de blé

Facteur	Moyenne	Ecart type
1(F1n1) *1(F3n1)	10.833	9.847
1(F1n1) *2(F3n2)	8.333	8.876
1(F1n1) *3(F3n3)	32.500	10.445
2(F1n2) *1(F3n1)	5.000	5.505
2(F1n2) *2(F3n2)	6.667	6.513
2(F1n2) *3(F3n3)	25.000	5.505

Annexe 7

Tableau d'analyse de variance de taux de mortalité de cochenille (femelle)

	S.C. E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	70072,613	107	654,884		
Var. FACTEUR 1	79,413	1	79,413	0,322	0,579
Var. FACTEUR 2	43985,802	5	8797,160	35,683	0,000
Var. FACTEUR 3	782,039	2	391,020	1,586	0,210
Var. INTER F1*2	160,150	5	32,030	0,130	0,983
Var. INTER F1*3	1,045	2	0,522	0,002	0,990
Var. INTER F2*3	6871,397	10	687,140	2,787	0,006
Var. INTER F1*2*3	442,027	10	44,203	0,179	0,990
VAR.RESIDUELLE 1	17750,741	72	246,538		

Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 2 de cochenille (femelle)

Facteur	Moyenne	Ecart type
1(F1n1) *1(F2n1)	32.720	13.150
1(F1n1) *2(F2n2)	39.990	24.922
1(F1n1) *3(F2n3)	90.618	2.780
1(F1n1) *4(F2n4)	73.569	7.110
1(F1n1) *5(F2n5)	67.946	11.736
1(F1n1) *6(F2n6)	77.689	4.636
2(F1n2) *1(F2n1)	32.720	13.150
2(F1n2) *2(F2n2)	39.990	24.922
2(F1n2) *3(F2n3)	90.618	2.780
2(F1n2) *4(F2n4)	71.194	9.243
2(F1n2) *5(F2n5)	66.840	11.145
2(F1n2) *6(F2n6)	70.879	13.998

Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 3 de cochenille (femelle)

Facteur	Moyenne	Ecart type
1(F1n1) *1(F3n1)	60.054	11.965
1(F1n1) *2(F3n2)	65.887	15.478
1(F1n1) *3(F3n3)	65.324	9.658
2(F1n2) *1(F3n1)	58.143	14.286
2(F1n2) *2(F3n2)	64.099	15.942
2(F1n2) *3(F3n3)	63.878	10.485

Annexe 8

Tableau d'analyse de variance de taux de mortalité de cochenille (male)

	S.C. E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	68826,899	107	643,242		
Var. FACTEUR 1	1075,603	1	1075,603	3,149	0,077
Var. FACTEUR 2	23555,035	5	4711,007	13,793	0,000
Var. FACTEUR 3	8147,347	2	4073,674	11,927	0,000
Var. INTER F1*2	1379,880	5	275,976	0,808	0,550
Var. INTER F1*3	640,514	2	320,257	0,938	0,398
Var. INTER F2*3	7809,788	10	780,979	2,287	0,022
Var. INTER F1*2*3	1627,948	10	162,795	0,477	0,900
VAR.RESIDUELLE 1	24590,784	72	341,539		

Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 2 de cochenille (male)

Facteur	Moyenne	Ecart type
1(F1n1) *1(F2n1)	43.726	21.825
1(F1n1) *2(F2n2)	41.487	15.757
1(F1n1) *3(F2n3)	43.460	3.372
1(F1n1) *4(F2n4)	71.871	11.000
1(F1n1) *5(F2n5)	68.963	12.793
1(F1n1) *6(F2n6)	79.097	9.334
2(F1n2) *1(F2n1)	43.726	21.825
2(F1n2) *2(F2n2)	41.487	15.757
2(F1n2) *3(F2n3)	83.460	3.372
2(F1n2) *4(F2n4)	57.279	24.418
2(F1n2) *5(F2n5)	62.883	20.633
2(F1n2) *6(F2n6)	61.899	14.428

Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 3 de cochenille (male)

Facteur	Moyenne	Ecart type
1(F1n1) *1(F3n1)	56.239	16.883
1(F1n1) *2(F3n2)	66.964	12.211
1(F1n1) *3(F3n3)	71.098	9.336
2(F1n2) *1(F3n1)	43.555	23.540
2(F1n2) *2(F3n2)	61.574	17.537
2(F1n2) *3(F3n3)	70.238	7.973

Annexe 9

Annexe35. Tableau d'analyse de variance de taux de mortalité de cochenille (larve 1)

	S.C. E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	112921,631	107	1055,342		
Var. FACTEUR 1	1313,846	1	1313,846	1,572	0,211
Var. FACTEUR 2	14206,967	5	2841,393	3,399	0,008
Var. FACTEUR 3	4867,501	2	2433,751	2,912	0,059
Var. INTER F1*2	2099,889	5	419,978	0,502	0,775
Var. INTER F1*3	1075,986	2	537,993	0,644	0,533
Var. INTER F2*3	23377,326	10	2337,733	2,797	0,006
Var. INTER F1*2*3	5797,823	10	579,782	0,694	0,728
VAR.RESIDUELLE 1	60182,293	72	835,865		

Annexe36. Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 2 de cochenille (larve 1)

Facteur	Moyenne	Ecart type
1(F1n1) *1(F2n1)	22.346	20.415
1(F1n1) *2(F2n2)	10.343	13.562
1(F1n1) *3(F2n3)	45.671	19.229
1(F1n1) *4(F2n4)	33.186	28.923
1(F1n1) *5(F2n5)	41.042	36.396
1(F1n1) *6(F2n6)	47.303	31.866
2(F1n2) *1(F2n1)	22.346	20.415
2(F1n2) *2(F2n2)	10.343	13.562
2(F1n2) *3(F2n3)	45.671	19.229
2(F1n2) *4(F2n4)	21.523	23.381
2(F1n2) *5(F2n5)	35.079	29.932
2(F1n2) *6(F2n6)	23.074	31.026

Annexe37. Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 3 de cochenille (larve 1)

Facteur	Moyenne	Ecart type
1(F1n1) *1(F3n1)	33.352	29.345
1(F1n1) *2(F3n2)	42.104	27.391
1(F1n1) *3(F3n3)	24.489	18.444
2(F1n2) *1(F3n1)	18.056	22.125
2(F1n2) *2(F3n2)	36.486	24.615
2(F1n2) *3(F3n3)	24.477	22.206

Annexe 10

Annexe39. Tableau d'analyse de variance de taux de mortalité de cochenille (larve 2)

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	112962,802	107	1055,727		
Var. FACTEUR 1	1097,233	1	1097,233	1,769	0,184
Var. FACTEUR 2	19641,377	5	3928,275	6,335	0,000
Var. FACTEUR 3	9381,667	2	4690,834	7,565	0,001
Var. INTER F1*2	2962,635	5	592,527	0,956	0,452
Var. INTER F1*3	1072,174	2	536,087	0,865	0,429
Var. INTER F2*3	30076,401	10	3007,640	4,850	0,000
Var. INTER F1*2*3	4083,773	10	408,377	0,659	0,760
VAR.RESIDUELLE 1	44647,542	72	620,105		

Annexe40. Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 2 de cochenille (larve 2)

Facteur	Moyenne	Ecart type
1(F1n1) *1(F2n1)	17.556	19.864
1(F1n1) *2(F2n2)	8.778	10.124
1(F1n1) *3(F2n3)	38.579	14.554
1(F1n1) *4(F2n4)	54.402	24.781
1(F1n1) *5(F2n5)	48.099	30.301
1(F1n1) *6(F2n6)	42.278	15.088
2(F1n2) *1(F2n1)	17.556	19.864
2(F1n2) *2(F2n2)	8.778	10.124
2(F1n2) *3(F2n3)	38.579	15.554
2(F1n2) *4(F2n4)	25.630	25.878
2(F1n2) *5(F2n5)	39.523	36.577
2(F1n2) *6(F2n6)	41.377	19.892

Annexe 11

Tableau d'analyse de variance de taux de mortalité de cochenille (larve 3)

	S.C.E DDL		C.M.	TEST F	PROBA
Var TOTALE	118583,395	107	1108,256		
Var. FACTEUR 1	1381,094	1	1381,094	2,443	0,118
Var. FACTEUR 2	4448,298	5	889,660	1,574	0,177
Var. FACTEUR 3	24961,015	2	12480,508	22,079	0,000
Var. INTER F1*2	2979,072	5	595,814	1,054	0,393
Var. INTER F1*3	2314,362	2	1157,181	2,047	0,134
Var. INTER F2*3	36321,000	10	3632,100	6,425	0,000
Var. INTER F1*2*3	5478,832	10	547,883	0,969	0,478
VAR.RESIDUELLE 1	40699,721	72	565,274		

Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 2 de cochenille (larve 3)

Facteur	Moyenne	Ecart type
1(F1n1) *1(F2n1)	35.973	18.649
1(F1n1) *2(F2n2)	26.381	17.590
1(F1n1) *3(F2n3)	31.971	1.859
1(F1n1) *4(F2n4)	59.241	29.994
1(F1n1) *5(F2n5)	45.622	27.256
1(F1n1) *6(F2n6)	45.150	24.212
2(F1n2) *1(F2n1)	35.973	18.649
2(F1n2) *2(F2n2)	26.381	17.590
2(F1n2) *3(F2n3)	31.971	1.859
2(F1n2) *4(F2n4)	29.629	12.191
2(F1n2) *5(F2n5)	40.313	31.353
2(F1n2) *6(F2n6)	37.159	20.143

Tableau d'interaction entre facteur 1 et facteur 3 de cochenille (larve 3)

Facteur	Moyenne	Ecarts type
1(F1n1) *1(F3n1)	10.833	9.847
1(F1n1) *2(F3n2)	8.333	8.876
1(F1n1) *3(F3n3)	32.500	10.445
2(F1n2) *1(F3n1)	5.000	5.505
2(F1n2) *2(F3n2)	6.667	6.513
2(F1n2) *3(F3n3)	25.000	5.505