

N° d'Ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de *Master*

Domaine : **Sciences de la nature et de la vie (S.N.V.)**

Filière : **Sciences alimentaires**

Spécialité : **Biochimie de la Nutrition**

Intitulé du thème :

Etude de l'activité insecticides des huiles essentielles et extrait phénoliques de peganum harmala

Présenté par : Mr **BOUDJENAH Benyekhlef**

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : Mr **DIAF Mustapha** (M.C.A/ UDL/SBA)

Examineur : Mme **ZEMRI Khalida** (M.C.A/ UDL/SBA)

Promoteur : Mr **BENABDERRAHMANE Mokhtar** (M.C.A/ UDL/SBA)

Co-Promoteur : Mme **ABERKANE DJOHER** (Doctorant/ UDL/SBA)

Année universitaire 2021 – 2022

Session : « Juin »

Résumé :

Peganum harmala (zygophyllaceae) est une plante herbacée du pourtour méditerranéen dont les graines sont riches en composés actifs lui conférant un pouvoir insecticide (biopesticide).

Aujourd'hui il existe un grand souci sur le danger présenté par les produits chimiques utilisés pour lutter contre les insectes ravageurs des denrées stockées dont le *Tribolium castaneum*, en raison de leurs actions indésirables qui provoquent l'apparition de plusieurs maladies, c'est pour cela que les chercheurs commencent à prendre conscience de l'importance du retour au naturel.

Les graines de la plante ont été soumises à deux extraction aqueux avec un rendement de (25,25%) et hydrométhanolique avec un rendement de (21,76%).

La teneur en polyphénols totaux des extraits a été déterminée en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu, les résultats de l'analyse colorimétrique des composés phénoliques totaux montrent que les deux extraits hydrométhanolique et aqueux sont riches en polyphénols avec une teneur respectivement de (58 µg EAG/mg et 55 µg EAG/mg d'extrait).

La teneur en flavonoïdes dans les extraits a été estimée par la méthode utilisant $AlCl_3$.

D'après nos résultats, la quantité des flavonoïdes dans l'extrait hydrométhanolique des graines de *Peganum harmala* est de (38 µg EQ / mg d'extrait) et pour l'extrait aqueux (32 µg EQ / mg).

L'activité insecticide des différents extraits des graines (Hydrométhanolique et aqueux) et l'huile fixe sur le ravageur des denrées stockées *Tribolium castanum* montre que l'extrait hydrométhanolique a 100% exerce une action importante sur l'insecte avec un taux de mortalité maximum qui atteint 80%, suivi de l'extraits aqueux de 60% de mortalité ensuite les huiles fixes de 40% de mortalité , tandis que 100% de mortalité est constatée dans le lot témoin positif traité par un pesticide chimique et aucune mortalité n'est observée dans le lot témoin négatif traité avec de l'eau distillé.

A noter que nous n'avons pas obtenu d'huiles essentielles, cela peut être dû à la petite quantité de 100g de poudre soumise à l'extraction, en plus de la présence d'huiles essentielles en quantité abondante dans les feuilles de *peganum harmala* que dans ses graines.

Mots clés : *Tribolium castanum*, *peganum harmala*, graines, huiles essentielles, huiles fixes, extraits aqueux, extrait hydrométhanolique, polyphénols, flavonoïdes, biopesticide, pesticide chimique.

ملخص :

الحرمل هو نبات عشبي من جميع أنحاء البحر الأبيض المتوسط التي بذورها غنية بالمركبات النشطة مما يمنحها قوة مبيدات حشرية (مبيد حيوي).

يوجد اليوم قلق كبير حول الخطر الذي تمثله المواد الكيميائية المستخدمة لمكافحة الآفات الحشرية من المواد الغذائية المخزنة تريبوليوم كاستانيوم، و ذلك بسبب تصرفاتها الغير مرغوب فيها التي تسبب ظهور العديد من الأمراض و لهذا السبب بدأ الباحثين يدركون أهمية العودة للطبيعة.

تعرضت بذور النباتات لاستخراج مائي مع عائد %25,25 و استخراج هيدروماتانولي مع عائد %21,76.

تم تحديد محتوى البوليفينول الكلي المستخلص باستخدام كاشف Folin-Ciocalteu تبين نتائج تحليل الكولوريميترية من مجموع المركبات الفينولية أن المستخلصين الهيدروماتانوليك و المستخلص المائي غنيين بالبوليفينول بمحتوى على التوالي (58 ميكروغرام /EAG/ملغ من المستخلص و55 ميكروغرام /EAG/ ملغ من المستخلص المائي)

تم تقدير محتوى الفلافونويدات في المستخلصات من خلال إستخدام طريقة AICI3 ، وفقا لنتائجنا فإن كمية الفلافونويدات في مستخلص الهيدروماتانوليك (38ميكروغرام /EQ/ملغ من المستخلص)و بالنسبة للمستخلص المائي (32 ميكروغرام /EQ /ملغ)

يوضح نشاط المبيدات الحشرية للمستخلصات المختلفة للبذور (هيدرو ميثانول ومائي) والزيوت المثبت على أفة المواد الغذائية المخزنة تريبوليوم كاستانوم أن مستخلص الهيدروميثانول عند 100% يمارس تأثيرًا مهمًا على الحشرة مع أقصى معدل وفيات 80% ، تليها المستخلصات المائية بمعدل معدل وفيات 60 %، ثم الزيوت الثابتة بمعدل معدل وفيات 40 %، بينما لوحظ معدل وفيات بنسبة 100% في مجموعة الضبط الموجب المعالجة بمبيد آفات كيميائي ولم يلاحظ أي وفيات في مجموعة الضبط السالب المعالجة بالماء المقطر.

علما بأننا لم نحصل على زيوت عطرية ، قد يكون ذلك بسبب قلة كمية 100 جرام من المسحوق الخاضع للاستخراج ، بالإضافة إلى وجود الزيوت العطرية بكميات وفيرة في أوراق نبات الحرمل أكثر من بذوره.

الكلمات المفتاحية: تريبوليوم كاستانيوم ، الحرمل ،البذور، الزيوت الأساسية ، الزيوت الثابتة ، مستخلص مائي، مستخلص هيدروميثانولي ، بوليفينول، فلافونويدات، مبيد حيوي، مبيد كيميائي.

Abstract :

Peganum harmala (Zygophyllaceae) is a herbaceous plant from around the Mediterranean whose seeds are rich in active compounds giving it an insecticidal power (biopesticide).

Today there is a great concern about the danger posed by the chemicals used to control insect pests from the stored food *Tribolium castanum*, because of their unwanted actions causing many diseases, this is why researchers are beginning to realize the importance of returning to natural.

Plant seeds were subjected to water extraction with yield of (25.25%) and hydromethanolic extraction with yield of (21.76%).

The total polyphenol content extracted was determined using the Folin-Sialto detector. The results of the colorimetric analysis of total phenolics compound show that hydromethanolic extract from *Peganum Harmala* is rich in polyphenol with a content of (58mg EAG/mg of extract) and (55mg EAG/mg of water extract).

The content of flavonoids in the extracts was estimated by using AICI₃ method, according to its results, the amount of flavonoids in hydromethanolic extract from *Biganum Harmala* seeds (38 µg EQ/mg) and (32 µg EQ/mg) of water extract.

The insecticidal activity of the various extracts of the seeds (hydromethanolic and aqueous) and the oil fixed on the pest of stored foodstuffs *Tribolium castanum* shows that the hydromethanolic extract at 100% exerts an important action on the insect with a maximum mortality rate. which reaches 80%, followed by the aqueous extracts of 60% mortality then the fixed oils of 40% mortality, while 100% mortality is observed in the positive control batch treated with a chemical pesticide and no mortality is observed. observed in the negative control batch treated with distilled water.

Note that we did not obtain essential oils, this may be due to the small amount of 100g of powder subjected to extraction, in addition to the presence of essential oils in abundant quantity in the leaves of *peganum harmala* than in its seeds.

Key words: *Tribolium castanum*, *peganum harmala*, seeds, essential oils, fixed oils, aqueous extracts, hydromethanolic extract, polyphenols, flavonoids, biopesticide, chemical pesticide.

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à remercier Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience pour réaliser ce travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à tous nos professeurs qui ont contribué à notre formation.

Je dédie ce modeste travail, à mes très chers parents en témoignage de l'amour.

Nous exprimons nos remerciements à notre encadreur monsieur **BENABDERRAHMANE** pour la confiance, les conseils qu'elle nous a accordés tout au long de ce travail. Merci également pour votre encadrement, votre disponibilité et votre gentillesse. Nous vous adressons notre profonde reconnaissance pour vos remarques et conseils en vue d'améliorer ce manuscrit.

Il m'est agréable d'exprimer mes vifs remerciements à ma Co-encadreur Madame **ABERKANE**.

Mes remerciements s'adressent à toutes les responsables de l'université de sidi bel abbes « ITMA », les responsables de bibliothèque .

Que toute personne ayant participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail et que je ne l'ai pas mentionné par son nom, trouve ici l'expression de mes très vifs remerciements.

Dédicaces

Merci ALLAH

Je dédie ce travail

Aux êtres les plus chers : Mes parents,

A ma mère,

Pour son affection, sa patience, sa compréhension, sa disponibilité, son écoute permanente et son soutien sans égal dans les moments les plus difficiles de ma vie.

A mon père,

Mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller

Toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras.

Là où je suis arrivée aujourd'hui c'est à vous Mes cher parents que je le dois, que Dieu vous garde.

J'espère que ce travail sera à la hauteur de tes attentes et qu'il

Soit l'accomplissement de tous tes efforts.

A ma sœurs : Madame BAHAR et son mari Mohamed.

A mes chers frères : Boumadien et Mohamed El Bachir.

A mes cousin : BELHADJ Yacine et oussama et Djamel El dine,
BOUDJENAH Aymen, RADJI Ilyes.

A la famille BOUDJENAH et DAOUD.

A Mes amis : Marrine Benouda, BOUKHARI Ben amera
Mohamed El seddik, CHAIBI Chahre El dine, AMAROU Rachid, GUELIL
Amin, AMROUN Hamed, BAKHTI Achref, BOULAERDJ Alaa, BLOUHI
Ilyes, BRAHMI arbi, LAARABI Mohamed, FIDJEL Senouci, SADOUNI
Yasser, MOKADEM Mohamed, BELHITACH, MAGHROUSE Bahous,
NASRI Baroudi, BILEK houari, BAILICHE Bachir, EL ASRI Mohamed , ALIK
Youcef .

Sommaire

Liste des figures

Liste de tableau

Abréviations

Introduction.....1

I Données bibliographiques

I.1 Généralités sur peganum harmala.....3

I.1.1 Nomenclature et appellation.....3

I.1.2 Habitat et répartition géographique.....3

I.1.3 Description botanique.....3

I.1.4 Taxonomies et systématiques.....5

I.1.5 Utilisation de la plante.....6

I.1.6 Les métabolites secondaires de Peganum harmala.....8

I.1.7 Toxicité de la plante.....9

I.2 **Généralité sur Les insectes**.....11

I.2.1 Description Tribolium castaneum Herbst.....11

I.2.2 Origine et distribution géographique.....12

I.2.3 Position systématique de Tribolium castaneum.....12

I.2.4 Description biologique.....13

I.2.5 Cycle de développement.....15

I.2.6 Pertes et dégâts.....16

I.2.7 Méthode de lutte.....17

I.3 **Généralité sur les huiles essentielle**.....19

I.3 Définition des huiles essentielle.....19

I.3.2 Localisation des huile essentielle.....19

I.3.3 Les types d'extraction des huiles essentielle.....19

I.4 Les huiles fixes.....	20
I.4.1 Définition.....	20
I.4.2 Composition chimique.....	20
I.4.3 Méthode d'extraction.....	21

II Matériel et Méthodes

II.1 Matériel.....	23
II.1.1 Matériel végétal.....	23
II.1.2 Insectes.....	24
II.2 Méthodes.....	24
II.2.1 Préparation des extraits de Peganum harmala.....	24
II.2.1.1 L'extrait aqueux.....	25
II.2.1.2 L'extrait hydrométhanolique.....	26
II.2.2 Dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes dans les extraits.....	27
II.2.2.1 Dosage des polyphénols totaux	27
II.2.2.2 Dosage des flavonoïdes.....	28
II.2.3 Extraction d'huiles fixe.....	31
II.2.4 Extraction d'huile essentielle (HE).....	33
II.3 Activités biologiques de la plante.....	35
II.3.1 Détermination de l'activité insecticide.....	35

III Résultats et discussion.....37

III.1.1 Rendement d'extraction.....	37
III.1.2 Dosage des polyphénols totaux.....	38
III.1.3 Dosage des flavonoïdes.....	39
III.1.4 Observation et suivie de l'activité insecticide et Mortalité des insectes	41

Conclusion44

Références bibliographique

Liste des figures :

Figure 1 : Les graines de la plante *Peganum harmala*.

Figure 2 : Les fleurs de la plante *Peganum harmala*.

Figure 3: Les fruits et de la plante *Peganum harmala*.

Figure 4 : *Tribolium castaneum* adulte.

Figure 5 : Eggs of *Tribolium castaneum* stained with 0.05% acid fuchsin.

Figure 6 : larve de *Tribolium castaneum*.

Figure 7 : Nymphes de *Tribolium castaneum*. Vues dorsale et ventrale.

Figure 8: Different life stages of red flour beetle *Tribolium castaneum*.

Figure 9: Larve (A), Nymph (B) et Adulte (C) de *T. castaneum*.

Figure 10 : Les graines de *peganum harmala* en poudre.

Figure 11 : Extrait aqueux.

Figure 13 : Dosage des polyphénols.

Figure 14 : Dosage des flavonoïdes.

Figure 15 : Spectrophotomètre.

Figure 16 : Soxhlet.

Figure 17 : Rotavapeur.

Figure 18 : L'huile fixe

Figure 19 : Extraction des huiles essentielles par clevenger.

Figure 20 : Lot 1: Témoin négatif (eau distillée) .

Figure 21 : Lot 2: l'huiles fixes (20%, 60 % et 100%) .

Figure 22: Lot 3: Extrait hydrométhanolique (20%, 60 % et 100%).

Figure 23 : Lot 4 : extrait aqueux (20%, 60 % et 100%).

Figure 24 : Lot 5: Témoin positif : (reçoit un pesticide DURSIBAN de 0.15%) .

Figure 25: courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour dosage des polyphénols totaux .

Figure 26: courbe de dosage des polyphénols pour extrait aqueux.

Figure27: courbe de dosage polyphénols pour extrait hydromethanolique.

Figure28: courbe d'étalonnage de la quercétine pour dosage des flavonoïdes.

Figure29: courbe de dosage des flavonoïdes pour extrait hydromethanolique.

Figure30: courbe de dosage des flavonoïdes pour extrait aqueux.

Figure 31 : Evolution de la mortalité des tribolium traités par les extraits aqueux.

Figure 32: Evolution de la mortalité des tribolium traités par les extraits hydromethanolique.

Figure33 : Evolution de la mortalité des tribolium traités par les huiles fixe.

Liste des tableaux :

Tableau 01 : Rendement d'extrait aqueux et extrait hydromethanolique.

Tableau 02: Rendement d'huile fixe.

Abréviations :

HE : Huiles essentielles

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ADN : L'acide désoxyribonucléique

HSV : Herpès Simplex Virus

pH : Le potentiel hydrogène

BHT : l'hydroxytoluène butilé

BHA : l'hydroxyanisole butilé

Rdt HE: Rendement en huile essentielle (%)

MHE: Masse d'huile essentielle (g)

MVF: Masse de matériel végétal frais (g)

DL50 : Dose létale⁵⁰

HF : Huile fixe

EG : Equivalent d'acide gallique

EQ : Equivalent de la quercétine

Introduction :

Depuis longtemps, l'homme s'est soigné avec les plantes qu'il avait à sa disposition. A travers les siècles, les traditions humaines ont développé la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales pour améliorer la santé humaine (Iserin, 2001).

L'Harmel (*Peganum harmal*), plante médicinale utilisée depuis l'antiquité par la médecine traditionnelle représente une très bonne source de principes actifs qui font l'objet de plusieurs études depuis des décennies (Paris et Dillemann, 1960). Ces plantes sont douées de cette efficacité, à cause de leurs métabolites secondaires notamment les composés phénoliques, les alcaloïdes, les huiles essentielles,...etc. (Richter, 1993). Les extraits de plantes semblent être l'une des méthodes alternatives les plus efficaces de lutte contre les maladies des plantes, moins nocives pour l'homme et l'environnement. (Hanafey et Sabry, 2013). Pour diminuer l'utilisation des pesticides et insecticides qui se sont révélés dangereuses aussi bien à l'homme qu'à l'environnement, la nouvelle technologie s'est penchée sur le contrôle biologique des parasites qui est à la fois efficace et sélective (AZAIZEH et al., 2002). De nombreuses études ont été mises en place depuis un certain temps pour isoler ou identifier des métabolites secondaires extraits des plantes qui ont une activité anti-insecte (NDOMO et al., 2009). Les huiles essentielles sont par définition des métabolites secondaires produits par les plantes comme moyen de défense contre les ravageurs phytophages (CSEKE et KAUFMAN, 1992).

Les plantes médicinales sont riches en métabolites secondaires importantes pour la recherche pharmaceutique et l'élaboration des médicaments, utilisés directement comme agents thérapeutiques (Decaux, 2002) et quoi qu'ils n'entrent pas dans le fonctionnement vital de la plante, ils présentent un intérêt substantiel dans les relations de la plante avec son environnement et entrent dans les mécanismes de défense contre les attaques extérieures, considérés comme une réponse aux stress biotiques et abiotiques (Hartmann, 2007).

L'Algérie possède une richesse floristique considérable : Méditerranéenne, saharienne et une flore paléo tropicale, estimée à plus de 3000 espèces appartenant à plusieurs familles botaniques dont 15% sont endémiques (QUEZEL et al., 1963).

Dans ce contexte, l'objectif du présent travail est l'évaluation au laboratoire de l'activité insecticide des huiles essentielles de *peganum harmala* sur un insecte ravageur des céréales *Tribolium castaneum*.

Chapitre I

Données bibliographique

I.1 Généralités sur *Peganum harmala* :

Le genre *Peganum* tient son nom du grec et attribué aux espèces de la rue, alors que le nom de l'espèce *harmala* dérivé de celui de la ville Libanaise Harmel (MARS ,2009). Cette plante développe surtout dans les zones arides, sur les sols sableux et pierreux, légèrement nitrés (ISERIN ,2001) elle exige des lieux ouverts, ensoleillés et des endroits secs (BOUZIANE, 2012). Leur croissance et leur efficacité dépend du stade de développement, la période de la récolte et les climats chauds (PSYCHONAUT, 2006) .Elle est largement utilisée en médecine traditionnelle. C'est une plante riche en alcaloïdes carbolinique

I.1. 1 Nomenclature et appellation :

Nom scientifique: *Peganum harmala*

Nom commun: Rue sauvage; Rue verte; Pégane (Lamchouri et al., 2000)

Nom vernaculaire : L'Afrique du Nord : Harmel; Armel; L'harmel (Mahmoudian et al ., 2002. Algérie : Harmel (Mahmoudian et al ., 2002)

Etats-Unis : African Rue, Mexican Rue ou Turkish Rue (Mahmoudian et al ., 2002)

I.1.2 Habitat et répartition géographique :

Elle est largement distribué à travers le monde, généralement dans la zone méditerranéenne surtout dans les zones sèche en Europe comme l'Espagne, la Russie, Hongrie, en Afrique (Maroc oriental, Sahara septentrional et hauts plateaux Algériens, Tunisie, steppes de la Lybie, déserts d'Egypte), et en Asie, elle est répandue dans les steppes de l'Iran, du Pakistan, du Turkestan jusqu'au Tibet et en Sibérie (Bézanger-Beauquesne et al., 1980).

En Afrique, elle est, particulièrement, abondante dans les zones arides méditerranéennes du Moyen-Orient au Nord de l'Afrique (Tunisie, Sahara septentrional et central en altitude, Hauts-Plateaux algériens et Oranie, Maroc oriental) (Hammiche et al., 2013).

En Algérie, *Peganum harmala* est 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).

I.1.3 Description botanique :

Peganum harmala est une plante à fleurs sauvage qui appartient à la famille Zygophyllaceae ,considérée comme une plante médicinale importante .Plante vivace, nue, 30-60 cm de haut, à base lignifiée, autrement herbacée, très ramifiée, à tige ailée en haut. Feuilles alternes, un peu charnues, irrégulières et profondément pennées, en 3-5 parties étroites à leur tour divisées en 3. A la base 2 stipules étroites, pointues. Fleurs isolées aux aisselles des feuilles, 1-2 cm, vert blanchâtre. 4-5 sépales, lancéolées, persistantes, 4-5 pétales en forme de cuillère, 2 fois aussi longs que sépales. 12-15 étamines. Ovaire supère, devenant capsule de 1cm de long. Les

graines nombreuses, petites, anguleuses, subtriangulaires, de couleur marron foncé, dont le tégument externe est réticulé, ont une saveur amère)



Figure 1 : Les graines de la plante *Peganum harmala*



Figure 2 : Les fleurs de la plante *Peganum harmala*



Figure 3: Les fruits et de la plante *Peganum harmala*

I.1.4. Taxonomies et systématiques :

Selon Ozenda (1991), la classification taxonomique de cette espèce est comme suit :

Règne : Plantes

Embranchement : Spermatophytes

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Rosidae

Ordre : Sapindales

Famille : Zygophyllaceae

Genre : Peganum

Espèce : Peganum harmala L

I.1.5 Utilisation de la plante :

Utilisation traditionnel :

Elle est largement utilisée dans la médecine traditionnelle à travers le monde , en particulier en Algérie et en Maghreb comme traitement contre la stérilité féminine, les maladies de l'utérus et les troubles digestifs (GOEL et al., 2009) .La plante présente un intérêt en médecine traditionnelle où les graines sont depuis longtemps utilisées : elles sont narcotiques, antihelminthiques, antispasmodiques et utilisées dans certains cas contre les rhumatismes et l'asthme (Siddiqui et al., 1988 ; Bellakhdar,1997). .Peganum harmala a été employé par certaines population pour traiter certains désordres de système nerveux tels que la maladie de Parkinson (Leporatti, 2009), Elle est très connue par ces propriétés hallucinogènes, antalgiques, antiseptiques, cicatrisantes et dépuratives (CLAUDE, 1967) .Un colorant rouge obtenu à partir de ses graines est largement répandu en Turquie et en Iran pour la coloration des tapis (Baytop, 1999)

Utilisation pharmacologiques :

Les substances bioactives de cette plante, possèdent plusieurs activités pharmacologiques telle que: une activité antibactérienne (la destruction de fragment d'ADN de Staphylococcus aureus)

➤ Effets antibactérienne :

P. harmala est douée d'activités antibactériennes, antifongiques (Abdel-Fattah et al., 1997). La résistance acquise par des bactéries pathogènes aux différents agents antiseptiques a fait

l'objet d'une inquiétude dans la santé publique et dans l'économie. Plusieurs études ont porté sur l'activité antibactérienne des différentes parties du *P. harmala* (graines, racines, tiges, feuilles et fleurs) ont montré que les graines et les racines possèdent la meilleure activité contre les bactéries Gram positives *Bacillus anthracis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus pumilus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Listeria monocytogenes* et *Streptococcus pyogenes* et les bactéries Gram négatives *Pseudomonas aeruginosa*, *Brucella melitensis*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella typhi*, *Escherichia coli* et *Klebsiella pneumonia* (Darabpour et al., 2011). L'activité de l'extrait des graines ou des racines est due à la structure d'harmane un alcaloïde aromatique planaire qui intercale avec l'ADN (Cowan, 1999). D'autres auteurs ont attribué cette activité antibactérienne aux polyphénols présents à des quantités importantes (Scherrer et Gerhar, 1971).

➤ **Effets antivirale :**

L'extrait des graines de *P.harmala* a montré une activité inhibitrice d'Herpès Simplex Virus (HSV) par l'empêchement de la synthèse des protéines codées par les gènes α ou probablement par la répression des protéines de l'encapsulation VP16 (Kiani et al., 2008). Autre que les graines, l'extrait méthanolique des feuilles de *P.harmala* présente une activité anti-cytomégalo virus (HCMV) modérée (Edziri et al., 2010).

L'activité antivirale de l'extrait méthanolique est probablement due aux composés polaires qu'il contient tel que les flavonoïdes et les tannins (Fukuchi et al., 1989; Guillen et Manzanos, 1998; Abidi et Ali, 1999; Kujumgiev et al., 1999).

➤ **Effets antioxydants :**

L'activité antioxydante de *P.harmala* est probablement due aux composés phénoliques qu'elle contient tel que les flavonoïdes et les tannins qu'on les retrouve dans l'extrait éthanolique. La relation entre la quantité en composés phénoliques et l'activité antioxydante des différents organes de la plante pose beaucoup d'hypothèses sur le composé responsable de cette activité (Edziri et al., 2010).

➤ **Effets insecticide :**

Les extraits de plantes semblent être l'une des méthodes alternatives les plus efficaces de lutte contre les maladies des plantes, moins nocives pour l'homme et l'environnement. (Hanafey et Sabry, 2013). La poudre des feuilles de *Peganum harmala* a donné un bon résultat pour sa toxicité sur les individus de *Tribolium castaneum*, cette efficacité est confirmée par la mortalité des larves et des adultes de ce ravageur, la mortalité totale des adultes (100%) est attribuée à la dose 30%. Le pouvoir insecticide de cette plante serait à la présence de alcaloïdes indoliques de type B : carboline (la harmine, harmaline et harmol), qui ont été identifiés dans les extraits alcooliques des feuilles de *peganum harmala* par (ABBASSI et al., 2005). Toxicité Malgré l'utilisation de *P.harmala* dans la médecine traditionnelle, peu d'auteurs sont

intéressés à son effet toxique sur l'homme, par exemple l'activité abortive causé probablement par les alcaloïdes quinazolines (Shapira et al., 1989). Aussi d'autres syndromes ont été constatés après la digestion des graines de *P.harmala* comme la paralysie, l'euphorie, des convulsions, des hallucinations, des troubles digestifs (nausées, vomissements), l'hypothermie et la bradycardie (Ben Salah et al., 1986a; Elbahri et Chemli, 1991; Mahmoudian et al., 2002; Frison et al., 2009; Herraiz et al., 2010). L'harmaline et l'harmine de *P.harmala* participent fortement dans la toxicité de cette plante, ce sont des alcaloïdes qui provoquent à des doses létales des convulsions qui se suivent par une dépression du système nerveux centrale, une paralysie de la respiration qui cause la diminution de la température corporelle et le cœur s'arrête en phase diastolique (Mahmoudian et al., 2002). L'harmaline ressemble au harmine dans son action mais il est presque deux fois plus toxique (Budavari et Neil, 1996).

I.1.6 Les métabolites secondaires de *Peganum harmala* L :

Ce sont des composés biosynthétisés naturellement par les végétaux, mais qui ne participent pas directement à leurs métabolismes (GUILLAUME et CHARROUF, 2005) Elles se caractérisent par des différentes fonctions, certains protègent les plantes et favorise leurs développements (FREIDEL, 1980). et certains jouent un rôle de toxicité lors de contacts entre la plante hôte et les parasites (RASCOL, 1980 et MORTIER, 1994). Généralement, ces métabolites secondaires classées en trois groupes majeurs tels que les composés phénoliques, les alcaloïdes et les terpènes (DERBEL, 2005)

Les composés phénoliques :

La fonction phénol - cycle aromatique lié à un groupement hydroxyle - est présente chez tous les composés phénoliques d'où vient leur appellation et toutes ces molécules sont dérivées de l'acide aminé phénylalanine ou dans certaines plantes de tyrosine par la voie des shikimates (Heldt, 2005; Boussoussa, 2011).

Les composés phénoliques divisés en dizaine classes chimiques, a une structure commun, former moins d'un cycle aromatique à 6 carbones avec des fonctions hydroxyles (VERMERRIS et NICHOLSON, 2006). Ces composés présentent le groupe photochimique le plus important pour les plantes (BETA et al., 2005) à savoir :

➤ *Les saponosides*

Les saponosides sont des hétérosides de poids moléculaire élevé, Leur hydrolyse permet l'obtention d'un ou de plusieurs oses et d'une sapogénine. Ces composés possèdent des activités dépuratives, diurétiques et expectorantes et toxique lors d'une contacte irritante sur les cellules. En industrie, les saponosides utilisées comme agents moussants et émulsionnants (MASSON et al., 1992 et ÖNNING et AS P, 1993).

➤ *Les Anthocyanines*

Les anthocyanines sont des pigments hydrosolubles, responsables de la plupart des couleurs rouges, bleues et aussi des pourpres des tissus végétales. Ils ont la capacité de former des structures de résonance par changement de PH. Ce sont des dérivés glycosylés polyhydroxylés ou polyméthoxylés des sels de 2- phénylbenzopyrylium ou de flavylium (LANHERS, 1988).

➤ *Les tannins condensés*

Les proanthocyanidines sont des composés phénoliques hétérogènes formés par la condensation des unités flavan-3-ols et flavan-3-4-diols (figure 2) (KAUR et al., 2000). Les deux groupes majeurs des proanthocyanidines sont les procyanidines et les prodelphinidines, les monomères constitutifs des procyanidines sont la catéchine et l'épicatéchine qui sont substituées par l'acide gallique, en position 3 ou plus rarement en position 7. Ces monomères de prodelphinidines sont lagalocatéchine et l'épigalocatéchine, mais on distingue également des monomères de quercétine et de myricétine (ANDERSEN et MARKHAM, 2006).

➤ *Les coumarines*

Les coumarines sont des dérivés d'acides cinnamiques ortho-hydroxylés (DEAN, 1963), leur squelette de base est constitué de deux cycles accolés avec neuf atomes de carbone (figure 4) (FORD et al., 2001). Les acides p-coumariques et coumarique sont parmi les composés phénoliques les plus répandus (RIBEREAU et GAYON, 1968).

➤ *Les flavonoïdes*

Les flavonoïdes tirent leurs origines du mot latin « flavus = jaune » (JOVANOVIC et al., 1997). Ce sont des produits quasi universels des végétaux, l'une de ces fonctions majeures est la coloration des fleurs, ces couleurs exercent un effet attracteur sur les insectes dans les feuilles (MIDDLETON et al., 1993), ces composés sont associés à de nombreux processus physiologiques et survivaux des plantes ; ainsi, les flavonoïdes protègent la plante vis-à-vis des radiations UV-B et des pathogènes fongiques (LOWRY et al., 1980). De plus les flavonoïdes sont impliqués dans la photosensibilisation, le transfert d'énergie et le développement des plantes en interagissant avec les diverses hormones et régulateurs de croissance. On peut également noter que les flavonoïdes ont un rôle dans le contrôle de la respiration, la photosynthèse et la détermination du sexe (HARBORNE et al., 1999). Parmi les composés flavoniques les plus abondants dans l'espèce de *Peganum harmala* L. sont : Acacétine-7-O-rhamnoside, Acacétine-7-O-[6-O-glucosyl-2''-O-(3'''-acetylramnosyl)] glucoside et Acacétine-7-O-(2'''-O-rhamnosyl-2-O-glucosyl)glucoside (HALIM et al., 1995 et SHARAF et al., 1997).

➤ *Les alcaloïdes*

Les alcaloïdes sont dérivés des acides aminés, stockés dans une forme protonée généralement dans la vacuole qui est caractérisée par son acidité, ils jouent un rôle dans la défense contre les microorganismes et les animaux (Heldt, 2005).

Concernant la famille des Hallucinogèneae, la production d'alcaloïde est signalée chez l'espèce de *Peganum harmala* L.(FARNSWORTH, 1968). avec des quantités importantes en type beta carbolinine tel que : harmine, harmaline, harmalol et harmane et de type quinazolinique tels que : la péganine, le péganol, la vasicine, l'oxyvasicine et désoxyvasicine (KAMEL et al.,1970).

I.1.7 Toxicité de la plante :

Toutes les parties de la plante sont considérées comme toxiques, notamment les graines qui sont les plus riches en alcaloïdes (3 à 4%). La teneur des alcaloïdes est maximale en été(Mahmoudian et al., 2002).

Chez l'homme, les doses toxiques entraînent une dépression du système nerveux central, accompagnée d'un affaiblissement des fonctions motrices, de troubles de la respiration, d'un abaissement de la tension sanguine dû en grande partie à la faiblesse du muscle cardiaque et d'une chute de la température(Kemassi et al., 2014).

Les effets toxiques de décoctions de graines et de feuilles sur la mortalité et le développement des larves de 3ème stade de *Drosophilamelanogaster* ont montrés qu'un traitement par ingestion possède une bonne activité larvicide de ces extraits avec des taux de mortalité pouvant aller jusqu'à 100 % pour les doses les plus élevées des extraits de graines. Notamment, les composés chimiques contenus dans les extraits, agissent sur le cycle de développement de la mouche car la plupart des pupes n'atteignent pas l'âge adulte (Habbachietal., 2013).

I.2 Généralité sur Les insectes :

L'insecte représentent une des groupes d'organismes les plus diversifiées parmi tous les êtres vivant, les estimations de leur diversité actuelle sont de l'ordre de millions d'espèces (STORK, 1997). Les insectes nuisibles sur les grains pour rester en vie, les insectes ont besoin de nourriture, d'air et d'eau. Les céréales stockées fournissent très souvent un endroit idéal pour le séjour et le développement des insectes car la nourriture, l'air et l'eau s'y trouvent en quantités suffisantes. C'est pourquoi certaines espèces d'insectes infestent les céréales stockées (Inge de Groot, 2004). les insectes des denrées stockées dont *Tribolium castaneum* représentent un partie très important des ravageurs de denrées stockées (SYED SHAYFUR et al., 2007)

En Algérie :

Un nombre important d'insectes des stocks ont été recensées sur les grains de céréales stockées dans différentes régions d'Algérie (Mebarkia et al., 2001; Tazerouti et al., 2001) rapportent que parmi les espèces les plus rencontrées sur les céréales stockées viennent en premier lieu *Tribolium castaneum* avec 30 % suivi de *Sitophilus granarius* avec 20 % et ensuite *Trogoderma granarium* avec 10 %.

I.2.1 Description *Tribolium castaneum* Herbst :

Les *Triboliums* sont des Coléoptères Tenebrionidae qui sont très souvent associés aux denrées alimentaires. Dans ce genre on trouve : *T. confusum* *T. castaneum* *T. destructor* et *T. madens* (CALMONT et SOLDATI, 2008) .C'est un insecte appartenant à la famille de tenberionidae .L'adulte mesure de 2,3 à 4,5 mm, de couleur brun rougeâtre, la tête et la partie supérieure de thorax sont couvertes de minuscules ponctions et ailes élytres sont striées sur toute leur longueur, l'antenne sont agrandies à la pointe capitale avec yeux sont de couleur rouges, noir .Les œufs ont une longueur d'environ 0,5 mm ,cylindrique et blanc ou incolore, ils sont collants qui les fait se couvrir de farine et coller aux récipients , contrairement *Tribolium confusum* , espèce voisine , le chaperon ne dépasse pas l'œil latéralement , Les larves est environ huit fois plus longue que large, d'un jaune très pâle à maturité, la tête est brun pâle (DELOBEL et TRAN, 1978).

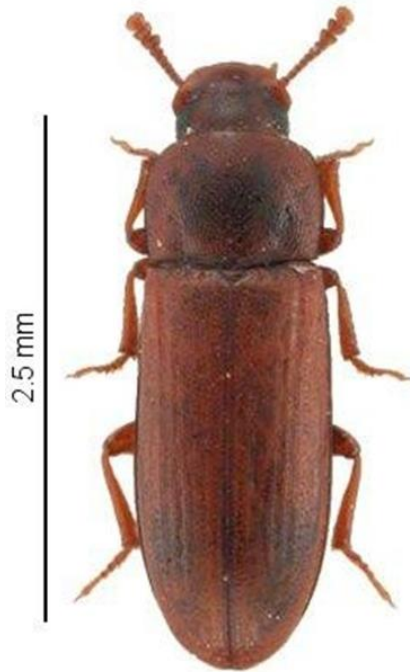


Figure 4 : *Tribolium castaneum* adulte ([http://jcringenbach.free.fr / tenebrioniae / Tribolium castaneum.jpg](http://jcringenbach.free.fr/tenebrioniae/Tribolium%20castaneum.jpg), 1792)

I.2.2 Origine et distribution géographique :

L'espèce paraît originaire d'Asie du Sud : on l'a trouvée dans de la nourriture placée dans la tombe de Toutankhamon (1345 avant J.-C.) : elle est actuellement cosmopolite. Il existe dans le monde de très nombreuses lignées présentant des caractères de résistance attestée aux insecticides, aussi bien fumigants que non fumigants (Delobel et Trane, 1993). Par temps chaud, les adultes volent et peuvent être transportés par le vent dans les maisons ou d'autres bâtiments (Dave et al., 2001) *Tribolium castaneum* on le trouve dans toutes les parties du monde. Il existe là où les céréales stockées existent sous forme de grains ou de farine. Il est très abondant dans les régions tropicales. Sous climats froids, il est présent uniquement dans les stockages à température élevée (Christine, 2001)

I.2.3 Position systématique de *Tribolium castaneum* :

Selon Weidner et Rack (1984) la classification de ce ravageur se résume comme suit:

Embranchement: Arthropodes

Classe: Insectes

Ordre: Coléoptères

Sous-ordre: Polyphaga

Famille: Tenebrionidae

Genre: Tribolium

Espèce: Tribolium castaneum (Herbst).

Nom commun : tribolium rouge de la farine, red flour beetle, خنفساء الدقيق الصدئية

I.2.4 Description biologique

œufs :

Les œufs sont blanchâtres ou sans couleur et microscopiques dans la taille, avec des particules de nourriture adhérentes à la surface.

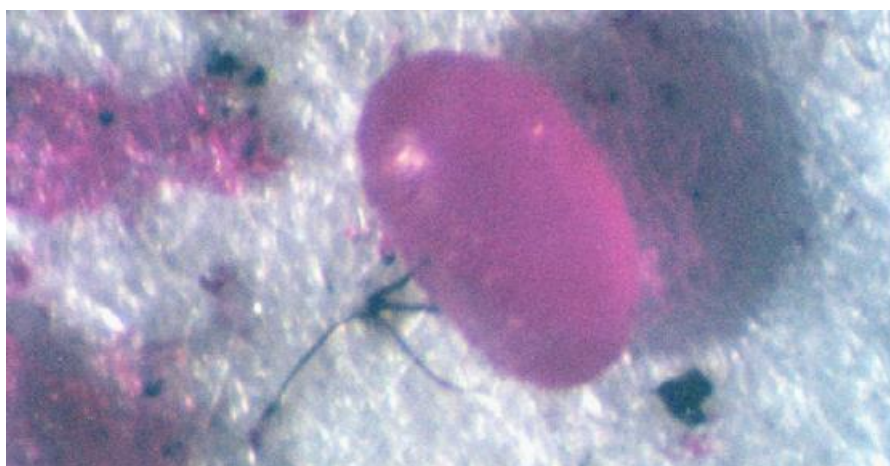


Figure 5: Eggs of Tribolium castaneum stained with 0.05% acid fuchsin.

Larve :

On observe de 5 à 8 stades larvaires dans les conditions optimales de développement, mais jusqu'à 13 lorsque les conditions sont défavorables. La larve est environ huit fois plus longue que large d'un jaune très pâle à maturité, avec latéralement quelques courtes soies jaunes. Le dernier segment abdominal est terminé par une paire d'urogomphes recourbés vers le haut, dans un plan perpendiculaire à celui du corps . Elle se distingue de la larve de T.confusum par la pilosité du labre, réduite à deux touffes de soies latérales. Sur les dents ornant latéralement les segments abdominaux de la nymphe c'est la soie postérieure qui est la plus courte (Delobel et Trane, 1993).



Figure 6 :larve de Tribolium castaneum

Nymphe :

La nymphe a une forme cylindrique. Elle est de couleur blanchâtre virant vers le jaune. La partie terminale de l'abdomen porte deux épines (Christine, 2001). Noter la pigmentation plus développée chez la nymphe la plus âgée chez laquelle on distingue notamment les yeux et l'extrémité des mandibules par leur pigmentation .



Figure 7 :Nymphes de Tribolium castaneum. Vues dorsale et ventrale

Source : <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/ATP/images/tri-nym.jpg>

Adulte :

Adulte brun rougeâtre et mesure 0,4 cm de longueur (Dave et al., 2001). On le distingue de l'espèce voisine *T.confusum* par les caractères suivants : trois derniers articles des antennes nettement plus gros que les précédents formant une massue distincte : absence de crête au-dessus de l'œil. Les yeux sont ovales plus petits que chez *T.confusum*. Ils sont séparés ventralement par une distance à peu près égale à leur propre largeur en vue ventrale. Cuticule de la tête et du pronotum microréticulée paraissant terne entre les points. Au moins l'une des interstries 4 à 8 est fortement carénée sur toute sa longueur. Dimorphisme sexuel : la base du fémur antérieur possède chez le mâle un tubercule pilifère arrondi qui est absent chez la femelle (Delobel et Trane, 1993).

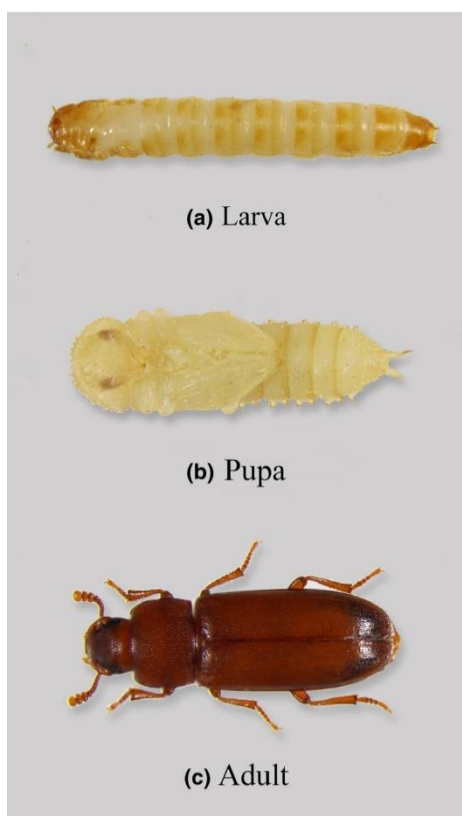


Figure 8: Different life stages of red flour beetle *Tribolium castaneum*

I.2.5 Cycle de développement :

Le développement de l'œuf à l'adulte est bouclé en 28 jours lorsque les conditions de température et d'humidité sont optimales (31 °C et 15 %). Le développement est plus lent en présence de faibles conditions d'humidité (8 %) (Dave et al., 2001). Dès trois jours, la femelle pond quotidiennement une dizaine d'œufs qui, vers 30°C, éclosent au bout de cinq jours. Les œufs sont déposés en vrac sur les graines et sont difficiles à déceler. Les larves circulent librement dans les denrées infestées et s'y nymphosent sans cocon. À 30°C, la vie larvaire dure à peu près trois semaines et l'adulte émerge de la nymphe six jours après sa formation.

(Kassimi, 2014). La durée moyenne de développement de l'œuf à l'adulte sur millet est de 37 jours à 25°, de 26 jours à 28°, de 23 jours à 35°, de 21 jours à 38° (pour une HR de 70%).

Selon le régime alimentaire, la durée du cycle peut atteindre 120 jours à des températures comprises entre 35° et 38°. La longévité moyenne est de 250 jours à 25°, 200 jours à 30°, 2 à 3 mois à 35° sur grains de blé, plus d'une année sur farine (maximum observé: 4 ans) (Delobel et Trane, 1993) La femelle pond entre 500 et 800 œufs (Kassimi, 2014)



Figure 9: Larve (A), Nymphe(B) et Adulte (C) de *T. castaneum*

Source : <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/ATP/tri-dvt.htm>

I.2.6 Pertes et dégâts :

Tribolium castaneum, déprédateur secondaire dans la succession des insectes ravageurs des denrées stockées, ne peut s'attaquer qu'à des grains préalablement troués. Dès lors, il est difficile d'estimer les dégâts causés par cet insecte. Le *T. castaneum* est capable d'infester ; L'avoine, Grain et farine de blé, Riz, Maïs, Orge, Pois sec, Haricot, les graines de coton, Cacao, Gingembre et divers épices (DELOBEL et TRAN, 1993) .Ce parasite infeste le riz, maïs, sorgho, millet, les légumineuses, le manioc et farine de manioc et l'igname, les Adultes et larves se nourrissent surtout des brisures, ils Attaquent les grains endommagés, ils affectionnent les germes des grains (ROBICHE et al., 2002) .Son mouvement et sa dispersion dans la nature d'après CAMPBELL et HAGSTRUM (2002) sont favorisés par plusieurs facteurs comme :

- Densité des insectes

- L'âge des insectes
- Qualité de nutrition
- L'héritabilité (facteurs génétique) de dispersion
- La réponse aux substances volatiles de l'alimentation et aux phéromones d'agrégation
- La fitness de reproduction qui augmente les chances de colonisation.

I.2.7 Méthode de lutte :

Beaucoup de méthodes sont utilisées pour la lutte contre la majorité de ravageurs des denrées alimentaire (inclut l'espèce *T. castaneum*). Toutes ces raisons militent en faveur de la recherche de méthodes alternative de lutte en particulier l'utilisation des extraits de plantes propriétés insecticide et / ou insectifuge, qui soient plus coûteuse et efficace, faciles à adopter pour les producteurs du tiers monde. En effet les plantes ont été longtemps utilisées par les paysans pour saveur des aliments ou pour protéger le produits récolté (JACOBSON, 1989, KEITA et al, 2000 ; ISMAN, 2000).

I.2.7.1 Lutte préventive :

D'après TARUVINGA et al. (2014), on adopte pour celle-ci les procédures suivantes :

- Nettoyage et séchage des grains et les installations des entrepôts
- Contrôle de température et d'humidité avant et après le stockage des grains.
- L'entreposage des grains en vrac
- Les dégâts causés aux grains seront contrôlés régulièrement

I.2.7.2 Lutte biologique :

La lutte biologique prend diverses formes, mais celles qui attirent l'attention des chercheurs à l'heure actuelle est la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles d'origines végétales comme insecticides (BOUTALEB JOUTEI, 2010) . Pour diminuer l'utilisation des pesticides et insecticides qui se sont révélés dangereuses aussi bien à l'homme qu'à l'environnement, la nouvelle technologie s'est penchée sur le contrôle biologique des parasites qui est à la fois efficace et sélective (AZAIZEH et al., 2002)

A) Utilisation des plantes insecticides : des plantes indigènes dans la conservation des récoltes a été pratiqué avant même l'apparition des insecticides de synthèse. Les plantes sont utilisées contre les ravageurs pour leurs effets répulsifs, de contact ou fumigeant. Les molécules actives peuvent varier d'une famille à une autre et à l'intérieur d'une même famille et la sensibilité peut différer pour un insecte donné d'un stade à un autre (Boeke et al., 2004). Les extraits des plantes naturels sont utilisés dans les petites fermes de nombres pays africains pour lutter contre les insectes ravageurs des grains en raison des conditions économiques ne permettant pas l'utilisation de pesticide classiques (NIBER, 1994).

B) Activités biologiques des constituants des huiles essentielles : Différents travaux font référence à l'utilisation d'huiles essentielles pour la protection des denrées stockées contre les insectes et les ravageurs (Ibrahim et al., 2001). Les huiles essentielles des plantes font partie ces dernières années des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs. Leur application dans la protection des stocks a fait l'objet de nombreux travaux. Leur toxicité s'exprime de différentes manières activités ovicide, larvicide, antinutritionnelle et inhalatoire (Kéita et al., 2000).

I.2.7.3 La lutte chimique :

L'utilisation des insecticides chimique constitue à l'heure actuelle la technique la plus pratiquée pour lutter contre les insectes ravageurs, le recours aux produits chimique d'origine végétales apparait comme la meilleure alternative de lutte propre contre ces ravageurs (ABBASSI et al., 2005) Depuis la venue des composés organiques de synthèse, on regroupe les insecticides en insecticides organiques (les organochlorés, organophosphorés, carbamates et pyréthrinoides représentent la grande majorités des insecticides organiques de synthèse qui ont été employés ou sont utilisés actuellement) , et inorganiques (généralement à base d'arsenic ou de fluosilice, ils sont aujourd'hui prohibés) (Regnault-Roger, Philogène B.J.R., 2005) .Selon Philogène (2005) L'utilisation intensive des insecticides de synthèse pour lutter contre les insectes phytophage sa conduit à la contamination de la biosphère (WMO, 1965).

I.2.7.4 Lutte physique :

L'irradiation et la lutte par le froid : Ces méthodes, bien que procurant de bons résultats, ne sont guère présentes en Afrique du fait du cout de l'énergie et de la lourdeur des installations de base (Gueye et al., 2010).

L'insolation : C'est une pratique effectuée le plus souvent avant emmagasinage des récoltes. Elle permet d'achever le séchage et de faire fuir les insectes grâce à la chaleur et à l'incidence directe des rayons solaires (Lale et Vidal, 2003).

L'enfumage : Il est surtout pratiqué en milieu rural autant pour les vivres que les semences. Dans le cas des semences, essentiellement de mil et de maïs, les épis sont suspendus au-dessus du foyer, lui conférant une immunité contre les insectes grâce à la chaleur et à la fumée. L'accumulation potentielle de substances délétères issues des fumées n'a pas non plus fait l'objet d'une attention ou de recherches particulières (Gueye et al., 2010).

I.2.7.5. Lutte mécanique :
CRUZ et al. (1988), ont cité les méthodes suivantes : transilage, secouage, passage au tarare à grain comme moyen de lutte mécanique. Ces opérations éliminent spécialement les adultes. A grande vitesse de rotation l'entoleter sert à centrifugé les grains, tue les organismes vivants présents dans le produit, il est fréquemment utilisé dans les moulins de semoules.

I.3 Généralité des huiles essentielle :

Au cours de ces dernières années, le secteur des huiles essentielles a bénéficié d'une croissance rapide, soutenue en particulier par l'étendue et la diversité des secteurs d'application de ces extraits naturels. Les huiles essentielles disposent de nombreux atouts. Elles sont utilisées, pendant de nombreux siècles dans la plupart des civilisations, à des fins religieuses, cosmétiques et médicales. Aujourd'hui, ces extraits de plantes sont encore largement utilisés et ont une importance considérable dans le commerce international.

I.3.1 Définition des huiles essentielle :

Le terme « huile essentielle » est strictement réservé au produit aromatique issu de la distillation, compte tenu du fait, comme nous le verrons ci-après que les autres techniques d'extraction ne permettent pas d'obtenir l'huile essentielle en tant que telle. Avant son extraction, lorsqu'elle se trouve dans la plante, l'huile essentielle est appelée essence. Les essences sont des mélanges complexes de métabolites secondaires – caractérisés ainsi car ils ne participent pas directement à la croissance de la plante - impliqués dans des mécanismes de défense ou d'attraction de la plante ; défense contre les herbivores ou les phytopathogènes (champignons, virus et bactéries) ou l'attraction de pollinisateurs, elles constituent des stimulus pour les microorganismes bénéfiques et participent aussi à la protection de la plante contre les rayons UV (Theis & Lerda, 2003)

Ceux sont des substances odorantes et très volatiles, c'est-à-dire qu'elles s'évaporent rapidement dans l'air (BEKHECHI et ABDELOUAHID, 2014). Elles présentent un indice de réfraction élevé (LAKHDAR, 2015)

I.3.2 Localisation des huiles essentielle :

Les huiles essentielles n'existent quasiment que chez les végétaux supérieurs (BEKHECHI et ABDELOUAHID, 2014)

Elles se retrouvent dans des glandes minuscules situées dans différentes parties de la plante aromatique : les feuilles, les fleurs, les fruits, les graines, l'écorce et pour certaines plantes dans les racines (MAKHLOUFI, 2013)

D'après DJARRI (2011), la formation des huiles essentielles dans les végétaux est le résultat d'une multitude de réactions biochimiques dont certaines ne sont pas encore élucidées.

I.3.3. Les types d'extraction des huiles essentielle :

- **Extraction par hydrodistillation :**

L'hydrodistillation simple consiste à immerger directement le matériel végétal à traiter dans un alambic rempli d'eau qui est ensuite portée à ébullition. Les vapeurs hétérogènes sont condensées sur une surface froide et l'huile essentielle se sépare par différence de densité (Luicita-Laguner, 2006 et Bruneton, 1999).

- **Extraction par les solvants organiques**

Cette méthode est utilisée pour les organes végétaux présentant une concentration en essence relativement faible ou pour les essences que l'on peut extraire par distillation. Elle est basée sur le pouvoir qu'ont certains solvants organiques à dissoudre les effectués à l'aide d'un solvant volatil dont l'évaporation laisse un résidu cireux, très coloré et très aromatique appelé « concrété » (Duraffourd et al., 1990).

- **Extraits aqueux**

Ils peuvent se faire soit à l'eau froide ou à l'eau chaude. Ils diffèrent par les méthodes d'extraction aqueuses des plantes, dont les principales sont:

- L'infusion :** Ici l'eau bouillante est versée sur les plantes dans un récipient couvert, puis maintenue en contact durant 5 à 10 minutes. L'ensemble est filtré pour l'infuser. L'infusion est adaptée aux parties des plantes délicates telles que les feuilles, les fleurs et les sommités fleuries (Fluck, 1997 in Abbaoui, 1998 et Beloued, 1998).
- La macération :** C'est une solution obtenue en traitant pendant un temps plus ou moins long une plante ou une partie de celle-ci par immersion dans l'eau froide (Fluck, 1997 in Abbaoui, 1998 et Beloued, 1998).
- La décoction :** La plante est mise dans l'eau bouillante et maintenue en ébullition pendant 5 à 15 minutes. On filtre ensuite le liquide obtenu (le décocté) (Fluck, 1997 in Abbaoui, 1998 et Beloued, 1998). Cette technique est adaptée aux parties dures et compactes (bois, écorce, tige, racine) qui ne délivrent leurs principes actifs que sous l'action prolongée de la chaleur.

I.4 Les huiles fixes :

I.4.1 Définition :

L'huile végétale est une matière grasse, onctueuse et épaisse, souvent liquide à température ambiante et qui est insoluble dans l'eau, les huiles se composent de lipides formés de triglycérides composés des molécules des acides gras estérifiées par le glycérol (une molécule d'alcool). Ce sont des composants majeurs de l'énergie du corps humain, car les matières grasses fournissent des calories en grand nombre. Les huiles les plus importantes de nos jours sont les huiles de soja, colza, olive (Boutayeb, 2013).

I.4.2 Composition chimique

La composition chimique des huiles végétales correspond dans la plupart des cas à un mélange de 95 % de triglycérides et 5 % d'acides gras libres, de stérols, cires, et autres composants minoritaires. Les triglycérides sont des triesters formés par la réaction d'acides gras sur les trois fonctions alcools du glycérol (Gilles, 2007).

I.4.3 Méthode d'extraction :

Depuis la description de l'obtention de l'huile d'olive par Pline ou celle, plus ancienne de la presse assyrienne à huile de sésame et jusqu'aux modernes presses à vis, le principe de l'obtention des huiles n'a pas varié : la pression de la matière première fournit directement l'huile. Les procédés actuels utilisent également des solvants organiques et dans les deux cas, l'huile brute est habituellement soumise à diverses opérations de raffinage (Bruneton, 2009).

- **Extraction par pression** : on utilise des presses à vis qui donnent un meilleur rendement en huile que les anciennes presses hydrauliques. Elles travaillent sous une pression plus élevée et ont des avantages supplémentaires.
- **Extraction par solvant** : ce type d'extraction peut s'appliquer aussi bien aux graines intactes qu'aux graines partiellement deshuilées par pressage. Le solvant utilisé généralement est l'hexane. Le taux de récupération de l'huile par cette méthode varie de 95 à 99% (Bruneton, 2009).

II. Matériel et Méthodes :

II.1 Matériel :

II.1.1 Matériel végétal :

Les graines de *Peganum harmala* ont été collectées dans la région de ghardaia et achetées à partir d'un herboriste à Ain temouchent. Ils ont été nettoyées des impureté, ensuit séchée à température ambiante et à l'abri de la lumière solaire, afin de préserver au maximum l'intégrité des molécules, le matériel végétal est broyé dans un moulin électrique pour préparer les extraits,



Figure10 :Les graines de peganum harmala en poudre

II.1.2 Insectes :

L'expérimentation est réalisée au niveau de laboratoire de biochimie a Sidi Bel Abbes sur un insecte parasite du blé « tribolium castaneum », ce choix de matériel animal se justifie par l'importance des dégâts de ce ravageur qui infeste les denrées stockées.



Figure 09 : insecte Tribolium Castaneum

II.2. Méthodes :

II.2.1 Préparation des extraits de Peganum harmala :

II.2.1.1 L'extrait aqueux :

L'extrait aqueux (EAq) est préparé en suivant la méthode décrite par Mbiantcha et ses collaborateurs (2011), avec quelques modifications. La macération est faite avec 100g de la poudre des graines dans 1l de l'eau distillée tiède pendant 3 jours. Une filtration sur coton hydrophile, puis sur papier Wattman N°3 a été effectuée. Pour l'évaporation de l'eau distillée, le filtrat est placé dans l'étuve à 45°C jusqu'à l'obtention d'un extrait, conservé par la suite, à -4°C jusqu'à son utilisation.



Figure11 :extrait aqueux

II.2.1.2 L'extrait hydrométhanolique :

L'extrait hydrométhanolique a été effectuée selon le protocole d'extraction décrit par Markham (1982) avec quelques modifications .

La poudre des graines (50g) est soumise à une extraction par macération dans le mélange méthanol/eau (85/15: v/v) sous agitation douce pendant 72 heures avec renouvellement de solvant chaque 24 heures à température ambiante et à l'abri de la lumière.

Après filtration sur coton hydrophile, puis à travers le papier Wattman N°3.

Les filtrats sont recombinaés puis évaporés (par un rotavapeur, BÜCHI) presque à sec et les résidus finaux ont été mis à sécher dans une étuve à 45°C, jusqu'à l'obtention d'un extrait sous forme de poudre conservée à -4°C jusqu'à son utilisation.

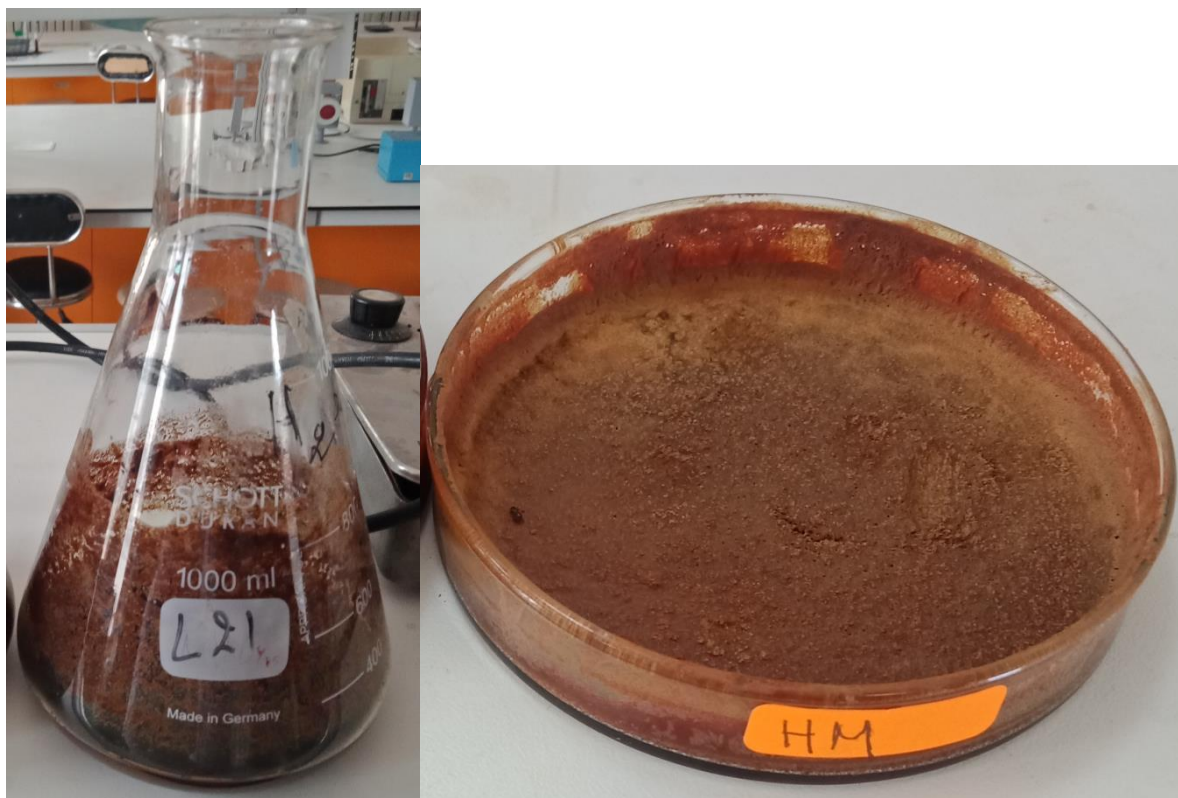


Figure12 : extrait hydrométhanolique

II.2.2 Dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes dans les extraits :

II.2.2.1 Dosages des polyphénols totaux : La quantification de ces métabolites est effectuée selon plusieurs méthodes analytiques.

La méthode la plus utilisée est celle de Folin-Ciocalteu.

a) Principe Le réactif Folin-Ciocalteu est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique (H₃PW₁₂O₄₀) et d'acide phosphomolybdique (H₃PMO₁₂O₄₀). L'oxydation en milieu alcalin du réactif Folin-Ciocalteu par les groupements oxydables des composés phénoliques conduit à la formation d'un mélange d'oxyde bleu. L'intensité de la coloration produite, qui a une absorbance maximale à 765nm, est proportionnelle à la quantité des polyphénols présents dans l'extrait analysé (Georgé et al., 2005).

b) Protocole Les polyphénols ont été déterminés en spectrophotométrie, en suivant le protocole réalisé par Li et ses collaborateurs (2007). Brièvement, 500µl du réactif Folin-Ciocalteu (dilué à 10% dans de l'eau distillée) sont ajoutés à 100µl d'extrait avec des

concentrations bien déterminées. Quatre minutes après, 400 μ l d' Na_2CO_3 (75mg/ml), sont additionnées au mélange réactionnel.

Après une incubation de 2 heures à température ambiante et à l'abri de la lumière, l'absorbance est lue à 765nm.

La droite d'étalonnage est réalisée par l'acide gallique (0-160 μ g/ml), en suivant les mêmes étapes de dosage. Les concentrations des composés phénoliques sont déterminées à partir de la droite de régression de la courbe d'étalonnage. Les résultats sont exprimées en microgramme équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait (μ g EAG/ mg).

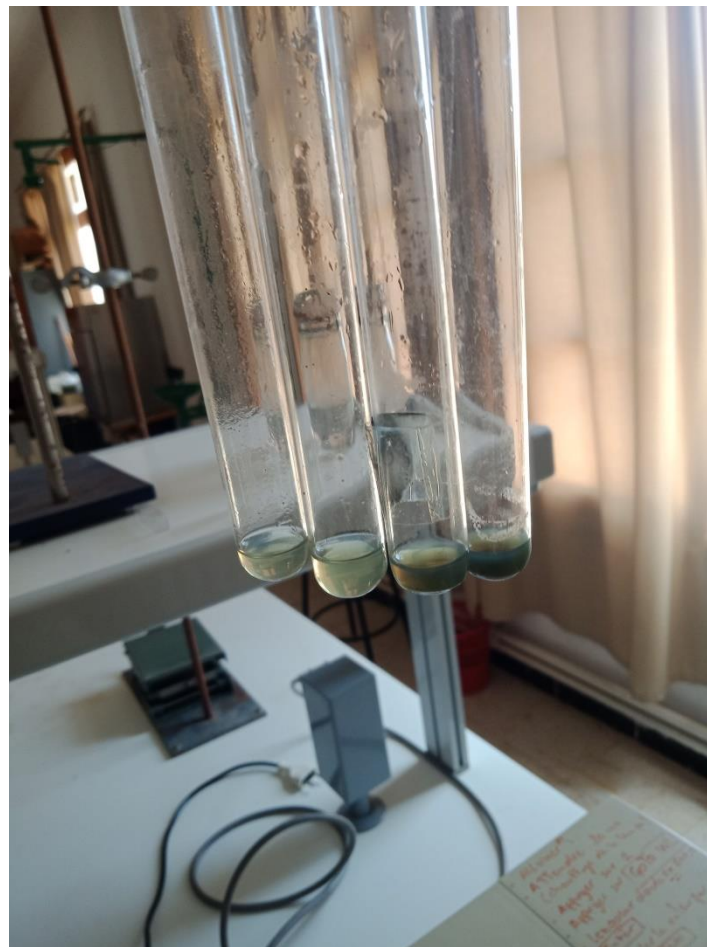


Figure 13 : dosage des polyphénols

II.2.2.2 Dosage des flavonoïdes :

La quantification des flavonoïdes, dans les extraits de *Peganum harmala*, a été effectuée par la méthode au trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$), en suivant le protocole de (Baharun et ses collaborateurs (1996).

- **Principe** : La formation d'une liaison covalente entre le trichlorure d'aluminium et les groupements hydroxyles (OH) des flavonoïdes produit un complexe de couleur jaune ayant une absorbance maximale à 430nm (Ababsa, 2009).
- **Protocole** : À 500 μ l d'échantillon, 500 μ l de la solution d' $AlCl_3$ (2% dans de l'méthanol) est ajouté. Après 10min d'incubation, à température ambiante et à l'abri de la lumière, les absorbances sont mesurées par le spectrophotomètre à 430nm. La gamme d'étalonnage de quercétine (0-40 μ g/mg) est établie. La quantité des flavonoïdes est déterminée à partir de la droite de régression des droites d'étalonnages. Les résultats sont exprimés en microgramme équivalent de quercétine par milligramme d'extrait (μ g EQ /mg).

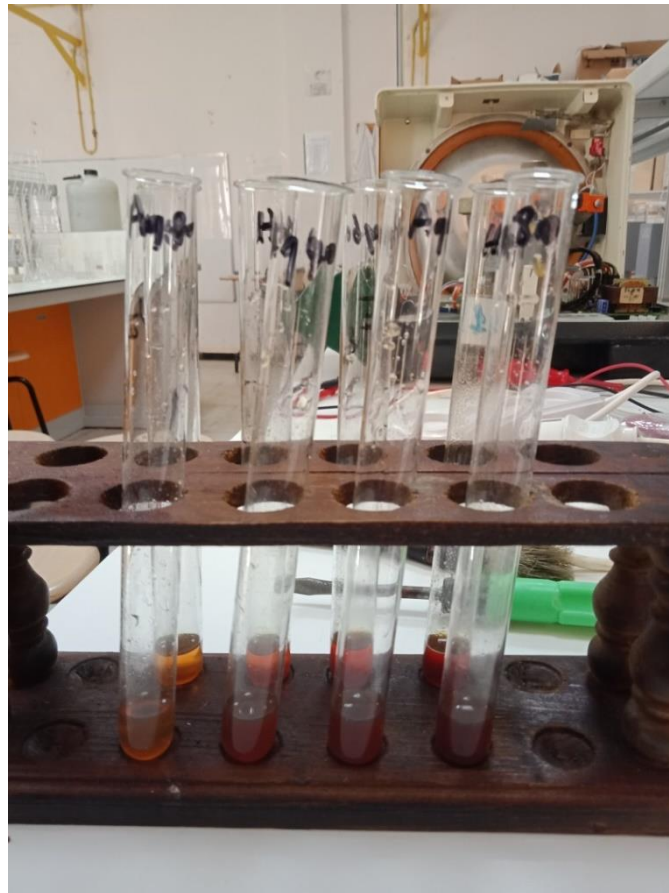


Figure 14 : dosage des flavonoïdes



Figure 15 : spectrophotomètre

II.2.3 Extraction d'huiles fixe :

L'extraction d'huile fixe de *Peganum harmala* a été préparée à l'aide d'un Soxhlet à partir de 50 g des graines broyées. Le matériel végétal broyé est placé dans une cartouche qui sera exposée au solvant d'extraction (Hexane 300ml) mené à une température d'évaporation (40 °C). Après environ 8 cycles d'extraction, la cartouche est retirée et le solvant chargé d'extrait est récupéré pour être concentré à sec sous vide à l'aide d'un évaporateur rotatif. L'extrait est conservé au réfrigérateur jusqu'à son utilisation (Figure 10) (Akpan et Jimoh, 2006 ; Grabia, 2006).



Figure16 : Soxhlet



Figure17 : rotavapeur



Figure18 : l'huile fixe

Rendement en huile fixe :

Le rendement d'huile fixe a été déterminé par la formule suivante :

$$R\% = \frac{\text{le poids d'huile obtenu après l'évaporation}}{\text{le poids initial de la matière végétale}} \times 100$$

II.2.4 Extraction d'huile essentielle (HE) :

Une portion (200 g) des parties aériennes de la plante se mise à une hydrodistillation, dans 1L d'eau distillée pendant au moins trois heures, en utilisant un appareil de type Clevenger (El Ajjouri et al., 2008) (Figure .11). La décantation est réalisée à l'aide d'une ampoule à décantée, le produit obtenu est déshydraté par du sulfate de sodium anhydre (Na_2SO_4), afin d'éliminer d'eau susceptible d'avoir été retenue dans la phase organique. Le produit ainsi obtenu, est une huile essentielle (Kemassi, 2008).

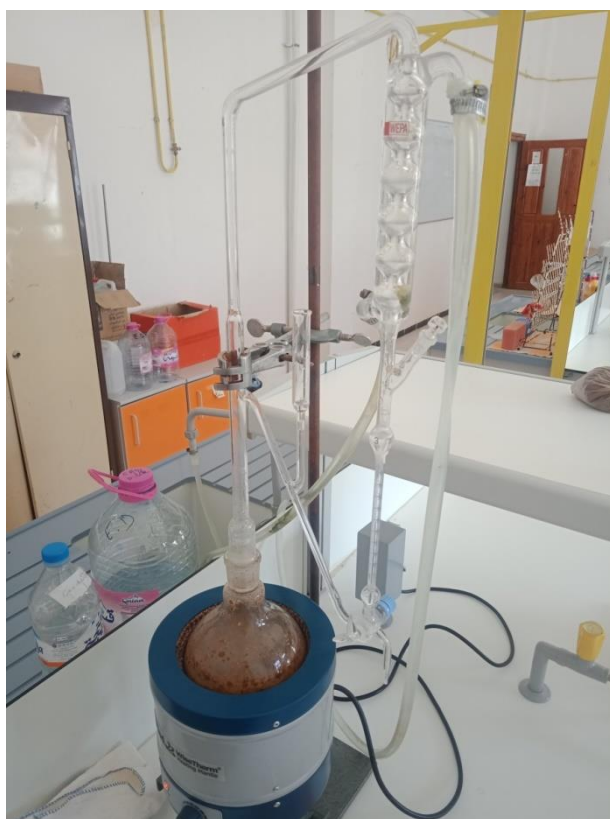


Figure19 : extraction des huiles essentiel par clevenger

Rendement d'huile essentielle :

Le rendement en huile essentielle est le rapport entre le poids d'huile et le poids de la matière végétale fraîche à traiter. Il est exprimé en pourcentage et calculé selon la formule suivante (Laghouiter, 2015)

$$\text{Rdt HE \%} = \frac{\text{MHE}}{\text{MVF}} \times 100$$

Rdt HE: Rendement en huile essentielle (%)

MHE: Masse d'huile essentielle (g)

MVF: Masse de matériel végétal frais (g)

II.3 Activités biologiques de la plante :

II.3.1 Détermination de l'activité insecticide :

un traitement par inhalation des différents extraits des graines (aqueux, méthanolique, huile fixe) à des concentrations de 20% et 60% et 100%.

Lot1: Témoin négatif (eau distillée)

Lot 2: l'huiles fixes (20%, 60 % et 100%)

Lot 3: Extrait hydrométhanolique (20%, 60 % et 100%)

Lot 4: Extrait Aqueux (20%, 60 % et 100%)

Lot 5: Témoin positif : (reçoit un pesticide DURSBAN de 0.15%)

A partir de ces extraits on a constitués 5 lots y compris le lot témoin positif et le lot témoin, chaque lot comporte 10 individus avec 3 fois répétition, ce qui fait le total de 450 individus.

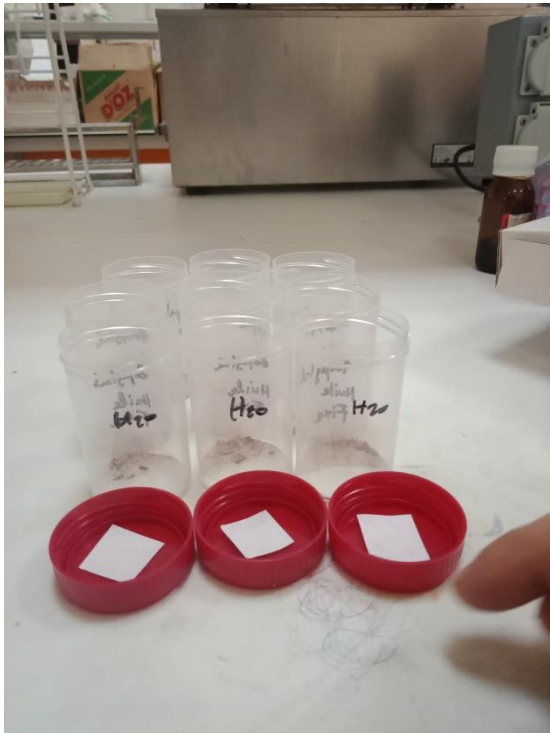


Figure 20 : Lot1: Témoin négatif (eau distillée)



Figure 21 : Lot 2: l'huiles fixes (20%, 60 % et 100%

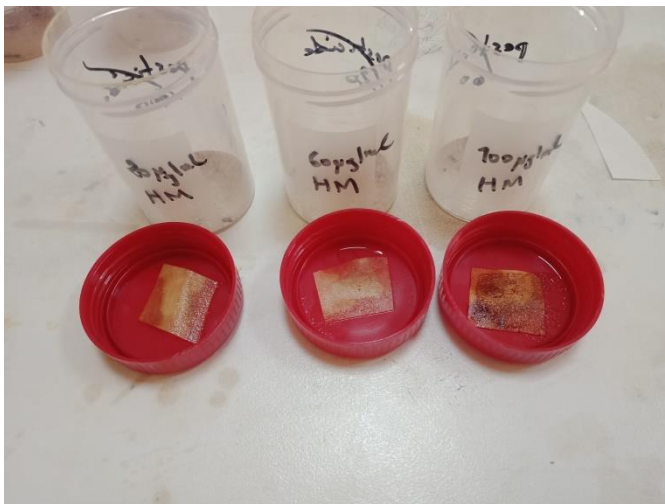


Figure 22: Lot 3: Extrait hydrométhanolique (20%, 60 % et 100%)



Figure23 : Lot 4 : extrait aqueux (20%, 60 % et 100%)



Figure24 :Lot 5: Témoin positif : (reçoit un pesticide DURSBAN de 0.15%)

III Résultats et discussion

III Résultats et discussion

III.1.1 Rendement d'extraction :

➤ **Extrait aqueux et extrait hydromethanolique :**

Les rendements ont été calculés en utilisant la formule suivante : déterminé par le rapport:
Rendement = Masse de l'extrait obtenu / Masse de la matière végétale sèche x100.

Tableau 01 : Rendement d' extrait aqueux et extrait hydromethanolique

Extrait	couleur	Rendement
aqueux	Marron foncé	25,5%
hydromethanolique	Marron clair	21,76%

➤ **L'huile fixe :**

Les rendements ont été calculés en utilisant la formule suivante : déterminé par le rapport:
Rendement = le poids d'huile obtenu après l'évaporation /le poids initial de la matière végétale ×100

Tableau 02: Rendement d'huile fixe

Extrait	aspect physique	Couleur	Odeur	Rendement %
Huile fixe	Liquide	Marron	Aromatique	14,63

III.2 Discussion :

Les résultats obtenus sont en faveur des extraits aqueux avec un rendement de 25,5 %.

Ces variations de teneurs peuvent être dues à plusieurs facteurs notamment le degré de maturité des graines de *Peganum harmala*, l'interaction avec l'environnement (type de climat, sol...), ainsi que le moment de la récolte et la méthode d'extraction (Laib, 2012).

De plus, la polarité des solvants utilisés jouent un rôle très important car l'eau est plus polaire que le méthanol (Syad shayfur R.Md. Mizanur R ,2007).

III.1.2 Dosage des polyphénols totaux :

La concentration des polyphénols totaux est déterminée par la méthode de Folin-Ciocalteu à partir d'une courbe d'étalonnage utilisant l'acide gallique comme standard, la quantité de polyphénols totaux a été exprimée en μg d'équivalent d'acide gallique par mg d'extrait (μg EAG/mg d'extrait). En plus de sa sensibilité, cette méthode de dosage présente une reproductivité puisque l'absorbance est étroitement corrélée à la concentration de l'acide gallique utilisée dans la gamme d'étalonnage, Droite d'étalonnage de l'acide gallique.

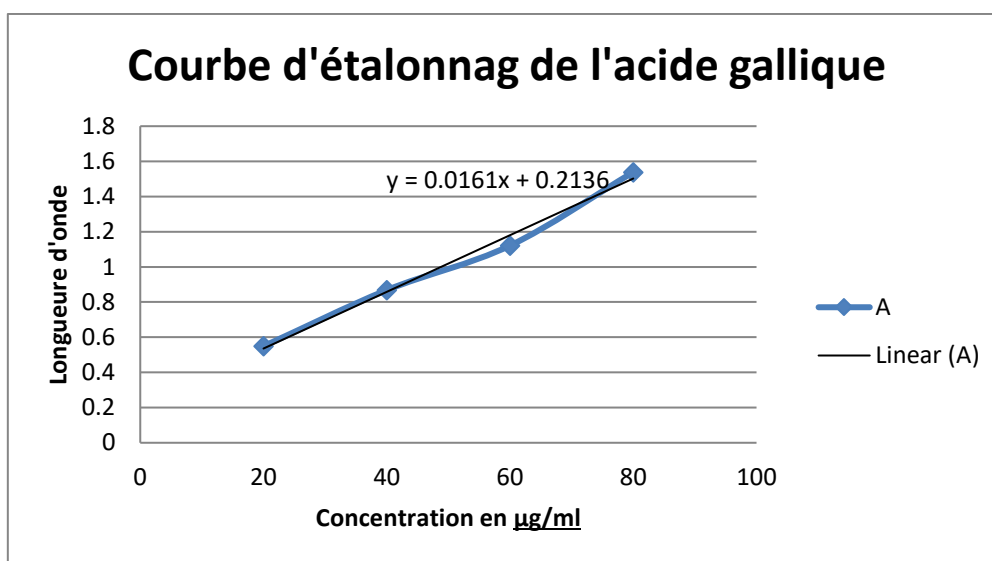


Figure25: courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour dosage des polyphénols totaux .

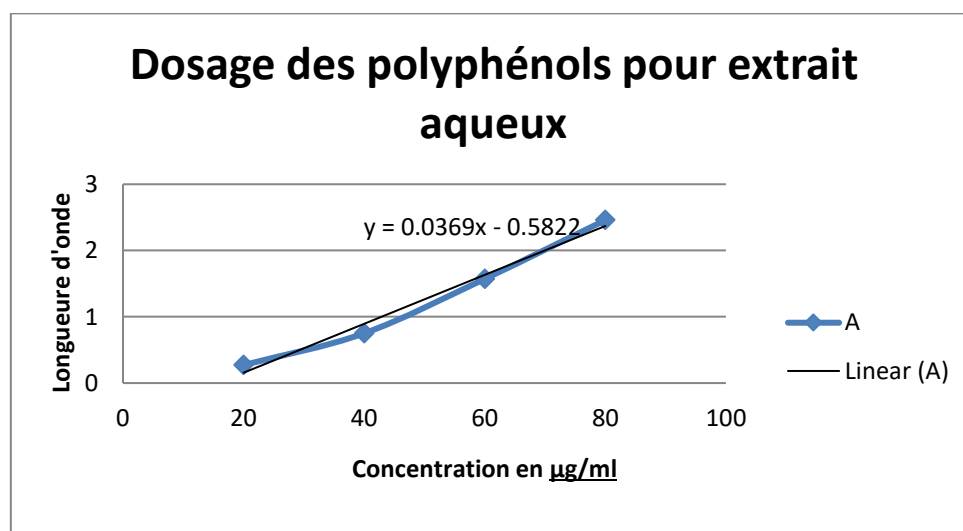


Figure26: courbe de dosage des polyphénols pour extrait aqueux.

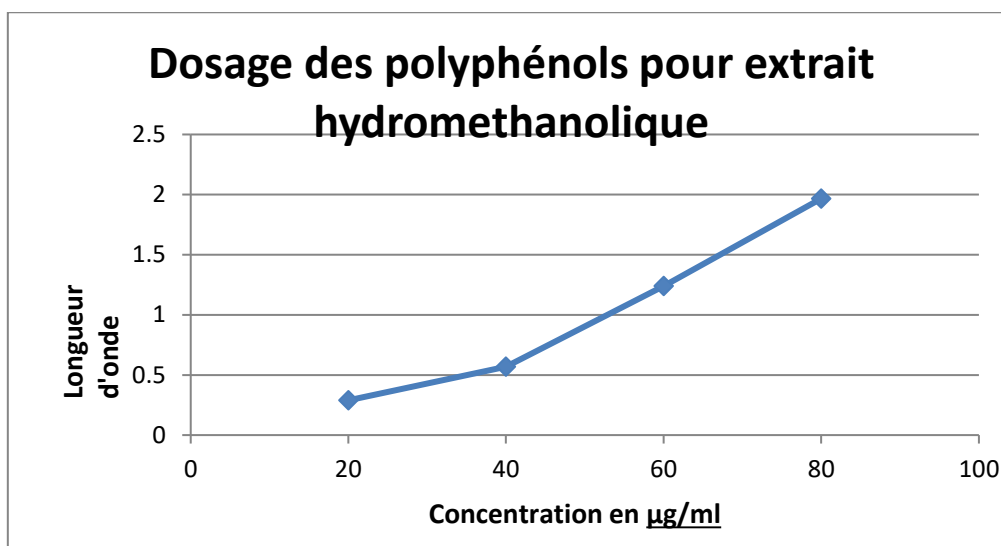


Figure27: courbe de dosage polyphénols pour extrait hydromethanolique.

Discussion :

A partir de ces résultats, on aperçoit que l'extrait hydrométhanolique est la plus riche en polyphénols que l'extrait aqueux, (58 μg EAG/mg; 55 μg EAG/mg) respectivement.

La déférence de teneur en polyphénols d'une plante dépend d'un certain nombre de facteurs intrinsèques (génétiques) et extrinsèques (conditions climatiques, les pratiques culturelles, la maturité à la récolte et les conditions de stockage).

A la lumière des résultats obtenus, on peut déduire que le extrait hydromethanolique et l'extrait aqueux des graines de Peganum harmala collecté en Algérie sont très riches en polyphénols. Ceci serait peut être utile pour envisager l'étude des activités biologiques.

III.1.3 Dosage des flavonoïdes :

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé par la méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl_3), en adaptant la même procédure utilisée pour l'établissement de la courbe d'étalonnage, en remplaçant la quercitine par des dilutions des extraits jusqu'à une concentration appropriée.

La teneur en flavonoïdes est exprimée en μg d'équivalent de quercitine par mg d'extrait (μg EQ /mg d'extrait).

En utilisant les valeurs des absorbances obtenues pour les différentes solutions de Quercetine ainsi préparées nous avons tracé la courbe d'étalonnage .

La teneur en flavonoïdes de différents extraits de Peganum harmala sont présentés en absorbance à 430nm.

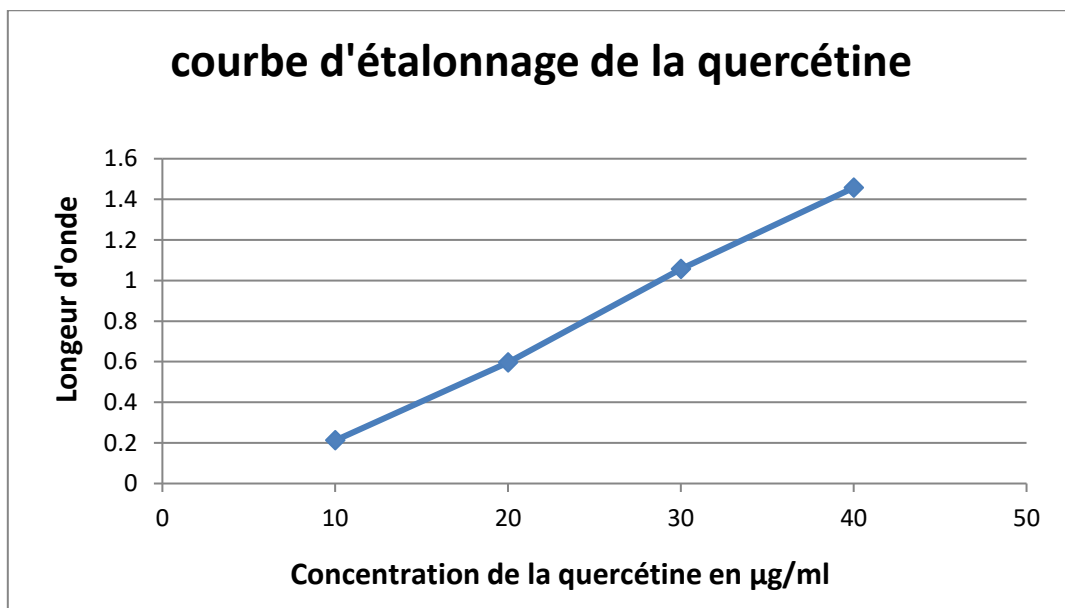


Figure28: courbe d'étalonnage de la quercétine pour dosage des flavonoïdes.

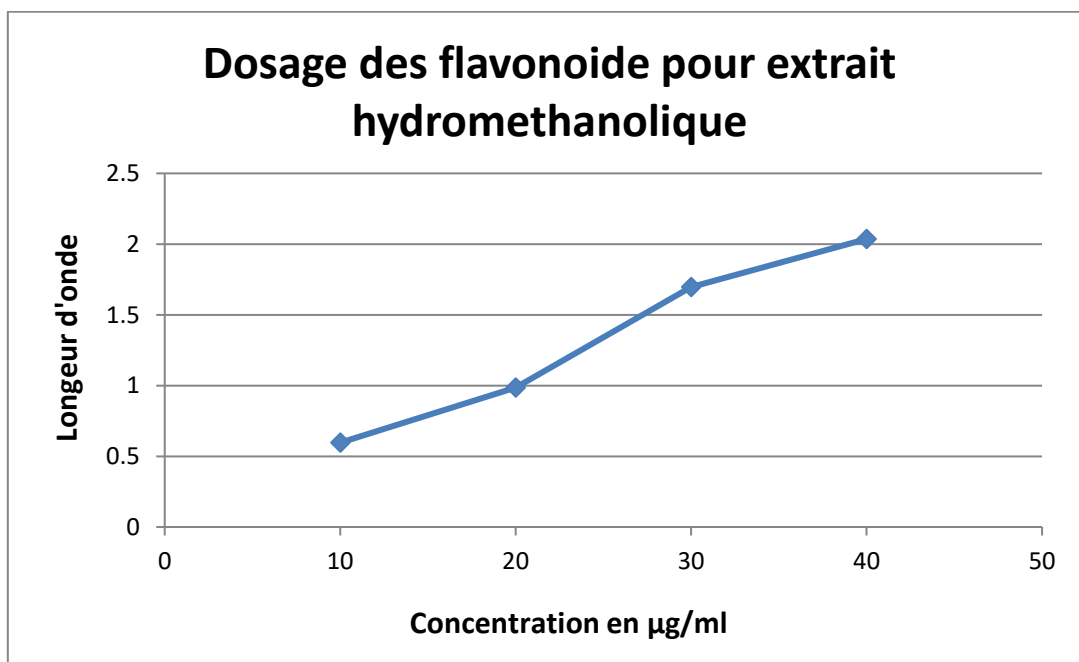


Figure29: courbe de dosage des flavonoïdes pour extrait hydromethanolique.

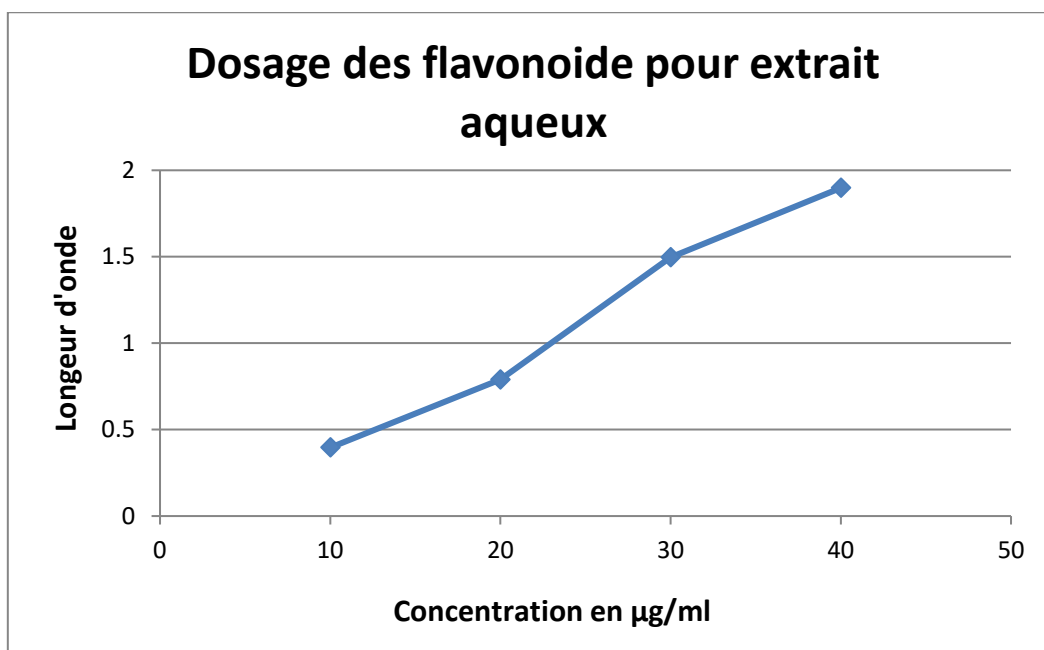


Figure30: courbe de dosage des flavonoïdes pour extrait aqueux.

Discussion :

Selon les résultats la teneur en flavonoïdes dans l'extrait hydrométhanolique (38 µg EQ / mg) est la plus grande que l'extrait aqueux (32 µg EQ/mg).

La différence de teneur en flavonoïde d'une plante dépend d'un certain nombre de facteurs intrinsèques (génétiques) et extrinsèques (conditions climatiques, les pratiques culturales, la maturité à la récolte et les conditions de stockage).

III.1.4 Observation et suivie de l'activité insecticide et Mortalité des insectes :

L'utilisation des différents extraits aqueux, hydrométhanolique à trois concentrations 20% et 60 % et 100% montrent une diminution des individus à travers le temps selon les concentrations administrées.

L'utilisation des extraits aqueux, méthanolique, à des concentrations de 20 % et 60% et 100% sur une période de 5 jours (durée d'expérimentation) a révélé une toxicité variable selon la nature du solvant et la concentration utilisée. Ainsi, les meilleurs résultats obtenus concernent les lots traités par l'extrait hydrométhanolique. La DL50 obtenue correspond à 100 % et un taux de mortalité de 80%

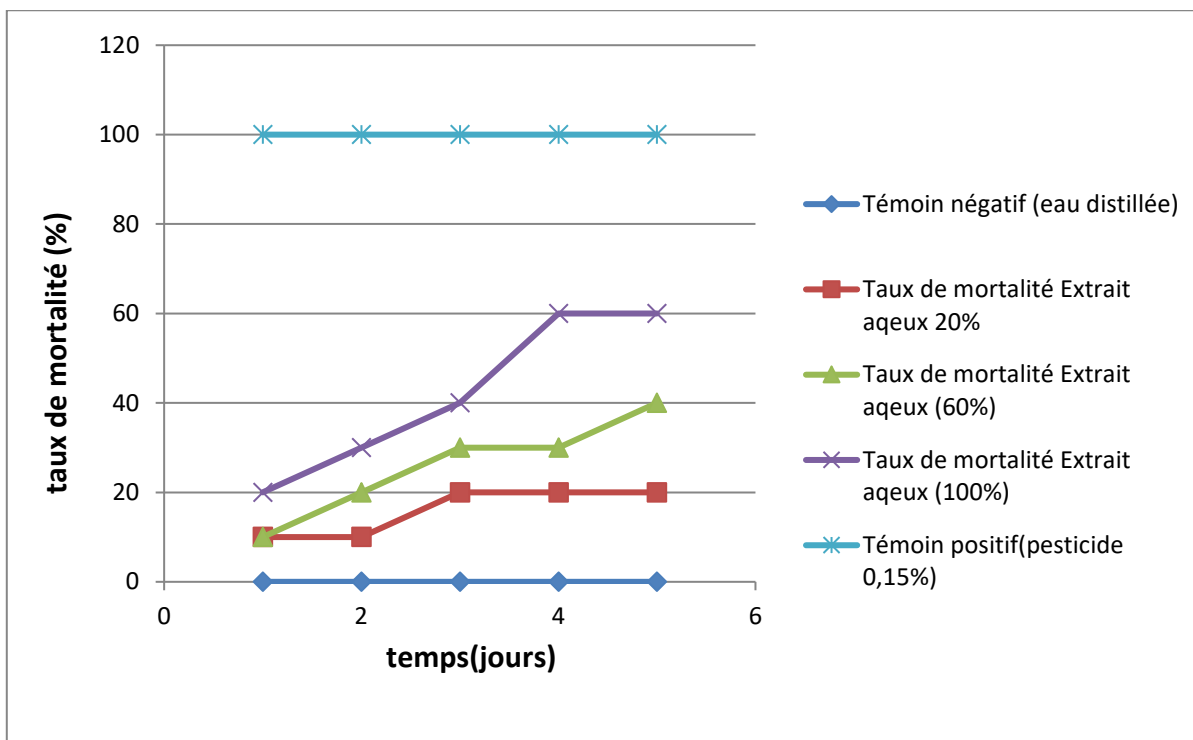


Figure 31 : Evolution de la mortalité des tribolium traités par les extraits aqueux

L'extrait aqueux est efficace avec une DL50 de 100 % et un taux de mortalité de 60%.

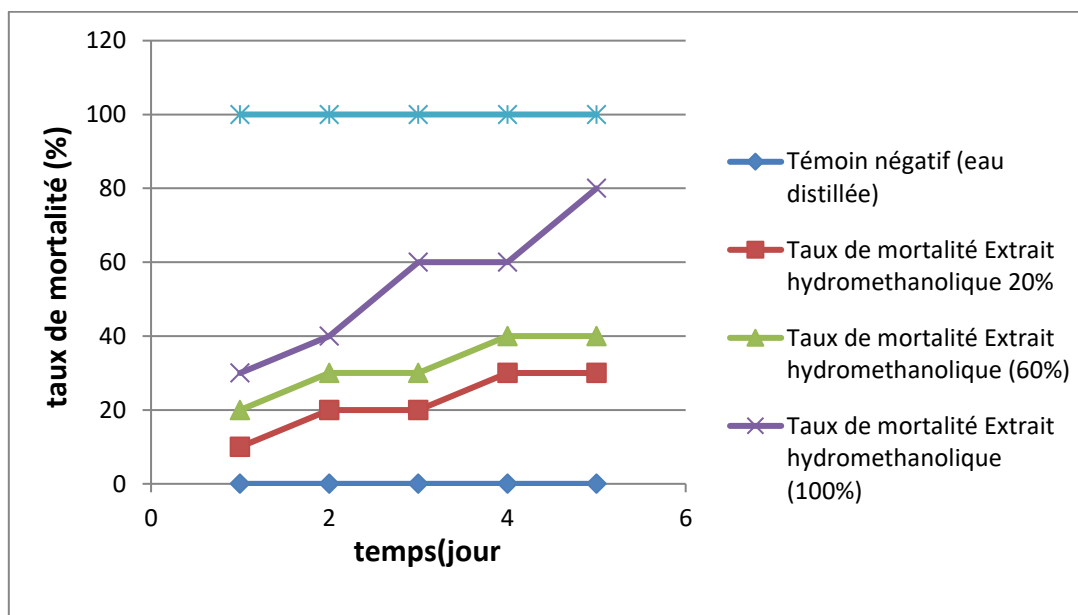


Figure 32: Evolution de la mortalité des tribolium traités par les extraits hydromethanolique

L'extrait hydromethanolique est efficace avec une DL50 de 100 % et un taux de mortalité de 80 %.

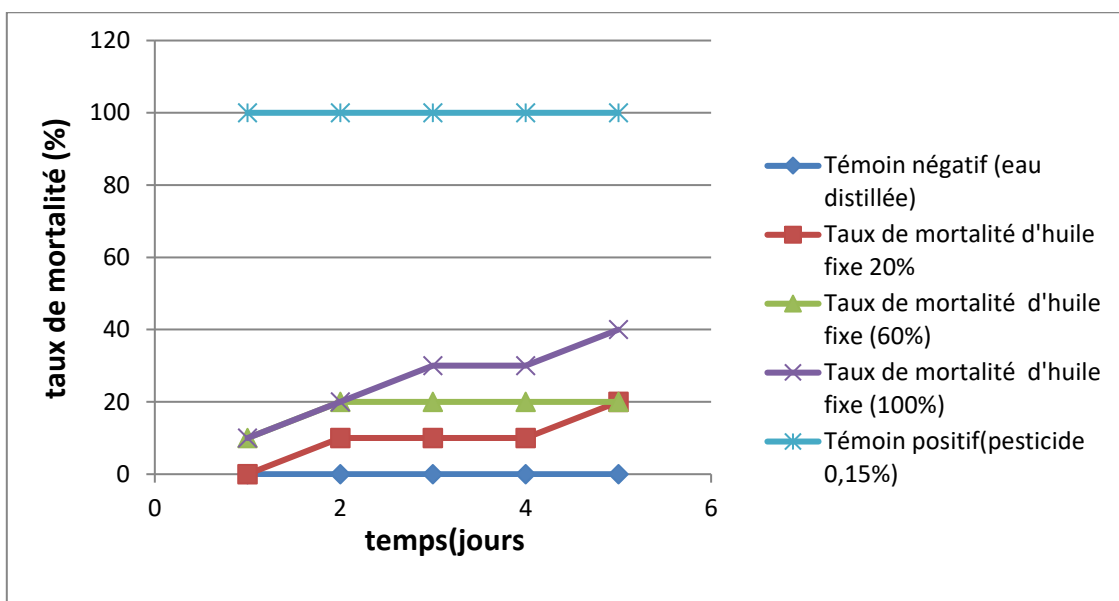


Figure33 : Evolution de la mortalité des tribolium traités par les huiles fixe.

Pour les huiles fixe nous n'avons pas constaté de DL50.ils restent toujours moins efficace que l'extrait hydromethanolique et l'extrait aqueux.

Le taux de mortalité maximum atteint par les extraits hydrométhanoliques à 100% correspond à 80 %. Tandis que l'huile fixe a montré un faible taux de mortalité 40%.

Conclusion :

D'après la recherche bibliographique, la plante *Peganum harmala*, appartient à la famille de zygophyllacées, est l'une des plantes la plus importante dans la flore algérienne et la plus utilisée par les thérapeutes traditionnels. Cette plante possède un fort pouvoir pharmacologique due à sa richesse en métabolites secondaires pour cela différentes activités biologiques ; antioxydants, antibactériennes et antifongiques de différents extraits de *Peganum harmala* ont été examinées. Cependant son utilisation à des fins thérapeutiques n'est pas dépourvue de danger et expose au risque de surdosage et d'intoxication. Selon l'OMS, plus de 80% de la population mondiale dépendent encore de la médecine traditionnelle pour prendre soin de leur santé. En Algérie, nombreuses sont les plantes décrites pour leurs vertus médicinales, c'est en cela que nous nous sommes intéressés à étudier ce plante du sud algérien dont le but est de valoriser davantage les ressources naturelle.

Ce travail de recherche a permis d'apporter une contribution à l'étude de la biologie de *Tribolium castaneum* et fournit un ensemble d'éléments qui pourraient servir d'appui pour trouver des alternatives à la lutte par l'extrait de la plante *P.harmala* contre ce ravageur potentiel des grains de céréales dans les stocks.

Notre étude à fait la lumière sur la capacité insecticides des extraits de *P. harmala*. Il serait, cependant, très utile d'approfondir et d'élargir cette étude, surtout la purification et la détermination de la structure des molécules actives dans chaque extrait en vue de caractériser les composés responsables de ces effets biologiques.

Références bibliographiques

Référence bibliographique :

A :

AZAIZEH, H. GALINA, G. SAID, O. AND BARASH, L., 2002. Biological control of the western flower *Frankliniella occidentalis* in cucumber using the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Phytoparasitica*, n° 30 pp.118-24.

A. Tohidpour, M. Sattari, R. Omidbaigi, A. Yadegar and J. Nazemi, ‘Antibacterial Effect of Essential Oils From Two Medicinal Plants Against Methicillin Resistant *Staphylococcus Aureus* (MRSA)’, *Phytomedicine*, Vol. 17, N°2, pp. 142 – 145, 2010..

ALAEX DELOBEL et MAURICE TRAN, 1978. Les coléoptères des denrées alimentaires entreposent dans la région chaude.

Angelini D.R., Jockusch E.L., 2008. Relationships among pest flour beetles of the genus *Tribolium* (Tenebrionidae) inferred from multiple molecular markers. *Mol Phylogenet Evol*; 46, 127-41.

ALAEX DELOBEL et MAURICE TRAN, 1978. Les coléoptères des denrées alimentaires entreposent dans la région chaude.

A. Lubbe and R. Verpoorte, ‘Cultivation of Medicinal and Aromatic Plants for Specialty Industrial Materials’, *Industrial Crops and Products*, Vo34, N°1, pp. 785 – 801, 2011

AUPELF-UREF., 1989. Céréales en région chaudes. Eds John Libbey Eurotext, paris, France, p. 97-104.

AZAIZEH, H. GALINA, G. SAID, O. AND BARASH, L., 2002. Biological control of the western flower *Frankliniella occidentalis* in cucumber using the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Phytoparasitica*, n° 30 pp.118-24.

ABBASSI k., MERGAOUI L., KADIRI Z., STAMBULI TA et GHAOUT S., 2005. Activités biologiques des feuilles de *peganum harmala* (Zygophyllacées) en floraison sur la 6

Abdel-Fattah A.F.M., Matsumoto K., Gammaz H.A.K. et Watanabe H., 1995. Hypothermic effect of harmala alkaloid in rats: involvement of serotonergic mechanism. *Pharmacol Biochem Behav.* 52, 421-426.

A Lengani, L.F. Lompo, I.P. Guissou and J.B. Nikiema, ‘Médecine Traditionnelle et Maladies des Reins au Burkina Faso’, *Néphrologie & Thérapeutique*, Vol. 6, N°1, pp. 35 – 39, 2010.

A.A. Hamid, O.O. Aiyelaagbe and L.A. Usman, ‘Essential Oils: Its Medicinal and Pharmacological Uses’, *International Journal of Current Research*, Vol. 3, pp. 086 - 098, 2011.

A. Rezaie, R.D. Parker and M. Abdollahi, ‘Oxidative Stress and Pathogenesis of Inflammatory Bowel Disease: An Epiphenomenon or the Cause?’, *Digestive Diseases and Sciences*, Vol. 52, N°9, pp. 2015 – 2021, 2007.

Akpan J., Garaba .(2006). Extraction, caractérisation and modification of castor seed oil. *Leonardo J.Sci* 8,43- 52.

A.E. Edris, ‘Pharmaceutical and Therapeutic Potentials of Essential Oils and Their Individual Volatile Constituents: A Review’, *Phytotherapy Research*, Vol. 21, N°4, pp. 308 – 323, 2007.

B :

BOUTALEB JOUTEI , A.(2010) synthèse des résultats de recherche sur l’utilisation de quelque biopesticides d’origine végétale sur les cultures d’importance économique au Maroc. *Proceeding du septième Congrès de l’association Marocaine de protection des plantes*. Rabat ,Maroc. Vol 2. 377-389.

Bruneton. (2009). *Pharmacognosie. Phytochimie, Plantes médicinales*. 4ème Ed Lavoisier Paris, 199-388

Boeke S., Baumgart I.R., Van Loon J., Huis A., Dicke M., Kossou., D., 2004. Toxicity and repellence of African plants traditionally used for the protection of stored cowpea against *Callosobruchus maculatus*. *Journal of Stored Products Research*. 40, 423-438.

BOUZIANE N.(2012). Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbiaguyoniana* Boiss. & Reut. (Euphorbiaceae) et de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) récoltés au Sahara Septentrional Est algérien sur les larves et les adultes de *Schistocercagregaria* (Forskål, 1775). Thèse Magister en Sciences Agronomiques Ouregla, 72p.

Berdai MA, Labib S, Harandou M. *Peganum harmala* L. Intoxication in a Pregnant Woman. *Case Reports in Emergency Medicine* 2014 .Article ID 783236.

BAYER E., BUTTLER K P., FINKENZELLER X., GRAU J., 1990. Guide de la flore méditerranéenne. 2ème édition, Delachaux et Neistlé, Paris, France, p.82-287.)

Baytop T. 1999. Herbal treatments in Turkey, (Past and Present) 2. Baski, [Tükiye’de Bitkilerle Tedavi (Gecmiste ve Bugün)] Nobel Tıp Kitapevleri Ltd. Sti., Istanbul Turkey, (In Turkish). 35-90

Ben Salah N., Amamou M., Jerbi Z., Ben Salah, F., Yacoub, M., 1986a. Aspects cliniques, pharmacologiques et toxicologiques du surdosage par une plante medicinale : le harmel. *Essaydali Scientifique*. 21 :13-18.

Budavari S., O’Neil M. J., 1996. *The Merck Index*. 12th ed. CRC Press, 4644-4645.

BETA T., NAM S., DEXTER J E. and SAPIRSTEIN H .D. (2005). Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and Roller-Milled fractions. *Cereal Chem.* 82, 390-393.

BEKHECHI, C. ABDELOUAHID, D., 2014. les huiles essentielles. Office des publications universitaires p 55.

Bézanger-Beauquesne L., Pinkas M., Torck M. and Trotin F (1980) *Plantes médicinales des régions tempérées*, Ed. Maloine, Paris. pp: 156.

C :

CSEKE, L.J. ET .KAUFMAN P., 1992. How and why these compound are synthesized by plants. Pages 37-90 in P.B. Kaufman, L.J. Cseke, S. Warber, J.A. Duke et H.L. Brielmann (eds.), *Natural Products from Plants*. CRC Press, Boca Raton, FL.

CALMONT, B., ET SOLDATI, F. (2008). Découverte de *Tribolium madens* (Charpentier, 1825) dans le département du Puy-de-Dôme (France) ; clé de détermination et distribution des espèces du genre *Tribolium* en France. *ResearchGate*. T. XVII (2): 1-8.

Christine B., 2001. Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux, guide pratique. 2^{ème} Edition, 124-154.. Hors des greniers : on rencontre cette espèce en Asie du Sud sous l'écorce des arbres: signalé à Hawaii dans des nids de *Megachilc*. Également en Afrique du Sud dans des glands (fruits de *Quercus* sp.)

Christine B., 2001. Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux, guide pratique. 2^{ème} Edition, 124-154.

CRUZ , J.F., TROUDE ,F., GRIFFON , D., HEBERT, J.P., (1988). Conservation des grains en régions chaudes. Paris : Ministère de la Coopération et du Développement. 545 p.

Chopra C, Abrol BK, Handa KL. 1960. Les plantes médicinales des régions arides. Recherche sur les zones arides. Ed UNESCO, Rome ,97p

CLAUDE L .(1967). Contribution à l'étude du *Peganum harmala* L. (Hermel). Thèse de Doctorat en Pharmacie, Université Saint-Joseph, Beyrouth, 74p.

Cowan M. M., 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev.* 12 :564-582.

C. Shahi, M. Leitch and S. Laforest, 'Marketing Intelligence System for Small-Scale Essential Oils Industry of North-Western Ontario', IUFRO 3.08 Small Scale Forestry Symposium Proceedings, pp. 227 – 236, Morgantown, West Virginia, June 7-11, 2009

D :

Decaux. I., 2002. Phytothérapie : Mode d'emploi. Edition : Le bien public, p.p. 6.

Djaouti M., 2010. Renforcement des capacités des acteurs de la filière céréales en Algérie dans le cadre d'un partenariat Nord-Sud. Cas de la wilaya de Sétif. Thèse de Master of Science : CIHEAM-IAM. Montpellier in France.

Doumandji A., Doumandji S. et Doumandji B., 2003. Technologie de transformations des blés et problèmes dus aux insectes au stock (Cours de technologie des céréales).Ed: Office publications universitaires, Alger, 68 p.

Djermoun A., 2009. La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques Revue Nature et Technologie. n° 01, 45-53 p.

Dave A., Colin J., Demianyk P.G., Fields D.S., Jayas J.T.M., William E.M., Blaine T., Noel D.G.W., 2001. Protection des céréales, des oléagineux et des légumineuses à grain entreposés à la ferme contre les insectes, les acariens et les moisissures. (éd. rev.) (Manitoba) Canada. 59 p.

Delobel A. et Tran M., 1993. Les coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions chauds, Faune tropicale XXXII. Paris. 103-106 p

DELOBEL, A., TRAN, M. (1993). Les coléoptères des denrées entreposées dans les régions chaudes. Paris: IRD édition. 424 p.

Darabpour E., Poshtkouhian Bavi A., Motamedi H., Seyyed Nejad S. M., 2011. Antibacterial activity of different parts of *Peganum harmala* L. growing in Iran against multi-drug resistant bacteria. Excl. J. 10 : 252-263.

DERBEL S. (2005). Les phytonutriments et leur impact sur la santé .Pytothérapie , (3), 2834.

DJARRI, L., 2011. Contribution à l'étude des huiles essentielles et des métabolites secondaires de trois plantes Algériennes des familles des apiaceae *Daucus reboudii* Coss. ex Batt. & Trab., *Kundmannia sicula* (L.) DC., et *Elaeoselinum thapsioides* Maire. Thèse de doctorat en Phytochimie : Université Mentouri de Constantine.

Duraffourd C., Hervicourt L. et Lapraz J.C., 1990. Chaire de phytothérapie clinique, examen de laboratoire galénique, élément thérapeutique synergique. T1, 2ème édition, Ed. Masson, Paris, 89 p.

E :

Edziri H., Mastouri M., Mahjoub A., Anthonissen R., Mertens B., Cammaerts S., Gevaert L., Verschaeve L., 2010. Toxic and mutagenic properties of extracts from Tunisian traditional medicinal plants investigated by the neutral reduptake, South African Journal of Botany. 77 :703-710.

E. Menat, ‘Apport des Médecines Naturelles pour Limiter les Effets Secondaires des Chimiothérapies et Radiothérapies’, *Phytothérapie*, Vol.2, N°5, pp. 149 – 152, 204.

F :

Fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Product research*. 37, 339-349

Fukuchi K., Sakagami H., Okuda T., 1989. Inhibition of herpes simplex virus infection by tannins and related compounds. *Antivir. Res.* 11 :285-289.

FREIDEL H., 1980. *Dictionnaire de l'écologie et de l'environnement*. Larousse, 284p

FORD R.A ., HAWKINS D. R., MAYO B.C and API A .M. (2001).The in vitro dermal absorption and metabolism of coumarin by rats and by human volunteers under simulated conditions of use in fragrances. *Food and Chemical Toxicology*, p39, 153-162

G :

Guèye M.T., Seck D., Wathelet J-P., Lognay G., 2011. Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 15(1), 183-194.

GOEL N ., SINGH N and SAINI R. (2009). Efficient in vitro multiplication of Syrian Rue (*Peganum harmala* L.) using 6 benzylaminopurine pre-conditioned seedling explants. *Nature and Science*.7(7), 1545-0740.

GUILLAUME D et CHARROUF Z .(2005).Saponines et métabolites secondaire l'arganier (*Arganiaspinosa*) .*Cahier agriculture* ,14(6),509-513.

H :

Hanafey. F., Sabry. A., 2013. In vitro Antifungal Activity of Three Geophytic plant Extracts against Three Post-harvest Pathogenic Fungi, 16, 23, p.p. 1698-1705.

Hartmann. T., 2007. From waste products to ecochemicals: Fifty years research of plant secondary metabolism, *Review. Phytochemistry*, 68, p.p. 2831–2846.

Hattab M. et Gaouar A., 2016. Évaluation des moyens de production céréalière dans la région d'El Gor – wilaya de Tlemcen .*Revue Agriculture*. 11, 37-43.

Hall D.W., 1970. *Handling and Storage of Food Grains, in Tropical and Subtropical Areas*, FAO. Rome, 350 p.

Hammiche V, Merad R, Azzouz M. 2013.*Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen*. Paris, Springer, 447P.

HABBACHI Wafa, BENHISSEN Saliha, OUAKID Mohamed Laid, FARINE JeanPierre.(2013).Effets biologiques d'extraits aqueux de *Peganum harmala* (L.) (Zygophyllaceae) sur la mortalité et le développement larvaire de *Drosophilamelanogaster* (Diptera-Drosophilidae).Algerian journal of aridenvironment..3, (1), 82-88. ISSN 21701318

Heldt H. W., 2005 . Plant biochemistry. Elsevier, California, 435 p.

Heldt H. W., 2005 . Plant biochemistry. Elsevier, California, 435 p./ **BOUSSOUSSA H.**, 2011.Activitésantioxydanteetantimicrobiennedesextraits phénoliques des fleurs de *Rhanterium adpressum*. Mémoire de Magister. Université Amar TELIDJI, 6 p.

HALIM A .F ., SAAD A. A., HASHISH N.E .(1995).Flavonol glycosides from *NitrariaRetusa*. *Phytochemistry*40,349-351../ **SHARAF M .**, EL –ANSARI M A ., MATIN S A et SALEH N A . (1997).Four flavonoids glycosides from *Peganum harmala* L .*Pytochemistry* 44, 533-536.

H.B. Heath, ‘Source Book of Flavors’, Springer, XXVI, 864 p., 1981.

H. Zhang, F. Chen, X. Wang and H.Y. Yao, ‘Evaluation of Antioxidant Activity of (Parsley *Petroselinum Crispum*) Essential Oil And Identification of its Antioxidant Constituents’, *Food Research International*, Vol. 39, N°8, pp. 833 – 839, 2006.

I :

Iserin P.(2001) . Encyclopédie des plantes médicinales. 2ème Ed. Larousse. Londres 143, 225 ,226 p.

Inge de Groot., 2004. Protection des céréales et des légumineuses stockées. ed. Fondation Agromisa. Wageningen, Pays Bas, 74 p.

ISERIN P. (2001).Encyclopedia of Medicinal Plants.La Rousse. (2nd Edition). pp: 244-245.

I. Robard, ‘Plantes Médicinales d’Outre-Mer et Pharmacopées: Aspects Juridiques, Economiques et Culturels’, *Phytothérapie*, Vol. 2, pp. 16 – 21, 2004

J :

JOVANOVIC S.V., STEENKEN S., SIMIC M.G. et HARA Y.(1997). Antioxidant properties of flavonoids : reduction potentials and electron transfer reactions of flavonoids radicals. In : Rice-Evans. *Flavonoids in health and disease*, Marcel Dekker, Inc., New York, p : 137-145

J. May, C.H. Chan, A. King, L. Williams and G.L. French, ‘Time–Kill Studies of Tea Tree Oils on Clinical Isolates’, *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, Vol. 45, N°5, pp. 639 – 643, 2000.

K :

Kassem N., 2014. Activité biologique des poudres et des huiles essentielles de deux plantes aromatiques (*Pseudocytisus integrifolius* Salib et *Nepeta nepetella* L.) sur les ravageurs du blé et des légumes secs. Thèse de doctorat en biologie, option biologie animale, Université de Tlemcen.

Kemassi A, Bouziane N, Boual Z ,Ould El HadjM.D. (2014).Activité biologique des huiles essentielles de *Peganumharmala*L. (*Zygophyllaceae*) et de *Cleomearabica*L. (*Capparidaceae*) sur *Schistocercagregaria*(Forskål,1775). Article original :Pharmacognosie.

Kemassi A., Bouziane1 N., Ould El Hadj et Boual M.D. (2008). Activité biologique des huiles essentielles de *Peganum harmala* L.(*Zygophyllaceae*) et de *Cleome arabica* L. (*Capparidaceae*) sur *Schistocerca gregaria* .

Phytothérapie 12:348-353 © Lavoisier SAS 2014 DOI 10.1007/s10298-014-0894y. Correspondance : akemassi@yahoo.fr

Kéita S.M., Vincent C., Schmit J-P., Arnason J.T. et Bélanger A., 2001. Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal

Kiani S. J., Shamsi S. M., Ataei A., Sajjadi N., 2008. *Peganum harmala* seed extract can prevent HSV-1 replication in vitro. Iranian J. Virol. 2(4) :11-16.

Kujungiev A., Tsvetkov A. I., Serkedjieva Y., Bankov A. V., Christov R., Popov S ., 1999. Antibacterial antifungal and antiviral activity of propolis of different geographic origin. J. Ethnopharmacol. 64 :235-240.

KAUR S.J ., GROVER IS and KUMAR S .(2000). Modulatory effects of tannin fraction isolated from *Terminaliaarjuna* on the genotoxicity of mutagens in *Salmonella typhimurium*. Food and chemical toxicology, 38(12), 1113-1119.

L :

Lale N.E.S. et Vidal S., 2003. Simulation studies on the effects of solar heat on egg-laying, development and survival of *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Callosobruchus a. subinnotatus* (Pic) in stored bambara groundnut *Vigna subterranea* (L.) Verdcourt. J. Stored Prod. Res. 39, 447-458.

Lamchouri F, Settaf A, Cherrah Y, Hasser M, Zemzami M, Arif N, Nadori EB, Zaid A, Lyoussi B. 2000. In vitro cell toxicity of *Peganum harmala* alkaloids on cancerous cell lines. Fitoterapia 71: 50-54

Leporatti M, Ghedira k. 2009. Comparative analysis of medicinal plants used in traditional medicine in Italy and Tunisia. J. Ethnobiol ethnomed 5-31.

Laghouiter O.K., Gherib A., Laghouiter H.(2015). Etude de l'activité antioxydante des huiles essentielles de certaines menthes cultivées dans la région de Ghardaïa ElWahat pour les Recherches et les Etudes(8) n°1 : 84 – 93 84.

Luicita-Laguner R., 2006. Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffé par induction thermomagnétique directe. Docteur de l'institut national polytechnique de Toulouse. Spécialité: Sciences des Agrossources.321p.

LAKHDAR, L., 2015. Evaluation de L'activité Antibacterienne d'huiles essentielles Marocaines Sur Aggregatibacter Actinomycetemcomitans : Etude in vitro. Thèse de Doctorat. Université de Rabat. Maroc.

Laib I. (2012). Etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs sèches de

Lavandula officinalis : application aux moisissures des légumes secs. Nature & Technologie

L. Ait M'Barek, H. Ait Mouse, A. Jaâfari, R. Abou Fatima, A. Benharref, M. Kamal, J. Bénard, N. El Abbadi, M. Bensalah, A. Gamouh, A. Chait, A. Dalal and A. Ziad, 'Cytotoxic Effect of Essential Oil of Thyme (*Thymus Broussonettii*) on the IGR-OV1 Tumor Cells Resistant To Chemotherapy', Brazilian Journal of Medical and Biological Research, Vol. 40, N° 11, pp. 1537 - 1544, 2007. [

M :

Mebarkia A., Khalfi O. et Guechi A., 2001. Problèmes phytosanitaires des céréales stockées en régions semi-aride. Journées Scientifiques et Techniques Phytosanitaires, 12 et 13 Nov, MAP, INPV El-Harrach, 119-126

M. JACOBSON., 1989. « Les pesticides botaniques : passé, présent et avenir », and insecticides of plant origine. JJ Arcanson, BR Philogen, et p. Morend. Eds., VOL. 387 de sérié symposium ACS, PP. 1-10, WashingtonDC, USA, 1989.

MARS B .(2009).The Desktop Guide to Herbal Medicine. Publisher Read How You Want, 492 p.

M. Viuda-Martos, Y. Ruiz Navajas, E. Sánchez Zapata, J. Fernández-López and J.A. Pérez-Álvarez, 'Antioxidant Activity of Essential Oils of Five Spice Plants Widely Used in a Mediterranean Diet', Flavour and Fragrance Journal, Vol. 25, N°1, pp. 13 – 19, 2009.

Mahmoudian M, Jalilpour H, Salehian P. Toxicity of Peganum harmala: Review and a case report. Iran J Pharmacol Ther 2002; 1:1–4.

MAHMOUDIEN MASSOUD, JALILPOUR HOSSEIN and SALEHIAN PIROOZ. (2002).Toxicity of Peganumharmala: Review and a Case Report.IRANIAN JOURNAL OF

MAKHOULFI, A., 2013. Etude des activités antimicrobienne et antioxydant de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de bechar (*Matricaria pubescens* (Desf.) Et *Rosmarinus officinalis* L) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru. Thèse de doctorat en Microbiologie et sécurité sanitaire des aliments. Université de Tlemcen. P 64, 65, 66, 67,74

M. Namiki, 'Antioxydants/Antimutagens in Food', *Critical Reviews in Food Science Nutrition*, Vol. 29, N°4, pp. 273 - 300, 1990

MIDDLETON J et CHITHAN K .(1993).The impact of plant flavonoids on mammalian biology: implications for immunity, inflammation and cancer. In: Harborne JB, editor. <<The flavonoids: advances in research since>>. London, UK: Chapman and Hall

M.F. Balandrin, J.A. Klocke, E.S. Wurtele and W.H. Bollinger, 'Natural Plant Chemicals: Sources of Industrial and Medicinal Materials', *Science*, Vol. 228, N°4704, pp. 1154 – 1159, 1985.

M.C. Souza, A.C. Siani, M.F.S. Ramos, M.F.S. Ramos, M.F.S. Menezes-de-Lima Jr., O. Henriques, M.G.M.O., 'Evaluation of Anti-Inflammatory Activity of Essential Oils from two Asteraceae Species', *Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences*, Vol. 58, N°8, pp. 582 – 586, 2003.

M.A. Randhawa and M.S. Alghamdi, 'Anticancer Activity of *Nigella Sativa* (Black Seed) - A Review', *The American Journal of Chinese Medicine*, Vol. 39, N°6, pp. 1075 – 1091, 2011.

N :

NIBER BA, 1994 – The ability of powders and slurries from ten plant species to protect shortest soared grain from attack by *Prostephanus truncatus* (HOM) (coleopteran) and *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *J .Stored prods. Res.*30:297 – 301.

P :

PSYCHONAUT .(2006). Conseil culture *Peganum harmala* L. Disponible en format (URL) sur le site:<http://www.psychonaut.com/salon-annonces-generales/23382-conseil-culture.html>.

P. Goetz, 'Aromathérapie en Pathologie Digestive', *Phytothérapie* Vol. 5, N°1, pp. 21 – 24, 2007.

P. Jenner, 'Oxidative Stress in Parkinson's Disease', *Annals of Neurology*, Vol. 53, N° Supplement 3, pp. S26 – S38, 2003.

R :

Richter G. (1993) –Physiologie et Biochimie. Métabolisme des végétaux. Edition Presse p: 33.

RASCOL J.P., ANDARY C., ROUSSEL J.L. et PRIVAT G., 1980. Etude des relations biochimiques hôte-parasites ; isolement et identification de la cinévrine et de l'Hydroxy-13 lupanine chez Orobanche Variegata. Pl. Méd. Et Phytothérapie 12(4), pages : 287-295./ **MORTIER F.**(1994). Plantes maudites et innovations thérapeutiques. Actes du premier colloque international : la pharmacopée Arabo-islamique hier et aujourd'hui. Rabat.

S :

STORK N.E., 1997. Measuring global biodiversity and its decline. In: biodiversity II(eds, Reaka. Kudla ML, Wilson DE and Wilson EO). Joseph Henry press, Washington, D.C., USA. PP:41 – 68.

Syed shayfur R, Md mizanur R, Mohammad mizanur r.k., shameem A.B., Balaram R , and Rakuruddin shahed S.M. Ethanolic extracts of melgoda (macaranga postulata) for repellency, insecticidal activity against rice weevil (sitophilus oryzae). African Journal of Biotechnology ,6 (4).2007.379-383.

SYED SHAYFUR R., M d. MIZANUS R., MOHAMMAD, MIZANUR R.K., SHAMEEN A.B. ,BALARAM R. and FAKRUDDIN SHAHED S.M. Ethanolic extract of melgoda (Sitophilus oryzae) African Journal of Biotechnology 6 (4), 2007,379-383.

Siddiqui S, Khan OY, Faizi S, Siddiqui B S. 1988. Studies in the chemical constituents of the seeds of Peganum harmala: Isolation and structure elucidation of two β -carboline lactams, harmalanine and harmalacidine. Heterocycles 27: 1401-1410. / Bellakhdar J. 1997. La pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. Ibis Press, Saint Etienne, 764 p.

S. Burt, 'Essential Oils: Their Antibacterial Properties and Potential Applications in Foods– A Review', International Journal of Food Microbiology, Vol. 94, pp. 223 – 253, 2004

Scherrer D., Gerhar D. P., 1971. Molecular sieving by the bacillus megatrium cell wall and protoplast. J. Bacteriol. 107 :718-735

Shapira Z., Terkel J., Egozi Y., Nyska A., Fiedman J ., 1989. Abortifacient potential for the epigeal parts of Peganumharmala. J.Ethnopharmacol.27:319-325.

S. Inouye et S. Abe, 'Nouvelle Approche de l'Aromathérapie Anti-Infectieuse', Phytothérapie, Vol. 5, pp. 2 - 4, 2007.

T :

Theis, Nina and Manuel Lerdau. 2003. "The Evolution of Function in Plant Secondary Metabolites." *International Journal of Plant Sciences* 164:S93–102.

V :

VERMERRIS W and NICHOLSON R.(2006) .Phenolic compound biochemistry.Springer.PP: 69-149.

V.G. Billerbeck, 'Huiles Essentielles et Bactéries Résistantes aux Antibiotiques', *Phytothérapie*, Vol. 5, N°5, pp. 249 - 253, 2008.