BioOne COMPLETE

Activité biologique de l'extrait de graines de Peganum harmala sur le criquet pèlerin (Schistocerca gregaria Forskål 1775)

Authors: Abbassi, K., Mergaoui, L., Atay-Kadiri, Z., Stambouli, A., and Ghaout, S.

Source: Journal of Orthoptera Research, 12(1) : 71-78

Published By: Orthopterists' Society

URL: https://doi.org/10.1665/1082-6467(2003)012[0071:ABDLDG]2.0.CO;2

BioOne Complete (complete.BioOne.org) is a full-text database of 200 subscribed and open-access titles in the biological, ecological, and environmental sciences published by nonprofit societies, associations, museums, institutions, and presses.

Your use of this PDF, the BioOne Complete website, and all posted and associated content indicates your acceptance of BioOne's Terms of Use, available at www.bioone.org/terms-of-use.

Usage of BioOne Complete content is strictly limited to personal, educational, and non - commercial use. Commercial inquiries or rights and permissions requests should be directed to the individual publisher as copyright holder.

BioOne sees sustainable scholarly publishing as an inherently collaborative enterprise connecting authors, nonprofit publishers, academic institutions, research libraries, and research funders in the common goal of maximizing access to critical research.

Downloaded From: https://bioone.org/journals/Journal-of-Orthoptera-Research on 08 May 2024
Terms of Use: https://bioone.org/terms-of-use

Activité biologique de l'extrait de graines de *Peganum harmala* sur le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskål 1775)

K. Abbassi, L. Mergaoui, Z. Atay-Kadiri, A. Stambouli, S. Ghaout

(KA,ZA-K) Laboratoire de Zoologie et de Biologie Générale, Faculté des Sciences BP 1014, Rabat, Maroc. Email: atay@fsr.ac.ma
(LM,AS)Laboratoire de Recherches et d'Analyses Techniques et Scientifiques- Gendarmerie Royale.
(SG) Centre National de la Lutte Antiacridienne, Aït- Melloul, BP 125 Inezgane, Rabat, Maroc.

Résumé

L'effet des l'extrait des graines de *Peganum harmala* a été étudié sur des larves du cinquième stade et sur le développement ovarien du criquet pèlerin dans des conditions de laboratoire. Les résultats obtenus révèlent, chez les larves du cinquième stade, un retard de la mue imaginale de huit jours et un taux de mortalité de 100% atteint le 16ième jour du début du traitement.

Chez les femelles traitées à l'état imaginal, 62.5 % d'entre elles présentent un blocage du développement ovarien. Les survivantes montrent un retard de la ponte de huit jours et une réduction du taux d'éclosion.

Par ailleurs, nous avons constaté chez les insectes traités, une réduction de l'activité physique (immobilité, tremblement des appendices, …), une diminution du poids et une perte en eau sous forme de fèces humides.

Parallèlement, une étude phytochimique menée sur le même extrait ethanolique, a révélé la présence de la majorité des alcaloïdes indoliques responsables de la toxicité de la plante.

Mots clés

Schistocerca gregaria, toxicité, mortalité, ovogenèse, fécondité, *Peganum harmala*, graines, extrait ethanolique

Abstract

The effect of an extract of *Peganum harmala* seeds was studied on the 5th larval instar and on the ovarian growth of desert locusts under laboratory conditions. The results obtained show, in the 5th larval instar, an 8-d delay of imaginal moulting, and a mortality rate of 100%, reached on the 16th day after the beginning of the treatment.

In females treated at the adult instar, 62.5% among them had their ovarian development blocked. Those surviving showed an 8-d delay of egg-laying and a decrease in hatching rate.

We have noted, in the treated insects, a decrease in physical activity (immobility, trembling of appendages), a decrease in weight, and a loss of water in the form of wet faeces.

Concurrently, a phytochemical study conducted on the same ethanolic extract has shown the presence of a majority of the indolic alkaloids responsible for the toxicity of the plant.

Key words

Schistocerca gregaria, toxicity, mortality, ovogenesis, fertility, *Peganum harmala*, seeds, ethanolic extract

Introduction

Le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskål) est un locuste de la famille des Acrididae, qui présente un polymorphisme phasaire selon la densité des populations. Il est un redoutable insecte capable de s'adapter à des situations écologiques variées. Il occasionne périodiquement des dégâts considérables à la végétation. Pour l'éradiquer la lutte chimique reste le seul moyen efficace, mais ses effets collatéraux sont nocifs pour l'environnement (F.A.O. 1990).

Depuis les travaux de Fraenkel en 1959 (Philogene 1989), il est bien connu que les plantes riches en métabolites secondaires (alcaloïdes et hétérosides) sont en mesure de contrôler efficacement les populations d'insectes nuisibles. Ces composés sont ovicides, phagorépresseurs et répulsifs pour les phytophages De nombreux travaux concernant l' effet des plantes sur le criquet pèlerin ont été réalisés par Diop *et al*. (1997), Idrissi-Hassani *et al*. (1998), Idrissi-Hassani (2000), Nasseh *et al*. (1992), Pari *et al*. (1998), Rembold 1997, Wilps & Diop (1997).

Lors des missions de terrains que nous avons effectuées pendant la recrudescence du criquet pèlerin de 1995 au Sud du Maroc, nous avons constaté que certaines plantes du biotope d'invasion du criquet pèlerin ont été épargnées, parmi lesquelles nous avons retenu entre autres, une zygophyllacée *Peganum harmala*, objet de notre étude depuis l'année 1995.

Peganum harmala est une plante endémique des zones semi-arides, elle se développe dans les zones sahariennes du Nord du continent africain et se prolonge jusqu'au Nord de l'Inde et au Nord de la Chine (Mandchourie) (Bruneton 1993).

Elle est largement utilisée en médecine traditionnelle et en pharmacologie (Bellakhdar 1997), elle est anti-microbienne (Ahmad *et al*. 1992, Zaidi *et al*. 1995). C'est une espèce très toxique pour les animaux et pour les humains (Aqel & Hadidi 1991; Ayoub *et al*. 1994; Bruneton 1993, 1996; El Bahri & Chemli 1991, Viala 1998). Elle est hallucinogène et psychoactive (Rudgley 1994), responsable de la paralysie du système nerveux, et de l'arrêt respiratoire, et susceptible de provoquer l'interruption de grossesse chez les femmes (Bellakhdar 1997); elle est également abortive et antifertilisante chez les rats (Nath *et al*. 1993).

En raison de nos observations effectuées sur le terrain, des propriétés thérapeutiques et toxiques, nous avons étudié l'effet de différentes parties de la plante sur le criquet pélerin au cours des différents stades phénologiques.

Dans cette étude on traite les effets des graines de *Peganum harmala* sur le dernier stade larvaire et sur la femelle de *Schistocerca gregaria*.

Downloaded From: https://bioone.org/journals/Journal-of-Orthoptera-Research on 08 May 2024
Terms of Use: https://bioone.org/terms-of-use

Matériel biologique

1-Matériel animal

Des larves du quatrième stade ont été prélevées de l'élevage maintenu au laboratoire et placées dans une cage à part; après la mue, les larves du cinquième stade sont transférées dans des rodeaux en plastique, tapissés de papier filtre et éclairés par une lampe de 40w, soit une température diurne de 30°C, une température nocturne de 25°C et une photopériode de 12 heures d'éclairement et de 12 heures d'obscurité. Trois lots sont constitués de 22 individus chacun :

- un lot de témoins nourris de laitue : les témoins 1
- un lot pour les larves nourris de laitue imprégnée d'ethanol absolu: les témoins 2
- un lot pour les individus nourris de laitue imbibée de l'extrait ethanolique des graines de *Peganum harmala*: les traitées
- dans un rodeau, nous avons mis uniquement les feuilles de laitue fraîche pour déterminer l'évapotranspiration qui ajuste la quantité de nourriture consommée et renseigne sur le taux d'humidité dans les cages, soit une humidité de 45% en moyenne.

Une autre série de larves femelles est sélectionnée dès leur passage au cinquième stade. Elles sont ensuite placées dans des rodeaux; juste après la mue imaginale, soit 44 imagos (femelles) répartis en 11 bonnettes de quatre individus, le même nombre a été fixé pour les témoins, ce qui nous a permis de suivre aisément l'évolution des différents paramètres étudiés. Les bonnettes sont maintenues dans les conditions de laboratoire précédemment citées

- les femelles témoins sont nourries de feuilles de laitue aspergée d'éthanol: témoins
- les traitées sont alimentées de feuilles de laitue imbibée de l'extrait des graines de *Peganum harmala* L: traitées.

Au cours des traitements préliminaires, nous avons constaté que les fèces des individus sont liquides et laissent d'énormes tâches sur le papier filtre qui tapisse les bonnettes, alors que les témoins excrètent leurs fèces à taux normal. En considérant ce paramètre, nous avons sacrifié 6 femelles des témoins et 6 des traitées pour déterminer la teneur en eau de celles-ci, au début et à la fin du traitement, procédant comme suit :

Après un jeûne de 12 h, les femelles sont :

- pesées (poids frais)
- placées dans une étuve à 50°C pendant une durée de 48 h
- repesées (poids sec) pour déterminer la teneur en eau.

Le calcul est donné par la formule suivante:

$$\frac{(Pf - Ps)}{Pf} \times 100 = \%$$

Pf = poids frais, en grammes, des individus,
Ps = poids sec, en grammes, des individus.

Dans le but de suivre le développement ovarien chez les femelles, nous avons introduit deux mâles matures, prélevés des élevages de masse, par bonnette après l'arrêt du traitement. Ceci s'avère indispensable dans la mesure où ces mâles constituent un stimulus fondamental pour la maturité sexuelle chez les femelles de *Schistocerca gregaria* (Norris 1954).

La majorité des femelles traitées sacrifiées présentent des mouvements incohérents ainsi qu'une réduction de leur activité physique dés le début du traitement. A partir du 10ième jour de la vie imaginale et chaque deux jours, la dissection est réalisée dans une solution aqueuse de NaCl 9%°. On mesure ensuite la longueur des ovocytes terminaux (soit cinq ovocytes par femelle) à l'aide d'un micromètre adapté à la loupe binoculaire et on note la présence de vitellus.

2- Matériel végétal

Peganum harmala a été récoltée à l'état de fructification dans la localité de Msalit (région de Tata), au Sud du Maroc, au mois de juin (1995). Il est connu que les graines de la plante sont très toxiques, ils renferment entre 3 à 4% de substances alcaloïdes.)

C'est dans ce sens que les graines ont été choisies comme matériel biologique dans notre étude.

a-Protocole de préparation.— Les graines séchées à l'étuve à 60°C sont réduites en poudre par broyage fin au mortier. Une masse de 11 grammes de la poudre obtenue est macérée dans 50 ml d'éthanol éthylique (qualité pour analyse) pendant une durée de deux heures sous agitation magnétique à température ambiante. Après filtration, l'extrait éthanolique est séché sur le sulfate de sodium anhydre, filtré et concentré pour être analysé en chromatographie en phase gazeuse couplée à l'automasse (GC/MS) (annexe 1).

b- Technique d'analyse.— Pour que le résultat soit significatif et par conséquent interprétable, la réalisation de la partie expérimentale repose surtout sur le choix des conditions optimales de température ainsi que sur le temps nécessaire d'acquisition.

En effet, la méthode la plus adaptée, compte tenu de la volatilisation des constituants est la chromatographie en phase gazeuse (CPG). La possibilité de coupler le chromatographe à divers spectromètres, notamment un détecteur de masse (GC/MS) de type Automass – Delsi Nermag, augmente considérablement la qualité des informations obtenues.

c- Conditions chromatographiques.—
Colonne: HP1 (25 m × 0.25 mm × 0.11µm),
Température du four: 60°C (2 min), 15 °C/min, 180 °C (15 min),
Température détecteur: 280 °C,
Gaz vecteur: Hélium.

d- Conditions spectroscopique.—

Appareil	: Automass- Delsi Nermag,
Mode	: Impact électronique EI70,
T° d'injecteur	: 270°C,
Gamme de masse	: 700 u.m.a.

e- Méthode de sylilation.—

L'extrait ethanolique est transféré dans un tube à bouchon et évaporé à sec sous jet d'air synthétique. Sur le résidu sec nous avons ajouté 100 µl du réactif de sylilation (ITMS/MSTFA) puis nous l'avons porté à l'étuve sous une température de 60°C. Après une durée de 15 min, le produit de la sylilation est injecté en GC/MS (colonne HP1).

Downloaded From: https://bioone.org/journals/Journal-of-Orthoptera-Research on 08 May 2024
Terms of Use: https://bioone.org/terms-of-use

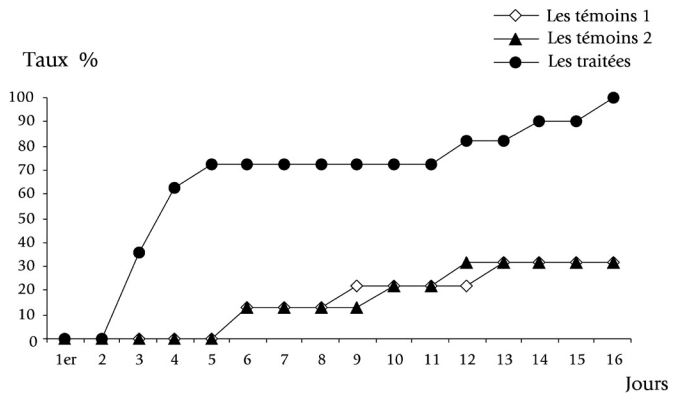


Fig. 1. Effet de *P.harmala* sur le taux de mortalité cumulée des larves l5 du criquet pèlerin.

3- Réalisation des tests

On étale un volume 0.4 ml de l'extrait brut ethanolique des graines sur un gramme de petites sections des feuilles de laitue fraîche pour les individus traités; pour les témoins les feuilles de laitue ont été imbibées d'ethanol absolu. Après évaporation totale du solvant, on nourrit les individus après un jeûne de 24 heures pendant une période de trois jours du traitement. Ensuite ils sont alimentés avec le son et la laitue.

L'effet de l'extrait des graines de *Peganum harmala* a été étudié sur les paramètres suivants: la mortalité des larves L_5, la prise de nourriture et le poids des larves et des imagos, la teneur en eau chez les imagos, la taille des ovocytes terminaux, la fécondité et le taux d'éclosion.

4- Traitements statistiques des données

Les résultats obtenus sont comparés par ANOVA et T-test en utilisant le logiciel Statview.

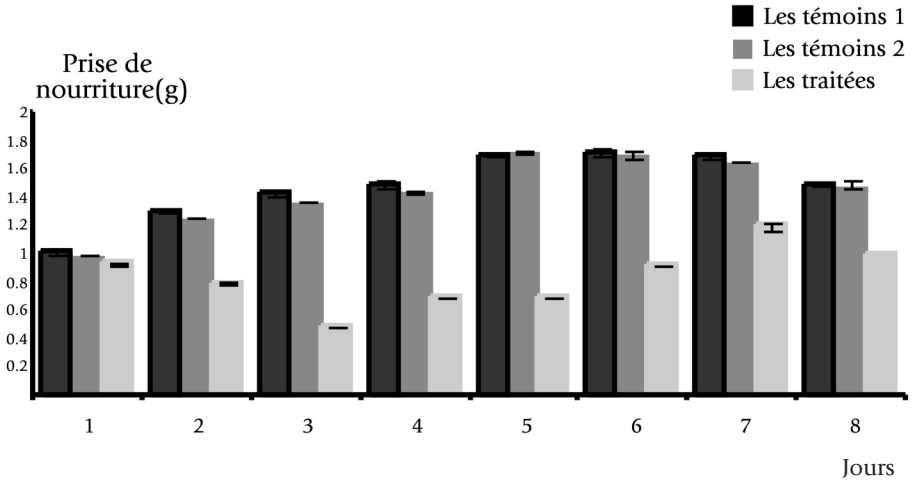


Fig. 2a. Effet de *P. harmala* sur la prise de nourriture des larves L_5 du criquet pèlerin.

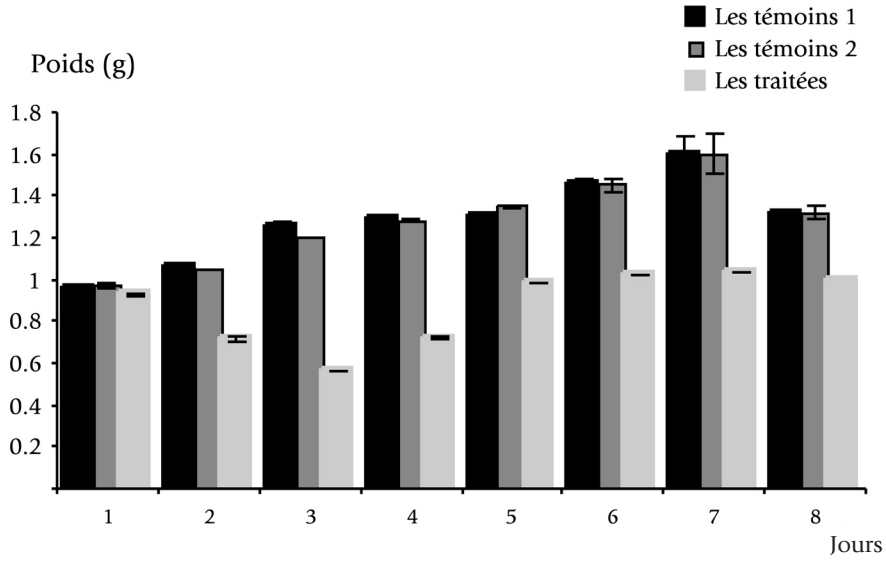


Fig. 2b. Effet de *P. harmala* sur du poids des larves L_5 du criquet pèlerin.

Downloaded From: https://bioone.org/journals/Journal-of-Orthoptera-Research on 08 May 2024
Terms of Use: https://bioone.org/terms-of-use

Résultats

2.1. Les larves L_5

Effet de P.harmala sur le taux de mortalité cumulée.— La figure 1 montre le taux de mortalité cumulée des larves nourries de laitue imbibée de l'extrait des graines et celui des témoins durant une période de 16 jours: on note que la mortalité a débuté chez les traitées le troisième jour et atteint un taux de 100% le 16^{iéme} jour alors qu'il est seulement de 31.8% chez les témoins durant la même période.

Effet de P. harmala sur la prise de nourriture et le poids.— Les résultats obtenus dans les figures 2a et 2b montrent respectivement les variations de la prise de nourriture et du poids chez les larves durant huit jours d'observations. On note une diminution sensible de la consommation chez les larves traitées (Fig. 2A) et une baisse de leur poids(Fig. 2B) par rapport aux larves témoins (1 et 2). En effet les quantités consommées par les traitées sont significativement faibles ($F_{(2,18)}$ = 15.436, P =0.0001) ainsi que leur poids ($F_{(2,18)}$ = 9.603, P = 0.00015), comparés à ceux enregistrés chez les témoins,

On ne note aucune différence significative de la prise de nourriture entre les témoins 1 (P = 0.858) ni celle de leur poids (P = 0.989) et témoins 2, ce qui nous a permis d'écarter l'effet nocif de l'ethanol.

2.2. Les adultes femelles

Effet de P. harmala sur, la prise de nourriture, le poids et la teneur en eau.— Les figures 3A, 3B mettent en exergue respectivement les variations de la prise de nourriture et celles du poids des femelles : les traitées montrent une réduction des quantités de nourriture consommées (Fig. 3A) et de leur poids (Fig. 3B).

Cette réduction de la consommation est significative ($F_{(1,34)}$ = 12.232, P=0.0013), ainsi que la baisse du poids ($F_{(1,34)}$= 12.383, P = 0.0013) comparées aux témoins.

En outre, on note une perte de la teneur en eau de 24% chez les femelles traitées (tableau 1) par rapport aux témoins. Cette perte en eau pourrait aussi expliquer la baisse de poids enregistrée chez les traitées

Effet de P. harmala sur le développement ovarien, la fécondité et le taux d'éclosion.— La figure 4 illustre la croissance de la taille des ovocytes terminaux durant le premier cycle ovarien: les mesures obtenues chez les traitées sont significativement faibles ($F_{(1,6)}$ = 7.269, P = 0.0358) par rapport à celles des témoins. Le retard de huit jours dans le développement ovarien obtenu chez les femelles traitées par rapport aux témoins.

Les femelles qui ont survécu au traitement ont effectué leur 1ère ponte le 26ième jour alors que les témoins ont déposé leur première oothèque le 19ième jour de leur vie imaginale, soit un décalage de huit jours.

Les résultats concernant la fécondité et le taux d'éclosion enregistrés dans le tableau 2 montrent que le nombre d'œufs pondus par les femelles traitées est significativement inférieur ($F_{(1,7)}$ = 13.343, P = 0.009) à celui des témoins et que les œufs des traitées n'ont pas éclos.

Ainsi, l'effet de l'extrait des graines de *P. harmala* est très marqué sur le développement ovarien, la fécondité et le taux d'éclosion.

3. Analyse phytochimique de l'extrait des graines.

L'analyse chromatographique en GC/MS (Fig. 5) a fait ressortir plusieurs pics d'alcaloïdes et de leurs dérivés sylilés ou non sylilés correspondants que nous pourrons citer:

- La peganine ou vasicine en pic majoritaire avec une masse molaire globale de 260g (Fig. 5 et spectre 1) ;
- L'harmalol avec 272g comme poids molaire global sylilé (fig. 5 et spectre 2);
- L'harmol à état de trace (270g) Fig. 5 et spectre 3).
- L'harmaline avec une masse de 214g (Fig. 5 et spectre 4).
- L'harmine comme pic majoritaire de masse molaire de 212g (Fig. 5 et spectre 5).

Discussion et conclusion

L'extrait ethanolique des graines de *Peganum harmala* entraîne une diminution de la prise de nourriture, une baisse du poids, une perte en eau et une réduction de la motricité chez les larves et les imagos de *Schistocerca gregaria*. Un taux de mortalité de 100% est atteint au bout de 16 jours du début du traitement chez les larves du cinquième stade.

En outre, il provoque chez 9% des femelles traitées à l'état imaginal un retard de la maturité sexuelle d'une durée de huit jours, et une réduction de leur fécondité et du taux d'éclosion. Chez 62.5% des femelles on remarque un blocage du développement ovarien en début de vitellogenèse.

Ces profondes perturbations physiologiques observées seraient dûes à l'action des alcaloïdes indoliques (Munir *et al*. 1995, Zaïdi &

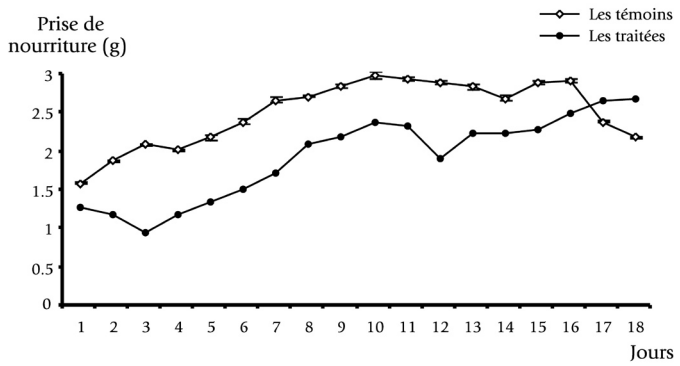


Fig. 3a. Effet de *P. harmala* sur la prise de nourriture des femelles du criquet pèlerin.

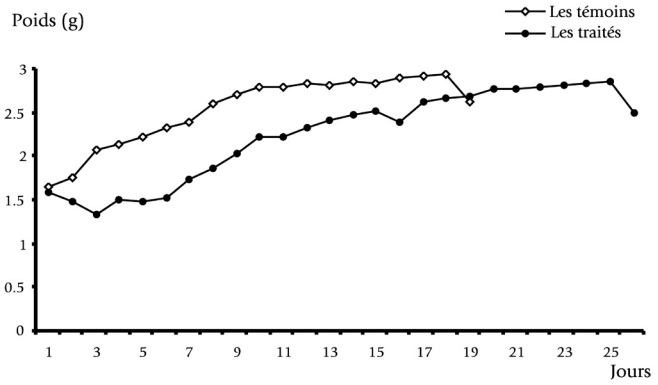


Fig 3b. Effet de *P. harmala* sur le poids des femelles du criquet pèlerin.

Downloaded From: https://bioone.org/journals/Journal-of-Orthoptera-Research on 08 May 2024
Terms of Use: https://bioone.org/terms-of-use

Tableau 1. Effet de *P. harmala* sur la teneur en eau chez les femelles durant le traitement.

	Témoins (6 femelles)	Traitées (6 femelles)
Début du traitement	(72 ± 2)%	(72 ± 2)%
Fin du traitement	(70 ± 1)%	(46% ± 3)%
Perte en eau	2%	26%

Munir 1995; Berlin *et al*. 1994, Berlin *et al*. 1993) contenus dans la plante et que nous avons déterminés par l'analyse phytochimique réalisée sur l'extrait des graines.

Ces troubles se manifestent par le manque de coordination des mouvements, par des troubles de l'équilibre, par des tremblements intenses des appendices et des segments abdominaux des animaux traités et enfin par leur mort, ces manifestations sous-tendant des altérations qui frappent le système nerveux des individus. En effet l'action neurotoxique de ces alcaloïdes indoliques a été déjà observée chez les vertébrés (El Bahri & Chemli 1991, Rudgley 1994).

Par ailleurs, ces troubles nerveux s'accompagnent de la perte en eau, résultant d'une défécation intense; ce dérèglement du processus de la régulation hydrique a été souvent constaté chez des insectes exposés à des insecticides organohalogènes (Moréteau 1989) et chez des rats traités par *Peganum harmala* (Nath *et al*. 1993).

Tableau 2. Effet de *P. harmala* sur la fécondité des femelles et sur le taux d'éclosion.

	femelles témoins N=6	traitées survivantes N=3	($F_{(1,7)}$ =13.343, *P*=0.0099)
Nombre d'oeufs pondus par femelle à la première ponte	(64 ± 4)	(53 ± 5)	Différence significative
Durée d'incubation des oeufs	(15 ± 3)	+ de 30 jours	
Taux d'éclosion	(56 ± 6) 87%	Absence d'éclosion 0%	

Cette perte en eau s'expliquerait par une action inhibitrice de l'extrait d'alcaloïdes sur la réabsorption de l'eau par le rectum, d'où l'augmentation de l'urine sous forme de féces hydratées; en effet, l'action de ces produits sur le système neuroendocrinien responsable du maintien de la balance hydrique a été déjà observée chez *locusta migratoria* traitée par la deltamithrine (Proux *et al*. 1993, Alaoui 1994).

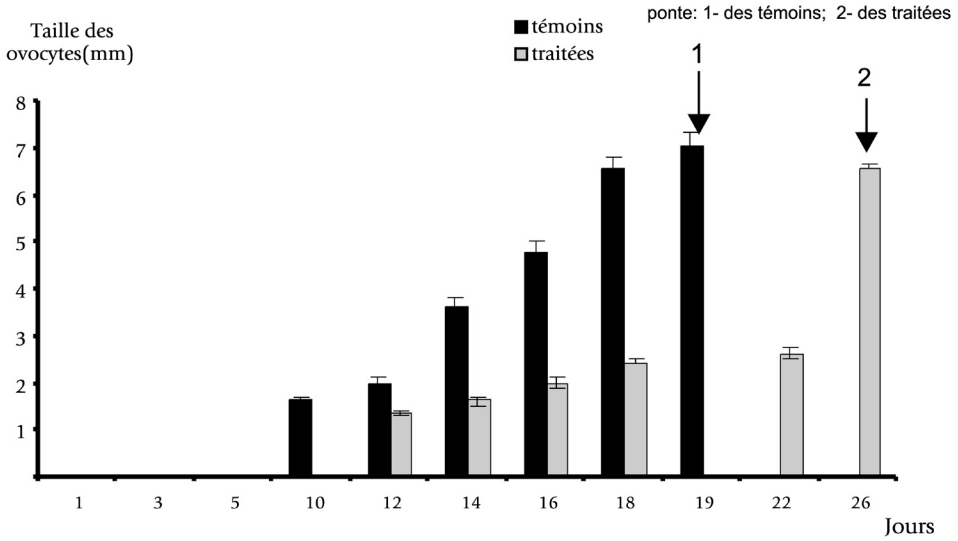


Fig. 4. Effet de *P. harmala* sur la taille moyenne des ovocytes terminaux (m ± SD) des femelles du criquet pèlerin.

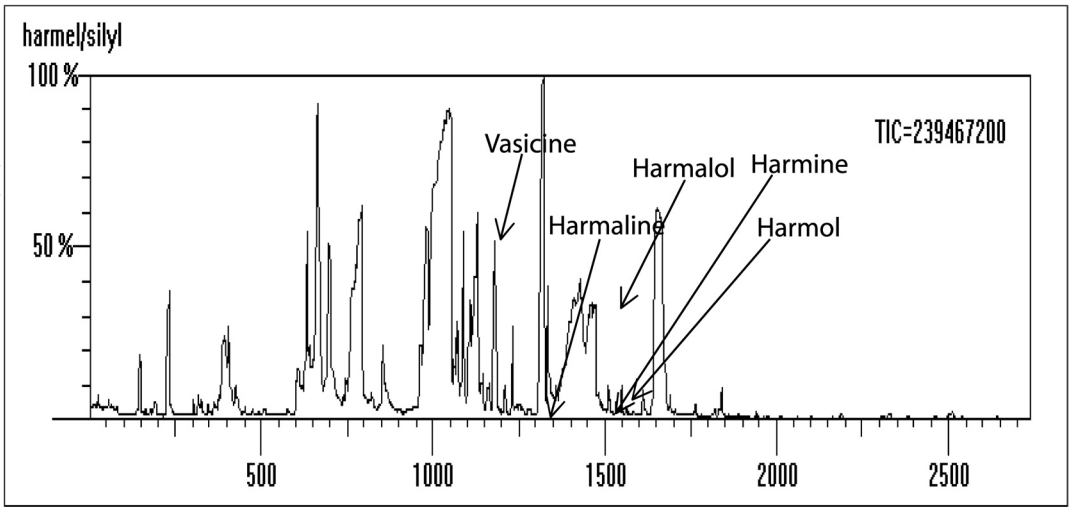
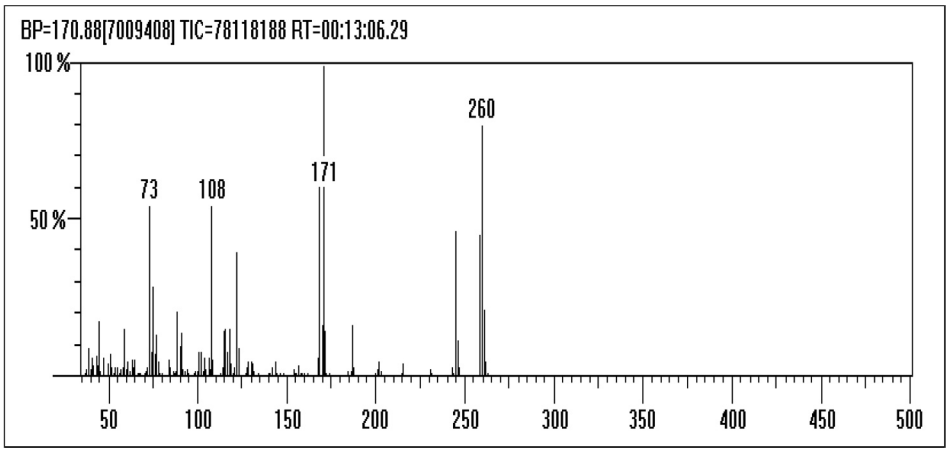
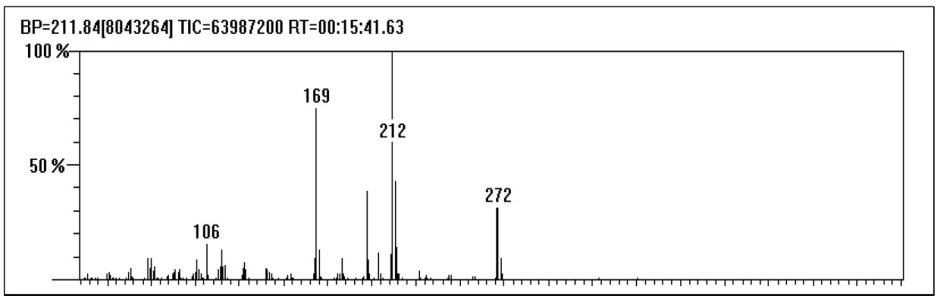


Fig 5. Chromatogramme de l'extrait sylilé des grains de *Peganum harmala* L.

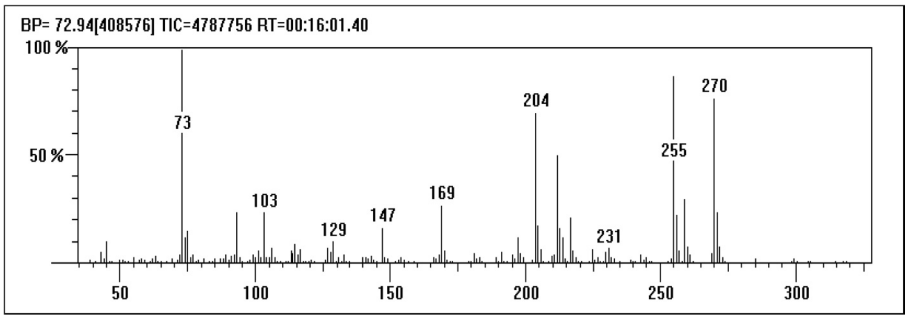
Downloaded From: https://bioone.org/journals/Journal-of-Orthoptera-Research on 08 May 2024
Terms of Use: https://bioone.org/terms-of-use



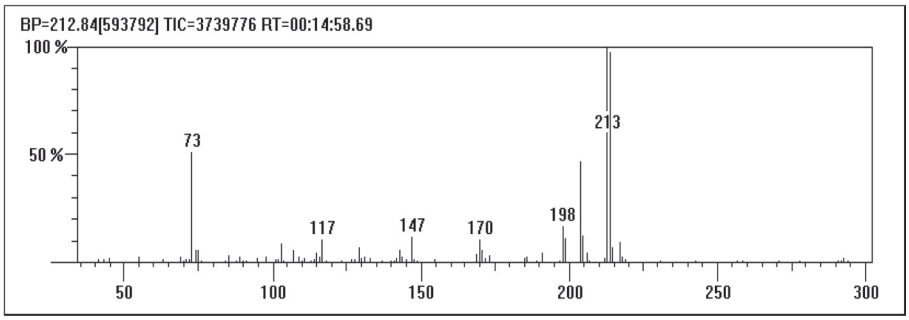
Spectre 1. Spectre de masse de la vasicine ou péganine.



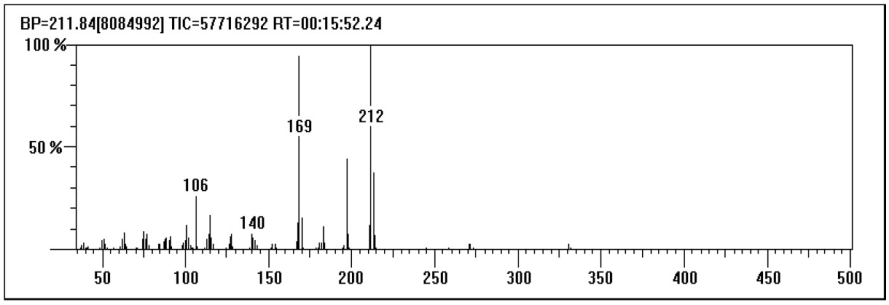
Spectre 2. Spectre de masse d'harmalol.



Spectre 3. Spectre de masse d'harmol.



Spectre 4. Spectre de masse d'harmaline.



Spectre 5. Spectre de masse d'harmine.

Downloaded From: https://bioone.org/journals/Journal-of-Orthoptera-Research on 08 May 2024
Terms of Use: https://bioone.org/terms-of-use

La perte du poids des individus traités serait étroitement liée à la diminution de la prise de nourriture générée par l'effet antiappétant de l'extrait des graines et à la perte en eau. La teneur normale représente 70% du poids des témoins contre 46% chez les traités. En effet, la perte en eau entraîne une diminution du volume de l'hémolymphe, ce qui a un impact indéniable sur le déroulement des fonctions vitales de l'insecte.

La réduction de la fécondité et du taux d'éclosion suite aux troubles de la vitellogenèse au cours du premier cycle ovarien, serait une conséquence de la baisse du poids des femelles sous l'effet de ces alcaloïdes indoliques.

L'ingestion de la plante entière de *Peganum harmala* entraîne chez le criquet pèlerin un taux de mortalité cumulé de 45% chez les larves du quatrième stade, un blocage total du développement ovarien chez les femelles issues de larves du cinquième stade (Idrissi-Hassani *et al*. 1998).

L'ensemble de nos résultats sur *Schistocerca gregaria* concordent avec ceux de Nasseh *et al*. (1992), Diop & Wilps (1997), Rembold (1997), Wilps & Diop 1997 et Wilps *et al*. (1992), qui ont utilisé l'extrait du fruit de *Melia volkensii* et *Azadarachta indica* ainsi que ceux de Doumbia (1994) qui a testé l'effet de l'extrait des graines de *Melia Azedarach*.

L'extrait des graines de *Peganum harmala* est toxique pour la larve du cinquième stade et pour l'adulte femelle, réduit l'appétit et réduit la fécondité de la femelle de *Schistocerca gregaria*, ce qui lui attribue un effet insecticide incontestable.

Nous pensons que ces substances pourraient constituer la base de synthèse de nouvelles familles de molécules pour lutter contre le criquet pèlerin sans pour autant être nocif pour l'environnement.

Bibliographie

Ahmad A., Khan K. A., Sultana S., Siddiqui B.S., Begun S., Faizi S., Siddiqui S. 1992. Study of the in vitro antimicrobial activity of harmine, harmaline and their derivatives. J. Ethnopharmacol: 289-294.

Alaoui A. 1994. Mode d'action d'un insecticide de synthèse la deltamithrine, sur le métabolisme glucidique et hydrominéral, chez le criquet migrateur mâle adulte. Thèse de Doctorat es-sciences, pp. 152, Faculté des Sciences, Rabat.

Aqel M., Hadidi M. 1991. Direct relaxant effect of *Peganum harmala* seed extract on smooth muscles of rabbit and guinea pig. Int. J. Pharm: 176-182.

Ayoub M.T., Tak Al-Allaf, Rashan L. J. 1994. Antiproliferative activity of harmalol. Fitoterapia 65: 14-18.

Bellakhdar J. 1997. La Pharmacopée Marocaine Traditionnelle, Médecine Arabe Ancienne et Savoirs Populaires.

Berlin J., Rugenhagen C., Greidziak N., Kusovkina I. N., Witte L., Wray V. 1993. Biosynthesis of serotonin and beta carboline alkaloids in hairy root cultures of *Peganum harmala*. Phytochemistry- Oxford. Oxford ; New York : Pergamon Press, 1961. Je 1993. v. 33 (3) p. 593-597

Berlin J., Rugenhagen C., Kusovkina I. N., Fecker L. F., Sasse- F. 1994. Are tissue cultures of *Peganum harmala* a useful model system for studying how to manipulate the formation of secondary metabolites? Plant cell, Tissue and Organ Culture. 38: 289-297

Bruneton J. 1993. Pharmacognosie Phytochimie Plantes Médicinales. Edition Lavoisier Paris.

Bruneton J. 1996. Plantes Toxiques: Végétaux Dangereux pour l'Homme et les Animaux. Edition Lavoisier Paris.

Doumbia L. 1994. Les effets de *Melia* et *Azedarach* sur les larves du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forsk. Sahel. PV. INFO N°60 FEVRIER 1994. p: 2-10

Diop B., Wilps H. 1997. Field trials with neem oil and *Melia volkensii* extracts on *Schistocerca gregaria*, pp. 201-207. In: Krall S., Peveling R., BaDiallo D. (Eds) New Stategies in Locust Control. Birkhäuser Basel.

El Bahri L., Chemli R. 1991. *Peganum harmala* L. a poisonous plant of North africa. Veternary Human Toxicology 33: 276-277.

F.A.O. 1990. Environmental effects of chemical Locust and grasshopper control , A pilot study, 277p.

Idrissi-Hassani L.M. 2000. Analyse phytochimique de l'Harmel *Peganum harmala* L.(Zygophyllacea): Etude de ses effets sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forskål (1775), (Orthoptera: Acrididae). Thèse Doctorat-Es- Sciences, 214 p. Faculté des Sciences Ibn Zohr- Agadir.

Idrissi-Hassani L.M., Ould Ahmadou M.A., Chihrane J., Bouaichi A. 1998. Effets d'une alimentation en *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) sur la survie et le développement ovarien du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forskål (Orthoptera-Acrididae). Ethnopharmacologia 23: 26-41.

Munir C., Zaïdi M.I., Nasir-Ahmad, Atta-ur-Rahman, Ahmad-N. 1995. An easy rapid metal mediated method of isolation harmine and harmaline from *Peganum harmala*. Fitoterapia 66: 73-76 .

Moréteau B. 1991. Etude de certains aspects de la physiotoxicologie d'insecticides de synthèse chez le Criquet migrateur : *Locusta migratoria* R. & F., pp. 167-178. In: Aupelf-uref (Ed.) La Lutte Anti-acridienne. John Libbey Eurotext, Paris.

Nasseh O., Krall S., Wilps H., Salissou G. B. 1992. Les effets d'inhibiteurs de croissance et de biocides végéteaux sur les larves de *Schistocerca gregaria* (Forskål). Sahel PV. INFO N°45. Août 1992.

Nath D., Sethi N., Ranjana-Srivastava, Jain A.K., Sing R.K., Srivastava R. 1993. Study on tetragenic and antifertility activity of harmala in rats. Fitoterapia 64: 321-324.

Norris M.J. 1954. Sexual maturation in the desert locust with special reference to the effects of grouping. Anti-locust . Bull. 18:1-44.

Pari K., Rao P.J., Devakumar C., Rastogi J.N. 1998. A novel insect antifeedant nonprotein amino acid from *Calotropis gigantea*. Journal of Natural Production 61: 102-104.

Philogene B. I. R. 1989. L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes. Problèmes et perspectives. Colloque de Rabat 1989,(9) : 269-277

Proux J., Alaoui A., Moréteau B., Baskali A. 1993. Deltamithrin inducd deregulation of the water balance in the migratory Locust. Comp. Biochemistry and physiology. 106: 351-357.

Rembold H. 1997. *Melia volkensii*: a natural insecticide against desert locusts. New Strategies in Locust Control Birkhäuser Verlag Basel/Switzerland, p 185-191.

Rudgley R. 1994. Essential substances: a Cultural History of Intoxicants in Society. Kodansha International, New York.

Viala A. 1998. Elément de toxicologie - TEC & DOC., pp. 521.

Wilps H., Diop B. 1997. Field investigations on *Schistocerca gregaria* (Forskål) adults, hoppers and hopper bands, p117-128. In: Krall S., Peveling R., BaDiallo, D. (Eds) New Strategies in Locust Control. Birkhäuser, Basel.

Zaïdi M. I, Munir C. 1995. A new direct isolation method of harmaline from the harmala seeds by Mercury (II) ions. Sarhad Journal of Agriculture. 11: 219-223

Downloaded From: https://bioone.org/journals/Journal-of-Orthoptera-Research on 08 May 2024
Terms of Use: https://bioone.org/terms-of-use

Annexe 1.

L'une des méthodes les plus employées à l'heure actuelle pour la caractérisation des substances est le couplage chromatographie gazeuse — spectrométrie de masse (GC / MS). Il permet dans de nombreux cas de remonter aux structures chimiques des produits analysés par l'obtention de leur spectre de masse équivalent à une empreinte chimique. Les molécules préalablement séparées au moyen d'un chromatographe en phase gazeuse sont bombardées soit par un gaz ionisé (ionisation chimique, NH3, CH4, . .), soit par un faisceau d'électrons (impact électrique EI 70 eV). Les fragments ainsi engendrés sont analysés dans un électroaimant (exemple: quadripôle), comptabilisés par un détecteur (exemple: photomultiplicateur) et traités de façon à reconstituer le courant ionique total correspondant. L'ensemble de ces étapes est rendu automatisable grâce à la mise en œuvre de logiciels informatiques. La détermination de l'identité des spectres est facilitée par la recherche dans des librairies de spectres de différentes spécialités (toxicologie, pesticides, armes, polymères…).

La spectrométrie de masse est donc une méthode d'identification permettant dans la majorité des cas de connaître la structure fine des molécules. Le composé étudié mis à l'état de vapeur dans un vide poussé est soumis à un bombardement d'électrons et se fragmente en ions. Les ions positifs formés vont être accélérés et séparés en fonction de leur masse m et de leur charge e sous l'effet de champs électriques et/ou magnétiques variables, avant d'être collectés sur une cible où l'on estimera leur abondance relative en ions formés et où que l'on identifiera la molécule étudiée. Un spectre de masse ne sera qu'un histogramme des fréquences de répartition des ions sur la cible où chaque ion est caractérisé par un rapport m/e. Ces histogrammes sont habituellement normalisés en attribuant l'intensité 100 à l'ion le plus abondant, qui est appelé pic de base, et en mesurant l'intensité des autres pics par rapport à celle du pic de base. Le pic résultant de la présence d'un ion moléculaire (molécule initiale ayant perdu un électron) est appelé pic parent. Il permet, lorsqu'il est présent, de connaître la masse moléculaire du composé. Les différents ions présents sur le spectre correspondent chacun à un fragment de la molécule. La comparaison informatique du spectre d'un pic inconnu effectué avec une ou plusieurs librairies de référence permet son identification — à condition que le degré de similitude des librairies des spectres, inconnu et référence, soit suffisant et que les indices de rétention soient identiques.

Downloaded From: https://bioone.org/journals/Journal-of-Orthoptera-Research on 08 May 2024
Terms of Use: https://bioone.org/terms-of-use