

## TOXICITE COMPAREE DES HUILES ESSENTIELLES BRUTES FOLIAIRES DE TROIS PLANTES SPONTANEEES RECOLTEES AU SAHARA ALGERIEN SUR LES LARVES ET LES IMAGOS DE *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL, 1775) (ORTHOPTERA- CYRTACANTHACRIDINAE)

KEMASSI Abdellah<sup>1,2</sup>, HELLALI Naima<sup>3</sup>, BOUAL Zakaria<sup>2</sup>, BOUZIANE Nawel<sup>2</sup>,  
OULD EL HADJ-KHELIL Aminata<sup>1</sup>, HADJ-MAHAMMED Mahfoud<sup>3</sup> et OULD  
ELHADJ Mohamed Didi<sup>1,3</sup>

<sup>(1)</sup>Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi Arides  
Université Kasdi Merbah Ouargla, BP 511 Ouargla 30000 Algérie

<sup>(2)</sup>Département de Biologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la  
Terre, Université de Ghardaïa, BP 455 Ghardaïa 47000 Algérie. Email: [akemassi@yahoo.fr](mailto:akemassi@yahoo.fr)

<sup>(3)</sup>Laboratoire de BioGéoChimie des Milieux Désertiques,  
Université Kasdi Merbah Ouargla, BP 511 Ouargla 30000 Algérie

**Résumé-** L'étude de la toxicité par contact direct, des huiles essentielles brutes foliaires de *Peganum harmala* L. (*Zygophyllaceae*), de *Cleome arabica* L. (*Capparidaceae*) et de *Cymbopogon schoenanthus* L. (*Poaceae*) récoltées au Sahara algérien, sur les larves du cinquième stade ( $L_5$ ) et les imagos du criquet pèlerin, révèle leur toxicité chez cet acridien. Pour les huiles essentielles brutes de *P. harmala*, un taux de mortalité de 100% est atteint au bout de 8 mn 30', chez les larves  $L_5$  traitées. Il est de 12 mn 10' pour *C. arabica* et de 35 mn 11' pour *C. schoenanthus*. Une mortalité de 100% est atteinte chez les imagos traités au bout de 30 mn 18', 128 mn 40' et 63 mn 19', pour *P. harmala*, *C. arabica* et *C. schoenanthus* respectivement. Aucune mortalité n'est enregistrée au niveau des larves  $L_5$  et des imagos des lots témoins. Les larves  $L_5$  semblent plus sensibles à l'action des huiles essentielles brutes foliaires de ces plantes acridifuges testées comparativement aux imagos. L'examen des temps létaux 50 ( $TL_{50}$ ) pour les larves  $L_5$  montre que le temps le plus court est obtenu avec les huiles essentielles brutes foliaires de *P. harmala* (6 mn 12'), puis avec celles de *C. arabica* (9 mn 17') et, enfin *C. schoenanthus* (28 mn 36'). Il en est de même pour les adultes avec respectivement 19 mn 21', 41 mn 50', et 48 mn 54' pour les mêmes huiles essentielles.

**Mots clés :** Toxicité, huiles essentielles, plante spontanée, *S. gregaria*, Sahara.

## COMPARED TOXICITY OF RAW LEAF ESSENTIAL OILS OF THREE SPONTANEOUS PLANTS COLLECTED IN THE ALGERIAN SAHARA ON LARVAE AND ADULTS OF *Schistocerca gregaria* (FORSKÅL, 1775) (ORTHOPTERA-CYRTACANTHACRIDINAE)

**Abstract-** The study of the directly contact toxicity of crude leaf essential oils of *Peganum harmala* L. (*Zygophyllaceae*), *Cleome arabica* L. (*Capparidaceae*) and *Cymbopogon schoenanthus* L. (*Poaceae*) collected in the Algerian Sahara, on the fifth stage larvae ( $L_5$ ) and adults of desert locusts, reveals their toxicity in this locust. For crude essential oils of *P. harmala*, a mortality rate of 100% is reached after 8 mn 30', in  $L_5$  larvae treated. It is 12 mn 10' for *C. Arabica* and 35 mn 11' for *C. schoenanthus*. A 100% mortality is reached in imago treated after 30 mn 18', 128 mn 40', 63 mn 19' et for *P. harmala*, *C. arabica* and *C. schoenanthus* respectively. No deaths recorded at the level of  $L_5$  larvae and adult forms of the control groups.  $L_5$  larvae appear to be more sensitive to the raw leaf essential oils of these plants acridifuges tested compared to adult individuals. Examination of the lethal time 50 ( $LT_{50}$ ) for  $L_5$  larvae shows that the shortest time is obtained with the raw leaf essential oils of *P. harmala* (6 mn 12') and *C. arabica* (9 mn 17') and

finally *C. schoenanthus* (28 mn 36'). It is the same for imago with 19 mn 21', 41 min 50', 54 and 48 minutes' respectively.

**Keywords:** Toxicity, essential oil, spontaneous plant, *S. gregaria*, Sahara.

## Introduction

Dans plusieurs régions d'Afrique et d'Asie, la production agricole est sérieusement éprouvée par les sécheresses périodiques, l'érosion des sols et par la désertification. Elle est également fortement endommagée depuis longtemps par les phytophages, en l'occurrence les acridiens. Les sauteriaux et les locustes sont des fléaux anciens. En période d'invasion, les juvéniles et les adultes détruisent sur leur passage les cultures, les pâturages et les forêts, en causant de graves dommages [1]. Les acridiens, et en particulier le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) est connu comme le fléau acridien apocalyptique par excellence. Lorsqu'il apparaît en essaim, on peut parler d'une catastrophe écologique mobile. Quatre facteurs donnent à cet acridien une importance particulière: sa grande mobilité, la fréquence élevée de ses invasions, sa voracité et sa polyphagie en phase grégaire [2]. Le remède à envisager contre une telle calamité à court terme, reste encore l'épandage des pesticides. Cependant, quoique très diversifié, l'arsenal chimique n'a pas pu enrayer complètement ce fléau. De plus, il a alourdi le bilan environnemental par l'intoxication de l'homme et du bétail, la raréfaction et la destruction de la faune utile, la phytotoxicité et la pollution environnementale. La prise de conscience des problèmes d'environnement et d'écologie, a incité les organismes et les institutions de recherche à s'orienter vers la lutte biologique sous ses diverses formes pour lutter contre les criquets qui essaient. L'une de ses formes fait appel à l'utilisation de substances acridicides, acridifuges ou antiappétantes contenues dans les plantes pour protéger les cultures [3, 4]. Face à ce constat, une étude comparative des propriétés toxiques des huiles essentielles brutes de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae), *Cleome arabica* L. (Cappardidaceae) et *Cymbopogon schoenanthus* L. (Poaceae) vis-à-vis du criquet pèlerin a été menée. Le critère d'appréciation est le taux de mortalité des larves du cinquième stade ( $L_5$ ) et des imagos du criquet pèlerin.

## 1.- Méthodologie

### 1.1.- Matériel biologique

Le matériel biologique se compose de larves du cinquième stade ( $L_5$ ) et d'imagos du criquet pèlerin qui proviennent d'un élevage de masse réalisé au laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi arides de l'université Kasdi Merbah-Ouargla (Algérie) et de plantes spontanées connues au Sahara algérien pour leur action acridifuge.

#### 1.1.1.- Choix des stades chez *Schistocerca gregaria*

Le choix des stades porte sur des imagos et larves du cinquième stade. Le choix des imagos se justifie, car c'est le stade où l'insecte est le plus à craindre à cause de l'amplitude de ses déplacements. Pour des raisons de commodité au laboratoire, les larves du cinquième stade ( $L_5$ ) sont retenues.

### 2.1.2.- Elevage de *Schistocerca gregaria*

Les insectes sont issus d'un élevage de masse maintenu à une température de  $32\pm 2^{\circ}\text{C}$ , à un éclairage continu et à une humidité relative de  $60\pm 5\%$ . La nourriture se compose de Poaceae dont le blé dur (*Triticum durum* L.), l'orge (*Hordeum vulgare* L.), l'avoine (*Avena sativa* L.), le gazon (*Stenotaphrum americanum* L.), mais aussi la luzerne (*Medicago sativa* var. L.) (Fabaceae), les feuilles de chou (*Brassica oleracea* L.), et le son de blé comme complément. Le renouvellement de la nourriture, le nettoyage de la cage d'élevage et des récipients, s'effectuent quotidiennement.

### 1.1.3.- Choix des plantes acridifuges

Trois plantes soit *Peganum harmala*, *Cleome arabica* et *Cymbopogon schoenanthus* récoltées au Sahara algérien, sont retenues pour les tests de toxicité, compte tenu de leurs propriétés biochimiques vis-à-vis du criquet pèlerin.

#### *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae)

*P. harmala* est une plante herbacée, vivace de 30 à 90 cm de haut. Elle présente des feuilles allongées et irrégulièrement divisées en multiples laniers très fines, à fleurs blanches munies de sépales inégaux persistants qui dépassent la corolle et de pétales crème lavés de rose-orangé à nervures jaunes. Elle est observée en Europe australe et austro-orientale, Asie mineure et orientale et en Afrique du Nord. En Algérie, *P. harmala*, est commune aux hauts plateaux, au Sahara septentrional et méridional et aux montagnes du Sahara central [5, 6, 7]. Elle est utilisée par les autochtones au Sahara pour le traitement des convulsions, des fièvres et du rhumatisme. Elle présente également des propriétés antiparasitaires, enivrantes et sudorifiques. C'est une plante non broutée par les animaux d'élevage dont le dromadaire [5].

#### *Cleome arabica* L. (Capparidaceae)

Plante vivace d'environ 30 cm de hauteur, à tiges dressées et ramifiées qui portent de petites feuilles poilues trifoliées, les fleurs ont des pétales de couleur qui va du jaune au pourpre foncé. Le fruit est une gousse de 2 à 5 cm de longueur. C'est une plante à odeur fétide, toxique et présente des effets hallucinogènes. Elle est fréquente dans les savanes désertiques et les tamarisiers de l'étage tropical, commune dans le Sahara septentrional, en Egypte et en Afrique tropicale [5, 7, 8]. En pharmacopée, certains autochtones du Sahara utilisent *C. arabica* comme diurétique et contre le rhumatisme [5].

#### *Cymbopogon schoenanthus* L. (Poaceae)

*C. schoenanthus* est une plante vivace. Elle est observée au Sahara sous forme de touffes épaisses, serrées avec de nombreux rejets. Les feuilles sont étroites s'enroulant sur elles mêmes. Elle présente des tiges dressées, pouvant atteindre 60 à 80 cm de longueur. Les inflorescences sont en panicules aux épis plus ou moins teintés de violet. En pharmacopée saharienne, *C. schoenanthus* est utilisée pour favoriser la digestion et pour soigner les aigreurs d'estomac et la mauvaise haleine due aux reflux de l'estomac [5, 7, 8].

## 1.2.- Extraction des huiles essentielles brutes foliaires

Les huiles essentielles sont extraites par hydro-distillation. Cela consiste à immerger la matière végétale (feuilles fraîches) dans un bain d'eau. L'ensemble est porté à ébullition pendant 6 heures. L'opération est généralement conduite à la pression atmosphérique [9]. Le milieu réactionnel constitué par les feuilles fraîches de chaque plante à tester et par l'eau, est porté à ébullition grâce à un chauffe-ballon à une température de 100°C. Les fractions de vapeur d'eau entraînent les produits organiques volatiles qui se condensent à l'aide de réfrigérant. Après décantation, les huiles essentielles brutes sont récupérées. Elles subissent une déshydratation par du sulfate de sodium anhydre, afin d'éliminer l'eau susceptible d'avoir été retenue dans la phase organique. Le produit ainsi obtenu servira pour traiter les insectes.

## 1.3.- Tests biologiques

Les tests de toxicité ont pour objet d'évaluer le degré de sensibilité (ou de résistance) à une substance chez les diverses espèces animales ou végétales [10]. Le mode de traitement, par contact est utilisé. Il consiste en une pulvérisation directe des huiles essentielles de chaque plante testée, à l'aide d'un micro-pulvérisateur (Ultra Bas Volume) sur les larves L<sub>5</sub> et les adultes du criquet pèlerin. A cet effet, 8 lots d'insectes sont constitués à raison de 60 individus dont 30 mâles et 30 femelles par lot, ce qui donne un total de 360 individus. Quatre lots pour les L<sub>5</sub>, dont l'un pour le témoin et trois autres pour le traitement. Quant aux autres lots, ils sont constitués par des imagos avec un lot témoin et trois lots pour le traitement.

## 1.4.- Taux de mortalité cumulée

La mortalité est le principal critère de jugement de l'efficacité d'un traitement chimique ou biologique. Le pourcentage de la mortalité observée chez les larves du cinquième stade et les adultes, témoins et traités est estimé selon la formule suivante [11]:

$$\text{Mortalité observée} = [\text{Nombre de morts} / \text{Nombre total des individus}] \times 100$$

## 1.5.- Calcul des temps létaux 50 (TL<sub>50</sub>) et des temps létaux 90 (TL<sub>90</sub>)

Le temps létaux 50 (TL<sub>50</sub>) et le temps létaux 90 (TL<sub>90</sub>) sont calculés à partir de la droite de régression des valeurs (probits) correspondant aux pourcentages de la mortalité corrigée en fonction des logarithmes des temps de traitement. La formule de Schneider [11] et la table des probits sont utilisées à cet effet.

$$\text{Formule de Schneider : } MC = [M_2 - M_1/100 - M_1] \times 100$$

- MC : % de mortalité corrigée
- M<sub>2</sub> : % de mortalité dans la population traitée
- M<sub>1</sub> : % de mortalité dans la population témoin

## 2.- Résultats et discussion

L'étude de la toxicité des huiles essentielles foliaires brutes, par pulvérisation sur les larves L<sub>5</sub> et les imagos du Criquet pèlerin de chacune des différentes espèces végétales

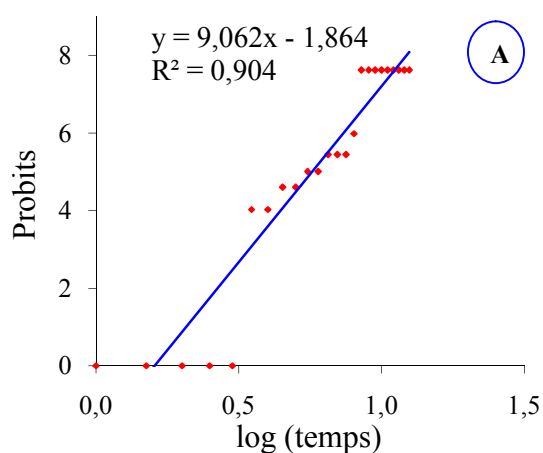
retenues pour la présente étude, laisse apparaître leur action toxique sur le criquet pèlerin (tab. I). Un taux de mortalité de 100% est atteint au bout de 8 mn 30' et 30 mn 18' respectivement chez les larves et les adultes du Criquet du désert traités par les huiles essentielles brutes de *P. harmala*. Chez le lot des larves traitées par les huiles essentielles de *C. arabica*, une mortalité de 100% est atteinte au bout de 12 mn 10'. Elle est de 128 mn 40' pour le lot des adultes traités. Pour les individus traités par les huiles essentielles brutes de *C. schoenanthus*, c'est au bout de 35 mn 11' et 63 mn 19' que le taux de mortalité de 100% est atteint pour les larves L<sub>5</sub> et les adultes du *S. gregaria* respectivement. En outre, aucune mortalité n'est enregistrée chez les individus des lots témoins. L'effet létal observé varie en fonction de l'extrait et le stade de développement de l'insecte. Les larves L<sub>5</sub> semblent plus sensibles à leurs actions que les adultes. Au vu des valeurs des temps létaux estimés pour les larves L<sub>5</sub> et les adultes du criquet pèlerin des lots traités par les huiles essentielles de chacune des trois plantes récoltées au Sahara, il apparaît sur le tableau I que les durées d'action les plus courtes sont estimées pour les huiles essentielles de *P. harmala*, suivie de *C. arabica* puis *C. schoenanthus*. Les huiles essentielles de *P. harmala* sont plus toxiques que celles de *C. arabica* et de *C. schoenanthus*. NGAMO et HANCE (2007), signalent que les huiles essentielles exercent des effets physiologiques et autres physiques [12]. Les effets physiologiques peuvent affecter les neurotransmetteurs des invertébrés dont l'octopamine qui a un effet régulateur sur les battements du cœur, la motricité, la ventilation, le vol et le métabolisme des invertébrés [13].

**Tableau I.-** Temps létaux des larves L<sub>5</sub> et des adultes de *S. gregaria* traités par les huiles essentielles brutes foliaires des trois plantes

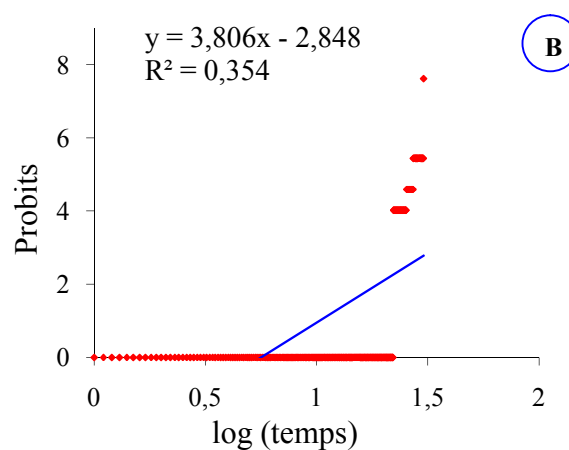
Mortalité (%)	Temps létal (TL)					
	<i>Peganum harmala</i>		<i>Cleome arabica</i>		<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	
	Larve L <sub>5</sub>	Adulte	Larve L <sub>5</sub>	Adulte	Larve L <sub>5</sub>	Adulte
05	03'45''6	07'06''6	05'42''	17'03''	12'36''6	20'22''2
10	04'07''8	08'51''	06'19''8	20'44''4	15'02''4	24'42''6
20	04'37''2	11'33''	07'11''4	26'19''2	18'37''8	31'14''4
30	05'00''6	14'	07'52''8	31'15''6	21'45''	37'
40	05'21''6	16'30''	08'31''2	36'12''	24'49''2	42'45''
50	05'43''2	19'13''2	09'10''2	41'30''6	28'04''2	48'55''2
60	06'06''	22'24''	09'52''2	47'35''4	31'57''	56'22''2
70	06'31''8	26'24''	10'40''2	55'06''6	36'13''2	64'40''2
80	07'04''8	32'	11'42''	65'27''6	42'16''8	76'36''6
90	07'55''2	41'45''	13'16''8	83'03''	52'22''8	96'51''

Les TL<sub>50</sub> et TL<sub>90</sub> évalués sont de l'ordre de 05 mn 43' et 07 mn 55' pour les larves L<sub>5</sub> traitées par les huiles essentielles de *P. harmala* et de 19 mn 13' et 41 mn 45' pour les adultes respectivement. Pour les larves L<sub>5</sub> traitées par les huiles essentielles de *C. arabica*, le TL<sub>50</sub> est de 09 mn 10' et le TL<sub>90</sub> est de l'ordre de 13 mn 16', alors que pour les adultes, le TL<sub>50</sub> et TL<sub>90</sub> estimés sont de 41 mn 30' et 83 mn 03' respectivement. Le TL<sub>50</sub> estimé pour les larves L<sub>5</sub> traitées par les huiles essentielles de *C. schoenanthus* est de 28 mn 04',

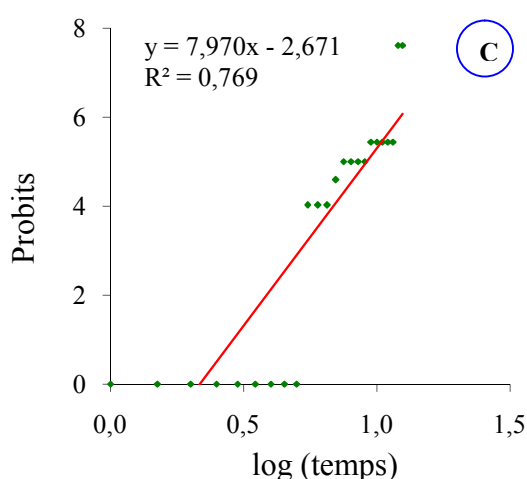
et le TL<sub>90</sub> de l'ordre de 52 mn 22', alors que pour les adultes, les valeurs de TL<sub>50</sub> et TL<sub>90</sub> évaluées sont de 48 mn 55' et 96 mn 51' respectivement (tab. I et fig.1). KEMASSI *et al.* (2010) notent des TL<sub>50</sub> de 10,51 jours et 20,02 jours pour l'extrait acétonique brut d'*Euphorbia guyoniana* (*Euphorbiaceae*), appliqué par ingestion sur les larves L<sub>5</sub> et les adultes du criquet pèlerin respectivement [14]. OULD EL HADJ *et al.* (2006), signalent un TL<sub>50</sub> avoisinant pour le neem *Azadirachta indica* Juss. (*Miliaceae*) 7,5 jours, puis pour le mélia *Melia azerdarach* L. (*Miliaceae*) 8,2 jours et enfin 10,4 jours pour l'eucalyptus *Eucalyptus globulus* L. (*Myrtaceae*) chez les L<sub>5</sub> de *S. gregaria* traitées par les extraits foliaires de ces plantes. Selon les mêmes auteurs, le TL<sub>50</sub> le plus court enregistré pour les adultes de ce locuste est de 8,1 jours (neem), 8,3 jours (mélia) et 9,6 jours (eucalyptus) [15]. En appliquant *Pseudomonas fluorescens* sur les larves du cinquième stade de *Schistocerca gregaria* TAIL (1998), note des TL<sub>50</sub> de l'ordre de 7,1 jours pour la forte dose et 8 jours pour la dose faible. En outre, en utilisant le *Metarhizium anisopliae* var [16]. HALOUANE (1997) rapporte un TL<sub>50</sub> de l'ordre de 4,9 jours pour la concentration 1,3.10<sup>3</sup>spores/ml appliquée sur les larves L<sub>5</sub> du criquet du désert [17].



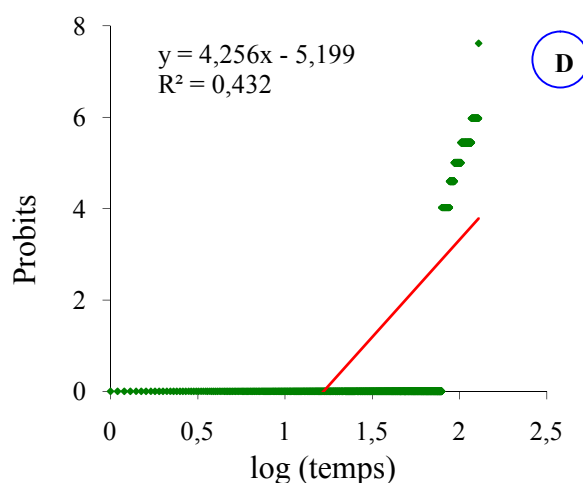
Effets des huiles essentielles de *P. harmala* dans le temps sur les larves L<sub>5</sub> de *S. gregaria*



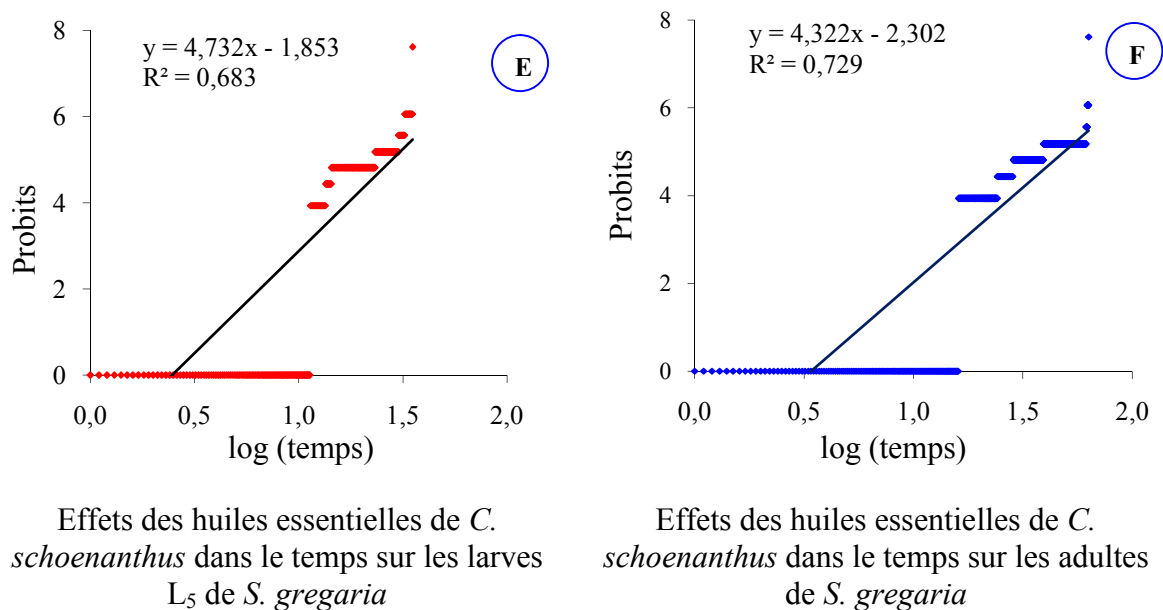
Effets des huiles essentielles de *P. harmala* dans le temps sur les adultes de *S. gregaria*



Effets des huiles essentielles de *C. arabica* dans le temps sur les larves L<sub>5</sub> de *S. gregaria*



Effets des huiles essentielles de *C. arabica* dans le temps sur les adultes de *S. gregaria*



**Figure 1(a,b,c,d,e,f).**- Relation entre le taux de mortalité de *Schistocerca gregaria* et les huiles essentielles brutes foliaires des trois plantes en fonction du temps

## Conclusion

L'étude de l'efficacité insecticide des huiles essentielles foliaires brutes de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae), *Cleome arabica* L. (Cappardidaceae) et *Cymbopogon schoenanthus* L. (Poaceae) récoltées au Sahara algérien sur les larves L<sub>5</sub> et les adultes de *S. gregaria*, fait ressortir leur effet toxique sur cet insecte. Ces huiles essentielles foliaires brutes testées présentent un pouvoir biocide sur les larves L<sub>5</sub> et sur les adultes avec une rapidité d'action plus marquée sur les larves L<sub>5</sub>. Des symptômes de neuro-intoxication sont observés suite à la pulvérisation directe des huiles essentielles brutes sur l'insecte: troubles de l'équilibre, mouvements convulsifs, défécation intense, perte de la capacité de se percher à un support suite à l'incapacité de jointure tarsique, tremblements d'appendices et accroissement de rythme de la pulsation cardiaque. Ces manifestations témoignent l'action neurotoxique et organohalogène des ces essences végétales sur le criquet pèlerin. Les huiles essentielles brutes foliaires de ces végétaux peuvent être une alternative aux insecticides chimiques en lutte préventive contre les larves du criquet pèlerin.

## Références bibliographiques

- [1].- Abouthiam A., 1991.- Problématique de l'utilisation des insecticides chimiques dans la lutte anti-acridienne au Sahel. La lutte antiacridienne. Ed. AUPEL-UREF, John Libbey Eurotext, Paris: 193-206.
- [2].- Popov G. B., Duranton J. F. et Gigault J., 1991.- Etude écologique des biotopes du Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Foskål, 1775) en Afrique Nord-Occidentale. Montpellier, CIRAD-PRIFAS. 753 p.
- [3].- Pasquier A. et Gerbinot B., 1945.- Utilisation du melia pour la protection des cultures contre les ailés de la sauterelle pèlerine. Bull. Sem. Off. Agro., El Harrach-Alger, 2

S.(2): 17-23.

- [4].- Bourmita Y., Belboukhari N., Cheriti A. et Ould El Hadj M. D., 2013.- Recherche préliminaire des sources végétales sahariennes à alcaloïdes pour usage bio-insecticides. Algerian Journal of Arid Environment, vol. 3 (1): 98-102.
- [5].- Maire R., 1933.- Etudes sur la flore et la végétation du Sahara central. Mémoire de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord, n°3, Mission du Hoggar II, Alger, 361 p.
- [6].- Chopra C., Abrol B. K., Handa K. L., 1960.- Les plantes médicinales des régions arides. Recherche sur les zones arides. Ed. UNESCO, Rome, 97 p.
- [7].- Ozenda P., 1991.- Flore et végétation du Sahara 3<sup>ème</sup> édition, augmentée. Ed. CNRS, Paris: 662 p.
- [8].- Gubb A. S., 1913.- La flore saharienne: un aperçu photographique. Ed. ADOLPHE JOURDANE, Alger, 129 p.
- [9].- Hernandez Ochoa L. R., 2005.- Substitution de solvants et matières actives de synthèse par une combine «solvant/actif» d'origine végétale. Thèse doc., institut national polytechnique de Toulouse, 324 p.
- [10].- Ramade F., 2007.- Introduction à l'écotoxicologie: fondement et application. Ed. AUPEL-UREF, Paris: 179-191.
- [11].- Lazar P., 1968.- Les essais biologiques. Revue de statistique appliquée, 16 (3): 5-35.
- [12].- Ngamo L. S. T., Hance T. H., 2007.- Diversité des ravageurs, des denrées et méthodes alternatives de luttés en milieu tropical. Tropiculture, 25(4): 215-220.
- [13].- Chiasson H., Beloin N., 2007.- Les huiles essentielles, des bio-pesticides, 'Nouveau genre'. Antennae, 14 (1) : 3-6.
- [14].- Kemassi A., Boual Z., Ould El Hadj-Khelil A., Dadi Bouhoun M., Ould El Hadj M. D., 2010.- Activité biologique de l'extrait d'*Euphorbia guyoniana* (Boiss. & Reut.) (Euphorbiaceae) chez le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Acrididae). Annales de Sciences et Technologie, Université Kasdi Merbah- Ouargla, 2 (1): 60-71.
- [15].- Ould El Hadj M. D., Tankari Danbadjo A., Halouane F., Doumandji S., 2006.- Toxicité comparée des extraits de trois plantes acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Cyrtacanthacridinae). Sécheresse, 17 (3): 407-414.
- [16].- Tail G., 1998.- Action de quelques substrats alimentaires sur quelques paramètres biologiques de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775), (Orthoptera Acrididae). Efficacité entomologique de *Pseudomonas fluorescents* (Pseudomonadales) sur quelques aspects physiologiques du Criquet pèlerin. Thèse Mag., INA, El Harrach, Alger, 190 p.



- [17].- Halouane F., 1997.- Cycle biologique de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera- Acrididae). Efficacité *Metarhizium anisopliae* (Meth) (Hyphomycetes, Deuteromycotina) et effet sur quelque paramètres physiologiques de *Schistocerca gregaria*. Thèse Magister, sci. Agro. Inst. Nat. Agro., El Harrach, Alger, 237 p.