

Activité biologique de l'extrait d'*Euphorbia guyoniana* (Boiss. & Reut.) (Euphorbiaceae) sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera-Acrididae)

Abdellah KEMASSI*, Zakaria BOUAL, Aminata OULD EL HADJ- KHELIL, Moustapha DADI BOUHOUN et Mohamed Didi OULD EL HADJ
Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi arides,
Université Kasdi Merbah-Ouargla, BP 511 Ouargla 30000 Algérie.
* E-mail : akemassi@yahoo.fr

RÉSUMÉ :

L'étude de l'activité biologique des extraits foliaires bruts d'*Euphorbia guyoniana* (Euphorbiaceae), vis-à-vis des larves L₅ et des individus adultes de *Schistocerca gregaria* mis en présence de feuilles de chou aspergées de l'extrait des feuilles d'*E. guyoniana*, a révélé qu'ils perdent respectivement 26,93% et 33,09% de leur poids initial. Les larves L₅ n'ont pas pu effectuer leur mue imaginale. Une mortalité larvaire de 100% est notée au bout du 14^e jour, et après le 30^e jour 66,67% des adultes sont morts. L'évaluation des temps létaux 50 (TL₅₀) montre que les larves sont plus sensibles à l'effet toxique d'*Euphorbia guyoniana* que les adultes. Le TL₅₀ noté, est de 10,51 jours pour les larves, et 20,02 jours pour les adultes de ce locuste du désert.

MOTS-CLÉS : *S. gregaria*, Toxicité, Plantes acridifuges, Sahara, Extraits, *Euphorbia guyoniana*.

ABSTRACT:

The study focuses on the biological activity of *Euphorbia guyoniana* (Euphorbiaceae) extract, on larvae L₅ and adults of *Schistocerca gregaria*. The Larvae L₅ and adults of *S. gregaria* made in presence of cabbage leaves sprayed with the extract of the leaves of *E. guyoniana* lost respectively 26,93 % and 33,09% of their initial weight. Meanwhile, the larvae L₅ fed on leaves of cabbage leaf extract of *E. guyoniana* could not do their fledging. Moreover, larval mortality of 100% was noted after the 14th day, and after the 30th day, 66,67 % of adults died. The evaluation of lethal time₅₀ (TL₅₀) shows that the larvae are most sensitive to the toxics effects than adults. The less TL₅₀ for the larvae is 10,51 days for *E. guyoniana* extracts and 20,02 days for adults.

KEYWORDS: *S. gregaria*, Toxicity, Acridifuges plants, Sahara, Extract *Euphorbia guyoniana*.

1. Introduction

Les acridiens, et en particulier le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Foskål, 1775) est conçu comme le fléau acridien apocalyptique par excellence. Lorsqu'il apparaît en essaim, on peut parler d'une catastrophe écologique mobile. Face à ce fléau, l'homme a l'ingéniosité de recourir à plusieurs méthodes de lutte, physique, biologique et chimique, mais la lutte à l'aide des pesticides chimiques est la plus adoptée à cause de leurs efficacités sur la cible. Quoique l'usage à outrance de ces substances de synthèse dans la lutte anti-acridienne s'est révélé très toxique sur l'environnement, leurs effets collatéraux sur ensemble des écosystèmes naturels sont incontestablement inestimables [2, 3]. Depuis quelques décennies, une prise au sérieux des problèmes de l'environnement a incité les organismes et les institutions de recherche à développer beaucoup plus les méthodes biologiques, sous ses diverses formes en vue de limiter l'usage des pesticides chimiques. L'une de ses formes est l'exploitation des composés secondaires, provenant des plantes dans la lutte contre, les insectes nuisibles. Plusieurs espèces végétales sont connues pour leurs propriétés thérapeutiques remarquables [4, 5], sont épargnées ou moins consommées par les criquets essaimant dont *E. guyoniana*. A la lumière de ce constat, dans le cadre de la recherche des molécules bioactives, d'origine végétale, efficaces dans la lutte antiacridienne, la présente étude porte sur l'étude de la toxicité d'une plante récoltée au Sahara septentrional Est Algérien sur les larves L₅ et les adultes de *S. gregaria*.

2. Méthodologie de travail

2.1. Matériel biologique

Le matériel biologique se compose de larves du 5^{ème} stade (L₅) et d'imagos du Criquet pèlerin et des feuilles d'*E. guyoniana*.

2.1.1. Elevage de *S. gregaria*

Les juvéniles du 5^e stade et les imagos du Criquet pèlerin, sont issus d'un élevage de masse maintenu au Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi-arides du Département des Sciences Agronomiques de l'Université Kasdi Merbah-Ouargla (Algérie). Les criquets sont placés selon les stades d'étude dans deux cages parallélépipédiques dont la charpente est en bois de dimension 1,2 m x 0,80 m x 0,70 m. Une petite trappe coulissante située à la face avant permet l'accès facile à l'intérieur de la cage. L'élevage est maintenu à une température de $30 \pm 4^\circ\text{C}$ avec une humidité relative de $60 \pm 5\%$. Des lampes de 160 W assurent un éclairage continu. L'alimentation est constituée essentiellement de feuilles de chou *Brassica oleracea* L. (Brassicaceae), de blé dur *Triticum durum* L. (Poaceae), d'orge *Hordeum vulgare* L. (Poaceae), de gazon *Stenotaphrum americanum* L. (Poaceae) et du son de blé. Le renouvellement de la nourriture, le nettoyage, l'humidification des pondoirs, ainsi que la vérification des pondoirs pour la recherche des oothèques s'effectuent quotidiennement.

2.1.2. Matériel végétal

Euphorbia guyoniana est une plante laticifère de la famille d'Euphorbiaceae. Elle est commune dans tout le Sahara septentrional et les régions pré-désertiques. Elle pourrait être observée en pieds isolés et en petits groupes dans les zones ensablées et elle a été répertoriée également dans le sable de l'étage tropical [6, 4]. Elle présente un système racinaire très développé pénétrant profondément dans le sol, des tiges dressées et très ramifiées partant de la base de 30 à 100 cm de haut, portant des feuilles étroites, très peu nombreuses ou absentes surtout sur les rameaux fleuris [7, 4]. Dans la médecine traditionnelle, les Euphorbiaceae sont utilisés dans de nombreuses régions du monde dans le traitement de nombreuses affections telles que les maladies gastro-intestinales. Certaines de leurs espèces possèdent également des propriétés cicatrisantes, antibactériennes, antifongiques, anti-inflammatoires antihelminthiques, hémostatiques, purgatifs et contraceptifs [8, 9, 10]. Un grand nombre d'Euphorbiaceae sont toxiques pour l'homme : urticantes, irritantes des muqueuses, inductrices de tumeurs et engendre des allergies cutanées causées généralement par leurs composés lactoniques ou quinoniques. Les Euphorbiaceae renferment diverses familles de composés chimiques tels que les alcaloïdes [11], les flavonoïdes, les composés cyanogéniques [12], l'acide ellagique [9], les saponines [13] et les terpènes [14].

2.2. Préparation de l'extrait végétal

L'extraction par macération est une extraction à froid. C'est un simple contact entre le support solide et le solvant, la séparation se fait par filtration. Elle consiste à prendre 100 grammes de feuilles de la plante préalablement séchée à l'ombre à la température ambiante et les faire macérer dans 200 ml d'acétone pendant 24 heures. La filtration est ensuite effectuée sous vide à l'aide d'une fiole à vide et d'un entonnoir. Le résidu sec est jeté. Le filtrat recueilli est soumis à une évaporation sous vide dans un rotor vapor (ou évaporateur rotatif) muni d'une pompe à vide pour éliminer l'acétone. On ajoute 20 ml d'acétone au produit d'extraction obtenu. Le mélange constitue donc le produit à tester.

2.3. Étude de la toxicité

Pour la présente étude, le choix a porté pour l'alimentation des criquets sur le chou *Brassica oleracea* L. (Brassicaceae), vu sa valeur nutritive exceptionnelle et son appétence par ce locuste [15]. Le test consiste à alimenter les insectes L₅ et les adultes placés individuellement dans des bocaux de 1 litre à grande ouverture, recouverts par une gaze. Ils sont mis à jeûner pendant 24

heures afin de leur permettre de vider leur tube digestif et de les affamer, et alimentés, par des fragments de surfaces déterminées provenant de la plante nourricière. Les fragments de chou sont trempés pendant quelques secondes dans la solution d'extrait végétal laissé durant 15 à 20 mn à l'air libre pour faire évaporer l'acétone avant d'être présentés aux insectes. Après 24 heures, le nettoyage des cages, est fait. Les fragments non ingérés sont récupérés afin de prendre leurs empreintes sur du papier millimétré, pour l'estimation de la surface consommée. Les individus témoins sont nourris avec des fragments d'une surface déterminée de la plante témoin trempée dans l'acétone et laissés durant 15 à 20 mn à l'air libre pour faire évaporer l'acétone. A chaque fois l'évolution pondérale des individus et le nombre des morts sont notés. L'expérimentation est suivie jusqu'à la mortalité totale de tous les individus des lots traités. Pour cela, 2 lots d'insectes à raison de 60 individus par lot sont constitués (30 mâles et 30 femelles), ce qui fait un total de 120 individus. Deux lots sont des larves L₅ dont un pour le témoin et l'autre pour le traitement, et les deux autres lots, sont constitués par des adultes dont l'un pour le témoin et l'autre pour le traitement. Dans le but de suivre l'effet de l'extrait végétal sur le développement ovarien chez les femelles, les individus survivants sont marqués et mis dans une cage parallélépipédique et nourris de même régime alimentaire que les individus de l'élevage de masse. Ceci s'avère indispensable dans la mesure où les phéromones dégagées par les adultes mâles constituent un stimulus fondamental pour la maturité sexuelle et la fécondité chez les femelles et pour la maturité sexuelle des mâles [16].

2.4. Méthode d'exploitation des résultats

2.4.1. Calcul du temps léthal 50 (TL₅₀)

Le temps léthal 50 (TL₅₀), correspond au temps nécessaire pour que 50% des individus d'une population meurent suite à un traitement par une substance quelconque. Il est calculé à partir de la droite de régression des probits correspondants au pourcentage de la mortalité corrigée en fonction des logarithmes du temps de traitement. Il est utilisé la formule de SCHNEIDER et la table des probits.

Formule de SCHNEIDER : $MC = [M_2 - M_1 / 100 - M_1] \times 100$

Où :

MC : % de mortalité corrigée ;

M₂ : % de mortalité dans la population traitée ;

M₁ : % de mortalité dans la population témoin.

2.4.2. Calcul du coefficient d'utilisation digestive (CUD)

Le coefficient d'utilisation digestive (CUD) est la quantité d'un nutriment ingéré, est différente de celle qui une fois digérée, s'absorbe au niveau de l'intestin. C'est le pourcentage correspondant à la part d'un nutriment qui ne finit pas dans les fèces. Il est calculé selon l'équation de WALDBRAUER (1968) [17] :

$$CUD = \frac{\text{Quantité ingérée} - \text{Poids des fèces}}{\text{Quantité ingérée}} \times 100$$

2.4.3. Calcul de l'indice de consommation (IC)

L'indice de consommation est évalué, en calculant le rapport entre la quantité d'aliments consommée par un animal pendant une période déterminée et son gain de poids vif pendant le même temps. Plus, il est bas, plus l'animal est considéré comme productif [18]. Il est calculé en appliquant la formule suivante :

$$IC = \text{quantité ingérée} / \text{gain du poids vif}$$

L'indice de consommation est calculé en gramme de végétal ingéré par gramme de gain de poids constaté chez les larves L₅ et chez les adultes du Criquet pèlerin.

2.4.4. Analyses statistiques (Analyse de la variance "ANOVA")

Les résultats obtenus pour chaque paramètre sont interprétés statistiquement à l'aide du logiciel «MINITAB version 13.31.FR- copyright 2000». L'analyse de la variance ANOVA a été utilisée pour l'analyse des résultats après le test de normalité. Il permet suivant le niveau de la signification de déterminer l'influence des facteurs étudiés ou des interactions entre les facteurs. La probabilité inférieure à 0,01 donne un effet hautement significatif, à 0,05 un effet significatif et pour une probabilité supérieure à 0,05 on considère que l'effet n'est pas significatif.

3. Résultats et discussion

3.1. Action des extraits des plantes sur la prise de nourriture

Au vu des résultats de la figure 1 relatives à l'effet de l'extrait foliaire d'*E. guyoniana* sur le comportement alimentaire des larves L₅ et les adultes de *S. gregaria*, l'extrait foliaire d'*E. guyoniana* entraîne une prise de nourriture très minime voir nulle et irrégulière aussi bien chez les larves L₅ que chez les adultes de *S. gregaria*. Elle est de l'ordre de $2,416 \pm 0,370$ g et $2,064 \pm 0,45$ g pour les larves L₅ et adulte de lot témoins respectivement. Pour les criquets des lots traités, la consommation moyenne des larves L₅ est de $0,039 \pm 0,048$ g et de $0,23 \pm 0,26$ g pour les adultes. La différence de prise de nourriture des individus (larves L₅ et imagos) mis en présence de feuilles de chou trempées dans l'extrait d'*E. guyoniana* et témoins est très hautement significative ($p < 0,0001$). Ce refus de consommer les feuilles de chou imbibé dans l'extrait végétal d'*E. guyoniana*, indique sans doute la présence des substances chimiques inhibitrices de la prise de nourriture chez le Criquet pèlerin.

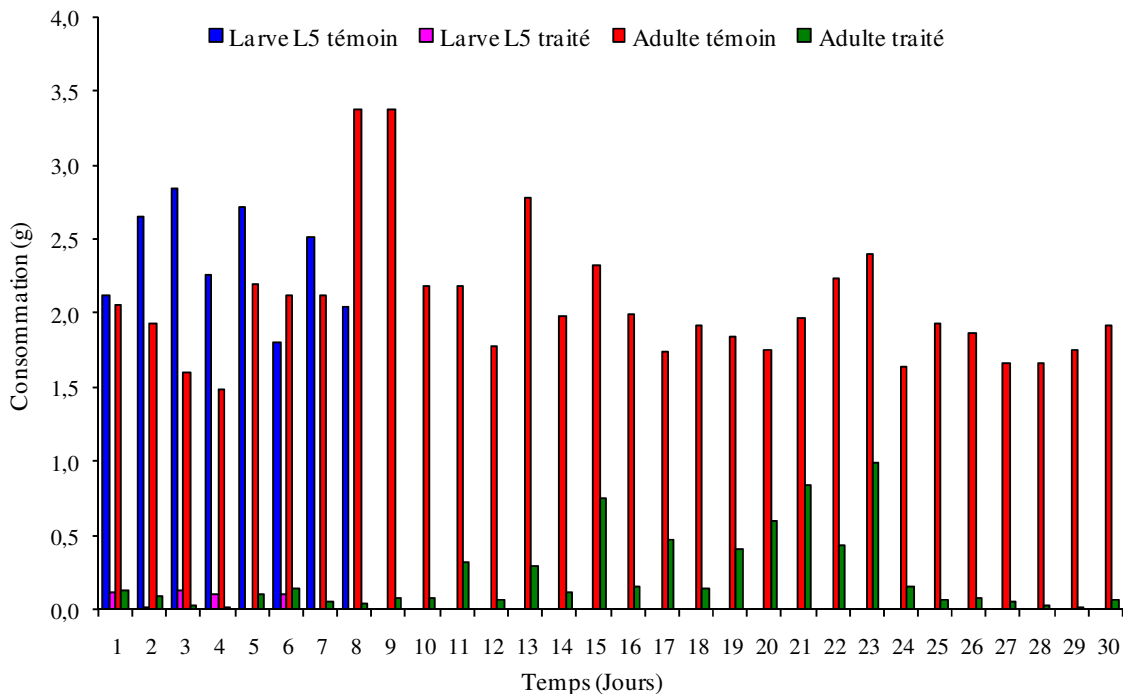


Figure 1 : Variation de la consommation journalière (g) des larves L₅ et adultes de *S. gregaria* mis en présence des feuilles de chou témoins et ceux traités par l'extrait foliaire d'*E. guyoniana*

3.2. Action des extraits végétaux sur la croissance pondérale

Les résultats relatifs aux pourcentages des variations moyennes du poids constaté chez les larves L₅ et adultes de *S. gregaria* témoins et traités à l'aide l'extrait végétal d'*E. guyoniana* sont rapportés dans la figure 2. Chez les larves L₅ et chez les adultes de *S. gregaria* nourris par l'extrait foliaire d'*E. guyoniana*, une diminution constante du poids est notée. Cette chute de poids, est probablement la conséquence du refus de consommer les feuilles de chou traité à l'extrait d'*E. guyoniana*. Les larves L₅ et adultes mis en présence des feuilles de chou traitées à l'aide de l'extrait foliaire d'*E. guyoniana*, perdent 26,93% et 33,09% de leur poids initial respectivement. OULD AHMEDOU et al. (2001), ABBASSI et al. (2004) et OULD EL HADJ et al. (2006) rapportent que suite à l'exposition des larves L₅ et adultes du Criquet pèlerin à une plantes nourricière aspergée d'extraits de *Milia azerdarach*, d'*azeradarachta indica*, de *Nerium oleander*, d'*Inola viscosa*, d'*Eucalyptus occidentalis*, de *Calotropis procerea*, et de *Glinus litoides*, une baisse progressive du poids est constatée [21, 22, 23].

Les résultats du tableau 1 montrent que les nutriments contenus dans les feuilles de chou aspergé de l'extrait d'*E. guyoniana*, bien que faiblement consommées, n'ont pas été métabolisés aussi bien par les larves L₅ que par les adultes de *S. gregaria*, cela s'explique par un coefficient d'utilisation digestive très faible de 26,44% pour les larves L₅ et 45,85% pour les adultes ; comparativement aux celui calculé pour les individus des lots témoins (93,97% pour les larves et 93, 92 pour les adultes) (Fig. 2). L'efficacité de conversion digestive des larves et des adultes du Criquet pèlerin nourris par les feuilles de chou trempées dans l'extrait d'*E. guyoniana*, est affectée. Elles présentent des valeurs négatives, de l'indice de consommation. C'est la conséquence d'une assimilation anéantie, se traduisant par une perte constante du poids des individus. La diminution de la digestibilité des feuilles de *B. oleracea* est constatée dans le lot traité par apport à celles des témoins. Des fèces liquides sont constatées chez les individus traités à l'aide de l'extrait d'*E. guyoniana*. L'extrait foliaire de la plante testée, affecte la digestion des criquets, et engendrent des profondes perturbations du métabolisme hydrique chez les insectes. Il est admis que la régulation du métabolisme hydrique chez les criquets, demeure sous le contrôle du système neuroendocrinien par le biais des facteurs hormonaux dits diurétiques synthétisés par les cellules du ganglion sous-oesophagien agissant sur le tube de Malpighi pour la sécrétion de l'urine primaire, et par des facteurs antidiurétiques d'origine cérébrale jouent un rôle antidiurétique au niveau de rectum en favorisant la réabsorption de l'eau du bol alimentaire [19].

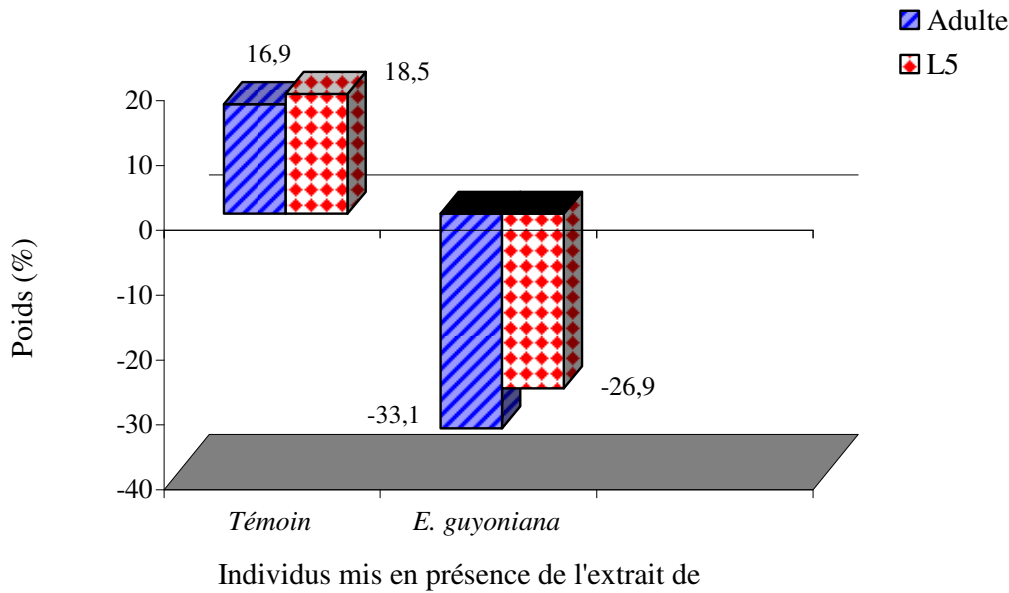


Figure 2 : Comparaison de pourcentage des variations moyennes du poids par apport au poids initial des larves L₅ et adultes de *S. gregaria* témoins et traités

Tableau 1 : Gain moyen du poids des criquets, CUD et IC des larves L₅ et des adultes de *S. gregaria* nourris par des feuilles de chou trempées dans l'extrait foliaire d' *E. guyoniana* et témoin (CUD: Coefficient d'utilisation digestive, IC : Indice de consommation)

Paramètres		Gain de poids (gramme/jours)	CUD (%)	IC
Témoins	Larves L ₅	0,049±0,0715	93,97±1,96	132,22
	Adulte	0,017±0,032	93,92±2,092	42,56
Traités	Larves L ₅	- 0,034±0,025	26,44±20,48	- 01,187
	Adulte	- 0,020±0,032	45,85±3,65	- 12,24

Cela révèle l'action de l'extrait végétal sur le mécanisme de régulation de la réabsorption d'eau, soit par une inhibition des hormones ou de leurs sites tissulaires, en provoquant des altérations au niveau de cellules rectales responsables de la réabsorption de l'eau ou bien par l'augmentation de la sécrétion d'eau sous forme d'urine primaire par le tube de Malpighi. FELLOWS et al. (1986), rapportent la présence des alcaloïdes polyhydroxylés chez les Euphorbiaceae, ses composés inhibent le métabolisme du sucre, et se sont des excellents anti-appétants pour divers insectes dont les Orthoptères [20]. Les effets extrêmes d'inhibition de la prise de la nourriture tels qu'ils ont été constatés chez les larves L₅ et adultes de *S. gregaria* alimentés par des feuilles de chou trempées dans l'extrait d'*E. guyoniana* sont notés. L'effet dissuasif, se traduit par un refus total, par l'inhibition de la prise de nourriture et par une digestion et assimilation moindre. Cette abstinence d'alimentation remarquée chez les larves et les adultes de *S. gregaria* mis en présence de feuilles de chou trempées dans l'extrait foliaire d'*E. guyoniana* met en évidence l'importance de la balance des substances allélochimiques inhibitrices et phago-stimulantes et par conséquent laisse apparaître qu'*E. guyoniana* renferme un principe actif, que les larves L₅ et les adultes de ce locuste du désert, ne tolèrent pas.

3.3. Action sur la mortalité

Les larves L₅ alimentées par des feuilles de chou trempées dans l'extrait d'*E. guyoniana* présentent avant leur mort des symptômes de faiblesses et une activité motrice et locomotrice réduite, et aucune larve L₅ n'est pu achevées leur cinquième mue. Les taux de mortalité enregistrés, sont de 100% au 14^e jour pour les larves L₅, et 66,67% chez les adultes, au 15^e jour. Pour les individus des lots témoins, la mortalité globale relevée est de 16,66% chez les adultes et nulle chez les larves L₅ (Fig. 3). Il se remarque également, que chez les individus alimentés par les feuilles de chou aspergées de l'extrait d'*E. guyoniana* quelques heures après leur mort, un noircissement de la face ventrale au niveau de l'intestin moyen ou mésotéron, ce qui semble lier vraisemblablement aux réactions enzymatiques suite à l'action de la toxine. OULD EL HADJ et al. (2006), dans les mêmes conditions expérimentales, avec des extraits d'*Azadirachta indica* sur les larves L₅ de *S. gregaria*, les mêmes symptômes après la mort des individus sont observés [23].

3.4. Temps léthal 50 (TL₅₀) de l'extrait d'*E. guyoniana*

Les calculs de temps léthal 50% (TL₅₀) ont été effectués en dressant la droite de régression des probits correspondants aux pourcentages des mortalités corrigées en fonction des logarithmes des temps de traitement. Les données sont groupées en classe de temps, dans cette étude en jour. Les méthodes d'analyse de survie permettent d'associer la fréquence et le délai de survie de l'événement étudié qui est la mort des insectes. Le temps qui s'écoule entre le début du traitement et la date de la dernière observation est étudiée. Au dernier jour du comptage le nombre de survivants, est noté (Fig. 4).

A vu des valeurs de la TL₅₀ de chaque extrait végétal testé et la droite de régression des probits en fonction du logarithme des durées de traitement (Fig. 4). L'extrait d'*E. guyoniana* présente un TL₅₀ de 10,51 jours et 20,02 jours pour les larves L₅ et pour les adultes respectivement. OULD EL HADJ et al. (2006) notent chez les larves L₅, des TL₅₀ plus court : pour le neem *Azadirachta indica* soit 7,5 jours, pour mélia *Melia azedarach* 8,2 jours, et 10,4 jours pour *Eucalyptus globulus*. Alors que chez les adultes de *S. gregaria*, il est de l'ordre de 8,1 jours, 8,3 jours et 9,6 jours pour les extraits foliaires de neem, mélia et eucalyptus respectivement [23]. Utilisant un champignon entomopathogène *Metarhizium anisopliae* sur les larves L₅ de *S. gregaria*, HALOUANE (1997) note un TL₅₀ de l'ordre de 4,85 jours pour une concentration de 1,3.10³ spores/ml [24].

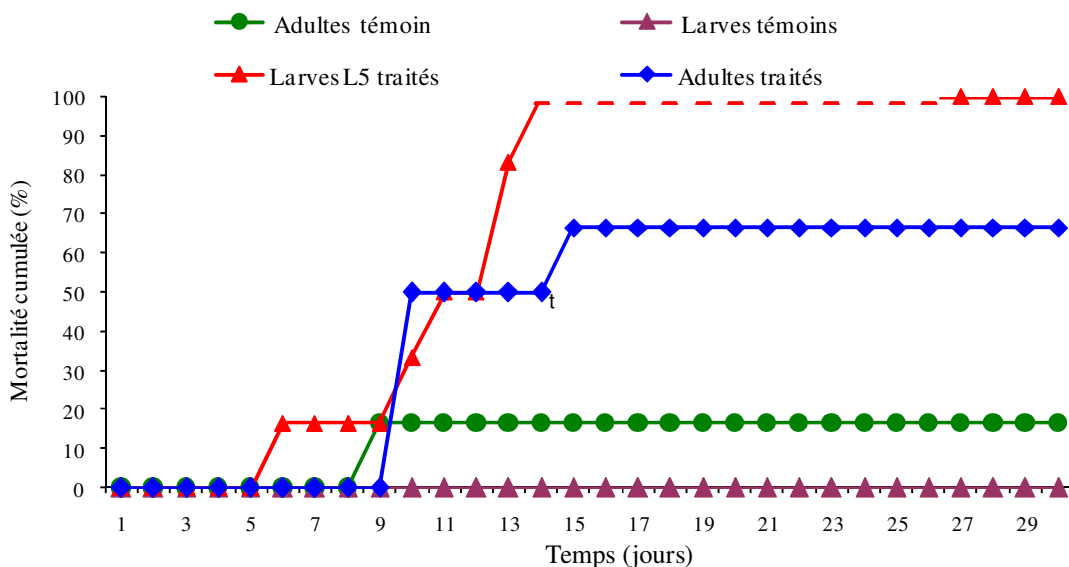
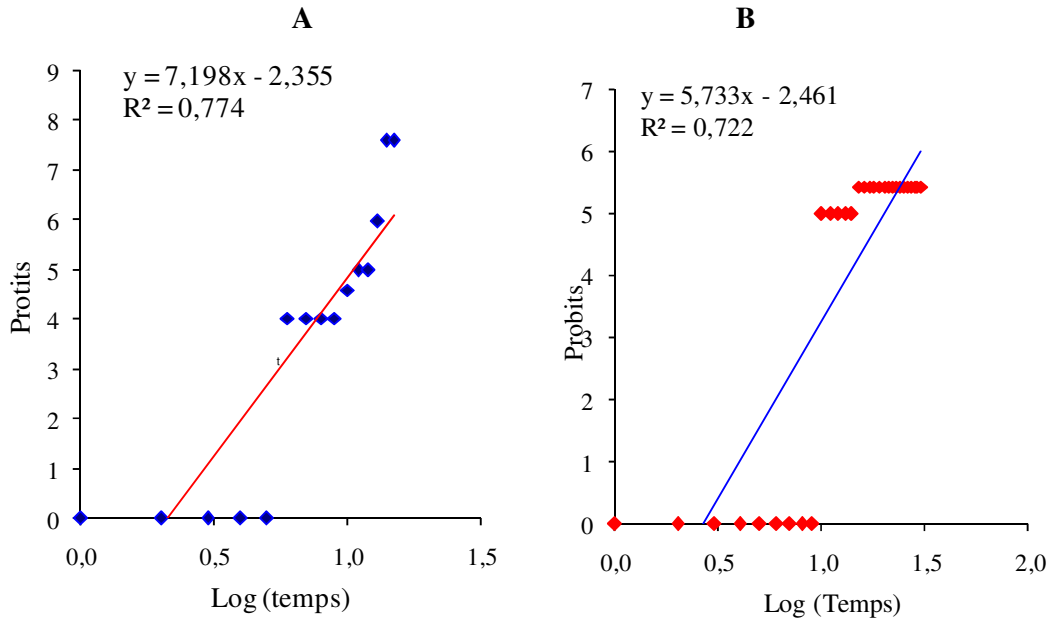


Figure 3 : Cinétique de la mortalité cumulée des larves L₅ et adultes de *S. gregaria* nourries par les feuilles de chou trempées dans l'extrait d' *E. guyoniana* et témoins



Action de l'extrait d'*E. guyoniana* dans le temps sur les larves L₅ de *S. gregaria*

Action de l'extrait d'*E. guyoniana* dans le temps sur les Adultes de *S. gregaria*

Figures 4A, 4B : Relation entre *Schistocerca gregaria* et les extraits des plantes en fonction du temps

4. Conclusion

L'étude de l'activité biologique des extraits bruts des feuilles d'*E. guyoniana* sur les larves du cinquième stade et adultes de *S. gregaria*, est entreprise, révèle une abstinence et une diminution significative de la prise de nourriture aussi bien chez les larves L₅ que chez les adultes de *S. gregaria*. Il est noté également que chez les individus nourris par des feuilles de chou traitées à l'aide de l'extrait foliaire d'*E. guyoniana*, la prise de nourriture est quasi nulle aussi bien chez les larves L₅ que chez les adultes. Ceci témoigne de l'effet dissuasif d'*E. guyoniana* sur cet acridien. Chez les larves L₅ mises en présence de l'extrait végétal d'*E. guyoniana*, l'effet inhibiteur sur la prise de nourriture a engendré une chute leur poids, a rompu la mue chez les larves L₅ et une mortalité de 100% est atteinte au bout de 14^e jours. Quant aux adultes, une perte progressive du poids a été constatée. Par ailleurs le calcul du coefficient d'utilisation digestive (C.U.D) a permet d'évaluer l'effet des extraits végétaux sur la digestion, et a montré que les larves L₅ et les adultes de *S. gregaria* mis en présence de feuilles de chou trempées dans les extraits foliaires d'*E. guyoniana* présentent des CUD plus faibles comparativement aux valeurs du CUD calculé pour les individus des lots témoins. A la chute du taux de consommation des feuilles de chou traitées avec l'extrait végétal, s'ajoute une défécation intense et des pertes en eaux exceptionnelles, pouvant agir sur la croissance pondérale chez cet acridien. L'évaluation des temps létaux 50 (TL₅₀) montre que les larves sont plus sensibles à l'effet toxique que les adultes. Le TL₅₀ le plus court est enregistré chez les larves.

5. Références bibliographiques

- [1] THIAM A. ; 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 (1991).
- [2] SMIRNOFF W. A. ; Réflexion à propos de la lutte biologique contre les insectes nuisibles. La lutte antiacridienne ; Ed. AUPEL-UREF, John Libbey Eurotext, Paris: 279-187 (1991).
- [3] ABOUZAÏD H., BOURCHICH L. et FOUTLANE A. ; Effet des insecticides utilisés pour la lutte antiacridienne au Maroc sur les eaux utilisées pour l'alimentation en eau potable. La lutte antiacridienne ; Ed. AUPEL-UREF, John Libbey Eurotext, Paris : 229-238 (1991).
- [4] OZANDA P. ; Flore et végétation du Sahara ; (3^{ème} édition, augmentée). Ed. CNRS, Paris: 662 p (1991).
- [5] MAIZA K., BRAC DE LA PERRIERE R. A. et HAMMICHE V. ; Pharmacopée traditionnelle saharienne : Sahara septentrional ; Actes du 2^e colloque Européen d'Ethnopharmacologie et de la 11^e Conférence internationale d'Ethnomédecine, Heidelberg: 169-171 (1993).
- [6] MAIRE R. ; Études 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 (1933).
- [7] GUBB A. S. ; La flore Saharienne : Un aperçu photographique ; Ed. ADOLPHE JOURDANE, Alger, 129 p (1913).
- [8] HERNANDEZ T., CANALES M., AVILA J. G., DURAN A., CABALLERO J., ROMO DE VIVAR A. and LIRA R.; Ethnobotany and antibacterial activity of some plants used in traditional medicine of Zapotitlán De Las Salinas (Mexico); Journal of Ethnopharmacology, **Vol. 88** (2): 181-188 (2003).
- [9] MAVAR M. H., BRICK D., MARIE D. E. P. and QUETIN-LECLERCQ J.; In vivo anti-inflammatory activity of *Alchornea cordifolia* (Schumach. & Thonn.) (Euphorbiaceae) ; Journal of Ethnopharmacology, **Vol. 92** (2-3): 209-214 (2004).
- [10] LI B., WANG X., CHEN R., WEIGUO HUANGFU W. and XIE G.; Antibacterial activity of chitosan solution against *Xanthomonas* pathogenic bacteria isolated from *Euphorbia pulcherrima*. Carbohydrate Polymers, **Vol. 72**: 287-292 (2008).
- [11] DE NAZARÉ D. M. M., SEBASTIÃO F. PALMEIRA J., CONSERVA L. M. and LYRA LEMOS R.P. ; Quinoline alkaloids from *Sebastiania corniculata* (Euphorbiaceae). Biochemical Systematics and Ecology, **Vol. 33** (5): 555-558 (2005).
- [12] HUNSA P., CHULABHORN M., RUCHIRAWAT S., PRAWAT U., TUNTIWACHWUTTikul P., TOOPTAKONG U., TAYLOR W. C., PAKAWATCHAI C., BRIAN W., SKELTON and ALLEN H.; White Cyanogenic and non-cyanogenic glycosides from *Manihot esculenta*. Phytochemistry, **Vol. 40** (4): 1167-1173 (1995).
- [13] TRIPATHI R. D. and TIWARI K. P.; Genuculatin, a triterpenoid saponin from *Euphorbia geniculata*. Phytochemistry, **Vol. 19** (10): 2163-2166 (1980).
- [14] MAZOIR N., BENHARREF A., BAILÉN M., REINA M., and GONZÁLEZ-COLOMA A.; Bioactive triterpene derivatives from latex of two *Euphorbia* species. Phytochemistry, **Vol. 69**, 1328-1338 (2008).
- [15] OULD EL HADJ M. D., TANKARI DAN-BADJO A., HALOUANE F., et DOUMANDJI S.; Etude de cycle biologique de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera- Acrididae) sur le chou *Brassica oleracea* L. Brassicaceae) en laboratoire. L'Entomologiste, T. **63** (1): 7-12 (2007).
- [16] DURANTON J. F. et LECOQ M. ; Le criquet pèlerin au Sahel. Coll. Acrid. Opé. (6), CIRAD/PRIFAS, Montpellier, 178 p (1990).
- [17] WALBAUER G.P.; The utilization and consumption of food by insects. Journal of Insect physiology, vol.5, Great Britain: 229-288 (1968).
- [18] BOCCARD R.; Etude de la production de la viande chez les ovins. Ann. Zootech., **Vol. 12** (3): 227-230 (1963).
- [19] PROUX J. ; La régulation hormonale du métabolisme hydrique chez les criquets grégaires. Ed. AUPEL-UREF, John Libbey Eurotext, Paris: 129-134 (1991).

- [20] FELLOWS L. E., EVANS S.V., NASH R. and BELL E. A.; Polyhydroxy plant alkaloids as glycosidase inhibitors and their possible ecological role. Natural resistance of plant to pest, Ed. American chemical society., Washington: 72-78 (1986).
- [21] OULD AHMADOU M. L., BOUAICHI A. et IDIRISSI HASSANI L. M. ; Mise en évidence du pouvoir répulsif et toxique de *Glinus litoides* (Aizoaceae) sur les larves du Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera – Acrididea). Zool. Baetica, **Vol. 12**: 109-117 (2001).
- [22] ABBASSI K., ATAY-KADIRI Z et GHAOUT S. ; Activité biologique des feuilles de *Calotropis procera* (AIT.R.BR) sur le Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Zool. Baetica, **Vol. 15**: 153-166 (2004).
- [23] OULD EL HADJ M. D., TANKARI DAN-BADJO A., HALOUANE F. et DOUMANDJI S. ; 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, **Vol. 17** (3): 407-414 (2006).
- [24] HALOUANE F. ; Cycle biologique de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptera acrididae). Efficacité *Metarhizium anisopliae* (Meth) (Hyphomycetes, deuteromycotina) et effet sur quelque paramètres physiologiques de *Schistocerca gregaria*. Mémoire de Magister, sci. Agro. Inst. Nat. Agro., El Harrach, Alger, 237 p (1997).