

Mise en évidence du pouvoir répulsif et toxique de *Glinus lotoides* (Aizoacées) sur les larves du criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* Forskål (Orthoptera, Acrididae)

Evidence of deterrent and toxic effects of *Glinus lotoides* (Aizoacées) on nymphs of the desert locust *Schistocerca gregaria* Forskål (Orthoptera, Acrididae)

OULD AHMEDOU M. L. (1), BOUAICHI A. (2) et IDRISSE HASSANI L. M. (1)

(1) Université Ibnou Zohr, Faculté des Sciences, B.P. 28/S, Agadir, Maroc. E-mail address: mohamedlemine@toptechnology.mr, amina2@nomade.fr.

(2) Centre National de Lutte Antiacridienne, B.P. 125, 80 350, Inezgane, Agadir, Maroc. E-mail address: bouaichi@nextagadir.com.

La correspondance doit être envoyée à M. Lemine Ould Ahmadou, NPO EMPRES c/o Représentation de la FAO en Mauritanie, BP. 622, Nouakchott, Mauritanie.

Recibido el 25 de junio de 2001. Aceptado el 8 de octubre de 2001.

ISSN: 1130-4251 (2001), vol. 12, 109-117.

Mots clés: *Schistocerca gregaria*, *Glinus lotoides*, *Citrillus colocyntis*, comportement alimentaire, survie.

Keywords: *Schistocerca gregaria*, *Glinus lotoides*, *Citrillus colocyntis*, feeding behaviour, survival.

RÉSUMÉ

L'effet potentiel d'une alimentation à base de *Glinus lotoides*, plante commune des mares temporaires, sur la survie et le développement des larves du criquet pèlerin a été étudié dans les conditions de laboratoire en comparaison avec *Citrillus colocyntis*, plante révélée pour son pouvoir toxique. Le coefficient d'utilisation digestive (C.U.D.) et l'efficacité de conversion digestive (E.C.D.) ont été mesurés. Une mortalité totale des larves du 4^{ème} stade nourries sur *G. lotoides* a été relevée 10 jours après traitement tandis que 10% seulement des larves élevées sur *C. colocyntis* ont péri alors qu'aucune mortalité n'a été enregistrée chez les témoins. Les larves ont très peu consommé *G. lotoides*, et par conséquent leur CUD est minime par rapport aux deux autres plantes. L'assimilation digestive est insignifiante entraînant une perte sensible du poids des larves. Ces résultats confirment le comportement de refus qu'a le criquet pèlerin vis à vis de *G. lotoides* dans les conditions naturelles qui est vraisemblablement dû à la présence de substances secondaires répulsives et/ou toxiques.

ABSTRACT

The potential effect of *Glinus lotoides*, a widespread plant in temporary ponds, on the feeding behaviour and survival of the nymphs of the desert locust grasshopper has been explored under laboratory conditions in comparison with *Citrillus colocynthis*, a plant known for its toxicity. Food uptake has been calculated using the digestivity coefficient (C.U.D.) and the efficiency of conversion (E.C.D.) of food by locusts. The results revealed that the mortality reached 100% in 4th instars nymphs fed with *G. lotoides* within a period of 10 days, whereas only 10% of mortality was obtained in nymphs fed with *C. colocynthis*, and no mortality occurred in nymphs fed with a control diet. Nymphs reared on *G. lotoides* ate less food and subsequently their C.U.D. was lower than those fed on *C. colocynthis* or wheat. The efficiency of conversion of digested *G. lotoides* was low, leading to a loss of weight among nymphs. These results confirm the feeding avoidance behaviour of desert locust under field conditions, and are probably due to the presence of allelochemical compounds in *G. lotoides*.

INTRODUCTION

Le criquet pèlerin est un acridien redoutable à cause de son pouvoir de reproduction élevé, de ses facultés migratrices démesurées mais aussi à cause de sa polyphagie à large spectre. Il manifeste cependant, des préférences alimentaires vis à vis de certaines plantes mais aussi un refus total à d'autres bien que présentes dans son milieu naturel (Rao et Mehrotra, 1977; Ould Elhadj et Ould Ahmedou, 1999).

Le refus de consommation par un grand nombre d'insectes à l'égard de certaines plantes hôtes est dû à la présence de substances naturelles allélochimiques répulsives et/ou toxiques. Ces composés permettent aux plantes de se prémunir contre les attaques dévastatrices des ravageurs (Frankel, 1959). Cette stratégie de défense adoptée par les plantes hôtes est toutefois détournée par certains herbivores qui, en parallèle, ont développé des pouvoirs chimiques de neutralisation de ces substances toxiques (Blum, 1983).

Plusieurs familles végétales sont connues pour leur pouvoir insecticide parmi lesquelles, le neem (Meliacées): *Azadirichta indica* et *Melia volkensii* ont fait preuve d'une action remarquable sur plusieurs insectes nuisibles dont en particulier le criquet pèlerin (Schmutterer, 1990; Wilps *et al.*, 1993). D'autres espèces végétales telles que *Citrillus colocynthis* (Cucurbitacées) se distinguent par un pouvoir répulsif vis à vis des criquets (Ghaout, 1990) dont les extraits provoquent également des mortalités sur les larves du criquet pèlerin (Ould Elhadj, 1997).

L'utilisation des extraits végétaux en tant qu'insecticides naturels présente, par conséquent, un intérêt purement écologique puisque peu nocifs à l'égard de l'environnement. C'est ainsi qu'une étude des plantes présentant des

pouvoirs toxiques a été menée en vue de caractériser les biotopes du criquet: une espèce du complexe végétal des mares temporaires; *Glinus lotoides* (Aizoacées) s'est par conséquent distinguée par son potentiel répulsif vis à vis des larves du criquet pèlerin.

Les effets qu'entraîne cette plante sur la prise de nourriture en régime mono-spécifique, sur le développement et la survie des larves du 4^{ème} stade de *Schistocerca gregaria* ont été étudiés au laboratoire en comparaison avec une plante de référence, *C. colocynthis* et une plante nourricière, le blé germé (*Triticum* sp.).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Élevage

Les larves du criquet pèlerin sujettes à des expérimentations proviennent de l'élevage en masse réalisé dans des cages de 2 m x 2 m x 2 m dans des conditions semi-naturelles au sein de la station de recherche de la GTZ/CNLA d'Akjoujt (Mauritanie). Les criquets sont maintenus en élevage à l'aide d'une alimentation à base de blé germé complétée par d'autres espèces spontanées de la strate herbacée récoltées temporairement de la mare d'Akjoujt telles que *Heliotropium bacciferum* et *Boerhavia repens*.

Matériel végétal

G. lotoides est une espèce halophyte de la famille des Aizoacées. Cette plante est commune dans des mares temporaires et s'y présente en association avec *Psoralea plicata* et *Hyoscyamus muticus*. Les pieds de *G. lotoides* et *C. colocynthis* (Cucurbitacées) objets des tests sont collectés régulièrement de la mare d'Akjoujt (250 Km au Nord de Nouakchott). Cette mare s'établit temporairement sur une dépression qui recueille les eaux de ruissellement des zones avoisinantes. Le blé germé (*Triticum* sp.) est offert aux criquets au stade cinq feuilles.

Protocole expérimental

Les jeunes larves du 4^{ème} stade de *S. gregaria* issues de l'élevage en masse sont transférées individuellement dans des bonnettes de 1 litre dotées de supports pour permettre aux larves de se percher et de muer. Les bonnettes

sont placées dans une enceinte dont la température diurne est de l'ordre de $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ à l'aide d'ampoules de 40 W. La photopériode est fixée à 12 / 12 (L/D).

Trois répétitions constituées chacune de 10 larves ont été réalisées pour chacun des régimes à savoir le régime exclusivement à base de *G. lotoides*, le régime mono-spécifique à base *C. colocynthis* et le témoin à base du blé germé soit un total de 90 larves du 4^{ème} stade.

Les larves sont pesées au début puis à la fin de l'expérimentation ou juste après avoir péri. Les plantes fraîches testées sont pesées puis offertes aux criquets une fois par jour (matin) et les fragments restants ainsi que les fèces sont retirés et pesés quotidiennement afin de déterminer le coefficient d'utilisation digestive (C.U.D.) et le coefficient d'efficacité de conversion digestive ou le coefficient d'assimilation (E.C.D.) ainsi que le gain de poids. Les C.U.D. et E.C.D ont été déterminés selon les équations de Waldbrauer (1968):

$$C.U.D. = \frac{\text{Quantité ingérée} - \text{Poids des fèces}}{\text{Quantité ingérée}} \times 100$$

$$E.C.D. = \frac{\text{Gain du poids sec de l'insecte}}{\text{Poids sec du végétal ingéré} - \text{Poids sec des fèces}} \times 100$$

Analyses statistiques

L'analyse de la variance (ANOVA) à un seul facteur a été utilisée pour l'analyse des résultats après le test de normalité. Les comparaisons ont été effectuées à un degré de signification de 5%.

RÉSULTATS

Effets sur la mortalité et le développement des larves

Les larves élevées sur *G. lotoides* présentaient avant leur mort, des symptômes de faiblesse et une activité locomotrice réduite, mais contrairement aux effets engendrés par les méliacées aucune déformation ou mouvement désordonnés n'ont été observés.

Les taux de mortalité des larves de *S. gregaria*, après avoir été élevées sur des régimes mono-spécifiques à base de *G. lotoides*, *C. colocynthis* et le blé germé sont rapportés dans la figure 1. Les résultats montrent une mortalité totale des larves de 4^{ème} stade, 10 jours après leur mise en élevage sur un

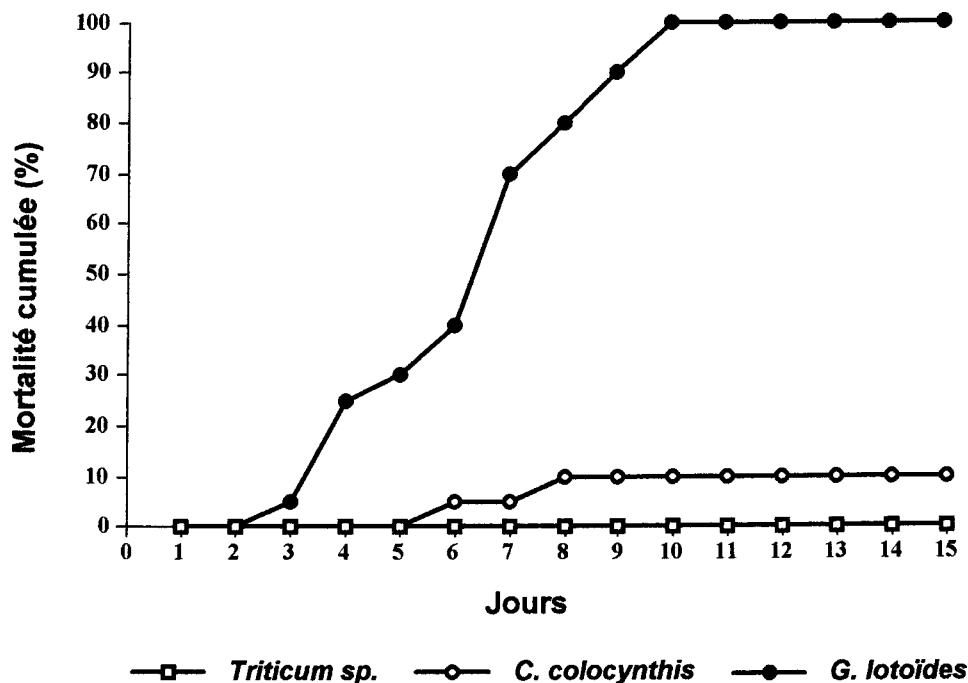


Fig. 1.—Taux de mortalité cumulé de larves du criquet pèlerin engendré par une alimentation à base de *G. lotoïdes*, *C. colocynthis* et *Triticum sp.* en régime mon-spécifique.

Fig. 1.—Cumulative mortality rate recorded on hoppers desert locust fed on mono-specific diet made of *G. lotoïdes*, *C. colocynthis* or *Triticum sp.*

régime composé exclusivement de *G. lotoïdes*. Ce taux n'est cependant que de 10 % chez celles nourries avec *C. colocynthis*, 15 jours après la mise en élevage sur ce régime mono-spécifique tandis que chez les larves témoins alimentées sur le blé germé, aucune mortalité n'a été relevée.

Le développement larvaire a été affecté puisque les larves du 4^{ème} stade nourries sur *G. lotoïdes* ayant survécu (30%) n'ont pas subi la mue au moment où les larves alimentées sur le blé germé ont toutes atteint le 5^{ème} stade après une période de 7 jours.

Effets sur le comportement alimentaire

Les résultats de consommation des trois plantes testées sont rapportés dans la figure 2. Les indices de consommation ainsi que le gain de poids

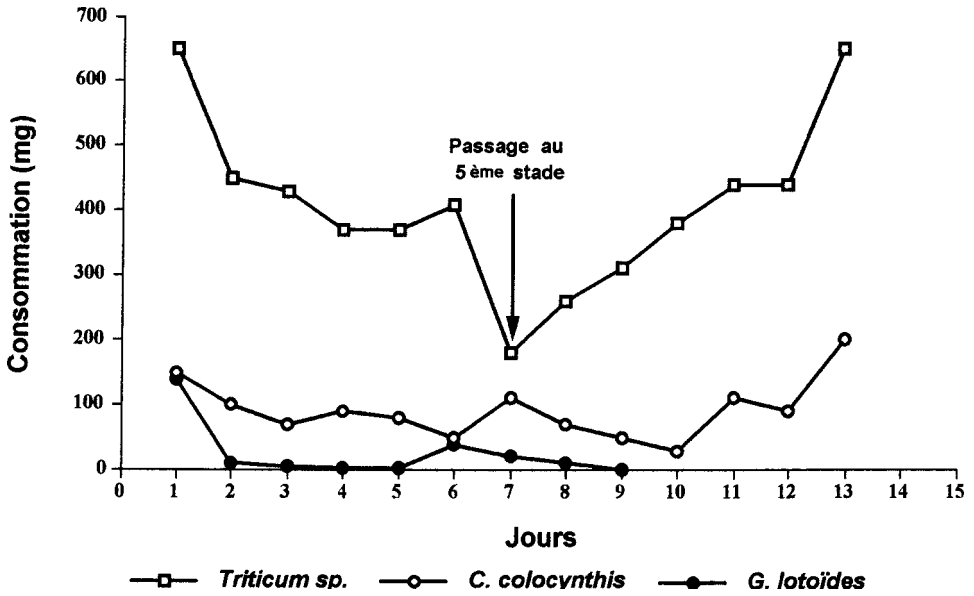


Fig. 2.—Consommation journalière (mg) des larves du criquet pèlerin élevées sur une alimentation à base de *G. lotoïdes*, *C. colocynthis* et *Triticum sp.* en régime mon-spécifique.

Fig. 2.—Daily consumption (mg) recorded on hoppers desert locust fed on mono-specific diet made of *G. lotoïdes*, *C. colocynthis* or *Triticum sp.*

figurent dans le tableau 1. La consommation des larves élevées sur *G. lotoïdes* est très minime et irrégulière par rapport à celle relevée sur d'autres plantes. Elle est de 15.50 ± 0.70 mg en moyenne pour *G. lotoïdes*; 90.70 ± 16.70 mg pour *C. colocynthis* et 470.20 ± 39.80 mg pour le blé germé. La différence de prise de nourriture sur *G. lotoïdes* et le blé est hautement significative ($F_{(1,385)} = 304.52$; $p < 0.001$) de même que la différence de consommation entre *G. lotoïdes* et *C. colocynthis* ($F_{(1,348)} = 33.43$; $p < 0.001$).

Les résultats du tableau I montrent que *G. lotoïdes*, bien que faiblement consommée, n'a pas été métabolisé par les larves du criquet pèlerin. Cela s'explique par un coefficient d'utilisation digestive significativement faible (40.13 ± 13.10) comparé à celui calculé pour *C. colocynthis* (67.21 ± 6.28) ($F_{(1,28)} = 6.41$; $p = 0.017$) et à celui mesuré sur blé (84.74 ± 2.93) ($F_{(1,20)} = 20.99$; $p < 0.001$). L'efficacité de conversion est nulle chez les larves nourries sur *G. lotoïdes* comparée à celle calculée sur *C. colocynthis* (6.30%) et celle déterminée sur le blé (36.30%). Cette assimilation de *G. lotoïdes* réduite à néant s'est également traduite par une perte sensible de poids des larves (Tableau 1).

Tableau I.—Gain moyen du poids des criquets, C.U.D. et E.C.D moyens calculés à partir des plantes testées pendant toute la période d'expérimentation.

Table I.—Averages locust body weight, C.U.D and E.C.D measured on tested plant during the entire experimental period.

<i>Espèces végétales expérimentées</i>	<i>Gain moyen du poids (mg)</i>	<i>Moyen C.U.D. (%) (± S.E)</i>	<i>Moyen E.C.D. (%)</i>
<i>G. lotoides</i> (n = 30)	-1187	40,13 ± 13,14	—
<i>C. colocynthis</i> (n = 30)	5	67,21 ± 6,28	6,30
<i>Triticum sp.</i> (n = 30)	+ 158,40	84,74 ± 2,93	36,30

DISCUSSION

Le retard de développement enregistré chez les larves élevées sur *G. lotoides* est dû à l'abstinence de consommation qui résulte de l'effet répulsif de la plante. Un résultat similaire a été noté chez les larves de *S. gregaria* alimentées sur *Peganum harmala* (Idrissi Hassani *et al.*, 1998; Idrissi Hassani, 2000).

La température et l'humidité relative sont parmi les facteurs qui influencent la prise de nourriture (Ghaout, 1990). Toutefois, les conditions de la présente expérience sont contrôlées, ce qui laisse présager que la réduction de la consommation est vraisemblablement due à la présence des substances secondaires répulsives chez *G. lotoides*. La présence de la cucurbitacine dans *C. colocynthis* qui, d'après Nielsen *et al.* (1977) est une substance inhibitrice, est probablement à l'origine de la faible consommation des larves enregistrée sur *C. colocynthis* en comparaison avec le blé.

Ces résultats sont importants et révèlent une similitude avec ceux obtenus chez les Meliacées. En effet le pouvoir insecticide des Meliacées a été mis en évidence grâce à leur caractère répulsif. Les investigations ont montré par la suite que ce sont les composés tétrépénoïdes, qui en plus de leur action répulsive, inhibent en conséquence la croissance chez les stades juvéniles (Sieber et Rembold, 1983) et influencent la reproduction chez les imagos (Nasseh *et al.*, 1993). De même, chez la famille des Cucurbitacées, il est démontré que les cucurbitacines *E* et *I* sont à l'origine de l'inhibition de l'alimentation chez *Phyllotreta nemorum* (L.) (Coleoptera) (Nielsen *et al.*, 1977).

Les effets extrêmes d'inhibition de l'alimentation tels qu'ils ont été constatés chez les larves nourries sur *G. lotoides* ont été observés chez les individus du criquet pèlerin traités ou alimentés par des extraits acétoniques de *Calotropis gigantea* (Asclepiadacées), plante complètement rejetée par le criquet pèlerin (Hussein *et al.*, 1946).

L'abstinence d'alimentation observée chez les larves du criquet pèlerin élevée sur *G. lotoides* met en évidence l'importance de la balance des substances allélochimiques inhibitrices et les substances phago-stimulantes (Simone et Joern, 1994) et par conséquent laisse présager que *G. lotoides* détient un principe répulsif tenace et que les larves du criquet pèlerin ne manifestent aucune tolérance.

CONCLUSIONS

Les retombées pratiques d'utilisation de substances secondaires inhibitrices extraites des plantes hôtes à grande échelle dans le domaine antiacridien sont peu prometteuses. Toutefois, le recours à certaines pratiques telles que la protection rapprochée des cultures à l'échelle paysanne contre la menace acridienne est décisif. Les cas d'utilisation par exemple de la poudre de graines de neem et de l'extrait aqueux de celle-ci qui ont servi pour la protection rapprochée du petit mil contre les *attaques de Kraussaria angullifera* (Krauss, 1877; Passerini et Hill, 1993) et du maïs contre *Nomadacris septemfasciata* (Longwald *et al.*, 1995) sont très encourageants.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la GTZ et le Centre de Lutte Antiacridienne en Mauritanie et plus particulièrement Dr. Wilps et Mohamed Abdellahi Ould Babah pour le soutien matériel et technique qui ont permis la réalisation de la présente étude.

RÉFÉRENCES

- BLUM, A., 1983. Detoxification, desactivation & utilization of plant compounds by insects. In plant resistance to insects. Hedlin P. A. (Ed.): 255-275.
- FRANKEL, G. S., 1959. The raison d'être of secondary plant substances. *Science*, 129: 1466-1470.
- GHAOUT, S., 1990. Contribution à l'étude des ressources trophiques de *Schistocerca gregaria* Forsk. (Orthoptera, Acrididae) solitaire en Mauritanie occidentale et télédétection de ses biotopes par satellite. Thèse de Docteur des Sciences; Université Paris XI, Orsay. 241 pp.
- IDRISSE HASSANI, L. M., OULD AHMEDOU, M. L., CHIHRAANE, J. et BOUAICHI, A., 1998. Effets d'une alimentation en *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) sur la survie et le développement ovarien du criquet pèlerin: *Schistocerca gregaria* Forskål (Orthoptera, Acrididae). *Ethnopharmacologia*, 23: 26-41.
- IDRISSE HASSANI, L. M., 2000. Contribution à l'analyse phytochimique du Harmel (*Peganum harmala*, Zygophyllacées) et études de ses effets sur la reproduction et le développement
- Zool. baetica*, **12**: 109-117, 2001

- du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forskål (Orthoptera, Acrididae). Thèse Doctorat d'Etat, Université Ibnou Zohr, Agadir. 214 pp.
- LANGWALD, J., SCHERER, R. et SCHMUTTERER, H. 1995. Repellent effects of different products of the neem tree on red locust, *Nomadacris septemfasciata* Serv., in Maize fields in the south-western parts of Madagascar. *Anz. Schdlingskde, Pflanzenschutz, Umweltschutz Blackwell, Wissenschafts-Verlag, Berlin*. 68: 55-57.
- NASSEH, O. WILPS, H. et KRALL, S., 1993. Neem products: Effective biopesticides for combatting the desert locust *Schistocerca gregaria* Forsk. *Journal of plant diseases and protection*, 611-621.
- NIELSEN, J. K., MELCHIOR, L. et SORENSEN, H., 1977. Cucurbitacine *E* and *I* in *Iberis amara*: Feeding inhibitors for *Phyllotreta undilata*. *Phytochemistry*, 16: 1519-1522.
- OULD EL HADJ, A., 1997. Biologie et Écologie de *Schistocerca gregaria* Forsk. et ses plantes hôtes en Mauritanie. Thèse de troisième cycle, Université Mohamed V, Rabat, 98 pp.
- OULD EL HADJ, A. et OULD AHMEDOU, M. L., 1999. Étude du choix alimentaire du Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forsk. *Sahel IPM*, 14: 32 pp.
- PASSERINI, J. et HILL, S. B., 1993. Field and laboratory trials using a locally produced neem insecticide against the sahelian grasshopper *Kraussaria angulifera* (Orthoptera, Acrididae) on millet in Mali. *Bulletin of Entomological Research*, 83: 121-126.
- RAO, P. J. et MEHROTRA, K. N., 1977. Phagostimulants and antifeedants from *Calotropis gigantea* for *Schistocerca gregaria*. Forsk. *Indian Journal of Experimental Biology*, 15: 1-141.
- SCHMUTTERER, H., 1990. Proprieties and potential of natural pesticides from the neem tree *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology*, 35: 493 - 500.
- SIEBER, K. P. et REMBOLD, H., 1983. The effect of *Azadirachta indica* on the endocrine control of moulting in *Locusta migratoria*. *Journal of Insect Physiology*, 29: 523-527.
- SIMONE, M. et JOERN, A., 1994. Feeding behaviour of graminivores grasshoppers in response to host plant extracts, alkaloids and tannins. *Journal of Chemical Ecology*, 20 (12): 3097-3108.
- WALDBRAUER, G. P., 1968. The consumption and utilisation of food by insect. *Advances in Insect Physiology*, 5: 229-288.