

# Activité biologique des feuilles de *Calotropis procera* (Ait. R. Br) sur le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*, Forsk. 1775)

## Biological activity of *Calotropis procera* (Ait. R. Br) leaves on the desert locust (*Schistocerca gregaria*, Forsk. 1775)

K. ABBASSI (1), Z. ATAY KADIRI (1) & S. GHAOUT (2)

- (1) Laboratoire de Zoologie et de Biologie générale, Faculté des Sciences-Rabat. Maroc.  
(2) Centre National de la lutte antiacridienne, Aït- Melloul, Inezgane. Maroc.

Recibido el 10 de febrero de 2004. Aceptado el 20 de diciembre de 2004.

ISSN: 1130-4251 (2004), vol. 15, 153-166

**Mots clés:** *Schistocerca gregaria*, toxicité, mortalité, ovogenèse, fécondité, *Calotropis procera* (stade végétatif), feuilles, alcaloïdes.

**Key words:** *Schistocerca gregaria*, *Calotropis procera* (vegetative instar), toxicity, mortality, ovogenesis, fecundity, leaves, alkaloids.

### RESUME

L'effet de l'extrait brut d'un mélange d'alcaloïdes des feuilles de *Calotropis procera* (stade végétatif) a été étudié sur la survie des larves du cinquième stade et sur le développement ovarien du *Schistocerca gregaria*. Les résultats obtenus révèlent chez les larves un taux de mortalité de 100% atteint au bout du 15<sup>ème</sup> jour du début du traitement. Chez les adultes, nous avons observé l'arrêt du développement ovarien chez les femelles et l'absence de la maturité sexuelle chez les mâles. Par ailleurs, nous avons constaté chez les individus traités, une hyperexcitabilité interrompue par des moments d'immobilité, des tremblements des appendices et des segments abdominaux, une baisse du poids suite à une diminution de la prise de nourriture et une perte en eau (défécation) sous forme de fèces humides et de transpiration intense (gouttelettes sur le bord interne des rodeaux).

### SUMMARY

The effects of alkaloid extracts of *Calotropis procera* leaves at the vegetative stage on survival of fifth instar larvae and on ovarian growth of *Schistocerca*

*gregaria* have been studied. The results reveal that a mortality rate of 100% was reached in the hoppers on the 15th day after the beginning of the treatment. In the adults, we have observed the arrest of ovarian growth in females and the absence of sexual maturity in males. Furthermore, we have observed in the individuals treated a hyperexcitability broken with moments of immobility, the trembling of the legs and mouth appendages and abdominal segments, a reduction of weight, a decrease in food intake, water loss in the form of wet faeces, and a intense transpiration.

## INTRODUCTION

Le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskål, 1775) est un locuste de la famille des Acrididae, doté de polymorphisme phasaire. C'est un redoutable insecte, vorace et 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 (Ramade, 1989; F.A.O., 1990). Par ailleurs, les plantes sont riches en métabolites secondaires (alcaloïdes et hétérosides), qui représentent des sub-armes chimiques élaborées pour assurer leur défense contre les agressions des ravageurs. Ces composés sont ovicides, anti-appétants et répulsifs pour les phytophages. Des résultats encourageants ont été obtenus avec *Calotropis gigantea* (Pari *et al.*, 1998) chez le criquet pèlerin.

Le Maroc est sujet par intermittence à des invasions du criquet pèlerin dont la dernière est la rémission de 1994-1995. Lors des campagnes de luttes antiacridiennes effectuées dans le Sud du pays, nous avons constaté que certaines plantes ont été épargnées par le criquet pèlerin, parmi lesquelles nous avons retenu entre autres, une Asclépiadacée *Calotropis procera*. C'est à partir de ce constat que nous avons étudié cette plante.

*Calotropis procera* est un arbuste xérophyte de deux mètres de hauteur environ, il se développe en Asie et en Afrique tropicale. Au Maroc, on le rencontre dans l'Anti-Atlas, et dans l'extrême Sud du Maroc, elle occupe les lits des Oueds et les palmeraies. Cette plante est largement utilisée en médecine traditionnelle et en pharmacologie elle possède de nombreuses propriétés: diaphorétiques, anthelmintiques, antisyphilitiques et purgatives (Bellakhdar, 1997), elle est connue pour son action antibiotique (Mann *et al.*, 1997), antifongique (Hasan & Abdel Malek, 1994) analgésique et traite la lèpre et les callosités (Jain *et al.*, 1996). Elle est également signalée comme anticoagulante et hépatoprotectrice (Basu *et al.*, 1992), anti-tumorale, antipyrétique (Smith *et al.*, 1995), anti-inflammatoire, anti-ulcère (Jandge *et al.*, 1994; Basu *et al.*, 1997; Majumder & Kumar, 1997; Sen *et al.*, 1998),

antitussive (Dieye *et al.*, 1993) et antidontalgique (Larhsini *et al.*, 1997). La plante est nématocide (Rao *et al.*, 1996; Ahmed *et al.*, 1996) et molluscicide (Hussein *et al.*, 1994; Larhsini *et al.*, 1997), elle est aussi utilisée comme insecticide (Jacob & Cheila, 1993; Chandra & Lal, 1993; Meshran, 1995; Moursy, 1997). Elle est très toxique pour les mammifères (El Badwi *et al.*, 1998). En raison de nos observations et des propriétés thérapeutiques et toxiques nous avons choisi d'étudier les effets de la plante sur la survie et la reproduction du criquet pèlerin.

## MATERIELS ET METHODES

### Matériel biologique

#### MATERIEL ANIMAL

##### *Les larves*

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 60 W, à une température diurne de  $32 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$  et une photopériode de 12 heures d'éclairage et 12 heures d'obscurité. Nous avons constitué deux lots de 35 individus chacun:

- un lot pour les individus expérimentaux nourris de laitue imbibée de l'extrait alcaloïdique mis en solution éthanolique
- un lot pour les larves témoins nourries de laitue imprégnée du solvant organique
- dans un rodeaux, nous avons placé uniquement des 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  $50 \pm 2\%$  en moyenne.

Nous avons constaté que les fèces des individus sont liquides et laissent d'énormes tâches sur le papier filtre tapissant les bonnettes, alors que les témoins excrètent leurs fèces à taux normal. En considérant ce paramètre, nous avons sacrifié cinq larves des témoins et le même nombre pour les traitées afin déterminer la teneur en eau de celles-ci, au début et à la fin du traitement, on procédant comme suit:

Après un jeûne de 12 heures, les individus sont: pesés (poids frais), placés dans une étuve à  $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$  pendant une durée de 48 heures et repesés (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 des individus, en grammes.

Ps = poids sec des individus, en grammes.

### *Les adultes*

Des jeunes adultes sont sélectionnés juste après la mue imaginale, constituant deux lots de 24 imagos chacun, ensuite nous avons réparti deux couples par bonnette soit six bonnettes pour les expérimentaux, le même nombre a été fixé pour les témoins. Les bonnettes sont maintenues dans les conditions de laboratoire précédemment citées.

La majorité des femelles traitées qui sont sacrifiées présentent des mouvements incohérents, des tremblements de leurs appendices ainsi qu'une réduction de leur mobilité. A partir du 10<sup>ième</sup> jour de la vie imaginale et chaque quatre jours, la dissection est réalisée dans une solution aqueuse de NaCl 9%. On mesure en suite 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 du vitellus.

## MATERIEL VÉGÉTAL

Nous avons choisi comme matériel biologique les feuilles de *Calotropis procera* à l'état végétatif, récoltée au sud-est du Maroc (Sud d'Errachidia), lors de la recrudescence de 1995.

Les feuilles sont séchées à l'ombre, broyées en poudre, puis soumises à l'extraction par petits soxhlets à température ambiante en utilisant des solvants de polarité différente: l'hexane pour délipidation et enlever la chlorophylle, le méthanol pour une extraction plus exhaustive et l'extrait méthanolique a été utilisé pour séparer la fraction alcaloïdique.

### Réalisation des tests

Après un jeûne de 24 heures, on étale une quantité du mélange brute alcaloïdique mis en solution dans l'éthanol sur des petites sections des feui-

lles de laitue fraîche pour les individus traités; Pour les témoins les feuilles de la laitue sont imbibées du solvant. Après évaporation totale du solvant, les individus sont nourris durant les trois jours du traitement, ensuite ils sont alimentés normalement.

Nous avons étudié l'effet de l'extrait alcaloïdique brut des feuilles de *Calotropis procera* sur les paramètres suivants de *Schistocerca gregaria*:

- la prise de nourriture
- le poids moyen des individus
- la mortalité et la teneur en eau chez les larves L<sub>5</sub>
- la taille des ovocytes
- la fécondité
- le taux d'éclosion

### Tests statistiques

Les comparaisons des moyennes des différents paramètres au test de Student (t) à un seuil 5% sont effectuées en utilisant le logiciel Statistica.

## RESULTATS

### Effet de *Calotropis procera* sur la prise de nourriture, le poids et la mortalité des larves du cinquième stade

Les résultats obtenus (fig. 1) montrent une diminution de la prise de nourriture chez les individus traités. La consommation moyenne calculée sur sept jours ( $0,45 \pm 0,214$ ) chez les traités est significativement réduite ( $p < 0,05$ ) par rapport à celle des témoins ( $1,235 \pm 0,305$ ).

Le poids des individus suit le même profil (fig. 2) et on note que le poids des traités ( $0,571 \pm 0,186$ ) est significativement inférieur ( $p < 0,05$ ) à celui des témoins. En outre une perte de 45% de la teneur en eau est enregistrée chez les traités (tableau 1), résultant d'une défécation excessive sous forme de fèces hydratées.

Il est important de noter le comportement des larves alimentées sur de la laitue aspergée du mélange d'alcaloïdes au moment de la prise de nourriture, ce comportement est caractérisé par une hyperexcitabilité suivie d'une réduction de leur mobilité (les larves tombent sur le dos et sont incapables de se redresser et présentent des tremblements intenses de leurs appendices...).

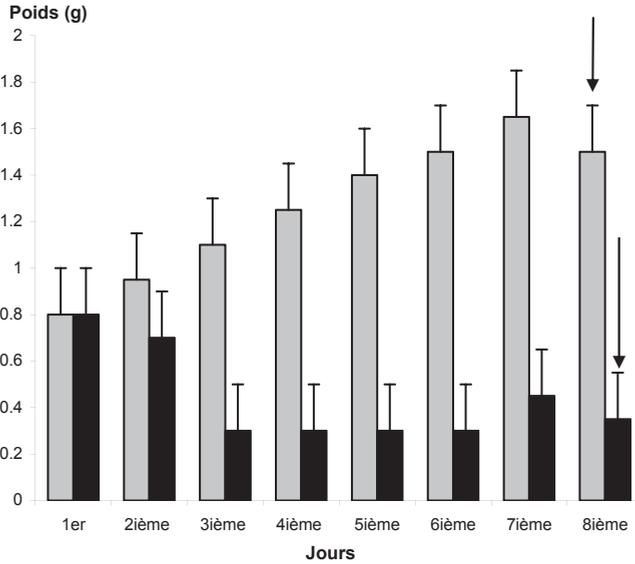


Figure 1.— Effet de *Calotropis procera* sur le poids de la nourriture consommée ( $x \pm ES$ ) par les larves  $L_5$  du criquet pèlerin.

■ : Larves témoins; ■ : Larves traitées; → : mue

Figure 1.— Effect of *Calotropis procera* on food weight ( $x \pm ES$ ) consumed by  $L_5$  larvae of desert locust. ■ : Control larvae; ■ : Treated larvae; → : molt

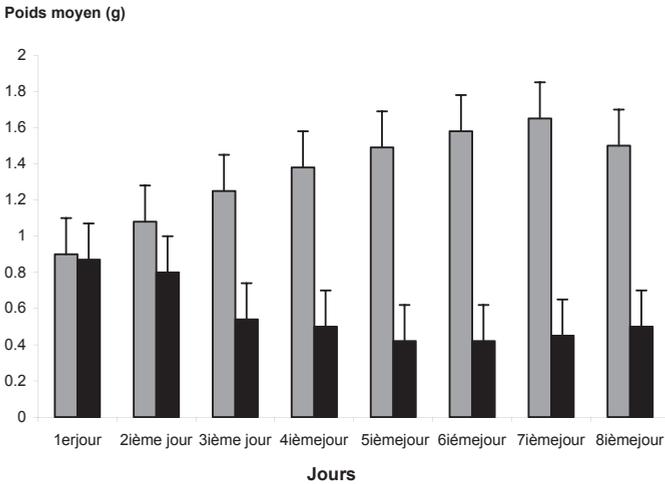


Figure 2.— Effet de *Calotropis procera* sur le poids moyen ( $x \pm ES$ ) des larves  $L_5$  du criquet pèlerin. ■ : Larves témoins; ■ : Larves traitées

Figure 2.— Effect of *Calotropis procera* on mean weight ( $x \pm ES$ ) of  $L_5$  larvae of desert locust. ■ : Control larvae; ■ : Treated larvae

Tableau I.—Evolution de la teneur en eau (%) chez les larves du 5<sup>ème</sup> stade du criquet pèlerin durant le traitement.

Table I.—Evolution of water content (%) in fifth instar larvae of desert locust during treatment.

	Larves témoins (N = 5)	Larves traitée (N = 5)
Début du traitement	79 ± 4%	78 ± 5%
Fin du traitement	78±3%	30 ± 3%
Perte en eau	3%	48%

La mortalité (fig. 3) a commencé chez les larves traitées à partir du quatrième jour du traitement avec un taux de 46,6 et qui atteint 100% le 15<sup>ième</sup> jour, alors que le taux de mortalité est seulement de 20% chez les témoins.

Il est important de souligner que les larves mâles sont plus sensibles au traitement et meurent les premiers.

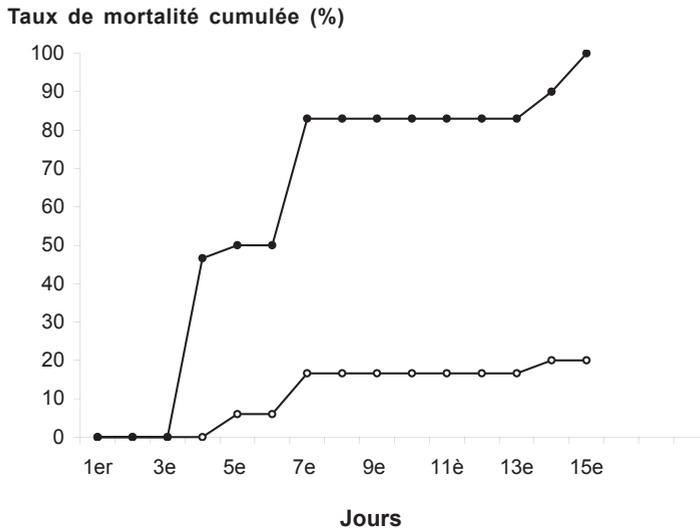


Figure 3.— Effet de *Calotropis procera* sur le taux de mortalité cumulée des larves L<sub>5</sub> du criquet pèlerin. ○ : larves témoins; ● : Larves traitées; n = 35 pour chaque groupe.

Figure 3.— Effect of *Calotropis procera* on cumulative mortality rate (%) of L<sub>5</sub> larvae of desert locust. ○ : Control larvae; ● : Treated larvae; n = 35 for each group.

### Effet de *Calotropis procera* sur la prise de nourriture et le poids des adultes

La consommation moyenne journalière chez les adultes (fig. 4) montre une diminution de la prise de nourriture chez les traités. Cette consommation est significativement réduite ( $p < 0,001$ ) par rapport à celle des témoins. Le poids moyen des traités diminue (fig. 5), cette baisse est significative ( $p < 0,001$ ).

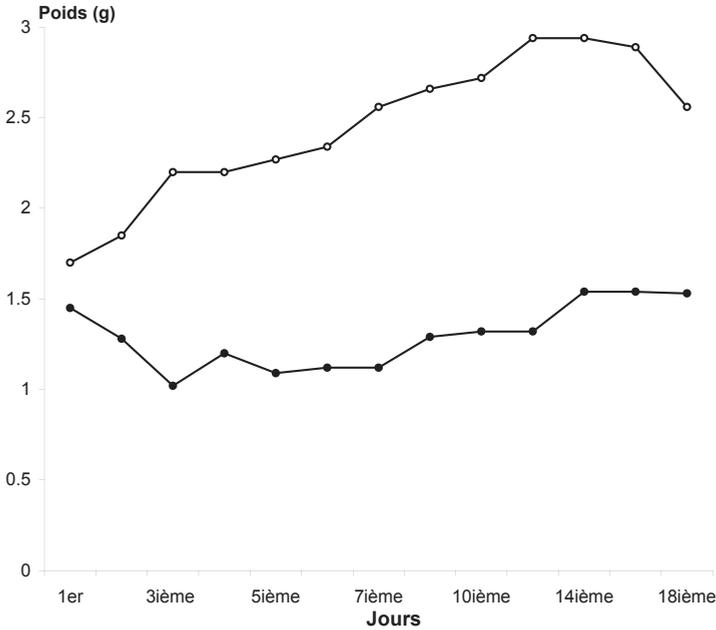


Figure 4.—Effet de *Calotropis procera* sur le poids de la nourriture consommée par les adultes du criquet. ○ : Témoins; ● : Traités

Figure 4.—Effect of *Calotropis procera* on food weight consumed by desert locust adults. ○ : Control; ● : Treatment.

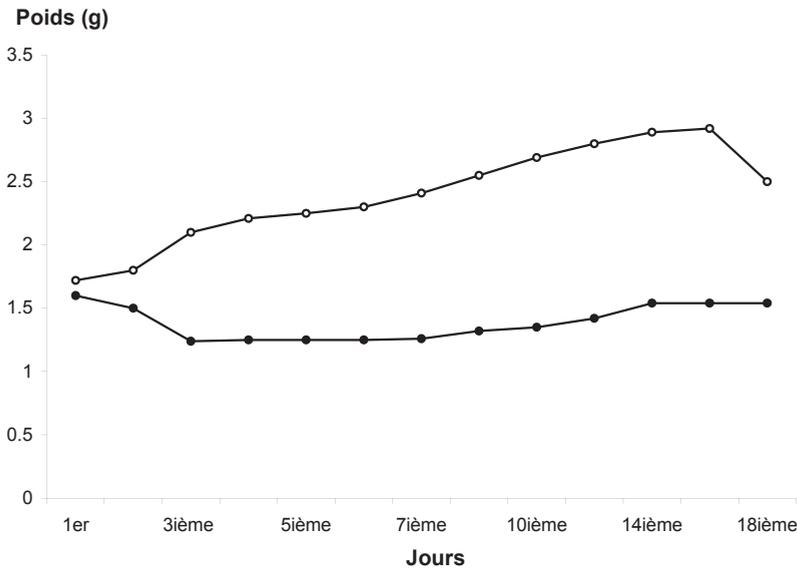


Figure 5.—Effet de *Calotropis procera* sur le poids moyen des adultes du criquet pèlerin.

○ : Témoins; ● : Traités

Figure 5.—Effect of *Calotropis procera* on the mean weight of adults of desert locust.

○ : Control; ● : Treatment

### Effet de *Calotropis procera* sur le développement ovarien chez les femelles traitées en présence de mâles traités à l'état imaginal

Le suivi de la croissance des ovocytes terminaux (fig. 6) montre qu'au:

— 10<sup>ième</sup> jour de la vie imaginale, la taille est de  $2,2 \pm 0,3$  mm avec dépôt du vitellus chez les femelles témoins.

— 14<sup>ième</sup> jour, les ovocytes ont atteint la taille de  $4,2 \pm 0,4$  mm d'aspect jaunâtre dû au dépôt du vitellus chez les témoins alors que chez les traités la taille des ovocytes est de  $(1,3 \pm 0,1)$  mm avec un aspect blanchâtre

Après le 14<sup>ième</sup> jour de la vie imaginale, la croissance des ovocytes s'accélère chez les témoins pour atteindre une taille maximale de  $7,3 \pm 0,7$  mm au 18<sup>ième</sup> jour, où la première ponte a lieu, alors que chez les traités la taille de leurs ovocytes ne dépasse pas  $1,6 \pm 0,2$  mm sans dépôts de vitellus. Les tailles moyennes des ovocytes sont significativement inférieures ( $p < 0,001$ ) à celles des témoins.

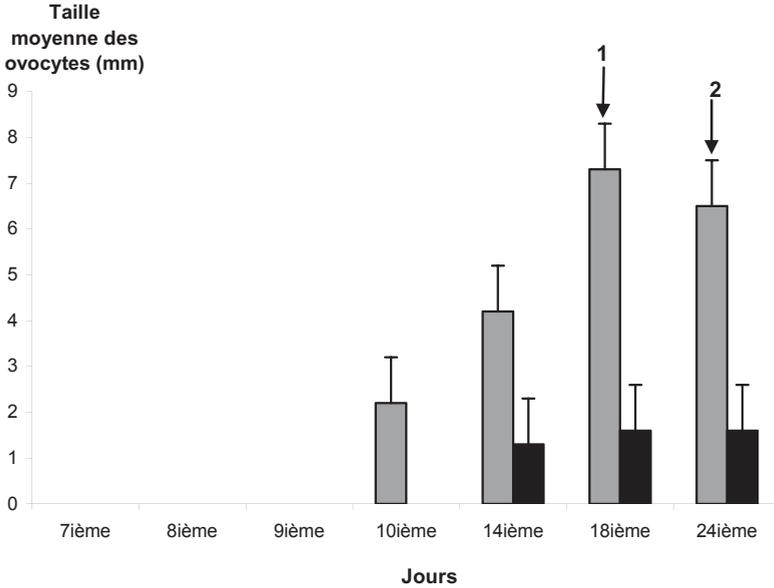


Figure 6.—Effet de *Calotropis procera* sur la taille moyenne des ovocytes terminaux ( $x \pm ES$ ) des femelles du criquet pèlerin. ■ : Témoins; ■ : Traitées; 1: 1<sup>ère</sup> ponte des témoins; 2: 2<sup>ème</sup> ponte des témoins;  $n = 2$  femelles (soit 10 ovocytes) pour chaque point.

Figure 6.—Effect of *Calotropis procera* on growth of terminal ovocytes ( $x \pm ES$ ) of desert locust females. ■ : Control; ■ : Treatment; 1: first control clutch; 2: second control clutch;  $n = 2$  females (i.e., 10 ovocytes) for each point.

On note l'absence de la maturité sexuelle chez les mâles, qui ne présentent pas de coloration jaune, caractéristique de la maturité, et aucun accouplement n'a été observé chez les couples traités au cours de leur vie imaginale.

## DISCUSSION

L'extrait d'alcaloïdes des feuilles de *Calotropis procera* en végétation entraîne une baisse de la prise de nourriture, du poids et une perte en eau chez les larves et les imagos de *Schistocerca gregaria*. Un taux de mortalité de 100% chez les larves est atteint au bout de 15 jours à partir du début du traitement.

En outre, cet extrait provoque chez les imagos traités un blocage du développement ovarien en prévitellogenèse chez les femelles et une absence de la maturité sexuelle chez les mâles avec une réduction de motricité chez les imagos des deux sexes.

Ces profondes perturbations physiologiques sont dues à l'action des alcaloïdes de la plante, dont les précurseurs sont des histamines (Smith, 1980) mises en évidence dans le latex par Saha et Kasinathan (1963). Celles-ci se manifestent par des troubles de l'équilibre et des mouvements convulsifs. Ces manifestations sous-tendent des altérations du système nerveux des individus. L'action neurotoxique et organohalogène de ces alcaloïdes a été déjà observée chez les vertébrés (Pahwa & Chatterjee, 1988; El Sheik *et al.*, 1991; Basu *et al.*, 1997; El Badwi *et al.*, 1998).

Par ailleurs, ces troubles nerveux s'accompagnent d'une perte en eau résultant d'une défécation intense, qui témoigne d'un dérèglement du processus de la régulation hydrique, ce phénomène a été souvent constaté chez des insectes exposés à des insecticides organohalogènes (Moréteau, 1991; Proux *et al.*, 1993). Ainsi une perte en eau réduit le volume de l'hémolymphe, ce liquide circulant qui véhicule les substances nécessaires au déroulement normal des différents processus physiologiques du criquet, ce qui entraîne des troubles à tous les niveaux humoraux. Tous ces effets sont accompagnés d'une réduction de la prise de nourriture générée par l'effet anti-appétent de ces alcaloïdes (Rao & Mehrotra, 1977), ce qui expliquerait la baisse du poids des individus.

Par ailleurs, ces toxines seraient à l'origine du blocage du développement ovarien et de la vitellogenèse chez les femelles et l'absence de la maturité sexuelle chez les mâles. En effet les extraits de la plante sont connus pour leur effet abortif et anti-sperme (Qureshi *et al.*, 1991) chez les mammifères.

Nos résultats sur *Schistocerca gregaria* concernant la mortalité chez les larves du cinquième stade sont identiques à ceux obtenus chez le même criquet par injection du latex de *Calotropis procera* (Al Robai, 1997).

En ce qui concerne l'inappétence de *Calotropis procera*, des effets analogues ont été obtenus chez *Poekilocerus pictus*, un criquet qui parasite cette plante (Chandra & Lal, 1993) et chez le même insecte en le traitant avec les extraits de *Calotropis gigantea* (Pari *et al.*, 1998).

Nos résultats concernant l'effet anti-fertilisant concordent avec ceux observés chez *Poekilocerus pictus* (Jain *et al.*, 1991), qui parasite *Calotropis procera*.

## CONCLUSION

L'extrait d'alcaloïdes des feuilles jeunes de *Calotropis procera* s'est révélé anti-appétant, toxique et anti-fertilisant pour *Schistocerca gregaria*, ces composés naturels pourraient constituer la base pour la synthèse de molécules en meilleure harmonie avec l'environnement, dont l'usage serait bénéfique pour une lutte préventive surtout que *Calotropis procera* est largement répandue dans la zone de rémission du criquet pèlerin.

## BIBLIOGRAPHIE

- AHMED, R.; SHAHAB, M. Z.; INAM-UI-HAQ, M.; JAVED, N.; DOGAR, M. A. & KHAN, M. Y. 1996. Effect of soil amendment with *Calotropis procera* for the control of *Meloidogyne javanica* infection on egg plant. *Pakistan Journal of Nematology*, 14 (1): 55-59.
- AL ROBAI, A. A. 1997. Toxicological studies on the latex of the uscher plant *Calotropis procera* (Ait) in Saudi Arabia. IV. Effects of partly purified uscher latex and of the poison gland secretion of the uscherhopper; *Poecilocerocerus bufonius* Klug on the desert locust, *Schistocerca gregaria* Forskal. (Orthoptera: Acrididae). *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 15 (3): 709-716.
- BASU, A.; SEN, T.; RAY, R. N. & CHAUDHURI, A. K. N. 1992. Hepatoprotective effects of *Calotropis procera* root extract on experimental liver damage in animals. *Fitoterapia*, 63: 507-514.
- BASU, A.; SEN, T.; PAL, S.; MASCOLO, N.; CAPASO, F.; CHAUDHURI, A. K. N. & NAG-CHAUDHURI, A. K. 1997. Studies on the antiulcer activity of the chloroform fraction of *Calotropis procera* root extract. *Phytotherapy Research*, 11 (2): 163-165.
- BELLAKHDAR, J. 1997. *La pharmacopée marocaine traditionnelle; Médecine arabe ancienne et savoir populaire*. Ibis press, Saint Etienne, 764 p.
- CHANDRA, H. & LAL, P. 1993. Food preference Studies of "AK" grasshopper *Poecilocerocerus pictus* Fab. *Plant Protection Bulletin Faridabad*, 45 (2-3): 3-10.
- DIEYE, A. M.; TIDJANI, M. A.; DIOUF, A.; BASSENE, E. & FAYE, B. 1993. Senegalese pharmacopoeia: study of acute toxicity and antitussive activity of *Calotropis procera* (Ait). *Dakar medicine*, 38 (1): 69-72.
- EL BADWI, S. M. A.; ADAM, S. E. I.; SHIGIDI, M. T. & HAPKE, H. J. 1998. Studies on laticiferous plants. Toxic effects in goats of *Calotropis procera* latex given by different routes of administration. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 105 (11): 425-427.
- EL SHEIKH, H. A.; ALI, B. H.; HOMEIDA, A. M.; HASSAN, T.; IDRIS, O. F. & HAPKE, H. J. 1991. The activities of drug- metabolising enzymes in goats treated orally with the latex of *Calotropis procera* and the influence of dieldrin pre-treatment. *Journal of Comparative Pathology*, 104 (3): 257-268.
- F.A.O. 1990. *Environmental effects of chemical Locust and grasshopper control, A pilot studies*. 277 pp.
- HASAN, H. A. H. & ABDEL MALLEK, A. Y. 1994. Inhibitory effects of aqueous leaf extract(s) of some plant on growth and aflatoxin production by *Aspergillus flavus*. *Dirasat (Series B), Pure and Applied Sciences*, 21 (3): 215-219.
- HUSSEIN, H. I.; KAMAL, A.; ABOU ZEID, M.; EL SEBAE, A. K. H. & SALEH, M. A. 1994. Usharin *Zool. baetica*, 15: 153-166, 2004

- the most potent molluscicidal compound tested against land Snail. *Journal of Chemical Ecology*, 20 (1): 135-140.
- JAIN, K. & BHIDE, M. 1991. BHC as xenobiotic, showing histopathological changes in the developing ovaries and variability of the behaviour *Poekilocerus pictus*. *Functional Development Morphology*, 1 (3): 3-7.
- JAIN, S. C.; SHARMA, R.; JAIN, R. & SHARMA, R. A. 1996. Antimicrobial activity of *Calotropis procera*. *Fitoterapia*, 67 (3): 275-277.
- JACOB, S. & CHEILA, M. K. 1993. A note on the protection of stored rice from the lesser grain borer *Rizopertha dominica* Fabr. by indigenous plant products. *Indian journal of entomology*, 55 (3): 337-339.
- JANGDE, C. R.; RAUT, C. G. & BISAN, V. A. D. 1994. Anti-inflammatory activity of *Calotropis procera* Linn. *Livestock Adviser*, 19 (3): 29-31.
- KHAN, S. M. & SIDDIQUI, M. N. 1994. Potential of some indigenous plants as pesticides against the larvae of cabbage butterfly *Pieris brassica* L. *Sarhad Journal of Agriculture*, 10 (3): 291-301.
- LARHSINI, M.; BOUSAID, M.; LAZRK, H. B.; JANA, M. & AMAROUCH, H. 1997. Evaluation of anti-fungal and molluscicidal properties of extracts of *Calotropis procera*. *Fitoterapia*, 68 (4): 371-373.
- MAJUMDER, P. K. & KUMAR, V. L. 1997. Anti-inflammatory activity of fraction of latex of *Calotropis procera* in carrageenan induced rat paw oedema. *Phytotherapy Research*, 11 (2): 166-167.
- MANN, A.; ABALAKA, M. E. & GARBA, S. A. 1997. The anti-microbial activity of the leaf extracts of *Calotropis procera*. *Biomedical Letters*, 55: 205-210.
- MESHRA, P. B. 1995. Evaluation of some medicinal and natural plant extracts against teak skeletoniser, *Eutectona makaeralis* walk. Special issue : focus on teak. *Indian Forester*, 121 (6): 528-532.
- MORÉTEAU, B. 1991. Etude de certains aspects de la physiotoxicologie d'insecticides de synthèse chez le Criquet migrateur: *Locusta migratoria* R & D. In: AUPELF-UREK (Ed). *La lutte antiacridienne*: 167-178. Jhon Libbey Eurotext, Paris.
- MOURS, L. E. 1997. Insecticidal activity of *Calotropis procera* extracts on the leech fly, *Sarcophaga haemorrhoidalis* Fallen. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology*, 2: 505-514.
- PAHWA R. & CHATTERJEE VC. 1988. The toxicity of Indian *Calotropis procera* RBR latex in the black rat, *Rattus rattus* Linn. *Veterinary-and- Human- Toxicology*, 30 (4): 305-308.
- PARI, K.; RAO, P. J.; DEVAKUMAR, C. & RASTOGI, J. N. 1998. A novel insect antifeedant non-protein amino acid from *Calotropis gigantea*. *Journal of natural production. Drovers Grove, III. (American Society of Pharmacognosy)*, 61(1): 102-104.
- PROUX, J.; ALAOU, A.; MONRÉTEAU, B. & BASKALI A. 1993. Deltamethrin induced deregulation of the water balance in the migratory Locust. *Comp. Biochemistry and physiology*. 106: 351-357.
- QURESHI, M. A.; QURESHI, N. M.; ARSHD, R. & BEGUM, R. 1991. A study on anti-sperm activity in extracts from different part of *Calotropis procera*. *Pakistan Journal of Zoology*, 23 (2): 161-165.
- RAMADE, F. 1989. Caractères écotoxicologiques et impact environnemental potentiel des principaux insecticides utilisés dans la lutte anti-acridienne. *Colloque de Rabat*, (14): 179-191.
- RAO, P. J. & MEHROTRA K. N. 1977. Phagostimulants and antifeedants from *Calotropis gigantea* for *Schistocerca gregaria*. *Indian Journal of Experimental Biology*, 15: 148-150.
- RAO, M. S.; PRVATHA-REDDY, P. & DAS, S. I. M. 1996. Effect of integration of *Calotropis*

- procera* and *Glomus fasciculatum* on the management of *Meloidogyne incognita* infesting tomato. *Nematologia Mediterranea*, 24 (1): 59-61.
- SAHA J.C. & KASINATHAN S. 1963. Histamine action of the latex of *Calotropis gigantea*. *Ait Arch. Int. Pharmacodyn. Ther.*, 143: 78-89.
- SEN, T.; BASU, A. & CHAUDHURY, A. K. 1998. Studies on the possible mechanism of the gastric mucosal protection by *Calotropis procera*-involvement of 5-lipoxygenase pathway. *Fundamental Clinic Pharmacology*, 12 (1): 82-83.
- SMITH T. A. 1980. Plant amines. In secondary plant products. In: BELL E. A. & CHARLWOOD B.V. (Eds.): *Encyclopedia of plant Physiology*: 433-454.
- SMITH, H. F.; WOERDENBAG, H. J.; SING, R. H.; MEULENBELD, G. J.; LABADIE, R. P. & ZWAVIN, J. H. 1995. Ayurvedic herbaldrugs with possible cytostatic activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 47 (2): 75-84.