

**IMPACT DE TROIS PLANTES SUR CERTAINS PARAMETRES
BIOLOGIQUES DES LARVES (L₅) DU CRIQUET PELERIN
SHISTOCERCA GREGARIA FORSKÅL, 1775
(ORTHOPTERA : ACRIDIDAE)**

Aissa BELHADI

*Centre de Recherche en Economie Appliquée pour le Développement
(CREAD-Bouzaréah)*

Résumé

Cette présente étude avait pour objectif l'étude de l'effet des feuilles de *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae), de *Lonicera japonica* L. (Caprifoliaceae) et de *Nerium oleander* L. (Apocynaceae), sur quelques paramètres biologiques des larves L₅ du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria*, par voie d'alimentation directe et par voie d'injection (extraits des feuilles) dans les conditions de laboratoire. Les feuilles fraîches de *L. japonica* ont été bien appréciées par les larves L₅ de *S. gregaria* et ne présentent aucun effet néfaste sur les différents paramètres étudiés. Par contre, les feuilles et les extraits de *N. oleander* et de *R. officinalis* ont causé des perturbations sur les différents paramètres biologiques étudiés, dont des gains de poids faibles, des taux de mortalité importants et l'inhibition de la mue imaginaire. Au vu des résultats obtenus les plantes de *R. officinalis* et *N. oleander* offrent une alternative prometteuse, à l'utilisation des pesticides de synthèse dans la lutte contre le criquet pèlerin.

Mots-clés : *Schistocerca gregaria*, larves L₅, lutte biologique, conditions contrôlées.

**Impact of three plants on certain biological parameters of Desert
Locust (L₅) larvae *Shistocerca gregaria* Forskål, 1775
(Orthoptera: Acrididae)**

Abstract

The purpose of this study was to study the effect of the leaves of *Rosmarinus officinalis* L. (Lamiaceae), *Lonicera japonica* L. (Caprifoliaceae) and *Nerium oleander* L. (Apocynaceae) on some biological parameters of the L₅ larvae of the plant. Desert Locust *Schistocerca gregaria*, by direct feeding and by injection (leaf extracts) under laboratory conditions. The fresh leaves of *L. japonica* were well appreciated by the *S. gregaria* L₅ larvae and showed no adverse effect on the different parameters studied. On the other hand, leaves and extracts of *N. oleander* and *R. officinalis* caused disturbances in the various biological parameters studied, including low weight gains, high mortality rates, and inhibition of fledging. In view of the results obtained, the plants of *R. officinalis* and *N. oleander* offer a promising alternative to the use of synthetic pesticides in Desert Locust control.

Key words : *Schistocerca gregaria*, L₅ larvae, Biological control, controlled conditions.

Introduction

Le Criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria*, de par sa faculté à grégariser, former des essaims et envahir de nouveaux territoires, constitue un insecte des plus redoutés à l'échelle internationale (Lecoq, 2004 ; Cossée *et al.*, 2009). Les ravages causés par les essaims sur les parcelles cultivées et sur les pâturages sont souvent, en l'absence de lutte, synonymes de famine et d'exode rural massif notamment dans les pays les plus démunis (Symmons & Cressman, 2001). En effet, les essaims de criquet pèlerin dont la taille varie de moins de 1 km² à plusieurs centaines de km², contiennent au moins 40 millions d'individus au km² et peuvent consommer en une journée la même quantité de nourriture que 2500 personnes (Nurein, 1989).

Pour faire face à cette invasion acridienne, les pays concernés par ce fléau, ont recours à toute une panoplie de produits chimiques réputés avoir un effet de choc contre les populations traitées. A titre d'exemple, au Niger pays touché par les invasions du criquet pèlerin, ce sont 130 000 litres de pesticides chimiques qui ont été utilisés pour venir à bout de ce redoutable ravageur, entre 1994 et 2003 (DPV, 2003 *in* Mamadou *et al.*, 2005). Cette lutte chimique présente un danger certain surtout lors des mauvaises applications et

de non-respect des précautions d'emploi, tant sur la santé humaine, animale que sur l'environnement (Rachadi *et al.*, 1995 ; Balança & De Visscher, 1997 ; Van der Valk *et al.*, 1999 ; Peveling *et al.*, 2003 ; Bal & Sidati, 2003).

D'autres méthodes alternatives à la lutte chimique ont été testées depuis quelques années contre le Criquet pèlerin et ont donné des résultats très probants. Les nouvelles molécules recherchées actuellement sont celles qui présentent une efficacité élevée sur les criquets sans porter préjudice à l'environnement comme c'est le cas des biopesticides à base de champignons et de plantes. Parmi ces biopesticides, le Green Muscle[®], entomopathogène, à base de *Metarhizium anisopliae* var *acridium* donné de très bons résultats.

Les premiers insecticides utilisés par l'homme étaient des plantes. Aujourd'hui il y a plus de 2000 espèces de plantes qui possèdent une activité insecticide. Déjà, au milieu du 17^{ème} siècle le pyrèthre, la nicotine et la roténone ont été identifiés en tant qu'agents efficaces contre les insectes ravageurs (Kabarou & Gichia, 2001). Beaucoup de travaux sont consacrés à l'utilisation des plantes acridifuges ou acridicides. Vigneron (1978), cite les *Meliaceae* avec *Melia azadirachta* sur *S. gregaria* et *Azadirachta indica* (neem), qui

contient un triterpène (azadirachtine), substance efficace à de très faibles concentrations (0,04 ppm). Wilps *et al.* (1993) ont testé avec succès *Melia volkensii* sur les adultes du criquet pèlerin. Idrissi Hassani *et al.* (1998) ont noté un effet toxique des feuilles du *Peganum harmala* sur le développement ovarien du criquet pèlerin.

Dans l'optique de développement de produits alternatifs et/ou complémentaires

2. Matériel et méthodes

2.1. Eleuage de masse des imagos et des larves

L'élevage de masse est réalisé dans une cage parallélépipédique à support en bois, de dimensions 119 x 44 x 52 cm. La cage est munie sur sa face frontale de deux vitres coulissantes qui permettent de la nettoyer, de déposer la nourriture et de vérifier les pondoirs placés dans les ouvertures pratiquées au fond de la cage. De part et d'autre des deux vitres, un panneau en grillage aère la cage.

Les différents stades de *S. gregaria* sont soumis à une température de 28 ± 2 °C, une photopériode de 12 heures de lumière sur 12 heures d'obscurité, et une humidité relative de 70 à 80%. La nourriture, constituée de chou, de laitue et de gazon est donnée *ad libitum* aux insectes toutes

à la lutte chimique contre le criquet pèlerin *S. gregaria* nous avons entrepris de tester l'effet des feuilles et des extraits des feuilles de *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae), de *Lonicera japonica* (Caprifoliaceae) et de *Nerium oleander* (Apocynaceae) sur quelques paramètres biologiques des larves L₅ de cet acridien redoutable.

les 24 heures. Un complément protéique à base du son de blé est apporté aux insectes.

Les pondoirs sont humidifiés et vérifiés toutes les 24 heures et les oothèques trouvées sont récupérées et placées dans de petites boîtes en plastiques de dimensions 28 x 21 x 11 cm remplies aux trois-quarts de leurs volumes de sable fin et humidifié constamment. Pour assurer une aération à l'intérieur de ces boîtes une petite ouverture au niveau du couvercle est pratiquée et obstruée à l'aide d'un *insect-proof*. Les larves qui éclosent sont remises dans la cage d'élevage de masse des imagos pour l'obtention d'individus plus importants. Cette opération est renouvelée jusqu'à l'obtention d'individus en phase grégaire sur lesquels seront menés les différents tests.

2.2. Plantes testées

Les feuilles de *Rosmarinus officinalis* (romarin), *Lonicera japonica* (chèvrefeuille) et de *Nerium oleander* (laurier rose) sont cueillies chaque jour au niveau de l'Institut National Agronomique et de l'Institut National de la Protection des Végétaux (El-Harrach-Alger). La plante témoin représentée par *Brassica oleracea* (chou) le complément protéique à base de son sont achetés du marché local de la ville d'El-Harrach (Alger).

2.3. Etude de l'action de l'alimentation fraîche

L'étude de l'action des feuilles de *R. officinalis*, de *L. japonica* et du *N. oleander* avec comme plante témoin *B. oleracea*, a porté sur la croissance, le taux de mortalité et le développement des larves L₅ grégaires de *S. gregaria*. Pour chacune des plantes une cage parallélépipédique de dimensions 34,5 x 11,5 x 16,5 cm contenant 10 larves L₅ (5 femelles et 5 mâles) venant juste de muer est utilisée. Ces larves sont soumises au début à un jeûne de 24 heures puis elles sont nourries toutes les 24 heures, le matin, à volonté avec les feuilles fraîches des différentes plantes.

En outre, chaque matin les individus vivants sont pesés, les individus morts comptés et les cages nettoyées des

excréments. Sont notées également la date de la mue imaginale et les malformations observées. A noter que les mêmes conditions (température, humidité relative, etc.) assurées dans les cages d'élevage de masse des larves et des adultes, sont assurées dans les cages d'expérimentation.

2.4. Préparation des extraits des feuilles

Cette méthode consiste à séparer les protéines des autres composants de la plante en utilisant le sulfate d'Ammonium pour leur précipitation (Fine, 1981).

Dans un premier temps, les feuilles des plantes testées sont séchées, broyées puis mises en solution (300 g de feuille en poudre/litre d'eau distillée). Une quantité de 60,3 g de sulfate d'Ammonium est reprise dans 100 ml de l'extrait des feuilles sous agitation pendant 1 heure. Après quoi la solution ainsi obtenue est laissée à 4°C pendant une heure avant d'être centrifugée à 4000 tr/mn à 4 °C durant 40 mn. Le surnageant qui représente le composant non protéique est récupéré dans un bécher et conservé dans le réfrigérateur à 4°C. Quant au culot qui contient les protéines précipitées dans le sulfate d'Ammonium, il va subir plusieurs opérations.

Le culot obtenu ci-dessus est mis dans une solution de sulfate d'Ammonium (60,3 g/100 ml d'eau distillée), sous agitation magnétique pendant 1 heure. La nouvelle

solution est placée dans un bain-marie réglé à 40 °C durant 10mn puis laissée pour refroidir avant d'être déposée dans le réfrigérateur à 4 °C pendant 1 heure. Cette solution sera soumise à son tour à une centrifugation, dans les mêmes conditions citées précédemment. Le culot qui en résulte est mis dans 15 à 25 ml d'eau distillée puis centrifugé. Deux parties vont découler de la centrifugation : Un dépôt non soluble (A) et une partie supérieure soluble dans l'eau (B). La solution (B) va être reprise avec du sulfate d'Ammonium 90% (72 ml d'eau distillée plus 43,41 g de sulfate d'Ammonium), sous agitation suivie d'une centrifugation. Le culot ainsi obtenu est lavé au sulfate d'Ammonium à 90% de saturation puis à 75%, centrifugé à chaque fois jusqu'à éclaircissement parfait du surnageant. Ainsi, la précipitation des protéines des feuilles des différentes plantes par le sulfate d'Ammonium nous a permis de récupérer deux composants : Un composant non protéique et des protéines

2.6. Analyse statistique

La comparaison des poids moyens des différents groupes testés des larves par rapport aux témoins est effectuée en

hydrosolubles qui seront testés sur les larves L₅.

2.5. Etude de l'action des extraits des feuilles

Dans chacune des cages destinées aux tests des extraits des feuilles des trois plantes testées 10 larves L₅ âgées de 24 heures sont introduites et mises à jeûner pour une période de 24 heures. Après cette période, les larves de chaque lot sont nourries de chou frais *ad libitum* et font l'objet d'injections de 2 µl par individu à l'aide d'une micro-seringue Hamilton, entre le 2^{ème} et le 3^{ème} segment abdominal à base d'un extrait des feuilles (protéines hydrosolubles et composant non protéique) des différentes plantes toutes les 48 heures jusqu'à leur mue imaginale. Les témoins sont injectés d'eau distillée. Le suivi portera sur les prises quotidiennes de poids des larves vivantes, ainsi que les notations des dates de mues imaginaires et le comptage des individus (larves) morts et des individus adultes mués malformés.

utilisant le test de Dunnett à l'intervalle de confiance de 95%. Le traitement des données est effectué à l'aide du logiciel XLSTAT version 6.0.

3. Résultats

3.1. Action de l'alimentation à base des feuilles fraîches

3.1.1. Action sur la croissance pondérale

Les poids des larves nourries à base des feuilles de *R. officinalis*, de *L. japonica*, et de *N. oleander* ont augmenté durant leur développement (Tableau 1). En effet, des poids moyens initiaux respectifs de 0,94g, 0,92g et de 0,96g les larves enregistrent des poids moyens finaux de 1,31g, 1,80g, et 1,27g soit des gains de poids de 0,37g, 0,88g, et de 0,31g respectivement chez les larves nourries à base des feuilles de *R. officinalis*, de *L. japonica*, et de *N. oleander*. Les larves témoins passent du poids moyen initial de 0,85g à un poids moyen final de 1,77g soit un gain de poids (0,92g), soit un peu plus du double du poids initial.

Le poids moyen des insectes du lot témoin et celui du lot nourri à base des feuilles de

L. japonica, augmente rapidement dès les premiers jours de leur alimentation. En revanche, chez les lots des larves nourries à base des feuilles de *R. officinalis* et de *N. oleander* le poids de celles-ci augmente de façon moins importante (Fig. 1)

En outre, le poids moyen des insectes du lot témoin et celui du lot nourri à base des feuilles de *L. japonica*, augmentent rapidement, dès les premiers jours de leur alimentation. En revanche, chez les lots d'insectes nourris à base des feuilles de *R. officinalis* et de *N. oleander*, le poids des larves augmente de façon moins importante. Ceci est confirmé par le test Dunnett au seuil de confiance de 95% qui montre une différence significative ($\alpha < 0,05$) entre le poids moyen des larves nourries à base des feuilles de *R. officinalis* et de *N. oleander* avec celles nourries à base de *B. oleracea*, et une différence non significative ($\alpha > 0,05$) entre ces dernières et celles nourries à base des feuilles de *L.*

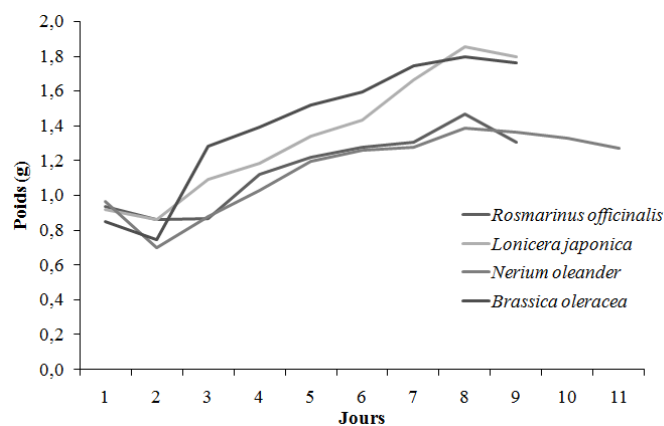


Fig. 1- Action de l'alimentation à base des feuilles fraîches des trois plantes testées sur l'évolution pondérale des larves L₅.

3.1.2. Action sur le taux de mortalité

Le taux de mortalité chez les larves témoins nourries avec les feuilles de *B. oleracea* est nul tout au long de leur développement. Dans le cas des larves nourries à base des feuilles de *L. japonica*, un taux de mortalité de 10% est enregistré à partir du 8^{ème} jour soit un seul individu jusqu'à l'arrivée de toutes les larves L₅ au stade adulte. Chez les larves L₅ nourries avec les feuilles de *R. officinalis* les taux de mortalité sont beaucoup plus importants et sont enregistrés dès le 3^{ème} jour de l'essai et vont crescendo jusqu'à la mortalité de toutes les larves au bout du 10^{ème} jour de l'essai. Enfin, les larves nourries avec les feuilles de *N. oleander* n'ont enregistré aucune mortalité les 11 premiers jours de suivi et c'est au bout du 53^{ème} jour de vie larvaire que la première larve morte est enregistrée.

3.1.3. Action sur le développement

Chez les larves nourries à base des feuilles de *R. officinalis* aucune larve n'a réussi à atteindre le stade adulte. Elles sont toutes mortes au cours de leur développement avant d'effectuer leur mue imaginale. Les larves témoins et des larves nourries avec les feuilles de *L. japonica*, ont enregistré une durée moyenne de développement

égale de 9,55 jours, avec respectivement un taux de mortalité de 0% et de 10% au terme de leur développement.

Chez les larves nourries à base des feuilles de *N. oleander*, 20% seulement des larves ont accompli le processus de mue imaginale. Les 80% des larves restantes n'ont pas fait leur mue imaginale et sont restés à l'état larvaire jusqu'à leur mort totale au bout du 86^{ème} jour pour la dernière larve. Notons que chez ces larves des cas de chevauchement et « des tentatives d'accouplement » ont été observés dès le 37^{ème} jour de leur vie larvaire. Ce phénomène de chevauchement s'est produit chez toutes les larves « mâles » en survie. Ces chevauchements se sont produits à plusieurs reprises jusqu'à la mortalité totale de ces larves et duraient plusieurs heures, jusqu'à 2 à 5 heures. Lorsque la larve chevauchante est séparée de sa « partenaire », elle revient vite à la charge.

Enfin, en plus des chevauchements observés, deux larves avaient leurs ébauches alaires nécrosées dès le 7^{ème} jour de vie larvaire et la totalité des larves présentaient une dépigmentation des yeux, qui ont pris la couleur blanche plus ou moins accentuée selon les individus (Fig. 2).

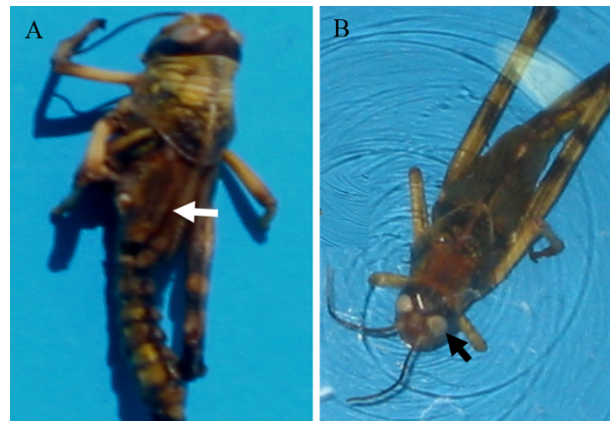


Fig. 2 - Malformations observées sur les larves L₅ de *Schistocerca gregaria* nourries avec les feuilles fraîches de *Nerium oleander*. A : larve âgée de 49 jours présentant des ailes nécrosées (flèche blanche) ; B : Larve âgée de 25 jours avec des yeux dépigmentés (flèche noire).

3.2. Action des extraits des feuilles

3.2.1. Action sur la croissance pondérale

Il apparaît que l'injection des extraits des feuilles des trois plantes n'entraîne pas un blocage total de la prise de nourriture chez les larves L₅, puisque pour tous les lots les poids moyens finaux sont plus importants que les poids moyens initiaux. Cependant, l'importance de la prise de poids n'est pas conséquente chez tous les lots. En effet, les résultats montrent une prise de poids importante chez les lots de larves injectées à base des protéines hydrosolubles et du composant non protéique de l'extrait des feuilles de *L. japonica* (PHL, CNL) et de l'eau distillée (EDI). En revanche, chez les autres lots à savoir ; les lots de larves injectées à base des extraits des feuilles de

N. oleander (PHN, CNN), celles injectées à base des protéines hydrosolubles et du composant non protéique des feuilles de *R. officinalis* (PHR, CNR) la prise de poids est réduite (Fig. 3).

L'analyse statistique avec le test de Dunnett avec un intervalle de confiance de 95%, confirme nos résultats. En effet, ce test fait ressortir une différence significative entre le poids moyen des lots de larves injectées à base des extraits des feuilles de *N. oleander* et les extraits des feuilles de *R. officinalis* par rapport au lot témoin ($\alpha < 0,05$). Par contre, chez les lots d'insectes injectés à base des extraits des feuilles de *L. japonica*, il n'y a pas de différence significative avec le lot témoin ($\alpha > 0,05$).

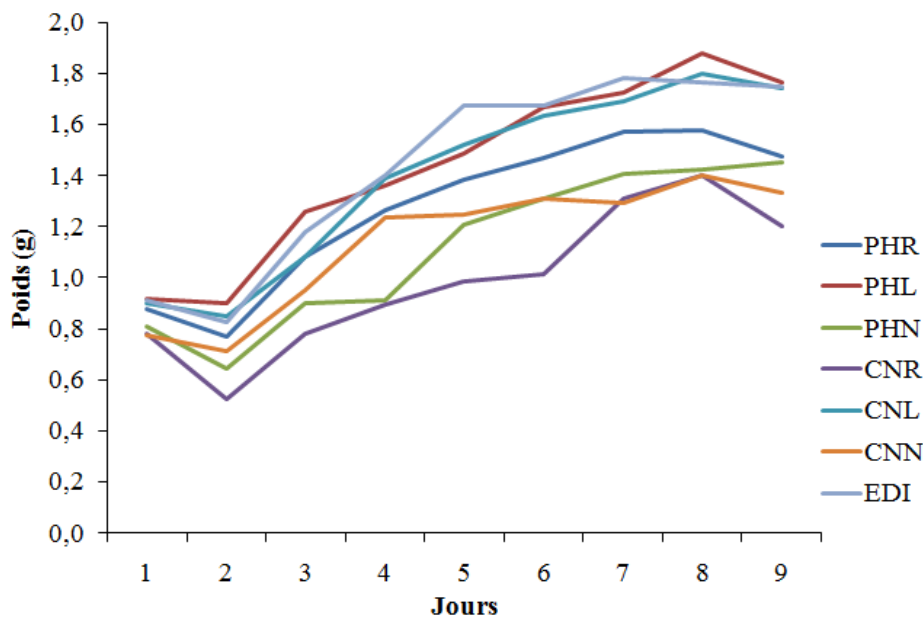


Fig. 2. Evolution pondérale des larves L₅ injectées à base des protéines hydrosolubles des feuilles de trois plantes testées et de l'eau distillée.

Abréviations :

PHR : protéines hydrosolubles de l'extrait des feuilles de *R. officinalis*

PHL : protéines hydrosolubles de l'extrait des feuilles de *L. japonica*

PHN : protéines hydrosolubles des extraits des feuilles de *N. oleander*

CNR : Composant non-protéique de l'extrait des feuilles de *R. officinalis*

CNL : Composant non-protéique de l'extrait des feuilles de *L. japonica*

CNN : Composant non-protéique de l'extrait des feuilles de *N. oleander*

EDI : Eau distillée.

3.2.2. Action sur le taux de mortalité

Les taux de mortalité les plus élevés sont enregistrés chez les larves L₅ injectées à base des extraits des feuilles de *N. oleander* et du composant non protéique des feuilles de *R. officinalis*. En effet, les extraits des feuilles de *N. oleander* (protéines hydrosolubles et composant non protéique) ont provoqué des taux de mortalité de 30% au 3^{ème} jour, puis ces taux grimpent rapidement dès le 4^{ème} jour pour atteindre 100% au 10^{ème} jour de l'essai, aussi bien avec les injections à base des protéines hydrosolubles que du composant non protéique. Chez les autres lots, témoin y compris, des taux de mortalité sont également enregistrés. Le plus important est celui enregistré chez les larves injectées à base des protéines

hydrosolubles de l'extrait des feuilles de *R. officinalis*, qui est de 40%.

3.2.3. Action sur le développement

Le tableau 11 et les figures 33, 34 et 35, montrent que les larves injectées à base des extraits des feuilles de *N. oleander* et du composant non protéique des feuilles de *R. officinalis* n'ont pas permis aux larves d'achever leur développement à cause de leur toxicité qui s'est traduite par la mortalité totale des larves L₅ avant l'amorçage du processus de mue.

Chez les lots d'insectes injectés à base des protéines hydrosolubles de *R. officinalis*,

des protéines hydrosolubles et du composant non protéique des feuilles de *L. japonica* et chez le lot témoin, la majorité des larves ont achevé leur développement, respectivement en 9,66 jours, 9,75 jours 9,62 jours 9,62 jours et 9,75 jours en moyenne. Dans ces lots de larves, des taux de mortalité allant de 20 à 40% sont enregistrés au terme du test. Enfin, dans le cas des larves injectées à base des protéines hydrosolubles des feuilles de *R. officinalis*, 33,33% des adultes émergés sont malformés (Fig. 3).

Tableau 1 : Durée de développement, en jours, jusqu'à la mue imaginale des L₅ injectées à base des extraits des feuilles des trois plantes testées.

Individus \ Extraits	PHR	PHL	PHN	CNR	CNL	CNN	EDI
Moyenne	9,63± 0,52	9,75± 0,46	/	/	9,63± 0,52	/	9,75± 0,46
Malformation (%)	33,33	0	/	/	0	/	0
Mortalité (%)	40	20	100	100	20	100	20



Fig. 3 - Imago malformé de *S. gregaria*, issu d'une larve L₅ injectée à base des protéines hydrosolubles de l'extrait des feuilles de *R. officinalis*.

Discussion

L'augmentation du poids d'un insecte est liée aux éléments nutritifs contenus dans la plante consommée (Hurpin, 1962). Ainsi, la prise importante de poids remarquée chez les larves L₅ nourries à base des feuilles de *L. japonica*, atteste que celles-ci contiennent les nutriments nécessaires à la croissance des larves L₅, qui, en consommant ces feuilles ont pu transformer ces nutriments en masse corporelle. Par contre, la faible prise de poids observée chez les larves nourries à base des feuilles de *R. officinalis* et de *N. oleander* laisse supposer que ces deux plantes pourraient renfermer des substances anti-appétantes, qui ont causé un effet d'anti-appétence secondaire du moment que les larves les ont consommées en proportions réduites par opposition au cas d'anti-appétence primaire, où l'insecte ne consomme pas du tout l'aliment qui lui est présenté comme l'ont signalé Mordue et Blackwell (1993) sur le criquet *Locusta migratoria*.

Si les feuilles du *R. officinalis* et de *N. oleander* présentaient uniquement une faible valeur nutritive et qu'elles ne renfermaient pas de substances secondaires anti-appétantes, les larves L₅ les auraient consommées en quantités importantes, pour compenser la déficience de ces plantes en nutriments nécessaires, comme

l'ont noté Behmer *et al.* (2001). En effet, en présentant à des larves L₅ de *S. gregaria* différents aliments artificiels de différentes valeurs nutritives, ces auteurs ont remarqué que les aliments qui n'étaient pas riches et qui ne renfermaient pas des substances anti-appétantes, étaient consommés dans des proportions importantes par rapport aux aliments riches et aux aliments qui renfermaient des substances anti-appétantes.

En consommant les feuilles de *R. officinalis* et de *N. oleander* qui semble anti-appétantes, les larves L₅ n'ont pas probablement pu repérer les substances secondaires ou bien elles ont toléré leur présence. Des cas similaires d'anti-appétence secondaire sont rapportés par Idrissi Hassani (2001) et Ould Ahmadou (2001) en élevant respectivement les larves L₅ de *S. gregaria* sur les feuilles de *Peganum harmala* et de *Glinus lotoides*.

L'inhibition de la mue imaginale observée chez les larves L₅ nourries à base des feuilles de *N. oleander* est due vraisemblablement à la présence de substances contenues dans les feuilles qui ont interféré dans les différentes étapes de la mue comme le blocage de la fixation d'ecdysone par exemple, ou bien que les insectes ne disposent pas d'éléments nutritifs en quantités suffisantes, pour déclencher le processus de mue. D'ailleurs,

nombreux sont les auteurs qui ont affirmé le rôle de l'alimentation dans le déclenchement de ce processus. En effet, selon Louveaux (1977), un nombre minimum de jours d'alimentation normale ou période d'alimentation dite obligatoire apparaît nécessaire pour les L₅ de *Locusta migratoria* pour que la mue puisse avoir lieu. Bounhiol (1980), signale qu'en plus de la période d'alimentation dite obligatoire et qui ne peut être abrégée par le jeûne sans du même coup inhiber la mue, il y a une autre période d'alimentation dite facultative pendant laquelle le jeûne n'a guère d'importance chez *Bombyx mori*. Wigllisworth (1972), lors de ses travaux sur *Rodnius prolixus*, a noté qu'un repas de sang doit être servi à la larve en vue d'entamer sa mue Il signale en outre, qu'en cas d'insuffisance de la quantité ingérée le phénomène ne se produit pas. Par ailleurs, Bobenstein (1941 in Raccaud-Schoeller, 1980) rapporte que la durée de la vie larvaire de *Tineola* (Teigne) qui est de 26 jours avec 4 exuviations lorsque l'alimentation est riche, peut atteindre 900 jours avec 40 mues en cas de jeûne.

Parmi les autres anomalies enregistrées chez les larves L₅ nourries à base des feuilles de *N. oleander*, la dépigmentation des yeux est vraisemblablement causée par l'anti-appétence de ces feuilles. D'après

Chauvin (1956) et Raccaud-Schoeller (1980), l'inanition comme la sous-alimentation provoquent chez les insectes de graves perturbations morphologiques et physiologiques. Raccaud-Schoeller (1980), a remarqué suite à une carence alimentaire, chez les larves de la drosophile de nombreuses anomalies du développement de l'œil dont la réduction du nombre de facettes et l'altération de la couleur des yeux. Enfin, les phénomènes de chevauchement et de tentative « d'accouplement » observés chez les larves nourries à base des feuilles de *N. oleander*, n'ont pas été rapportés par Bounhiol (1980), qui a obtenu des larves de *Locusta* âgées de 69 jours, sans pour autant signaler ce genre de comportements. L'apparition de ce phénomène chez nos larves, âgées de 37 jours, est peut-être lié à l'activité des corpora allata qui ont joué leur deuxième rôle gonadotrope suite à l'absence de la mue imaginale.

Le faible gain du poids observé chez les larves L₅ injectées à base des extraits des feuilles de *N. oleander* et des extraits des feuilles de *R. officinalis* est vraisemblablement dû, comme l'ont signalé Bhattiprolu *et al.* (1989) avec l'utilisation des extraits de l'azadirachtine sur *Locusta migratoria*, à leur action anti-appétent qu'ils ont exercé, moyennant le blocage des facteurs trophiques localisés

au niveau du système nerveux central. Martin *et al.* (1994), rapportent également que chez les larves de *Lymantria dispar*, une réduction de la croissance est notée suite au traitement avec l'extrait du fruit du neem. D'après ces auteurs, l'action de cette molécule active du neem sur la croissance chez ces larves est accentuée selon la dose appliquée. En effet, selon toujours ces auteurs, le poids des larves traitées avec une dose de 0,1% a augmenté de 30% alors que celui des larves traitées avec une dose de 1% a augmenté de 4% uniquement. En outre, Awad *et al.* (1997) indiquent que l'injection de l'azadirachtine à la dose de 0,4 mg/g d'insecte chez les larves d'*Acherontia styx* (Lepidoptera : Sphingidae), aboutit à la réduction du poids chez ces larves suite à la réduction de la conversion des aliments ingérés en masse corporelle.

Les taux de mortalité élevés enregistrés chez les larves L₅ injectées à base des extraits des feuilles de *N. oleander* et du composant non protéique des feuilles de *R. officinalis* laissent supposer un effet toxique sur ces larves, dû vraisemblablement aux substances que contiendraient ces extraits. Ces substances semblent agir sur les larves L₅ qui n'ont pas pu les détoxifier ou les stocker dans leur corps gras, par un effet d'accumulation dans leur corps. En effet,

les taux de mortalité observés précédemment quoique importants ne se sont pas produits juste après les premières injections comme l'ont noté Barbouche *et al.* (2001), sur le criquet pèlerin où les taux de mortalité de 100% ont été atteints dès le 2^{ème} jour du début des injections avec les extraits des feuilles de *Cestrum parqui*. Abassi *et al.* (2005) ont noté une mortalité chez les larves L₅ de *S. gregaria* nourries avec des feuilles de laitue traitées avec l'extrait éthanolique des feuilles de *Peganum harmala* en floraison dès les premiers jours de l'essai et un taux de 75% est enregistré vers le 14^{ème} jour.

Il faut signaler que la mortalité élevée enregistrée avec les extraits des feuilles des fleurs de *N. oleander* n'a pas été constatée chez les L₅ nourries avec les feuilles fraîches de cette plante. En effet, lors de cet essai la mortalité était nulle chez ces larves jusqu'au 53^{ème} jour de l'essai. Ceci est probablement dû au mélange de jeunes feuilles et de feuilles âgées utilisées dans la préparation des extraits injectables, alors que lors de l'alimentation directe les larves avaient le choix entre les jeunes feuilles et les feuilles âgées et ce sont les jeunes feuilles qu'elles ont choisies pour leur alimentation.

Le choix opéré par les larves L₅ vis-à-vis de l'âge des feuilles est vraisemblablement dicté par la présence de substances

toxiques au niveau des feuilles âgées et leur absence ou leur présence en faibles concentrations au niveau des jeunes feuilles. D'après Bonhiol (1980), la composition chimique des feuilles varie suivant leur position au sommet ou à la base de la plante, l'exposition, l'heure du jour et la saison de la cueillette. Cet auteur a noté que les larves néonates de *Lymantria dispar* grimpent à l'extrémité des hautes branches pour dévorer les jeunes feuilles tendres riches en noyaux puis descendent progressivement pour se nourrir ensuite des feuilles mûres qui sont substantielles. Enfin, les faibles taux de mortalité enregistrés chez les larves injectées à base des extraits de *L. japonica* (protéines hydrosolubles et composants non protéiques), confirment le caractère inoffensif des feuilles de cette plante déjà noté lors de la présentation directe des feuilles de cette plante aux larves L₅ (Tableau 1).

Bibliographie

Abo-Elghar G E, Fujiyoshi P, Matsumura F, 2004. Significance of the sulfonyleurea receptor (SUR) as the target of diflubenzuron in chitin synthesis inhibition in *Drosophila melanogaster* and *Blattella germanica*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* XX, 10 p.

Awad E W, Saade F E, Amiri M H, 1997. Effet of azadirachtin on the nutrition, development and biogenic amine levels in Eastern Death's Head hawk moth

Les ailes mal étalées observées chez le lot de larves injectées à base des protéines hydrosolubles de l'extrait des feuilles de *R. officinalis*, sont aussi notées par Abo-Elghar *et al.* (2004). Ces auteurs rapportent que l'injection du diflubenzuron (dé-régulateur de croissance), aux larves de *Periplaneta americana* cause des malformations aux adultes, se manifestant par des ailes mal étalées et un abdomen très court par rapport aux témoins. Ces auteurs expliquent ce phénomène par le blocage de la chitine suite à l'empêchement de la prise de C^{2+} dans les vésicules cuticulaires et aussi par le blocage du récepteur du sulfonyleurea chez les larves traitées. Par ailleurs, Mesce & Fahrbaht (2002), expliquent le phénomène des ailes mal étalées et de la dépigmentation observées chez les insectes par le manque du bursicon (neuropeptide) qui joue également un rôle dans la mélanisation.

Acherontia styx (Lepidoptera: Sphingidae). *Exp. Biol. Online*.16-24.

Balança G., and Visscher M-N. 1997. Effects of very low doses of fipronil on grasshoppers and non-target insects following field trials for grasshopper control. *Crop Protection* Volume 16 Number 6. 553-564.

Behmer S T, Raubenheimer D, Simpson S J, 2001. Frequency-dependent food selection in locusts: a geometric analysis of the role nutrient balancing. *Animal Behaviour*, 61.Dep. Zool. Univer. Museum

Natural History, University of Oxford. pp. 995-1005.

Bhattiprolu S, Muller T, Rembold H, 1989. Inhibition of turn over of neurosecretion by azadirachtin in *Locusta migratoria*. *Journal Insect Physiology*. 33 (7). 493-500.

Bounhiol J J, 1980. *Larves et métamorphoses*. Ed. PUF, Paris, 299 p.

Cossée O, Lazar M, Hassane S, 2009. Rapport de l'évaluation à mi-parcours du Programme EMPRES composante Criquet pèlerin en Région occidentale. Version finale, FAO. 64 p.

Diop B, Wilps H, 1997. Field trials with neem oil and *Melia Volkensii* extracts on *Schistocerca gregaria*. In: Krall, S.; Pevelling, R. & Ba Diallo, D. (Eds). *New Strategies in Locust Control*: 201-205.

FAO, 2007. L'avenir des biopesticides dans la lutte contre le criquet pèlerin. Atelier international, Saly, Sénégal, 12-15 février, 37 p.

Fine J M, 1981. *Electrophorèse et immuno-électrophorèse en pratique courante*. Ed. Maloine, Paris, 119 p.

Hurpin B, 1962. Alimentation, développement et fécondité chez les insectes. *Ext. Ann. Nutri. Alim.*, Vol. XVI., n° 6, France, 153-200.

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

Idrissi Hassani L M, 2001. Contribution à l'analyse phytochimique du Harmel

(*Peganum harmala*, Zygophyllacées) et étude de ses effets sur la reproduction et le développement du criquet pèlerin *S. gregaria* Forskål (Orthoptera, Acrididae). Thèse Doctorat d'Etat, université Ibnou Zhor, Agadir, Maroc, 214 p.

Kabaru J M, Gichia L, 2001. Insecticidal activity of extracts derived from different parts of the Mangrove tree *Rhizophora mucronata* (Rhizophoraceae). *LAM. Againsts three arthropods, AJST*, Vol. 2. 44-49.

Lecoq M, 2004. Vers une solution durable au problème du Criquet pèlerin. *Sécheresse*, 15 (3), 217-224.

Louveaux A, 1977. Capacité de régulation de la prise de nourriture et de développement des larves de 5^{ème} stade de *Locusta migratoria* (Orthoptera-Acrididae) dans différentes conditions de jeûne et de température. *Ann. Nut. Alim.*, n° 31, pp. 85-103.

Mamadou A, Mazih A, Inezdane A, 2005. L'impact des pesticides utilisés en lutte contre le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) sur deux espèces de pimelia (*Coleoptera, tenebrionidae*) au Niger. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*[En ligne], Volume 6 Numéro 3 | décembre 2005. DOI : 10.4000/vertigo.3665

Martin S, Roberston L, Ralph E, 1994. Effect of Neem seed extract upon the Gypsy Moth (Lepidoptera: Lymantriidae) and its nuclear polyhedrosis virus. *J. Econ. Entomol.* 87 (2), pp. 356-360.

Mesce K A, Fahrbaht S E, 2002. Integration of Endocrine Signals that Regulate insect Ecdysis. *Frontiers in Neuroendocrinology*, Vol. 23, 179-199.

- Mordue A J, Blachwell A, 1993. Azadirachtin: an update. *J. Insect. Physiol.* Vol. 39, n° 11, 903-924.
- Nurein H O M, 1989. Le criquet pèlerin- Révision des locusts et sautériaux. Ed. Bayer, France, 39 p.
- Pasquier P, Gerbinot B, 1945. Utilisation du *Melia* pour la protection des cultures contre les ailés de la sauterelle pèlerine. *Bull. Sem. Off. Anti-acri.*, n° 2, 17-22.
- Rachadi T., Balança G., Duranton J-F., Foucart A. 1995. Les effets du fipronil sur *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775), divers sauteriaux et la faune non-cible : principaux résultats expérimentaux obtenus par le CIRAD-GERDAT-PRIFAS en Mauritanie (octobre à décembre 1994). Montpellier : CIRAD-PRIFAS, 128 p.
- Raccaud-Schoeller J, 1980. Les insectes, physiologie et développement. Ed. Masson, Paris. 296 p.
- Rungs C H, 1944. Végétaux toxiques pour les adultes de *Schistocerca gregaria* Forskål. *Variétés.* 37-41.
- Symmons P M, et Cressman K., 2001. *Directives sur le Criquet pèlerin : Biologie et comportement.* FAO, Rome. 43 p.
- Van der Valk H C H G, Niassy A, Beye A B, 1999. Does grasshopper control create problems? Monitoring side-effects of fénitrothion applications in the Western Sahel. *Crop Prot.* 18: 139-149.
- Wigglesworth V B, 1972. The principals of insect physiology. Ed. Cambridge London, 827 p.
- Wilps H, Nasseh O, Rembold H, Krall S, 1993. The effect of *Melia volkensii* extracts on mortality and fitness of adult *Schistocerca gregaria* (Forskål) (Orth., Cyrtacanthacrinae). *J. Appl. Ent.* 116. 12-19.
- Zahn S H, WArD M H, 1998. Pesticides and Chilhood Cancer, *En. Health Persp.* 106: 893-908.