

Impact des doses sublétales de fénitrothion sur l'ovogenèse et la capacité de ponte du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Orthoptera : Acrididae)

San-Whouly M. OUALI-N'GORAN¹, Kouakou H. KOUA¹, Marie-Anne D'ALMEIDA² & Kouahou FOUABI¹

¹ Laboratoire de Zoologie et de Biologie Animale, UFR Biosciences, Université de Cocody, BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire, 06 BP 449 Abidjan 06.

² Laboratoire de Biologie Cellulaire, UFR Biosciences, Université de Cocody, BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

*Auteur pour les correspondances (E-mail : ngoransw@yahoo.fr)

Reçu le 31-01-2008, accepté le 15-05-2008.

Résumé

Le criquet pèlerin est un grand ravageur des cultures sous sa forme grégaire. Le principal facteur de sa grégarisation est son grand pouvoir de reproduction. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact des doses sublétales de fénitrothion sur la maturité sexuelle, la capacité de ponte et la descendance de *Schistocerca gregaria*. Sur des imagos âgés de 5 jours en cage, les doses sublétales de fénitrothion de 0,01g/l par effet de contact et 0,09 g/l par effet d'ingestion ont été appliquées à l'aide d'un pulvérisateur à main une fois par jour pendant 3 jours de suite. Le suivi de la maturité sexuelle s'est fait par une dissection des ovaires sous loupe binoculaire et une étude histologique. Les résultats révèlent que les traitements aux doses sublétales de fénitrothion n'ont pas d'effet remarquable sur la maturité sexuelle des criquets traités. Par contre, leurs descendants restent stériles avec des ovaires atrophiés de coloration orangée. Les coupes histologiques des ovaires révèlent que les ovocytes sont réduits ($8,5 \pm 0,04$ mm à $0,187 \pm 0,02$ mm) et bloqués en prévitellogenèse. Ces résultats sont encourageants quant à leur utilisation dans la mise en place d'un programme de lutte intégrée contre le criquet pèlerin.

Mots clés : Criquet pèlerin - fénitrothion- doses sublétales - ovogenèse - histologie.

Abstract

Impact of sublethal doses of fénitrothion on ovogenesis and capacity of laying of the desert locust

Desert locust is a great destroyer of the cultures in its gregarious form. The principal factor of gregariousness is its great capacity for reproduction. The objective of this study is to evaluate the impact of sublethal doses of fenitrothion on sexual maturity, capacity of laying and the descendance of *Schistocerca gregaria*. Sublethal doses of fénitrothion were applied using a pulverizer to 3 times during 3 days to 5 days old imagos; 0,01g/l by contact effect and 0,09g/l by ingestion effect. The follow-up of sexual maturity was done by a dissection of ovaries under binocular magnifying glass and the histological treatments. The results show that the treatments with sublethal doses of fénitrothion haven't remarkable effect on sexual maturity of the treated locusts. As for their descendants, they remain sterile; with orange's atrophied ovaries. The histology of ovaries shows that the ovocytes reduced ($8,5 \pm 0,04$ at $0,187 \pm 0,02$ mm) and are blocked in prévitellogenesis. These results are encouraging as for their use in the planning of an integrated campaign against desert locust.

Key words: Desert locust-fenitrothion-sublethal doses-ovogenesis-histology.

1. Introduction

Dans les zones arides et semi-arides d'Afrique, du Moyen-Orient et d'Asie, le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskal, 1775) constitue une menace permanente pour la sécurité alimentaire (Lecoq, 2004) et pour l'économie (Bashir et al., 1998 ; Simpson et al., 1999). Dans sa phase grégaire, il peut provoquer jusqu'à 100% de perte des récoltes (FAO, 2007). En outre, ce criquet possède un immense potentiel reproducteur induisant son aptitude à se multiplier très rapidement. Dans les conditions favorables, une femelle pond 4 fois par an avec en moyenne 50 à 70 œufs par ponte (De Gregorio, 2000).

Parmi les méthodes de protection utilisées, la lutte chimique demeure la plus efficace (FAO, 2004) par l'utilisation du fénitrothion (Abdou et al., 2005). Cette lutte s'avère très onéreuse. En effet, plus de 7,45 milliards de francs CFA ont été nécessaires pour les opérations de lutte en Afrique subsaharienne en 2004 (Habibou, 2005). Ces opérations de lutte sont financées en majorité par les organismes internationaux. Ces derniers encouragent la mise en œuvre de méthodes de lutte moins polluantes afin de réduire les risques pour la santé humaine et l'environnement (Bell et al., 2001). L'effet spectaculaire de l'efficacité des insecticides souvent recherché, explique les doses élevées recommandées et appliquées par la FAO (FAO, 2003). Plusieurs études dont celles de Taylor & Spencer (1990), Bedos et al. (2002) ont montré que 80 à 90% de la dose de pesticide appliquée n'atteignent pas la cible et se volatilisent. Certains criquets ne sont donc pas touchés par une dose suffisante pouvant entraîner leur mort immédiate. La question est donc de connaître leur devenir. Ce travail a pour objectifs de :

- mieux connaître l'état de maturité de l'ovaire de *Schistocerca gregaria* suivant son stade de développement après l'application de différentes doses de fénitrothion ;
- montrer l'impact des faibles doses de fénitrothion sur la morphologie et la structure des ovaires de *Schistocerca gregaria* et évaluer sa capacité de ponte.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel

2.1.1. Matériel biologique

Les imagos de *Schistocerca gregaria* Forskal, 1775 (Orthoptera, Acrididae) utilisés sont issus d'une population élevée à l'insectarium de l'UFR Biosciences de l'Université de Cocody à Abidjan. Ils sont nourris de jeunes pieds de maïs (*Zea mays*, L.) de la variété Ferké 79.

2.1.2. Matériel d'élevage

Les criquets sont élevés dans des cages en bois de forme cubique de 50 cm de côté. Trois des quatre faces latérales sont en grillage métallique de mailles 2 mm. La quatrième face latérale est en contreplaqué de 5 cm d'épaisseur et munie d'une ouverture carrée de 20 cm de côté permettant la manipulation des insectes à l'intérieur des cages. Les faces supérieure et inférieure sont aussi en contreplaqué de 5 cm d'épaisseur mais sans ouverture. Chaque cage est équipée d'une ampoule de 100 watts allumée afin de maintenir une température variable entre 29 à 35°C. L'humidité relative est de 65 à 80 %. Pour le dépôt des œufs, les cages sont garnies de cuves en plexiglas de 17,5 x 11,5 x 7 cm, remplies de sable fin humidifié.

2.1.3. Matériel technique

Le fénitrothion ou 6 thiophosphate de 0, 0-diméthyle et de 0-(méthyl-3 nitro-4phényl) est un insecticide organophosphoré. Il agit par contact, par inhalation et par ingestion et inhibe l'action de l'acétylcholinestérase dans l'organisme (Fournier, 1982). Une loupe binoculaire de marque BMK 31162 a été utilisée pour la dissection des gonades et leur observation. Un appareil photographique de type CANON AE1 muni d'un macro objectif a servi pour la prise de vues des organes disséqués.

2.2. Méthodes

2.2.1. Evolution de la maturité sexuelle des ovaires de *Schistocerca gregaria* en fonction du stade de développement

Les criquets sont regroupés en 5 lots de 50

criquets chacun. Les 3 premiers lots sont respectivement constitués de larves des stades III, IV et V où le sexe n'est pas identifiable (Duraton & Lecoq, 1990). Le 4^{ème} lot comprend des criquets imagos femelles et le dernier lot est constitué de criquets adultes femelles. Le prélèvement des gonades se fait par une dissection sous une loupe binoculaire suivant les techniques décrites par Beaumont & Cassier (1970). L'évolution des ovaires est appréciée selon leur forme, leur poids, leur taille, leur couleur et le stade de leur mise en place. Trente ovaires sont fixés par stade de criquets pour l'étude histologique.

2.2.2. Evaluation de l'impact des doses sublétales de fénitrothion

Les doses sublétales de fénitrothion ont été déterminées pour chaque stade de développement par des dilutions successives en les testant sur des criquets à différents stades de développement (Ouali-N'goran *et al.*, 2003). Six cages contenant chacune, 50 criquets imagos (vingt-cinq mâles et vingt-cinq femelles) ont été utilisées pour le suivi de la descendance. Trois lots (témoins, effet de contact, effet d'ingestion) ont été constitués et dupliqués. Une solution de 2,5 ml/cage à la concentration de 0,01g/l de fénitrothion est pulvérisée directement sur les criquets imagos âgés de cinq jours. Ce traitement est répété trois jours de suite pour évaluer l'effet de l'insecticide par contact. Pour l'étude de l'effet d'ingestion, 200 g de tiges feuillées de maïs sont pulvérisés avec 2,5 ml d'une solution à 0,09 g/l de fénitrothion. Après cinq minutes de séchage, elles sont fournies aux criquets âgés de 5 jours.

Cette manipulation est reprise cinq jours plus tard une seule fois. Les criquets sont ensuite nourris avec des feuilles non traitées.

Pour l'étude de l'effet du traitement au fénitrothion sur la maturité sexuelle, les gonades des insectes traités et celles de leurs descendants sont disséquées 21 jours après la mue imaginale. Ce délai correspond à la période de maturation sexuelle (Duraton & Lecoq, 1990 ; De Gregorio, 2000 ; Ouali-N'goran, 2005).

2.2.3. Techniques histologiques

Les techniques utilisées sont celles de Martoja & Martoja (1967). Les organes prélevés sont immédiatement fixés avec du Bouin alcoolique pendant 7 jours.

Les pièces ainsi fixées sont déshydratées pendant 24 heures respectivement dans un bain d'éthanol 70° pendant 30 min, deux bains d'éthanol 95° de 30 min chacun et deux bains d'éthanol absolu pendant 8 h et 15 h. Les pièces sont ensuite pré-impregnées dans du butanol pendant 24 heures avec deux renouvellements : c'est l'éclaircissement. L'impregnation proprement dite se déroule dans deux bains de paraffine liquide pendant 24 heures à l'étuve à 60°C. Ensuite, l'inclusion est faite dans des barres de Leuckart avec la paraffine liquide, refroidie à température ambiante. Une décalcification des ovaires des adultes intervient avant déshydratation avec un mélange à base d'acide formique (5 ml), de formol (5 ml) et d'eau distillée (100 ml). Des coupes de 10 mm réalisées au microtome Reichert Jung sont montées à l'eau gélatinée sur des lames et séchées. Elles sont ensuite collodionnées et colorées à l'Hémalum-Eosine. L'observation et les photos sont faites au photomicroscope Zeiss de type ²Axioskop² 40. Le grossissement (**G**) des images observées est calculé selon la formule suivante :

$$G_{\text{image}} = G_{\text{objectif}} \times G_{\text{oculaire}}$$

2.2.4. Analyses statistiques

L'analyse des résultats est faite avec le logiciel informatique Epi Info (EP6). Des analyses de variance (ANOVA), lorsque les conditions d'application étaient respectées, et des comparaisons de moyennes au seuil de 5% ont été faites pour apprécier d'éventuels effets traitements et discriminer les moyennes obtenues. Lorsque les conditions d'application de l'ANOVA n'étaient pas remplies, c'est le test de KRUSKAL WALLIS qui a été appliqué.

3. Résultats

3.1. Maturation des ovaires chez *S. gregaria*

3.1.1. Aspect macroscopique

Les photos 1, 2, 3 et 4 de la figure 1 correspondent respectivement aux ovaires des stades de larves

IV, V, de jeune imago et d'adulte. Des observations macroscopiques (couleur, aspect des ovaires) et des mesures (taille, poids des ovaires) ont permis de définir six stades de maturation des gonades (Tableau 1). Ces stades peuvent se résumer en

deux phases : la phase de prévitellogenèse qui regroupe les stades larvaires IV, V et les imagos de 2 à 5 jours et la phase de vitellogenèse qui se déroule aux stades d'imagos de 10 à 15 jours, 16 à 20 jours et 21 jours et plus.

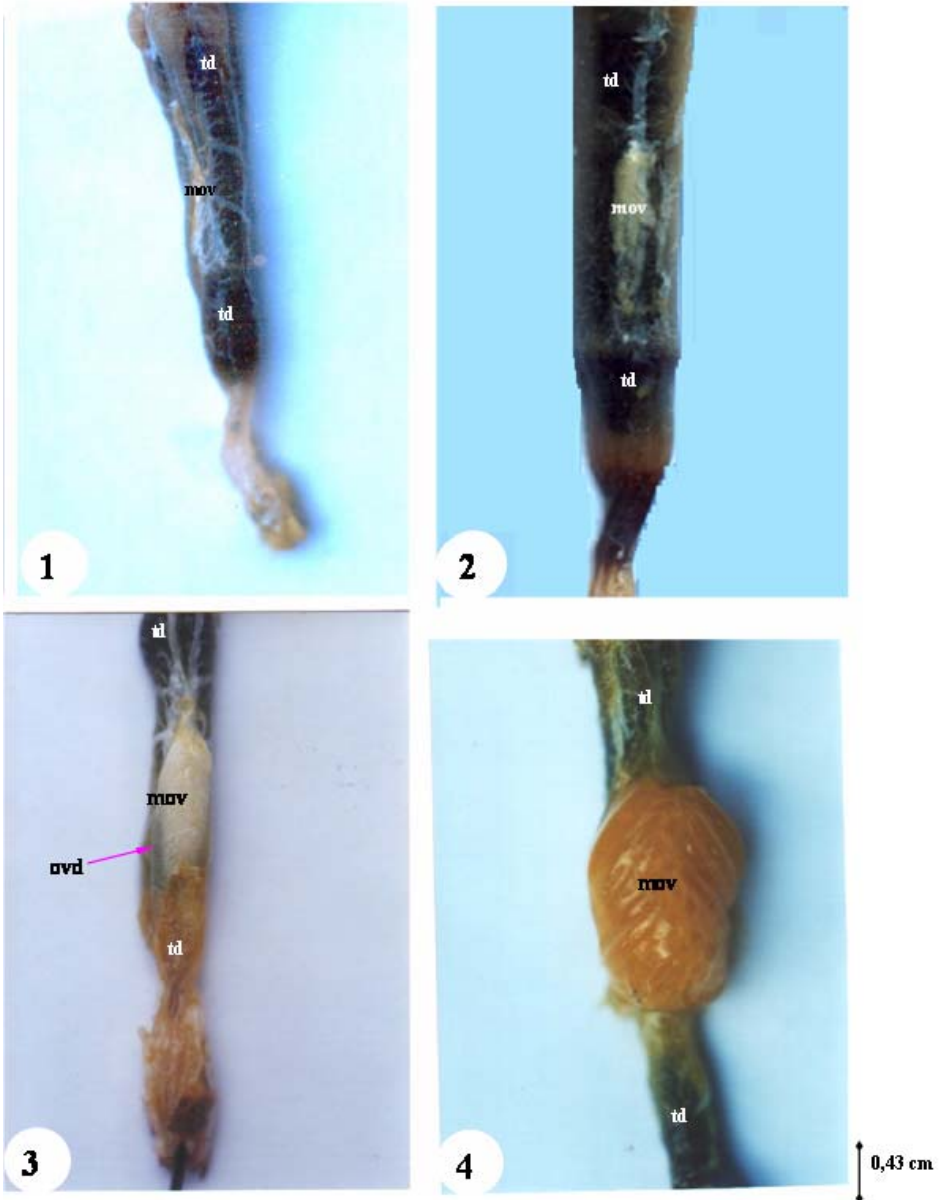


Figure 1 : Evolution de l'ovaire au cours de la maturation sexuelle chez *S. gregaria* 1 : ovaire au stade de larve IV; 2 : ovaire au stade de larve V; 3 : ovaire au stade de jeune imago ; 4 : ovaire au stade adulte

mov : masse ovarienne ; *ovd* : oviducte ; *td* : tube digestif

Tableau 1 : Etat des ovaires de *Schistocerca gregaria* en relation avec le stade de développement

Stades	forme	couleur	Taille (mm)	Poids (mg)	Aspect général
Larve III	-	-	-	-	-diffus (aucune structure précise) -ovarioles très fins et soudés,
Larve IV	Allongée, très fine	blanche	$\varnothing = 1,3 \pm 0,3$	$2,25 \pm 0,05$	visibles à la loupe ; -filament terminal long.
Larve V	allongée, fine	blanche	$L = 7,8 \pm 0,8$ $\varnothing = 1,6 \pm 0,5$	$3,3 \pm 0,70$	-ovarioles très fins et soudés ; -filament terminal long.
Imago 1	allongée, plus ou moins triangulaire	blanche	$L = 16,2 \pm 1,5$ $\varnothing = 3,1 \pm 0,2$	$5,2 \pm 0,70$	-ovarioles soudés ; ovocytes translucides, -filament terminal réduit. -début d'accumulation de corps
Imago 2	allongée, plus ou moins triangulaire	ocre	$L = 15,1 \pm 1,2$ $\varnothing = 4,4 \pm 0,5$	$17,5 \pm 0,90$	gras ; pigmentation en cours (dépôt de vitellus), -filament terminal réduit.
Imago 3	allongée, plus ou moins triangulaire	jaune fortement pigmentée	$L = 20,2 \pm 0,8$ $\varnothing = 8,3 \pm 0,5$	$188,9 \pm 0,5$	-corps gras abondant ; - vitellus abondant ; -filament terminal très réduit.
Imago 4	allongée, plus ou moins triangulaire	jaune orangée	$L = 20,2 \pm 0,8$ $\varnothing = 8,4 \pm 0,5$	$375,9 \pm 0,8$	-ovocytes à la taille d'un futur œuf ; détachés les uns des autres et prêts à être pondus.

- : éléments non différenciés ; \varnothing = largeur ; L = longueur.

Imago 1 : âgés de 2 à 5 jours ; **Imago 2** : âgés de 10 à 15 jours ; **Imago 3** : âgés de 20 à 25 jours ;

Imago 4 : âgés de plus 25 jours (prête à pondre après accouplement)

3.1.2. Aspect microscopique

L'ovogenèse ou la maturation ovocytaire se déroule en deux phases :

- la prévitellogenèse : au stade de larve IV, les ovocytes ont une forme ovoïde, une longueur de $0,12 \pm 0,01$ mm, une largeur de $0,06 \pm 0,002$ mm et sont constitués d'une membrane ovocytaire, d'un cytoplasme granuleux et d'un noyau central de $0,024 \pm 0,005$ mm de diamètre. Chaque ovocyte est entouré d'un grand nombre de cellules folliculaires (Figure 2, photo 1). Au stade larvaire V, les ovocytes ont une longueur de $0,15 \pm 0,02$ mm et une largeur de $0,065 \pm 0,005$ mm (Figure 2, photo 2). Ces moyennes sont statiquement égales selon le test ANOVA. Au stade d'imagos âgés de 5 jours, dans le germarium, les ovocytes ont une structure identique à celle décrite précédemment. Dans le vitellarium, la taille des ovocytes s'accroît ($0,18 \pm 0,02$ mm de longueur et $0,07 \pm 0,02$ mm de largeur) mais celle du noyau reste sensiblement la même ($0,024 \pm 0,005$ mm). La couche de cellules folliculaires se transforme progressivement en un épithélium périphérique (Figure 2, photo 3).
- la vitellogenèse : au stade d'imagos âgés de 10 à 15 jours, la longueur des ovocytes est de $0,53 \pm 0,03$ mm. Le cytoplasme se présente sous forme de grains de vitellus qui se répartissent suivant un gradient (Figure 2, photos 4 et 5). Dans ces ovocytes, le noyau a migré vers le pôle antérieur. La taille des grains périnucléaires augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne du noyau. A ce stade, plus de la moitié des ovocytes sont en vitellogenèse. Au stade d'imagos de 16 à 20 jours, la longueur des ovocytes est de $0,78 \pm 0,04$ mm et la presque totalité d'entre eux est remplie d'amas de vitellus. Les cellules folliculeuses très réduites, dégénèrent avec l'âge des ovocytes (Planche II, photo 6).

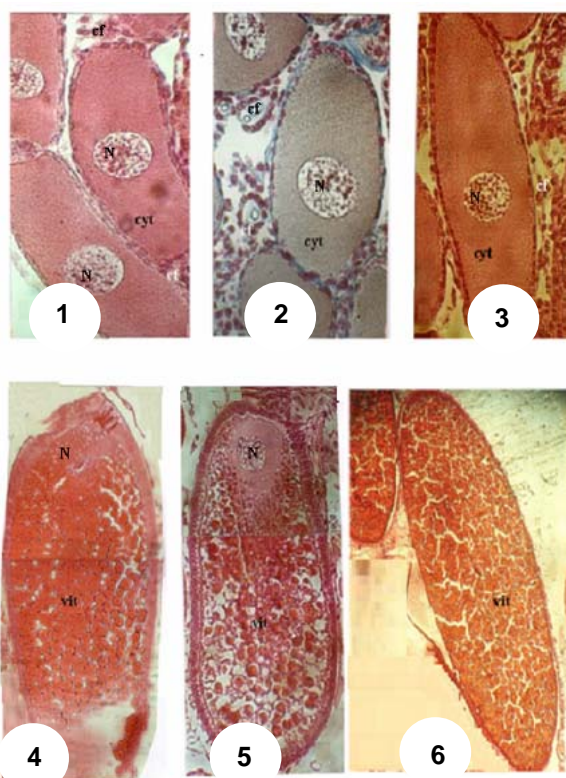


Figure 2 : Aspect microscopique de la maturation ovocytaire chez *S. gregaria*

Cette maturation s'effectue en 5 phases :

- 1 : ovocytes de petite taille, pas de vitellogenèse, présence de cellules folliculeuses ;
- 2 : ovocytes à taille relativement plus grande, pas de vitellogenèse, présence de cellules folliculeuses ;
- 3 : ovocytes de plus grande taille, vésicules de vitellus (début de vitellogenèse), présence de cellules folliculeuses ;
- 4 : grosses plaquettes de vitellus, migration du noyau, cellules folliculeuses transformées en épithélium ;
- 5-6 : coalescence des plaquettes de vitellus, épithélium transformée en chorion, fin de maturation ; **cf** : cellules folliculeuses ; **ch** : chorion ; **cyt** : cytoplasme ; **ép** : épithélium ; **N** : noyau ; **vit** : vitellus.

3.2. Impact des doses sublétales du fénitrothion sur les ovaires des criquets traités et de ceux de leurs descendants

3.2.1. Aspect macroscopique

Chez les criquets non traités, les ovaires sont des organes pairs ayant une forme plus ou moins triangulaire (Figure 3, photo 1). Chez la femelle témoin, l'adulte présente des gonades de couleur jaune mesurant $17,5 \pm 0,10$ mm de long et $5,5 \pm 0,12$ mm de base. Elles pèsent en moyenne $371 \pm 1,8$ mg. Ces ovaires composés d'ovocytes mesurant $8,5 \pm 0,04$ mm de longueur et $1,1 \pm 0,01$ mm de

diamètre, sont turgescents et brillants. Chez la femelle traitée, aussi bien par effet de contact que par effet d'ingestion (Figure 3, photos 2 et 3), les ovaires sont de taille ($366 \pm 0,8$ mg) et de coloration semblables à celles des insectes non traités. Chez leurs descendants en âge de maturation sexuelle, les ovaires sont d'une coloration orangée et de taille moyenne de $11,5 \pm 0,2$ mm de long et de $2,6 \pm 0,15$ mm de large. Leur poids moyen est de $244 \pm 1,6$ mg. La comparaison des moyennes de la taille et du poids des ovaires révèle une différence significative entre les insectes traités et ceux non traités. Les gonades sont donc atrophiées (Figure 3, photos 4 et 5) et immatures, avec des ovocytes de très petite taille.



Figure 3 : Aspect macroscopique des ovaires de *Schistocerca gregaria* témoin, traité et de leur descendant

- 1 : ovaire témoin ;
 2 : ovaire de femelle traitée par contact ;
 3 : ovaire de femelle traitée par ingestion ;
 4 : ovaire d'un descendant de femelle traitée par contact ;
 5 : ovaire d'un descendant de femelle traitée par ingestion. **mov** : masse ovarienne

3.2.2. Aspect microscopique

Comme nous venons de le décrire, chez les criquets témoins, au stade de jeunes imagos (2 à 3 jours après la mue imaginale), les ovocytes sont de petite taille et entourés de 2 à 3 couches de cellules folliculeuses. Leur cytoplasme est homogène et ne contient pas de vitellus ou quelques vésicules de vitellus (Figure 4, photo 1 et 2). Chez l'adulte, les ovocytes ont une longueur moyenne de $5,2 \pm 0,03$ mm et une largeur de $1,26 \pm 0,06$ mm. Ils contiennent un abondant vitellus sous forme de plaquettes. Les

cellules folliculeuses ont disparu. Certains ovocytes, n'ayant pas achevée la vitellogenèse, sont entourés d'une seule assise de cellules folliculeuses.

Après les traitements aux doses sublétales de fénitrothion, les ovaires renferment des ovocytes en phase de vitellogenèse (vitellus sous forme de plaquettes entourées de cellules folliculaires de taille réduite). Les ovocytes sont de taille semblable au témoin avec un oviducte assez dilaté (Figure 4, photos 3 et 4), quel que soit le mode de traitement des criquets. Chez les descendants des criquets traités par effet de contact, le cytoplasme

ovocyttaire est homogène sans grains de vitellus et l'ovocyte demeure au stade de prévitellogénèse. L'oviducte, très mince avec des parois presque collées est sans lumière (Figure 4, photo 5). Dans le cas des descendants des criquets traités par effet d'ingestion, quelques ovocytes seulement présentent du vitellus sous forme de vésicules. L'oviducte est non dilaté avec une lumière mince. Les ovocytes proches de l'oviducte présentent toujours deux à trois assises de cellules folliculeuses, signe d'immaturité (Figure 4, photo 6) contrairement aux individus témoins.

Comparativement aux données ci-dessus décrites (Figure 4, photos 1, 2, 3 et 4) on peut dire que chez les descendants des criquets traités, les ovocytes sont de plus petite taille. Elle est de $0,187 \pm 0,02$ mm chez les descendants des individus traités par effet de contact et de $0,186 \pm 0,02$ mm chez ceux traités par effet d'ingestion. Le cytoplasme est compact et les ovocytes restent bloqués en prévitellogénèse. Néanmoins, les individus traités par contact ont des ovocytes légèrement plus grands que ceux traités par ingestion.

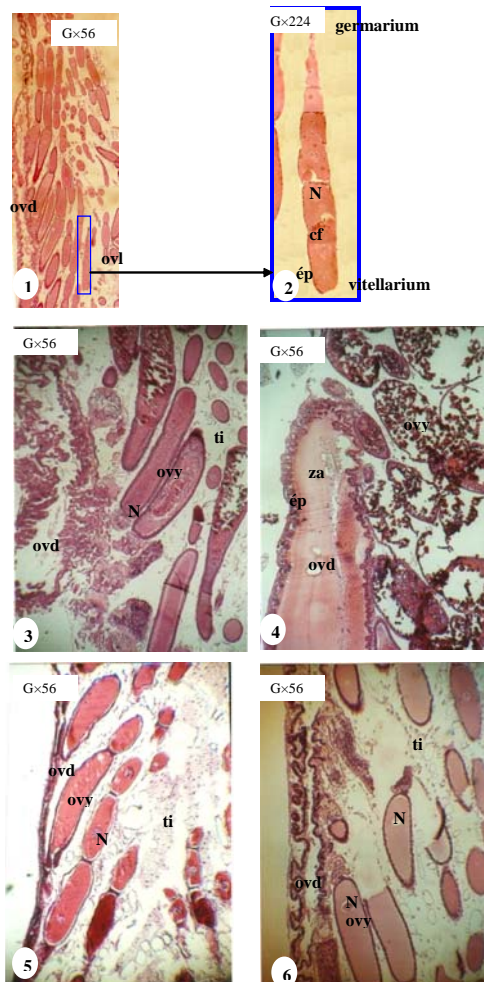


Figure 4 : Portion d'une coupe longitudinale d'un appareil génital de femelle de *S. gregaria* témoin, traité et leur descendant ;

1 : témoin ; 2 : structure d'un ovariole ; 3 : femelle traitée par contact ; 4 : femelle traitée par ingestion ; 5 : descendant de femelle traitée par contact ; 6 : descendant de femelle traitée par ingestion. **cyt** : cytoplasme ; **ép** : épithélium ; **N** : noyau ; **ovl** : ovariole ; **ovd** : oviducte ; **Ovv** : ovocyte ; **ti** : tissu conjonctif ; **za** : zone amorphe.

4. Discussion

L'étude de l'ovogenèse de *Schistocerca gregaria* a montré que, les ovaires ne sont différenciés qu'à partir du stade larvaire IV. En effet, le cycle de développement de *S. gregaria* comprend sept stades à savoir cinq stades larvaires suivis du stade de jeune ailé appelé imago et enfin le stade adulte. La durée moyenne de développement des six premiers stades est successivement de 5, 5, 8, 9, 15 et 22 jours (De Gregorio, 2000).

Nos observations confirment celles de Duraton & Lecoq (1990), FAO (2006) qui ont noté qu'au début de l'ovogenèse, les ovocytes sont jaunâtres avec une taille inférieure à 2 mm. A leur développement complet leur taille est de 5 à 7 mm avec un chorion formé avant la ponte.

Les résultats macroscopiques révèlent que les traitements aux doses sublétales de fénitrothion n'ont pas d'effet remarquable sur les ovaires des imagos de *Schistocerca gregaria*. L'évolution des gonades des individus traités ne présente aucune différence par rapport aux témoins de même stade. Par contre chez leurs descendants, plus de 21 jours après la mue imaginale c'est-à-dire dans la période normale de maturité sexuelle (stade adulte), les ovaires sont atrophiés et orangés. Ils ne s'accouplent pas. Ils restent immatures donc stériles (Ouali-N'goran *et al.*, 2003 ; Abbassi *et al.*, 2003a).

Au plan microscopique, Gillott & Friedel (1976) ainsi que Raccaud-Schoeller (1980) ont montré que chez les insectes, les ovocytes subissent la prévitellogenèse qui se déroule dans le germarium. La vitellogenèse, phase de maturation, se déroule dans le vitellarium. Ces deux phases ont été observées par Beaumont & Cassier (1983) chez *Locusta migratoria*. Ces observations ont été confirmées par celles que nous avons faites chez *S. gregaria*.

Chez les descendants des individus traités, les observations confirment l'état d'immaturité que nous avons observé ; les ovocytes restent bloqués en phase de prévitellogenèse. Ils présentent un cytoplasme amorphe jusqu'à l'âge de maturité sexuelle. Il n'est pas entouré de chorion et ne contient presque pas de vitellus. On note une prolifération des cellules folliculeuses. La perturbation de la structure de l'appareil reproducteur par l'action des insecticides a été signalée par plusieurs auteurs dont Highnam & Haskell (1964), Abbassi *et al.* (2003b).

Selon Dollander & Fenart (1979), le nombre d'assises des cellules folliculeuses varie en fonction de l'espèce ou pour la même espèce, en fonction du stade de développement. Gillott & Friedel (1976) signalent que l'ovocyte d'insecte, en quittant le germarium est entouré d'un tissu préfolliculaire comprenant trois assises cellulaires. Ces assises se réduisent finalement en une seule et se transforment en un épithélium colonnaire. Cet épithélium finit par s'étirer et desquamé à la fin de la maturation.

Ces observations correspondent à celles effectuées chez *S. gregaria*. En effet, du stade larvaire IV au stade imaginal, les ovocytes sont entourés de 2 à 3 assises de cellules folliculaires puis réduites à une seule assise chez l'adulte et finissent par dégénérer en fin de maturation. Par contre, chez les descendants des individus traités au fénitrothion chez lesquels il n'y a pas de vitellogenèse, les assises de cellules folliculeuses persistent. Ce constat confirme le rôle nourricier de ces cellules. En effet, selon Highnam (1962) ainsi que Raccaud-Schoeller (1980) au moment où le dépôt de vitellus commence, l'épithélium folliculaire se rétracte et se décolle de l'ovocyte. Ils mentionnent que les cellules neurosécrétrices protocérébrales sont indispensables pour l'ovogenèse. La destruction ou l'ablation de la *pars intercerebralis* entraîne une perturbation du fonctionnement ovarien avec une stérilité plus ou moins complète. Selon ces auteurs, chez la femelle de *Schistocerca gregaria*, une protéine est présente dans l'hémolymphe pendant le développement des ovocytes. Elle constitue l'essentiel des réserves protéiques de l'œuf. Les femelles allatectomisées n'en produisent pas mais, elle apparaît après application d'hormone juvénile (Highnam *et al.*, 1963 ; Highnam & Haskell, 1964 ; Amer *et al.*, 2000 ; Ferenz & Seideman, 2003). De même, selon Cassier (1966), l'ablation unilatérale d'un corps allate chez les femelles solitaires du Criquet migrateur africain *Locusta migratoria migratoroides* (R. et F.) provoque :

- une augmentation du temps de maturation sexuelle (+26,5%);
- un ralentissement du rythme de ponte (+22,2%);
- une très forte réduction de la fécondité totale (-31,5%) liée à une réduction du nombre moyen des oothèques déposées par chaque femelle (-29,6%) et à une diminution du nombre des oeufs par oothèque (-18,3%).

Ces analyses faites par ces différents auteurs constituent des éléments d'explication du blocage de la maturation sexuelle observé chez les descendants de *Schistocerca gregaria* traités aux doses sublétales de fénitrothion. En effet, chez ces derniers, il n'y a pas eu de vitellogenèse. Nous pensons que ce dysfonctionnement de l'appareil reproducteur femelle des criquets traités est dû à l'action du fénitrothion (Kirkpatrick et al. 1983 ; Schmidt & Othman, 1993).

5. Conclusion

Les doses sublétales de fénitrothion appliquées aux imagos de *Schistocerca gregaria* âgés de 5 jours n'ont pas d'effet apparent sur les parents traités. Ils atteignent la maturité sexuelle, s'accouplent et se reproduisent. Mais, une perturbation et un blocage de l'ovogenèse et de la maturation sexuelle des descendants des insectes traités interviennent. Les ovocytes restent immatures. Ces résultats pourraient contribuer à la réduction de la fécondité des femelles et par conséquent à un meilleur contrôle des populations de criquets pèlerins. Aussi, l'utilisation des faibles doses de fénitrothion pourrait réduire les risques de pollution du milieu et d'intoxication des populations par les doses élevées de pesticides couramment utilisées.

Références citées

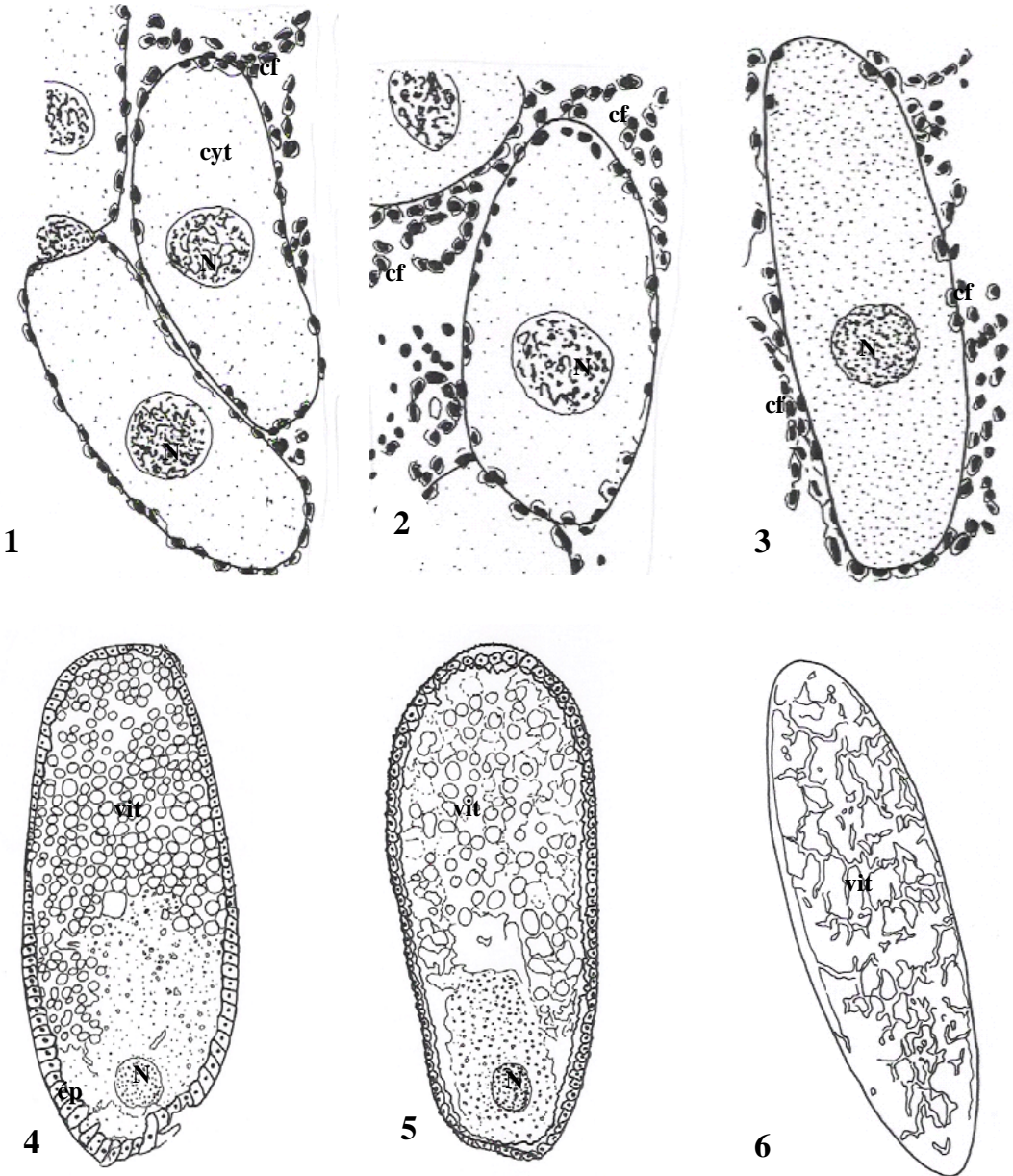
- Abbassi K., Mergaoui L., Atay-Kadiri, Z. Stambouli A. & Ghaout S. 2003a. Activité biologique de l'extrait de graines de *Peganum harmala* (*Zygophyllaceae*) sur le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskal, 1775). *J. Orthoptera Research* **12** (1) : 71-78.
- Abbassi K., Mergaoui L., Atay-Kadiri, Z. Stambouli A. & Ghaout S. 2003b. Effets des extraits de *Peganum harmala* (*Zygophyllaceae*) sur le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskal, 1775). *Zool. Baetica*, **13** (14) :203-217.
- Abdou M., Ahmed M. & Alzouma I., 2005. L'impact des pesticides utilisés en lutte contre le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskal, 1775) *Orthoptera, Acrididae* sur deux espèces de *Pimelia* (*Coleptera, Tenebrionidae*) au Niger. *Rev. Sc. Env. Vertigo* **6** (3) : 19-28.
- Amer I., Tawfik K., Treiblmayr A., Ahmed H. & Osir E. O., 2000. Time-course haemolymph juvenile hormone titres in solitary and gregarious adults of *Schistocerca gregaria*, and their relation to pheromone emission, CA volumetric changes and oocyte growth. *J. Insect Physiol.* **46**: 1143-1150.
- Bashir M.O., El Rahim Sorkati I.A. & Hassanali A., 1998. The effect of desert locust, *Schistocerca gregaria* (Forsk.) on productivity of rangeland in the Red Sea coast of the Sudan and its population management through environment-friendly control tactics. In: Squires into, Sidahmed, A. E. (eds), *Drylands: Sustainable use of rangelands into the twenty-first century*. IFAD SERIES: *Tech. Reports*, pp. 321-328.
- Beaumont A. & Cassier P., 1970. Les Insectes. In : *Travaux pratiques de Biologie Animale : Zoologie. Embryologie. Histologie*. Eds. *Dunod Univ.*, pp. 283-329.
- Beaumont A. & Cassier P., 1983. Classe des Insectes. In : *Biologie Animale : des Protozoaires aux Métazoaires Epithélioneuriens T 2*. Eds. *Dunod Univ.*, pp. 632-833.
- Bedos C., Cellier P., Calvet R., Barriuso E. & Gabrielle B., 2002. Mass transfer of pesticides into the atmosphere by volatilization from soils and plants: overview, *Agronomie* (22): 21-33.
- Bell M., Hertz-Piccioto I., & Beaumont J.J., 2001. A case control study of pesticides and foetal death due to congenital anomalies. *Epidemiology* (12): 148-156.
- Cassier P. 1966. Effets de l'ablation d'un corps allate sur la fécondité et la descendance des femelles isolées du Criquet migrateur (*Locusta migratoria migratorioides* R. et F.) (Insecte orthoptera, Acrididae). *Rev. Insect. Soc.* Vol. **13**, (1) 17-27. coll. Biom. and life sci. SpringerLink 10 octobre 2005.
- De Gregorio, 2000. Durée de développement et rythme de ponte dans les conditions de laboratoire, 3p. web.univ-pau.fr/~degreg/barthoucp/p5cycle.Htm-14k ou robert.de-gregorio@univ-pau.fr. Consultation le 23/05/2003
- Dollander A. & Fenart R., 1979. *Embryologie générale comparée*. In : *Éléments d'Embryologie générale 1*. Paris, France: Flammarion, pp 23-246.
- Duraton J. F. & Lecoq M., 1990. *Le criquet pèlerin au sahel*. Collection Acridologie Opérationnelle CIRAD/ PRIFAS (France), **6** : 11-153.

- FAO., 2003. Les dix plaies d'Égypte, FAO/OMS, 10p. horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins-textes/pleins-textes-6/b-fdi-47-48/010010137.pdf. Consultation le 16/01/ 2008.
- FAO., 2004. « Si le criquet pèlerin envahit mon champ, ce sera la catastrophe ». 2p. www.fao.org/ag/fr/magazine 2004.html-14k. Consultation le 26/04/ 2004.
- FAO., 2006. Lutte contre le criquet pèlerin; la tribune Quotidien national d'information, 2 p. e s s o r . g o v . m l / c g i - b i n / v i e w article.pl?id=11563-57k/index.pl-Consultation 16/01/08.
- FAO., 2007. Comité de l'agriculture 20^e session, Rome 25-28 avril 2007 criquet pèlerin. 8p. http://www.fao.org/newsroom/fr/news/2004/43347/index.html-23/07/ 2007
- Ferenz, H.J. & Seidelman, K. 2003. Pheromones in relation to aggregation and reproduction desert locusts. *Physiol. Entomo.* (28): 11-18.
- Fournier J., 1982. Organophosphorés *In : Chimie des pesticides*. Cultures et techniques. Agence de coopération Culturelle et technique Paris Cedex, pp 267-280.
- Gillott, C. & Friedel, T. 1976. Development of accessory reproductive glands and its control by the corpus allatum in adult male *Melanoplus sanguinipes*. *J. Insect Physiol.* (22): 365-372.
- Habibou B. 2005. Burkina Faso : mettre le criquet hors d'état d'affamer. http://www.afrik.com/article8749.html 3pages. Consultation le 16/01/ 2008.
- Highnam, K.C. 1962. Neurosecretory of ovarian development in *Schistocerca gregaria*. *Quartely J. Microscop. Sci.*, **103**: 57-72.
- Highnam, K.C., Lusi, O. & Hill, L. 1963. The role of the corpora allata during oocyte growth in the desert locust, *Schistocerca gregaria* (Forskål). *J. Insect Physiol.*(9): 587-596.
- Highnam, K.C. & Haskell, P. T. 1964. The endocrine systems of isolated and crowded *Locusta* and *Schistocerca* in relation to oocyte growth, and the effects of flying upon maturation. *J. Insect Physiol.* (10): 849-864.
- Kirkpatrick, R. L., Redlinger, L. M., Simonaitis, R. A. & Zeller, J. L. 1983. Stability and effectiveness of fenitrothion on corn to control. Stored-product Insects. *J. Georgia entomol. Soc.* **18** (3): 344 - 350.
- Lecoq M., 2004. Vers une solution durable au problème du criquet pèlerin? *Sci. changements planétaires/Sécheresse*, **15** (3) : 217-224. http://homepage.mac.com/jmdelacre/criquets/pages 13. html Consultation 16/01/ 2008.
- Martoja, R. & Martoja, M. 1967. *Initiation aux techniques de l'histologie animale*. Paris, France : Masson et Cie. 345 p.
- Ouali-N'goran S-W. M., Koua K. H., Kouassi P. & Fouabi K. 2003. Effet des doses sublétales fénitrothion sur le comportement alimentaire et la fécondité du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). *Bioterre, Rev. Inter. Sci. de la Vie et de la Terre*, N°, 200 Eds Univ. de Côte d'Ivoire, pp. 9-21.
- Ouali-N'goran S-W. M., 2005. *Etude du développement embryonnaire et impact des doses sublétales du fénitrothion sur quelques paramètres anatomiques et biologiques de Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) *Orthoptera Acrididae, ravageur polyphage des cultures*. Thèse de doctorat de l'Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire. 177p.
- Raccaud-Schoeller J., 1980. *Les Insectes, Physiologie, Développement*. Paris, France : Masson. 288 p.
- Schmidt, G. H. & Othman, K. S. A. 1993. Changes in the size of corpora allata, in the juvenile hormone III titer in the haemolymph, and in the protein content of terminal oocytes throughout the first gonadotropic cycle in *Ailopus thalassinus* (Insecta : Orthoptera : Acrididae). *Archiv. Insect Bioch. Physiol.* (24) 45-54.
- Simpson, S.J. McCaffery, A. R. & Hagele, B.F. 1999. A behavioural analysis of phase change in the desert locust. *Biol. Rev.* 74: 461-480.
- Taylor A.W. & Spencer W.F., 1990. Volatilization and vapour transport processes. *In Pesticides in the soil environment. Soil Sci. Soc. America Book Series*, n°2, Madison, WI, USA, pp. 213-269.

ANNEXE I: Représentation schématique de la maturation ovocytaire chez *S. gregaria*

Cette maturation s'effectue en 5 phases :

- 1 : ovocytes de petite taille, pas de vitellogenèse, présence de cellules folliculeuses ;
 - 2 : ovocytes à taille relativement plus grande, pas de vitellogenèse, présence de cellules folliculeuses ;
 - 3 : ovocytes de plus grande taille, vésicules de vitellus (début de vitellogenèse), présence de cellules folliculeuses ;
 - 4 : grosses plaquettes de vitellus, migration du noyau, cellules folliculeuses transformées en épithélium ;
 - 5-6 : coalescence des plaquettes de vitellus, épithélium transformée en chorion, fin de maturation.
- cf : cellule folliculaire ; ch : chorion ; cyt : cytoplasme ; ép : épithélium ; N : noyau ; vit : vitellus



ANNEXE II : Représentation schématique d'une portion de coupe longitudinale d'un appareil génital de femelle de *S. gregaria* témoin, traité et leur descendant ;

1 : témoin ; 2 : structure d'un ovariole ; 3 : femelle traitée par contact ; 4 : femelle traitée par ingestion ; 5 : descendant de femelle traitée par contact ; 6 : descendant de femelle traitée par ingestion. *cyt* : cytoplasme ; *N* : noyau ; *ovl* : ovariole ; *ovd* : oviducte ; *ovy* : ovocyte ; *ti* : tissu intestinal

