

# Réduction des doses efficaces d'insecticides contre les larves de criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskål, 1775 : Orthoptera, Acrididae) par utilisation de quantités réduites de phénylacétonitrile

Amadou Bocar Bal <sup>(1)</sup>, Sidi Mohamed Sidati <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Université Gaston Berger (UGB). UFR des Sciences Agronomiques, d'Aquaculture et de Technologies Alimentaires. BP 234. Saint-Louis (Sénégal). E-mail : amadou-bocar.bal@ugb.edu.sn

<sup>(2)</sup> Service de la Protection des Végétaux. Niamey (Niger).

Reçu le 27 février 2013, accepté le 12 septembre 2013.

Afin de réduire les quantités d'insecticides utilisées lors des invasions acridiennes, le phénylacétonitrile (PAN) a été testé en 2007 et 2008 dans la région de Niamey au Niger. Le PAN a été utilisé, d'une part, en applications topiques sur des larves de troisième stade ( $L_3$ ) du criquet pèlerin, seul ou en combinaison avec des doses réduites de divers insecticides (lambda-cyhalothrine, malathion, chlorpyrifos-éthyl). D'autre part, des expérimentations ont été effectuées en conditions semi-naturelles, dans des enclos de terrain, également sur des larves de troisième stade du criquet pèlerin. Les trois insecticides ont été appliqués aux doses recommandées et à la moitié de la dose recommandée, avec ajout ou non de phénylacétonitrile. Les applications topiques ont entraîné, dans tous les cas d'application d'insecticides, une mortalité totale des larves dans un délai allant de 1 h à 24 h ; le PAN seul ne provoque pas de mortalité supérieure à 18 % en 120 h. Dans les enclos de terrain, la mortalité des larves a été identique, avec les doses normales d'insecticides ou avec leurs moitiés auxquelles on ajoute 10 ml de PAN·ha<sup>-1</sup>. L'ajout de quantités minimales de phénylacétonitrile permet donc de diminuer de moitié les quantités d'insecticides utilisées dans la lutte contre les larves de criquet pèlerin, tout en conservant la même efficacité.

**Mots-clés.** *Schistocerca gregaria*, lambda-cyhalothrine, malathion, chlorpyrifos, insecticide, dose d'application, phéromone, Niger.

**Reduction of effective doses of insecticide against desert locust (*Schistocerca gregaria* Forskål, 1775: Orthoptera, Acrididae) nymphs using phenylacetone nitrile.** In order to reduce the amount of insecticides used during a locust upsurge, phenylacetone nitrile (PAN) was tested in 2007 and 2008, in the Niamey area (Niger). PAN was used, on the one hand, in topical applications on third stage nymphs ( $L_3$ ) of the desert locust, alone or in combination with reduced amounts of various insecticides (lambda-cyhalothrin, malathion, chlorpyrifos-ethyl). In addition, experiments were carried out in semi-natural conditions, in field enclosures, and also on third stage nymphs of the desert locust. Insecticides were each applied at the recommended dose and at half of that dose with the addition or not of phenylacetone nitrile. All topical applications of insecticides led to the total mortality of the nymphs within 1 to 24 h; the use of PAN alone caused a mortality rate of no higher than 18% within 120 h. In the field enclosures, mortality rates for the desert locust nymphs were the same both with the recommended doses and with half of the dose with the addition of 10 ml of PAN·ha<sup>-1</sup>. Results indicate that the addition of small quantities of phenylacetone nitrile could make it possible to decrease by half the quantities of insecticides used in the control of desert locust nymphs, while preserving the same effectiveness.

**Keywords.** *Schistocerca gregaria*, lambda-cyhalothrin, malathion, chlorpyrifos, insecticides, application rates, pheromones, Niger.

## 1. INTRODUCTION

De graves problèmes environnementaux sont posés par l'utilisation répétée de grandes quantités d'insecticides

de synthèse pour la lutte contre les invasions acridiennes : toxicité souvent élevée, persistance dans l'environnement, résidus toxiques pour les hommes, les animaux et le milieu. Cependant, les stratégies

alternatives à la lutte chimique demeurent limitées. À défaut de pouvoir se passer de ces insecticides de synthèse pendant les périodes d'invasion, il est devenu impératif d'explorer les moyens de réduire les doses actuellement recommandées et appliquées. L'utilisation du phénylacétonitrile (PAN) pourrait contribuer à une telle réduction comme indiqué par Kane (2004) avec le fénitrothion. Le PAN est la composante principale du bouquet émis par les adultes mâles grégaires du criquet pèlerin et qui représenterait environ 80 % de ces émissions (Torto et al., 1994). Il inhiberait l'accouplement avec d'autres mâles (Ferenz et al., 2003). Selon Hassanali et al. (2005), il s'agit d'une phéromone d'agrégation représentant 80 % des émissions des adultes mâles de criquet pèlerin âgés de 10 à 12 jours et qui est le résultat de la biosynthèse de la phénylalanine au niveau des cellules épidermiques des ailes et des pattes. Le PAN gouverne l'instinct de grégarisation des adultes, mais il serait au contraire responsable d'une certaine confusion et de la dispersion des larves (Kane, 2004). En lutte anti-acridienne, il agit par inhalation, par contact et par ingestion. Selon van der Valk (2007), le PAN pourrait avoir deux usages en lutte anti-acridienne, selon qu'il est utilisé seul ou en association avec des pesticides. Utilisé seul, il perturberait la grégarisation et réduirait l'alimentation et le déplacement des larves, les exposant ainsi à une plus grande mortalité du fait de la prédation, comme l'ont indiqué Bashir et al. (2010), qui l'ont appliqué sur des larves de 4<sup>e</sup> stade ( $L_4$ ) de *Schistocerca gregaria* à la dose de 10 ml·ha<sup>-1</sup>. Utilisé en association avec un insecticide de synthèse ou avec le champignon entomopathogène *Metarhizium acridum*, le PAN augmenterait leurs effets par synergie, suite à une atteinte probable du système immunitaire, expliquant la sensibilité accrue des larves de *S. gregaria* aux doses plus faibles des pesticides de synthèse ou biologique. Il en serait de même avec les régulateurs de croissance tels que le teflubenzuron selon Mohamed et al. (2011). Selon Kooyman (2003), le PAN, du fait de sa grande spécificité, aurait peu d'effet sur l'environnement ; aux doses et conditions d'utilisation recommandées, il n'a pas d'effet négatif connu sur l'homme et le cheptel et ne présente pas de résidus. En conséquence, les doses d'utilisation de ces insecticides pourraient être réduites, diminuant ainsi le coût des traitements et les effets néfastes des insecticides de synthèse sur l'environnement. C'est dans ce cadre que l'utilisation du PAN en association avec le carbosulfan, le dursban et le fénitrothion a été testé (Kooyman, 2003 ; Kane, 2004 ; Bashir, communication personnelle). L'objectif de notre étude est de tester l'action synergiste du PAN en association avec les insecticides de synthèse et d'identifier les doses réduites de ceux-ci et efficaces contre les larves de criquet pèlerin au Sahel.

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les expérimentations ont été toutes conduites dans la région de Niamey (Niger), au Centre Régional AGRHYMET (CRA) : 13°29' N, 12°10' E, altitude 222 m. Elles ont consisté en applications topiques et en traitements en milieu semi-contrôlé dans des enclos de terrain. Des larves de 3<sup>e</sup> stade ( $L_3$ ) du criquet pèlerin issues des élevages permanents conduits au CRA ont été utilisées pour tous les essais.

### 2.1. Applications topiques

Cette étude, conduite en 2007, a porté sur trois insecticides couramment utilisés en lutte anti-acridienne au Niger :

- lambda-cyhalothrine, CAS RN 91465-08-6 (formulation utilisée : Karaté 0,8 % pour ULV) ;
- malathion, CAS RN 121-75-5 (formulation utilisée : Malathion 96 % pour ULV) ;
- chlorpyrifos-éthyl, CAS RN 2921-88-2 (formulation utilisée : Dursban 240 pour ULV).

Les formulations de ces insecticides ont été utilisées à 100 %, ou diluées à 75 % et à 50 % avec du gasoil, pour étudier l'effet, sur la mortalité du criquet pèlerin, de l'association des solutions obtenues avec le 2-phénylacétonitrile, purum  $\geq 98,0$  % (CAS 140-29-4), sous forme liquide et qui a été obtenu de SIGMA-ALDRICH.

Les applications topiques ont consisté à placer 1  $\mu$ l de la solution insecticide à tester sous le pronotum de chaque larve à l'aide d'une micropipette Gilson P 100. Deux essais ont été conduits le 28 juillet et le 10 août 2007, le premier ayant comporté 9 traitements et le second 12 (**Tableaux 1 et 2**). Chaque traitement a été répété trois fois. Pour chaque répétition, 20  $L_3$  ont été traitées individuellement et placées dans une cage en bois de 40 cm x 40 cm. Pour éviter tout risque de contamination, les trois cages de chaque traitement étaient installées côte à côte et suffisamment espacées des cages des autres traitements. L'ensemble des cages était disposé sous un abri dans lequel régnaient les mêmes conditions trophiques. Ce dispositif a été assimilé à une distribution entièrement aléatoire, « randomization » totale. Les larves ont été alimentées matin et soir avec des plants de mil. La température et l'humidité dans les cages ont été enregistrées à l'aide d'un capteur de type HOBO. Les températures ont varié, au cours de l'expérimentation, entre 25,6 °C et 35,7 °C pour l'essai 1 et entre 22,9 °C et 36,6 °C pour l'essai 2. L'humidité relative a varié, au cours de l'expérimentation, entre 38 % et 78 % et entre 38 % et 85 % pour les 2 essais, respectivement. Les mortalités ont été observées après 1, 6, 12, 24, 48 et 72 h après traitement pour

**Tableau 1.** Traitements réalisés par application topique de 1 µl de solution sur larves de 3<sup>e</sup> stade (L<sub>3</sub>) du criquet pèlerin en 2007 (essai 1) — *Treatments by topical application of 1 µl of solution on 3<sup>rd</sup> stage desert locust nymphs (L<sub>3</sub>) in 2007 (trial 1).*

Traitement	Dénomination	Volumes utilisés pour préparer 10 ml de solution (en ml)		
		Insecticide	Gasoil	PAN
T <sub>1</sub>	100 % Karaté 0,8 % pour ULV	10	0	0
T <sub>2</sub>	75 % Karaté 0,8 % pour ULV + PAN	7,5	2,46	0,04
T <sub>3</sub>	50 % Karaté 0,8 % pour ULV + PAN	5	4,96	0,04
T <sub>4</sub>	100 % Malathion 96 % pour ULV	10	0	0,00
T <sub>5</sub>	75 % Malathion 96 % pour ULV + PAN	7,5	0,1	2,4
T <sub>6</sub>	50 % Malathion 96 % pour ULV + PAN	5	0,1	4,9
T <sub>7</sub>	100 % PAN	0	0	10
T <sub>8</sub>	100 % gasoil	0	10	0
T <sub>9</sub>	Témoin	0	0	0

**Tableau 2.** Traitements réalisés par application topique de 1 µl de solution sur larves de 3<sup>e</sup> stade (L<sub>3</sub>) du criquet pèlerin en 2007 (essai 2) — *Treatments by topical application of 1 µl of solution on 3<sup>rd</sup> stage desert locust nymphs (L<sub>3</sub>) in 2007 (trial 2).*

Traitement	Dénomination	Volumes utilisés pour préparer 10 ml de solution (en ml)		
		Insecticide	Gasoil	PAN
T <sub>1</sub>	100 % Malathion 96 % pour ULV	10	0	0
T <sub>2</sub>	75 % Malathion 96 % pour ULV + PAN	7,5	2,4	0,1
T <sub>3</sub>	50 % Malathion 96 % pour ULV + PAN	5	4,9	0,1
T <sub>4</sub>	100 % Dursban 240 pour ULV	10	0	0
T <sub>5</sub>	75 % Dursban 240 pour ULV + PAN	7,5	2,4	0,1
T <sub>6</sub>	50 % Dursban 240 pour ULV + PAN	5	4,9	0,1
T <sub>7</sub>	100 % Karaté 0,8 % pour ULV	10	0	0
T <sub>8</sub>	75 % Karaté 0,8 % pour ULV + PAN	7,5	2,46	0,04
T <sub>9</sub>	50 % Karaté 0,8 % pour ULV + PAN	5	4,96	0,04
T <sub>10</sub>	100 % PAN	0	0	10
T <sub>11</sub>	100 % gasoil	0	10	0
T <sub>12</sub>	Témoin	0	0	0

l'essai 1. Les observations ont été poursuivies jusqu'à 96 et 120 h après traitement pour l'essai 2. Les mortalités dans les différents traitements ont été corrigées par la formule de Schneider-Orelli (Anonyme, 2010), qui est une variante de la formule d'Abbott tenant compte de la mortalité observée sur les témoins non traités (Abbott, 1925 ; Püntener, 1981). Cette formule de correction peut être utilisée si la mortalité dans le témoin non traité dépasse 10 % (Kim, sd) ou si elle varie entre 5 et 15 % (Ebigwai et al., 2012) :

$$\text{Mortalité corrigée (\%)} = \frac{\text{Mortalité du lot traité (\%)} - \text{Mortalité du lot non traité (\%)}}{100 - \text{Mortalité du lot non traité (\%)}} \times 100$$

## 2.2. Essais en milieu semi-contrôlé dans des enclos

Le malathion, le chlorpyrifos-éthyl, la lambda-cyhalothrine et le phénylacétonitrile ont été testés en 2008 sur des L<sub>3</sub> de criquet pèlerin dans des enclos de terrain de 5 m x 4 m. Pour ce criquet, les doses par hectare recommandées sont 1000, 240 et 20 g ma·ha<sup>-1</sup> pour le malathion, le chlorpyrifos-éthyl, et la lambda-cyhalothrine, respectivement (Anonyme, 2004). Les formulations, disponibles sur le marché nigérien cette

année et les doses suivantes ont ainsi été utilisées : malathion 500 pour ULV à 2 l·ha<sup>-1</sup>, chlorpyrifos 480 pour ULV à 0,5 l·ha<sup>-1</sup> et lambda-cyhalothrine 50 pour ULV à 0,4 l·ha<sup>-1</sup>. Le phénylacétonitrile a été utilisé à la dose recommandée de 10 ml·ha<sup>-1</sup> (Bashir et al., 2007 ; Bashir et al., 2010). Les résultats obtenus en 2007 avec les applications topiques indiquant que le PAN seul ne provoquait pas une mortalité suffisante des larves, les doses et combinaisons suivantes ont été testées, pour chaque insecticide, dans un dispositif en blocs complets randomisés (BCR) : T<sub>1</sub> : dose recommandée ; T<sub>2</sub> : 50 % de la dose recommandée ; T<sub>3</sub> : 50 % de la dose recommandée + 10 ml de PAN ; T<sub>4</sub> : témoin non traité. Un enclos de terrain contenant des plants de mil au stade tallage représente la parcelle élémentaire (**Figure 1**). À chaque fois, l'essai comportait trois répétitions. Les écartements entre deux enclos successifs dans une répétition et entre deux répétitions successives étaient respectivement de 3 m et de 4 m. La hauteur de l'appareil de traitement au moment des applications et la présence du plastique autour de chaque enclos empêchent toute dérive d'une parcelle à une autre. Dans chaque enclos et pour chaque traitement, 200 L<sub>3</sub> de criquet pèlerin étaient lâchées la veille des applications. Celles-ci ont été réalisées le matin, à l'aide d'un pulvérisateur MICRON ULVA Plus (**Figure 1**). Les applications avec les insecticides en mélange avec le PAN ont été faites un jour avant les autres pour éviter tout effet éventuel de ce produit sur les larves contenues dans les autres enclos, du fait de la volatilité et de l'odeur du produit. Les observations sur les mortalités ont été effectuées à 16 h le jour de l'application, puis à 9 h et à 16 h les jours suivants. Pendant les essais, les températures minimales et maximales ont varié entre 25,3 °C et 30,0 °C et entre



**Figure 1.** Réalisation d'un traitement insecticide dans un enclos de terrain — *Insecticide application in a field enclosure.*

31,5 °C et 34,0 °C respectivement, tandis que les humidités relatives minimales et maximales ont varié entre 40,6 % et 57,3 % et entre 61,9 % et 75,3 %, respectivement.

### 2.3. Analyse des résultats

Les mortalités observées dans tous les essais ont été analysées avec le logiciel Genstat. Pour les applications topiques, une analyse de variance a été effectuée et le test de Student-Newman-Keuls au seuil  $\alpha = 5\%$  a été utilisé pour la séparation des moyennes. Pour l'essai en milieu semi-contrôlé, l'intervalle de confiance au seuil

$$\alpha = 5\% \left( t_{\infty} \frac{s}{\sqrt{N}} \right)$$

a été utilisé et la barre d'erreur a été placée sur les courbes.

## 3. RÉSULTATS

### 3.1. Applications topiques

Dans le premier essai, la formulation de lambda-cyhalothrine (Karaté 0,8 % pour ULV), ainsi que les doses réduites associées au PAN, ont provoqué la mort de toutes les larves 1 h seulement après les applications (**Tableau 3**). Malathion 96 % pour ULV a provoqué une mortalité progressive des larves, de 48 % 1 h après l'application à 93 % au bout de 12 h ; 24 h après l'application, la mortalité était totale pour les trois traitements avec ce produit. Pour Karaté 0,8 % pour ULV comme pour le Malathion 96 % pour ULV, aucune différence significative n'est observée entre le produit pur et les doses réduites associées au PAN. Utilisé seul, le PAN n'entraîne qu'une faible mortalité des larves. Celle-ci est de 8 % et 18 %, respectivement, 1 h et 72 h après l'application. Une mortalité de 18 % est également observée avec le gasoil au bout de 24 h.

Dans le second essai, Karaté 0,8 % pour ULV provoque à nouveau une mortalité totale des larves 1 h après application. C'est également le cas pour les doses réduites associées au PAN (**Tableau 4**). Avec Dursban 240 pour ULV, 13 % et 100 % de mortalité sont observés 1 h et 12 h après l'application, respectivement. Avec les doses réduites associées au PAN, aucune mortalité n'est observée 1 h après l'application. Mais la mortalité est totale au bout de 6 h seulement. Avec Malathion 96 % pour ULV à la concentration initiale ou dilué et associé au PAN, la mortalité des larves a été progressive. De 1 h à 12 h après l'application, la mortalité est moins importante avec les doses réduites associées au PAN ; mais dans tous les cas, elle est totale au bout de 24 h après l'application. Des mortalités ont également

**Tableau 3.** Évolution de la mortalité moyenne cumulée corrigée (%) des larves de criquet pèlerin par application topique en 2007 (essai 1) — *Evolution of mean of corrected cumulative mortality (%) of desert locust nymphs in 2007 (trial 1).*

Traitements	Délai après application topique					
	1 h	6 h	12 h	24 h	48 h	72 h
T <sub>1</sub> : 100 % lambda-cyhalothrine	100,0 <sup>c</sup>					
T <sub>2</sub> : 75 % lambda-cyhalothrine + PAN	100,0 <sup>c</sup>					
T <sub>3</sub> : 50 % lambda-cyhalothrine + PAN	100,0 <sup>c</sup>					
T <sub>4</sub> : 100 % malathion	48,3 <sup>b</sup>	71,7 <sup>b</sup>	93,3 <sup>c</sup>	100,0 <sup>c</sup>		
T <sub>5</sub> : 75 % malathion + PAN	36,7 <sup>b</sup>	66,7 <sup>b</sup>	96,7 <sup>c</sup>	100,0 <sup>c</sup>		
T <sub>6</sub> : 50 % malathion + PAN	36,7 <sup>b</sup>	80,0 <sup>b</sup>	100,0 <sup>c</sup>			
T <sub>7</sub> : 100 % PAN	8,3 <sup>a</sup>	13,3 <sup>a</sup>	18,3 <sup>b</sup>	14,0 <sup>b</sup>	17,6 <sup>a</sup>	17,6 <sup>a</sup>
T <sub>8</sub> : 100 % gasoil	0,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	17,6 <sup>a</sup>	17,6 <sup>a</sup>

Dans une même colonne les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil  $\alpha = 5\%$  (test de Student-Newman-Keuls) — *the numbers followed by the same letter in a same column are not significantly different at  $\alpha = 5\%$  (Student-Newman-Keuls test).*

**Tableau 4.** Évolution de la mortalité moyenne cumulée corrigée (%) des larves de criquet pèlerin par application topique en 2007 (essai 2) — *Evolution of mean of corrected cumulative mortality (%) of desert locust nymphs in 2007 (trial 2).*

Traitements	Délai après application topique							
	1 h	6 h	12 h	24 h	48 h	72 h	96 h*	120 h*
T <sub>1</sub> : 100 % malathion	50,0 <sup>b</sup>	66,7 <sup>d</sup>	85,0 <sup>c</sup>	100,0 <sup>c</sup>				
T <sub>2</sub> : 75 % malathion + PAN	15,0 <sup>b</sup>	43,3 <sup>c</sup>	83,3 <sup>c</sup>	100,0 <sup>c</sup>				
T <sub>3</sub> : 50 % malathion + PAN	5,0 <sup>b</sup>	31,7 <sup>b</sup>	53,3 <sup>b</sup>	100,0 <sup>c</sup>				
T <sub>4</sub> : 100 % chlorpyrifos	13,3 <sup>b</sup>	86,7 <sup>e</sup>	100,0 <sup>d</sup>					
T <sub>5</sub> : 75 % chlorpyrifos + PAN	0,0 <sup>a</sup>	100,0 <sup>f</sup>						
T <sub>6</sub> : 50 % chlorpyrifos + PAN	0,0 <sup>a</sup>	100,0 <sup>f</sup>						
T <sub>7</sub> : 100 % lambda-cyhalothrine	100,0 <sup>c</sup>							
T <sub>8</sub> : 75 % lambda-cyhalothrine + PAN	100,0 <sup>c</sup>							
T <sub>9</sub> : 50 % lambda-cyhalothrine + PAN	100,0 <sup>c</sup>							
T <sub>10</sub> : 100 % PAN	0,0 <sup>a</sup>	5,0 <sup>a</sup>	15,0 <sup>a</sup>	17,3 <sup>b</sup>	19,6 <sup>b</sup>	23,2 <sup>b</sup>	18,8 <sup>b</sup>	18,8 <sup>b</sup>
T <sub>11</sub> : 100 % gasoil	0,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	6,7 <sup>a</sup>	3,5 <sup>a</sup>	3,5 <sup>a</sup>	5,4 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>

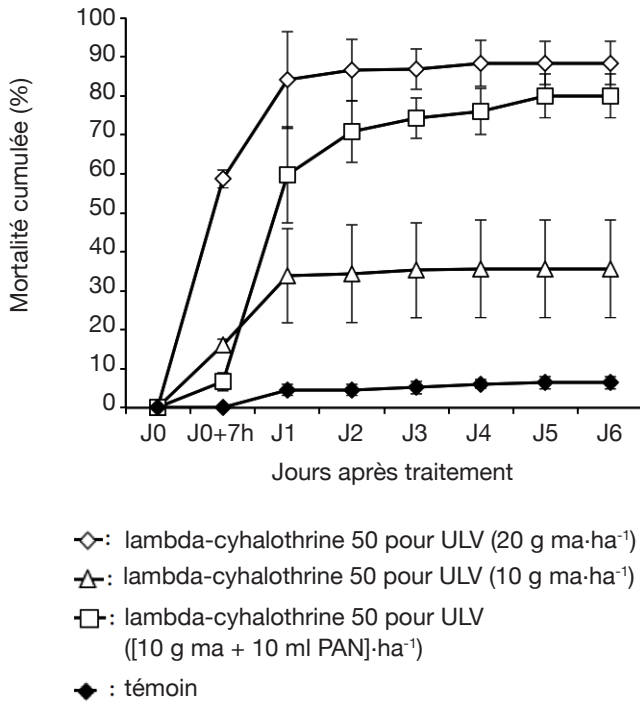
Dans une même colonne, les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents au seuil  $\alpha = 5\%$  (test de Student-Newman-Keuls) — *the numbers followed by the same letter in a same column are not significantly different at  $\alpha = 5\%$  (Student-Newman-Keuls test)*; \* : une mortalité élevée et égale à 11,7% sur le témoin non traité explique cette réduction de la mortalité corrigée à 96 et 120h sur les traitements 10 et 11 — *a mortality high and equal to 11.7% on the untreated control explains this reduction of the mortality corrected at 96 and 120 h on treatments 10 and 11.*

été enregistrées avec le PAN seul et le gasoil. Ces mortalités cumulées au bout de 72 h après l'application sont de 23,2 % et 5,4 %, respectivement.

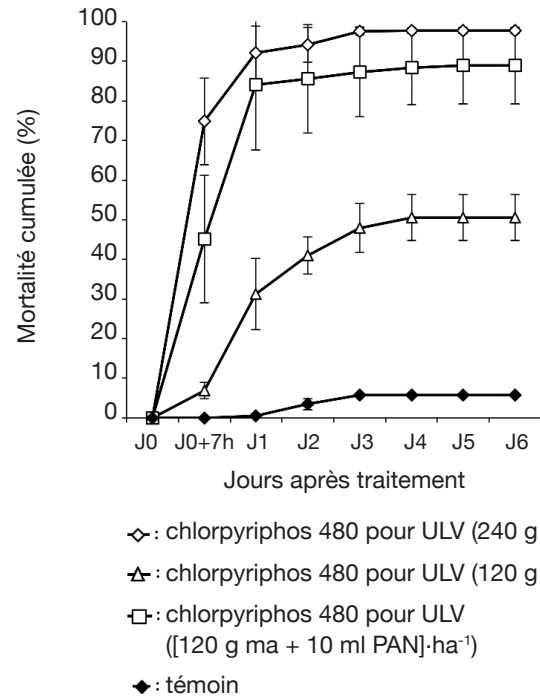
### 3.2. Essais en milieu semi-contrôlé dans des enclos

Les figures 2, 3 et 4 montrent l'évolution des mortalités cumulées des larves de criquet pèlerin après traitement, respectivement avec lambda-cyhalothrine 50 pour

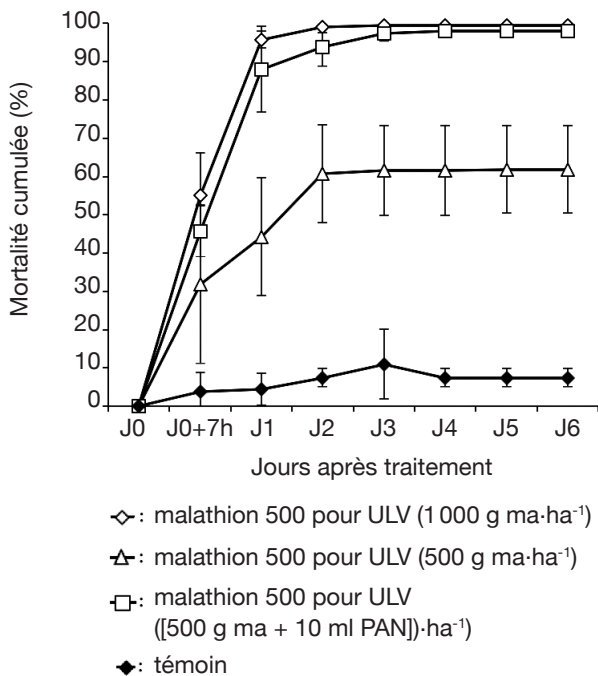
ULV, chlorpyrifos 480 pour ULV et malathion 500 pour ULV. Pour l'ensemble des produits, la mortalité des larves traitées avec une dose réduite de moitié est significativement plus faible que la mortalité observée avec la dose recommandée ou avec la moitié de cette dose associée au PAN. Les mortalités larvaires ne sont pas significativement différentes pendant toute la durée des observations avec malathion 500 pour ULV, à partir de J<sub>1</sub>, avec chlorpyrifos 480 pour ULV et



**Figure 2.** Évolution de la mortalité cumulée des larves de criquet pèlerin dans les enclos suite à des applications de lambda-cyhalothrine 50 pour ULV, associée ou non au PAN — *Evolution of cumulative mortality of desert locust nymphs in the fields enclosures after application of lambda-cyhalothrine 50 ULV associated or not with PAN.*



**Figure 3.** Évolution de la mortalité cumulée des larves de criquet pèlerin dans les enclos suite à des applications de chlorpyrifos 480 pour ULV, associé ou non au PAN — *Evolution of cumulate mortality of desert locust nymphs in the fields enclosures after application of chlorpyrifos 480 ULV associated or not with PAN.*



à partir de J<sub>2</sub> avec lambda-cyhalothrine 50 pour ULV. Avec ce dernier insecticide, la mortalité des larves à J<sub>1</sub> est significativement plus faible avec la dose réduite associée au PAN en comparaison à celle obtenue avec la dose recommandée. Il en est de même pour tous les trois insecticides à J<sub>0</sub> + 7h.

Les mortalités obtenues sur les témoins non traités sont demeurées faibles et n'ont que rarement dépassé le taux de 10 % dans les essais en milieu semi-contrôlé.

#### 4. DISCUSSION

Les résultats obtenus en applications topiques font ressortir l'effet de choc de lambda-cyhalothrine qui est un pyréthrianoïde de synthèse ayant agi 1 h seulement après l'application. Un tel effet de choc est d'ailleurs

**Figure 4.** Évolution de la mortalité cumulée des larves de criquet pèlerin dans les enclos suite à des applications de malathion 500 pour ULV, associé ou non au PAN — *Evolution of cumulate mortality of desert locust nymphs in the fields enclosures after application of malathion 500 ULV associated or not with PAN.*

parfaitement connu chez cet insecticide (Couteux et al., 2003), lequel est efficace et recommandé pour lutter contre le criquet pèlerin (Anonyme, 2004). Le malathion et le chlorpyrifos sont des organophosphorés agissant par contact, par ingestion et par inhalation et également réputés efficaces pour la lutte contre le criquet pèlerin. Les délais d'action sont plus longs ; en application topique sur les larves, il a fallu un délai de 24 h après application pour enregistrer une mortalité totale avec ces deux produits.

L'ajout de PAN à ces insecticides met en évidence une sensibilisation accrue des insectes exposés au PAN. Que ce soit aux doses recommandées ou avec une dose réduite de moitié associée au PAN, les mortalités observées sont similaires. Le PAN, en plus de son caractère de phéromone et de ses effets sur la communication entre individus, pourrait donc soit avoir une certaine toxicité sur les larves, soit il les sensibiliserait davantage aux effets des insecticides (van der Valk, 2007). Il est très toxique par inhalation, et toxique par contact et par ingestion (Anonyme, non daté). D'ailleurs du fait de sa toxicité, la mortalité des larves traitées au PAN est non négligeable et plus élevée que celle enregistrée avec les témoins non traités. Cela confirme d'une part l'atteinte du système immunitaire et d'autre part, la sensibilisation accrue aux pesticides des larves traitées aux pesticides auxquelles faisait allusion van der Valk (2007).

Les résultats des essais dans les enclos de terrain montrent que les mortalités ne sont pas significativement différentes entre la dose recommandée et cette même dose réduite de moitié à laquelle on a ajouté 10 ml de PAN. Cet effet se manifeste dès la première observation avec le malathion. Avec le chlorpyrifos-éthyl et le lambda-cyhalothrine, c'est à partir du premier ou du second jour après le traitement que les mortalités ne sont plus significativement différentes. La mortalité des larves est restée significativement plus faible chez les témoins non traités et chez les larves ayant été traitées avec la dose d'insecticide réduite de moitié.

Ces résultats sont comparables à ceux obtenus au Soudan par Bashir (communication personnelle). Cet auteur observe 24 h après une application topique sur le criquet pèlerin, 100 % de mortalité avec seulement le huitième de la dose recommandée de carbosulfan (insecticide de synthèse de la famille des carbamates), mélangé au PAN. Dans le cas d'application en conditions naturelles, cette même mortalité est obtenue par les mêmes auteurs, avec le quart de la dose recommandée de carbosulfan mélangé au PAN. Bien que le téflubenzuron soit un inhibiteur de synthèse de la chitine, Mohamed et al. (2011) ont obtenu des mortalités semblables en appliquant sur les larves du criquet pèlerin, la dose recommandée de ce produit seul ou en associant au PAN, 50 %, 25 % et 12,5 % de cette dose.

L'ajout de quantités minimales de phénylacétonitrile devrait donc permettre de diminuer (au moins de moitié) les quantités d'insecticides de synthèse utilisées dans la lutte contre les larves de criquet pèlerin et ayant fait l'objet de ces essais, tout en conservant la même efficacité. Des expérimentations sur de plus vastes surfaces et en conditions réelles devraient être envisagées.

### Remerciements

Les auteurs remercient le Dr Michel Lecoq pour sa lecture attentive et ses corrections, ainsi que Zakaria Ouambama et Sama Gagaré pour leur contribution dans la conduite des essais.

### Bibliographie

- Abbott W.S., 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, **18**, 265-267.
- Anonyme, non daté. *Phénylacétonitrile*, <http://www.chemicalland21.com/specialtychem/finechem/PHENYLACETONITRILE.htm>, (30/06/2013).
- Anonyme, 2004. *Evaluation of field trials data on the efficacy and selectivity of insecticides on locusts and grasshoppers. Report to FAO by the Pesticide Referee Group, 9<sup>th</sup> meeting, 18-21 October 2004, Roma, Italy.* Roma, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Anonyme, 2010. *LdP Line. Schneider-Orelli's formula*, <http://www.ehabsoft.com/ldpline/onlinecontrol.htm>, (23/02/13).
- Bashir M.O., Hassanali A. & Kooyman C., 2007. *Report on bio-pesticides and gregarization pheromone on desert locust control in southern Red Sea, Sudan, 12<sup>th</sup> March – 12<sup>th</sup> April 2007.*
- Bashir M.O. & Hassanali A., 2010. Novel cross-stage solitarising effect of gregarious-phase adult desert locust (*Schistocerca gregaria* (Forskål)) pheromone on hoppers. *J. Insect Physiol.*, **56**, 640-645.
- Couteux A. & Lejeune V., 2003. *Index phytosanitaire*. Paris : ACTA.
- Ebigwai J.K., Ilondu E.M., Markson A.A. & Ekeleme E., 2012. *In vitro* evaluation of the essential oil extract of six plant species and ivermectin on the microfilaria larva of *Simulium yahense*. *Res. J. Med. Plant*, **6**, 461-465.
- Ferenz H.-J. & Seidelmann K., 2003. Pheromones in relation to aggregation and reproduction in desert locust. *Physiol. Entomol.*, **28**, 11-18.
- Hassanali A., Njagi P.G.N. & Bashir M.O., 2005. Chemical ecology of locusts and related acridids. *Annu. Rev. Entomol.*, **50**, 223-245.
- Kane C.M.H., 2004. *Cross-stage physiological effects of the desert locust, Schistocerca gregaria, aggregation pheromones on their behavior and susceptibility to control agents*. PhD thesis: Kenyatta University (Kenya).

- Kim V., sd. *Probit Analysis*, <http://userwww.sfsu.edu/efc/classes/biol710/probit/ProbitAnalysis.pdf>, (28/06/2013).
- Kooyman C., 2003. *Report of the Workshop on the use of Green Muscle ® (Metarhizium anisopliae var. acridum) and desert locust adult pheromone (Phenylacetoneitrile: PAN) to control desert locust hopper bands, Port Sudan, 10-20 January 2003*. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Mohamed M.M., Elshafie H.A. & Bashir M.O., 2011. Use of teflubenzuron alone and combined with *Metarhizium anisopliae* and Phenylacetoneitrile as control agent against the desert locust, *Schistocerca gregaria* (Forsk.) (Orthoptera: acrididae). *Agric. Biol. J. N. Am.*, **2**(9), 1293-1303.
- Püntener W., 1981. *Manual for field trials in plant protection*. 2<sup>nd</sup> edition. Rithala, Delhi, India: Agricultural Division, Ciba-Geigy Limited, <http://www.ehabsoft.com/ldpline/onlinecontrol.htm#SchneiderOrelli>, (23/02/13).
- Torto B. et al., 1994. Aggregation pheromone system of adult gregarious desert locust, *Schistocerca gregaria* (Forsk.). *J. Chem. Ecol.*, **20**, 1749-1762.
- van der valk H., 2007. *Review of the efficacy of Metarhizium anisopliae var. acridum against the desert locust*. Plant Production and Protection Division No. AGP/DL/TS/34. Roma: FAO.

(17 réf.)