

CHOLINESTERASE ET TOXICITE PAR LES ORGANOPHOSPHORES CHEZ *SCHISTOCERCA GREGARIA* FORSKÅL 1775

HAMID OUDJANA A. *, HAMDI-AISSA L., OULD EL HADJ M. D.

*Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi arides
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers
Université Kasdi Merbah Ouargla, BP 511 Ouargla 30000 Algérie,*

*E-mail : nadjah.oudjana2007@yahoo.fr

Résumé- Le présent travail porte sur l'étude de l'effet de la toxicité sur l'activité cholinestérasique et quelques paramètres physiologiques chez des individus mâles et femelles de *Schistocerca gregaria* élevé au laboratoire et exposé à une dose du Malatox EC 50. Après une heure de traitement des individus de cet acridien, le rythme cardiaque montre une chute notable. Le temps de mortalité le plus court est noté chez les mâles et femelles traités à la dose 8g Malatox EC50/l. L'inhibition de l'acétylcholinestérase semble plus importante à la dose 8g Malatox EC 50/l, soit $6,24 \pm 8,00$ nano mole/ml/min pour les individus mâles et $5,56 \pm 4,91$ nano mole/ml/min pour les femelles. Le taux de protéines chute avec l'augmentation de la dose dans le temps. Cependant le traitement des individus femelles et mâles à une dose fixe de 2g Malatox EC 50/l et à différentes températures soient 18°C et 36°C à entrainer une diminution du rythme cardiaque plus importante chez les individus femelles et mâles traités à la température 36°C. Le temps de mortalité est plus cour chez les individus traités à la dose fixe de 2g Malatox EC 50/l, à 36°C. L'inhibition de l'acétylcholinestérase, est plus marquée à la température 18°C, soit $21,69 \pm 5,66$ nano mole /min /ml chez les femelles et $30,32 \pm 3,94$ nano mole /min /ml chez les mâles. Le taux de protéines après traitement à 2g Malatox EC50/l, à différentes températures, apparaissent moins important à 18°C.

Mots clés : Toxicité, cholinestérases, organophosphorés, dose, *Schistocerca gregaria*.

Summary- This study focuses on the study of the effect of the cholinesterase toxicity and some physiological parameters among male and female individuals of *Schistocerca gregaria* raised in the laboratory and exposed to a dose of 50 EC Malatox. The heart rate is a significant drop after one hour of treatment. The court time of mortality was noted in males and females treated with dose of 8g Malatox EC50 / l. Inhibition of acetylcholinesterase seems more important to the dose 8g Malatox EC 50 / l with $6,24 \pm 8,00$ nanomoles / ml / min for male individuals and $5,56 \pm 4,91$ nanomoles / ml / min for females. The protein levels fall with increasing dose over time. However the treatments of the individuals female and male in a fixed dose of 2g Malatox EC 50 / l and in various temperatures 18°C and 36°C, entrained a more important decrease of the heart rhythm at the individuals female and male treaties in the temperature 36°C. The time of mortality is more court at the individuals treated in the fixed dose 2g Malatox EC 50 / l, in 36°C. The inhibition of acetylcholinesterase, is more marked at the temperature 18 ° C, $21,69 \pm 5,66$ nanomoles / min / ml in females and $30,32 \pm 3,94$ nanomoles / min / ml in males . The protein levels after treatment Malatox EC50 to 2g Malatox EC 50 / l, at different temperatures are less important at 18 ° C.

Keywords: Toxicity; cholinesterase; Organophosphorous; *Schistocerca gregaria* Forskål 1775; dose; temperature.

1-Introduction

Dans le monde, plusieurs espèces acridiennes sont susceptibles de causer des dégâts au patrimoine agronomique, les ravageurs peuvent à la faveur de conditions écologiques, pulluler et commettre des dégâts aux cultures. Le criquet pèlerin est l'espèce la plus redoutée en raison de la capacité des essaims à se déplacer sur de très grandes distances et envahir les cultures. Il bénéficie de ce fait d'une organisation particulière [1]. Le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* Forskål, 1775 est une locuste de la famille des Acrididae. C'est un redoutable insecte, vorace et capable de s'adapter à des situations écologiques variées. Il occasionne périodiquement des dégâts considérables à la végétation [7]. Pour l'éradiquer, la lutte chimique par utilisation des insecticides reste le seul moyen efficace. Parmi ces insecticides figurent les organophosphorés, qui substituent les dérivés organochlorés qui sont caractérisés par leur rémanence remarquable dans la nature. Les insecticides organophosphorés sont largement utilisés actuellement en raison de leur pouvoir inhibiteur marqué des cholinestérasés amenant à des toxicités et de leur faible rémanence [17]. La connaissance et la maîtrise des mécanismes, qui sont à la base de ces effets, contribuent efficacement à l'amélioration des moyens de lutte contre ces ravageurs. C'est dans cette optique qu'une étude chez le criquet pèlerin de l'effet toxique d'un insecticide à différentes doses, de même l'action de la température sur la toxicité de l'insecticide a été mise en évidence. Il s'agit d'une évaluation de la réponse biologique du criquet pèlerin mis en présence d'un organophosphoré. Les paramètres d'étude sont l'étude de la physiologie, le comportement de l'insecte après traitement et les variations neurotoxiques qui peuvent être envisagées par dosage de l'activité enzymatique.

2-Méthodologie

2.1.-Matériel biologique

L'étude porte sur les adultes du criquet pèlerin issus d'un élevage réalisé au

laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides de l'université Kasdi Merbah-Ouargla (Algérie). Le choix des individus adultes se justifie, car c'est le stade où l'insecte est le plus à craindre à cause de l'amplitude de ses déplacements et pour des raisons de commodité au laboratoire, les adultes sont d'usage facile et pratique [15]. Les insectes sont maintenus dans une cage parallélépipédique à support en bois de dimensions 120x45x35 cm³, la cage est recouverte d'une toile moustiquaire, et comporte une porte coulissante en bois pour permettre les différentes manipulations. Le régime alimentaire est du gazon, du chou à l'état frais ainsi que du son de blé, il est strictement propre pour éviter toute interaction secondaires au cours de traitement.

2.2.-Matériel utilisé pour le traitement

Il s'agit d'une émulsion huileuse de MALATOX EC50. Un organophosphoré homologué en Algérie [9] dont les caractéristiques sont placées dans le tableau 1, la formulation de l'insecticide selon les doses à appliquer est présentée dans le tableau 2.

Tableau I- Caractéristiques du MALATOX

Nom commercial	Matière active	Matière active	Dose	DL ₅₀
MALATOX EC50	Malathion	50G/L	1 l/ha	1500 mg/kg

EC50

Tableau II- Dose d'insecticide à appliquer en fonction de la matière active

Lots retenues	Dose g/l	Formulation (ml)
N° 1	2	4
N° 2	4	8
N° 3	8	16

2.3.-Traitement des insectes

2.3.1.-Traitement à différentes doses

Le dispositif expérimental se compose pour chaque dose d'un traitement considéré d'un lot d'insectes de 60 individus. Chaque lot renferme 30 mâles et 30 femelles. Sachant

qu'il y a 3 doses différentes de traitement, il y aura 3 lots. Le quatrième lot est un lot témoin, ne reçoit pas de traitement. Ainsi, il est retenu 4 lots, renfermant 240 individus.

2.3.2.-Traitement à différents températures

Les températures retenues sont 18°C (température pour un traitement chimique en acridologie) et 36°C (température optimale pour l'insecte). A une dose d'insecticide fixe, pour chaque température considérée, 1 lot d'insectes est constitué. Chaque lot renferme 60 individus de criquet pèlerin composés de 30 mâles et 30 femelles. Sachant qu'il y a 2 températures différentes, il y aura 2 lots. Le troisième et le quatrième lot ne reçoivent pas de traitement, mais sont exposés aux différentes températures fixées. Chaque température considérée, il est retenu 2 lots soit 120 individus dont un témoin et l'autre pour le traitement.

2.4.- Etude de la cinétique enzymatique

2.4.1.-Extraction de l'enzyme acétylcholinestérase

L'extraction est réalisée selon la méthode décrite par Liu et al., (2006) [8]. Les étapes doivent être réalisées à froid afin d'éviter l'altération de l'enzyme. Les têtes sont amputées et homogénéisées dans un mortier porté à l'avance dans un congélateur. L'homogénat est récupéré avec 0,5 ml d'eau glace et 1 ml d'un mélange de 0,1M tampon phosphate (pH 7.5) contenant 0.1% d'un détergent : le triton X-100, afin d'éliminer les impuretés et les lipides membranaires détruits par le détergent, une sédimentation est effectuée par centrifugation à 10.000 g pendant 20 mn dans une centrifugeuse de type SEGMA 6300, 5666. Le surnageât renfermant l'enzyme est récupéré à l'aide d'une micropipette.

2.4.2.-Méthode de dosage de l'activité enzymatique

L'activité enzymatique se traduit par la quantité de matière transformée par minute [16]. La quantité de substrat est exprimée en 1

nmole. Le dosage est réalisé par la méthode d'ELLMAN et al (1961) [3], le principe de cette méthode est d'avoir des produits colorés de l'hydrolyse par l'acétylcholinestérase et par conséquence détectables par photométrie. Le substrat utilisé est l'acétylthiocholine qui peut être hydrolyse par l'acétylcholinestérase, après hydrolyse. Les produits obtenus sont de l'acide acétique et la thiocholine, ce dernier réagit avec le réactif d'Ellman qui comporte un composé chromogène, l'acide dithionitrobensoïque DTNB, donne avec la thiocholine une couleur jaune. Son intensité est proportionnelle à la concentration du substrat, et peut être mesurée à 412 nm par les méthodes spectrophotométriques.

2.4.3.- Méthode de dosage de protéines

Le dosage de protéines est réalisé selon la méthode de Lowry et al., (1951) [4]. La méthode de Lowry est une méthode photométrique, qui permis l'étude quantitative du taux de protéines, de fait que le réactif de folin-ciocalteu (acide phosphomolybdique et phosphotungstique) mis en présence d'une protéine est réduit en un complexe bleu de molybdène. La teneur en protéines (mg/ml) est obtenue grâce à une courbe d'étalonnage réalisée en utilisant le sérum albumine bovin (BSA) dans les mêmes conditions expérimentales.

3.-Résultats et discussion

3.1.-Description chronologique du comportement de l'insecte après traitement au Malatox EC 50

Les premières manifestations d'intolérance générale au produit apparaissent après 30 à 40 minutes d'exposition. Elles se traduisent par une augmentation de l'activité locomotrice suivie d'une agitation des pattes postérieures. L'agitation se généralise ensuite sur tout le corps avec une chute remarquable du dynamisme, et une augmentation visuelle des mouvements respiratoires, les symptômes d'intoxication évoluent vers une paralysie totale de l'insecte suivie de la mort. Certains individus dégagent des sécrétions buccales verdâtres qui semblent être des aliments

ingérés par l'insecte, l'importance des symptômes varie d'un individu à un autre et les femelles semblent être plus résistantes que les mâles. La première phase d'intoxication dite clonique ou convulsive, se traduit par une agitation extrême des pattes et des palettes natatoires chez les invertébrés aquatiques; agitation qui augmente avec le temps et le degré d'intoxication pour atteindre le stade de tétanie, suivie par la paralysie qui est une phase psérique, puis par la mort [6]. Un insecte soumis à l'action toxique d'un organophosphoré ou d'un carbamate, se retrouve en possession d'un système nerveux complètement bloqué et pour cause, le principe actif de l'insecticide prend la place de l'acétylcholine et se fixe à son site d'interaction. Il en résulte un blocage des sites acétylcholinestérasiques car la composition moléculaire de l'insecticide ne permet pas l'hydrolyse qui normalement libérerait le site enzymatique et l'amorce d'une nouvelle réaction. La demi-vie du complexe inhibiteur-enzyme peut rester stable pendant 10 minutes à 30 jours. Il s'ensuit un accroissement de l'acétylcholinestérase qui peut saturer jusqu'à 260% de la normale. L'insecte meurt d'hyperactivité et de convulsions [2].

3.2.-Toxicités des trois différentes doses jusqu'à la mort

3.2.1.-Rythme cardiaque

Les résultats d'étude du suivi du rythme cardiaque des individus mâles et femelles *Shistocerca gregaria* traités à différentes doses jusqu'à la mort sont regroupés sur la figure 1. Il s'est avéré une chute de la fréquence du rythme cardiaque quels que soient le sexe ou la dose utilisée; ainsi la moyenne des battements cardiaques par minute passe de $74,00 \pm 15,79$ à $0 \pm 0,00$ chez les individus mâles et de $73,90 \pm 8,49$ à $0 \pm 0,00$ chez les individus femelles. Cet effondrement de la fréquence du rythme cardiaque est plus marqué à la deuxième heure après traitement aussi bien chez la majorité des insectes mâles que chez les insectes femelles quelle que soit la dose

utilisée et devient imprenable notamment chez les individus mâles. Cependant un déséquilibre de la balance hormonale peut avoir des effets considérables sur la physiologie et le comportement de l'insecte et contribue ainsi à son empoisonnement [10], de même l'intoxication comporte une phase d'hyperexcitation suivie par une phase d'incoordination des mouvements et d'ataxie locomotrice [11].

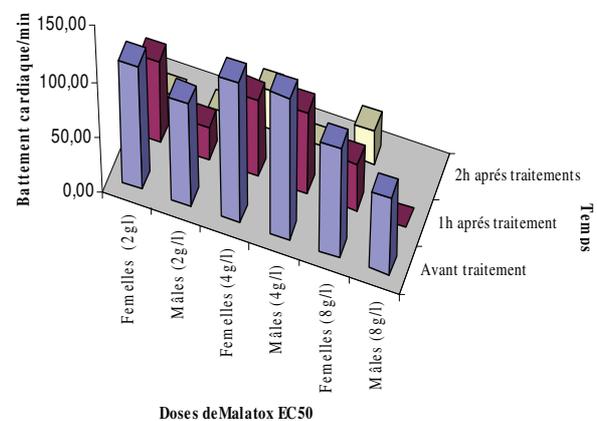


Fig. 1- Suivi du rythme cardiaque des individus mâles et femelles de *S. gregaria* traités à différentes doses de Malatox EC 50

3.2.2.-Temps de mortalité

Les résultats d'étude du temps de mortalité des individus mâles et femelles *Shistocerca gregaria* traités à différentes doses sont regroupés sur la figure 2. Un temps de mortalité (délai entre le début de l'exposition et la mort) plus long chez les femelles par rapport aux mâles quelle que soit la dose utilisée; car les femelles sont en général morphologiquement de grande taille par rapport aux mâles, de même le temps de mortalité est plus court chez les individus traités par la troisième dose par rapport aux individus ayant reçu les deux premières doses. Il est à noter

que le temps de mortalité est inversement proportionnel à la dose du pesticide auquel est exposé l'insecte et varie aussi en fonction du poids corporel des insectes. Les individus ayant un faible poids se montrent plus sensibles aux différentes doses (Figure 3). L'imperméabilité des produits est en relation avec l'épaisseur et la scléroténisation de la cuticule ce qui expliquera la sensibilité et la sévérité des effets toxiques chez les spécimens mâles qui présentent une morphologie beaucoup plus petite par rapport à celle des femelles [21].

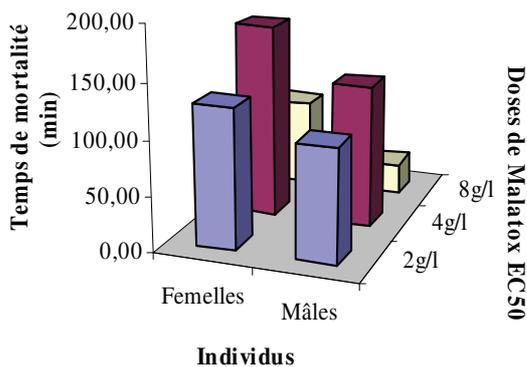


Fig. 2- Temps de mortalité chez les individus mâles et femelles de *S. gregaria* traités à différentes doses de Malatox EC50

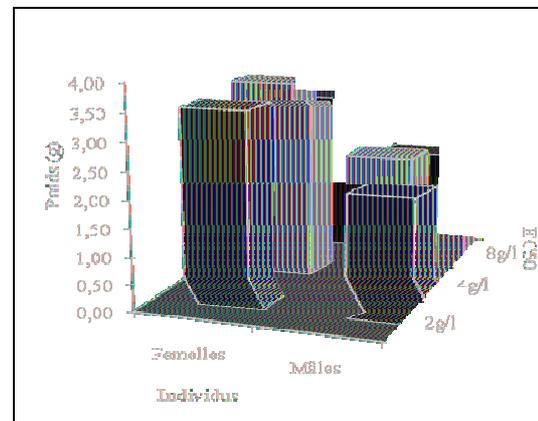


Fig. 3- Poids initial des adultes mâles et femelles de *Shistocerca gregaria* traités à différentes doses de Malatox EC50 jusqu'à la mort

3.2.3.- Activité cholinestérasique

L'activité cholinestérasique des individus mâles et femelles *Shistocerca gregaria* traités à différentes doses sont rassemblés sur la figure 4. Un abaissement de l'activité cholinestérasique après traitement chez les individus femelles et les mâles, est noté. Cette diminution est inversement proportionnelle à la dose de pesticide reçue. Il est enregistré un taux moyen de $24,81 \pm 4,91$ nanomole/min/ml chez les individus femelles ayant reçu la dose de 2g de Malatox EC50/l de pesticide, de $10,55 \pm 2,11$ nanomole/min/ml chez les individus traités par la dose 4g de Malatox EC50/l, et de $5,56 \pm 4,91$ nanomole/min/ml chez les individus femelles ayant reçu une dose plus importante soit 8g de Malatox EC50/l. Un taux moyen de cholinestérase de $28,99 \pm 8,00$ nanomole/min/ml chez les individus mâles ayant reçu la dose de 2g de Malatox EC50/l, est enregistré. Ce taux passe de $13,22 \pm 1,43$ nanomole/min/ml chez les individus traités

par la dose 4g de Malatox EC50/l, et de $6,24 \pm 2,00$ nanomole/min/ chez les individus mâles traités par une dose plus importante soit 8g de Malatox EC50/l. la toxicité peut varier en fonction de la concentration de la substance toxique, mais aussi, des biotransformations subies par cette substance dans l'organisme. Elles peuvent entrainer soit un phénomène d'intoxication ou de détoxification. Néanmoins, la morphologie de l'insecte, notamment la présence de la cuticule diminue la vitesse d'action des insecticides agissant par contact. Les femelles présentent un taux d'inhibition plus important que les mâles, cela peut être dû à la susceptibilité des femelles de fixer l'insecticide dans leurs ovocytes, qui semble présenter un milieu riche en lipides. Ils fixent beaucoup plus les insecticides organophosphorés de nature lipophile [18].

3.2.4.-Taux de protéines

Les résultats d'étude du taux de protéines sont répertoriés sur la figure 5. Un taux de protéines plus élevé chez les individus femelles témoins de $14,77 \pm 1,65$ mg de protéines/ml par rapport aux mâles avec $8,19 \pm 1,66$ mg de protéines/ml. Les criquets femelles et mâles ayant reçu la dose de 2g de Malatox EC50/l, les taux de protéines semblent montrer une augmentation par rapport aux taux enregistrés chez les témoins. La toxicité des insecticides organophosphorés semble être à l'origine d'une altération des protéines. Le mode d'action du lindane qui est un insecticide de synthèse neurotoxique, chez le criquet migrateur *Locusta migratoria*, se traduit par des altérations importantes touchant, le réticulum endoplasmique lisse et des altérations ultrastructurales observées au niveau des feuillettes des glandes suggèrent. Le lindane, lors d'une intoxication aiguë, provoque une inhibition de l'activité glandulaire [10].

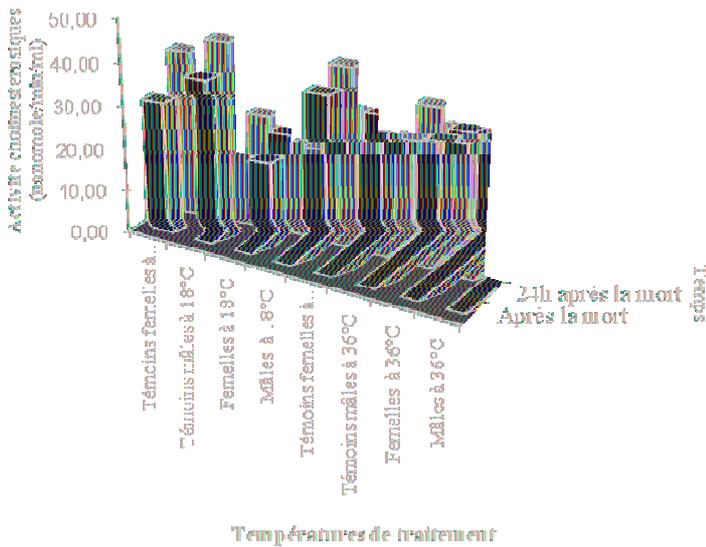


Fig. 4- Cinétique de l'activité cholinestérasique chez les individus femelles et mâles de *S. gregaria* traités à différentes doses de Malatox EC 50

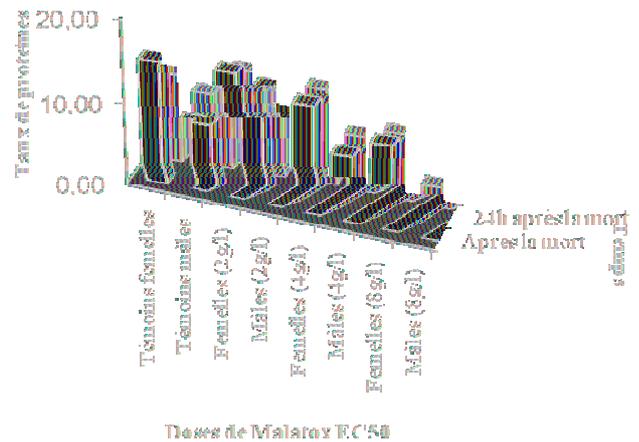


Fig. 5- Taux de protéines chez les individus femelles et mâles de *S. gregaria* traités à une dose fixe de 4g Malatox EC50/l à différentes températures 18°C et 36°C

3.3.- Action de la température sur l'effet toxique de Malatox EC50 chez les individus mâles et femelles *Shistocerca gregaria*

3.3.1.- Rythme cardiaque

Les résultats d'étude de la pulsation cardiaque des individus mâles et femelles *Shistocerca gregaria* traités à différentes températures, 18°C et 36°C, à une dose fixe de 2g de Malatox EC50/l, sont regroupés sur la figure 6. Après traitement à la dose de 2g Malatox EC50/l, à différentes températures, une diminution du rythme cardiaque, au niveau des individus par lots quelle que soit la température, est observée. La diminution est beaucoup plus marquée pour les individus à 36° C par rapport à celle enregistré pour les individus à 18° C. Le rythme augmente en fonction de la température, mais semble être aussi en relation avec la physiologie de l'insecte [18]. La fréquence à laquelle bat le cœur varie selon l'état physiologique et l'activité de l'insecte. Elle fluctue en fonction du stade de développement et même à l'intérieur d'un même stade [13]. Le rythme cardiaque augmente en fonction de la température mais aussi par les phénomènes de respiration.

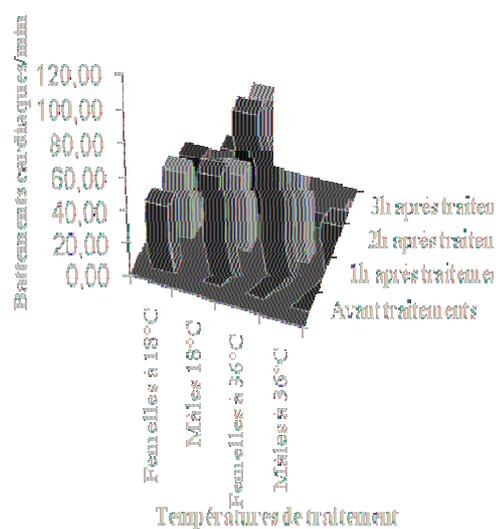


Fig. 6-Rythme cardiaque chez les individus mâles et femelles de *S. gregaria* traités à une dose fixe de 2g Malatox EC50/l, à différentes températures 18°C et 36°C.

3.3.2.- Temps de mortalité

Les résultats relatifs aux temps de mortalités des individus mâles et femelles de *Shistocerca gregaria* traités à une dose fixe de 2g de Malatox EC50/l à différentes températures de 18°C et 36°C, sont consignés sur figure 7. Un temps de mortalité élevé chez les individus traités à la dose 2g Malatox EC50/l à 18°C par rapport à celles traités à la dose 2g Malatox EC 50/l, à 36°C, est remarqué. Le temps de mortalité au niveau des individus femelles s'avère plus important que celui enregistré pour les mâles quelle que soit la température. Cela émane probablement de la différence de morphologie et du poids entre les deux sexes (Fig. 8).

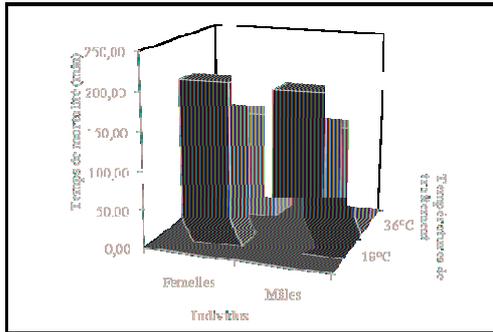


Fig.- 7 Temps de mortalité des individus mâles et femelles de *S. gregaria* traités à une dose fixe de 2g Malatox EC50/l à différentes températures 18°C et 36°C

L'accroissement de sensibilité noté quand le poids et la température s'élèvent, est en grande partie lié à l'évolution du métabolisme causé par la variation de ces deux facteurs [5]. Les travaux sur *Aedes aegypti*, vecteur de la fièvre jaune, rapportent que de nombreux facteurs peuvent faire varier la sensibilité d'une souche au cours de l'exécution de tests parmi les plus importants, la température à laquelle est exécutée le test [12]. Ainsi il est admis généralement que la résistance des insectes aux insecticides croit avec le développement de l'espèce [14].

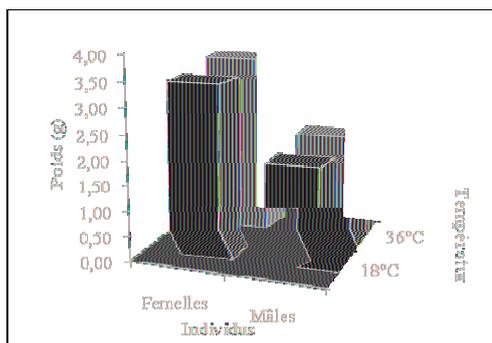


Fig. 8- Poids initial après la mort des individus mâles et femelles de *S. gregaria* traités à une dose fixe de 2g Malatox EC50/l à différentes températures 18°C et 36°C

3.3.3.- Mesures neurochimiques

3.3.3.1.- Activité cholinestérasique

Pour l'activité cholinestérasique des individus mâles et femelles de *Shistocerca gregaria* traités à une dose fixe de 2g de Malatox EC50/l, à différentes températures soit 18°C et à 36°C, les résultats d'étude sont répertoriés sur la figure 9. Il se constate après traitement à 2g de Malatox EC 50 /l, une diminution générale de l'activité cholinestérasique comparativement aux individus des lots témoins. Cette diminution après traitement à 2g de Malatox EC50/l semble être plus remarquable à 18°C qu'à 36°C. Elle est plus appréciable parmi les individus femelles traitées à 2g de Malatox EC50/l enregistrant respectivement 35,35±9,16 nanomole/min/ml et 21,69±5,66 nanomole/min/ml à 36°C et à 18°C. Pour les individus mâles traités à 2g de Malatox EC50/l, il est enregistré 30,32±3,94 nanomole/min/ml à 18°C et 39,81±10,94 nanomole/min/ml à 36°C. L'insecte à basse température ne montre aucune activité spontanée et rentre en repos. Il devient actif à une température élevée [22]. Il est constaté qu'une basse température ralentit les différents processus métaboliques dont les réactions de détoxification ce qui semble augmenter l'effet toxique de l'insecticide. La dégradation des insecticides est en relation avec les processus physiques et biochimiques de détoxification qui peuvent être plus ou moins importante selon la température. Généralement, ces réactions se déroulent plus rapidement à des températures plus élevées [20].

3.3.3.2.- Taux de protéines

Le taux de protéines sont notés sur la figure 10, de faibles variations du taux de protéines par rapport aux témoins, après traitement à une dose fixe de 2g de Malatox EC50/l, est à signaler. Les individus femelles présentent un taux plus important par rapport à celui des mâles aussi bien à 18°C qu'à

A. et al. / Revue des Sciences et des Techniques
 18,00
16,00
14,00
12,00
10,00
8,00
6,00
4,00
2,00
0,00

36°C, après le traitement à 2g Malatox EC50/l. Les individus traités à la dose 2g Malatox EC50/l à 18°C présentent un taux de protéines inférieur à celui des individus traités à la dose 2g Malatox EC50/l à la température 36°C. L'intensité de ces processus est en relation avec l'état physiologique de l'insecte qui dépend de plusieurs facteurs dont la température favorable chez l'insecte et la dose d'insecticide.

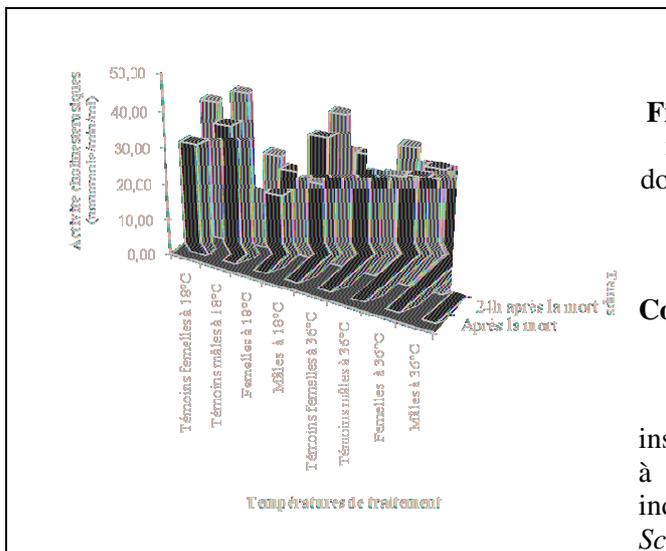
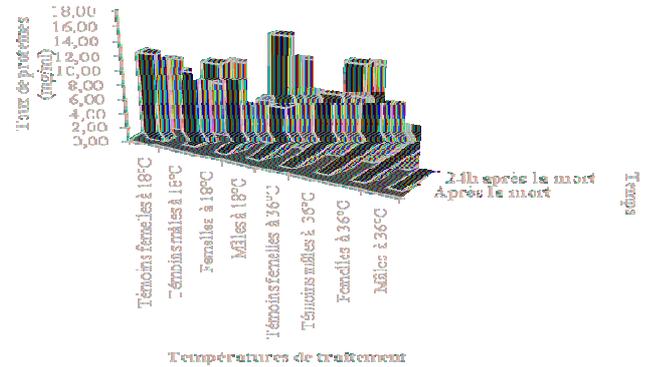


Fig.-9 Activité cholinestérasique chez les individus mâles et femelles de *S. gregaria* traités à une dose fixe de 2g Malatox EC50/l à différentes températures 18°C et 36°C

Le référendum thermique, semble être un optimum en dessus ou en dessous duquel les réactions biochimiques subissent des perturbations chez l'insecte [13]. Les insectes entrent en hibernation quand la température ambiante diminue, leurs processus métaboliques et toutes les réactions biochimiques notamment, les processus de détoxification vont se ralentir sensiblement, ce qui peuvent augmenter le degré des perturbations qui aboutissent au début à une hyper sécrétion des hormones, pourrait être à l'origine de l'augmentation du taux de protéines chez l'insecte [10].

Fig. 10- Taux de protéines chez les individus mâles et femelles *S. gregaria* traités à une dose fixe de 2 g Malatox EC50/l, à différentes températures 18°C et 36°C

Conclusion

L'étude de l'action toxique d'un insecticide organophosphoré le Malatox EC50 à différents doses et températures, sur les individus femelles et mâles de Criquet pèlerin *Schistocerca gregaria*, a porté sur les mesures comportementales, physiologiques et neurochimiques. Il ressort que les manifestations d'intolérance générale au produit, apparaissent au bout de 20 à 30 minutes d'exposition, avec une hyper excitation et accélération de la fréquence du rythme cardiaque. Les signes d'intoxications deviennent plus sévères avec le temps, jusqu'à la paralysie totale et la mort de l'insecte. Sur le plan comportemental les individus mâles semblent plus sensibles à l'insecticide. L'action toxique de cet insecticide chez les individus de ce Criquet du désert, se traduisant par une chute du rythme cardiaque, plus perceptible au niveau des individus mâles que chez les femelles. L'intensité de ces variations au cours du temps apparaissent plus notables à la dose la plus forte et à 36°C par rapport à une température de 18°C. Le temps de mortalité des individus semble être en relation avec la dose d'insecticide appliquée, mais aussi de la température.

L'augmentation de la dose entraîne une diminution du temps de mortalité, alors que ce temps est beaucoup plus court à la température 36°C, qu'à la température de 18°C. Les mesures neurochimiques laissent apparaître que l'inhibition de la cholinestérase, dépend du temps d'exposition, de la dose de Malatox EC50 appliquée ainsi que la température du milieu. Les individus traités à différentes doses de Malatox EC50 jusqu'à la mort montrent une diminution plus importante à la dose la plus forte. La diminution à différentes température est plus marquée chez les individus traités à la température basse soit 18°C que chez les individus traités à la température de 36°C.

Références

- [1] BELHARAT M., BENDDINE F., BENKARA A., BOUDIFA A., CHARA B., GRABA A., GUENDOZ E., KHEDDAM M., NEZZAL T., TOUZENE N., 1999- Instrument de développement de la protection phytosanitaire. INPV, Alger, 31 p.
- [2] DARRIET F., 1998- La lutte contre les moustiques nuisants et vecteurs de maladies. Ed. kharthala, Paris: 27-29.
- [3] ELLMAN G. L., COURTNEY K. D., ANDRES V., FEATHERSTONE R. M., 1961-A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology and Physiology*, Vol. 38, Etats-Unis: 84-90.
- [4] LOWRY H., ROSEBROUGH N., FARR A., RANDA R., 1951- Protein measurement with the folin-phenol reagent, *Biol. Biochem*, n° 193, New York: 265-275.
- [5] LE BRAS S., 1990-Modification de la sensibilité au lindane d'*Asellus aquaticus* L. en fonction de la variation de facteurs biotiques (poids et métabolisme) et abiotiques (concentration de l'insecticide et température). *Revue des sciences de l'eau*, n° 3, Paris:183-193.
- [6] LE BRAS., 1995- Variation de la charge énergétique en adénylate (CEA) d'*Asellus aquaticus* L. (crustacé, isopode) après une contamination pendant 48h. par du lindane, *Revue des sciences de l'eau*, n° 8, Paris:493-503.
- [7] LECOQ M., 1991- Le criquet pèlerin : enseignements de la dernière invasion et perspectives offertes par la biomodélisation, Ed. AUPELF-UREF, John Libbey eurotext, Paris : 71-98.
- [8] LIU H., YI M., SHI X., 2006- Substrate specificity of brain acetylcholinesterase and its sensitivity to carbamate insecticides in *Carassius auratus*, *Fish physiol Biochem*, New York n° 33, New York: 29-34.
- [9] MADR, 2007- Index des produits phytosanitaires a usage agricole, INPV, Alger : 74-76.
- [10] MORETAU B., 1991- Etude de certains aspects de la physiotoxicologie d'insecticides de synthèse chez le Criquet migrateur: *Locusta migratoria*. Ed. aupelf-uref, Paris : 167-178
- [11] MORETEAU B et CHAMINADE N., 1983- Effets de quatre insecticides de contact (Lindane, Fenthion, Baygon, Deltamethrine) sur la glycémie et la tréhalosémie au cours du dernier stade larvaire de *Locusta migratoria* L. (*Orthopt. Acrididae*). *Rev. Annales de la Société entomologique de France*, Paris: 433-439.
- [12] MOUCHET J., 1967- La résistance aux insecticides chez *Aedes aegypti* et les espèces voisines. *Bull Org. mond. santé et Bull Wld hith org*, Paris : 569-577.
- [13] OULD EL HADJ M., 2004- Le problème acridien au Sahara algérien. Thèse de doctorat, INA, Alger, 260 p.
- [14] OULD EL HADJ M., TANKARI DAN-BADJO A., HALOUANE F., DOUMANDJI S., 2003- Etude comparative de la toxicité des extraits de trois plantes acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* Forskal, 1775 (*Orthoptera-Cyrtacanthacridinae*). *Annales de l'INRAT*, n° 76, Tunisie: 73-92.
- [15] OULD EL HADJ M.D., TANKARI DAN-BADJO A., HALOUANE F., DOUMANDJI S., 2006- Toxicité comparée des extraits de trois plantes acridifuges sur les

larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* Forskål, 1775 (*Orthoptera-Cyrtacanthacridinae*). Sécheresse vol. 17 (3). Paris: 407-414.

[16] PELMON J., 1993- Enzymes. Ed. EDP sciences, Paris : 211 p.

[17] PHILOGENE, 1991- L'utilisation des produits naturels dans la lutte contre les insectes : problèmes et perspectives. Ed. aupelf-uref, john libbey eurotext, Paris : 269-278.

[18] PIART J., 1978- Etude expérimentale des phénomènes de dégradation de certains insecticides organiques de synthèse. ORSTOM, n° 1, Paris: 101-109.

[19] RACCAUD-SCHOELLER J., 1980- Les insectes physiologie développement. Ed. Masson, Paris: 287.

[20] UDDIN M et ARA N., 2006- Temperature effect on the toxicity of six insecticides against red flour beetle, *tribolium castaneum* (*herbst*). Life Earth Science, Vol. 1(2), Etas Unis: 49-52.

[21] VIALA A., BOTTA A., 2007- Toxicologie. Ed. Lavoisier, Paris : 1094 p.

[22] WIGGLESWORTH V. B. 1942-The principles of insect physiology. Ed. Methuen et co. LTD, London: 434.