
Soumis le : 12 Novembr 2013

Forme révisée acceptée le : 15 juillet 2014

Email de l'auteur correspondant :

daouadjitah@yahoo.fr

Nature & Technology

Evaluation de la toxicité de *Pseudomonas fluorescens* et *Bacillus sphaericus* à l'égard du criquet migrateur *Locusta migratoria* (Linné, 1758)

Hakima OULEBSIR-MOHANDKACI^a, Bahia DOUMANDJI-MITICHE^b et Nassima BEHIDJ^a

^(a) Laboratoire de valorisation et Conservation des Ressources Biologiques, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université de M'hamed Bougara, BP35000 Boumerdes, Algérie

^(b) Département de Zoologie Agricole et Forestière, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, 16200 Alger, Algérie

Abstract

In the context of evaluating the effect of entomopathogenic microorganisms on locusts, we opted to research the impact of *Bacillus sphaericus* and *Pseudomonas fluorescens* bv III bacteria on the fifth instar (L₅) of the migratory locust *Locusta migratoria* larva. The bacterial strains used were isolated from soil in a grove in the south of Algeria, they are purified and identified. Locusts are derived from a mass rearing in laboratory.

It is noted from the results obtained in individuals treated with 3 increasing concentrations of *B. sphaericus* that mortalities of 76.67%, 53.33% and 43.33% are achieved on the 22nd day. With *P. fluorescens*, the final mortality rate is 100%, it is obtained the 18 th day for the high concentration. About the LT₅₀, we find that the L5 larvae of *L. migratoria* treated with *P. fluorescens* present LT₅₀ varying between 4.91 and 15.43 days and depending on the concentration used. Moreover, the larvae treated with *B. sphaericus* have the highest LT₅₀ with values ranging from 19.87 to 22.8 days for the three concentrations used.

Regarding the LC₅₀ can be seen that as time increases, the LC₅₀ decreases. In fact the lowest LC₅₀ are achieved on day 14 and LC₅₀, the higher are recorded on the 2nd day. Finally, we note that the length of the L₅ stage development is also influenced by two entomopathogenic.

Keywords: *Locusta migratoria*; *Pseudomonas fluorescens*; *Bacillus sphaericus*; mortality; LT₅₀; LC₅₀.

Résumé

Dans le cadre de l'évaluation de l'effet des microorganismes entomopathogènes sur les acridiens, on a opté pour une étude sur l'incidence des bactéries *Bacillus sphaericus* et *Pseudomonas fluorescens* bv III, sur les larves du cinquième (L₅) stade du criquet migrateur *Locusta migratoria*.

Les souches bactériennes utilisées sont isolées à partir du sol dans une palmeraie située au sud de l'Algérie, Elles sont purifiées et identifiées. Les criquets sont issus d'un élevage en masse muni au laboratoire.

On constate à la lumière des résultats obtenus, chez les individus traités par 3 concentrations croissantes de *B. sphaericus*, que des mortalités de 76, 67%, 53, 33% et 43, 33% sont obtenues le 22^{ème} jour après le traitement. Avec *P. fluorescens*, le taux de mortalité finale est de 100%. Il est atteint le 18^{ème} jour après le traitement pour la forte concentration contre 70% et 63,33% respectivement pour la moyenne et la faible concentration atteintes le 22^{ème} jour après le traitement.

L'examen des TL₅₀ montre que les larves L5 de *L. migratoria* traitées par *P. fluorescens* présentent des TL₅₀ qui varient entre 4,91 jours et 15,43 jours en fonction de la concentration utilisée. Par ailleurs, les larves traitées par *B. sphaericus* présentent les TL₅₀ les plus élevés avec des valeurs allant de 19, 87 à 22, 8 jours pour les 3 concentrations utilisées.

En ce qui concerne les CL₅₀, on constate que plus le temps augmente, la CL₅₀ diminue. En effet, les CL₅₀ les plus faibles sont obtenues le 14^{ème} jour et les CL₅₀, les plus élevées sont enregistrées le 2^{ème} jour. Enfin, on note que la durée de développement du stade L₅ est aussi influencée par les 2 entomopathogènes.

Mots clés: *Locusta migratoria*; *Pseudomonas fluorescens*; *Bacillus sphaericus*; mortalité; TL₅₀; CL₅₀.

Revue « Nature & Technologie ». B- Sciences Agronomiques et Biologiques, n° 12/ Janvier 2015, Pages 98 à 107

1. Introduction

Les acridiens constituent souvent en régions chaudes, la biomasse la plus importante de l'entomofaune des cultures, des friches, des jachères ainsi que des pâturages. On trouve couramment 10 à 15 espèces dans chaque type de biotope [1].

Parmi les criquets ennemis des cultures sahéliennes, le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Linné, 1758) constitue un ravageur majeur en période d'invasion. Les dégâts sont essentiellement limités aux graminées tels que le mil, le maïs, le riz, la canne à sucre, le blé et autres espèces [2]. La présence de ce ravageur accroît ainsi le risque d'érosion sociale et de pauvreté [3].

En Algérie, le développement de l'agriculture saharienne avec l'intensification des périmètres de mise en valeur en irrigué à partir des années 1980 a entraîné de profondes modifications du peuplement acridien [4] notamment dans la wilaya d'Adrar en induisant la colonisation de ces biotopes par le criquet migrateur *L. migratoria cinerascens* [5].

Les mesures préventives de lutte contre ce ravageur ont déjà donné quelques résultats positifs ce qui est très encourageant [6]. Cependant, les méthodes actuelles de lutte curative utilisent des produits insecticides liquides dont les matières actives appartiennent à la famille des organophosphorés, des pyréthrinoides et des carbamates de synthèse. Ces préparations se sont révélées à la fois très efficaces sur le criquet mais aussi néfastes sur de nombreuses autres espèces animales du biotope [7; 8].

De ce fait, la lutte microbiologique est une alternative très prometteuse pour assurer une protection phytosanitaire performante par l'ubiquité naturelle des agents microbiologiques dans les écosystèmes, leurs grandes variétés, leurs disséminations faciles, leurs spécificités d'action et aussi leurs persistances dans l'environnement [9]. Les bactéries les plus importantes qui provoquent des maladies chez les insectes sains appartiennent aux familles

des *Bacillaceae*, des *Pseudomonadaceae* et des *Enterobacteriaceae*. Normalement, elles pénètrent dans leurs hôtes par la bouche, parfois par les blessures ou encore sont libérées dans l'hémocoel par les nématodes avec lesquels elles vivent en symbiose [10].

En effet, de multiples recherches récentes ont fait l'objet de résultats prometteurs pour trouver des produits à base de bactéries entomopathogènes qui perturbent ou même qui stoppent la croissance des larves.

Plusieurs études antérieures ont été réalisées dans le but d'évaluer l'effet des bactéries entomopathogènes sur les acridiens [11;12;13].

En Algérie, il n'existe que peu d'études rigoureuses sur l'emploi des bactéries dans la lutte antiacridienne. Celles qui existent concernent surtout des bactéries fournies par des laboratoires étrangers testées dans un cadre limité [5; 14].

C'est dans ce concept que ce travail s'inscrit et notre objectif essentiel est d'étudier les incidences biologiques de deux souches de bactéries entomopathogènes autochtones isolées à partir du sol au sud Algérien sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* et de déterminer les TL₅₀ et CL₅₀.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel biologique

Les criquets: l'étude est effectuée sur l'espèce *Locusta migratoria*. On a choisi des larves du 5^{ème} stade pour leur grande taille, elles sont donc faciles à manipuler. Les individus sont issus d'un élevage en masse mené au laboratoire.

Les bactéries entomopathogènes: on a utilisé des souches autochtones isolées à partir d'un sol cultivé au Sahara Algérien (Adrar).

2.2. Echantillonnage du sol

Des échantillons du sol ont été prélevés à partir d'un sol cultivé dans la région de Zaouiet Kounta dans la wilaya d'Adrar le 3 janvier 2008.

2.3. Isolement

Les différents échantillons du sol sont séchés séparément, tamisés et finement broyés.

Après cela, 10 g de sol sont suspendus dans 90 ml d'eau physiologique stérile. Des dilutions successives sont ensuite préparées jusqu'à la dilution finale qui est de 10^{-5} . Les différentes dilutions préparées sontensemencées par étalement pour la purification des isolats.

Le milieu utilisé dans l'isolement et la purification de la souche bactérienne du genre *Bacillus*, c'est la gélose nutritive ordinaire (GN) qui est employé pour la croissance des micro-organismes non exigeants. Pour *Pseudomonas*, le milieu utilisé c'est le King B qui permet la production de la fluorescéine (ou pyoverdine) [15].

Enfin, l'identification et la caractérisation taxonomique des bactéries isolées reposent principalement sur l'étude de plusieurs caractères macroscopique et microscopiques correspondant principalement au type des colonies, la forme des cellules bactériennes et leur mobilité. L'identification des espèces isolées a nécessité en plus, des caractères physiologiques et biochimiques tel que mise en évidence du type respiratoire, présence et position des spores, type de Gram, recherche de l'enzyme catalase, oxydase, levane sucrase et arginine di hydrolase, mise en évidence de la Réaction de Voges Proskauer (VP),

dégradation de certains substrats tel que gélatine, indole, sorbitol, nitrate, mannitol, citrate, tartrate [15; 16].

En plus, un séquençage partiel d'ARN 16s est réalisé pour l'identification génétique des isolats bactériens.

2.4. Préparation des suspensions bactériennes et détermination des concentrations

Pour la préparation de la solution mère des bactéries; on procède à un ensemencement sur gélose nutritive. Après incubation à 30°C pendant 24 heures, la solution mère est préparée en prélevant quelques colonies et en les inoculant dans un tube contenant 5 ml de bouillon nutritif.

Des dilutions successives sont ensuite préparées, en prélevant 1 ml de la suspension mère et en l'introduisant dans un tube contenant 9 ml d'eau physiologique.

Pour déterminer la concentration des dilutions bactériennes utilisées dans les traitements biologiques, on a suivi la méthode de la turbidimétrie [15].

2.5. Mode d'application des traitements biologiques

Pour l'application des traitements biologiques, les larves du 5^{ème} stade de *Locusta migratoria* âgées de 48h sont traitées par voie buccale à l'aide d'une micropipette en relevant 20 µl de la suspension bactérienne et en l'introduisant directement dans l'appareil buccal de la larve. Les témoins reçoivent le même volume d'eau physiologique stérile.

Les larves sont traitées par 2 souches en utilisant 3 concentrations pour chacune (C1, C2 et C3). Pour le *Bacillus sphaericus*, les concentrations utilisées sont 1,72 mg/ml, 0,75 mg/ml et 0,28 mg/ml. En ce qui concerne le *Pseudomonas fluorescens* bvIII, on a opté pour 1,7 mg/ml, 0,65 mg/ml et 0,31 mg/ml. Pour chaque entomopathogène le traitement s'est réalisé à raison de 30 individus par concentration répartis en 3 lots contenant chacun 10 individus.

2.6. Calcul des pourcentages de mortalités

Le pourcentage de mortalité observée chez les larves L5 témoins et traitées par les bactéries est calculé à l'aide de la formule suivante:

$$\text{Mortalité observée} = \frac{\text{Nombre d'individus morts}}{\text{Nombre total d'individus}} \times 100$$

2.7. Calcul des TL_{50} et des CL_{50}

Avant de calculer les TL_{50} et les CL_{50} , le pourcentage de mortalité observée est corrigé par rapport au témoin selon la formule d'ABBOT (1925).

$$\text{MC\%} = \frac{\text{M2} - \text{M1}}{100 - \text{M1}} \times 100$$

M1 : Pourcentage de mortalité chez les témoins.

M2 : Pourcentage de mortalité chez les traitées.

MC% : Pourcentage de mortalité corrigée.

Pour calculer les TL_{50} (temps léthal pour 50% des individus), on a transformé les temps en logarithmes décimaux et les valeurs de mortalité corrigée en probits. Pour calculer les CL_{50} (concentration nécessaire pour tuer la moitié d'une population), on a transformé les concentrations utilisées (C1, C2 et C3), en logarithmes décimaux et les valeurs de pourcentages de mortalité en probits.

2.8. Effet des bactéries sur le développement larvaire

La durée de développement larvaire a été calculée en tenant compte des mues larvaires depuis la 4^{ème} mue jusqu'au stade imaginal.

2.9. Analyse statistique

Pour confirmer l'efficacité des traitements biologiques effectués, les résultats obtenus sont soumis aux tests de l'analyse de la variance. Les valeurs de $p \leq 0,05$ sont considérées statistiquement significatives. Nous avons appliqué en outre le test de Tuckey ou test de la différence franchement significative qui permet de vérifier la significativité de la variable d'intérêt entre toutes les combinaisons des modalités. Le Logiciel utilisé est le XLSTAT.

3. Résultats et discussion

3.1. Effet sur la mortalité

Les résultats des taux de mortalité journalière cumulée enregistrée chez les larves L₅, témoins et traitées par les deux bactéries *B. sphaericus* et *P. fluorescens* bvIII sont portés respectivement sur les figures 1 et 2.

Chez les larves L₅ témoins, on a enregistré un taux de mortalité de 3,33% stable durant tout le stade de développement. Par contre chez les larves traitées par *B. sphaericus*, des mortalités de 76,67%, 53,33% et 43,33% sont obtenues respectivement pour les concentrations C1, C2 et C3, le 22^{ème} jour. L'étude de l'effet de *P. fluorescens* sur la mortalité des larves L₅ de *L. migratoria*, nous a permis d'enregistrer un taux de mortalité de 100%, le 18^{ème} jour après traitement par la concentration C1. Par contre 70% et 63,33% de mortalité sont obtenus 22 jours après traitement par les concentrations C2 et C3.

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative au seuil de 5% ($F= 31,310$; $ddl= 262$; $p < 0,0001$) et ($F= 47,664$; $ddl= 262$; $p < 0,0001$) entre le lot témoin et les lots traités par les 2 bactéries testées *B. sphaericus* et *P. fluorescens*. De même le test de Tuckey montre une différence significative entre toutes les

combinaisons; (T, C1), (T, C2), (T, C3), (C1, C2), (C2, C3) et (C1, C3). Les effets du témoin et des trois doses testées, sont donc statistiquement différents.

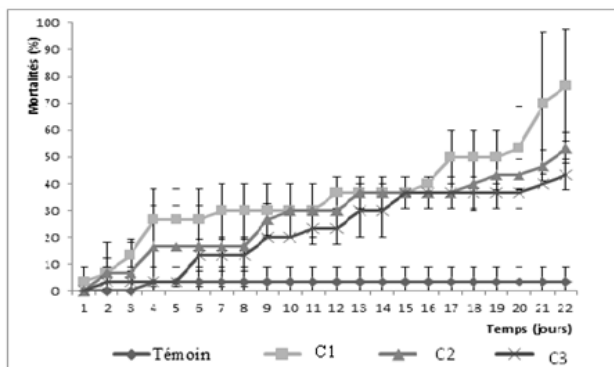


Fig. 1: Taux de mortalité journalière cumulée des larves L₅ de *L.migratoria* traitées par *B. sphaericus* aux doses C1= 1,72 mg/ml, C2=0,75 mg/ml, C3=0,28 mg/ml.

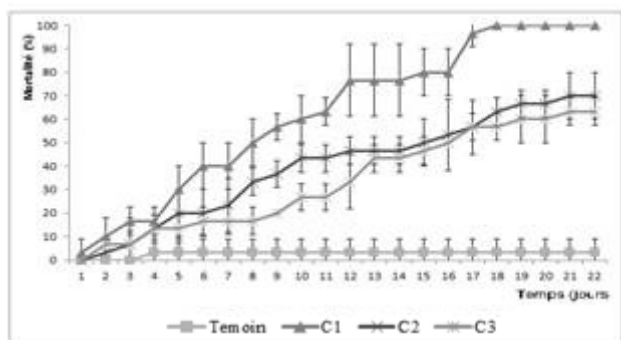


Fig. 2: Taux de mortalité journalière cumulée des larves L₅ de *L.migratoria* traitées par *P.fluorescens* bvIII aux doses C1= 1,7 mg/ml, C2=0,65 mg/ml, C3=0,31 mg/ml.

La comparaison de l'activité toxique de 600 souches de *Bacillus thuringiensis* isolées à partir du sol et d'insectes morts, en Chine, a permis de recenser 3 souches dotées d'une grande efficacité contre *Locusta migratoria manilensis* (plus de 70 % de mortalité) [17]. Par ailleurs, des tests menés sur 109 souches de la même espèce, issues

de la Péninsule Ibérique et des îles Canaries, ont permis de sélectionner, 3 souches efficaces contre l'Acrididae *Dociostaurus maroccanus*) [18].

D'autre part, un taux de mortalité de 100% a été obtenu chez les larves L₅ de *Schistocerca gregaria* au bout du 21^{ème} jour après traitement par la concentration de $7,3 \cdot 10^8$ spores/ml de *Bacillus subtilis* [19].

Un étude réalisée sur l'effet de *Bacillus subtilis* et *Bacillus thuringiensis* à l'égard des larves de *Schistocerca gregaria* a permis d'enregistrer une mortalité de 80% après traitement des larves L₄ par *Bacillus thuringiensis* au bout de 18 jour avec un taux de 90% atteint le 16^{ème} jour après le traitement par *Bacillus subtilis* [20].

Enfin, le traitement des larves L₅ de *Locusta migratoria* par la souche bactérienne ; *Pseudomonas fluorescens* bv V a provoqué des symptômes et comportements très remarquables (mortalité, difficulté de la mue imaginaire, changement de couleur et retard de la maturité sexuelle) avec une chute du taux des protéines et une augmentation du taux des glucides hémolympatiques [21].

3.2. Calcul des TL₅₀

Nous avons procédé au calcul des temps létaux au bout desquels 50% des individus de *L.migratoria* sont morts (TL₅₀) pour les 2 bactéries testées ; *B. sphaericus* et *P. fluorescens* bvIII.

Par la suite les équations des droites de régression obtenues sont utilisées pour le calcul des TL₅₀ (Tableaux 1 et 2).

Tableau 1:

Equations des droites de régression, coefficients de corrélation et les valeurs des TL₅₀ des larves L₅ de *L. migratoria* traitées au *B. sphaericus*

Doses (mg/ml)	L'équation de la droite de régression	Coefficient de Corrélation R ²	TL ₅₀
C1=1,72	$y = 1,281x + 3,337$	0,80	19,87 Jours
C2= 0,75	$y = 2,391x + 1,883$	0,71	20,12 Jours
C3=0,28	$y = 3,277x + 0,550$	0,57	22,8 Jours

Tableau 2:

Equations des droites de régression, coefficients de corrélation et les valeurs des TL₅₀ des larves L5 de *L. migratoria* traitées au *P. fluorescens* bvIII

Doses (mg/ml)	L'équation de la Droite de régression	Coefficient de Corrélation R ²	TL ₅₀
C1=1,7	y= 3,654x + 2,476	0,74	4,91 Jours
C2=0,65	y= 3,016x +1,651	0,89	12,90 Jours
C3=0,31	y= 2,765x +1,714	0,79	15,43 Jours

L'examen des TL₅₀ montre que les larves L₅ de *L. migratoria* traitées par *P. fluorescens* présentent une faible valeur avec 4,91 jours après traitement par la forte dose contre 12,90 jours pour la dose intermédiaire et 15,43 jours pour la faible dose. Les larves traitées par *B. sphaericus* présentent les TL₅₀ les plus élevés avec des valeurs allant de 19,87 à 22,8 jours pour les 3 doses utilisées.

En effet, une étude antérieure a révélé 50% de mortalité au bout d'une durée inférieure à 3 jours après traitement des larves (L₃ et L₄) de *Schistocerca gregaria* par *Pseudomonas aeruginosa* à la dose de 1,71 10⁹ UFC/ml [22].

De plus, lors du traitement par injection, aux larves L₅ de *Locusta migratoria* des spores et des cellules végétatives de *Bacillus subtilis* ; les résultats montrent que les spores ont une action plus rapide (TL₅₀ inférieur à 2 jours) que les cellules végétatives (TL₅₀ de 6.2journs) [5].

Enfin, le traitement des larves L₅ de *Schistocerca gregaria* par la dose de 7,3.10⁸ spores/ml de *B subtilis* a induit un TL₅₀ de 6,79 jours [19].

3.3. Calcul des CL₅₀

Nous avons procédé au calcul des concentrations bactériennes qui tuent 50% des individus de *L. migratoria*. Les résultats sont donnés dans les tableaux 3 et 4.

D'après les résultats obtenus, on remarque que les valeurs de R² sont toutes comprises entre 0 et 1. La corrélation est donc positive. Ces valeurs sont presque toutes proches de 1

ce qui signifie que la mortalité et les concentrations sont fortement corrélés [23].

Tableau 3:

Equations des droites de régression, coefficients de corrélation et les valeurs des CL₅₀ des larves L5 de *L. migratoria* traitées au *B. sphaericus*

Temps	L'équation de la droite de régression	Coefficient de Corrélation R ²	CL ₅₀ (mg/ml)
5 jours	-	-	-
7 jours	-	-	-
14 jours	y= 1,0829x + 3,6637	0,99	1,71

-: Non déterminé

Tableau 4:

Equations des droites de régression, coefficients de corrélation et les valeurs des CL₅₀ des larves L5 de *L. migratoria* traitées au *P. fluorescens* bvIII

Temps	L'équation de la droite de régression	Coefficient de Corrélation R ²	CL ₅₀ (mg/ml)
5 jours	y= 1,5559x+ 2,9991	0,95	1,93
7 jours	y= 1,1991x + 3,4505	0,94	1,95
14 jours	y= 1,2762x + 4,0821	0,90	0,52

Il se révèle aussi selon les tableaux ci-dessus, que les concentrations létales pour 50% des individus varient dans le temps en fonction des bactéries.

On constate que plus le temps augmente, la CL₅₀ diminue. En effet, les CL₅₀ les plus faibles sont obtenues le 14^{ème} jour avec 0,52 mg/ml et 1,71 mg/ml respectivement pour les souches *P. fluorescens* bv III et *B. sphaericus*.

On dit qu'un insecte est sensible à un insecticide donné, si une faible dose suffit pour provoquer sa mort [24].

En effet, la comparaison des CL₅₀, après traitement par les souches *Bacillus sp.*(HE799656) et *Bacillus sp.*(HE805963) montre que la CL₅₀ est en relation étroite avec le temps et elle varie en fonction de la souche bactérienne testée [25].

Les CL₅₀ augmentent aussi en fonction du stade de développement de l'acridien [26]. En effet, l'auteur, a constaté lors d'une étude réalisée sur des individus de différents stades de *Schistocerca gregaria* traités par

Beauveria bassiana et *Metarhizium anisopilae*, que les CL_{50} chez les larves du 1^{er} stade étaient plus faibles que chez les imagos.

3.4. Effet des bactéries sur le développement larvaire de *L. migratoria*

Les résultats de la durée de développement des L₅ de *L. migratoria* témoins et traitées par *B. sphaericus* (1,72 mg/ml, 0,75 mg/ml et 0,28 mg/ml) et *P. fluorescens* bvIII (1,7 mg/ml, 0,65 mg/ml et 0,31 mg/ml) (Fig. 3) montrent que la durée moyenne de développement des larves L₅ est de 15,48 pour les individus témoins. La durée du 5^{ème} stade larvaire chez les individus traités par les C1, C2 et C3 de *B.sphaericus* est de 23,36; 21,28 et 20,58 jours respectivement. En parallèle le stade L₅ dure 20,18 et 20,05 respectivement chez les larves traitées par les C2 et C3 de *P. fluorescens* bvIII avec la mort de l'ensemble des larves traitées par la dose C1 de la même bactérie.

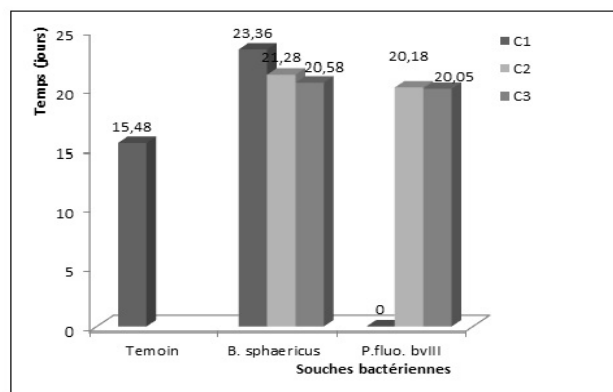


Fig. 3: Durées moyennes de développement larvaire chez les L₅ de *L. migratoria* traitées par les bactéries *B. sphaericus* et *P.fluorescens* bvIII.

Les témoins présentent donc, les durées les plus courtes. Les individus traités par les doses C3 et C2 ont les durées de développement intermédiaires alors que ceux traités par la dose C1 ont enregistré les durées les plus longues. Nous

signalons aussi des mortalités, des difficultés de la mue imaginale et des malformations chez les survivants.

L'ANOVA indique une différence très hautement significative au seuil de 5% ($F= 31,785$, $ddl=11$, $p<0,0001$) entre le lot témoin et les lots traités par *B. sphaericus*. De même l'application du test de Tukey montre une différence significative entre le témoin T et les 3 doses utilisées; (T, C1), (T, C2) et (T, C3) et entre C1 et C3. Néanmoins; la dose C2 ne montre pas de différence significative avec les doses C1 et C3.

Chez les grégaires au Sahel, la durée du développement larvaire est d'une trentaine de jours. Le stade le plus bref est le premier. Tandis que le cinquième stade est le plus long. En pourcentage, la durée du stade 5 est de 32 % de la durée totale du développement, soit 11 jours avec une durée totale de développement de 34 jours [6].

Des durées de développement allant de 20 à 23,59 jours sont enregistrées chez les larves L₅ de *Locusta migratoria* traitées par la souche bactérienne *Bacillus sp.*(HE805963) isolée du sol au niveau de la région d'Adrar au désert Algérien [25].

Un des aspects intéressants constatés lors d'une étude précédente, est que les bactéries perturbent le métabolisme de *Locusta migratoria* puisque les larves traitées à faible dose de *Bacillus subtilis* montrent une perte de poids. De plus, la vitellogenèse est inhibée lors de la maturation des ovocytes terminaux dans la phase pré-reproductive et il y a augmentation de la résorption ovocytaire à la phase reproductive [5].

Par ailleurs, On note que l'acridien infecté cesse de s'alimenter et de s'agiter. Il cherche refuge dans les buissons. Le contenu intestinal se liquéfie, devient jaune puis noir, des diarrhées surviennent et entraînent rapidement la mort de l'insecte [27].

Enfin, des études récentes ont montré que l'utilisation des bactéries en tant que bio-insecticide sur les criquets offre des perspectives également prometteuses [18].

4. Conclusion

A travers ce travail, nous avons réalisé une étude sur les incidences biologiques de deu+

. x bactéries ; *Bacillus sphaericus* (1,72 mg/ml, 0,75 mg/ml et 0,28 mg/ml) et *Pseudomonas fluorescens* (1,7 mg/ml,

0,65 mg/ml et 0,31 mg/ml) sur les larves de 5^{ème} stade du criquet migrateur *Locusta migratoria*.

Le traitement des larves par ces bactéries a provoqué des symptômes et des comportements très remarquables à savoir des mortalités, une prolongation de la durée de développement du stade L₅, une difficulté de la mue imaginable,.....etc.

Il apparaît donc clairement que ces deux organismes ouvrent des perspectives sérieuses dans la lutte biologique, notamment au cours des campagnes de lutte antiacridienne où ils aident à réduire l'importance des pullulations.

Les souches bactériennes isolées représentent une avancée intéressante dans la lutte contre les acridiens en général et le criquet migrateur en particulier car elles affectent sensiblement le développement de cet insecte.

Enfin, cette étude projette des perspectives où il serait intéressant, d'étudier de façon approfondie le mécanisme d'action de ces bactéries au niveau de l'insecte.

La connaissance du mode d'action des insecticides biologiques revêt donc une importance considérable non seulement pour la compréhension des processus physiologiques fondamentaux chez les insectes mais aussi parce qu'elle est susceptible de faire progresser la recherche appliquée en matière de mise au point de nouvelles substances insecticides plus efficaces et ayant un moindre impact sur les organismes non cibles. Il est très avantageux d'approfondir les études sur les toxines de *B. sphaericus* et

d'étudier leurs toxicités après l'extraction. Il est de même pour la souche *Pseudomonas fluorescens* bv III. Donc, il est très important de faire l'extraction de ses antibiotiques afin de définir leur impact et l'efficacité de chacun sur le criquet migrateur dans le but d'élargir leur spectre d'action et de les intégrer dans la lutte antiacridienne.

Références bibliographiques

- [1] M.A. Launois-Luong, M. Launois et T. Rachadi. La lutte chimique contre les criquets du Sahel. Coll. Acrid. Operat. no 3, Ed. CIRAD/PRIFAS, Montpellier, (1988) 125 p.
- [2] M. H. Launois- Luong et M. Lecoq. Vade- Mecum des criquets du Sahel. Ed. CIRAD/PRIFAS, Montpellier, France, (1989)125 p.
- [3] O. Zakaria et S.B. Sagnia. Lutte intégrée contre les sautereaux et les locustes: importance du biopesticide Green Muscle. Bulletin trimestriel d'information du Centre Régional AGRHYMET, 5 (3) (2003)
- [4] M.D. Ould El Hadj. Les nouvelles formes de mise en valeur dans le Sahara algérien et le problème acridien. Science et changements planétaires. *Sécheresse* 13 (2002) 37-42.
- [5] L. Allal- Benfkih. Recherches quantitatives sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Orth,Oedipodinae) dans le Sahara algérien, Perspectives de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides. Thèse de Doctorat: Université de Limoge, Laboratoire UMR INRA 1061, Inst. Nat. Agro., El Harrach , Alger (2006).
- [6] J.F. Duranton et M. Lecoq. Le criquet pèlerin au sahel. Ed. CIRAD/PRIFAS- Coll. Acrid. Operat. France, (1990)183 p.
- [7] K. Abbassi, L. Mergaoui, Z. Atay-Kadiri, S. Ghaout et A. Stambouli. Activités biologiques des feuilles de

- Peganum harmala* (Zygophyllaceae) en floraison sur la mortalité et l'activité génésique chez le criquet pèlerin. Zool. baetica, 16 (2005)31-46.
- [8] A. Mamadou, A. Mazih et A. Inezdane. L'impact des pesticides utilisés en lutte contre le criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria* Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae) sur deux espèces de pimelia (Coleoptera, Tenebrionidae) au Niger », Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement , 6(3) (2005).
- [9] M. Kouassi. Les possibilités de la lutte microbiologique Emphase sur le champignon entomopathogène *B. bassiana*. - Vertigo, la revue électronique en sciences de l'environnement 2(2) (2001)2-6.
- [10] D. Greathead, C. Kooyman, M. Launois-Luong et G. Popov. Les ennemis naturels des criquets du Sahel. Coll. Acrid. Operat. n°8 . Ed. Cirad/Prifas. Montpellier, (1994) 85p.
- [11] A. Paillot. L'infection chez les insectes immunité et symbiose. Ed. Patissier, Paris, (1933) 471p.
- [12] M.R. McNeill and M.R.H. Hurst. *Yersinia* sp. (mh96) – A potential biopesticide of migratory locust *Locusta migratoria* L. New Zealand Plant Protection 61: 236-242 (2008).
- [13] W. Yan, L. Cheng-Feng, Y. Dan, L. Peng-Ming and G. Mei-Ying. Novel *Bacillus thuringiensis* Endotoxin Active against *Locusta migratoria* manilensis. Applied and Environmental Microbiology, May 2011, 77(10), (2011) 3227-3233.
- [14] G. Tail. Action de quelques substrats alimentaires sur quelques paramètres biologiques de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Orthoptère, Acrididae). Efficacité entomopathogène de *Pseudomonas fluorescens* (Pseudomonadaceae) sur quelques aspects physiologiques du criquet pèlerin. Thès. Mag. sci. agro., Inst. Nati. Agro., El Harrach, (1998)190p.
- [15] J.P. Guiraud. Microbiologie alimentaire; Application à l'étude des principaux groupes microbiens. Ed. DUNOD, (2003)651p.
- [16] M.A. Jacques. Ecologie quantitative et physiologie de la communauté bactérienne épiphyllle de *Cichorium endiva* var .Latifolia. Thèse doctorat, université de Paris-sud- Orsay,France, (1994)111p.
- [17] L. Song, M.Gao, S. Dai et K. Peng Activity of *Bacillus thuringiensis* against *Locusta migratoria* manilensis. Chinese Journal of Applied and Environmental Biology 11 : (2005) 592-594.
- [18] E. Quesada-Moraga & C. Santiago-Alvarez. Histopathological Effects of *Bacillus thuringiensis* on the Midgut of the Mediterranean Locust *Dociostaurus maroccanus*. Journal of Invertebrate Pathology, 78 : (2001)183–186.
- [19] H. Mohand Kaci. Etude de la toxicité de *Bacillus subtilis* (Sporulale, Bacillaceae) sur les cinq stades larvaires et les imagos de *Schistocerca gregaria* (Orthoptera, Acrididae).Effet sur la respiration et le rythme cardiaque.Mém.Ing, Inst.Nat.Agro,El-harrach (1998).
- [20] N. Rahmani et S. Kais. Evaluation de l'impact biologique de *Bacillus subtilis* et *Bacillus thuringiensis* vis-à-vis des larves de *S. gregaria* (Orthoptéra, Acrididae). Mém. DES. UMBB, Boumerdes (2005).
- [21] H. Oulebsir-MohandKaci et B. Doumandji-Mitiche. Étude de l'impact biologique de *Pseudomonas* spp. fluorescents sur les métabolites hémolyphatiques et l'histologie du tube digestif des larves L₅ du criquet migrateur *Locusta migratoria* (linné, 1758). Lebanese Science Journal, Vol. 13, No. 2(2012) 99-115
- [22] F. Berradj et S. Khoudi. Etude de la toxicité de deux espèces bactériennes vis-à-vis des larves de *S. gregaria* (Orthoptera, Acrididae). Mém. DES. UMBB, Boumerdes, (2005)112p.

- [23] U. Held. Pièges des corrélations: les coefficients de corrélation de Pearson et de Spearman. *Forum Med Suisse*. 10(38) (2010)652–653
- [24] J. Gry, J. Coquard, et G.Coquard. Appréciation en laboratoire de l'activité des insecticides a l'égard du criquet migrateur. *L'agronomie tropicale*. (6-7) (1966)837-855.
- [25] H.Oulebsir-MohandKaci. Evaluation de l'impact biologique de quelques souches locales de *Bacillus sp.* et *Pseudomonas spp.* fluorescents vis à vis du criquet migrateur *Locusta migratoria cinerascens* (Orthoptera: Acrididae). Thèse Doctorat: Inst. Nati. Agro., El Harrach, Alger. (2012)187 p.
- [26] F.Z. Milat- Bissaad. Etude de l'effet de deux entomopathogènes, *Beauveria bassiana* (Vuil.1912) et *Metarhizium anisopliae var acridum* (Metch., 1883)(Hyphomycètes, Deuteromycotina) sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskal, 1775) (Orthoptera,Acrididae). Thèse Doctorat: Inst. Nati. Agro., El Harrach, Alger, (2011)205p.
- [27] J.F. Duranton, S.M. Launois, M.H. Launois-Luong et M. Lecoq., Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche. Ed. G.E.R.D.A.T., T.1, Paris, (1982)695p.