

DEDICACE

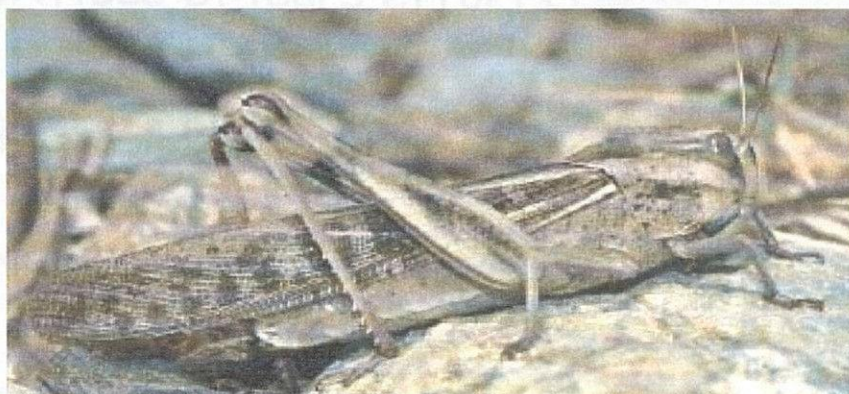
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Institut National Agronomique d'El Harrach
Département de zoologie agricole et forestière

**Thèse en vue de l'obtention du diplôme de doctorat d'état
en sciences agronomiques**

Spécialité : Acridologie



Sujet :

**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 synthétiques**

présentée par : Mme **Leila Allal-Benfekih**

Devant le jury :

Président :	M. Doumandji S.E. :	Professeur à l'INA d'El Harrach
Promotrice :	Mme Doumandji-Mitiche B. :	Professeur à l'INA d'El Harrach
Co-promoteur :	M. Petit D. :	Maître de Conférence à l'Université de Limoges
Examineurs :	M. Soltani N. :	Professeur à l'Université d'Annaba
	M. Harrat A. :	Maître de Conférence à l'Université de Constantine
	M. Voisin J.-F. :	Maître de Conférence au Muséum National d' Histoire Naturelle de Paris

Année universitaire : 2005-2006

SOMMAIRE

INTRODUCTION.	1
CHAPITRE I. GENERALITES	5
I. Généralités sur le criquet migrateur <i>Locusta migratoria</i> (L., 1758)	5
1- Identité taxonomique du genre <i>Locusta</i>	5
2- Races géographiques et leur distribution	7
3- Place de la sous-espèce <i>cinerascens</i> dans la systématique du genre <i>Locusta</i>	10
4- Invasions des sous-espèces de <i>L. migratoria</i>	11
5- Polymorphisme phasaire	13
6- Régime alimentaire et dégâts du criquet migrateur	14
II. Zonage topographique, écologique et biogéographique de l'Algérie	15
1- Le cadre topographique	15
2- Le bioclimat	16
3- Les zones agroécologiques	19
III. Présentation des régions d'étude	23
1- Situation géographique et reliefs	23
2- Les sols	25
3- Flore et végétation des régions d'étude	26
4- Activités agricoles dans les régions d'étude	27
5- Climatologie des régions d'étude	30
IV. Lutte antiacridienne	30
1- Lutte préventive	30
2- Les ennemis naturels de <i>Locusta migratoria</i>	31
3- Les microorganismes pathogènes	33
4- La lutte biologique	34
5- La lutte chimique	36
CHAPITRE II. METHODOLOGIE	39
I. Etude de la distribution, des paramètres bioclimatologiques et des biotopes à <i>Locusta</i> en Algérie	39
1- Sources des informations sur la distribution de <i>L. migratoria</i>	39
2- Représentation cartographique	40
3- Acridofaune associée	40
4- Bioclimatologie	40
5- Distribution du criquet migrateur en rapport avec la végétation	41
II- Etudes des populations du Sahara algérien	41
1- Relevés personnels	41
2- Signalisations de l'INPV	49
III- Morphométrie de <i>L. migratoria</i>	50
1- Morphométrie classique	50
2- Morphométrie géométrique et stress de développement	52
IV- Régime alimentaire de <i>L. migratoria</i> au niveau des céréales irriguées sous pivots	55
1- Constitution de l'épidermothèque de référence	55
2- Echantillonnage des <i>L. migratoria</i> pour la détermination des régimes alimentaires	56
3- Technique de prélèvement et d'analyse des fèces	56
4- Les paramètres descriptifs des régimes alimentaires	57
V- Rôle de l'alimentation sur la croissance et la survie	57
1- Méthode d'étude de la croissance des larves	57
2- Méthode d'étude de la survie larvaire	58
VI. Effets de <i>Bacillus subtilis</i> , de <i>B. thuringiensis</i> et de peptides synthétiques	58
1- Effets de <i>Bacillus subtilis</i>	58
2- Effets des toxines de <i>Bacillus thuringiensis</i> sur les larves	63
3- Etude de l'influence de quelques peptides synthétiques sur la reproduction des femelles	65
VII- Analyses statistiques	66
1- Analyses de variance	66
2- Analyses discriminantes	66
3- Corrélations-régressions	66

4- Régression logistique	67
5- Analyses multivariées	67

CHAPITRE III. RESULTATS 68

I- Variations temporelles de la distribution de <i>L. migratoria</i> en Algérie	68
1- Distribution géographique actuelle de <i>Locusta migratoria</i> en Algérie	68
2- Bioclimagramme actuel de <i>Locusta migratoria</i>	69
3- Influence de la flore et de la végétation sur la répartition actuelle de <i>L. migratoria</i>	71
4- Distribution ancienne de <i>Locusta migratoria</i> en Algérie	71
5- Influence du changement climatique global sur la distribution de <i>L. migratoria</i> dans le Nord Algérien	72
II- Acridofaune associée à <i>Locusta migratoria</i> en Algérie	74
1- Ecologie du groupe de Caelifères associé à <i>L. migratoria</i>	74
2- Ecologie des autres groupements acridiens	76
III- Etude des populations naturelles de <i>L. migratoria</i> dans les périmètres irrigués sous pivot dans le Sahara algérien	77
1- Situation géographique des populations de <i>L. migratoria</i> dans les périmètres irrigués sous pivot de la région d'Adrar	77
2- Cycle de vie des populations sur pivot	78
3- Variations mensuelles du sexe ratio des larves et adultes	83
4- Détermination de la sous-espèce de <i>L. migratoria</i>	84
5- Etude de la variation des états phasaires des populations de <i>L. m. cinerascens</i>	85
6- Etude de l'alimentation des populations dans les périmètres irrigués	87
7- Croissance	92
8- Influence des céréales cultivées sur l'asymétrie du développement	95
IV Expérimentations sur l'action de souches de <i>B. subtilis</i> , de cry-toxines de <i>B. thuringiensis</i> et de divers peptides sur la biologie de <i>L. migratoria</i>	98
1. Action de <i>B. subtilis</i> sur la mortalité, sur la croissance et la physiologie de la reproduction	98
2- Effet des Cry-toxines de <i>Bacillus thuringiensis</i> sur les larves	102
3- Action de neuropeptides sur le développement ovarien de <i>L. migratoria</i>	102

CHAPITRE IV. DISCUSSION 105

I- Variations de la distribution de <i>L. m. cinerascens</i> au cours du 20 ^{ème} siècle	105
1- Position systématique des populations algériennes	105
2- Analyse du bioclimagramme de <i>L. migratoria cinerascens</i>	106
3- Variation temporelle de la distribution de <i>L. m. cinerascens</i>	107
II- Cycle, générations et état phasaire de <i>Locusta migratoria</i>	110
1- Cycle biologique de la sous-espèce <i>cinerascens</i>	110
2- Sexe-ratio	111
3- Transitions de phase, grégarisation	112
III- Nutrition de <i>Locusta migratoria</i> dans les périmètres irrigués	113
IV- Perspectives de lutte contre <i>Locusta migratoria</i>	117
1- Effets des différents modes d'administration de <i>B. subtilis</i> et des toxines de <i>B. thuringiensis</i>	117
2- Effets des peptides	118

CONCLUSIONS-PERSPECTIVES 121

BIBLIOGRAPHIE 124

ANNEXES 137

Annexe 1.	137
Annexe 2.	139
Annexe 3.	140

RESUME

Recherches quantitatives sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Orth. Oedipodinae) dans le Sahara algérien. Perspectives de lutte à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides synthétiques.

Cette thèse présente les résultats relatifs aux populations du criquet migrateur *Locusta migratoria* (L., 1758) qui ont manifesté des pullulations récemment dans des périmètres irrigués dans le Sahara central algérien. Les études morphométriques montrent que les individus étudiés se rapportent à la sous-espèce *cinerascens*. Le cycle est décrit et comprend une succession de trois générations. La première, printanière, se développe sur les céréales d'hiver, essentiellement du blé dur ; la seconde et la troisième, printano-estivale et estivo-automnale, se rencontrent dans des champs de sorgho et dans des maraichages. La première génération se caractérise par une variation temporelle drastique de son sexe-ratio et d'un stress de développement mis en évidence par l'asymétrie fluctuante des élytres grâce à une méthode originale de morphométrie géométrique. Les générations suivantes ont au contraire un sexe-ratio plus équilibré, sans variation temporelle, et peu d'asymétrie fluctuante. Le régime alimentaire de 9 populations naturelles révèle l'originalité des larves de stade 5 par rapport aux larves 4 et aux adultes, ainsi qu'une différence souvent significative entre les 2 sexes. Les expériences de croissance en présence de blé, de sorgho et d'un mélange de graminées spontanées rendent compte des anomalies de croissance des populations développées sur le blé. Pour lutter contre ce ravageur, diverses voies ont été explorées. Sur le terrain, nous préconisons un entretien des champs avec une limitation des graminées adventices. En laboratoire, nous avons testé l'efficacité de trois souches de *Bacillus subtilis* sur le TL50 chez les larves L5, la croissance et la résorption des ovocytes des adultes, en utilisant plusieurs modes d'administration. Parmi différentes Cry-toxines produites par *Bacillus thuringiensis*, seule Cry1 a montré un effet limitant significatif sur la croissance des larves. Enfin, nous avons testé l'effet de perturbation du fonctionnement ovarien grâce à un neuropeptide extrait de *Leptinotarsa decemlineata*.

Mots clés : *Locusta migratoria*, Sahara, Algérie, asymétrie fluctuante, sexe-ratio, cycle, lutte alternative, *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis*, Cry-toxines, neuropeptide-F.

ABSTRACT

Quantitative researches on the Migratory Locust *Locusta migratoria* (Orthoptera, Oedipodinae) in the Central Algerian Sahara. Perspectives in the biocontrol using pathogenous microorganisms and synthetic peptides.

This thesis presents the results relative to the Migratory Locust *Locusta migratoria* (L., 1758) populations that have spread recently in a large extent in irrigated perimeters in the Central Algerian Sahara. Morphometric studies have shown that the studied individuals belong to the *cinerascens* subspecies. The cycle is described and comprises of a succession of three generations. The first one, occurring in spring, is developed on winter cereals, essentially on *Triticum durum* fields; the second and third ones, observed in the spring and summer period and in the summer and autumn period respectively, grow on *Sorghum vulgare* fields and vegetable gardens. The first generation is characterised by a drastic temporal variation of its sex ratio and a development stress evidenced by the fluctuating asymmetry of tegmina, demonstrated by an original method of geometric morphometrics. In contrast, the following generations show a balanced sex ratio without temporal variations and a low level of fluctuating asymmetry. The diet study of 9 natural populations revealed the originality of the 5th instar larvae from the 4th instars and adults, and also a sexual difference often significant. The experiments of growth with different species of Poaceae given as food supply (*Triticum durum*, *Sorghum vulgare* and a mix of spontaneous species) shed a light on the growth abnormality of populations developed on *T. durum*. To control this insect pest, several ways have been explored. At the field level, we recommend a careful weeding focused on the spontaneous Poaceae. At the laboratory level, we have tested the efficiency of three strains of *Bacillus subtilis* on the LT50 in 5th instar larvae on one hand, and on the development and resorption of oocytes in adults on the other hand, using several administration modes. Among the different tested Cry-toxins produced by *Bacillus thuringiensis*, Cry1-toxin was the only one showing a significant limiting effect on larvae growth. Finally, we have tested the effect of a neuropeptide extracted from *Leptinotarsa decemlineata* on the ovaries.

Key words : *Locusta migratoria*, Sahara, Algeria, fluctuating asymmetry, sex ratio, cycle, alternative control, *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis*, Cry-toxins, F-neuropeptide.

ملخص

أبحاث كمية حول الجراد الجوال (*Orth. Oedipodinae*) *Locusta migratoria* L. في الصحراء الجزائرية. آفاق مكافحة بواسطة كائنات مجهرية ممرضة وبتيدات مصطنعة.

تقدم هذه الأطروحة نتائج تخص فواصل الجراد الجوال التي أظهرت تكاثرات في الحقول المسقية المتواجدة بالصحراء الوسطى الجزائرية. بينت الدراسات القياسية لهذه الحشرة أنها تنتمي إلى الصنف *Cinerascens*. وصفت الدورة الحويوية وتحتوي هذه الأخيرة على ثلاثة أجيال: فالأول يتطور في فصل الربيع على الحبوب الشتوية خاصة القمح الصلب، بينما الثاني والثالث يظهران في حقول الذرة البيضاء والخضروات في فترتين ما بين الربيع والصيف وما بين الصيف والخريف. يتميز الجيل الأول باختلاف زمني قوي بنسبة عدد الجراد الذكور وعدد الإناث، كما يتميز بضغط في النمو أوضح بطريقة التشكل القياسي الهندسي التي بينت عدم التماثل متغير للأجنحة الخارجية لهذه الحشرات. بينما تتميز الأجيال الثانية والثالثة على العكس بنسبة متوازنة لعدد الجراد الذكور وعدد الإناث بدون اختلاف زمن وعدم التماثل قليل للأجنحة الخارجية.

كشفت المعدل الغذائي لتسعة فواصل طبيعية أصالة يرقات الطور الخامس بالنسبة ليرقات الطور الرابع والجراد البالغ، مع اختلاف غالبا بليغ بين الجنسين. عرضت التجارب عن تطور هذا الجراد على القمح الصلب، الذرة البيضاء وخليط من النباتات النجيليات التلقائية، نمو لا قياسيا على القمح الصلب. لقد استكشفت مختلف الطرق لمكافحة هذه الحشرة المتلفة على أرض الميدان. إننا نصح بصيانة الحقول عن طريق تحديد النجيليات الطارئة. أما في المخبر، لقد اخترنا فعالية ثلاثة عشائر لـ *Bacillus subtilis* على الزمن المميت لـ 50 حشرة عند يرقات الطور الخامس كما جربنا هذه الفعالية على النمو وتلاش البويضات للجراد البالغ، باستعمال عدة أنماط للمكافحة. إن Cry 1 هو السمين الوحيد الذي أظهر تأثيرا محددًا على نمو اليرقات، من بين سمينات الـ Cry المنتجة من طرف *Bacillus thuringiensis*. أخيرا، كشفنا عن فعالية الانحراف لسير المبيض بواسطة بتيد الجهاز العصبي لـ *Leptinotarsa decemlineata*.

الكلمات الرئيسية

Locusta migratoria: الصحراء، الجزائر، عدم التماثل المتغير، نسبة عدد الذكور والإناث، الدورة الحويوية، مكافحة التناوبية *Bacillus subtilis* ، *Bacillus thuringiensis*، سمينات الـ Cry، بتيد F للجهاز العصبي.