

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach - Alger

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة



THESE DE DOCTORAT

En vue de l'obtention du diplôme de Docteur en Sciences Agronomiques

ETUDE DE LA DYNAMIQUE ET DE LA BIOECOLOGIE DES POPULATIONS DU CRIQUET PELERIN (*Schistocerca gregaria*, Forskal 1775) AU SAHARA ALGERIEN

Présenté par : **M.BENSAAD** Hamid

Devant le jury

Président :

M. DOUMANDJI S. Professeur (ENSA d'El Harrach)

Directeur de thèse :

Mme DOUMANDJI-Mitiche B. Professeur (ENSA d'El Harrach)

Examineurs :

Mme SAHIR-HALOUANE FZ.	Professeur	(Université de Boumerdès)
Mme MILAT-BISSAAD F.	Maître de conférences A	(Université de Boumerdès)
M. MOUMENE K.	Docteur d'état	(DG de l'INPV d'El Harrach)
M. HAMMACHE M.	Maître de Conférence A	(ENSA El Harrach)

Soutenu le : 09 / 3 / 2015

Année universitaire 2014-2015

Table des matières

Liste des figures.....	9
Liste des tableaux	13
Liste des Annexes.....	14
Abréviations	15
INTRODUCTION	16
CHAPITRE 1 : DONNEES GENERALES SUR LE CRIQUET PELERIN	21
1.1. Classification.....	21
1.2. Cycle biologique :.....	21
1.3. Ecologie :.....	23
1.4. Les Aires grégarigènes.....	24
1.5. Complémentarité écologique saisonnière des aires grégarigènes	25
1.6. Les différentes situations acridiennes.....	26
1.6.1. Période de rémission	26
1.6.2. Période de résurgence.....	26
1.6.3. Période de recrudescence.....	27
1.6.4. Période d'invasion généralisée.....	28
1.7. Importance économique des invasions du criquet pèlerin dans les pays de la région occidentale de l'Afrique	29
1.8. Politique adoptée pour la lutte contre le fléau acridien	31
1.8.1. Au niveau régional	31
1.8.2. Au niveau national :	31
1.9. La configuration du dispositif de lutte en fonction des situations acridiennes.....	32
1.9.1. En période de rémission.....	32
1.9.2. En période d'invasion.....	33
CHAPITE 2 : PRESENTATION DES ZONES D'ETUDE :	36
2.1- Région de Béchar.....	37
2.1.1- Géographie	37
2.1.2-Climatologie :.....	37
2.1.2.1- Pluviométrie.....	37
2.1.2.2-Température.....	37
2.1.2.3. Vents.....	38
2.1.3. La flore.....	38
2.1.4. Synthèse climatique.....	39
2.2. La région du Tassili N'Ajjer	40

2.2.1. Géographie :	40
2.2.2. La topographie :	40
2.2.3. Caractéristiques climatiques :	41
2.2.3.1. Pluviométrie	41
2.2.3.2. Température	42
2.2.3.3. Vents	43
2.2.4. La flore :	43
2.2.5. Synthèse climatique	44
2.3. Climagramme pluviométrique d'Emberger des deux régions d'études	44
CHAPITRE 3 : MATERIELS ET METHODES :	48
3.1. Matériel utilisés pour la cartographie :	48
3.1.1. GPS	48
3.1.2. eLocust 2 :	48
3.1.3. RAMSES V3 :	49
3.2. Exploitation des données :	50
3.2.1. Les données Eco-météorologiques :	50
3.2.1.1. Pluviométrie	50
3.2.1.2. Température :	50
3.2.1.3. Les cartes de végétation et le NDVI	51
3.2.2. Données de prospection :	52
3.3. Matériel utilisé pour les indices morphométriques:	53
3.3.1. Au niveau du terrain :	53
3.3.2. Au niveau du laboratoire :	53
3.3.2.1 Tableau de référence de Dirsh (1953)	53
3.4. Méthodologie utilisée pour la cartographie :	55
3.4.1. Récolte des donnés :	55
3.4.1.1. Estimation des densités acridiennes	56
3.4.1.1.1. Densité des ailés :	56
3.4.1.1.2. Densité des larves :	57
3.4.1.2. Détermination de l'état phasaire des criquets sur terrain	57
3.4.2. Déploiement des équipes de prospection sur terrain :	58
3.4.3. Schéma de récolte et de transmission des informations acridienne et écologique par eLocust2	59
3.4.4. Exploitation et traitement des données :	61
3.4.4.1. Téléchargement :	61
3.4.4.2. Correction des données	61
3.4.4.3. Importation des données au niveau de RAMSES V3	62
3.4.4.3. Affichage des données et élaboration des cartes thématiques	63
3.5. Méthodologie utilisée pour l'étude de l'état phasaire des populations acridiennes	63
3.5.1. Le choix des sites de capture des criquets :	64
3.5.2. Technique de capture	64

3.5.3. Manipulations au laboratoire.....	64
3.6. Analyse statistique :.....	64
3.6.1. Données écologiques des résurgences 2012 et 2013.....	64
3.6.2. Données morphométriques des criquets.....	66
CHAIPTRE 4 : RESULTATS	67
4.1. Dynamique des populations acridiennes en période de forte activité.....	67
4.1.1. Invasion des années 1987 et 1988.....	67
4.1.1.1 Cartographie des signalisations acridiennes de 1987.....	67
4.1.1.1.1. Septembre 1987 :.....	67
4.1.1.1.2. Octobre 1987 :.....	67
4.1.1.1.3. Novembre 1987 :.....	68
4.1.1.1.4. Décembre 1987 :.....	68
4.1.1.2. Cartographie des signalisations acridiennes de l'année 1988.....	68
4.1.1.2.1. Février 1988 :.....	68
4.1.1.2.2. Mars 1988 :.....	70
4.1.1.2.3. Avril 1988 :.....	70
4.1.1.2.4. Mai 1988 :.....	70
4.1.1.2.5. Juin 1988 :.....	71
4.1.1.2.6. Juillet 1988 :.....	71
4.1.1.2.7. Août 1988 :.....	72
4.1.2. Invasion acridienne de 2004 et 2005.....	74
4.1.2.1. Données régionales.....	74
4.1.2.2. Cartographie des signalisations acridiennes de l'année 2004.....	75
4.1.2.2.1. Février 2004 :.....	75
4.1.2.2.2. Mars 2004 :.....	75
4.1.2.2.3. Avril 2004 :.....	76
4.1.2.2.4. Mai 2004.....	76
4.1.2.2.5. Juin 2004 :.....	78
4.1.2.2.6. Juillet 2004 :.....	78
4.1.2.2.7. Septembre 2004 :.....	78
4.1.2.2.8. Octobre 2004 :.....	79
4.1.2.2.9. Novembre 2004 :.....	79
Figure 42: Cartes de signalisations acridiennes des mois de juin, juillet, septembre et octobre 2004.....	80
4.1.2.2.10. Décembre 2004 :.....	81
4.1.2.3. Cartographie des signalisations acridiennes de l'année 2005.....	81
4.1.2.3.1. Janvier 2005 :.....	81
4.1.2.3.2. Février 2005 :.....	82
4.1.2.3.3. Mars 2005 :.....	82
4.1.2.3.4. Avril 2005 :.....	82
4.1.2.3.5. Mai 2005 :.....	83

4.1.2.3.6. Juin 2005 :	83
4.1.3. Recrudescence acridienne des années 1994 à 1995 :	85
4.1.3.1. Cartographie des signalisations acridiennes de l'année 1994 :	85
4.1.3.1.1. Octobre 1994 :	85
4.1.3.1.2. Novembre 1994 :	86
4.1.3.2. Cartographie des signalisations acridiennes de l'année 1995 :	87
4.1.3.2.1. Janvier 1995 :	87
4.1.3.2.2. Février 1995 :	87
4.1.3.2.3. Mars 1995 :	87
4.1.3.2.4. Avril 1995 :	87
4.1.3.2.5. Mai 1995 :	87
4.1.3.2.6. Juin 1995 :	89
4.1.3.2.7. Juillet 1995 :	89
4.1.4. Synthèse des résultats de la dynamique des populations acridiennes en période de forte activité :	90
4.1.4.1. Les zones et les périodes d'infiltrations des essaims et groupes de criquets :	90
4.1.4.2. Couloirs de passage des essaims de criquets :	91
4.1.4.3. La reproduction acridienne durant les périodes de fortes activités :	97
4.1.4.4. La durée des infiltrations acridiennes et nombre de générations :	100
4.2 - Etude analytique des résurgences acridiennes de 2012 et 2013 :	102
4.2.1. Evolution de la situation acridienne durant la résurgence de 2012 (Illizi) :	102
4.2.1.1 Cartographie des signalisations acridiennes :	103
4.2.1.1.1. Février 2012 :	103
4.2.1.1.2. Mars 2012 :	104
4.2.1.1.3. Avril 2012 :	104
Figure 63: Cartes de signalisations acridiennes de la période mars (A) et avril (B) 2012 :	105
4.2.1.1.4. Mai 2012 :	106
4.2.1.1.5. Juin 2012 :	106
4.2.1.2. Analyse de la situation acridienne :	108
4.2.1.2.1. Facteurs éco-météorologiques :	108
4.2.1.2.2. Activité acridienne :	112
4.2.1.2.2.1. Etat phasaire des populations acridiennes :	112
4.2.1.2.2.2. Développement du criquet sur terrain :	113
4.2.1.2.2.2.1 Phase embryonnaire :	113
4.2.1.2.2.2.2. Phase larvaire :	115
4.2.1.2.2.3. Echelonnement des pontes :	117
4.2.1.2.2.4. Evolution mensuelle des densités acridiennes d'ailés et de larves :	118
4.2.1.2.2.5. Evolution des densités d'ailés solitaires et d'ailés transiens :	119
4.2.1.3. Analyse statistique des données bioécologique de 2012 :	120
4.2.1.3.1. Fréquence de présences acridiennes en fonction de la topographie et du couvert végétal :	120

4.2.1.3.2. Relation entre les variables acridiennes (ailes solitaires, Ailes transiens, larves) et les espèces végétales du milieu	122
4.2.2. Evolution de la situation acridienne durant la résurgence de 2013 (Béchar)	123
4.2.2.1. Cartographie des signalisations acridiennes :	124
4.2.2.1.1. Mars 2013 :	124
4.2.2.1.2. Avril 2013 :	125
4.2.2.1.3. Mai 2013 :	125
4.2.2.1.4. Juin 2013 :	125
4.2.2.2. Analyse de la situation acridienne	128
4.2.2.2.1. Facteurs éco-météorologiques :	128
4.2.2.2.2. Le statut phasaire des populations acridiennes de 2013 :	131
4.2.2.2.3. Développement du criquet sur terrain	133
4.2.2.2.3.1. Phase embryonnaire :	133
4.2.2.2.3.2. Phase larvaire :	133
4.2.2.2.4. Echelonnement des pontes	136
4.2.2.2.5. Evolution mensuelle des densités acridiennes d'ailes et de larves	137
4.2.2.2.6. Evolution des densités des populations d'ailes solitaires et d'ailes transiens	138
4.2.2.3. Analyse statistique des données écologiques de la résurgence 2013 :	139
4.2.2.3.1. Fréquence de présence acridienne en fonction de la topographie et du couvert végétal	139
4.2.2.3.2. Relation entre les variables acridiennes (ailes solitaires, Ailes transiens, larves) et floristiques	140
4.3. Identification des zones de reproduction acridienne en Algérie	142
4.3.1. Cartographie des zones de reproduction acridienne de l'année 2006 :	143
4.3.2. Cartographie des zones de reproduction acridienne de l'année 2007 :	144
4.3.3. Cartographie des zones de reproduction acridienne de l'année 2008:	145
4.3.4. Cartographie des zones de reproduction acridienne de l'année 2009 :	146
4.3.5. Cartographie des zones de reproduction acridienne de l'année 2010	147
4.3.6. Cartographie des zones de reproduction acridienne de l'année 2011 :	148
4.3.7. Fréquence de larves et de femelles en ponte	149
4.4. Etudes morphométriques des individus capturés dans les différentes stations du sud algérien	151
4.4.1. Caractéristiques morphométriques des individus capturés à Tin Tarabine (W. de Tamanrasset) en Novembre 2010 :	151
4.4.2. Caractéristiques morphométriques des individus capturés à Oued Zouzfana (W. de Béchar) en Avril 2013	152
4.4.3. Caractéristiques morphométriques des individus capturés à Oued Saoura (W. de Béchar) en Mai 2013	153
4.4.4. Caractéristiques morphométriques des individus capturés à In Belbel (W. d'Adrar) en Mai 2009	154
4.4.5. Caractéristiques morphométriques des individus capturés au niveau de Bordj El Haoues (W. d'Illizi) en avril 2012	155
4.4.6. Récapitulatif des moyennes obtenues pour l'ensemble des sites	157
4.4.7. Analyse statistique relative aux mesures morphométriques	158

CHAPITRE 5 : DISCUSSION	160
5.1. Etude de la dynamique des populations acridiennes durant les dernières invasions et recrudescences acridiennes en Algérie.....	160
5.2. Etude des deux résurgences acridiennes de 2012 et 2013	165
5.3. Cartographie des zones de reproduction acridienne de 2006 à 2011.....	173
5.4. Etat phasaire des populations acridiennes.....	176
 CONCLUSION GENERALE	178
 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	182
 ANNEXES	188
 RESUME :	209

RESUME :

Etude de la dynamique et de la bioécologie des populations du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Acrididae, Cyrtacantharinae) au Sahara algérien

Notre travail a porté sur la dynamique et la bioécologie des populations du criquet pèlerin en période de forte activité et sur la cartographie des zones de reproduction acridienne réalisée à partir de la distribution des signalisations de larves et de femelles en ponte. La première partie de l'étude a été réalisée grâce à l'exploitation au niveau de RAMSES V3 de 22.500 enregistrements géoréférencés représentant les relevés de terrain récoltés par les prospecteurs depuis 1987 jusqu'à 2013. Le dénombrement des essaims et le suivi chronologique de leur déplacement entre les régions montrent que l'Algérie durant les invasions est confrontée à deux mouvements d'infiltration de criquets qui sont favorisés particulièrement par les vents. Des infiltrations de faible importance venant du Mali et du Niger se produisant en automne au niveau de l'extrême sud à travers trois couloirs de passage, et des infiltrations venant du Maroc et de la Mauritanie en période printanière se déroulant le long des piémonts de l'Atlas saharien. Le criquet durant l'invasion en Algérie effectue une seule génération. Le début de l'activité larvaire au niveau du Sahara central et au niveau de l'Atlas saharien commence à partir du mois d'avril et s'achève au mois de mai et juin tandis qu'au niveau du nord de l'Atlas saharien et des hauts plateaux, elle débute en juin et s'achève en juillet. Les régions les plus infestées par les criquets pèlerin en période d'invasion sont situées au niveau du piémont de l'Atlas saharien, particulièrement Djelfa, Laghouat, El Bayadh, Naâma et Biskra.

La deuxième partie a porté sur quelques aspects bioécologiques du criquet pèlerin durant les deux résurgences de 2012 et 2013. Dans cette étude, il a été noté que l'installation et la reproduction des criquets durant les printemps de 2012 et 2013 au niveau de ces zones a été favorisée par les pluies automnales de l'année précédant la résurgence et leur déplacement a été à la faveur de vents exceptionnels. La quasi-totalité des signalisations ont été localisées dans des oueds des deux régions. La durée moyenne du développement embryonnaire et larvaire dans les conditions naturelles a été estimée à deux mois pour les deux régions d'étude. Les espèces végétales ayant une forte corrélation avec toutes les variables acridiennes à savoir les ailés solitaires, les ailés transiens et les larves au niveau d'Illizi sont : *Schouwia purpurea* (Brassicaceae) et *Astragalus vogelii* (Fabacées) et au niveau de Béchar sont : *Diploptaxis hara* (Brassicaceae) et *Cotula cinerea* (Asteraceae).

La cartographie des larves et des femelles en ponte par degré carré a montré qu'un total de 25 degrés carrés a été concerné par la reproduction du criquet pèlerin en Algérie, soit 291.600 km² englobant les zones de oued Illizi, In Salah, Ahnet, Mouydir, Tin Tarabine, In Guezzam, Bordj Badji Mokhtar, la Vallée de la Saoura, Tabelbala avec une haute fréquence de présence au niveau des zones agricoles de Adrar.

Les différents diagrammes réalisés à partir des mesures morphométriques prises sur 57 mâles et 54 femelles ont fait ressortir que les populations mâles et femelles qui évoluent dans les deux Sahara (méridional et central) pour les années 2010, 2012 et 2013 sont de statuts Solitaire et des transiens et aucun individu grégaire n'a été décelé.

Mots clés : *Schistocerca gregaria*, cartographie, Morphométrie

Summary :

Study of the dynamics and bio-ecology of the desert locust *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) (Acrididae Cyrtacanthardinae) in the Algerian Sahara

Our work has focused on mapping study the population dynamics of locusts from the distribution of locust reports recent invasions that affected Algeria. This study was conducted with the operation and digital mapping at RAMSES V3 geo-referenced records representing 22,500 ground surveys collected by prospectors during the locust years of activities 1987, 1988, 1994, 1995, 2004, 2005 , 2012 and 2013. the counting of swarms and chronological progress monitoring reports of swarms of locusts and groups show that Algeria during the invasions faces two movements infiltration of locusts that are particularly favored by the winds. Minor seepage from Mali and Niger occurring in the fall at the extreme south through three corridors, and seepage from Morocco and Mauritania in springtime occurring along the foothills of Saharan Atlas. The desert in Algeria during the invasion performs a single generation. The beginning of larval activity in the central Sahara and at the level of the Saharan Atlas begins from April and ends in May and June while at the level of northern Saharan Atlas and the highlands, it begins in June and ends in July. The most infested areas pilgrim locust invasion period are located at the foothills of the Saharan Atlas, especially Djelfa, Laghouat, El Bayadh, Naama and Biskra.

The study of some bio-ecological aspects of locust outbreaks during both 2012 and 2013 was also discussed. In this study, it was noted that the installation and locust breeding in the spring of 2012 and 2013 in these areas has been favored by the autumn rains of the year preceding the resurgence and their movement was to for exceptional winds. Almost all of the signals were located in wadis in both regions. The average of the embryonic and larval development was two months for the two regions. The analysis of locust variables from the plants occupying infested areas revealed that plant species in Illizi having a strong correlation with all of the locust variables namely solitary adults, the transiens adults and larvae are: *Schouwia purpurea* (Brassicaceae) and *vogelii Astragalus* (Fabaceae). Plant species in Bechar that showed a strong correlation with all of the locust variables are: *Diploaxis hara* (Brassicaceae) and *Cotula cinerea*(Asteraceae).

The distribution of the signals of larvae and spawning females per square degree shows that a total of 25 square degrees was concerned with the reproduction of the Desert Locust in Algeria, or 291,600 km². The presence of locust areas are located at Wadi Illizi, In Salah, Ahnet Mouydir Tin Tarabinc, Guezzam, Bordj Badji Mokhtar, Valley Saoura with a high frequency of attendance at agricultural areas Adrar.

The different figures made from morphometric measures of 57 males and 54 females revealed that male and female populations that evolve in both Sahara (Southern and Central) for the years 2010, 2012 and 2013 are statutes and Solitaire transiens and no individual herd was detected

Keywords: *Schistocerca gregaria*, cartography, Morphometry

دراسة الديناميكية والبيئة الحيوية للجراد الصحراوي في الصحراء الجزائرية

محور هذه الدراسة يدور على الديناميكية و البيئة الحيوية لأعداد الجراد الصحراوي خلال فترة النشاط المكثف و حول الرسم الخريطي لمناطق تكاثر الجراد الحاصلة بفضل توزيع الإعلامات الخاصة بالإشارات باليرقات والإناث المبيضة أجري الجزء الأول من الدراسة بفضل استغلال المعلومات على مستوى RAMSES V3 والتي يقدر عددها ب 22.500 معلومة جغرافية، تمثل المعلومات الميدانية التي تم جمعها من قبل المستكشفين منذ 1987 إلى غاية 2013، إن حساب الأسراب و متابعة التسلسل الزمني الخاص بالانتقالات بين مختلف المناطق يبين أن الجزائر أثناء الغزوات تواجه حركتين لتسلل الجراد مدعومة خاصة بالرياح. تسلات طفيفة آتية من مالي و النيجر تحدث في الخريف تمس أقصى الجنوب بواسطة ثلاث أروقة للمرور، وتسلات آتية من المغرب و موريطانيا في الفترة الربيعية علي طول سفوح الأطلس الصحراوي.

الجراد أثناء غزو الجزائر يكمل جيل واحد. نشاط اليرقات في وسط الصحراء و الأطلس الصحراوي يبدأ من أفريل و ينتهي في ماي و جوان في حين على مستوى شمال الأطلس الصحراوي و الهضاب العليا فيبدأ في جوان و ينتهي في جويلية. المناطق الأكثر انتشارا للجراد الصحراوي خلال الغزو تقع علي مستوى سفوح الأطلس الصحراوي بالخصوص: الجلفة، الأغواط، البيض، النعامة و بسكرة.

الجزء الثاني يركز علي بعض الجوانب الحيوية البيئية أثناء فترة تفشي الجراد الصحراوي في 2012 و 2013 . في هذه الدراسة سجل أن تواجد و تكاثر الجراد في ربيع 2012 و 2013 في هاته المناطق ساعدته الأمطار الخريفية للسنة الفائتة و تفشيه و انتقاله كان بفضل الرياح غير عادية.

أغلب الإصابات سجلت في وديان المنطقتين، المدة المتوسطة للتطور الأبيض و اليرقي في الظروف الطبيعية قدرت بشهرين في المنطقتين التي تمت فيها الدراسة.

الأصناف النباتية التي لها ارتباط كبير مع جميع متغيرات الجراد كالحشرة البالغة في طور انعزالي و انتقالي و اليرقات في منطقة اليزي هي: *Schouwia purpurea* (Brassicaceae), *Astragalus vogelii* (Fabacées) وفي بشار هي: *Diplotaxis hara* (Brassicaceae), *Cotula cinerea* (Asteraceae)

أظهر الرسم الخريطي بالدرجات المربعة لليرقات و الإناث المبيضة أن مجمع 25 درجة مربع معنية بتكاثر الجراد الصحراوي في الجزائر أي 291.600 كلم² تضم مناطق واد إليزي، عين صالح، أهانات، مويدير، تارابين، عين قزام، برج باجي مختار، واد ساورة، تبلباله مع ارتفاع وتيرة التواجد في المناطق الزراعية بأدرار. مختلف الرسوم البيانية المنجزة من المقاييس المظهرية أخذت من 57 ذكر و 54 أنثي أوضحت أن الحشرات الذكرية و الأنثوية التي تطورت في منطقتين من الصحراء (الجنوبية و الوسطي) لعامي 2009 ، 2010، 2012، 2013 هي في وضع طور انعزالي و انتقالي و لم يتم الكشف عن أي فرد في طور تجمعي.

كلمات المفتاح : الخرائط , *Schistocerca gregania* ، مرفوميتريا