

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de Ghardaïa



جامعة غرداية

Faculté des sciences de la nature
et de la vie et des sciences de la terre
Département des sciences agronomiques

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض
قسم العلوم الفلاحية

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de
Master académique en sciences agronomiques
Spécialité : Protection des végétaux

THEME

Étude du dispositif de la lutte antiacridienne
- Cas de la wilaya de Ghardaïa –
Et inventaire des criquets dans la région
de Hassi El Fhel (Ghardaïa)

Présenté par : DJEBRIT Khaled

Membres du jury

- Mr SAADINE Salaheddine
- Mr ZERGOUN Youcef
- Mr HALILAT Mohamed T.
- Mr KHENE Bachir
- Mr TIRICHINE Mohamed

Grade

- Maître Assistant B
- Maître Assistant A
- Professeur
- Maître Assistant A
- Expert FAO

- Président
- Examineur
- Encadreur
- Co encadreur
- Invité

JUIN 2013

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A

Mes très chers parents et mes beaux parents, pour leurs sacrifices et leurs efforts consentis.

A

Mes enfants « Wail, Sihem, Ikram et Mohamed Soufian » qui ont suivi mon travail avec attention et curiosité.

A

Ma très chère femme Naima, pour sa sagesse, son soutien moral, sa confiance et son bon sens.

A

Mes sœurs et frères.

Remerciements

En premier lieu nous Remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné la force et la volonté d'achever ce travail.

Mes sincères remerciements et ma profonde gratitude sont adressés à Monsieur le Professeur HALILAT M.T., doyen de l'université de Ghardaia, qui a accepté d'être mon directeur de thèse, avec Monsieur KHEN B., mon Co-encadreur, mais aussi pour ses précieux conseils, ses orientations et ses encouragements.

Je tiens à remercier aussi très chaleureusement tout le personnel du département de prospection et de lutte anti-acridienne à l'Institut national de la protection des végétaux d'El Harrach à Alger, pour m'avoir pilotée tout le long de mon travail ; Monsieur le PDG MOUMEN K. et M^{elle} AISSAOUI H.

Je tiens à remercier très chaleureusement, Monsieur BELKHEIR B., Directeur des services agricoles de Ghardaïa en particulier, Messieurs TIZEGGARINE N., SEDKI D., inspecteurs de la protection des végétaux de la Wilaya de Ghardaïa qui m'ont beaucoup aidée dans la consultation d'archives de la lutte anti acridiennes et guidée dans mes travaux, Monsieur SKKOUTI A, Directeur de la station régionale de la protection des végétaux de Ghardaïa, M^{elle} CHEHMA S. et

Je tiens également à remercier Messieurs, HADJ M'HAMD B., TOUATI S., DR BOUZAHER A. et BABAZ Y., KRIMAT M. et OULED MEBAREK A. pour leurs aides précieuses pour la réalisation de ce travail.

Mes sincères remerciements vont également à tous mes collègues et amis qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail notamment, Messieurs OUZAID O HOUDJADJ O., LAIOUERET M. SERGUINI H., BADLIS N, BOURGUI L., BEKKAIR A., HOUBI M., OULED HADDAR H.

Liste des tableaux

Intitulé	Page
Tableau n°1: La position taxonomique de <i>Schistocerca gregaria</i> (Forskål, 1775)	03
Tableau n°2: Caractères morphologiques des différents états de développement de <i>Schistocerca gregaria</i> en phases solitaire et grégaire	04
Tableau n°3: Pertes dues aux invasions acridiennes dans différents pays.	15
Tableau n°4: Avantages et inconvénients des principales familles conventionnelles des produits chimiques utilisées en lutte antiacridienne.	18
Tableau n°5: Synthèse des travaux concernant les activités du criquet pèlerin et la lutte anti-acridienne en Algérie du 1967 à 2005.	20
Tableau n°6 : La chronologie de l'évolution de la situation acridienne en printemps 2004	25
Tableau n°7: La structure de bulletin de renseignement quotidien (BRQ)	35
Tableau n°8: Les moyens humains mobilisés durant les deux périodes d'invasions 2004 et 2005	39
Tableau n°9: Les moyens matériels mobilisés durant les deux périodes d'invasions 2004/2005.	40
Tableau n°10:Quantité et spécialité commerciale des acridicides utilisés pour la lutte	41
Tableau n°11:Données météorologiques de la station de Ghardaïa (2000-2009)	45
Tableau n°12: Les cultures dominantes pratiquées à Hassi el fhel	49
Tableau n°13: Les superficies traitées par voie terrestre et aérienne durant l'invasion automno-hivernale 2004/2005 avec les quantités des produits utilisés.	55
Tableau n°14: Faune des Orthoptères de la station d'étude N° 01 (palmeraie)	60
Tableau n°15 : Faune des Orthoptères Cœlifères de la station d'étude N° 02 (Vignoble).	61
Tableau n°16 : les dégâts enregistrés durant l'invasion acridienne 2004/2005 dans la wilaya de Ghardaïa.	66

Listes des figures

Intitulé	Page
Figure n°1: Extrémités abdominales mâle et femelle du Criquet pelerine	05
Figure n°2: Les stades larvaires et l'imago de la forme solitaire chez le criquet pelerine	05
Figure n°3: Les stades larvaires et l'imago de la forme grégaire chez le criquet pelerine	06
Figure n°4: Cycle biologique grégaire de <i>Schistocerca Gregaria</i>	06
Figure n°5: Schéma du phénomène de la grégarisation	10
Figure n°6: Répartition géographique du criquet pèlerin dans le monde en périodes de rémission et d'invasion	14
Figure n°7: Infiltration des essaims à partir de la frontière Sud Ouest de l'Algérie	27
Figure n°8: Progression des essaims vers le centre de l'Algérie	27
Figure n°9: L'invasion du criquet pèlerin en Période printanière 2004, 30 Wilayas touchés	28
Figure n°10: L'invasion du criquet pèlerin en période automnale 2005, 17 Wilayas touchés	28
Figure n°11: Infiltration des ailés immatures de criquet pèlerin à partir du Mali et du Niger en automne	29
Figure n°12: Infiltration des essaims d'ailés matures de criquet pèlerin à partir de la région sud ouest en provenance du Sahara occidentale, de la Mauritanie et des régions ouest du Mali	30
Figure n°13: Schéma organisationnel du dispositif national de surveillance et de lutte antiacridienne 2004 - 2005	32
Figure n°14: Dispositif opérationnel de lutte antiacridienne 2004 -2005	33
Figure n°15: Moyens de prospection et de communication radiophonique	41
Figure n°16: Moyens de traitements terrestres	43
Figure n°17: Moyens de prospection et de traitement aériens	43
Figure n°18 : Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de Ghardaïa	46
Figure n°19 : Etage bioclimatique de Ghardaïa selon le climagramme d'EMBERGER	48
Figure n°20: L'invasion du criquet pèlerin en période printanière 2004, 11 communes touchés, dans la wilaya de Ghardaïa.	53
Figure n°21: L'invasion du criquet pèlerin en période Automno - hivernale 2004/ 2005, 12 communes touchées dans la wilaya de Ghardaïa.	54
Figure n°22: Les zones de surveillance printanière et estivale en phase de rémission en Algérie	59
Figure n°23: La stratégie de lutte prévisionnelle en phase automnale	59
Figure n°24: La stratégie de lutte prévisionnelle en phase printanière	60
Figure n°25: les superficies traitées durant la période printanière 2004	62

Figure n°26: les superficies traitées durant la période automno– hivernale 2004/2005, dans la wilaya de Ghardaïa.	63
Figure n°27:les superficies traitées durant la période automno-hivernale .2004/2005, dans la wilaya de Ghardaïa.	64
Figure n°28: les superficies traitées durant le mois de décembre 2004, dans la wilaya de Ghardaïa.	65
Figure n°29: les superficies traitées durant le mois de janvier 2005, dans la wilaya de Ghardaïa.	65

Liste des photos

Intitulé	Page
Photo 1: Dégâts du criquet pèlerin en palmeraie.	67
Photo 2 : <i>Pyrgomorpha conica</i> (Oliver, 1791)	71
Photo 3 : <i>Pyrgomorpha cognata</i> (Uvarov,1943)	71
Photo 4: <i>Acrotylus patruelis</i> (H-S ,1838)	72
Photo 5: <i>Aiolopus thalassinus</i> (Fabricius, 1781)	72
Photo 6: <i>Aiolopus sterpens</i> (Latreille, 1804).	72

Liste des abréviations

- Agri : Agriculteur
- APC : Assemblée populaire communale.,
- A.L.R.C: Anti Locust Research Center.
- A.R.L.C: Anti Locust Research Centre.
- C.E.B.A : comité d'étude de la biologie des acridiens.
- C.I.L.A. : comité interministériel de lutte anti-acridienne.
- C.L.C.P.A.N.O. : Commission de Lutte contre le Criquet Pèlerin en Afrique du Nord-Ouest.
- C.O.P.R: Center for Overseas Pest Research.
- DGF : Direction Générale des Forêts.
- D.L.C.C: Desert Locust Control Committee.
- D.I.C. : Département d'Intervention et de Coordination.
- DSA : Direction des services agricoles.
- E.N.S: Exchoust Nozzle Sprayer.
- EMPRES : Système de prévention et de réponse rapide contre les ravageurs et maladies transfrontières des animaux et des plantes.
- E.C. : Emulsion Concentrated (concentré émulsionnable).
- FAO : Food and Agriculture Organization
- F.Pil : Ferme pilote.
- HCDS : Haut Commissariat au développement de la steppe
- IPV : Inspection de la protection des végétaux
- INPV : Institut National de la protection des végétaux.
- J.Inv : Jeune investisseur
- L.A.A. : lutte anti-acridienne.
- MDN : Ministère de la Défense Nationale.
- O.N.A.A : Office National Anti-Acridien.
- O.C.L.A. : Organisation Commune de Lutte Anti-acridienne.
- O.C.L.A.V. : Organisation commune de lutte antiacridienne et de lutte Anti Aviaire.
- O.C.L.A.L.A.V. : Organisation commune de lutte antiacridienne en Asie du Sud-Ouest (Afghanistan, Iran, Pakistan)
- O.A.D.A. : Organisation Arabe pour le Développement Agricole.
- P.N.U.D. : Programme des Nations Unies pour le Développement.
- SRPV : Station régionale de la protection des végétaux.
- U.B.V. : Ultra Bas Volume.

Sommaire

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Données bibliographiques sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskäl, 1775).

1. Systématique et morphologie du criquet pèlerin	3
1.1 Caractères morphologiques des différents états de développement de <i>Schistocerca gregaria</i>	3
2. Biologie du criquet pèlerin	5
2.1 Comportement sexuel	7
2.1.1 Maturation sexuelle	7
2.1.2 Accouplement	7
2.2 Comportement de ponte	7
2.3 Développement embryonnaire	7
2.4 Ecllosion et mue intermédiaire	8
2.5 Développement larvaire	8
2.6 Développement imaginal	8
2.7 Nombre de générations	9
3 Ecologie du criquet pèlerin	9
4 Polymorphisme phasaire	9
4.1 Rémissions, résurgences, recrudescences et invasion généralisées	10
4.2 Dynamique spatio - temporelle des criquets en fonction des stades larvaires non ailés et essaims ailés	11
4.2.1 Les solitaires	11
4.2.2 Les transiens	11
4.2.3 Les grégaires	12
5 Aires de répartition de <i>Schistocerca gregaria</i>	12
5.1 Dans le monde	12
5.1.1 Aire de répartition de <i>Schistocerca gregaria</i> en phase grégaire	13
5.1.2 Aire de répartition de <i>Schistocerca gregaria</i> en phase solitaire	13
5.2 En Algérie	13
5.3 Dans la région de Ghardaia	14
6. Importance des dégâts	14

7. La lutte contre les criquets pèlerins	16
7.1 Lutte préventive et prospection sur terrain	16
7.1.1 La lutte préventive	16
7.1.2 Les prospections sur terrain	17
7.2 La lutte curative	17
7.2.1 La lutte traditionnelle	17
7.2.2 La lutte mécanique et physique	18
7.2.3 La lutte Chimique	18
7.2.4 La lutte Biologique	19

Chapitre II : Etude du dispositif de la lutte antiacridienne cas de l' invasion 2004 - 2005 en Algerie et a Ghardaïa.

1. Historique du probleme acridien (criquet pélerin) en Algerie	20
2. L' invasion generalisee du criquet pelerin 2004/2005	23
2.1 La gènese de la recrudescence	23
2.2 Developpement de l' invasion acridienne en Algerie et dans la wilaya de Ghardaia ...	24
2.3 Les principaux courants d' invation en algerie	29
2.4 Organisation de la lutte en algerie	30
2.5 Les moyens d' intervention mobilises	33

Chapitre III : Matériels et Méthodes

3.1 Expérience de la wilaya de Ghardaïa durant l' invasion 2004/2005	34
3.1.1 Le dispositif mis en place	34
Le poste de commandement de wilaya (PCW)	34
3.1.2 Les moyens utilisés	39
3.1.2.1 Les moyens humains	39
3.1.2.2 Les Moyens matériels	40
3.1.2.3 Les produits acridicides	41
3.1.3 Les techniques de lutte	42
3.1.3.1 Les pulvérisations terrestres	42
3.1.3.2 La pulvérisation arienne	43
3.2 Inventaire des criquets dans la région de Hassi elfhel dans la wilaya de Ghardaia	44
3.2.1 Présentation des régions d' étude	44
3.2.2 Flore et végétation des régions d' étude	44

3.2.3 Climatologie des régions d'étude	45
3.2.3.1. Classification du climat	46
3.2.3.1.1. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN	46
3.2.3.1.2 Climagramme d'EMBERGER	47
3.2.4 Activités agricoles dans les régions d'étude	49
3.2.5 Matériels utilisés pour l'inventaire des orthoptères	49
a) Sur le terrain	49
b) Au laboratoire	50
3.2.6 Méthode du travail	50
3.2.6.1 Sur le terrain	50
Choix des stations d'étude	50
3.2.6.2 Au laboratoire	51
a) Détermination des espèces capturées	51
b) Conservation des échantillons	51

Chapitre IV : Résultats

4.1 Evaluation de la lutte	52
4.1.1 Les traitements effectués	52
4.1.2 Moyens humains	55
4.1.3 Moyens matériels	56
4.1.3.1 Moyens aériens	56
4.1.3.2 Moyens terrestres	56
4.1.4 Hiérarchisation des leviers d'ordre	57
4.1.5 Impact sur l'environnement et évaluation du niveau de risque	57
4.1.6 Coût de la lutte	58
4.1.7 Des recommandations pour les moyens mobilisés en prévision d'une invasion	58
4.2 Résultats d'inventaire des criquets dans la région de Hassi el Fhel	60

Chapitre V : Discussions

5.1 Comparaison des traitements effectués	62
5.2 Comparaison des dégâts enregistrés	66
5.3 La dynamique des groupements acridienne durant l'invasion	67
5.4 Analyse du dispositif mobilisé lors de l'invasion acridienne 2004-2005	68
5.5 L'inventaire des criquets dans la région de Hassi el Fhel	69

Chapitre VI : Conclusion générale et perspective

Conclusion générale et perspective 73

Résumé :

A l'instar des autres régions sahariennes, la wilaya de Ghardaïa, a mis en place un dispositif de lutte anti caridienne conséquent et opérationnel lors des invasions acridiennes par l'installation du Poste de commandement PCW. La présente étude s'est penchée sur l'analyse du dispositif lors de l'invasion de 2004/2005 où nous nous sommes attelés à faire l'audit du plan de prévention et de lutte. L'analyse vise à mettre en exergue tant les points négatifs que positifs relatifs aux composantes et au fonctionnement du dit dispositif : moyens humains et matériels, hiérarchisation des leviers de l'ordre, niveau d'évaluation du risque. Aussi, un inventaire des criquets a été réalisé dans la zone de Hassi El fhel (wilaya de Ghardaïa), 05 espèces trouvées appartiennent au sous ordre des Cælifères.

D'après les résultats de cette étude, une stratégie de lutte préventive, réalisée de façon efficace et pérenne, est l'approche la mieux adaptée à la problématique du criquet pèlerin.

Mots clefs : dispositif de lutte, invasion acridienne, Ghardaïa, Hassi Fhel, *Schistocerca gregaria*, Traitement phytosanitaire,

Abstract :

As other Sahara regions, Ghardaïa initiated and implemented an anti-locusts fighting system. This one will be operational during all eventual locust invasions with the installation of the Command Post. This study focused on the analysis of the device during the invasion of 2004/2005 where we hitched to audit the prevention and control plan. The analysis aims to highlight the negative and positive points about the components and operation of the device in question: human and material resources, prioritization of the levers of the order, risk assessment level. Also, an inventory of locusts has been achieved in the area of Hassi El fhel (wilaya of Ghardaia), 05 species found belong to the Cælifères sub-order.

According to the results of this study, a preventive control strategy, carried out in an effective way and perennial, is the most suited approach to the problematic of the desert locust.

Keywords: device control, locust, Ghardaia, Hassi FHEL, *Schistocerca gregaria*, Phytosanitary treatment,

ملخص:

مثل باقي مناطق الوطن الصحراوية، ولاية غرداية، وضعت جهاز عملي لمكافحة غزو الجراد خلال جميع الغزوات السابقة. في هذه الدراسة نتناول تحليل الغزو الأخير 2004/2005، حيث تم أنشا مركز قيادة الولاية لمكافحة الجراد ، و وضعت خطة عمل للوقاية والمكافحة. وهذا التحليل يهدف إلى تسليط الضوء على النقاط السلبية والإيجابية على حد سواء و المتعلقة بتركيبة و تسيير جهاز مكافحة: الموارد البشرية، الموارد المادية، تحديد الأولويات حسب السلم التصاعدي، مستوى تقييم المخاطر. وقد تم جرد ميداني لأنواع الجراد في منطقة حاسي لفحل (ولاية غرداية)، حيث وجدت 05 أنواع من الجراد تنتمي إلى رتيبة "كيليفلو".

من خلال نتائج هذه الدراسة، يتبين أن استراتيجية مكافحة الوقاية، التي تنفذ بطريقة فعالة ومستدامة، هي الحل الأنسب لمشكلة الجراد الصحراوي.

كلمات مفتاحية : جهاز مكافحة، غزو الجراد، ولاية غرداية، حاسي الفحل، شيستوسيركا قريقاريا، المعالجة الصحة النباتية.

Introduction générale

Depuis l'apparition de l'agriculture, il n'y a pratiquement aucun groupe d'animaux que celui des acridiens, sans distinction d'espèces, qui soient les plus redoutables ennemis de l'homme. Présentés dans l'ancien testament comme l'une des plus terrifiantes et catastrophiques manifestations naturelles (PASQUIER ET GERBINOT, 1945) et considérés comme la huitième plaie de l'Egypte depuis l'exode (DAJOZ, 1983), les criquets n'ont jamais cessé d'affronter l'humanité avec leurs pullulations épisodiques (DURANTON et al., 1979).

Le plus grand nombre de ces espèces déclarées nuisibles à l'agriculture par le « Center of Overseas Pest Research » (HAMDI, 1989) se trouvent localisées sur le continent Africain, dont 17 espèces de *Caelifères Acrididae* en Afrique du Nord. En Algérie, on retrouve beaucoup d'acridiens locustes et sautériaux dont les dégâts sont parfois très importants sur les cultures (DOUMANDJI-MITICHE et DOUMANDJI, 1994). Les conditions éco-climatiques du Sahara surtout, confèrent à cette région géographique non seulement un habitat permanent favorable au maintien, au développement et à la reproduction de ces espèces acridiennes, mais aussi une zone de transition et de dispersion pour les locustes, en période de rémission ou en période d'invasion (POPOV et al., 1991).

Le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) est un acridien redoutable par ses facultés migratrices démesurées entraînant des pertes agricoles énormes dont les conséquences, sur le plan économique, social, et écologique sont désastreuses. De part sa situation géographique et l'existence d'une aire de rémission qui couvre tout son Sahara, l'Algérie a été sujette à de nombreuses invasions l'inscrivant parmi les pays où les acridiens ont une grande importance économique (DOUMANDJI ET DOUMANDJI-MITICHE, 1994; GUENDOZ-BENRIMA, 2005).

La lutte contre ce fléau devrait être essentiellement préventive, donc il serait fondamental de développer et d'améliorer les techniques de la prospection notamment en étudiant les possibilités offertes par la télédétection et par une meilleure connaissance des données météorologiques. Mais dans la mesure où la lutte préventive risque de demeurer insuffisante, le recours à la lutte curative reste incontournable pour faire face aux invasions et aux recrudescences des populations du criquet pèlerin. La lutte curative contre ce ravageur est essentiellement chimique. Les matières actives utilisées appartiennent à trois familles, les

organophosphorés, les carbamates et les pyréthrinoides de synthèse (BARBOUCHE et *al.*, 2001).

La lutte contre les invasions représente un coût élevé pour la communauté internationale et une menace pour l'environnement. La FAO et son « Groupe Acridiens » jouent un rôle irremplaçable dans la coordination des activités de surveillance et de lutte à l'échelon international. Au cours de ces dernières années, ils ont joué un rôle moteur pour renforcer le dispositif de coopération régionale, améliorer les techniques de surveillance et de lutte, promouvoir – via le programme EMPRES (Emergency Prevention System) – une stratégie de prévention renouvelée. La réussite de ce programme est vitale pour assurer l'avenir de la lutte préventive et la durabilité du système d'alerte précoce contre ce ravageur majeur. La recrudescence actuelle du criquet pèlerin montre bien que la menace est toujours présente et que les aires grégarigènes contenues dans les pays sahéliens d'Afrique de l'Ouest peuvent jouer un rôle important dans les départs d'invasion. Pour ces pays, la mobilisation des financements internationaux nécessaires au renforcement de leurs capacités de surveillance et de lutte est malheureusement trop lente. LECOQ (2004).

L'Algérie, comme tous les pays de la commission de lutte contre le criquet pèlerin en région occidentale (CLCPRO), a adopté depuis les années 60 la stratégie de la lutte préventive qui consiste à surveiller les zones potentielles de reproduction du criquet afin de détruire les premières concentrations avant le déclenchement de l'invasion. Cette stratégie est basée sur l'organisation d'un dispositif national de surveillance et de lutte antiacridienne qui est l'objet de cette étude (INPV, 2011).

Dans cette étude nous avons élaboré un inventaire des criquets présents dans la région de Hassi El Fhel, Wilaya de Ghardaïa, et ce, dans deux milieux cultivés différents.

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Données bibliographiques sur le criquet pèlerin

***Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775):**

1. Systématique et morphologie du criquet pèlerin :

L'étude globale de la position taxonomique de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) a été effectuée par plusieurs auteurs dont CHOPARD (1943), DIRSH (1965, 1975), UVAROV (1966), LOUVEAU et BENHALIMA (1987), qui la présentent comme dans le tableau suivant :

Tableau n° : 1 La position taxonomique de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775)

Classe :	<i>Insectes</i>
Sous classe :	<i>Ptérygotes</i>
Super ordre :	<i>Orthopteroïdes</i>
Ordre :	<i>Orthoptères</i>
Sous ordre :	<i>Caelifères</i>
Super famille :	<i>Acrideidea</i>
Famille :	<i>Cyrtacanthacrdinae</i>
Genre :	<i>Schistocerca</i>
Espèce :	<i>Schistocerca gregaria</i>

1.1 Caractères morphologiques des différents états de développement de

***Schistocerca gregaria*:**

Les caractères morphologiques des différents états de développement de *Schistocerca gregaria* en phases solitaire et grégaire sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n°2 : Caractères morphologiques des différents états de développement de *Schistocerca gregaria* en phases solitaire et grégaire

Etat de développement	Chez les solitaires	Chez les grégaires
L'œuf	Une forme allongée légèrement incurvée d'une couleur beige à brunâtre. La taille de l'œuf est comprise entre 7 et 8 mm	Même que les solitaires
	Les œufs produits par les solitaires sont plus petits et plus nombreux	Les œufs produits par les grégaires sont plus gros et moins nombreux
	L'oothèque des solitaires ressemble dans la taille et la forme à celle des grégaires	Même que les solitaires
	La femelle peut pondre de 110 à 140 œufs.	La femelle peut pondre de 60 à 80 œufs.
Larve	Larves ont une pigmentation uniforme, verte au cours des premiers stades, pouvant devenir brune en fin de développement.).(Fig.2-a, b, c, d, e)	Les deux premiers stades présentent une pigmentation noire, les autres stades présentent une maculature assez développée (Fig.3, a, b, c, d, e)
L'imago	Une couleur d'un jaune sable, brune ou grise. Sur le pronotum se dessinent des macules et des lignes sombres (Fig.2-f).	La disparition des macules et des lignes brunâtres thoraciques. (Fig.3-f).
	Les individus immatures, les ailes sont hyalines	Les imagos immatures sont roses
	Les individus matures, les ailes deviennent légèrement jaunâtres	Les imagos matures sont de coloration jaune uniforme. Les ailes sont légèrement jaunâtres
L'adulte	Présente des antennes filiformes, un pronotum convexe latéralement.	Présente des antennes filiformes, un pronotum concave latéralement
	Une longueur des ailes et des élytres dépassant nettement l'extrémité abdominale	Même que les solitaires
	L'extrémité abdominale. Chez les mâles (Figure n°:1a), un repli couvrant toute la partie inférieure de l'extrémité de l'abdomen. la plaque sous génitale. Chez la femelle (Figure n°:1.b), les valves génitales dorsales et ventrales, généralement durcies et sombres, sont nettement visibles. L'ensemble de ces valves constitue l'organe de ponte ou oviscapte	Même que les solitaires

(DURANTON et LECOQ, 1990 ; LAUNOIS-LUONG et POPOV, 1992, POPOV et al ., 1990 et MESTRE ,1988)



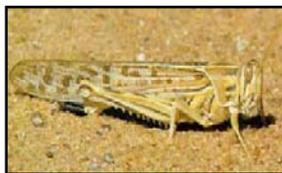
a_ Extrémité abdominale du mâle

b_ Extrémité abdominale de la femelle

Figure n°1 : Extrémités abdominales mâle et femelle du Criquet pèlerin
(BEZAZE, 2006).

2. Biologie du criquet pèlerin :

Le cycle biologique du criquet pèlerin, comprend comme chez les autres espèces de criquets trois états successifs : l'état embryonnaire, l'état larvaire et l'état imaginaire, il s'agit donc d'une métamorphose incomplète (DURANTON et LECOQ, 1990; NUREIN, 1989) (Figure n°: 4).



f_ Imago



a_ Larve 1



b_ Larve 2



e_ Larve 5



d_ Larve 4



c_ Larve 3

Figure n°2 : Les stades larvaires et l'imago de la forme solitaire chez le criquet pèlerin
(DURANTON et LECOQ, 1990).

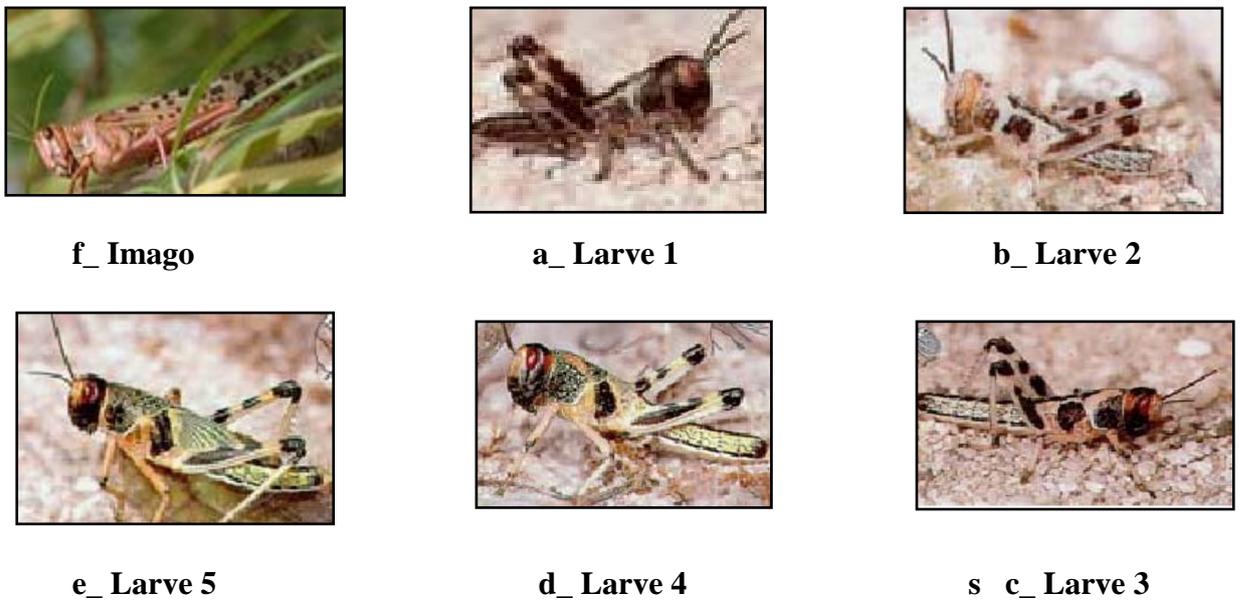


Figure n°3 : Les stades larvaires et l'imago de la forme grégaire chez le criquet pèlerin. (DURANTON et LECOQ, 1990).

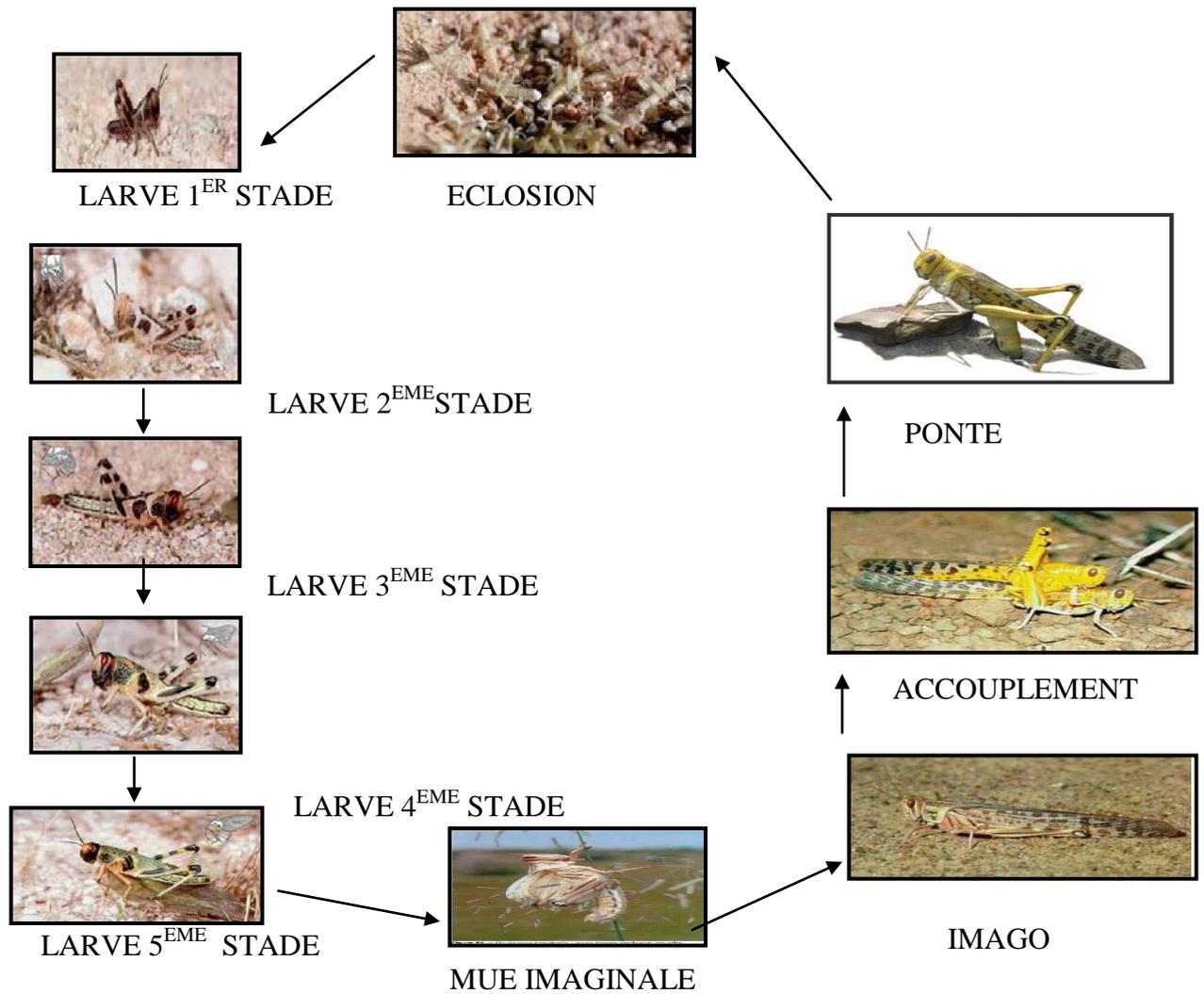


Figure n°4: Cycle biologique grégaire de *Schistocerca Gregaria* (DURANTON ET LECOQ, 1990)

2.1. Comportement sexuel

2.1.1. Maturation sexuelle :

Cette maturation sexuelle selon DURANTON et LECOQ, (1990) est en fonction des conditions externes, parmi lesquelles l'alimentation joue un rôle important puisque les réserves nutritives servent aussi au développement de l'ovogenèse et de la spermatogenèse d'où atteinte de la maturité sexuelle (PAPILLON-TCHELEBI ,1962 ; LAUNOIS-LUONG ,1975 et LAUNOIS-LUONG ET LECOQ, 1993).

2.1.2. Accouplement

La période d'accouplement chez *Schistocerca gregaria* commence lorsque la femelle débute sa vitellogenèse. Elle se termine avec l'oviposition. En effet les femelles acceptent de s'accoupler uniquement durant cette période. Pour cela, ces dernières manifestent certains comportements ou alors dégagent une phéromone sexuelle (acide pentanoïc) produite durant l'ovogenèse qui stimule le comportement sexuelle des mâles mûrs (FERENZ & SEIDELMANN, 2003).

2.2. Comportement de ponte

Après avoir recherché un endroit propice pour déposer ses œufs, la femelle fore alors le trou de ponte définitif grâce à son oviscapte en allongeant son abdomen le double de sa taille normale. Souvent le mâle reste agrippé à la femelle pendant cette période. Les œufs sont déposés au fond du trou de ponte sous forme d'oothèque qui sera bouchée par une substance spumeuse blanchâtre. Celle-ci comble le trou de ponte et sert de protection thermique et hydrique (BEDECARRATS et *al.*, 2002).

D'après NUREIN (1989) ; DHOUIBI et JARRAYA (1990), les femelles grégaires peuvent déposer au courant de leur vie 5 à 10 oothèques contenant chacune de 50 à 80 œufs. En outre, les femelles solitaires déposent en moyenne 3 pontes ou plus. Le nombre moyen d'œufs pondus est de 80 à 140 (LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989).

La durée d'incubation est la même pour les deux phases : de 11 à 60 jours selon les conditions écologiques (PEDGLEY 1981 in POPOV et *al.*, 1991).

2.3. Développement embryonnaire

Selon POPOV et *al.* (1991) et ANONYME (1993), l'embryogenèse est en fonction des conditions d'incubation ; chez les solitaires elle est de 12 jours dans de bonnes conditions et de 65 jours en mauvaises conditions. Chez les grégaires, elle dure 10 jours en bonnes conditions et

80 jours en mauvaises conditions.les grégaires se développent légèrement plus vite que les solitaires (DURANTON et LECOQ, 1990).

2.4. Ecllosion et mue intermédiaire

D'après CHOPARD (1938), l'éclosion est déterminée non seulement par la maturité des oeufs, mais aussi par des conditions diurnes. La température stimule l'activité de la jeune larve prête à éclore. L'humidité et la lumière jouent un rôle dans le déterminisme de l'éclosion. Selon DURANTON et LECOQ (1990), l'éclosion se produit en fin de développement embryonnaire pour donner une larve dite vermiforme. Elle est entourée d'une cuticule embryonnaire qui facilite sa reptation jusqu'à la surface du sol.Dès sa sortie à l'air libre, cette larve se débarrasse de sa cuticule au cours de la mue intermédiaire et devient alors une larve de premier stade (DURANTON et LECOQ, 1990). Autour de l'orifice de sortie de l'oothèque on remarque des peaux blanchâtres (BEDECARRATS et al., 2002).

2.5. Développement larvaire

Selon DURANTON et LECOQ (1990) les larves du criquet pèlerin passent de l'éclosion à l'état imaginal par 5 stades chez les grégaires et 6 le plus souvent chez les solitaires. Le stade supplémentaire se situe entre le troisième et le quatrième stade. La durée du développement larvaire varie essentiellement en fonction de la température de l'air.

Dans la zone méditerranéenne, la durée du développement larvaire pour les grégaires se situe entre 28 et 48 jours (PEDEGLE, 1981 cité par POPOV et al., 1991). Au Sahel, par contre, elle dure une trentaine de jours en moyenne (LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989). Les différents stades larvaires de *S. gregaria* sont illustrés par la figure n°: 2 et 3

2.6. Développement imaginal :

La larve du cinquième stade subit une mue imaginale qui donne naissance à l'imago. Par la suite l'insecte déploie ses ailes et les laisse sécher en position droite avant de les replier à l'arrière du corps selon certaines nervures longitudinales (BEDECARRATS et al., 2002).

Deux à quatre semaines après la mue imaginale, les adultes ont acquis leur maturité sexuelle et dès lors les insectes s'accouplent et pondent (BEDECARRATS et al. 2002). La longévité des imagos est comprise entre 34 et 230 jours selon que les conditions écologiques soient bonnes ou alors mauvaises. Ainsi la durée totale d'une génération varie de 50 à 332 jours pour les grégaires et de 58 à 310 jours pour les solitaires (LATCHININSKY et LAUNOIS-LUONG, 1997).

2.7. Nombre de générations :

D'après DURANTON et LECOQ (1990), le nombre annuel de générations du criquet pèlerin varie entre 2 et 3 (voir 4) selon les conditions écologiques. LAUNOIS-LUONG et LECOQ (1989) signalent que ces générations prennent naissance chacune dans des zones différentes fort éloignées les unes des autres, le criquet pèlerin effectuant de nombreuses migrations au cours de l'année afin d'exploiter au mieux les brèves périodes de pluies saisonnières. D'après GILON (1989) cité par ZERGOUNE (1994), le criquet pèlerin peut avoir quatre à cinq générations successives dans l'année.

3. Ecologie du criquet pèlerin :

Le criquet pèlerin est une espèce xérophile des régions désertiques, géophytophile, à régime alimentaire mixte, on le trouve dans les formations steppiques aux sols sableux ou sablo argileux à végétation constituée de quelques buissons d'herbes pérennes ayant moins d'un mètre de hauteur et de plantes annuelles apparaissant après les pluies (LAUNOIS-LUONG et LECOQ, 1989).

HASKELL (1982), a noté que les milieux de vie de *Schistocerca gregaria* varient selon l'état grégaire ou à l'état solitaire.

Cependant, un biotope à criquet pèlerin peut dès lors être défini comme une unité territoriale écologiquement homogène susceptible d'offrir des conditions plus ou moins favorables au développement de populations de cet acridien, ce qui implique que les biotopes soient spatialement et temporellement délimités (DURANTON et LECOQ, 1990).

KAIDI (2007), Il est à noter que les substrats géologiques et pédologiques, l'hydrologie, la topographie, sont autant de composantes qui déterminent la structure des paysages et permettent de délimiter les unités territoriales écologiquement homogènes. Pratiquement, les ruptures d'homogénéité de la structure et de la composition floristique du tapis végétal constituent des indications naturelles, faciles à appréhender sur le terrain, permettant de définir les limites spatiales des biotopes à criquet pèlerin.

4. Polymorphisme phasaire :

Chez les acridiens, le polymorphisme phasaire désigne la faculté qu'ont les individus d'une même espèce de présenter des formes variées et réversibles (ALBRECHT, 1967). Parmi les acridiens, le criquet pèlerin est considéré comme l'espèce la plus grégariapte. Les phases solitaire et grégaire représentent deux extrêmes d'une série polymorphe continue (UVAROV, 1928 in ALBRECHT, 1967). Entre les deux phases il existe deux états

intermédiaires appelés *transiens* (Figure n° 5). Les criquets sont *transiens congregans* quand ils évoluent vers la phase grégaire et *transiens dissocians* lorsqu'ils évoluent vers la phase solitaire (ZOLOTAREVSKY, 1946).

DURANTON et LECOQ (1990) résument ces étapes comme suit :

La concentration : sur des superficies réduites offrant des conditions favorables au criquet pèlerin ; elle peut se réaliser, d'une part, à l'échelle synoptique grâce au regroupement d'imagos solitaires par les systèmes de vents et/ou, d'autre part, à la méso-échelle par réduction des surfaces habitables.

La multiplication : permet une augmentation des effectifs, si des conditions écologiques optimales se maintiennent.

La grégarisation : si la densité critique est atteinte et maintenue au moins le temps d'une génération ; en réalité, le passage de la phase solitaire-type à la phase grégaire-type nécessitera le maintien de conditions favorables pendant au moins 4 générations successives.

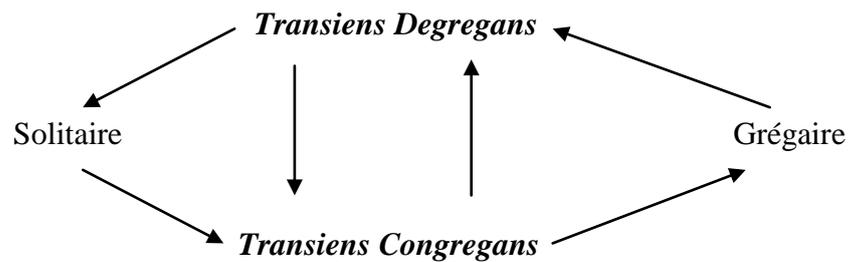


Figure n° 5 : Schéma du phénomène de la grégarisation (DOUMANDJI et DOUMANDJI-MITICHE, 1994).

4.1 Rémissions, résurgences, recrudescences et invasion généralisées :

Les invasions généralisées du criquet pèlerin se produisent suite à une série d'événements au cours desquels les effectifs acridiens se sont accrus. Cela commence par une période de rémission normalement calme, suivie par des résurgences localisées et des recrudescences à partir desquelles une invasion généralisée peut se développer et finalement se résorber, permettant un retour à une période de rémission.

Selon CRESSMAN et SYMMONS (2001), depuis 1860, neuf invasions généralisées et dix recrudescences majeures, interrompues par des périodes de rémission et des résurgences localisées, ont eu lieu. Ces dernières ont duré de quelques mois à plusieurs années.

4.2 Dynamique spatio - temporelle des criquets en fonction des stades

larvaires non ailés et essais ailés :

Selon une étude faite par GUENDOOUZ-BENRIMA et al (2011), sur les cartes de distribution du Criquet pèlerin (imago et larves) en algérie, nous font accéder a la répartition de cet acridien au niveau des différents secteurs sahariens a l'état solitaire, transiens et grégaire, et a la localisation des zones de reproductions des différentes phases ; ce qui conduit a en préciser la dynamique spatio-temporelle des **Solitaires, transiens et grégaires**.

4.2.1 Les solitaires :

Les ailes du Criquet pèlerin à l'état solitaire, entre janvier et juin, sont essentiellement repartis au niveau du Sahara central et méridional. Quelques rares signalisations sont observées principalement en mars et avril au Sahara septentrional. Les pluies hiverno-printanières qui touchent cette zone permettent le maintien des populations notamment au Sahara central. L'apparition de quelques biotopes a solitaires au niveau du Sahara septentrional peut s'expliquer du fait de la présence de périmètres irrigués qui assurent le maintien d'un tapis végétal hospitalier assez longtemps. Nous avons constaté qu'au mois de mai, la fréquence des ailes est relativement faible, cela est du probablement aux faibles prospections a cette période donc a un sous échantillonnage des situations solitaires. A partir du mois de juillet, les individus commencent a quitter ces biotopes pour aller plus au Sud. Les signalisations sont plus fréquentes dans les piernonts du Hoggar d'octobre à décembre. Les pluies estivales qui touchent le Sahara méridional et une partie du Sahara central permettent une augmentation des effectifs des populations solitaires vers ces zones à partir du mois de septembre jusqu'au mois de décembre.

Notons que les signalisations de larves sont été beaucoup moins nombreuses que celles des ailes. Les faibles fréquences de celles-ci, nous ont permis de remarquer que l'apparition des larves suit néanmoins celles des ailes.

4.2.2 Les transiens :

Les transiens sont largement repartis dans le Sud algérien, exploitent tous les biotopes des différents domaines sahariens allant du Sahara septentrional au Sahara méridional. La présence des périmètres irrigués renforce la multiplication des populations acridiennes et leur maintien pendant une assez longue période. Les plus hautes fréquences sont notées

dans la région de Tindouf. La deuxième zone de haute fréquence est observée au niveau des régions de Bechar et d'Adrar ceci est lié à la présence de pivots.

La présence des larves Transiens dans les biotopes prospectés nous a permis de constater qu'il y a déjà une reproduction entre mars et mai entre le Sahara septentrional et le Sahara central, après les pluies méditerranéennes qui sont fréquentes dans ces zones en cette période de l'année.

4.2.3 Les grégaires :

Les populations grégaires couvrent une bonne partie du Sahara algérien. Les essaims remontent parfois jusqu'à la longitude 35°N. Rappelons que les archives de l'INPV, contiennent des relèves réalisées pendant une période d'invasion (1987-1989) et d'une période de recrudescence plus ou moins importantes (1993-1995). Les plus hautes fréquences sont notées dans la région de Tindouf. Les cartes de fréquences des ailes grégaires font ressortir que les grégaires arrivent au Sahara nord occidental au-delà du 25° parallèle N à partir de la Mauritanie, dès les mois de janvier et de février. À ces populations s'ajoutent celles qui arrivent de l'extrême Sud algérien à partir du mois de mai. Au mois d'août et de septembre, une très faible activité acridienne est signalée. Les remontées de populations reprennent à partir d'octobre. Il se pourrait qu'il s'agisse beaucoup plus de population fortement transiens que de vrais grégaires, sachant que la répartition des grégaires peut être beaucoup plus septentrional.

La chronologie de l'apparition et la distribution des bandes larvaires suit un déroulement similaire à celui des essaims.

5. Aires de répartition de *Schistocerca gregaria* :

La distribution géographique des Orthoptères se trouve conditionnée avant tout par la température d'où l'existence d'espèces tropicales ou subtropicales (CHOPARD, 1943).

5.1. Dans le monde :

Comme toutes les espèces migratoires, le criquet pèlerin présente une aire de répartition très vaste, et comme chaque espèce possède une zone d'habitat permanente où on la trouve que sous sa forme solitaire et une zone d'habitat temporaire où on ne rencontre exclusivement que la forme migratrice. Les grégaires sont plus résistants aux conditions écologiques défavorables que les solitaires et ont une amplitude écologique plus large, les solitaires quant à eux, exigent des conditions écologiques plus strictes et leur aire de

distribution est de ce fait, moins étendue que celle des grégaires (DURANTON et LECOQ, 1990).

5.1.1 Aire de répartition de *Schistocerca gregaria* en phase grégaire

L'aire d'invasion du criquet pèlerin couvre l'Afrique, au nord de l'équateur, le Moyen-Orient, les péninsules arabiques et Indo-pakistanaise et parfois l'Europe méditerranéenne (**Figure n° :6**). Cela représente au total 57 pays et plus de 20% des terres émergées (29 millions Km²). Ces régions sont tour à tour touchées par les essaims au cours de ces migrations saisonnières (LAUNOIS – LUONG & POPOV, 1992).

5.1.2 Aire de répartition de *Schistocerca gregaria* en phase solitaire

En période de rémission, les populations des solitaires peuvent se retrouver dans un territoire regroupant une trentaine de pays qui s'étend sur 16 millions de Km². (CHARA, 1995).

D'après STEEDMAN(1988), le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (forskål) se reproduit généralement à l'état solitaire dans les régions arides ou semi-arides de l'Afrique du nord, du sahel (Burkina Faso, Tchad, Mali, Mauritanie, et Le Niger), de La Péninsule Arabique (Arabie Saoudite, Oman Et Yémen) et de L'Asie du Sud Ouest (Afghanistan, Iran, Inde, et Pakistan).

5.2 En Algérie :

En période de rémission, POPOV (1997) a divisé la région du sud algérien en deux parties selon le 22ème parallèle Nord, avec une reproduction intervenant le plus souvent en été au Sud de celui-ci et au printemps le plus souvent au Nord. Il s'agit là d'un des lieux de plus haute fréquence de reproduction durant cette période.

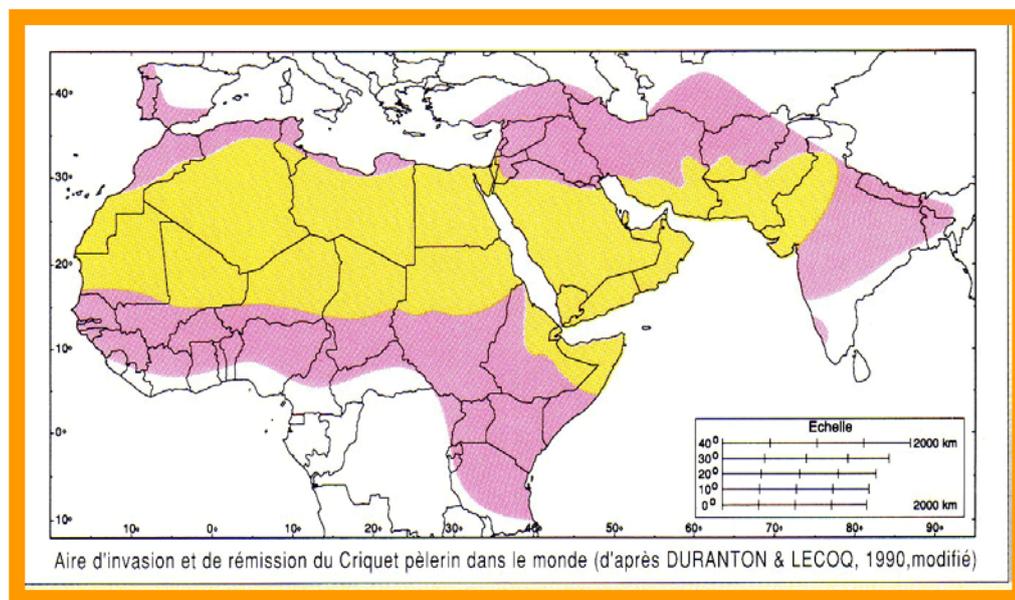
En effet, selon les données de la FAO-COPR citées par GUENDOZ-BENRIMA en 2005, les individus du criquet pèlerin à l'état solitaire (ou faiblement transiens) se répartissent essentiellement dans la zone désertique. Deux reproductions sont possibles : une printanière au Sahara central et qui est plus abondante et une deuxième automnale au Sahara méridional. Cependant, les remontées de populations vers la zone septentrionale sont essentiellement dues à la présence d'individus transiens, considérés comme non grégaires par la FAO.

D'après CHOPARD (1943), *S. Gregaria* en Algérie est signalée sous sa forme solitaire dans la région de Laghouat et au Hoggar (Tamanrasset). Elle est aussi signalée à Adrar et Ain Salah (KHIDER, 1999). Les zones d'épandage des eaux de pluie, les lits d'oued et les inters

dunes constituent l'aire d'habitat permanent ou l'aire de distribution de l'espèce (SITOUH, 1976; LAZAR, 2005).

5.3 Dans la région de Ghardaia :

Selon l'IPV de la DSA de Ghardaia (2013), les populations de *Schistocerca gregaria solitaire* ont été signalée dans les communes de Ménia, Hassi el fhel, Mansoura, Metlili et Guerrara pendant la période estivale, de juin à septembre dans les périmètres agricoles pratiquant les céréales d'été, sorgho et maïs sous pivots.



— Aire d'invasion
— Aire de rémission

Figure n°6 : Répartition géographique du criquet pèlerin dans le monde en périodes de rémission et d'invasion (CNLCP, 2008)

6. Importance des dégâts :

Dans le monde, plusieurs espèces acridiennes sont susceptibles de causer des dégâts au patrimoine agro- sylvo- pastoral. Le criquet pèlerin est l'espèce la plus dévastatrice, compte tenu de ses potentialités bio – écologiques exceptionnelles par rapport aux autres espèces acridiennes. Il est considéré depuis la haute antiquité comme l'un des principaux fléaux de l'humanité, engendrant désastre et famine. Lors des invasions de cette espèce, presque aucune espèce végétale que ce soit cultivée ou spontanée n'est épargnée à cause de sa polyphagie et sa voracité (CHERIEF, 2000).

Selon DURANTON et *al.*, (1982) chaque criquet peut consommer quotidiennement l'équivalent de 30 à 70 % de son poids (2gr) en aliment frais et pourrait atteindre 100% en

phase grégaire. Un essaim moyen qui couvre environ 10 km² dévore 1000 tonnes de végétation fraîche par jour (COPR, 1982 in HUIS, 1993 ; KRALL et HEROK, 1997).

Les dégâts causés par *Schistocerca gregaria* sur l'agriculture d'un pays donné peuvent se répercuter sur son économie (HASKELL, 1982).

Quelques chiffres très démonstratifs concernant les pertes dues aux invasions acridiennes dans différents pays sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau n°3: Pertes dues aux invasions acridiennes dans différents pays.

Pays	Année	Estimation des pertes
Algérie	1866	19 652 981 million de francs français (équivalent de 52 millions d'€ de 2003)
Maroc	1954-1955	4500 000 €
lybie	1941	Un million de pieds de vignes
Soudan	1954	55 000 tonnes de céréales
Sénégal	1951	16 000 tonnes de mil
Mauritanie	1987-1989	- 60% sur 200 000 ha de pâturage attaqués. -70% 400 000 ha de cultures pluviales. -50% sur 400 000 ha de cultures irriguées.
Niger	1987-1989	50% sur 1 million d'ha de pâturage attaqués. -1/3 du rendement sur 12 000 ha de cultures pluviales.
Mali	1987-1989	-65 à 90% sur 700 000 ha du pâturage. -5 à 75% 300 000 ha de cultures pluviales. -85% à 100% sur 550 ha de cultures maraîchères attaquées. -35% sur 200 ha d'arboricultures.

(FAD, 2003 cité par LECOQ, 2003)

Outre l'incidence des dégâts, il faut prendre en considération le coût de la lutte en périodes d'invasions. En effet, il a fallu plusieurs années de lutte et plus de 300 millions de dollars pour venir à bout de l'invasion du criquet pèlerin de 1987-1989 (LECOQ, 2004).

BENHALIMA (2006) signale que l'avant dernière invasion 1986-1989 et la dernière invasion 2003-2005 ont nécessité respectivement le traitement de 16 et 13 millions d'hectares et ont mobilisé près de 1 milliard de \$EU.

7. La lutte contre les criquets pèlerins :

La stratégie actuelle des pays menacés par le Criquet pèlerin recommandée par la FAO, est la prévention des invasions, La surveillance et la lutte dans ce domaine s'effectue à trois niveaux :

- 1- Surveillance des conditions écologiques dans les aires potentielles de reproduction et de grégarisation (données météorologiques, imagerie satellitaire).
- 2- L'organisation de prospections, aériennes et terrestres, dans les aires devenues potentiellement favorables à la suite de précipitations abondantes.
- 3- La lutte contre toutes les populations des criquets dépassant un certain seuil, principalement dans les biotopes réputés constitué des foyers grégarigènes (DURANTON et LECOQ, 1990).

7.1 Lutte préventive et prospection sur terrain :

Le meilleur objectif à fixer pour les interventions contre les invasions du criquet pèlerin devrait être de les empêcher de se reproduire. Il convient donc d'admettre que pour se prémunir durablement contre ces invasions il faut privilégier la lutte préventive. (RACHADI, 1991)

7.1.1 La lutte préventive :

Elle vise à intervenir dès les premiers rassemblements du criquet de type solitaire à partir du moment où leur densité dépasse le seuil critique de déclenchement du processus de grégarisation. Il ne s'agit donc pas de lutter contre les grégaires qui n'apparaîtront qu'après deux générations successives d'augmentation des effectifs, mais d'anticiper le fléau par une intervention précoce ayant pour objectif de diminuer les densités pour obliger les individus du criquet pèlerin à se maintenir en phase solitaire inoffensive. Les densités obligeant à conduire les opérations de lutte chimique ou non chimique sont très faibles, elles sont comprises entre 250 et 500 ailés par hectare ou 10 fois plus pour les larves.

Selon BENHALIMA (2006), le concept de la lutte préventive contre le criquet pèlerin est très ancien, il est évoqué pour la première fois en 1955 par la FAO. Le même auteur explique que les connaissances actuellement disponibles sur la bio-écologie, la dynamique et le comportement des populations acridiennes, les expériences de terrain accumulées par les ressources humaines des pays concernés, les moyens offerts par les technologies nouvelles (imagerie satellitaire, les moyens d'orientation : GPS et DPGS, les

moyens de récolte et de transformation de l'information) permettent de conduire de façon scientifique et efficace la stratégie de lutte préventive. Il ajoute que les financements requis pour une année de lutte préventive sont 100 fois moins élevés que ceux d'une année de lutte curative en période d'invasion. C'est dans cet esprit, explique le même auteur que le programme EMPRES a été initié en 1994 ayant pour objectif la mise en place de dispositifs durables capables d'assurer en permanence une alerte précoce, une réponse rapide et une recherche opérationnelle dans les pays renfermant des aires grégarigènes.

7.1.2 Les prospections sur terrain :

Selon CRESSMAN (2001), une approche spécifique s'impose pour effectuer le suivi des Criquets pèlerins et de leur habitat afin de recueillir un maximum d'informations le plus vite possible et en utilisant le minimum de ressources. Les prospections doivent être planifiées en fonction de la situation acridienne, des conditions écologiques de terrain et du risque que des populations se développent ultérieurement, nécessitant un suivi complémentaire et peut-être un traitement.

Selon le même auteur, Il existe trois méthodes de prospection: les transects pédestres, les transects par véhicule et les transects aériens. Ces méthodes peuvent être utilisées lors des prospections extensives et intensives.

7.2. La lutte curative :

Une fois le fléau acridien déclaré, il n'y a plus d'autre alternative que la lutte curative. Le combat doit être organisé en situation d'urgence soit sur des sites précis, soit plus généralement sur des aires très vastes et discontinues. Quand le risque d'invasion généralisée est évident, tous les moyens nationaux et internationaux doivent être coordonnés et mis en œuvre à bon escient, afin de diminuer les effectifs acridiens en circulation pour ramener la situation sous contrôle et la conduire vers un état de rémission (LAUNOIS-LUONG et RACHADI, 1988 ; RACHADI, 1991).

7.2.1. La lutte traditionnelle

La lutte traditionnelle fait appel aux prières individuelles ou collectives, aux incantations, aux gris-gris féticheurs et même à l'enrobage des cadavres des criquets dans du beurre rance et les lanternes allumées au dessus des mares (ANONYME, 1991 et ROWLEY, 1994 cité par HALOUANE, 1997).

7.2.2. La lutte mécanique et physique :

Les méthodes de lutte mécanique contre le criquet sont très anciennes. Ces méthodes diffèrent selon qu'il s'agit de détruire les œufs, les larves ou les ailés (DURANTON et al., 1987) .

7.2.3 La lutte Chimique :

La lutte chimique est actuellement la seule arme disponible pour juguler les fléaux acridiens de grandes ampleurs qui sont d'ordre locale, nationale ou internationale .Néanmoins elle doit être employée à bon escient et les traitements doivent être réalisés dans le respect des règles de bon usage (LAUNOIS-LUONG et al., 1988 ; RACHADI., 2005).

La lutte curative repose sur une utilisation exclusive de produits acridicides. Ces produits appartiennent aux classes chimiques suivantes : organophosphorés, carbamates et pyréthrénoïdes de synthèse (MOUMEN, 1995 ; DOBSON, 2001). Les principales familles conventionnelles utilisées en lutte anti-acridienne leurs avantages et leurs inconvénients sont présentés dans le tableau (**Tableau n°4**).

Tableau n° : 4 Avantages et inconvénients des principales familles conventionnelles des produits chimiques utilisées en lutte antiacridienne (CRESSMAN et DOBSON, 2001).

	Avantages	Inconvénients
Organochlorés	-Rémanents	-Dangereux pour les humains et pour l'environnement.
Organophosphorés et Carbamates	-Toxicité moyenne pour les mammifères. -Action très rapide (2h à 8h). -Certains peu onéreux.	-Certains dangereux pour les mammifères. -Certains mortels pour poissons et les oiseaux. -Spectre large.
Pyréthrénoïdes de synthèse	-Effet de choc rapide. -Faible toxicité pour les mammifères.	-Récupération possible par les acridiens après l'effet de choc. -Spectre large.
Mélanges	-Combinaison des caractéristiques positives de deux insecticides compatibles.	-Calcul de la dose et réglage plus compliqués. -Impact plus large sur l'environnement.

La méthode de la lutte antiacridienne la plus fréquemment utilisée est la pulvérisation. Concernant les larves, le choix de ces méthodes se fait en fonction de vocation agricole et la topographie des zones écologiques infestées (EC ; UBV). Les ailés sont traités au sol, c'est-à-dire perchés sur la végétation, soit le matin avant leur envol, soit en fin d'après midi lorsqu'ils se posent de nouveau au sol (DOBSON, 2001)

Les écosystèmes fragiles des régions désertiques ou semi désertiques ont souvent été largement touchés par des pulvérisations massives de produits toxiques. A partir de la, certains pesticides très efficaces tel que la dieldrine ont été délaissés pour leurs risques de toxicité envers l'environnement et la santé humaine ; d'autres matières de remplacement ont été proposées. Actuellement la recherche de méthodes de lutte moins préjudiciables à l'environnement comme la lutte biologique par l'utilisation des myco pesticides est encouragée (LUONG-SKORMAND *et al.*, 1999) .

7.2.4. La lutte Biologique :

La lutte biologique est l'utilisation d'ennemis naturels, appartenant soit au règne végétal, soit au règne animal, pour détruire les insectes nuisibles (Calvet ,1980).

Selon GREATHED *et al.*, (1994), les acridiens sont la proie d'un grand nombre d'ennemis naturels vertèbres et invertébrés : prédateur, parasitoïdes, agents pathogènes (champignon, bactérie ,protozoaire et virus).

Les agents pathogènes antiacridiens pourraient constituer une méthode écologique de lutte. Les champignons Hyphomycètes tels que *Beauveria bassiana* et *Metarhizium flavoviride* sont considérés comme étant les candidats les plus prometteurs (PRIOR & GREATHEAD, 1989). Car en plus de leur pathogénicité vis à vis du criquet pèlerin, ils peuvent être produits à peu de frais.

Autres moyens de lutte peuvent aussi constituer des solutions de rechanges efficaces, ce sont les extraits végétaux tels que le *Melia azedarach* ou *Azadirachta indica*, les déregulateurs de croissance tels que le téflubenzuron ou dart et l'hexaflumuron ou Consult ainsi que les alcaloïdes des pyrrolizidiniques et ceci dans le but d'une lutte raisonnée.

Enfin, des recherches plus approfondies devraient s'effectuer sur les phéromones d'agrégation afin de prévenir la formation d'essaims (KRALL & NASSEH, 1991).

Chapitre 2 : Étude du dispositif de la lutte antiacridienne cas de Invasion 2004 -2005 en Algérie et à Ghardaïa

1. Historique du problème acridien (Criquet pèlerin) en Algérie :

L'Algérie occupe une position centrale dans l'aire grégarigène occidentale. L'air de rémission de criquet pèlerin couvre pratiquement tout le Sahara Algérien (plus de deux millions de Km²) soit 1/8 de l'aire d'habitat de l'espèce.

L'historique du problème acridien en Algérie est fondé sur les travaux de recherches de GUENDOZ-BENRIMA (2005) effectués sur les travaux de K. D'HERCULAIS (1905), CHARA (1998), ROY (2001) ainsi que les informations données par BEN HALIMA, secrétaire général de la CLCPRO (FAO) ainsi que par Mr Moumen, P.D.G de l'INPV d'El-Harrach.

Tableau n°5 : Synthèse des travaux concernant les activités du criquet pèlerin et la lutte anti-acridienne en Algérie du 1967 à 2005 (GUENDOZ-BENRIMA, 2005)

Date	Evénements
1967	Algérie le 31 août : création du comité interministériel de lutte anti-acridienne (C.I.L.A.) par Décret n°67 du 31/08/68
1968	Recrudescence avortée
1970	Création de la CLCPANO (Commission de Lutte contre le Criquet Pèlerin en Afrique du Nord-Ouest) et qui comptait quatre pays (Algérie, Maroc, Tunisie et Libye)
1972	Nomination de Mr Nazil Mahdjoub comme secrétaire exécutif de la lutte anti-acridienne de la CLCPANO et qui l'a tenu jusqu'à sa retraite en 1999. Première réunion de la CLCPANO qui s'est tenue à Alger.
1975	Février : Création en Algérie de l'I.N.P.V. par ordonnance n°75-11 du 27/02/75. La lutte anti-acridienne est prise en charge par le département D.I.C. (Département d'Intervention et de Coordination) au sein de cet institut. Mai : 3 ^{ème} session de la commission CLCPANO à Alger
1977-1978	Recrudescence confirmée du criquet pèlerin dans les régions centrales et orientales.
1985	Algérie : Décret n°85-232 du 25/08/85 relatif à la prévention des risques catastrophiques
1987	Algérie : loi n°67-17 du 01/08/87 relative à la protection phytosanitaire

1987-1989	Invasion du criquet pèlerin sur tout le territoire algérien Mise en place du P.C.C. par le ministère de l'Agriculture pour faire face à l'invasion du criquet pèlerin .
1988	Algérie : Instruction interministérielle n°1 du 13/07/88 relative à la prévention et à la lutte contre le criquet pèlerin
1989	La Mauritanie se joint à la commission de la CLCPANO et qui compte ainsi cinq pays de Maghreb. Novembre : Création de la force Maghrébine d'intervention (FMI)
1990	L'Algérie décide de doter les aires grégarigènes du Sahara en stations météo automatiques après expérimentation d'un protocole type dans la région d'In Guézam (Extrême Sud algérien)
1993	Réaménagement du statut de l'I.N.P.V. Conférence sur la recherche acridioenne organisée par la FAO à Marrakech. Plus de 100 chercheurs du monde entier se sont réunis à cette date Algérie : Décret n°93-139 du 14 juin 1993 portant sur le réaménagement du statut de l'I.N.P.V. Algérie : Décision ministériel n°9455 M du 28/07/93 portant sur la mise en place d'un poste de commandement central de lutte anti-acridienne (PCC/LAA)
1993-1995	Recrudescence avortée
1994	Le conseil de la FAO approuve l'établissement du programme EMPRES (Emergency Prevention System for Transboundary animal and plant Pests and Diseases) Une mission de formulation de projet de la FAO a déposé une proposition visant l'établissement d'un programme initial de lutte anti-acridienne dans la région centrale (EMPRES-Rc). La mission de formulation a conçu un programme en trois phases de trois à quatre ans chacune.
1995	17 au 27 septembre : Organisation conjointe avec l'O.A.D.A. (Organisation Arabe pour le Développement Agricole) d'un stage de formation pour une trentaine de prospecteurs algériens. La conférence de la FAO recommande d'étendre l'approche EMPRES à la région occidentale comprenant l'Algérie, la Libye, le Mali, le Maroc, la Mauritanie, le Niger, le Tchad et la Tunisie. 14 mai au 1 ^{er} juin : Atelier régional organisé par la CLCPANO/FAO à Agadir (Maroc) auquel participent trois techniciens algériens. Septembre : Signature du protocole d'application météorologie-lutte anti-acridienne. L'OMN assure une veille météorologique au niveau national et régional notamment sur l'aire de rémission et de grégarisation du criquet pèlerin, élabore une analyse mensuelle de situation météorologique prélevant dans les régions occidentales de l'aire d'habitat du criquet pèlerin et fournit quotidiennement des images satellites au siège de l'I.N.P.V.

<p>1996</p>	<p>La phase I du programme EMPRES débute dans la région centrale par des activités préliminaires fondée sur un descriptif de programme de la FAO s'inspirant largement du rapport de la mission de formulation.</p> <p>Les pays participant à ce programme sont Djibouti, Egypte, Erythrée, Ethiopie, Oman, Arabie saoudite, Somalie, Soudan et Yémen. La commission de lutte contre le criquet pèlerin dans la région centrale (CLCPRC) et l'organisation de lutte contre le criquet pèlerin dans l'Est africain (DLCO-EA) sont d'importants partenaires régionaux</p>
<p>1997</p>	<p>Une mission de formulation a avancé une proposition qui a été débattue et révisée à l'issue d'un atelier régional tenu en mars 1998 à Nouakchott à la lumière des recommandations émises par le comité de lutte contre le criquet pèlerin (CLCP) à sa trente-quatrième session</p> <p>Le descriptif de programme révisé, qui stipulait les besoins à financer par les bailleurs de fonds extérieurs (8 525 353 dollars E-U), a ensuite fait l'objet d'une approbation de principe par les pays concernés.</p>
<p>1997-2000</p>	<p>Le programme EMPRES-CP a bénéficié d'un soutien financier de la part de l'Allemagne, la Belgique, les Etats-Unies et la Suisse ainsi que le budget du programme régulier de la FAO. Ces contributions ont totalisés 7 230 000 dollars E-U, dont 10904 000 dollars provenaient du programme ordinaire de la FAO.</p>
<p>2001</p>	<p>Février : Le descriptif de programme précédent (mission de formulation en 1997) a ensuite été complété par une ébauche de plan de travail dressée au cours d'un atelier de planification participatif, tenu en Mauritanie par le CLCPANO. Cependant, le manque de ressources financières limite pour le moment les activités entreprises dans la région occidentale, qui dépendent essentiellement d'un projet de fonds fiduciaire de la FAO financé par la Norvège et axe sur l'amélioration de l'application des pesticides en Mauritanie.</p>
<p>2002</p>	<p>La CLCPRO remplace la CLCPANO et compte neuf pays (les cinq pays du Maghreb, le Sénégal, le Niger, le Mali et le Tchad)</p>
<p>2004</p>	<p>Recrudescence du criquet pèlerin en Mauritanie s'étendant au Maroc et à l'Algérie.</p>
<p>2005</p>	<p>Nouvelle recrudescence du criquet pèlerin.</p>

2. L' invasion généralisée du criquet pèlerin 2004/2005 :

La recrudescence et l' invasion du criquet pèlerin dans la région occidentale durant le deuxième semestre de 2003 et le premier de 2004 ont été particulièrement caractérisées par une transformation phasaire d' une étonnante rapidité et une très large répartition dans l' espace et dans le temps, ont surpris tout le monde par leur ampleur. En outre, c' est la première fois dans l' histoire connue, qu' un si rapide et importante recrudescence et invasion se produisent dans la région occidentale sans apport de populations allochtones de la région centrale. (FAO, 2004)

2.1 La genèse de la recrudescence :

Les importantes précipitations reçues depuis fin juin 2003 et leur très bonne répartition spatio- temporelle ont créé des conditions écologiques exceptionnellement favorables dans la majorité des aires de reproduction estivale de la région occidentale .Bien que ses effectifs étaient faibles au début de la campagne estivale 2003 (après 3 années de sécheresse), le criquet pèlerin à saisi toutes les opportunités qui lui sont offertes pour se multiplier de façon exponentielle, alors que les opérations de lutte ne pouvaient être réalisées pendant plusieurs semaines en raison de la large dispersion des populations acridiennes et de leurs faibles densités. Lors de la première quinzaine d' octobre, ces populations solitaires ou en début de transition ont commencé à se regrouper suite au dessèchement progressif du tapis végétal, et l' espoir de les contrôler était devenu réel. Mais les fortes pluies reçues les 20,22 et 23 du même mois dans l' aire de reproduction hiverno-printanière ont faussé toutes les calculs (FAO, 2005).

Selon la même source, le développement subit du couvert végétal, et à la nette amélioration de l' humidité du sol, l' activité acridienne a, en effet, fortement augmenté et les reproductions se sont multipliées sur de très larges espaces. Le processus de grégarisation s' est accéléré en novembre et décembre et le dispositif de surveillance et de lutte, conçu pour les périodes de rémission ou de début de résurgence, s' est avéré fort insuffisant dans les pays infestés. Malgré les mesures de renforcement de leurs dispositifs, prise par les pays concernés, la FAO, la CLCPRO et certains pays voisins, la situation acridienne a continué à évaluer de façon critique.

Selon la FAO(2005) l' ampleur de cette infestation et du essentiellement a :

- Une très grande dispersion des populations cibles (adultes et larves) sur des très larges espaces et ce, dans tous les pays de la région occidentale.

- La succession de façon très régulière de phénomènes pluviométriques importants, entre août 2003 et mai 2004, qui ont concerné tous les biotopes où se trouvaient les populations acridiennes. Ceci a permis au criquet de se reproduire sans interruption pendant dix mois avec des taux de réussite proches de 100 % au point que durant cette longue période, tous les stades de développement étaient simultanément présents dans les endroits infestés.
- L'inaccessibilité de certaines zones et la fort probable méconnaissance d'autres qui ont constitué un important réservoir du potentiel acridien non détectable. Certaines le sont en raison des difficultés de terrain, et d'autres le sont pour des causes diverses.
- Les zones frontalières ne sont pas également accessibles sur quelques km des deux côtés de la frontière pour les équipes des pays mitoyens.
- L'insuffisance des moyens déployés et des pesticides dans certains pays.
- Les difficultés de terrain sont à l'origine de nombreuses pannes de véhicules et de matériel de pulvérisation.
- L'insuffisance de l'aide internationale et le retard constaté dans les acquisitions des intrants par le peu de ressources financières mobilisées par la communauté internationale.
- L'impressionnant développement de la végétation qui a rendu les traitements peu efficaces dans certaines régions.

2.2 Développement de l'invasion acridienne en Algérie et dans la Wilaya de Ghardaïa :

En Algérie l'invasion acridienne s'est aggravée dès février 2004 suite au déplacement du système de basse pression des îles canaries vers la méditerranée occidentale donnant lieu à des vents chauds et forts de secteur sud-sud ouest de la Mauritanie vers l'Algérie en passant par le Maroc et la RASD (du 19 au 21 février 2004) durant 03 jours qui ont favorisés l'infiltration des essaims immatures et matures (Figure n° :7). (BENSAAD, 2012).

La première signalisation de la présence des essaims était en date du 21 février 2004 à Tindouf, ensuite Béchar, Naama, El Bayadh et Ghardaïa (Figure n° :8).

La reproduction printanière a débuté en mars 2004, après deux mois le déplacement d'essaims a eu lieu du centre vers le nord et sud de l'Algérie.

Cette reproduction printanière était d'une rare intensité et s'est étalée sur de très larges espaces. Les excellentes conditions écologiques, ont permis au criquet de poursuivre sa multiplication sans interruption durant toute la période de reproduction printanière. Le nombre et la dispersion des essaims n'ont pas facilité les interventions et les femelles ont réussi à pondre plusieurs fois. De nombreuses bandes larvaires ont échappé aux traitements et

se sont transformées en essaims qui n'ont pu être totalement contrôlés malgré les moyens colossaux déployés, 30 Wilayas touchées, 3.930.000 Ha traités (Figure n° :9). (BENSSAD, 2012).

A partir de Mai et juin 2004, beaucoup d'essaims immatures sont retournés vers les pays du Sahel et ont atteint rapidement les zones de cultures qui ont reçu des précipitations proches de la normal en juillet et août, où ils sont reproduits en masse. Du octobre 2004 à mars 2005, une invasion de l'Afrique du Nord-Ouest, par les essaims immatures qui n'ont pu être contrôlés dans la zone sahélienne, en Algérie 17 Wilayas touchés, 640.800 ha traitées (Figure n° :10) (BENSAAD,2012).

D'après FAO (2005), en mars 2005 de faibles populations résiduelles existaient encore dans certaines régions de l'Algérie (wilayas d'El oued, Biskra, et Khanchla) où ils ont réussi à pondre. Les taches larvaires issues de ces pontes ont été en grande partie éliminées en avril et mai et seuls des imagos dispersés ont échappé aux traitements et se dirigeront vers les zones de reproduction estivale des pays du Sahel.

Selon MOUMENE (2006), en 2005 l'Algérie a déboursé 30 milliards de dinars pour lutter contre les criquets pèlerin, les traitements ont touché une superficie de 4.570.800 ha dans 102.000 ha ont été infestés par les criques.

A Ghardaïa, selon PCW (2004), la chronologie de l'évolution de la situation acridienne en automne 2004, est indiquée dans le tableau suivant :

Tableau n°6 : La chronologie de l'évolution de la situation acridienne en printemps 2004

Date ou période	Événement
Le 27.02.2004	la signalisation des premières infestations d'ailés immatures de criquet pèlerin au niveau de la région de Metlili.
Le 07.03.2004	la signalisation des premières infestations de criquet mature de couleur jaune dans une population de 30 %.
Du 10.03.2004 au 30.03.2004	premières signalisation de criquets mature en accouplement, la poursuite des infestations des criquets matures.
Le 31.03.2004	en plus des infestations de criquets mature, il y a un enregistrement à nouveau des signalisations de criquets immatures, mais en faible proportion

le 07.04.2004	Les premières signalisations d'éclosion au niveau de la daïra de Mansoura dans les zones suivantes : Oued Chaambas (Ouest Hassi fhel), Oued Dembala (Nord-Ouest Hassi fhel) et Oued Louibed (Est Hassi fhel). Depuis cette date, le rythme des signalisations de populations d'ailés a diminué, mais l'apparition des bandes larvaires a effectivement débuté.
Du 09.05.2004 au 23 .05.2004	Recrudescence et observation d'un pic d'infestation larvaires (en nombre de signalisations et en superficies infestées). Cette situation est favorisée par les conditions climatiques très favorables, les stades de développement observés sont : L1,L2,L3,L4,L5 et des premières mues imaginales
Le 16.5.2004	Début d'application des traitements aériens, pendent 7 jours contre des bondes larvaires, 2850 ha traités.
A partir de mi- juin 2004	Début des voles retours des ailés immatures de couleur rose vers le sud. Une période d'accalmie s'installe.

Durant l'invasion printanière 2004 de criquet au niveau de la Wilaya de Ghardaia ,11 communes infestées, 58.555 Ha traitées (dont 14.837 ha conte les ailés et 43.718 ha contre les larves). Le niveau des infestations est généralement en fonction de la position géographique de zones par rapport aux couloirs traditionnels de passage du criquet pèlerin.

La deuxième infiltration des essaims immatures de criquet pendent la période hiverno - printanière de l'année 2005, 12 commune infestées ,177.595 ha traitées.

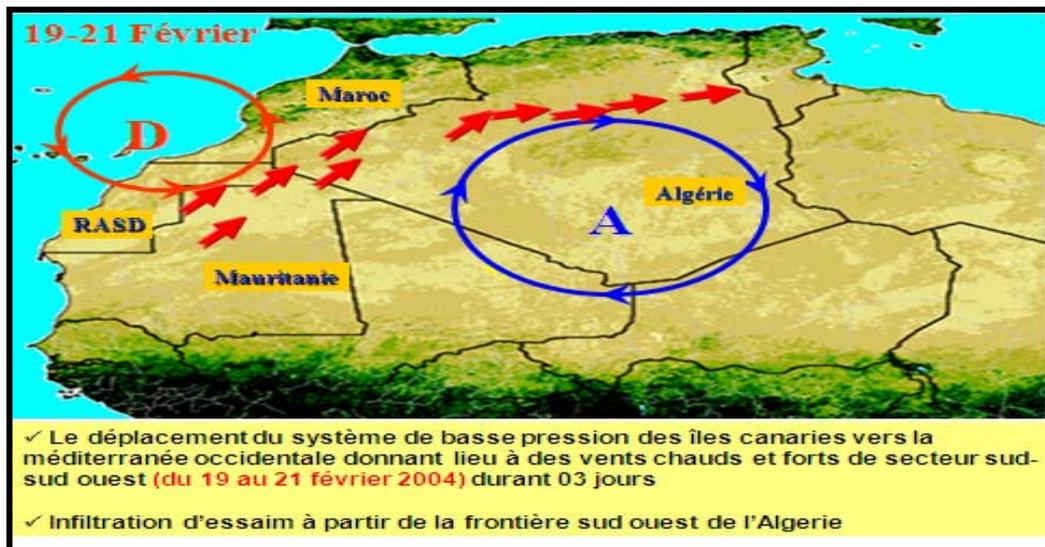


Figure n°7 : Infiltration des essaims à partir de la frontière sud ouest de l'Algérie (BENSAAD, 2012).

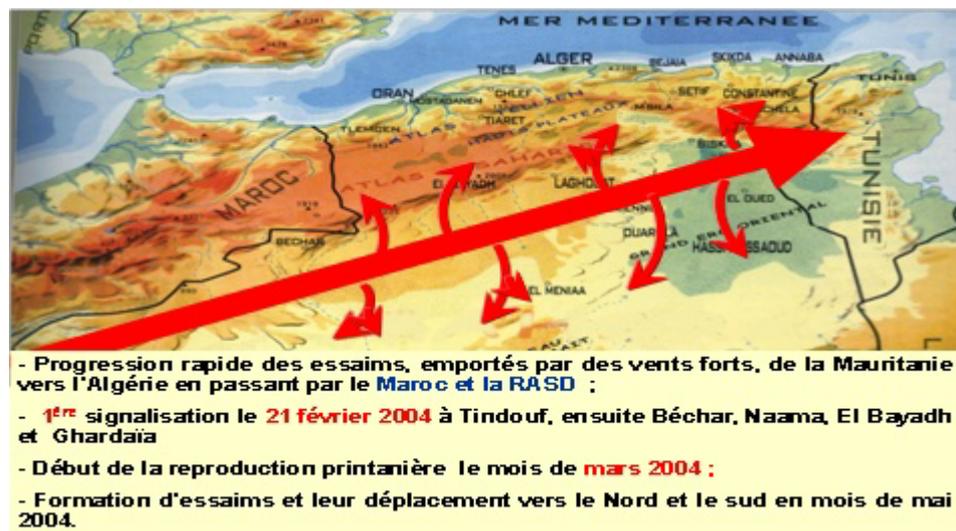


Figure n°8 : Progression des essaims vers le centre de l'Algérie (BENSAAD,2012)

2.3 Les principaux courants d'invasion en Algérie :

Le plan opérationnel qui est proposé, repose sur une donnée fondamentale et historiquement vérifiée. Cette donnée concerne les voies de pénétration du criquet pèlerin. A ce sujet, il est important de rappeler qu'il existe quatre courants d'invasion possibles qui peuvent avoir lieu simultanément si les conditions écologiques sont favorables (CHARA, 1988).

Selon le même auteur, en Algérie les conditions suivies par les voles d'invasion convergent toutes vers l'Atlas saharien. Les principaux voies de pénétration se trouvent à l'ouest et à l'est du Hoggar et dans la région Tindouf (**Figure n° :11**). Les voles passant à l'ouest du Hoggar survolent le Tanesrouft côtoient l'Asedjrad, pénètrent dans le Touat et gagnent la région de Béni-Abbés, Béchar en empruntant la vallée de la Saoura et les autres dépressions naturelles de la région.

Les voles pénétrant par l'Est du Hoggar, s'engagent dans la vallée Irharhar et peuvent, soit apparaitre au niveau de Ghadamés, soit continuer leur vol vers le nord, soit bifurquer vers l'ouest et rejoindre les essaims de la première direction citée. Les vols arrivant par le sud-ouest gagnent l'Atlas saharien en survolant la région de Tindouf (**figure n° :12**). Le quatrième courant, alimenté par les productions du Soudan et du Tchad pénètre en Algérie par Djanet, Illizi, Ouargla et Biskra. Ce schéma établi sur la base de renseignements recueillis au cours de plusieurs cycles d'invasion, varie selon le développement et la progression de l'invasion.

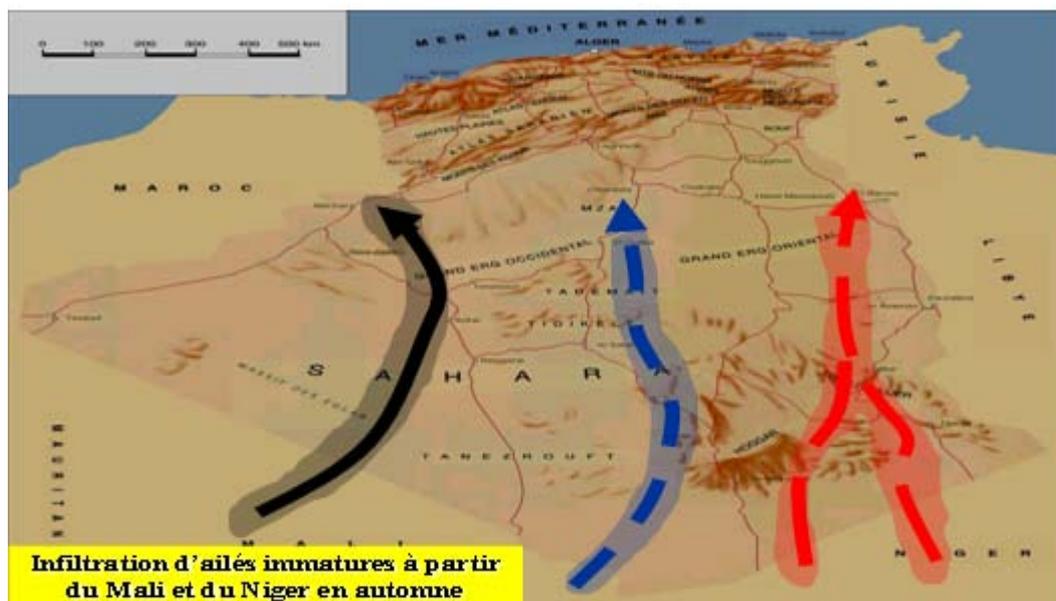


Figure n° 11 : Infiltration des ailés immatures de criquet pèlerin à partir du Mali et du Niger en automne (BENSAAD,2012)



Figure n°12 : Infiltration des essaims d'ailés matures de criquet pèlerin à partir de la région sud ouest en provenance du Sahara occidentale, de la Mauritanie et des régions ouest du Mali (BENSAAD,2012)

2.4 Organisation de la lutte en Algérie :

Le criquet pèlerin représente un problème totalement spécifique par rapport aux autres problèmes de défense des cultures. La grande mobilité des essaims, leurs longs déplacements, la complémentarité des zones de reproduction situées dans des pays différents et la nécessité de prévenir les invasions afin d'éviter leurs conséquences catastrophiques imposent sur ce thème une coopération bilatérale régionale et internationale (LECOQ, 2003). D'après le même auteur, deux types de structures interviennent dans la lutte contre le criquet pèlerin :

- Les unités nationales de lutte antiacridienne : elles assurent chacune dans son territoire, les opérations de surveillance.
- Les organisations régionales: elles sont chargées de la coordination, de la diffusion de l'information et de la promotion des activités de recherche et de la formation.

L'Algérie, comme tous les pays de la commission de lutte contre le criquet pèlerin en région occidentale (CLCPRO), a adopté depuis les 60 la stratégie de la lutte préventive qui consiste à surveiller les zones potentielles de reproduction du criquet afin de détruire les premières concentrations avant le déclenchement de l'invasion. La lutte préventive est assurée par des équipes spécialisées de l'INPV qui sillonnent le Sahara au moyen de véhicules légers tous terrains et des véhicules lourds équipés d'appareils de traitement. Le déploiement des équipes de surveillance et de lutte sur le terrain s'opère en fonction des conditions écologiques qui sévissent dans les zones abritant le criquet pèlerin. Pour cela, l'INPV utilise

les données météorologiques que lui fournit l'Office National de Météorologie (par convention), grâce à des stations réparties sur tout le territoire national et les images satellites de végétation fournies par l'ASAL et la FAO.(INPV,2011)

Selon l'INPV le Département de lutte contre le criquet pèlerin est organisé en trois services :

- Service de prospection et de lutte
- Service des informations acridiennes et prévisions
- Service de la recherche et de l'expérimentation

En période d'invasion, la lutte est placée sous le patronage du Comité Interministériel de Lutte Antiacridienne (CILA) institué par le **décret n°67-177 du 31 Août 1967**. Ce comité présidé par le Ministre chargé de l'Agriculture, regroupe neuf départements ministériels chargés de définir le programme national de lutte antiacridienne et de réunir les moyens nécessaires à son exécution. L'organisation de la lutte est régie par une instruction interministérielle datée du 13 juillet 1988 définissant le cadre institutionnel de la lutte antiacridienne en période d'invasion. Au niveau central, l'organisation des opérations de lutte contre l'invasion a été assurée par le Poste de Commandement Central. Le PCC est composé des représentants des Ministères suivants : Agriculture et du développement rural ; Défense nationale ; Intérieur et des collectivités locales ; Transports ; Santé, de la Population et de la Reforme Hospitalière ; Aménagement du Territoire et de l'Environnement ; Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique ; Poste et des Technologies de l'Information et la Communication ; Énergie et des mines

Le poste de commandement central de lutte antiacridienne s'est appuyé pour son fonctionnement, sur douze (12) cellules opérationnelles regroupant les représentants des Ministères. Il a pour mission la mise à l'exécution des décisions du Comité Interministériel de Lutte Antiacridienne. A ce titre, il est chargé entre autres de concevoir et de mettre en œuvre le dispositif de prévention et de lutte contre l'invasion acridienne en Algérie. Pour la réalisation de ses missions, le PCC est relayé sur le terrain par des postes de commandement de wilaya (PCW) (**Figure n° 13 et 14**). Ce dernier est institué par arrêté du Wali et placé sous son autorité directe et conduit les opérations de lutte et de prévention. Pour ce faire, il s'appuie sur les cellules communales placées sous l'autorité du président de l'Assemblée Populaire Communale.

**SCHEMA ORGANISATIONNEL DU DISPOSITIF NATIONAL DE
SURVEILLANCE ET DE LUTTE ANTIACRIDIEENNE 2004-2005**

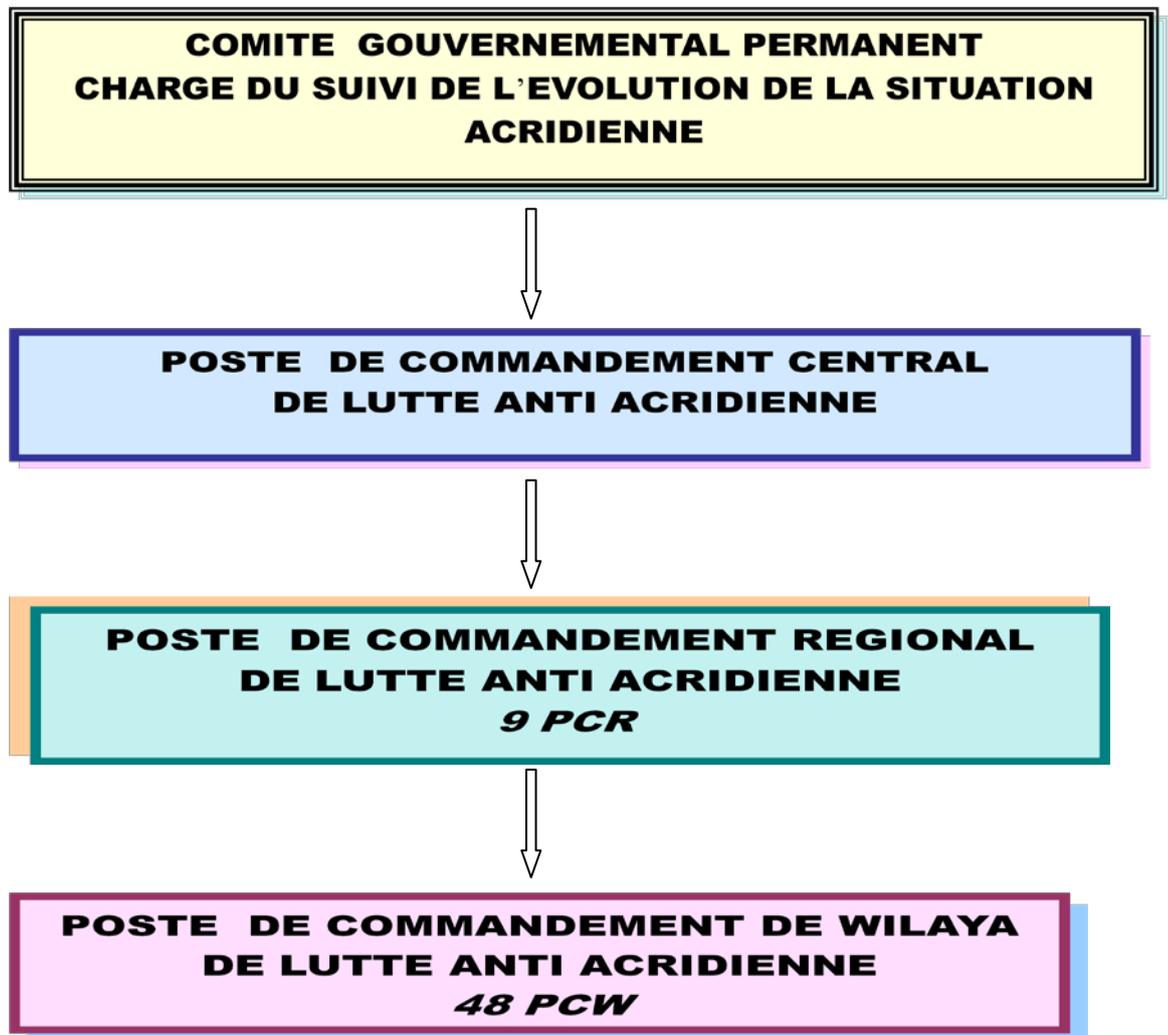


Figure n° 13 : Schéma organisationnel du dispositif national de surveillance et de lutte antiacridienne 2004 -2005 MOUMEN (2006)

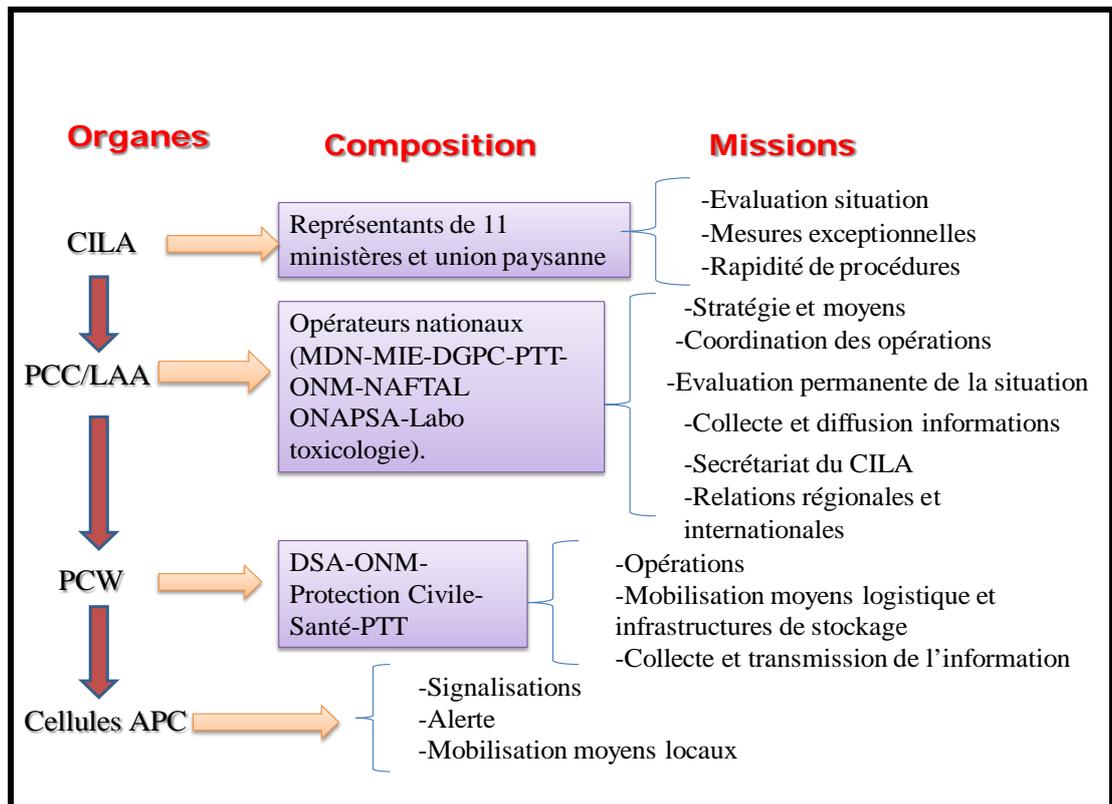


Figure n°14 : Dispositif opérationnel de lutte antiacridienne 2004-2005 (MOUMEN ,2006)

2.5 Les moyens d'intervention mobilisés :

Selon MOUMENE (2006), en 2005 l'Algérie a déboursé 30 milliards de dinars pour lutter contre les criquets pèlerin, les traitements ont touché une superficie de 4.570.800 ha dans 102.000 ha ont été infestés par les criques.

Les moyens engagés par l'Etat Algérien sont très importants exceptionnels, ils témoignent de la volente politique de contenir et de maitriser le fléau acridien. Des efforts ont été consentis au niveau local à travers la mobilisation des moyens humain et matériels et la sensibilisation des citoyens, les moyens mobilisées dans le dispositif de prospection et de lutte se présent comme suit (MOUMENE, 2006) :

- Moyens aérien : Plus de 42 aéronefs et 10 hélicoptères.
- Moyens terrestres : plus de 60 camions équipés des appareils de traitements, des dizaines de véhicules légers tout terrain.
- Encadrement technique et de soutien : Au cours de cette campagne de lutte contre le criquet pèlerin, plus de 2000 cadres techniques, d'ouvriers spécialisés et personnel de soutien ont été mobilisés dans le dispositif.
- Produits acridicides : plus de 3.200.000 litres utilisés.

Matériels et méthodes

Chapitre III : Matériels et Méthodes

Objectif de l'étude :

La wilaya de Ghardaïa, a initié et mis en place un dispositif de lutte anti acridienne opérationnel durant toutes les invasions. Pour cette étude on prend le cas de la dernière invasion 2004-2005, où étant membre du PCW, nous avons axé nos efforts sur la sécurisation du tapis végétal productif, tout en réduisant les éventuels dégâts engendrés.

Dans cette optique, l'objectif de notre étude est de faire l'audit du plan d'action de prévention et de lutte, tout en mettant en exergue tant les points négatifs que positifs, et ce, en prévision des futures et éventuelles invasions de criquets.

3.1 Expérience de la wilaya de Ghardaïa durant l'invasion 2004-2005 :

Pour la réalisation de cette approche sur l'étude du dispositif de la lutte antiacridienne, cas de la dernière invasion 2004/2005 dans la wilaya de Ghardaïa, nous avons consulté les archives de la station régionale de la protection des végétaux (SRPV) de Ghardaïa et de l'inspection de la protection des végétaux (IPV) de la Direction des services agricoles de la wilaya de Ghardaïa. Ces archives se présentent sous forme de Bulletins de Renseignements Quotidiens (BRQ) élaborés par le Poste de Commandement de la Wilaya (PCW) de Ghardaïa .

3.1.1 Le dispositif mis en place :

Les organes du dispositif de prévention et de lutte sont conçus en tenant compte des principes fondamentaux de la décentralisation. Celle ci est fondée sur une répartition judicieuse des compétences et des tâches.

Le poste de commandement de wilaya (PCW) :

Institué par arrêté du wali n°013 du 08.03.2004 en application de l'instruction n° 196/SG du 29.02.2004, placé sous l'autorité directe du wali. Le PCW a été chargé d'organiser et de conduire les opérations de prévention et de lutte. Siégeant au sein de la direction des services agricoles, il regroupe plusieurs opérateurs sous tutelle du ministère de l'Agriculture et du développement rural (Forêt, Station régionale de protection des végétaux (SRPV)), Ministère de la défense nationale et protection civile (PC), la santé, l'environnement et la

chambre de l'agriculture. Le PCW s'appuie sur des cellules communales placées sous l'autorité du président d'APC. La cellule communale est chargée au niveau de la commune:

- de la prospection continue
- de la signalisation.
- de l'engagement immédiat des opérations de destruction par tous les moyens disponibles localement.
- de déclencher l'alerte auprès de la Daïra (le subdivisionnaire de l'agriculture) et Wilaya (PCW).

Durant les deux périodes d'invasions (printanière 2004 et automno-hivernale 2005), le PCW a élaboré et transmis quotidiennement un BRQ dans lequel sont mentionnées toutes les informations collectées pendant la journée telles que : les superficies traitées, les nouveaux moyens intégrés au dispositif (moyens humains et matériels), les prospections aériennes et terrestres et les annexes (situation de l'invasion acridienne, Moyens aériens et moyens au sol). La structure du BRQ envoyé au PCW est présentée dans le tableau suivant :

Tableau n° 7 : La structure de bulletin de renseignement quotidien (BRQ)

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DU DEVELOPPEMENT RURAL

POSTE DE COMMANDEMENT CENTRAL

PCW de Ghardaia

B.R.Q N°

Journée du .../.../...

Tableau dessignalisations : Ghardaia

Daira	Communes	Lieu-dit Coor.Géogra	Superficies Infestées (Ha)	Stade de développement	Densité	Cumul Sup. Infestées (Ha).	OBS.
Total							

Tableau des traitements : Ghardaia

Daira	Communes	Lieu-dit Coor.Géogra	Superficies traitées (Ha)	Cumul des sup traitées (Ha).	Produit Utilisé	Qté utilisée	Stock
TOTAL							

Récapitulatif des Traitements :

Wilaya	Lieu dit/Coor. Géographiques	Sup. Traitée (Ha)
GHARDAIA		

Nouveaux moyens intégrés au dispositif

	<i>INPV</i>	<i>DGF</i>	<i>HCDS</i>	<i>MDN</i>	<i>DSA</i>	<i>F.Pil</i>	<i>APC</i>	<i>J.Inv</i>	<i>Agri</i>	<i>Total</i>
Camions de traitement										
Camions citernes										
Camions de soutien										
Véhicules légers de traitement										
V. L de prospection										
Véhicules de liaison										
Pulvérisateurs tractés 400 L										
Pulvérisateurs tractés 1000 L										
Pulvérisateurs à dos manuels										
Pulvérisateurs à dos motorisés										
Citernes tractées aménagées (C.T.A) de 400 L										
C.T.A de 1.000 L										
C.T.A de 3.000 L										
Kits de Protection										
Aéronefs										
Hélicoptères										

PRODUITS

	EC (L)	ULV (L)
Stock Début de journée		
Qtés reçues dans la journée		
Qtés utilisées dans la journée		
Stock fin de journée		
Sup. traitée dans la journée		

MOYENS HUMAINS

Désignation	Nbre	OBS.
PCW (y compris cellules)		
DGF		
DGPC		
Dairate/Communes		
Prospecteurs		
Chauffeurs		
Manipulants		
Manutentionnaires		
Gardiens		
Jeunes investisseurs		
Fermes Pilotes		
Autres coopératives		
Associations		
Agriculteurs		
Citoyens volontaires		
Total		

Annexe : 01 Situation de l'invasion acridienne

Wilaya	Provenance des essaims	Direction probable	Type d'insecte	Sup infestée Journée	Sup . traitée journée	Cumul de la Sup. traitée

Annexe : 02 Moyens Aériens

Moyens Aériens Mobilisés				Besoins supplémentaires d'appui			
Nbre d'avions	Nbre d'Helico	Stationnement	Disponibilité En Av.Gas	En avions	En Hélico.	En AvGas	Autres

Annexe : 03 Moyens Au sol

Moyens terrestres mobilisés				Besoins supplémentaires d'appui			
Nbre de véhicules/Type	Autres matériels	Personnels disponibles	Capacité traite/jour	Véhicules / Type	Autres matériels	Personnel	Obs.

Fiche de prospection quotidienne

Wilaya de Ghardaia (Prospection terrestres)

Communes	Zones prospectées C. géographiques	Superficie prospectée	Résultats des prospections		
			Etat biologique	Densité	Sup. infestée

(Prospection Aériennes.)

Communes	Zones prospectées C. géographiques	Superficie prospectée	Résultat des prospections		
			Etat biologique	Densité	Sup . infestée

3.1.2 Les moyens utilisés :

Le PCW a élaboré un plan détaillé de prévention et de lutte et il a veillé à son exécution. Pour ce faire, le PCW a procédé à la mobilisation et au besoin à la réquisition de tous les moyens nécessaires à l'application du plan. Les moyens utilisés sont :

3.1.2.1 les moyens humains :

Les moyens humains mobilisés durant les deux périodes d'invasions sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n° 8 : Les moyens humains mobilisés durant les deux périodes d'invasions 2004 et 2005

Désignation	Invasion automnale 2004	Invasion hiverno-printanière 2005
PCW (Y compris cellules)	06 cadres techniques	15 cadres techniques
Equipes de prospection engagées	04 équipes	04 équipes
Equipes de destruction engagées	07 dont 01 de PC et 03DGF	06 dont 03 DGF
Prospecteurs	10 dont 4 de l'INPV	19 dont 4 de l'INPV
Chauffeurs	15	22
Manipulant	12	18
Manutentions	10	14
Jeunes investisseurs	0	02
Associations	0	13
Agriculteurs	260	1253
Citoyens volontaires	0	48
Nombre d'intervenants total	322	1404

3.1.2.2 Les Moyens matériels:

Les moyens matériels mobilisés durant les deux périodes d'invasions sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n°9 : Les moyens matériels mobilisés durant les deux périodes d'invasions 2004/2005.

Désignation	Invasion automnale 2004	Invasion hiverno- printanière 2005
Véhicules légers tout terrain de prospection	2 INPV	07 dont 04 INPV
Véhicules légers tout terrain de traitement doté d'Exhaust	03 DGF	03 DGF
Véhicules légers de liaison	03 DSA	03 DSA
Camions SNVI dotés de « Citizen »	/	06 MDN
Camions Unimog dotés de « Martignani »	4 INPV	
Pulvérisateurs tractés 400 L	/	07
Pulvérisateurs tractés 1000 L	/	06
Pulvérisateurs à dos manuels	/	600
Pulvérisateurs à dos motorisés	260	1383
Pulvérisateurs gros débit « canon »	/	13
Citernes aménagées tractées 1000L	/	01
Citernes aménagées tractées 3000L	/	34
Kits de protection	1500	2500
Aéronefs	01 pendant 08 jours	02
Hélicoptères de prospection	/	02



Figure n°15 : Moyens de prospection et de communication radiophonique
(MOUMENE, 2006)

3.1.2.3 Les produits acridicides :

La quantité totale de produits acridicides mobilisés pour la lutte anti acridienne 2004/2005 est indiquée dans le tableau suivant :

Tableau n°10 : Quantité et spécialité commerciale des acridicides utilisés pour la lutte :

Forme du produit	Famille	Spécialité commerciale	Matière active	Concentration en MA	Quantités utilisées
Ultre Low Volume (ULV)	Organophosphorés	Dursban 240	Chlorperiphos Ethyl	240 g/l	207400 L
		Sumithion 500	Fénitrothion	500 g/l	
		Asmithion 500	Fénitrothion	500 g/l	
	Pyréthri-noïdes de synthèse	Décis 12.5	Deltaméthrine	12.5 g/l	
		Karaté 2%	Lambdacyalothrine	20 g/l	
Concentré Emulsionnable (EC)	Pyréthri-noïdes de synthèse	Décis 25	Deltaméthrine	25 g/l	3066 L

3.1.3 Les techniques de lutte :

Durant les deux invasions acridiennes 2004-2005, le PCW de Ghardaïa a arrêté un plan d'intervention basé sur la lutte chimique en utilisant deux techniques de traitement : pulvérisation terrestre et aérienne, après repérages et localisations des populations acridiennes par les équipes de prospection.

3.1.3.1 Les pulvérisations terrestres:

Il existe plusieurs types d'appareils pour la pulvérisation des pesticides utilisés par voie terrestre, nous citerons(Figure 16) :

- a) Les appareils utilisant les produits insecticides de formulation conventionnelle tel que :
 - Atomiseur à dos manuel : cet appareil a jet dirigé, d'une capacité de 10 L s'utilise avec des produits en mélange avec l'eau. Elle est utilisée sur les populations acridiennes à forte concentration localisées dans les pourtours des agglomérations et dans les zones agricoles.
 - L'atomiseur à dos motorisé : Cet appareil présente les mêmes caractéristiques que l'atomiseur à dos manuel avec l'avantage d'une meilleure capacité de réalisation journalière due à sa motorisation.
 - Le pulvérisateur à canon monté sur véhicule (type Martignani) : Cet appareil de traitement monté sur tuyau d'échappement de véhicule moyen porteur(UNIMOG, Toyota) a un jet dirigé avec débit moyen lui procurant des avantages supérieurs au matériel de traitement à dos porté.
- b) Les appareils utilisant les produits de formulation ultra- bas- volume (ULV) tel que :
 - Le pulvérisateur ENS (Exhaut Nozzel Sprayer) monté sur Véhicule : Le pulvérisateur ENS est utilisé avec les produits ULV. Son jet vertical le rend particulièrement efficace sur les populations acridiennes étalées à même le sol.



Figure n°16 : Moyens de traitements terrestres (MOUMENE, 2006)

3.1.3.2 La pulvérisation arienne:

Elle a été utilisée dans les zones inaccessibles lorsque les conditions météorologiques et logistiques sont réunies (Figure n°17) .



Figure n° :17 Moyens de prospection et de traitement aériens (MOUMENE, 2006)

3.2 Inventaire des criquets dans la région de Hassi elfhel dans la wilaya de Ghardaia :

3.2.1. Présentation des régions d'étude :

Ghardaia se situe au centre de la partie Nord du Sahara, à 600 Km au Sud d'Alger, occupant une position centrale reliant les Hauts Plateaux avec le Sahara. Ses coordonnées géographiques sont 3°40' de longitude Est et 32°29' de latitude Nord et son altitude est de 530 m. Elle est limitée du côté Nord par la région de Laghouat (200 Km), du Nord Est par la région de Djelfa (300 Km), de l'Est par la région de Ouargla (200 Km), du Sud par la région de Tamanrasset (1470 Km), du Sud-Ouest par la région d'Adrar (400 Km), et de l'Ouest par la région d'El-Bayadh (350 Km).

La Wilaya de Ghardaia couvre une superficie de 86 105 Km². Elle est caractérisée par des plaines dans le Continental Terminal des régions ensablées, la Chebka et l'ensemble de la région centrale. Les escarpements rocheux et les oasis déterminent le paysage dans lequel sont localisées les villes de la pentapole du M'Zab et autour de laquelle gravitent d'autres oasis : Berriane, El Guerrara, Zelfana, Metlili et beaucoup plus éloignées au Sud, les oasis de Hassi El Fhel et d'El Goléa.

La commune de Hassi El Fhel se trouve dans la dorsale du M'zab. Elle est distante de 120 Km de Ghardaia et de 150 Km d'El Goléa. Elle est limitée au nord par Mansourah (Wilaya de Ghardaia), à l'est par Rouissat (Wilaya de Ouargla), au sud par El Goléa (Wilaya de Ghardaia) et à l'ouest par Brizina (Wilaya d'El Bayed). La région de Hassi El Fhel se compose de trois unités morphologiques : une région centrale de pente très forte, avec une topographie deversant et qui est traversée par deux importantes vallées (Oued El Fhel et Oued Teghir), une région Est de plaines avec de grandes dépressions et une région Ouest ensablée.

3.2.2. Flore et végétation des régions d'étude :

Parmi les principales espèces spontanées de cette région (Direction des Services Agricoles, 2012), on rencontre *Artemisia herba alba*, *Asphodelus tenuifolius*, *Bubonium graveolens*, *Colocynthis vulgaris*, *Cotula cinerea*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Ruta tuberculata*, *Randonia africana*, *Zygophyllum gesline album*, *Ammodaucus leucotrichus*, *Haloxylon articulatum*, *Marrubium desertis*, *Matricaria pubescens*, *Rhus tripartitus*, *Capparis spinosa*, *Cistanche tinctoria*, *Euphorbia guyoniana*, *Peganum harmala*, *Zizyphus lotus*, *Pistacia atlantica*.

3.2.3. Climatologie des régions d'étude :

Le caractère fondamental du climat Saharien est la sécheresse de l'air mais les microclimats jouent un rôle considérable au désert. Le relief et la présence d'une végétation abondante peuvent modifier localement les conditions climatiques.

La présente caractérisation de climat de la région est faite à partir d'une synthèse climatique de 10 ans (2000-2009), à partir des données de l'Office National de Météorologie (**Tableau n°11**).

Tableau n°11 : Données météorologiques de la Wilaya de Ghardaïa (2000-2009) (ANONYME., 2010) cité par Djebrit et al (2011)

	T (°C)	P (mm)	H. (%)	E. (mm)	I. (h)	V.V (m/s)
Janvier	11,09	7,42	55,80	91,50	248,60	16,70
Février	13,15	1,93	45,20	115,10	248,90	18,40
Mars	17,71	7,37	38,40	181,20	277,90	18,63
Avril	21,11	9,31	33,90	238,10	297,50	20,67
Mai	26,67	1,59	29,20	288,80	311,20	19,11
Juin	30,97	1,38	25,00	341,40	336,20	19,90
Juillet	34,81	2,76	21,60	398,40	337,30	20,60
Août	33,73	9,68	25,80	351,20	323,90	21,70
Septembre	28,90	23,10	37,30	246,00	270,30	18,20
Octobre	23,72	13,86	44,20	169,90	254,50	15,90
Novembre	16,84	6,40	47,90	112,40	250,40	14,10
Décembre	12,40	7,00	55,60	157,40	234,50	17,50
Moyenne	22,59	91,81*	38,33	2691,40*	3391,20*	18,45

H. : Humidité relative **T.** : Température **P.** : Pluviométrie **I.** : Insolation

V.V. : Vitesse de vent **E.** : Evaporation * : Cumulés annuelle

Les températures moyennes mensuelles sont très variables, basse en hiver surtout aux mois de janvier, décembre, et novembre avec respectivement 11,09°C, 12,40°C, et 16,84°C (tableau n°11). Les plus basses températures favorisent les gelées fréquentes en cette période. Par contre entre juin et août les températures moyennes mensuelles sont élevées variant entre 30,97°C en juin, 34,81 en juillet et 33,73 °c en août. L'influence des températures élevées se traduit par le dessèchement des plantes herbacées en dehors des zones irriguées. Les Orthoptères quant à eux seront plus abondants en nombre et en espèces, car les grandes chaleurs augmentent l'activité des acridiens.

3.2.3.1. Classification du climat :

3.2.3.1.1. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN :

Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique. Il est représenté (**Figure 18**) :

- en abscisse par les mois de l'année.
- en ordonnées par les précipitations en mm et les températures moyennes en °C.
- une échelle de $P=2T$.

L'air compris entre les deux courbes représente la période sèche. Dans la région de Ghardaïa nous remarquons que cette période s'étale sur toute l'année.

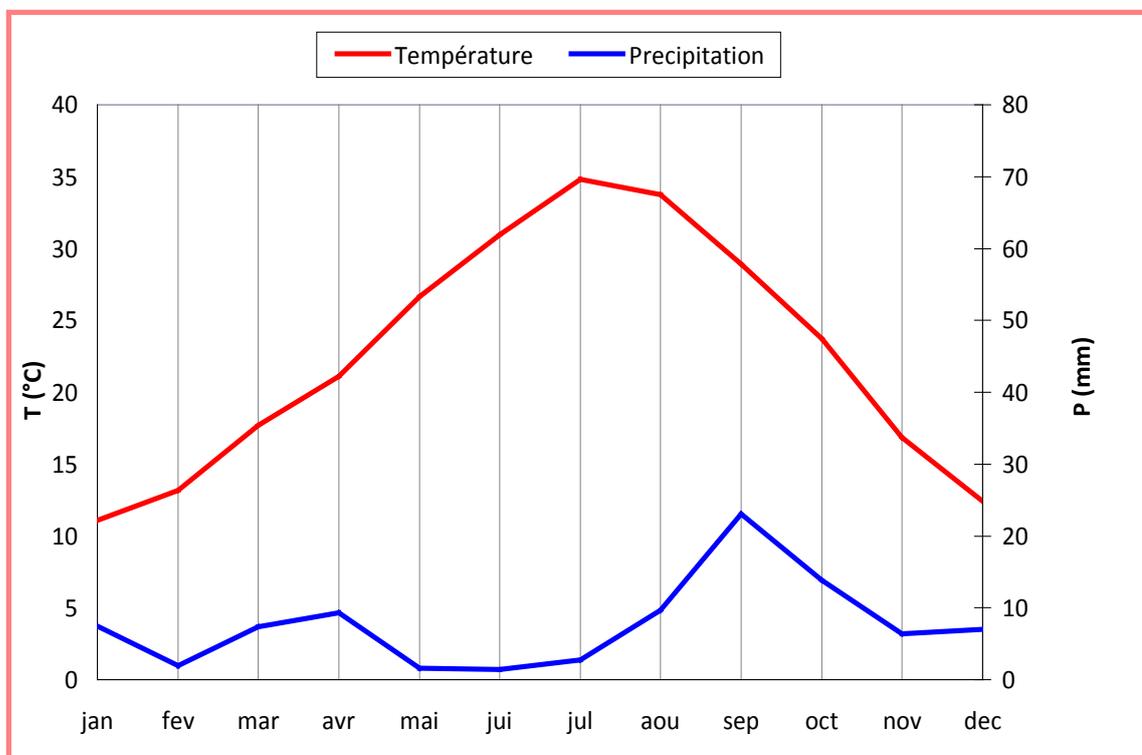


Figure n° 18 : Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région de Ghardaïa (2000-2009)

3.2.3.1.2 Climagramme d'EMBERGER :

Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. Il est représenté :

- en abscisse par la moyenne des minima du mois le plus froid.
- en ordonnées par le quotient pluviométrique (Q2) d'EMBERGE.

On a utilisé la formule de STEWART adapté pour l'Algérie, qui se présente comme suit :

$$Q_2 = 3,43 \frac{P}{M - m}$$

Q2 : quotient thermique d'EMBERGER

P : pluviométrie moyenne annuelle e

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C

m : moyenne des minima du mois le plus froid en °C

D'après la figure (19), Ghardaïa se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux et son quotient thermique (Q2) est de 8,69.

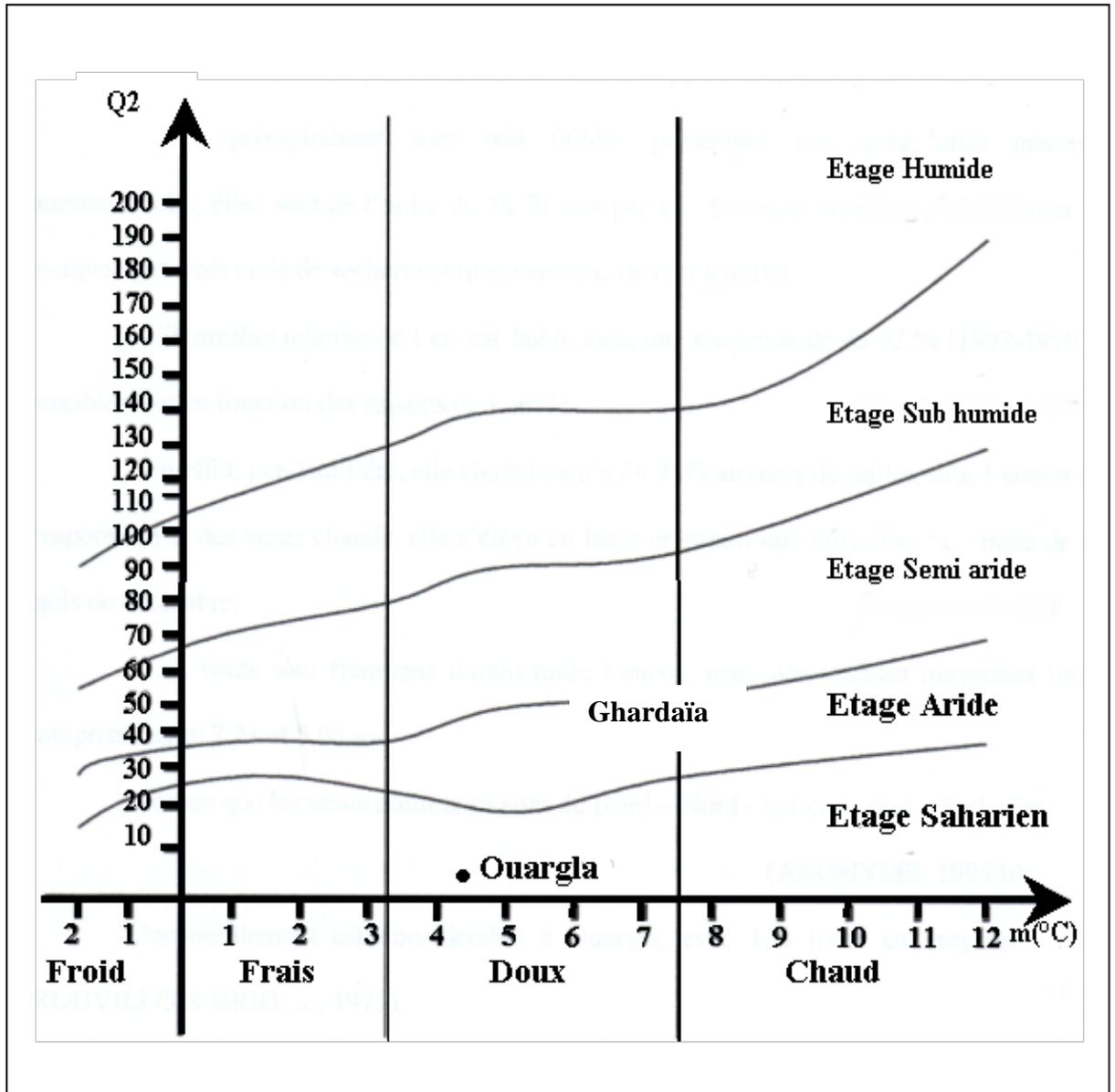


Figure n° 19 : Etage bioclimatique de Ghardaïa selon le climagramme d'EMBERGER

3.2.4 Activités agricoles dans les régions d'étude :

La commune de Hassi El Fhel occupe une superficie agricole utile (SAU) de 5.420 ha, les cultures dominantes sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau n° 12 : Les cultures dominantes pratiquées à Hassi el fhel.

Commune	S.A.T (ha)	S.A.U (ha)	Maraichage (ha)	Arboriculture et palmiers (ha)	Grandes cultures (fourrages et céréales) (ha)	Cultures industrielles (ha)	Total
Hassi-El- F'hel	103.323	5420	230	1408	871	154	2663
Total Wilaya	1.370.911	32745	4315	14410	4533	416	23674

3.2.5. Matériels utilisés pour l'inventaire des orthoptères :

a) Sur le terrain :

Pour la réalisation de la partie pratique de notre travail, nous avons utilisé un matériel à la fois simple et disponible. Ce matériel comprend les éléments suivants :

- Un filet fauchoir (utilisé pour la capture des Orthoptères) : comprend un manche solide en roseau d'un mètre et demi de longueur portant sur l'une de ses extrémités un cercle métallique de 0,40m de diamètre. Un manche en bois et un sac en toile est placé sur ce cercle métallique.
- Une loupe de poche nécessaire pour la détermination des espèces, ainsi que les différents stades larvaires ;
- Des sachets en matière plastique pour transporter les individus récoltés ;
- Un carnet utilisé pour noter tous les renseignements concernant la phase d'échantillonnage sur terrain.

b) Au laboratoire :

- Une loupe binoculaire pour l'observation et l'identification des Orthoptères.
- Des boîtes à Pétri, des épingles entomologiques et un étaloir.
- De l'acétate d'éthyle pour tuer les orthoptères destinés à la collection.
- Des boîtes à collection pour la conservation des orthoptères étalés.
- Une étuve pour le séchage des échantillons étalés ;
- Une clef de détermination, dans notre cas nous avons utilisé la clef de CHOPARD(1943).

3.2.6 Méthode du travail :**3.2.6.1 Sur le terrain :****Choix des stations d'étude :**

La définition des milieux est l'un des principaux problèmes soulevés par l'étude des peuplements animaux , car elle doit reposer sur des critères à la fois précis et généraux , de telle sorte que les données recueillies soient comparables et généralisables .La végétation, qui est simultanément l'expression des conditions climatiques et édaphiques locales , du cadre de vie pour la faune et source directe ou indirecte de son alimentation , constitue , à priori , un outil particulièrement adapté à la résolution (ZERGOUN 1991).

Pour notre étude nous avons pris comme base de travail des milieux cultivés.Deux stations ont été choisies, dans la région agricole d'Oued El Fhel, en fonctions des cultures pratiquées.

- La station 01 est représentée par une culture de palmiers dattiers en début de stade nouaison, d'une superficie de 2 ha (250 palmiers), et les autres cultures sont menées en intercalaire.
- La station 02 est représentée par un verger de vigne, variété Sabelle, en début de stade floraison, d'une superficie d'01 ha (3000 pieds de vigne en palissage).

Les deux stations sont protégées par des plants de *Casuarina* sous forme de brise-vent.La flore adventice de ces 2 stations cultivées en irrigué est caractérisée par différentes plantes dont les plus importantes sont des Poacées telles que *Cynodon dactylon*, *Setaria verticillata* et *Bromus madritensis*.

3.2.6.2 Au laboratoire :**a) Détermination des espèces capturées :**

Dans le cadre de notre travail , nous nous sommes basés essentiellement sur les travaux de CHOPARD, (1943) .

b) Conservation des échantillons :

Les échantillons d'Orthoptères qui sont destinés à la collection sont tués dans un flacon contenant du coton imbibé d'acétate d'éthyle. Puis on les place sur des étaloirs en les fixants avec des épingles entomologiques au niveau du thorax , des ailes A_2 et des élytres A_1 qui sont maintenus dans une position horizontale le bord postérieur des élytres faisant 90° avec l'axe du corps. Les étaloirs sont placés dans l'étuve à 45° C pendant quelques jours pour dessécher les Orthoptères. Après cela , ils sont retirés et placés dans une boîte de collection . Une collection de référence est constituée au cours du déroulement des prospections. Son but est de conserver un ou plusieurs individus de chaque espèce capturés dans les stations étudiées , généralement référence pour toute la durée des études et permet de vérifier les déterminations ultérieures.

Résultats

Chapitre VI : Résultats

4.1 Evaluation de la lutte :

4.1.1 Les traitements effectués :

Durant l'invasion printanière 2004, qui a duré 04 mois, les traitements contre les groupements pèlerins avaient atteint un total cumulé de 58.555 ha (voir détail par commune **figure n°20**), dont 14.837 contre les ailés et 43.718 ha contre les larves (dont 2.850 ha de traitements aériens). En termes d'efficacité, les traitements terrestres effectués ont été satisfaisants avec un taux de mortalité entre 90 % et 95 %. L'application des traitements aériens pendant 07 jours, 2.850 ha ont été exécutés sur des bandes larvaires à des densités maximales de 2000 larves par buisson. Le niveau d'intervention s'est amélioré de jour en jour avec l'utilisation du GPS et le balisage correct des sites d'intervention. Le taux de mortalité s'est situé entre 80 % et 90 %.

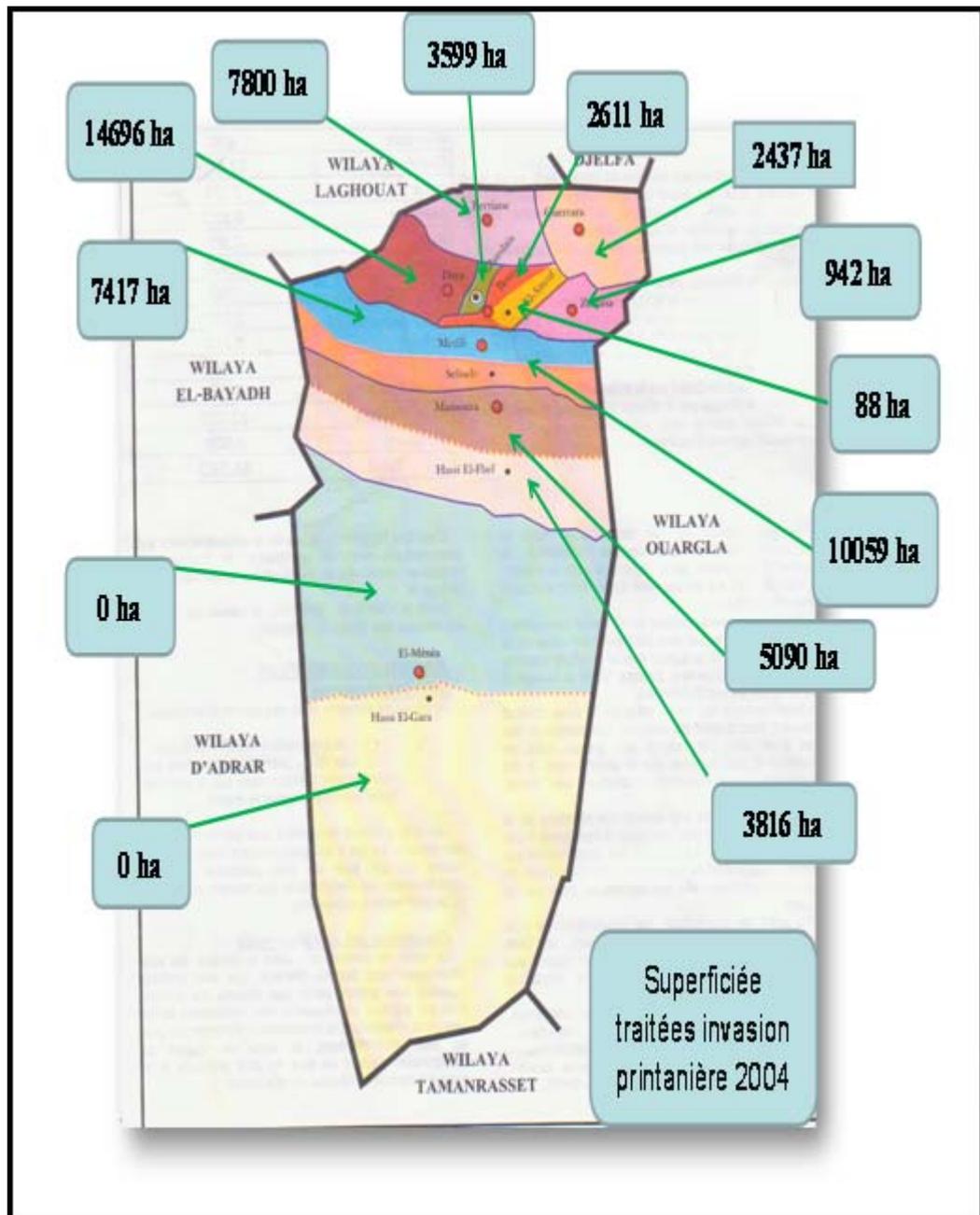


Figure n°20 : L'invasion du criquet pèlerin en période printanière 2004, 11 communes touchées, dans la wilaya de Ghardaïa. (PCW, 2004).

Une période d'accalmie a été observée dans les régions de la wilaya de fin Mai à septembre 2004.

Durant l'invasion automno-hivernale 2005, d'octobre 2004 à fin mars 2005, les traitements contre les fragments d'essaims des criquets pèlerins avaient atteint un total cumulé de 177.595 ha (voir détail par commune figure 21), dont 43.150 ha traitements aériens, et 134.445 ha terrestres. Ces traitements sont détaillés par commune dans (Tableau n°12).

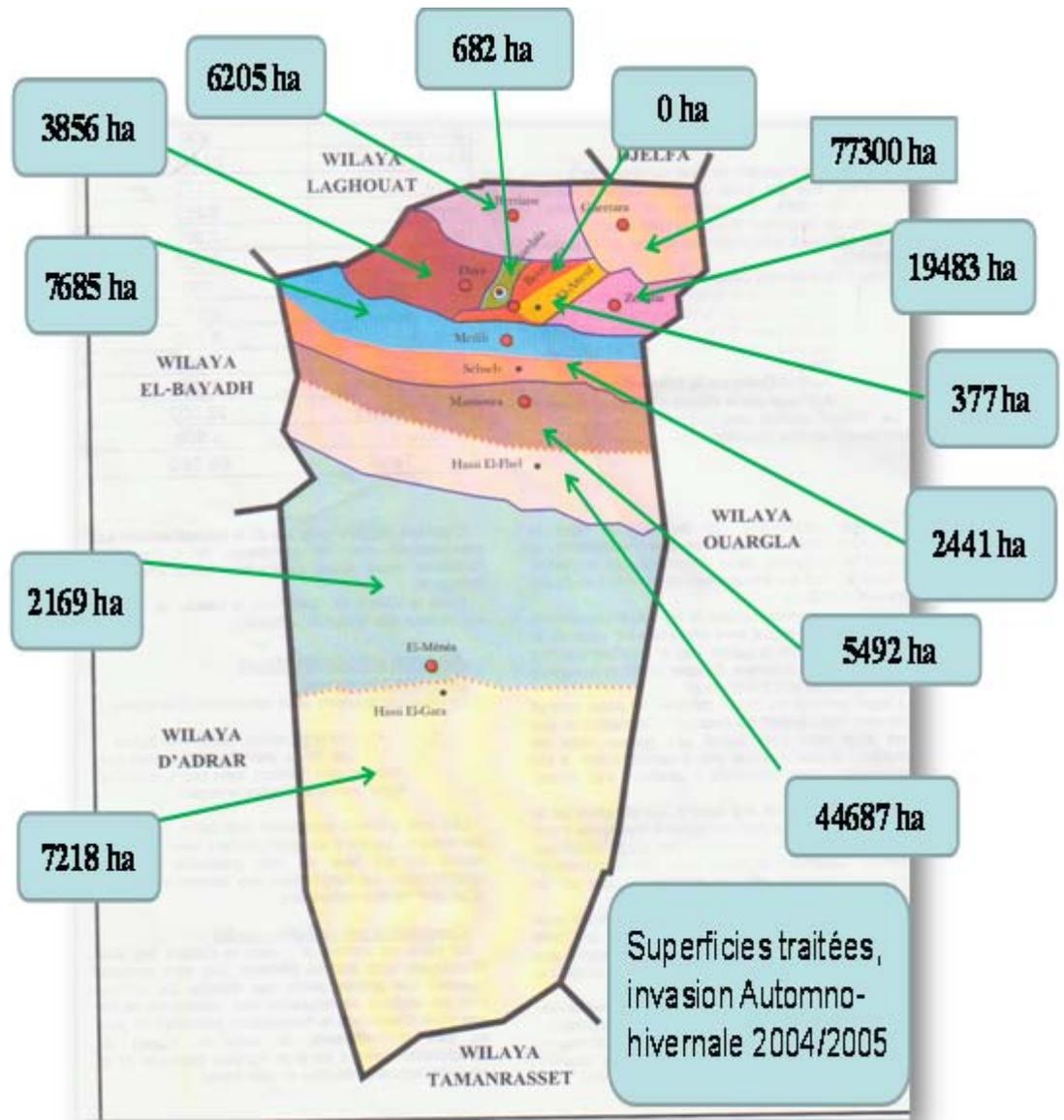


Figure n°21 : L'invasion du criquet pèlerin en période Automno - hivernale

2004/ 2005, 12 communes touchées, dans la wilaya de Ghardaïa. (PCW, 2005).

Les résultats de synthèse des Bulletins de Renseignements Quotidiens (BRQ) élaborés par le Poste de Commandement de la Wilaya (PCW) de Ghardaïa sont représentés, dans le tableau suivant :

Tableau n°13 : Les superficies traitées par voie terrestre et aérienne durant l'invasion automno-hivernale 2004/2005 avec les quantités des produits utilisés

Communes	Superficie traitée (Ha)			Produit utilisé	
	Traitement Aérien	Traitement terrestre	Total	ULV (L)	EC (L)
<i>Guerrara</i>	22200	55100	77300	74015	8.8
<i>Berriane</i>	1600	4605	6205	5935	15.5
<i>Daya.B.D</i>	0	3856	3856	3850	1.5
<i>Ghardaïa</i>	500	182	682	675	1.5
<i>Bounoura</i>	0	0	0	0	0
<i>El Atteuf</i>	0	377	377	350	6.2
<i>Zelfana</i>	8870	10613	19483	18220	39.6
<i>Metlili</i>	2100	5585	7685	7580	29.5
<i>Seb Seb</i>	0	2441	2441	2240	74
<i>Mansoura</i>	0	5492	5492	5420	12.8
<i>Hassi Lefhel</i>	6680	38007	44687	43105	306.8
<i>El Ménéa</i>	950	1219.5	2169.5	1350	120.5
<i>Hassi el Gara</i>	250	6967.5	7217.5	4475	259.1
Total Wilaya	43150	134445	177595	167215	875.8

4.1.2 Moyens humains :

Au cours de cette campagne de lutte contre le criquet pèlerin, près de 1467 intervenants, cadres techniques, ouvriers spécialisés et personnes de soutien qui ont été mobilisés dans le dispositif de prospection et d'intervention aussi bien par les structures de wilaya que par celles des communes.

Nous remarquons que durant l'invasion printanière 2004, le nombre d'encadrement technique et de soutien, était faible par rapport à l'invasion hiverno- printanière 2005, où il y avait plus d'engagement de moyen humain par le ministère de l'agriculture et du développement rural (DSA, Forêt), et ceux engagés par la protection civile. Ces opérations ont connu une forte participation des agriculteurs.

4.1.3 Moyens matériels :

Les moyens d'intervention mobilisés et engagés par l'Etat sont très importants, afin maîtriser le fléau acridien. Ces moyens mobilisés dans le dispositif de prospection et de lutte se présentent comme suit :

4.1.3.1. Moyens aériens :

Deux hélicoptères de prospection sont utilisés quotidiennement, couvrants le territoire de la wilaya dès le début de l'invasion hiverno- printanière 2005.

Deux aéronefs pour les traitements chimiques dans les zones inaccessibles voir (Photos annexes), 46.000 ha traités, dont 43.150 ha contre les ailés immatures et 2.850 ha contre les bandes larvaires. Le niveau d'intervention est amélioré avec l'utilisation de GPS et le balisage correct des sites infestés.

4.1.3.2. Moyens terrestres :

10 camions de traitement, 07 véhicules légers tout terrain de prospection, 03 véhicules légers tout terrain de traitement dotés d'Exhaust, 03 véhicules légers tout terrain de liaison et de transport des produits, 1383 pulvérisateurs à dos motorisés, 600 pulvérisateurs à dos manuels et 13 pulvérisateurs à gros débit. L'engagement de ces moyens ont permis le traitement de 190.150 ha dont 149.282 contre les ailés immatures et 40.868 ha contre les larves.

La quantité totale de produits acridicides mobilisée pour la lutte anti- acridienne de février 2004 à mars 2005 s'élève à 199.965 litres d'Ultra Low Volume (ULV) et 3.065 litres de concentré émulsionnable EC.

Selon les normes FAO, 01 litre d'ULV ou EC permet le traitement d'01 hectare de terrain infecté. Nous remarquons que durant les deux périodes (printanière et hiverno-automnale 2004/2005), ces normes ont été respectées (203.030 litres de produit ont traité 190.150 ha) ce qui correspond à 1.07 L/ha

On note aussi que, la wilaya de Ghardaïa a effectué 7.437 ha de traitements hors territoire wilaya dont 2850 ha par voie aérienne, repartis comme suit :

- Dans la wilaya de Ouargla : 4782 ha dont 2400 ha par voie aérienne.
- Dans la wilaya Laghouat : 1165 ha par voie terrestre.
- Dans la wilaya de Djelfa : 1490 ha dont 450 ha par voie aérienne.

4.1.4 . Hiérarchisation des leviers d'ordre :

Au cours de cette campagne, l'efficacité des interventions sur le terrain est en fonction de la rapidité du système d'information et d'alerte. Le réseau de communication déployé à travers le territoire de la wilaya est constitué de postes émetteurs-récepteurs (fixes et mobiles) complétés par des lignes téléphoniques, fax spécialisés et réseau intranet, au sein du PCR, du PCW et de la Daïra. Tous ces moyens de transmission de l'information étant reliés au poste de commandement central. A ce niveau central, l'information est traitée de façon continue et stockée dans une banque de données.

L'information, ainsi collectée, a fait l'objet d'un flash journalier diffusé à toutes les wilayas (qui reçoivent en plus, des recommandations et des consignes techniques à observer), la commission FAO de lutte contre le criquet pèlerin en Afrique du Nord-Ouest, à certaines ambassades d'Algérie et aux pays d'Afrique du Nord.

4.1.5 Impact sur l'environnement et évaluation du niveau de risque :

Pour faire face à ses invasions, la lutte chimique a largement contribué à éviter le pire par l'utilisation de tout un arsenal d'insecticides. Cependant, cette pratique a alourdi le bilan environnemental par l'intoxication de l'homme ainsi que du bétail, la raréfaction et la destruction de la faune utile et des insectes auxiliaires. Dans la quête de nouvelles techniques afin de protéger les cultures et d'éviter toutes les conséquences néfastes de la lutte chimique, l'intérêt des scientifiques se tourne vers la lutte biologique. Cette alternative est prometteuse, ceci pour assurer une protection phytosanitaire performante de par l'ubiquité naturelle des agents microbiologiques tels que les champignons entomopathogènes, dans les écosystèmes, leur grande variété, leur dissémination facile, leur spécificité d'action et aussi leur persistance dans l'environnement (F.A.O., 2004). En terme de respect de l'environnement, ces champignons sont spécifiques des insectes nuisibles et n'ont a priori aucun effet négatif sur la flore et la faune auxiliaire. En effet, l'impact d'une épidémie fongique peut être dramatique et constitue donc un moyen potentiel de lutte biologique

Dans la Wilaya de Ghardaïa, pour concevoir au mieux cette lutte sans nuire à la santé humaine et animale tout en préservant l'environnement, des groupes de protection santé et environnement (PSE) composés de : médecins de prévention, médecins vétérinaires et des ingénieurs d'environnement, ont été installés. Ces groupes en collaboration avec le PCW et les subdivisionnaires de l'agriculture au niveau des Daïrate, ont effectué durant la campagne antiacridienne les missions et prérogatives suivantes :

- Traçabilités du produit (flacons et fûts vides) et les kits jetables utilisés.
- Le suivi médical par des opérations des prélèvements de sang sur le personnel intervenant dans le dispositif de lutte anti acridienne. Les résultats des analyses (taux des cholinestérases) 7 cas positifs sur 78.
- Prospections et analyses aléatoires par les prises des prélèvements, de la terre, du tapis végétal et de l'eau. Aucun cas d'intoxication n'a été signalé

4.1.6 Coût de la lutte :

En période d'invasion, les moyens mobilisés sont exceptionnels. Durant l'invasion de 2004/ 2005, à Ghardaïa : 236.150 hectares ont été traités, dont 46.000 hectares par voie aérienne ; le cout de la lutte s'élève à 1.6 Milliards de dinars.

Selon MOUMENE (2006), en 2005 l'Algérie a déboursé 30 milliards de dinars pour lutter contre les criquets pèlerin, les traitements ont touché une superficie de 4.570.800 ha dans 102.000 ha ont été infestés par les criques.

La wilaya de Ghardaïa durant l'invasion 2004/2005, a consommé 18,75 % de la dépense nationale pour la lutte contre les criquets pèlerin (19,35 % de la superficie traitée).

4.1.7 Des recommandations pour les moyens mobilisés en prévision d'une invasion :

Pour aboutir à une prévision d'une invasion, il est recommandé de renforcer les points suivants :

- Une alerte précoce par l'amélioration des capacités de prospection et de prévision devant aboutir a l'augmentation de la collecte de données fiables et au développement de réseaux devant assurer les échanges d'informations en temps quasi réel.
- Une réponse rapide par des capacités de lutte précoce efficaces (personnel bien formé et équipements adéquats) et respectueuses de l'environnement.
- Une recherche opérationnelle ayant pour objectif de développer toutes les méthodes et techniques utiles a l'amélioration de la prévention du fléau.
- Une stratégie de prospection et de lutte pour les prochaines phases automnales et printanières. La wilaya de Ghardaïa est incluse par la présence de la station régionale de la protection des végétaux (SRPV) voir **figures (22, 23 et 24)**.

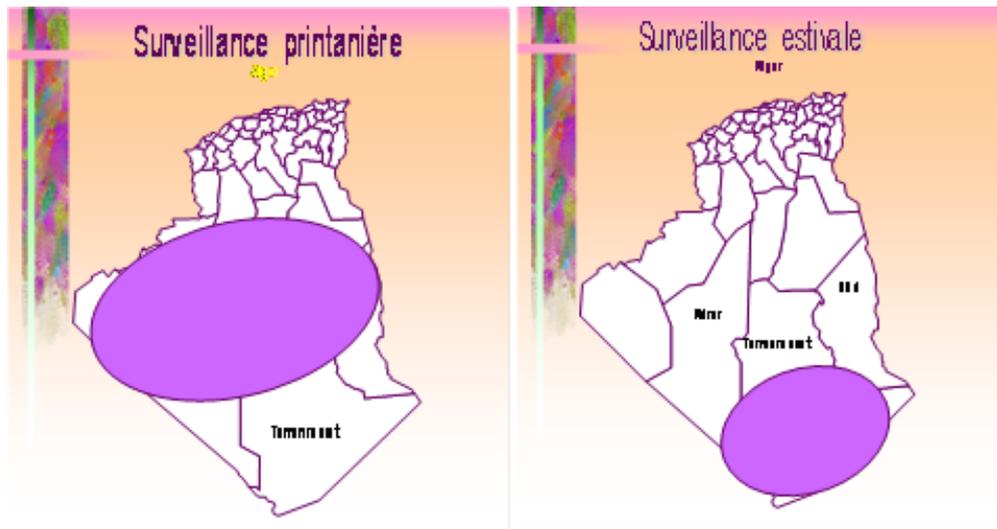


Figure n°22 : Les zones de surveillance printanière et estivale en phase de rémission en Algérie (MOUMENE ,2006)

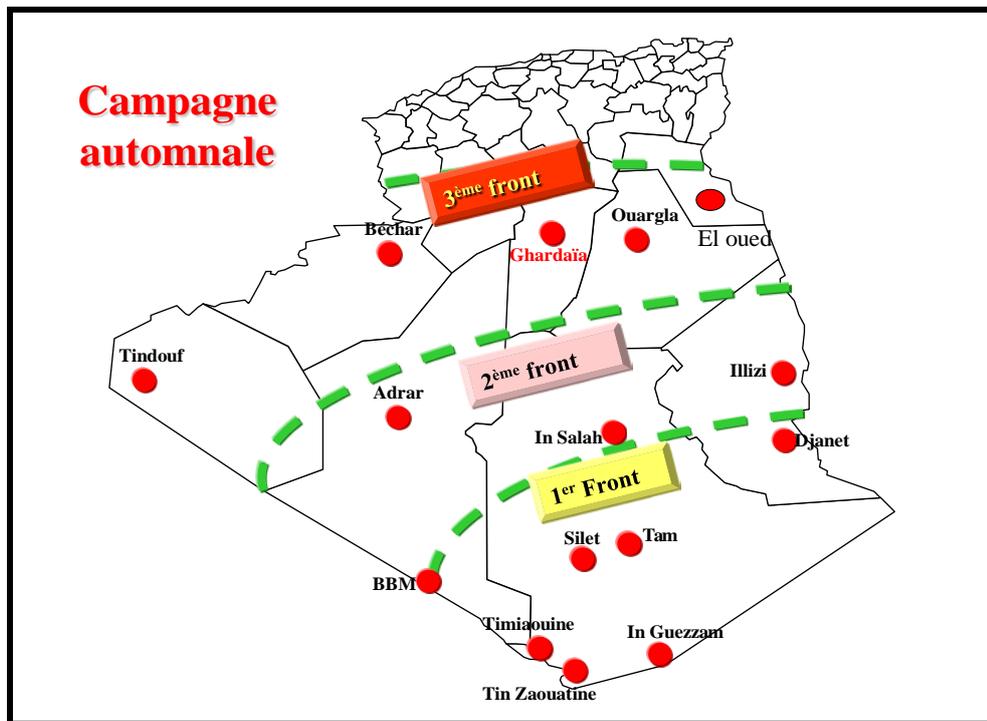


Figure n°23 : La stratégie de lutte prévisionnelle en phase automnale.

(BENSAAD ,2012)

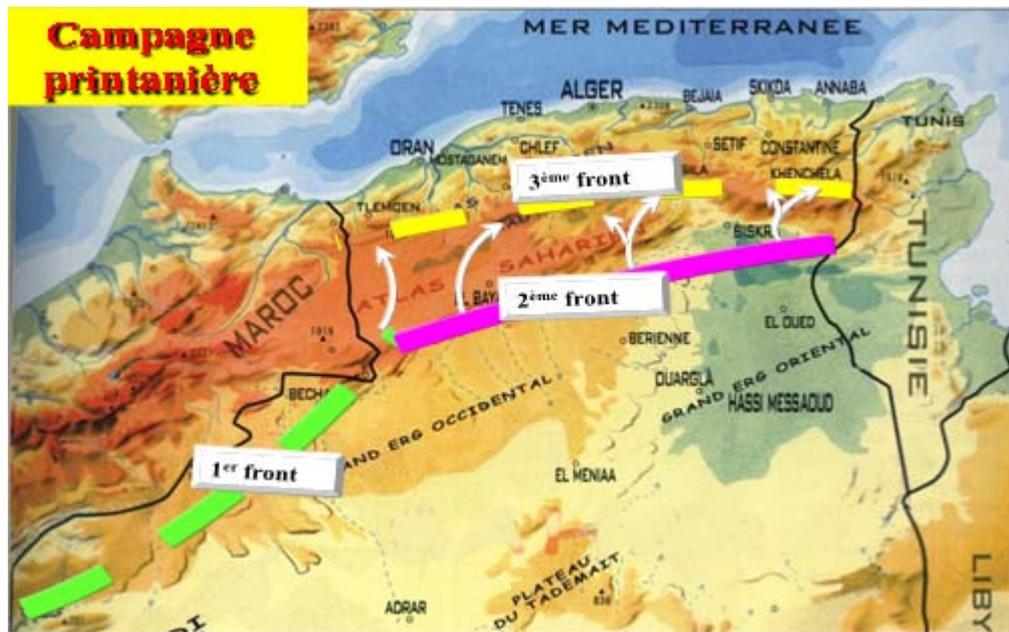


Figure n°24 : La stratégie de lutte prévisionnelle en phase printanière (BENSAAD ,2012)

4.2 Résultats d’inventaire des criquets dans la région de Hassi el Fhel :

Pour la capture des Orthoptères, chaque semaine, on a fait un balayage total des deux stations. Les résultats sont dans les tableaux suivants :

Tableau n°14 : Faune des Orthoptères de la station d’étude N° 01 (palmeraie).

Sous-ordre	Famille	Sous Famille	Espèces
Célifères	Pyrgomorphidae	Pyrgomorphinae	<i>Pyrgomorpha conica</i> (Oliver, 1791).
		Pyrgomorphinae	<i>Pyrgomorpha cognata</i> (Uvarov, 1943).
	Acrididae	Oedipodinae	<i>Acrotylus patruelis</i> (H-S ,1838)
		Acridinae	<i>Aiolopus thalassinus</i> (Fabricius, 1781)
		Acridinae	<i>Aiolopus sterpens</i> (Latreille, 1804)

Tableau n°15 : Faune des Orthoptères Cœlifères de la station d'étude N° 02 (Vignoble).

Sous-ordre	Famille	Sous Famille	Espèces
<i>Cœlifères</i>	<i>Pyrgomorphidae</i>	<i>Pyrgomorphinae</i>	<i>Pyrgomorpha conica</i> (Oliver, 1791).
	<i>Acrididae</i>	<i>Oedipodinae</i>	<i>Acrotylus patruelis</i> (H-S ,1838)
		<i>Acridinae</i>	<i>Aiolopus thalassinus</i> (Fabricius, 1781)

Discussion

Chapitre V : Discussion

5.1 Comparaison des traitements effectués :

La figure n°25, nous montre que, les traitements effectués pendant la période d'invasion printanière 2004, son plus importants dans les communes limitrophes ou proches de la wilaya d'El-Bayadh (Daya Ben Dahoua, Seb seb, Berriane et Mansoura), a la partie Nord Ouest de la Wilaya de Ghardaïa, ce qui confirme, l'infiltration de fragments d'essaims par cette région (Nord Ouest de la wilaya).

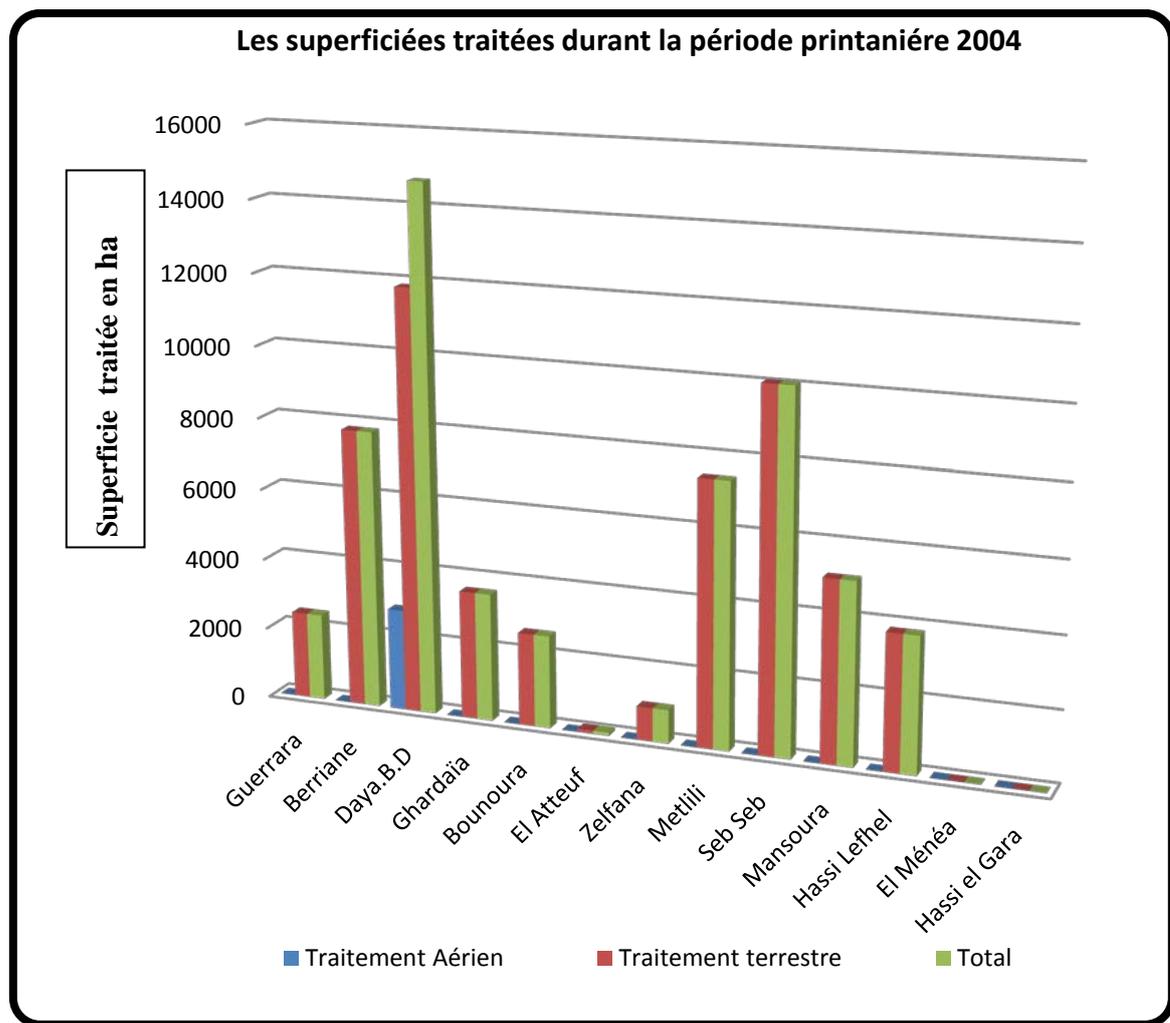


Figure n°25: les superficies traitées durant la période printanière 2004 dans la wilaya de Ghardaïa.

La figure n°26, nous montre également que, les traitements effectués pendant la période d'invasion automno-hivernale 2004/2005, son plus importants dans les communes limitrophes ou proches de la wilaya de Ouargla (Guerrara , H.Fhel et Zelfana), a la partie Nord Est de la Wilaya de Ghardaïa, ce qu'il confirme, l'infiltration de fragments d'essaims par cette région (Nord Est de la Wilaya).

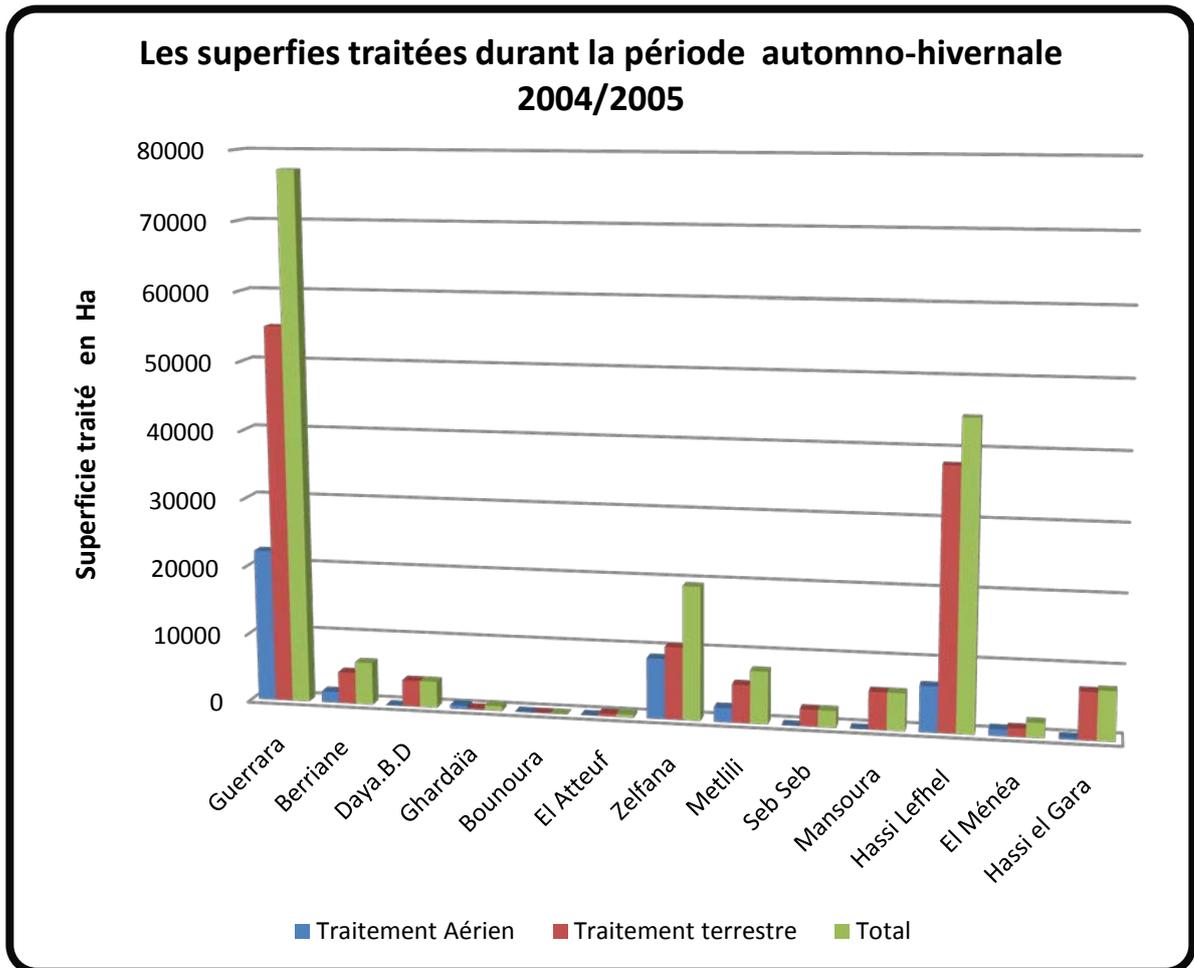


Figure n°26: les superficies traitées durant la période automno –hivernale 2004/2005 dans la wilaya de Ghardaïa.

- La première invasion printanière 2004 a été moins importante du point de vue superficie traitée (58.555 ha), mais l'invasion généralisée dans la plupart des communes, a provoqué une insuffisance du matériel de traitement.
- La deuxième invasion automno-hivernale 2004/2005, a été plus importante du point de vue superficie traitée, mais plus facile à traiter car l'invasion s'est propagée progressivement commune après commune d'où la disponibilité du matériel de traitement.

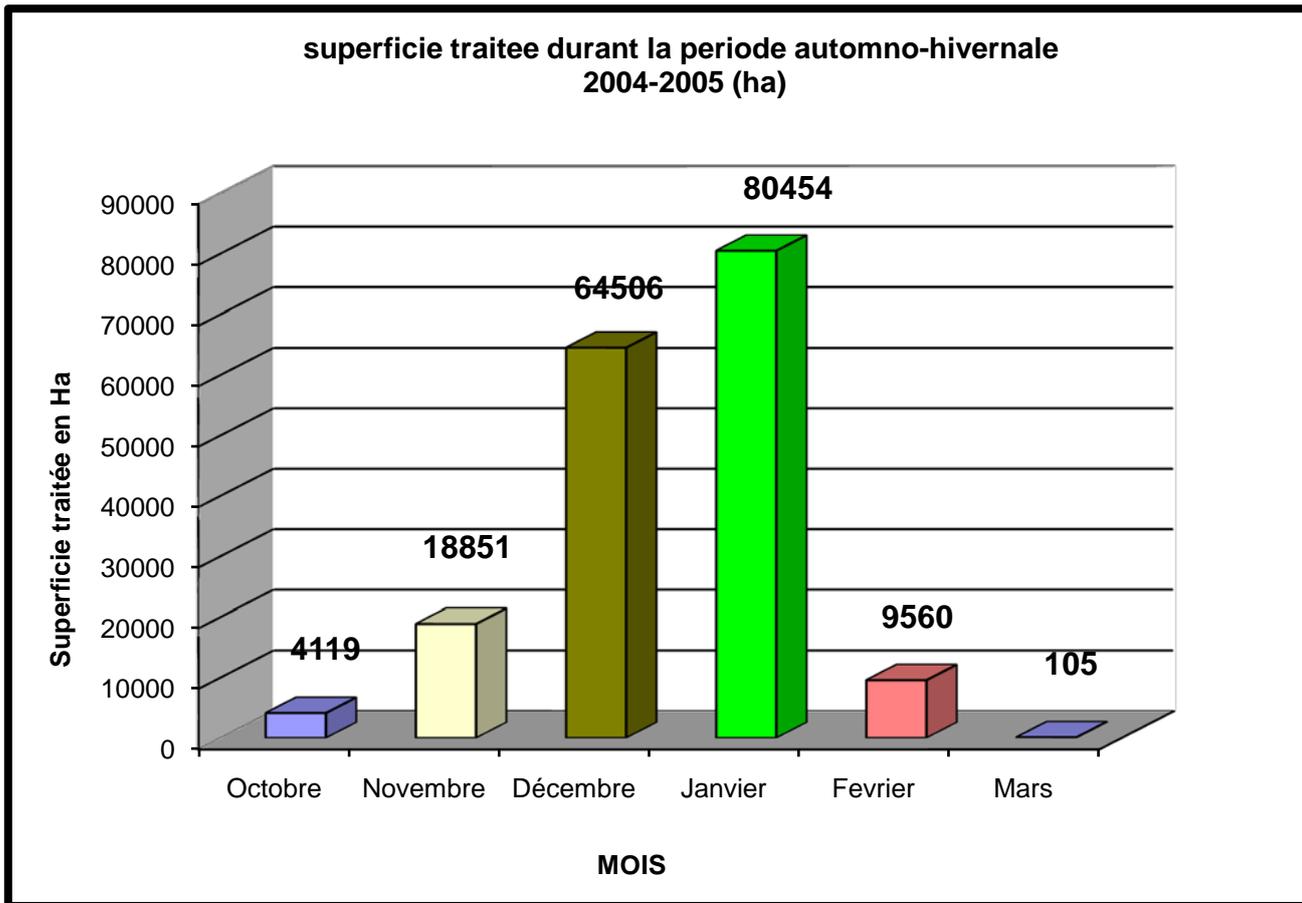


Figure n°27: les superficies traitées durant la période automno-hivernale 2004/2005, dans la wilaya de Ghardaïa.

Selon la **figure n°27**, le pic de l'invasion automno- hivernale a eu lieu durant les mois de Décembre et Janvier, période d'infestation des jeunes ailés (Chara,1988), qui est généralement en fonction de la position géographique de zones infestées par rapport aux couloirs traditionnels de passage du criquet dans les communes de , Hassi El Fhel, Guerrara et Zelfana voir les **Figures 28 et 29**.

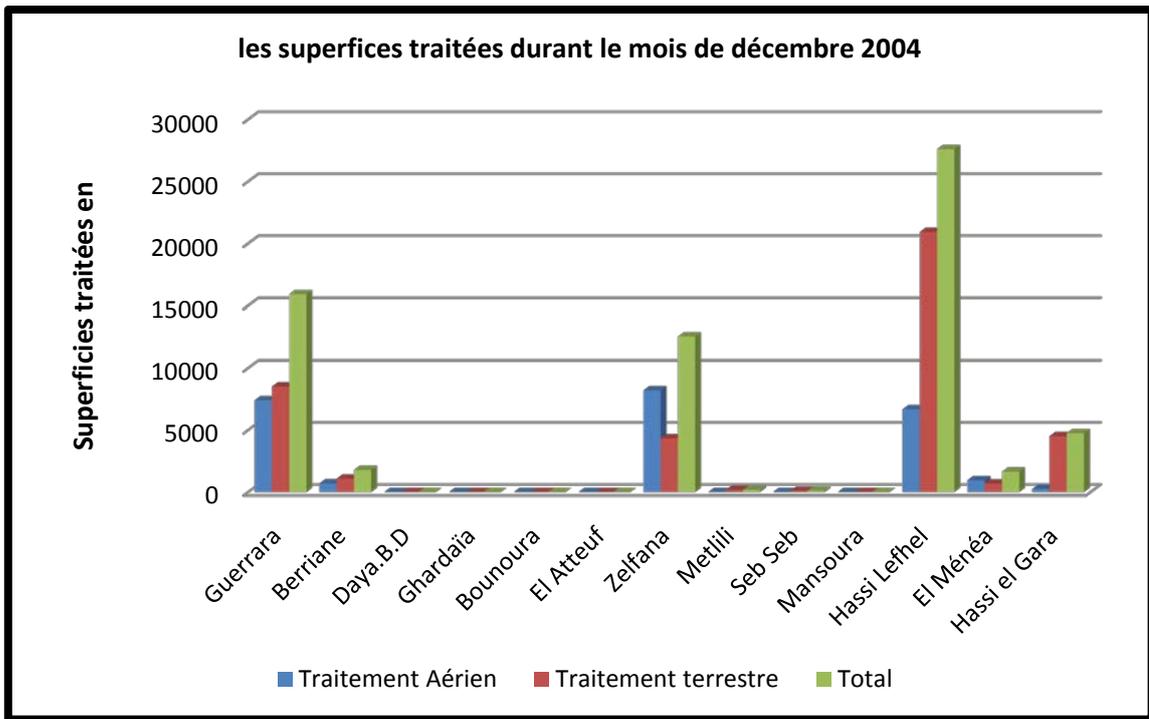


Figure n°28 : les superficies traitées durant le mois de décembre 2004, dans la wilaya de Ghardaïa.

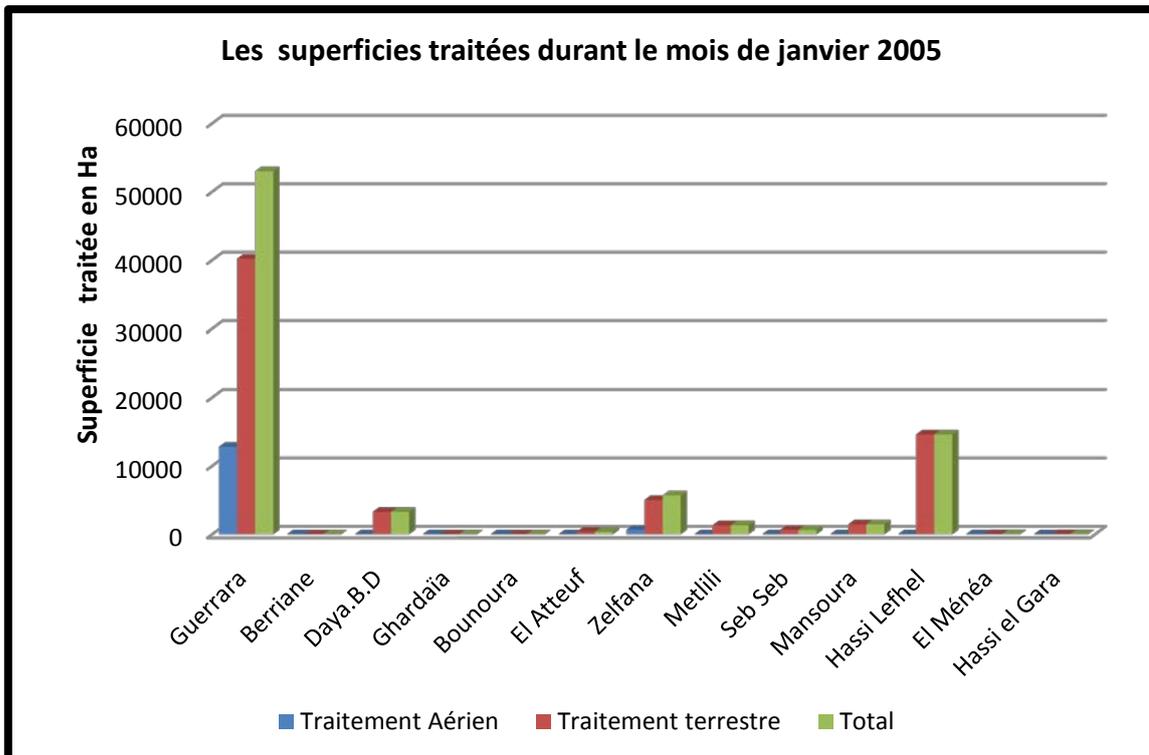


Figure n°29 : les superficies traitées durant le mois de janvier 2005, dans la wilaya de Ghardaïa.

5.2 Comparaison des dégâts enregistrés :

Parmi les dégâts occasionnés durant l'invasion acridienne 2004/2005 dans la wilaya de Ghardaïa, plus de 1000 ha ont été infestés par les criquets pèlerins dans les zones agricoles des anciennes oasis et dans les sites de mise en valeurs. 286 ha de différentes spéculations (palmeraies, cultures maraichères et arboricultures), ont été touchés à des degrés plus au moins importants, et qui sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau n° 16 : les dégâts enregistrés durant la l'invasion acridienne 2004/2005 dans la wilaya de Ghardaïa

Zone agricole	Espèces	Superficie infestée en ha	Degré d'infestation	Valeur des pertes (En DA)
Anciennes oasis	Phoeniciculture	48	100 % sur feuilles (voir figure)	99.297.000
Mise en valeur	Cultures maraichères	177	100 %	/
	Arboriculture	61	100 % sur feuilles	/
Total		286		99.297.000

- Les traitements au niveau des anciennes oasis (densité élevée de palmiers), sont faite par les agriculteurs (pulvérisateur à dos), et ce, vu l'impossibilité d'accès des véhicules de traitement.

Les dégâts infligés par les acridiens aux cultures sont de diverses natures :

- prélèvement alimentaire sur les feuilles, les fleurs, les fruits, les semences, les jeunes écorces, les repousses et les plantules.
- blessures des plantes consécutives aux morsures. Elles ont deux conséquences :
 - ouvrir une voie d'infection aux parasites et aux maladies végétales,
 - créer une lésion (section des vaisseaux appauvrissant la plante en sève) entraînant une destruction des tissus plus importante que la prise de nourriture elle-même.
- rupture des branches sous le poids des ailés posés en grand nombre,
- souillure des surfaces foliaires par les déjections déposées. La photosynthèse en est perturbée. Les dégâts réels sont difficiles à quantifier ; ils dépendent aussi du pouvoir de récupération de l'espèce végétale. Ce dernier est en relation avec l'état physiologique et phénologique de la plante au moment de l'attaque.



Photo 1 : Dégâts du criquet pèlerin en palmeraie de l'ITAS (Originale, 2005)

L'Etat a dépensé 1.6 Milliards de dinars dans la wilaya de Ghardaïa avec tous les moyens mobilisés pour minimiser les pertes par le traitement de 236.150 hectares infestés par les criquets pèlerins.

5.3 La dynamique des groupements acridienne durant l'invasion :

Pendant l'invasion printanière 2004 et au mois de février, les premiers fragments d'essaims composés d'ailés immatures se sont infiltrés par la région Nord Ouest de la wilaya du côté de la wilaya d'El Bayadh dans les communes de Daya ben dahoua, Metlili, Seb seb et Mansoura (**Figure 20**). Après 10 jours, les premières signalisations des infestations de criquets matures de couleur jaune, dans une proportion de 30 %, ont eu lieu. A la mi-Mars débuta l'accouplement d'ailés matures qui se sont ainsi propagés dans les communes de Berriane et Guerrara (**voir photots Annexes**).

En plus des groupements d'ailés matures, des ailés immatures, en faible proportion, ont fait leur apparition à la fin du mois de Mars. Les premières signalisations d'éclosions ont eu lieu en début de mois d'Avril dans la commune de Hassi el Fhel (zones Ouest, Est et Nord ouest).

Depuis le mois d'Avril, le rythme des signalisations de populations d'ailés a diminué, par contre la phase d'apparition des bandes larvaires a effectivement débuté. Les stades de développement observés : L1, L2, L3, L4, L5 et mues imaginale.

Les conditions climatiques très favorables, à partir de la deuxième décennie du mois d'Avril, ont permis l'observation, lors du mois de Mai, d'une recrudescence et d'un pic d'infestations larvaires (2000 larves par buisson). A partir de juillet 2004, les vols retour des ailés roses vers le sud de l'Algérie ont été observés.

Durant l'invasion automnale 2004/2005, l'infiltration des premiers fragments d'essaims composés d'ailés immatures venant des régions Sud (Tamanrasset) et Sud-Est (Illizi et Ouargla) de la wilaya (**figure 21**), qui ont formé une véritable incursion acridienne. D'Octobre 2004 à Mars 2005, les ailés immatures ont propagé et envahit toutes les communes de la Wilaya. Le climat froid a freiné le développement des criquets pèlerins, ils étaient bloqués au stade d'ailés immatures.

Les traitements ont de ce fait anéanti toutes les populations présentes.

5.4 Analyse du dispositif mobilisé lors de l'invasion acridienne 2004-2005:

La recrudescence/invasion 2003-2005 a entraîné un changement fondamental dans l'attitude des pays concernés et des donateurs vis-à-vis de la stratégie de lutte préventive et de la nécessité de la mettre en œuvre dans les plus brefs délais. Tous les partenaires s'accordent, en effet, à dire que si le programme EMPRES en Région Occidentale avait pu être financé depuis son initiation il y a 7 ans, les pays concernés auraient été mieux armés pour faire face à la recrudescence de 2003.

Il est indispensable de mettre en place au niveau des pays de la région des Unités nationales de lutte antiacridienne autonomes sur les plans administratif, humain, matériel et financier. Il est également nécessaire que les pays concernés prennent en charge progressivement les frais récurrents à la fin du programme EMPRES afin d'assurer la durabilité de la lutte préventive. A cet égard, la solidarité intra-régionale qui s'est grandement manifestée lors de la crise acridienne 2003-2005 doit se poursuivre et se développer en période de rémission.

Enfin, il est à souligner qu'une volonté politique et une organisation institutionnelle adéquate, en particulier une CLCPRO renforcée, permettront assurément de relever le défi millénaire ayant pour objectif le maintien des populations du Criquet pèlerin à un niveau inoffensif.

Au cours de cette campagne de lutte anti acridienne 2004/2005, le dispositif mis en place dans la wilaya de Ghardaia et les moyens engagés par l'Etat sont très importants et exceptionnels, ils témoignent de la volonté politique de contenir et de maîtriser le fléau

acridien. Des efforts non moins louables ont été consentis au niveau local à travers la mobilisation des moyens humains et matériels et la sensibilisation des citoyens. Le traitement terrestre est plus efficace dans le cas des petites superficies et dans les palmeraies et les périmètres agricoles, par contre le traitement aérien est plus efficace dans le cas des grandes étendues, surtout avec la dotation en outil GPS, qui permettra d'effectuer des interventions aériennes efficaces et très précises.

Parmi les points négatifs ayant gêné le dispositif et les opérations de lutte nous citerons:

- **Pour les moyens humains :**
 - L'impossibilité de procéder au recrutement d'agents temporaires par manque de support réglementaire.
 - Malgré le nombre très important d'ingénieurs et de techniciens mobilisés pour assurer la prospection et la signalisation des populations acridiennes, certaines zones n'ont pas été couvertes en raison de la très grande étendue du territoire de la wilaya. Cela a permis à certains groupements acridiennes d'échapper à la vigilance du dispositif mis en place et n'ont pu être détruits au moment opportun.
- **Matériels d'intervention :** Une insuffisance marquée en :
 - Véhicules VTT équipés en Exaust, au niveau des subdivisions agricoles
 - Nombre de tracteurs mobilisés.
 - Kits de protection réceptionnés au vu de l'adhésion massive des agriculteurs.
 - Matériel de pulvérisation.

Les pannes des matériels ont considérablement agité sur les rendements des interventions

- Un aéronef a été endommagé au niveau d'une aile.
- La couverture sanitaire est insuffisante, vu l'étendue de la wilaya, le personnel ne peut pas être rassemblé en une journée pour les prélèvements. La DSP exige les prélèvements la même journée afin de les acheminer en même temps au centre de toxicologie CHU B.E.O
- Des conditions météorologiques : Les vents très forts, accompagnés de tempêtes de sable, ont gêné parfois les traitements.

5.5 L'inventaire des criquets dans la région de Hassi el Fhel :

D'après les tableaux 1 et 2, nous constatons que pour les 05 espèces d'orthoptères recensées, nous retrouvons les 05 espèces dans la station d'étude n° 01 (palmeraie avec cultures intercalaires) et 03 espèces seulement dans la station d'étude n°02 (vignoble). Les 05

espèces appartiennent au sous ordre des Cælifères. De même ZERGOUN (1991), DOUADI (1992), BABAZ (1992), et ZERGOUN (1994), ont trouvé ces 05 espèces durant les échantillonnages dans les régions de Guerrara et Ghardaïa. Nous avons noté la présence de 02 familles et 03 sous familles. Les deux sous familles des *Pyrgomorphae* et *Acridinae*, sont les mieux représentées, deux espèces chacune. La sous famille de *Oedipodinae*, et représentée par une seule espèce. En effet les trois sous familles sont abondantes dans les deux milieux d'étude.

Dans la station d'étude n°01, où la végétation herbacée est dense, spécialement le *Cynodon dactylon* (chiendent à pied de poule), un microclimat favorisé par la présence de la palmeraie présente un meilleur refuge pour développement des orthoptères. Les 05 espèces trouvées sont :

Pyrgomorpha conica (Oliver, 1791) (**Photo 2**), *Pyrgomorpha cognata* (Uvarov,1943) (**Photo 3**), *Acrotylus patruelis* (H-S ,1838) (**Photo 4**), *Aiolopus thalassinus* (Fabricius,1781) (**Photo 5**) et *Aiolopus stercorarius* (Latreille,1804) (**Photo 6**).

Dans la station n°02, la végétation herbacée est peu dense, spécialement *Cynodon dactylon*, les conditions de développement des orthoptères sont moins favorables que dans la station n°01. Les trois espèces trouvées sont :

Pyrgomorpha conica (Oliver, 1791), *Acrotylus patruelis* (H-S ,1838) et *Aiolopus thalassinus* (Fabricius,1781).

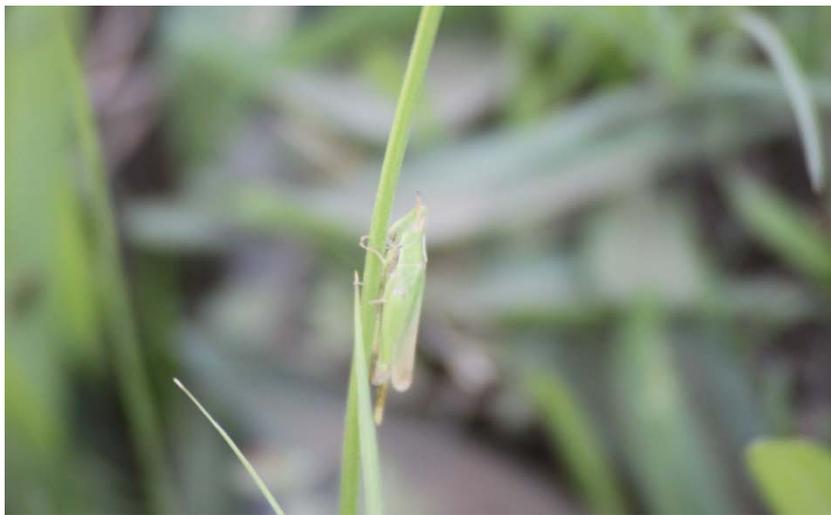


Photo 2 : *Pyrgomorpha conica* (Oliver, 1791) (Originale, 2013)



Photo 3 : *Pyrgomorpha cognata* (Uvarov, 1943) (I.P.V., 2013)



Photo 4 : *Acrotylus patruelis* (H-S ,1838) (I.P.V., 2013)



Photo 5 : *Aiolopus thalassinus* (Fabricius, 1781) (I.P.V. 2013)



Photo 6 : *Aiolopus sterpens* (Latreille, 1804). (I.P.V. 2013)

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

D'après l'étude du dispositif de la lutte anti acridienne et l'ensemble des aires grégarigènes de *Schistocerca gregaria*, il apparaît clairement qu'une stratégie de lutte préventive, réalisée de façon efficace et pérenne, est l'approche la mieux adaptée à la problématique du criquet pèlerin.

Compte tenu qu'en Algérie en général et dans la région d'étude (Ghardaïa) en particulier nous n'avons pas de vastes surfaces grégarigènes, et à cause des conditions climatiques perturbées et non favorables pour la reproduction des criquets pèlerins, les invasions proviennent des pays voisins. Et c'est pour cette raison que l'Algérie a opté beaucoup plus, dans sa stratégie de lutte antiacridienne, pour la lutte curative dans les périodes d'invasion. Notons que le programme de prospection de l'INPV dure toute l'année.

En outre, les équipes de l'INPV organisent à partir du mois d'Avril jusqu'à Juin, des campagnes de surveillance et de lutte au niveau des foyers primaires. L'activité du criquet pèlerin reste cantonnée au niveau des wilayas sahariennes de l'extrême Sud (Illizi et Tamanrasset), selon l'institut qui précise que le dispositif mobilisé depuis janvier 2012 a permis de traiter une superficie de près de 48.000 ha dans le cadre de la lutte préventive, évitant ainsi la formation des essaims et leur déplacement dans les zones de cultures.

Le dispositif de surveillance et de lutte antiacridienne permet de détecter les premières éclosions de larves de criquets et d'intervenir au moment opportun par des traitements chimiques préventifs. L'INPV souligne, en outre, que les superficies traitées régressent d'année en année suite aux opérations de traitement déclenchées annuellement passant de 136.000 ha en 2005 à 24.000 en 2009 et 13.864 en 2011.

L'inventaire des criquets dans la région de Hassi El Fhel (Wilaya de Ghardaïa), nous a permis de noter la présence de 02 familles et de 03 sous familles. Les deux sous familles des *Pyrgomorphinae* et *Acridinae*, sont les mieux représentées : deux espèces chacune. La sous famille d'*Oedipodinae*, et représentée par une seule espèce. En effet les trois sous familles sont abondantes dans les deux milieux d'étude.

Références bibliographiques

1. **ALBERCHT F.O., 1967**-Polymorphisme phasaire et Biologie des acridiens migrants Ed.MASSON,Paris, 194p.
2. **ANONYME, 2008a**-Centre National de Lutte Antiacridienne de Nouakchott (disponible sur www.cnla-mauritanie.org.)
3. **ANONYME, 1993** -*Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775). *Lettre d'information S.A.S., n°10*,4p.
4. **BABAZ Y. , 1992** – Etude bioécologique des orthoptères dans la région de Ghardaïa. Mem . Eng . Agr . , Inst. Agro , Univ . SciTech . , Blida , 91p.
5. **BEDERCARRATS F.et DE GREGORIO E et DEGRGORIO R, 2002**- Le criquet pèlerine *Schistocerca gregaria*: biologie et élevage. Disponible sur <http://w.w.w.uni-pau.fr/-degrg/sitgrasshoppr>.
6. **BARBOUCHE N., HAJJEM B., LOBNAY G. et AMMAR M., 2001**-Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits de feuilles de *Cestrum parkii* l'Hérit (Solanaceae) sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forsk). *Biotechnol. Agron. Sos. Environ.* Vol. 5 (2) : 85-90.
7. **BENHALIMA T.,2006**- Problématique du criquet pèlerin et stratégie de lutte préventive. *Actes de congrès international d'entomologie et de Nématologie, 17-20 avril 2006, Inst. Nati. Agro., El-Harrach*, p. 189.
8. **BENSAAD H. (2012)**, Les invasions acridiennes en Algérie (Invasions 1987 et 1988, recrudescences 1994/1995, invasions 2004 et 2005), rapport de Institut National de la protection des végétaux(INPV), El Harrach, Alger, 58 p.
9. **BEZAZE G . ,2006**– Effet de quatre extraits végétaux sur la biologie de *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775). Mem . Eng . Agr . , Inst. nati. agro. El- Harrach, 84 p..
10. **CALVET C., 1980** - *Manuel de protection des végétaux*. Ed.Baillièrè, coll. « enseignement »
11. **CHARA B., 1995**-Eléments sur la biologie et l'écologie du criquet pèlerin *Schistocerca regaria* (Forsk., 1775).Stage de formation de lutte antiacridienne Ed. INPV-O.A.D.A., El-Harrach, Alger, P.p 32-45.

12. **CHARA B., 1988 a-** Bioécologie du Criquet pèlerin et aire d'habitat et mécanisme des invasions. Algérie-verte, 11.
13. **CHERIEF A., 2000-** *Etude bio-écologique du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Acrididae, Cyrtacanthacridinae) dans la région d'Adrar. Etude de la morphométrie, du régime alimentaire sur terrain et du photo- préférendum alimentaire au laboratoire.* Thèse Magister, Inst. nati. Agro., El-Harrach, 135 p.
14. **CHOPARD L., 1943-** *Orthopteroïdes de l'Afrique du nord.* Ed. Libraire Larose, Paris, 447 p.
15. **CHOPARD L., 1938 -** *Biologie des orthoptères.* Ed. Paul Le Chevalier, Paris, 541p.
16. **CRESSMAN K., 2001 –** Directives sur le criquet pèlerin. Prospection. Ed. Org. nat. uni. agric. alim., Rome, 33 p.
17. **CRESSMAN K et SYMMMONS P.M ., 2001-** Directives sur le Criquet pèlerin- Biologie et Comportement. Ed. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. Rome.25p.
18. **DAJOZ, R.,1983-** Précis d'écologie fondamentale et appliquée. Ed. Gauthier-Villars, Paris, 503 pp.
19. **DHOUBI M.H., et Jarraya A., 1990 -** L'invasion acridienne en Tunisie et son impact sur l'environnement. *Jour. Internat. Env., Tunisie*, 12p.
20. **DIRSH V.M., 1975-** *Classification of the acridomorphoid insects.* Ed Oxprint limited, Great Britain, 171p.
21. **DIRSH, V.M., 1965-** *The African genera of Acridoidea.* Cambridge University Press for anti- Locust Research. Center: Cambridge (U.K), 579 p.
22. **DJEBRIT I. HADJ KOUIDER Y.,2011** Régime alimentaire d'Ochrilidia gracilis (Krauss, 1902) (Orthoptera, acrididae) .Dans la région de Ghardaïa. Mém. Lis, Acad. Inst. Nat.,Cent. Uni. Ghardaia. 56p.
23. **DOBSON H.M., 2001-** *Lutte antiacridienne. Directives sur le criquet pèlerin.* Ed. FAO, Rome, 83p.
24. **DOUADI B., 1992–** Contribution à l'étude bioécologique des peuplements orthoptérologique dans la région de Gherrara(Ghardaia) - Développement ovarien

chez *Acrotylus patruelis* (Herrich- Shaeffer , 1838). Mem . Ing . agr . Inst . Nat . agro .
, EL-Harrach , 75p.

25. **DOUMANDJI S. et DOUMANDJI-MITICHE B.,1994-** *Criquets et sauterelles (Acridologie)*. Ed. Office Publ. Univ., Alger, 99 p.
26. **DURANTON J.F. et LECOQ M., 1990-** Le criquet pèlerin au sahel.Ed.CILSS-DFPV/ CIRAD- PRIFAS Coll.Acrid.operat.n°6. Pays-Bas, 183p.
27. **DURANTON J.F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LUONG M.H. ET LECOQ M., 1987 -** De l'étude des criquets a l'écologie opérationnelle. *Rev.Sci.*, pp.54-67.
28. **DURANTON J.F., LAUNOIS M., LAUNOIS-LUONG M.H. et LECOQ M., 1982-** Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche. Ed. CIRAD/PRIFAS Départ. G.E.R.D.A.T, Paris, T.I, 695p.
29. **DURANTON J. F., 1979-** Etude sur le criquet migrateur Africain dans son aire grégarienne du bassin Tchadien. Rapport du consultant de la FAO, assistance à l'OICMA, mars-avril 1980, GRDAT/PRIFAS, 30 pp.
30. **DJEZZAR M., 2007-** *Effet d'un biopesticide « Green muscle » sur les différents stades de Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) (Orthoptera-Acrididae) et impact sur quelques espèces de la biocénose aquatique.* Thèse Magister, Inst. nati. agro., El-Harrach, 155 p.
31. **FAO, 2005-** *Rapport commission de lutte contre le criquet pèlerin dans la Région Occidentale (CLCPRO) Tripoli, Libye* Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome,12-16 Juin 2005,48p.
32. **FAO, 2004-** *Rapport de la session extraordinaire du Comité FAO de lutte contre le criquet pèlerin. Rome, (Italie),* Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome, 29 novembre au 2 Décembre 2004, 12 p.
33. **FERENZ H. J AND SEIDELMANN K., 2003 -** pheromones in relation to aggregation and reproduction in desert locusts. *physiol. entomol.*, 28:11-18.
34. **GREATHEAD P.J., KOOYMAN C., LAUNOIS-LUONG M.H. ET POPOV G.B., 1994 -** *Les ennemis naturels des Criquets du sahel.*coll.Acrid.operat.8.Ed.CIRAD-GERDAT-PRIFAS, France, 147p.

- 35. GUENDOOUZ- BENRIMA A. , DURANTON J.-F. et DOUMANDJI-MITICHE B., 2011-**Chorologie des états phasaires et biologique du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* forsk, 1775 (orthoptera) en Algérie. AFPP -Neuvième conférence internationale sur les ravageurs en agriculture MONTPELLIER - 26 et 27 octobre 2011.
- 36. GUENDOOUZ- BENRIMA A., 2005-** *Ecophysiologie et biogéographie du criquet pèlerin Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (*Orthoptera, Acrididae*) dans le sud Algérien. Thèse de Doctorat. Inst. nati. agro., El- Harrach, 210 p.
- 37. HALLOUANE F., 1997-** *Cycle biologique de Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (*Orthoptera, Acrididae*) et de *Locusta migratoria* (Linné, 1758) (*Orthoptera, Oedipodinae*). *Efficacité de Metarhizium anisopliae* (Metch). (*Hyphomycètes, Deuteromycotina*) et effet sur quelques paramètres physiologiques de *S. gregaria*. Thèse Magister, Inst. nati. agro. El Harrach, 235 p.
- 38. HAMDI H., 1989-** Etude bioécologique des peuplements orthoptérologiques des dunes fixées du littoral algérois. Thèse Magister, Inst. Nat. Agro., El Harrach, 165 pp.
- 39. HASKELL P.T., 1982-** Pest species. *Acrida*, T.2, pp.300-313.
- 40. HUIS A.V., 1993-** Peut-on réussir la lutte contre le criquet pèlerin ? Lutte contre le Criquet pèlerin par les techniques existantes, 'évaluation des stratégies'. *Compte-rendu du séminaire de Wageningen Pays Bas 6-11 décembre 1993*, pp.11-17.
- 41. KHIDER B., 1999-** *Biométrie, régime alimentaire et répartition des zones de reproduction du criquet pèlerin Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (*Acrididae, Cyrtacanthacridinae*) au sud algérien. Thèse Magister, Inst. nati. Agro., El Harrach, 142p.
- 42. KRALL S. ET HEROK C., 1997-** *Economics of desert locust control, new strategies in locust control*. Ed. Birkhäuser Verlag, Basel, Switzerland, 522p.
- 43. KRALL S. et NASSEH O.M., 1991-** La lutte biologique contre les criquets et les sautériaux , projet de recherche de la G.T.Z., pp. :44-49 cités par LOMER C. J. et PRIOR C., 1991 : *Lutte biologique contre les acridiens. Compte rendu d'un atelier (29 avril – 1er mai), Bénin*. Ed. C.A.B. International, Royaume Uni, 399 p.

44. **KAIDI N.,2007-** Bioecologie de *Schistocerca gregaria* forskål, 1775 (Orthoptera, Cyrtacanthacridinae) dans la région de l'Ahaggar. *Essais de lutte biologique au moyen de champignons entomopathogènes : Beauveria bassiana et Metarhizium anisopliae var acridum*. Thèse Magister. Inst. nati. agro. El- Harrach, 150 p.
45. **LATCHININSKY A. V. et LAUNOIS- LUONG M. H., 1997-** *Le criquet pèlerin (Schistocerca gregaria Forskål, 1775) dans la partie nord orientale de son aire d'invasion-* Coll: Les Acridiens (n°29), CIRAD- AMIS- pc-Prifas/VIZR/ Montpellier (France) / Saint Peters bourg, XVIII- 192 p.
46. **LAUNOIS-LUONG M.H. ET LECOQ M.,1993-** *Manuel explicatif du code ONM de transmission des informations sur les criquets ravageurs*. Ed.Org.Mete.Mond., Org.Isl.Etu.Sci.Col., Genève, 30p.
47. **LAUNOIS-LUONG M. H et POPOV G.B., 1992-** *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) (Acrididae-Cyrtacanthacrididae). Ed.CIRAD/PRIFAS,Paris,4p.
48. **LAUNOIS-LUONG M. H et LECOQ M., 1989-** *Vaedemecum des criquets du Sahel*. Ed. CILSS- DFPV/CIRAD-PRIFAS, Coll.Acrid.Opérat ,n°5', Pays-Bas,125p.
49. **LAUNOIS-LUONG M. H., LAUNOIS M. et RACHADI T., 1988-** *La lutte chimique contre les criquets au sahel*. Ed. Cirad/Prifas, 'Collection Acridologie Opérationnelle n°3', Montpellier, 44 p.
50. **LAUNOIS-LUONG M.H., LAUNOIS M. ET RACHADI T., 1988 -** *La lutte chimique contre les criquets du Sahel*. Minist.Aff.Etrang.Pays Bas et CIRAD-PRIFAS, Coll.Acrid.Opérat., n°3, 62p.
51. **LAUNOIS-LUONG M.H., 1975-** *L'alimentation du Criquet migrateur Locusta migratoria copito (Sauss.) en phase solitaire a Madagascar-Regime et effets*. Thèse Doctorat d'état es-sc., Univ.Paris-Sud, Orsay, 202p.
52. **LAZAR M., 2005-** *Zones de reproduction potentielles du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskål, 1775) dans le sud algérien : Délimitation et suivi de l'évolution de la végétation au moyen d'images satellitales*. Thèse Magister, Inst. nati. Agro., El Harrach, 76 p.
53. **LECOQ M.,2004 -**Vers une solution durable au problème du criquet pèlerin .*Rév.Scién. Sécheresse* 15 (3) : 217-24), Sept.2004

- 54. LECOQ M., 2003-** La menace du criquet pèlerin pour le développement agricole et la sécurité alimentaire et le rôle de la FAO pour son contrôle. *8^{ème} congrés arabe de protection des plantes, El- Beida, Lybie, 12-16 octobre 2003.*
- 55. LOUVEAUX et BENHALIMA A.T., 1987-** Catalogue des Orthoptères Acridoïdea d'Afrique du nord. *Ouest. Bull. Ent., France, T. 91, (3- 4) : 73-87.*
- 56. LUONG-SKORMAND M.H., RACHADI T. ET LECOQ M., 1999 -** *La lutte contre les criquets ravageurs : l'intérêt des myco pesticides.* Ed. Cirad-Amis-Programme Protection des cultures, n°19, Paris. (Disponible sur <http://www.inra.fr/dpenv/do.htm#d19>)
- 57. INPV, 2011-**Données sur le criquet pèlerin. disponible sur http://www.inpv.edu.dz/new_inpv/spip.php?rubrique20, 7/08/11 à 05:26. Prospections et lutte anti-acridienne. Institut National de la protection des végétaux, El Harrach, Alger.
- 58. IPV(GHARDAIA), 2013-***Rapport de mission des prospecteurs de la lutte antiacridienne.* - Rapport de 2000 à 2012. Inspection de la Protection des végétaux DSA Ghardaïa, 2013.
- 59. MESTRE J., 1988-** *Les acridiens des formations herbeuses d'Afrique de l'Oest.* Ed.CIRAD-PRIFAS, Paris, 330p.
- 60. MOUMENE K. (2006),** L'expérience de l'Algérie en matière de la lutte anti acridienne. Rapport P.C.C. /L.A.A ., Institut National de la protection des végétaux, (INPV) El Harrach,Alger, 28 p.
- 61. MOUMEN A., 1995-** *Choix et normes d'utilisation des pesticides en lutte antiacridienne. Stage de formation en lutte antiacridienne (17 - 27 septembre), Alger.* Ed. INPV – OADA, El Harrach : 92- 102.
- 62. NUREIN H. OM., 1989-** *Le criquet pèlerin. Révision des locustes et sauteriaux.* Ed Bayer, France, p. 39.
- 63. PAPILLON-TCHELEBI M.,1962 -** Interaction du groupement,de l'alimentation et d'un facteur saisonnier sur *Schistocerca gregaria* (Foskal,1775). *Coll.inter., CNRS., Paris*, pp.37-61.

- 64. PASQUIER R. et GERBINOT B., 1945-** Utilisation du méliá pour la protection des cultures contre les invasions de la sauterelle pèlerine. Bull. Sem. Off. Nat. Lutte antiacridien 2(2):17-23.
- 65. PCW(GHARDAIA) ,2005-** *Compte rendu relatif aux activités de surveillance de la lutte anti acridienne. Poste de commandement de la Wilaya de Ghardaïa, avril 2005,.24 p.*
- 66. PCW (GHARDAIA) 2004,** *Compte rendu relatif aux activités de surveillance de la lutte anti acridienne. Poste de commandement de la Wilaya de Ghardaïa, 24 mai 2004,12 p.*
- 67. POPOV G.B., 1997 -** *Atlas des aires de reproduction du criquet pèlerin.* Ed. Org. nat. uni. agric. alim. Rome, 122 p.
- 68. POPOV G.B., DURANTON J.F et GIGAULT J., 1991-**Etude écologique des biotopes du criquet Pèlerin (*Schistocerca gregaria*) en Afrique Nord-Occidentale - Mise en évidence Et description des unités territoriales écologiquement homogènes.Ed.CIRAD/ PRIFAS, Minist.Coop.Dév.Onu, Cent.Coop.Inter. Rech.Agro.Dév.,paris,743p.
- 69. POPOV G.B., LAUNOIS-LUONG M. H et VAN DER WEEL J.J ., 1990-** Les oothèques des criquets du Sahel., Ed.CILLS-DFPV/CIRAD-PRIFAS, Coll.Acrid.Opérat, n°7, Pays-Bas ,153p.
- 70. RACHADI T., 2005. –** Problématique des applications contre le Criquet pèlerin. Conférence introductive. – *Séminaire scientifique international sur le Criquet pèlerin. Dakar,11-13 janvier, sp.*
- 71. RACHADI T., 1991-** *Promesse et limites de la lutte chimique dans la stratégie antiacridienne. La lutte antiacridienne.* Ed. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, pp. 151-165.
- 72. SITOUH M., 1967 -** Relations entre les crues et *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) en phase solitaire dans le Sahara Central de 1967 a 1972. *Ann. Inst. nat.agr. El-Harrach, Vol., VI,n° 4, pp.43-83.*
- 73. STEEDMAN A., 1988.** *Locust Handbook (2nd edition).* Ed.Overseas Development. Natural Resources Institute, London, 180 p.

- 74. UVAROV B.P., 1966-** Grasshoppers and locusts. A handbook of general acridology. Anatomy, Physiology, Development, Phase Polymorphism, Introduction to Taxonomy- Anti-Locust Research Centre, Cambridge University Press, Vol. I, Great Britain, 482p.
- 75. ZERGOUN Y., 1994-** Bio-écologie *des Orthoptères dans la région de Ghardaïa, régime alimentaire d'Acrotylus patruelis* (Herrich Schffer 1838) (*Orthoptera, Acrididae*). Thèse Magister. Inst. nati. agro. El- Harrach, 110 p.
- 76. ZERGOUN Y., 1991-** Contribution à l'étude bioécologique des peuplements Orthoptérologiques dans la region de Ghardai. Mem . Ing . agr . Inst. agro., EL-Harrach ,73p.
- 77. ZOLOTAREVSKY B.,1946-** Les phases acridiennes et l'invasion du criquet *migrateur dans la Gironde. Ann.Epiphyties, Serie.Ent. n°3, T.XII, 14p.*

Annexe



Photo 1 : Opération de lutte contre les populations d'ailés
Metlili, le 03 . 04 . 2004 (Photo : YAGOUB Lias)



Photo 2 : Résultat des traitements aux acridicides 12 h après l'intervention
Zone de parcours, Daya ben dahoua, le 04 . 03 . 2004 (Photo : YAGOUB Lias)



Photo 3 : Ailés matures en accouplement
Berriane, le 17 . 03 . 2004 (Photo : YAGOUB Lias)

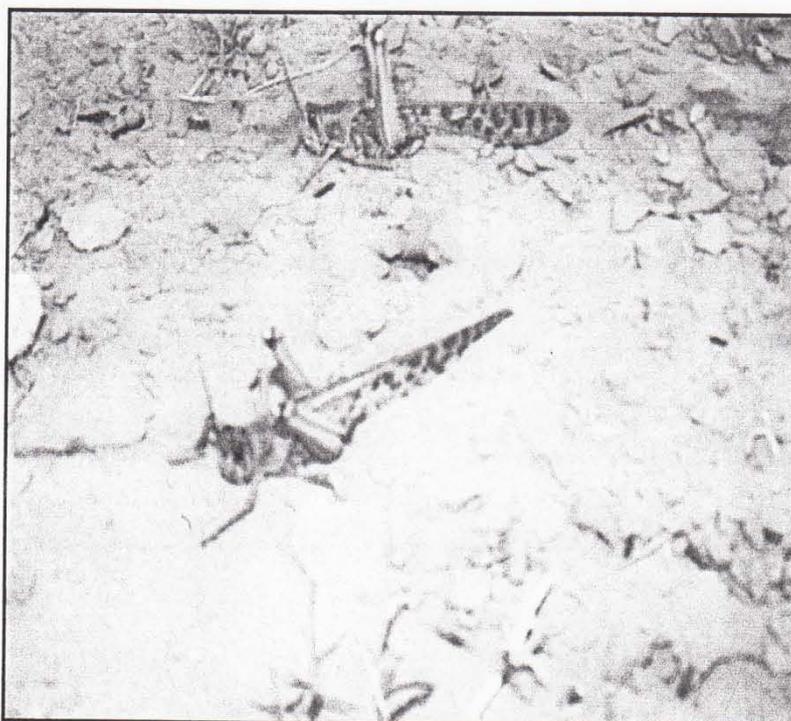


Photo 4 : Femelles d'ailés matures en position de ponte
Guerrara, le 29 . 03 . 2004 (Photo : TIRICHINE Mohammed)



Photo 5 : Une tache formée par une masse importante de pontes
Sebseb le 08 . 04 . 2004 (Photo : YAGOUB Lias)

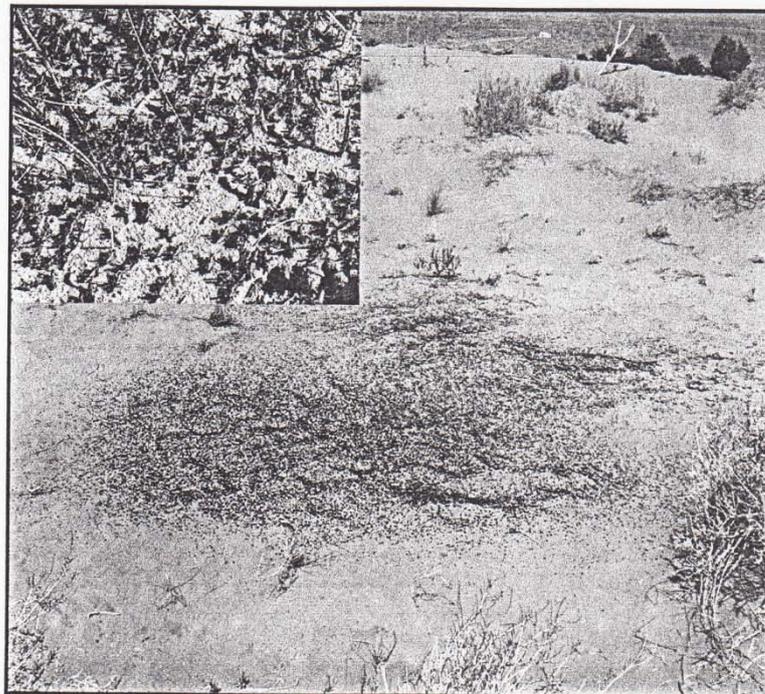


Photo 6 : Une tache de larves (stade L1) quelques heures après l'éclosion
Mansourah – 06 . 04 . 2004 (Photo : YAGOUB Lias)

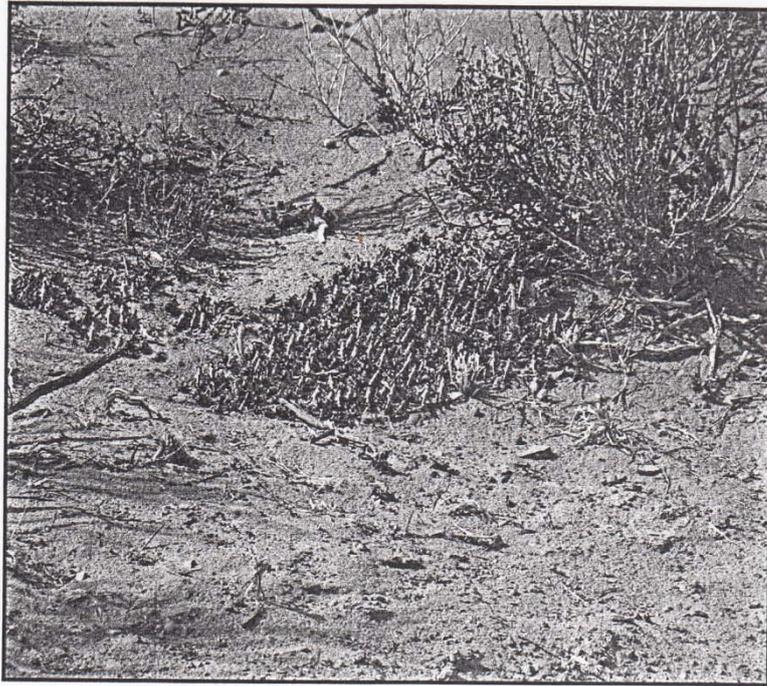


Photo 7 : infestation larvaire, présence de différents stades : L2 - L3 - L4
Daya ben dahoua, 16.5.2004 (Photo : YAGOUB Lias)



Photo n° 8 : montage des fanions et mise en place du balisage des sites
d'infestation. Daya ben dahoua, 16.5.2004 (Photo : YAGOUB Lias)



Photo n° 9 : Traitement anti-larvaire par voie aérienne
El haoud, Daya ben dahoua, 16.5.2004 (Photo : YAGOUB Lias)